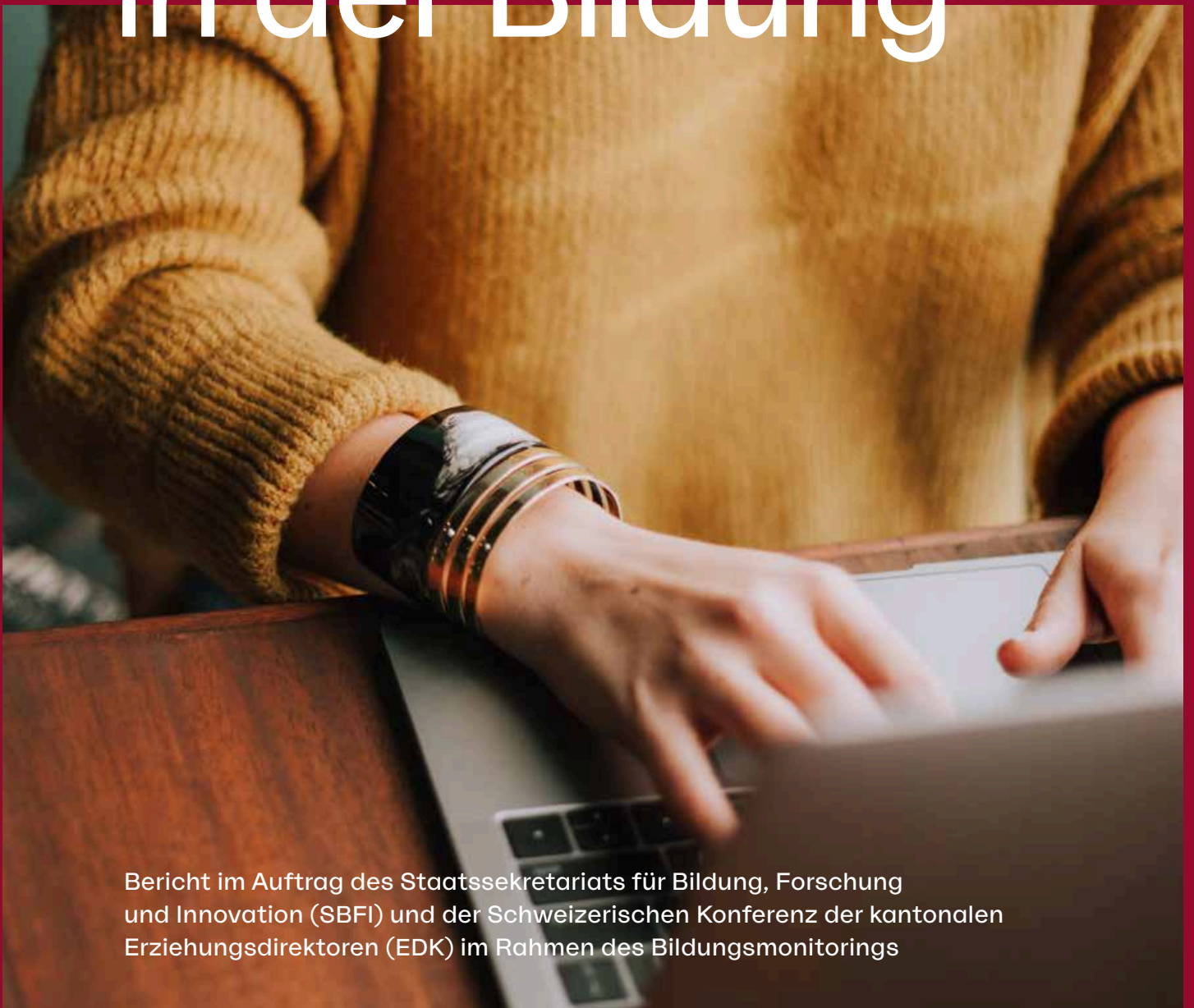


educa

Digitalisierung in der Bildung



Bericht im Auftrag des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) und der Schweizerischen Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK) im Rahmen des Bildungsmonitorings

Digitaler Bildungsraum Schweiz
Espace numérique suisse de formation
Spazio formativo digitale svizzero
Spazi da furmazium digital svizzer
Swiss digital education space

agents novateurs

Projektteam Educa

Benjamin Volland
Karl Wimmer
Martina Weber
Nelly Buchser-Heer
Michael Jeitziner
Andreas Klausling
Irene Ziörjen
Martin Eric Ritz
Simon Graber

Wissenschaftliche Begleitgruppe

Stephanie Burton Monney
Alberto Cattaneo
Emanuel von Erlach
Alexander Gerlings
Samuel Lüthi
Ines Trede



Vorwort

der Auftraggeber

Die Digitalisierung ist im Bildungswesen Chance und Herausforderung zugleich. Um den Herausforderungen zu begegnen und die Chancen zu nutzen, haben Bund, Kantone und Gemeinden auf allen Bildungsstufen in den letzten Jahren vielfältige Strategien und Programme ausgerollt, und umfangreich in Infrastruktur, Applikationen sowie Aus- und Weiterbildungen investiert. Die Covid-Krise hat diese Entwicklungen zusätzlich beschleunigt. Sie hat zudem verdeutlicht, wie wichtig es ist, die Menschen zu einer kompetenten Teilhabe an digitalisierten politischen, sozialen, kulturellen und wirtschaftlichen Prozessen zu befähigen.

Um Digitalisierungsvorhaben im Bildungsraum Schweiz gezielt vorantreiben zu können, ist es zentral, dass die Behörden bei ihren Entscheiden auf verlässliche wissenschaftliche Erkenntnisse zurückgreifen können. Diese Erkenntnisse helfen, die Wirksamkeit von Massnahmen zu bewerten und tragen dazu bei, zukünftige Schritte für das Erreichen der Bildungsziele abzuleiten. Nur mit präzise abgestimmten pädagogischen Konzepten für den Umgang mit den neuen Technologien und durch den gezielten Einsatz von digitalen Instrumenten kann das Potenzial der Digitalisierung ausgeschöpft werden. Zudem können damit auch Risiken minimiert werden. Nur mit einer längerfristigen Planung können die technische Infrastruktur und die geeigneten Unterrichtsmethoden in Einklang gebracht werden.

Das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) und die Schweizerische Konferenz der Erziehungsdirektoren (EDK) haben im Rahmen des Bildungsmonitorings die Fachagentur Educa deshalb mit dem Verfassen des hier vorliegenden Berichts beauftragt. Er soll eine Gesamtschau der relevanten Forschungsliteratur vornehmen. Der Bericht beleuchtet den aktuellen Stand der Nutzung von ICT im Bildungswesen, gibt Auskunft über die Kompetenzen zentraler Akteure im Umgang mit ICT und beschreibt die Auswirkungen der Digitalisierung auf das Bildungswesen. Zudem identifiziert er wichtige, aber bislang noch fehlende Informationen in Forschung und Statistik.

Die mit der fortschreitenden Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft einhergehenden Veränderungen werden das Bildungswesen in absehbarer Zeit begleiten und fordern. Sie werden aber auch neue Möglichkeiten generieren, um die Qualität und Durchlässigkeit des Bildungsraums Schweiz weiter zu verbessern. Auch werden sie es erlauben die Entwicklungen in der Bildung in Zukunft besser zu beschreiben und umfassender zu verstehen. Aus heutiger Sicht scheint es daher angezeigt, die Beobachtung und das Monitoring der Digitalisierung im Bildungswesen längerfristig anzulegen. Der vorliegende Bericht stellt deshalb nicht nur eine wichtige Zuarbeit zum «Bildungsbericht Schweiz 2023» dar. Er dient darüber hinaus den zuständigen Gremien als Grundlage für die Beantwortung der Frage, wie das Monitoring der Digitalisierung in Zukunft so verstetigt werden kann, dass systematisch aufgearbeitete und zuverlässige Informationen zu Zustand und Wirkungen der Digitalisierung in der Bildung in regelmässigen Abständen vorliegen, und so laufend in die Qualitätsentwicklung, in die Massnahmenplanung und die strategischen Ziele einfliessen können.

Wir sind überzeugt, dass die Digitalisierung für das Bildungswesen erstaunliche Chancen birgt und wir wollen das Potenzial digitaler Technologien erschliessen.

Allen Mitwirkenden, die zu diesem umfassenden Bericht beigetragen haben, sei herzlich gedankt.

Bern, August 2021
Bildungsmonitoring Schweiz

Für die Auftraggebenden

Susanne Hardmeier
Generalsekretärin
Schweizerische Konferenz der
kantonalen Erziehungsdirektoren

Josef Widmer
Stv. Direktor
Staatssekretariat für Bildung,
Forschung und Innovation

Inhaltsverzeichnis

I.	Management Summary	I
II.	Für die eilige Leserin und den eiligen Leser	IV
II.I	Auftrag und Zielsetzung des Berichts	V
II.II	Konzeptioneller Rahmen	VI
II.III	Zentrale Erkenntnisse	VII
II.IV	Entwicklungsansätze und Handlungsoptionen	XII
1	Einleitung	1
1.1	Auftrag und Zielsetzung des Berichts	3
1.2	Aufbau und Struktur des Berichts	4
2	Digitalisierungsmonitoring im internationalen Kontext	6
2.1	Standardisierte Schulleistungsuntersuchungen	8
2.2	Erhebungen mit Schwerpunkt auf Integration digitaler Ressourcen	11
2.3	Selbstbewertungstools	12
2.4	Internationale Erhebungen im Vergleich	13
3	Konzeptioneller Rahmen	23
3.1	Digitalisierung beschreiben: Nutzung digitaler Ressourcen in Unterricht und Schule	25
3.2	Digitalisierung erklären: Vorbedingungen auf Ebene Lehrpersonen, Schulen und System	29
3.3	Digitalisierung bewerten: Outputs und Outcomes	40
3.4	Zusammenfassung und gesamter konzeptioneller Rahmen	50
3.5	Kriterien zur Bewertung der Digitalisierung im Bericht	52
4	Rahmenbedingungen für das Bildungswesen	67
4.1	Digitale Endgeräte und deren Nutzung in privaten Haushalten	69
4.2	Marktstruktur digitaler Endgeräte und Software	83
4.3	Die Auswirkungen der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt	85
4.4	Politische Rahmenbedingungen der Nutzung digitaler Ressourcen im Bildungssystem	88
4.5	Aus- und Weiterbildung an den pädagogischen Hochschulen im Bereich Medien und Informatik	111
5	Stufenübergreifende Themen	115
5.1	Monitor Digitalisierung der Bildung aus Sicht der Schülerinnen und Schüler	118
5.2	Der Effekt der Nutzung digitaler Lernressourcen auf schulische Leistungen	123
5.3	Ablenkungspotential bei Nutzung für private Zwecke im Unterricht	133
5.4	Nutzung digitaler Kommunikationsmittel zur Einbindung von Eltern und Erziehungsberechtigten	134
5.5	Kosteneffizienz der Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht	136

5.6	Skalierbarkeit digitaler Lernapplikationen	140
5.7	Nutzung von Robotern im Unterricht und Kompetenzaufbau	141
5.8	Selbsteinschätzung, wahrgenommene Selbstwirksamkeit und tatsächliche Kompetenzen im Umgang mit digitalen Geräten und Inhalten	143
5.9	Weiterbildungsbemühungen von Lehrpersonen	146
6	Primarstufe	148
6.1	Digitalisierung beschreiben: Nutzung digitaler Ressourcen für Lehren und Lernen	149
6.2	Digitalisierung erklären: Vorbedingungen für die Nutzung digitaler Ressourcen	153
6.3	Digitalisierung bewerten: Effektivität, Effizienz und Equity	154
7	Sekundarstufe I	169
7.1	Digitalisierung beschreiben: Nutzung digitaler Ressourcen für Lehren und Lernen	170
7.2	Digitalisierung erklären: Vorbedingungen für die Nutzung digitaler Ressourcen	183
7.3	Digitalisierung bewerten: Effektivität, Effizienz und Equity	196
8	Sekundarstufe II	220
8.1	Digitalisierung beschreiben: Nutzung digitaler Ressourcen für Lehren und Lernen	224
8.2	Digitalisierung erklären: Vorbedingungen für die Nutzung digitaler Ressourcen	229
8.3	Digitalisierung bewerten: Effektivität, Effizienz und Equity	232
9	Kumulative Effekte	245
9.1	Der monetäre Nutzen digitaler Kompetenzen	248
9.2	Nichtmonetäre Nutzen digitaler Kompetenzen	255
10	Entwicklungsansätze	263
10.1	Handlungsfeld 1: Digitalisierung in der Bildung zielgerichtet stärken	264
10.2	Handlungsfeld 2: Monitoring der Digitalisierung in der Bildung sinnvoll ausbauen	271
	Verzeichnisse	276
	Literaturverzeichnis	277
	Abbildungsverzeichnis	316
	Tabellenverzeichnis	320
	Anhang A: Abkürzungsverzeichnis	321
	Anhang B: Glossar	323
	Anhang C: Verwendete Datenbestände	328
	Danksagung	333

I. Management Summary

Der vorliegende Bericht «Digitalisierung in der Bildung» bereitet bestehendes Wissen zum Stand und zu den Effekten der Digitalisierung im Bildungsraum Schweiz auf. Er ist eine Zuarbeit zur Bildungsberichterstattung der Schweiz. Der Bericht «Digitalisierung in der Bildung» wurde von der Fachagentur Educa im Auftrag der Koordinationsausschüsse der Prozessleitung Bildungszusammenarbeit von Bund und Kantonen erarbeitet. Die Erstellung im Zeitraum vom Januar 2020 bis Mai 2021 erfolgte in enger Absprache mit dem Generalsekretariat der Schweizerischen Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK) und dem Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI).

Der Bericht erbringt zwei zentrale Leistungen: Zum einen definiert er auf Basis eines Reviews bestehender internationaler Erhebungen zur Digitalisierung im Bildungsbereich, welche Informationen für ein Monitoring der Digitalisierung in der Bildung relevant sind. Er leitet daraus einen konzeptionellen Rahmen für den empirischen Teil des Berichts ab. Zum anderen trägt er, unter Rückgriff auf diesen konzeptionellen Rahmen, Wissen über die Nutzung digitaler Ressourcen, über die Effekte dieser Nutzung und die Gelingensbedingungen für deren erfolgreichen Einsatz im Bildungssystem Schweiz von der Primarstufe bis zur Sekundarstufe II zusammen. Dieses Wissen wird aufbereitet, bewertet und so verarbeitet, dass die Digitalisierung in den Institutionen der einzelnen Stufen beschrieben, erklärt und hinsichtlich der Bewertungskriterien der Bildungsberichterstattung Schweiz (Effektivität, Effizienz und Equity) beurteilt werden können. Der Bericht stützt sich dabei ausschliesslich auf die Analyse von wissenschaftlicher Literatur und Sekundärdatenbeständen, wobei die Aussagekraft von Bildungsstatistik und Bildungsforschung in Bezug auf die gewählten Fragestellungen kritisch beleuchtet werden.

Der empirische Teil des Berichts folgt in Struktur und Logik dem «Bildungsbericht Schweiz» der Schweizerischen Koordinationsstelle für Bildungsforschung (SKBF). In einem ersten Schritt werden gesellschaftliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen beschrieben, die einen direkten oder indirekten Einfluss auf die Digitalisierung im Bildungswesen haben. Dazu zählen beispielsweise Fragen der veränderten Kompetenznachfrage auf dem Arbeitsmarkt, Informationen zu Nutzungsmustern digitaler Medien in der Bevölkerung oder die Konsequenzen dieser Nutzung auf die physische Gesundheit und das psychische Wohlbefinden von Kindern und Jugendlichen. Darauffolgend werden Themen aufgegriffen, die sich aufgrund der stufenübergreifenden Gültigkeit, der Komplexität der Literatur oder Beschränkungen in den vorhandenen Daten nicht eindeutig einer Schulstufe zuordnen lassen. Dazu zählen, unter anderem Fragen zum Beitrag digitaler Ressourcen für den Lernerfolg. Stufenspezifische Informationen werden im Anschluss dargestellt. Schliesslich wird beschrieben, was über die Effekte digitaler Kompeten-

zen auf das Leben jenseits des Bildungswesens, beispielsweise auf die Arbeitsmarktbeteiligung oder den erzielten Lohn, bekannt ist.

Aus den zentralen Erkenntnissen des Berichts werden mögliche Entwicklungsansätze für die weitere Ausgestaltung der Integration digitaler Technologien und Ressourcen in Schule und Unterricht (Handlungsfeld 1) sowie für die Verbesserung des Monitorings der Digitalisierung (Handlungsfeld 2) abgeleitet. Diese Ansätze ergeben sich zum einen direkt aus den statistischen Ergebnissen. Zum anderen erwachsen sie aus dem Abgleich zwischen den effektiv vorliegenden Informationen und dem durch den konzeptionellen Rahmen definierten idealtypischen Informationsstand zur Digitalisierung in der Bildung.

Der Bericht ist primär als Informationsquelle für Bildungspolitik, Bildungsverwaltung und die bildungspolitisch interessierte Öffentlichkeit gedacht. Für diese Anspruchsgruppen bereitet er erstmals den aktuellen Wissensstand zur Digitalisierung in der Bildung umfassend auf und gibt Auskunft über allfällige Wissenslücken. Er möchte damit auch die Ausweitung der evidenzbasierten Entscheidungsfindung im Bildungswesen auf Fragen des Einsatzes und der Nutzung digitaler Ressourcen für Lehre, Lernen und Schulorganisation unterstützen.

II. Für die eilige Leserin und den eiligen Leser

II.I	Auftrag und Zielsetzung des Berichts	V
II.II	Konzeptioneller Rahmen	VI
II.III	Zentrale Erkenntnisse	VII
II.IV	Entwicklungsansätze und Handlungsoptionen	XII

Der vorliegende Bericht «Digitalisierung in der Bildung» bereitet bestehende wissenschaftliche Erkenntnisse zum Zustand und zu den Wirkungen der Digitalisierung in der Bildung auf. Er fokussiert dabei auf das Bildungssystem Schweiz. Der Bericht ist eine Zuarbeit der Fachagentur Educa zur Bildungsberichterstattung der Schweiz und lehnt sich in Form und Aufbau stark an den «Bildungsbericht Schweiz» der Schweizerischen Koordinationsstelle für Bildungsforschung (SKBF) an. Der Bericht geht sequentiell vor: Auf Basis eines Reviews bestehender Digitalisierungsmonitorings im internationalen Kontext (Kapitel 2) werden zunächst die für den Bericht relevanten Dimensionen der Digitalisierung in der Bildung definiert (Kapitel 3). Im anschliessenden Kapitel 4 werden gesellschaftliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen diskutiert, die einen direkten oder indirekten Einfluss auf die Digitalisierung im Bildungswesen haben. Themen, die sich aufgrund der stufenübergreifenden Gültigkeit, der Komplexität der Literatur oder Beschränkungen in den vorhandenen Daten nicht eindeutig einer Schulstufe zuordnen lassen, werden in Kapitel 5 aufgegriffen. Schulstufenspezifische Informationen werden letztlich in den folgenden drei Kapiteln (Kapitel 6 bis Kapitel 8) behandelt. Der private Nutzen digitaler Kompetenzen jenseits des Bildungswesens, beispielsweise auf Einkommen und Konsumentenrenten, wird im Kapitel «Kumulative Effekte» diskutiert (Kapitel 9).

Die in allen Kapiteln aufgeführten Informationen sind prinzipiell deskriptiv; d. h. sie stellen dar, was auf Basis der vorhandenen Daten und der wissenschaftlichen Literatur zur Situation im Bildungssystem gesagt werden kann. Sie enthalten sich jedoch einer normativen Bewertung dieses Zustands.

II.1 Auftrag und Zielsetzung des Berichts

Im Rahmen ihrer Bildungszusammenarbeit bearbeiten Bund (Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung, WBF) und Kantone (Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren, EDK) Fragen, welche die Qualität und Durchlässigkeit des Bildungsraumes Schweiz betreffen. Gemeinsam haben sie hierfür die Koordinationsausschüsse «Bildungsmonitoring» und «Digitalisierung in der Bildung» eingesetzt. Über diese wurde die Fachagentur Educa beauftragt, einen Bericht «Digitalisierung in der Bildung» zu erarbeiten. Ziele des vorliegenden Berichts sind:

- 1) Einen Überblick über die aktuelle Verbreitung digitaler Technologien und Kompetenzen sowie damit verbundenen Auswirkungen auf das Bildungssystem bieten.

- 2) Fehlende Informationen in Forschung und Statistik identifizieren und dadurch entstandene Lücken im bestehenden Bildungsmonitoring benennen.

Der Bericht wurde von Januar 2020 bis Mai 2021 in enger Absprache mit dem Generalsekretariat der EDK und dem SBFJ erstellt.

II.II Konzeptioneller Rahmen

Aufbauend auf einem Review bestehender Digitalisierungsmonitorings im internationalen Kontext (Kapitel 3) sowie der wissenschaftlichen Literatur entwickelt der Bericht zunächst einen konzeptionellen Rahmen. Dieser Rahmen definiert die für den Bericht relevanten Dimensionen der Digitalisierung im Bildungsbereich. Er geht davon aus, dass ein idealtypisches Monitoring der Digitalisierung im Bildungswesen Antworten auf drei wesentliche Fragen bereitstellen sollte:

- 1) **Digitalisierung beschreiben:** Zum einen sollte ein Digitalisierungsmonitoring in der Lage sein, den Ist-Zustand der Integration digitaler Ressourcen (d. h. Technologien und digitalisierte Inhalte) in Lehre und Lernen sowie für die Organisation von Unterricht und Schulalltag zu beschreiben. Es sollte darstellen können, wie oft, wozu und mit welchen Zielen Lehrpersonen digitale Ressourcen in ihren Unterricht einbinden.
- 2) **Digitalisierung erklären:** Zum zweiten sollen bestehende Unterschiede dieses Ist-Zustands zwischen Lehrpersonen, Institutionen und Bildungssystemen beleuchtet und erklärt werden können. Dies erlaubt es den Umfang zu verstehen, in welchem Eigenschaften und Entscheidungen auf Ebene der Lehrpersonen, Schule und Bildungsverwaltung Einfluss auf die Nutzung digitaler Ressourcen für das Lehren und Lernen haben.
- 3) **Digitalisierung bewerten:** Zum dritten sollte ein solches Monitoring Auskunft darüber geben können, welchen individuellen und sozialen Mehrwert die Integration digitaler Ressourcen in den Unterricht nach sich zieht. Dies betrifft nebst generellen Fragen zum Beitrag digitaler Ressourcen für den Aufbau digitaler Kompetenzen und der Effektivität digitaler Ressourcen für das Lehren und Lernen auch die zu erwartenden Effekte digitaler Kompetenzen ausserhalb des Bildungswesens.

Das gesamte Framework ist zusammenfassend in Abbildung 5 dargestellt. Es macht in nicht unerheblichem Mass Anleihen bei bestehenden nationalen und internationalen Erhebungen.

II.III Zentrale Erkenntnisse

Datenbestände und Literatur

- Zwischen Schulstufen, Themen und Bildungsakteuren bestehen erhebliche Unterschiede in der Verfügbarkeit von Informationen bzw. Daten zur Beschreibung, Erklärung und Bewertung der Digitalisierung. Insbesondere für die Primarschulstufe und die Sekundarschule II liegen aktuell kaum valide Informationen vor. Auf Basis der bestehenden Datenbestände lassen sich daher Aussagen zum Zustand der Digitalisierung an den Schulen in der Schweiz nur in begrenztem Umfang treffen. Dies betrifft auch vergleichsweise simple Fragestellungen, wie die Anzahl der Computer an Primarschulen, die Verbreitung spezifischer Lernressourcen oder die finanziellen Aufwendungen für deren Anschaffung und Unterhalt.
- Untersuchungen zur Wirksamkeit digitaler Lernressourcen stammen fast ausschliesslich aus dem asiatischen und dem angelsächsischen Raum. Da weitgehend unbekannt ist, wie valide sich diese Informationen auf andere Bildungssysteme übertragen lassen, können kaum Aussagen zu kausalen Wirkungszusammenhängen zwischen dem Einsatz digitaler Lehr- und Lernressourcen und den schulischen Leistungen von Schülerinnen und Schülern im Bildungssystem Schweiz gemacht werden. Zudem fehlen selbst im internationalen Kontext Untersuchungen zur Heterogenität des Effekts digitaler Ressourcen auf den Lernerfolg.
- Vorhandene Informationen zu den digitalen Kompetenzen von Lernenden und Lehrpersonen stammen fast ausschliesslich aus Selbstevaluationen. Diese Informationen sind problematisch, da Selbsteinschätzungen von tatsächlichen Kompetenzen abweichen (vgl. Kapitel 5). Sie liefern daher ein stark verzerrtes Bild der tatsächlichen Verteilung digitaler Kompetenzen und eignen sich nur bedingt für die Analyse möglicher Einflussfaktoren auf die Bildung digitaler Kompetenzen.

Digitalisierung beschreiben

- Die Nutzung digitaler Ressourcen in Lehren und Lernen ist in den vergangenen Jahren kontinuierlich gewachsen. So hat sich beispielsweise die Zahl der Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I, welche das Internet an einem normalen Wochentag nicht für schulbezogene Zwecke nutzen, zwischen 2012 und 2018 annähernd halbiert (vgl. Kapitel 7.1.1).

- Trotzdem nutzt ein noch immer nicht unerheblicher Anteil an Schülerinnen und Schülern aller Bildungsstufen nie digitale Endgeräte in der Schule oder für die Schule. Im Jahr 2020 traf dies über alle Bildungsstufen auf knapp 20 % der Lernenden zu (vgl. Kapitel 5.1).
- Der Einsatz digitaler Ressourcen in der Schule und für die Schule ist stark alters- bzw. stufenabhängig. Er steigt von der Primarschulstufe bis zur Sekundarstufe II kontinuierlich an (vgl. Kapitel 5.1). Gleichzeitig nimmt die Motivation für die Arbeit mit digitalen Endgeräten mit steigendem Alter der Schülerinnen und Schüler ab.
- Es bestehen ausgeprägte sprachregionale Unterschiede in der Nutzung von digitalen Endgeräten durch Schülerinnen und Schüler in der Schule. Dabei werden sie an Schulen in der Deutschschweiz tendenziell häufiger für unterrichtsbezogene Inhalte genutzt als in der lateinischen Schweiz (vgl. Kapitel 5.1; 6.1.1; 7.1.2). Diese Unterschiede zeigen sich ebenso in den mehrsprachigen Kantonen (vgl. Kapitel 7.1.2).
- Digitale Endgeräte werden – insbesondere in der lateinischen Schweiz – häufig als Mittel für die Unterstützung des Frontalunterrichts verwendet, beispielsweise für die Präsentation von Unterrichtsinhalten (vgl. Kapitel 7.1.3).
- Digitale Geräte und Inhalte werden häufig als Mittel zur Motivation und individuellen Förderung von a priori leistungsschwächeren Schülerinnen und Schülern eingesetzt (vgl. Kapitel 6.1.2; 7.3.1.5).

Digitalisierung erklären

- Die Ausstattung von Schulen mit digitalen Endgeräten ist in den vergangenen Jahren im Mittel gewachsen. Gleichzeitig sind auch die Unterschiede zwischen den Schulen grösser geworden (vgl. Kapitel 6.2; 7.2.2).
- Schulen in der lateinischen Schweiz verfügen tendenziell über eine geringere Ausstattung an digitalen Endgeräten (vgl. Kapitel 7.3.3.2).
- Schulleitende bewerten die digitalen Kompetenzen der Lehrpersonen tendenziell als gut. Gemäss Daten der PISA-Erhebung 2018 verfügten allerdings die Lehrpersonen in etwa einem Drittel aller Schulen der Sekundarstufe I nicht über die erforderlichen technischen und pädagogischen Kompetenzen, um digitale Geräte im Unterricht zu nutzen (vgl. Kapitel 7.2.4).

- In Bezug auf die digitale Schulkultur liegt die Schweiz leicht hinter den übrigen Ländern der OECD. So verfügen zwar die meisten Schulen der Sekundarstufe I über eine schriftliche Regelung betreffend die Verwendung digitaler Geräte, nur etwa ein Drittel jedoch räumt Lehrpersonen explizit Zeit für die Entwicklung, den Austausch und die Bewertung von Lehrmaterialien und -methoden ein, bei denen digitale Geräte verwendet werden. Dies ist deutlich weniger als der OECD-Durchschnitt (vgl. Kapitel 7.2.6).

Digitalisierung bewerten

Effektivität

- Der Einsatz digitaler Ressourcen kann Lernprozesse beschleunigen und Lernleistungen verbessern. Dies gilt insbesondere, wenn diese Ressourcen Schülerinnen und Schüler beim eigenständigen Lernen, Üben oder selbstständigen Erarbeiten von Sachverhalten unterstützen (vgl. Kapitel 5.2).
- Werden digitale Ressourcen in der Interaktion zwischen Lernenden und Lehrpersonen eingesetzt, so ist für die Effektivität entscheidend, ob und wie traditionelle Unterrichtsmethoden durch digitale Ressourcen ersetzt oder ergänzt werden. Digitale Ressourcen, welche die Lehrperson unterstützen, beispielsweise indem sie Erklärungen durch zusätzliche Visualisierungen oder praktische Beispiele anreichern, scheinen tendenziell einen gewinnbringenden Effekt auf die Lernleistungen von Schülerinnen und Schülern mit sich zu bringen. Werden digitale Ressourcen hingegen als Ersatz für eine Lehrperson eingesetzt, beispielsweise indem Erklärungen und individuelle Betreuung an den Computer respektive an ein Lernprogramm ausgelagert werden, so verschlechtern sich die Leistungen der Schülerinnen und Schülern eher (vgl. Kapitel 5.2).
- Ergebnisse verschiedener Evaluationen digitaler Lernressourcen zeigen auch, dass erhebliche Unterschiede in der Qualität technisch ähnlicher Anwendungen bestehen (vgl. Kapitel 5.2). Eine Bewertung digitaler Ressourcen sollte daher auf Ebene der einzelnen Anwendung erfolgen.
- In den Datenbeständen aus der Schweiz findet sich ein tendenziell negativer Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Nutzung digitaler Ressourcen und den Leistungen der Schülerinnen und Schüler. Dies ist aber (zumindest teilweise) der Selektion von a priori leistungsschwächeren Schülerinnen und Schülern in eine häufigere Nutzung geschuldet (vgl. Kapitel 6.3.1.3; 7.3.1.4).

- Gleichzeitig existieren Schulen, die von diesem Zusammenhang signifikant abweichen. Deren Schülerinnen und Schüler nutzen digitale Geräte intensiv im Unterricht und erzielen hohe schulische Leistungen (vgl. Kapitel 6.3.1.3; 7.3.1.4). Weshalb diese Schulen vom insgesamt beobachtbaren Trend so deutlich abweichen, ist eine zentrale Fragestellung für weiterführende Forschungen (vgl. Kapitel 10.2.2).
- Ergebnisse internationaler Studien legen nahe, dass digitale Kompetenzen bisher vorwiegend ausserhalb der Schule erworben werden (vgl. Kapitel 7.3.1.3).
- Auch in der Schweiz variieren selbsteingeschätzte digitale Kompetenzen vor allem zwischen Lernenden. Bestehende Unterschiede in digitalen Kompetenzen und Interesse an der Arbeit mit ICT lassen sich eher auf individuelle Unterschiede zwischen Lernenden und weniger auf strukturelle Unterschiede zwischen den Kantonen oder Sprachregionen zurückführen (vgl. Kapitel 6.3.1.1; 7.3.1.2).
- Ein unbeschränkter Zugang zum Internet an Bildungsinstitutionen führt häufig zu intensiver privater Nutzung im Unterricht, was sich mittel- und langfristig in geringeren Lernleistungen niederschlagen kann (vgl. Kapitel 5.3).
- Im internationalen Kontext findet sich nur ein geringer Zusammenhang zwischen der Ausstattung von Schulen, der Vermittlung digitaler Kompetenzen im Unterricht und den leistungsbasiert gemessenen digitalen Kompetenzen von Lernenden (vgl. Kapitel 7.3.1.3).

Effizienz

- Aufgrund fehlender Studien zur Wirkung digitaler Ressourcen auf den Lernerfolg und des Fehlens reliabler Informationen zu den Aufwendungen für diese Ressourcen durch Schulen, Gemeinden und Kantone, lassen sich keine Aussagen zur Effizienz digitaler Ressourcen treffen (vgl. Kapitel 3.5).
- Allerdings zeigen internationale Evaluationen, dass die Kosteneffizienz des Einsatzes digitaler Ressourcen aufgrund der grossen Einkommenswirksamkeit formaler Bildung primär durch die Wirksamkeit auf die Lernleistungen bestimmt wird. Selbst bei minimalen Verbesserungen der Lernleistungen durch den Einsatz digitaler Ressourcen lässt sich daher ein Zuwachs des mittleren, verzinsten Lebenseinkommens erwarten, der die initialen Aufwendungen für Anschaffung und Unterhalt deutlich übersteigt (vgl. Kapitel 5.5).

Equity

- Die Ausstattung der Schulen mit digitalen Endgeräten stellt kein Equity-Problem im klassischen Sinn dar. Sie ist nicht von der sozioökonomischen Zusammensetzung der Lernenden abhängig (vgl. Kapitel 7.3.3.2).
- Die Ausstattung der privaten Haushalte weist hingegen klare sozioökonomische Gradienten auf. Haushalte am unteren Ende der Einkommensverteilung verfügen deutlich seltener über ausreichend digitale Endgeräte, um jedem Kind in Ausbildung einen unbeschränkten Zugang zu einem solchen Gerät zu ermöglichen. Diese Unterversorgung mit digitalen Endgeräten betrifft weniger als 4 % der einkommensstärksten Haushalte, aber über 20 % der einkommensschwächsten Haushalte (vgl. Kapitel 4.1.1; 6.3.3.2; 7.3.3.3).
- Es finden sich kaum Hinweise darauf, dass sich die Verfügbarkeit und der Einsatz digitaler Ressourcen im Unterricht unterschiedlich auf verschiedene Teilgruppen der Schülerschaft auswirken. Eine Ausnahme stellt das Alter dar. Ältere Lernende sind tendenziell eher in der Lage, digitale Ressourcen erfolgreich beim Lernen einzusetzen (vgl. Kapitel 5.2; 7.3.3.1).
- Schüler zeigen ein signifikant höheres Interesse an digitalen Technologien und eine deutlich grössere Motivation diese Technologien für das Lernen einzusetzen als Schülerinnen (vgl. Kapitel 5.1; 6.3.1.1; 8.3.3.1). Zudem bewerten Schüler ihre Kompetenzen im Umgang mit digitalen Technologien deutlich höher als Schülerinnen. Allerdings zeigen die Ergebnisse standardisierter Tests, dass sich diese Unterschiede in der Selbsteinschätzung in vielen Fällen nicht in ähnlicher Weise in den gemessenen Leistungen niederschlagen. Vielmehr schneiden Mädchen bei leistungsorientierten Bewertungen digitaler Kompetenzen, insbesondere der Suche, Aufarbeitung und Kommunikation von Informationen, besser ab als Knaben (vgl. Kapitel 5.8; 6.3.1.2).
- Vom wachsenden Angebot an Online-Weiterbildungen profitieren bis anhin vor allem Personen mit Tertiärbildung. Aktuell tragen Online-Weiterbildungsangebote daher tendenziell eher zu einer Vertiefung als zu einer Nivellierung bestehender sozioökonomischer Gradienten in der Bildung bei (vgl. Kapitel 9.2.2).

Kumulative Effekte

- Digitale Kompetenzen bringen monetären und nicht monetären Nutzen auf individueller wie gesellschaftlicher Ebene (vgl. Kapitel 9).

- International beträgt der mit digitalen Kompetenzen verbundene Lohnvorteil abhängig Beschäftigter etwa 8 % (vgl. Kapitel 9.1.1).

II.IV Entwicklungsansätze und Handlungsoptionen

Aus den zentralen Erkenntnissen des Berichts lassen sich eine Reihe von möglichen Entwicklungsansätzen für die weitere Ausgestaltung der Integration digitaler Technologien und Ressourcen in Schule und Unterricht (Handlungsfeld 1) sowie für die Verbesserung des Digitalisierungsmonitorings (Handlungsfeld 2) ableiten. Diese Ansätze ergeben sich einerseits direkt aus den statistischen Ergebnissen. Andererseits erwachsen sie aus dem Abgleich zwischen dem durch den konzeptionellen Rahmen beschriebenen, idealtypischen Monitoring der Digitalisierung in der Bildung und den effektiv vorliegenden Informationen. Sie sind in Kapitel 10 ausführlich dargestellt.

Handlungsfeld 1: Digitalisierung in der Bildung zielgerichtet stärken

- a) Position der Schulen als zentraler Akteur für die Vermittlung digitaler Kompetenzen festigen und ausbauen: Die institutionalisierte Vermittlung digitaler Kompetenzen ist zentral dafür, dass alle Kinder und Jugendlichen dieselben Chancen erhalten, diese Kompetenzen zu erwerben. Um die Vermittlung bestmöglich zu unterstützen, sind entsprechende Voraussetzungen zu schaffen:
 - i. Die bereits vorgesehene Entwicklung schweizweit gültiger Kompetenzrahmen für digitale Kompetenzen der Akteure des Bildungssystems vorantreiben.
 - ii. Digitale Kompetenzen schweizweit vergleichbar und leistungsbasiert prüfen.
 - iii. Koordination und Vernetzung der laufenden Projekte zur Definition digitaler Kompetenzen in den verschiedenen Landesteilen und für die unterschiedlichen Schulstufen stärken.
- b) Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen stärken und evaluieren: Die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen spielt eine zentrale Rolle für den mehrwertgenerierenden Einsatz digitaler Ressourcen in Lehren und Lernen. Um die bestehende Heterogenität in der Bildung von Lehrpersonen für die Identifikation von Best-Practice-Beispielen und einer nachfrageorientierten Weiter-

entwicklung des Angebots nutzen zu können, bedarf es Informationen zur Wirkung der bestehenden Aus- und Weiterbildungsangebote:

- i. Bestehende Angebote der Lehrerinnen- und Lehrerbildung im Bereich «Digitalisierung» systematisch evaluieren.
 - ii. Wissenschaftliche Effektliteratur für Dozierende der Lehrerinnen- und Lehrerbildung sowie für Lehrpersonen systematisch aufarbeiten.
- c) Rahmenbedingungen in den Schulen beobachten und anpassen: Es bestehen grosse und wachsende Unterschiede in der Ausstattung mit digitalen Endgeräten sowie der «digitalen Schulkultur» zwischen den Schulen in der Schweiz. Um dieser Entwicklung Gegensteuer zu geben, sind folgende Handlungsoptionen zu prüfen:
- i. Definition von Ausstattungsstandards für Schulen vorantreiben.
 - ii. Lehrpersonen Zeitressourcen für Entwicklung, Austausch und Bewertung digitaler Ressourcen einräumen.
 - iii. Einführung digitaler Ressourcen langfristig anlegen.
 - iv. Bei Fernunterricht und BYOD-Ansätzen Unterschiede in der Ausstattung von Haushalten berücksichtigen.
- d) Wirksamkeit digitaler Lernressourcen auf Ebene der einzelnen Ressource evaluieren: Es bestehen erhebliche Unterschiede in der Wirksamkeit digitaler Lernressourcen, selbst bei technisch ähnlichen Produkten. Eine Bewertung der Effektivität einer Lerntechnologie sollte daher auf Ebene des einzelnen Produkts getroffen werden. Um dies zu erreichen, bestehen verschiedene Optionen:
- i. Anreizsysteme schaffen, die Hersteller dazu bewegen, die Wirksamkeit ihres Produkts nachzuweisen.
 - ii. Schulen und Lehrpersonen Werkzeuge bereitstellen, die bei der selbstständigen Bewertung der Wirksamkeit digitaler Lernressourcen behilflich sind.
 - iii. Informationen zu Nutzungshäufigkeiten technisch sammeln und mit standardisierten Leistungsdaten verknüpfen.

- e) Das hohe Ablenkungspotenzial digitaler Medien berücksichtigen: Der uneingeschränkte Zugang zum Internet in Bildungsinstitutionen kann, aufgrund des hohen Ablenkungspotenzials gewisser digitaler Inhalte, einen nachteiligen Effekt auf die schulischen Leistungen haben. Um diesen zu verhindern, braucht es klare Regeln und allenfalls Zugriffsbeschränkungen.

Handlungsfeld 2: Monitoring der Digitalisierung in der Bildung sinnvoll ausbauen

- a) Informationslücken schliessen: In Bezug auf die Verfügbarkeit von Informationen zur Beschreibung und Erklärung der Digitalisierung in der Bildung bestehen aktuell erhebliche Unterschiede zwischen Schulstufen, Themen und Bildungsakteuren. Um diese Unterschiede auszugleichen und die bestehende Datenbasis sinnvoll zu ergänzen, stehen mehrere Möglichkeiten offen:
- i. Intensivere Bewirtschaftung bestehender Datenbestände ermöglichen.
 - ii. Vorhandene administrative (kommunale, kantonale und institutionelle) Datenbestände erfassen, katalogisieren, standardisieren und zugänglich machen.
 - iii. An bestehenden internationalen Datenerhebungen teilnehmen.
 - iv. Bestehende nationale Datenerhebungen ergänzen.
 - v. Eigenständige Datenerhebung(en) lancieren bzw. bestehende Projekte ausweiten und verstetigen.
 - vi. «Neue» Datenquellen erschliessen.
- b) Wirkungsforschung mit Daten aus dem Bildungswesen Schweiz fördern: Gerade im Hinblick auf Wirkungszusammenhänge zwischen schulischen Faktoren, Eigenschaften von Lehrpersonen, der Nutzung digitaler Ressourcen und den Leistungen von Schülerinnen und Schülern bestehen grosse Unsicherheiten. Um valide Informationen zur Wirkung digitaler Ressourcen im Bildungsraum Schweiz zu erhalten, sind verstärkte Anstrengungen zur Erforschung dieser Kausalzusammenhänge (und ihrer Heterogenität) im Bildungswesen Schweiz nötig:

- i. Forschung mit Daten aus der Schweiz direkt und indirekt (d. h über die Bereitstellung von Datenbeständen, die die Analyse kausaler Wirkungsketten ermöglichen) fördern.

- ii. Einführung digitaler Ressourcen wissenschaftlich evaluieren.

1 Einleitung

1.1	Auftrag und Zielsetzung des Berichts	3
1.2	Aufbau und Struktur des Berichts	4

Nicht erst seit den Covid-19-bedingten Schulschliessungen im Frühjahr 2020 verändert die Digitalisierung das Lernen, Lehren und Leben an den Schulen. Die Bedeutung digitaler Technologien (auch: Informations- und Kommunikationstechnologien, ICT) für die Strukturierung und Organisation von Institutionen, Inhalten und Interaktionen im Bildungswesen wächst seit Jahren. Diese Bedeutung ergibt sich einerseits aus digitalisierungsgetriebenen Änderungen in Gesellschaft und Arbeitsmarkt, und den sich daraus ergebenden veränderten Anforderungen an das Bildungssystem. Zum anderen erwächst sie aus dem (erwarteten) Potenzial der digitalen Technologien zu einer effektiven, effizienten und gerechten Ausgestaltung des Bildungsraumes Schweiz beizutragen.

Mit der Nutzung digitaler Technologien ergeben sich neue Möglichkeiten für die Organisation von Schule und Unterricht, für den Zugang zu Lerninhalten und Informationen, für die Individualisierung von Lernzielen und -pfaden, für die Gestaltung kooperativen Lernens oder für das Monitoring und die Steuerung des Bildungssystems, seiner Institutionen und Akteure. Gleichzeitig wachsen die Befürchtungen, dass der Einsatz dieser Technologien erhebliche unerwünschte Nebeneffekte mit sich bringen könnte, beispielsweise für das psychische Wohlbefinden, die Datensicherheit oder die Lernleistungen von Schülerinnen und Schülern.¹

Der vorliegende Bericht «Digitalisierung in der Bildung» trägt Wissen über die Nutzung digitaler Ressourcen, über die Effekte dieser Nutzung und die Gelingensbedingungen für deren erfolgreichen Einsatz im Bildungssystem Schweiz von der Primarstufe bis zur Sekundarstufe II zusammen. Dieses Wissen wird aufbereitet, bewertet und so verarbeitet, dass die Digitalisierung in den Institutionen der einzelnen Stufen beschrieben, erklärt und hinsichtlich der Bewertungskriterien der Bildungsberichterstattung Schweiz (Effektivität, Effizienz und Equity) beurteilt werden können. Der Bericht stützt sich dabei ausschliesslich auf die Analyse von wissenschaftlicher Literatur und Sekundärdatenbeständen, wobei die Aussagekraft von Bildungsstatistik und Bildungsforschung in Bezug auf die gewählten Fragestellungen kritisch beleuchtet werden.

Der Bericht ist primär als Informationsquelle für Bildungspolitik, Bildungsverwaltung und die bildungspolitisch interessierte Öffentlichkeit gedacht. Für diese Anspruchsgruppen bereitet er erstmals den aktuellen Wissensstand zur Digitalisierung in der Bildung umfassend auf und gibt Auskunft über allfällige Wissenslücken. Er möchte damit auch die Ausweitung der evidenzbasierten Entscheidungsfindung im Bildungswesen auf Fragen des Einsatzes und der Nutzung digitaler Ressourcen für Lehre, Lernen und Schulorganisation unterstützen.

¹ In Abweichung von der übrigen Bildungsberichterstattung verwendet der vorliegende Bericht den Begriff «Schülerin und Schüler» synonym mit dem Begriff «Lernende». Beide Begriffe bezeichnen Schülerinnen und Schüler aller Schulstufen.

1.1 Auftrag und Zielsetzung des Berichts

Im Rahmen ihrer Bildungszusammenarbeit bearbeiten Bund (Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung, WBF) und Kantone (Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren, EDK) Fragen, welche die Qualität und Durchlässigkeit des Bildungsraumes Schweiz betreffen. Gemeinsam haben sie hierfür die Koordinationsausschüsse «Bildungsmonitoring» und «Digitalisierung in der Bildung» eingesetzt. Über diese wurde die Fachagentur Educa beauftragt, einen Bericht «Digitalisierung in der Bildung» zu erarbeiten. Ziele des vorliegenden Berichts sind:

- 1) Eine aktuelle Darstellung der Nutzung digitaler Ressourcen im Bildungswesen, der Kompetenzen zentraler Akteure des Bildungswesens im Umgang mit diesen Ressourcen sowie der Auswirkungen der Digitalisierung auf das Bildungswesen bereitzustellen, soweit dies mit dem vorhandenen Wissen aus Forschung und Statistik möglich ist. Der Bericht bietet der Leserin und dem Leser einen Überblick über die aktuelle Verbreitung digitaler Technologien und Kompetenzen sowie den mit ihrer Verbreitung verbundenen Veränderungen im Bereich der obligatorischen Schulbildung bis zur Sekundarstufe II (ISCED 1–ISCED 3). Grundlage dafür bilden einzig die Aufarbeitung von statistischen Sekundärdatenquellen, die Analyse relevanter wissenschaftlicher Literatur sowie politischer Dokumente. Eigenständige Datenerhebungen finden indes nicht statt.
- 2) Wichtige, bislang jedoch fehlende Informationen in Forschung und Statistik zu identifizieren und die dadurch entstandenen Leerstellen in der bestehenden Anlage des Bildungsmonitorings zu benennen. Zu diesem Zweck sollen bestehende internationale Digitalisierungsmonitorings auf ihre konzeptionelle, thematische und methodische Ausrichtung hin untersucht und zusammengefasst werden. Unter Einbeziehung von Experten aus Bildungspolitik, -statistik und -forschung sollen auf Basis dieser Analyse anschliessend Vorschläge formuliert werden, wie die identifizierten Wissenslücken geschlossen werden könnten.

Der Bericht wurde von Januar 2020 bis Mai 2021 in enger Absprache mit dem Generalsekretariat der EDK und dem SBFI erstellt.

1.2 Aufbau und Struktur des Berichts

Der Bericht geht sequentiell vor. In einem ersten Schritt werden bestehende internationale Monitorings untersucht und zusammengefasst (Kapitel 2). Ergebnisse der Auswertung dieser Monitorings fließen in die Entwicklung eines konzeptionellen Rahmens ein (Kapitel 3). Er definiert die für den Bericht relevanten Dimensionen der Digitalisierung im Bildungsbereich. Im anschließenden Kapitel 4 werden gesellschaftliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen diskutiert, die einen direkten oder indirekten Einfluss auf die Digitalisierung im Bildungswesen haben. Dazu zählen beispielsweise Fragen der veränderten Kompetenznachfrage auf dem Arbeitsmarkt, Informationen zu Nutzungsmustern digitaler Medien in der Bevölkerung oder die Konsequenzen dieser Nutzung auf die physische Gesundheit und das psychische Wohlbefinden von Kindern und Jugendlichen. Themen, die sich aufgrund der stufenübergreifenden Gültigkeit, der Komplexität der Literatur oder Beschränkungen in den vorhandenen Daten nicht eindeutig einer Schulstufe zuordnen lassen, werden in Kapitel 5 behandelt. Darunter fallen unter anderem Fragen zum Beitrag digitaler Ressourcen für den Lernerfolg. Schulstufenspezifische Informationen werden in den folgenden drei Kapiteln (Kapitel 6 bis Kapitel 8) behandelt. Der private Nutzen digitaler Kompetenzen jenseits des Bildungswesens, beispielsweise auf Einkommen und Konsumentenrenten, wird im Kapitel «Kumulative Effekte» diskutiert (Kapitel 9).

Aus den zentralen Erkenntnissen des Berichts werden mögliche Entwicklungsansätze für die weitere Ausgestaltung der Integration digitaler Technologien und Ressourcen in Schule und Unterricht (Handlungsfeld 1), sowie für die Verbesserung des Monitorings der Digitalisierung (Handlungsfeld 2) abgeleitet (Kapitel 10). Diese Ansätze ergeben sich zum einen direkt aus den statistischen Ergebnissen. Zum anderen erwachsen sie aus dem Abgleich zwischen den effektiv vorliegenden Informationen und dem durch den konzeptionellen Rahmen definierten idealtypischen Informationsstand zur Digitalisierung in der Bildung.

Die schulstufenspezifischen Teile des Berichts folgen dem in Kapitel 3 entwickelten konzeptionellen Rahmen. Sie beinhalten jeweils folgende Elemente:

- 1) **Digitalisierung beschreiben:** In diesem Abschnitt wird dargestellt, was über die Verbreitung und Nutzung digitaler Ressourcen in Lehre, Lernen und Organisation des Schulalltags auf dieser Schulstufe bekannt ist bzw. aus vorhandenen Datenbeständen abgeleitet werden kann. Es wird erfasst wie oft, zu welchem Zweck und mit welchen Zielen Lehrpersonen digitale Ressourcen in ihren Unterricht einbinden bzw. es ihren Schülerinnen und Schülern ermöglichen, mit diesen Ressourcen zu arbeiten.

- 2) **Digitalisierung erklären:** Dieser Abschnitt enthält Informationen über die Verteilung struktureller und individueller Vorbedingungen der Nutzung digitaler Ressourcen für das Lehren und Lernen. Er beleuchtet zum einen beobachtbare Unterschiede zwischen Schulen in Bezug auf die Ausstattung mit digitalen Endgeräten, sowie die pädagogische und institutionelle Relevanz die diesen Endgeräten für Schulalltag und Unterricht zugesprochen wird. Zum anderen beinhaltet dieser Abschnitt Informationen zu Einstellungen, Kompetenzen und Weiterbildungsbemühungen von Lehrpersonen.

- 3) **Digitalisierung bewerten:** Hier werden vorhandene Informationen zum Beitrag der Schule beim Aufbau digitaler Kompetenzen, zur Effektivität des Einsatzes digitaler Ressourcen für den Kompetenzaufbau generell, sowie zur Gerechtigkeit bei Zugang und Nutzung digitaler Ressourcen über die sozio-demographischen Eigenschaften von Schülerinnen und Schülern (Equity) zusammengestellt.

Die in allen Abschnitten aufgeführten Informationen sind prinzipiell deskriptiv. D. h sie stellen lediglich dar, was auf Basis der vorhandenen Daten und der wissenschaftlichen Literatur zur Situation im Bildungssystem gesagt werden kann. Sie enthalten sich einer normativen Bewertung dieses Zustands.

2 Digitalisierungs- monitoring im internationalen Kontext

2.1	Standardisierte Schulleistungsuntersuchungen	9
2.2	Erhebungen mit Schwerpunkt auf Integration digitaler Ressourcen	11
2.3	Selbstbewertungstools	12
2.4	Internationale Erhebungen im Vergleich	14

Auf internationaler Ebene sind seit den späten 1980er Jahren eine Reihe von Instrumenten entwickelt worden, die Informationen zur Integration digitaler Technologien in der Bildung erheben. Diese Erhebungen sind in der Regel als Reaktion auf die Frage nach den Effekten digitaler Technologien auf schulische Leistungen entstanden, und daher eng mit internationalen Leistungsvergleichsstudien, wie PISA oder PIRLS, verbunden. Ziel dieser Erhebungen ist die Bereitstellung standardisierter und international vergleichbarer Informationen zur Integration digitaler Technologien in Schule und Lernen. Die schnelle technische Entwicklung und die Komplexität des Themas haben dabei zu wiederholten Anpassungen bei Schwerpunkten, Konzeption und Operationalisierung der Instrumente geführt (Fraillon, et al., 2019b). Diese Änderungen sind eng mit Änderungen in der gesellschaftlichen Wahrnehmung dieser Technologien verknüpft. Caeli & Bundsgaard (2019) beispielsweise beschreiben wie sich die Schwerpunkte der politischen Diskussion in Dänemark zum Einsatz digitaler Technologien in der Volksschule im Laufe der vergangenen 70 Jahre verschoben haben. Sie identifizieren vier Phasen, beginnend mit Fragen nach den Auswirkungen der Diffusion von Computern auf die Gesellschaft und der dadurch notwendigen Programmierkenntnisse der Bevölkerung. Diese Diskussionen wurden in den 1990er Jahren von einer Phase abgelöst, in der die Befähigung von Schülerinnen und Schülern zur Nutzung von Anwendungsprogrammen, beispielsweise für Textverarbeitung- und Tabellenkalkulation, im Vordergrund stand. Die 2000er Jahre waren hingegen eher durch Fragen nach der pädagogisch sinnvollen Einbettung digitaler Ressourcen in den Fachunterricht gekennzeichnet, während in den vergangenen zehn Jahren Fragen der medienspezifischen Kompetenzen, der Informationskompetenz und des Computational Thinking stärker in den Fokus gerückt sind. Ähnliche Veränderungen lassen sich auch für die Entwicklung der Erhebungsinstrumente nachzeichnen (Fraillon, et al., 2019b).

Auf Seiten internationaler Organisationen, sind in jüngerer Zeit zudem Selbstbewertungstools für Schulen lanciert worden (Kampylis, Punie, & Devine, 2015). Auch diese versuchen Dimensionen der Digitalisierung an der Schule quantitativ erfassbar zu machen. Primäres Ziel dieser Instrumente ist allerdings nicht die Gewinnung international vergleichbarer Statistiken, sondern die Unterstützung einzelner Schulen bei der Integration digitaler Ressourcen in Unterricht und Lernprozesse.

In Anlehnung an eine Studie des UNESCO Institut for Statistics (UIS, 2009) lassen sich fünf Typen von internationalen Erhebungen bzw. Erhebungsinstrumenten unterscheiden:

- Standardisierte Schulleistungsuntersuchungen (Large-Scale Assessment Studies, LSA), wie PISA oder TIMSS, deren Fokus auf Vergleich und Bewertung von Bildungsprozessen und -ergebnissen liegt.
- Erhebungen und Erhebungsprogramme mit Schwerpunkt auf Fragen der Integration digitaler Technologien in Schule und Unterricht sowie auf die ICT-bezogene Kompetenzen von Schulen, Lehrpersonen und Lernenden. Diese Erhebungen werden oft von denselben supranationalen Organisationen durchgeführt, die sich auch LSAs verantworten. Historisch sind sie meist als spin-offs zu diesen Erhebungen entstanden.
- Selbstbewertungstools (self-assessment tools) internationaler Organisationen, wie das «Self-reflection on Effective Learning by Fostering the use of Innovative Educational Technologies» (SELFIE) der Europäischen Union. Diese fragebogenbasierten Werkzeuge sind primär als Mittel der Schulentwicklung konzipiert.
- Sammlungen von Fallstudien ausgewählter Schulen in verschiedenen Ländern, z. B. SITES-M2 (Kozma, 2003).
- Bestehende internationale Guidelines und Modelle zur Messung von digitalen Technologien in der Bildung, bspw. des UIS (2009).

Im Folgenden gehen wir kurz ein wenig konkreter auf die drei wichtigsten Typen ein.

2.1 Standardisierte Schulleistungsuntersuchungen

Seit der ersten international vergleichenden Studie in Mathematik, die 1959 in 12 Bildungssystemen durchgeführt wurde, sind standardisierte Vergleichsstudien Teil der internationalen Kooperation in der Bildungsforschung. Die Anzahl der internationalen und regionalen Studien ist seitdem rapide gewachsen (vgl. Cresswell, Schwantner, & Waters, 2015). Sie decken heute eine Vielzahl von Klassen- bzw. Altersstufen ab,² und umfassen eine wachsende Reihe an Fachrichtungen

² Beispielsweise werden die Erhebungen «Progress in International Reading Literacy Study (PIRLS)», und «Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)» teilweise bereits zum Ende der Primarstufe durchgeführt, wenn die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler etwa 10 Jahre alt sind. Demgegenüber nehmen an den Erhebungen des «Programme for the International Assessment of Adult Competencies (PIAAC)» Erwachsene zwischen 16 und 65 Jahren teil.

und Fragestellungen.³ Ihre Ergebnisse dienen vordringlich dem internationalen Vergleich und der Bewertung von Bildungssystemen relativ zueinander, sowie – bei wiederholten Durchführungen – über den Zeitverlauf. Zusätzlich erlauben sie eine Analyse des Zusammenhangs zwischen gemessenen Leistungen und den schulischen Bedingungen sowie individuellen Merkmalen von Schülerinnen und Schülern, auch wenn von diesen Zusammenhängen nicht zwingend auf kausale Wirkungsketten geschlossen werden kann (vgl. Konsortium PISA.ch, 2019).⁴

Fragen zur Nutzung digitaler Technologien fanden ab Anfang der 2000er Jahre Eingang in die Fragebögen internationaler Vergleichsstudien. Zentraler Grund dafür war die Annahme, dass digitale Technologien zu einer erheblichen Produktivitätssteigerung von Lernprozessen führen würde, und sich so in höheren Kompetenzen und Leistungen niederschlagen sollten (vgl. Cuban, 2001).

Methodisch gleichen sich viele der internationalen Schulleistungsstudien indem sie Schülerleistungen bzw. -kompetenzen auf Basis von standardisierten Aufgabensets erfassen. Um die so gewonnenen Leistungsdaten mit Kontextinformationen in Verbindung bringen zu können, werden zusätzlich auf unterschiedlichen Ebenen (Schülerinnen und Schüler, Eltern, Lehrkräfte, Schulleitung und Systemebene) Hintergrundinformationen mithilfe von Fragebögen erhoben. Auf welcher Ebene, welche Konstrukte erhoben werden, wird in der Regel in einem Fragebogen-Rahmen (context questionnaire framework) festgelegt. Dieser definiert, welche Informationen auf welcher Ebene als relevant für die Erklärung der gemessenen Kompetenzen betrachtet werden. Zu diesen Kontextinformationen zählen auch Fragen des Zugangs zu digitalen Medien, sowie zum Umgang mit diesen Medien in Schule und Alltag.

Das Interesse an Fragen der Nutzung digitaler Medien im Unterricht ist, im Rahmen standardisierter Schulleistungsuntersuchungen, in den vergangenen Jahren stetig gewachsen. So ist die Anzahl der Items im ICT-Fragebogen der PISA-Erhebung über den Zeitverlauf fast linear gewachsen (vgl. Abbildung 1). Er enthielt bei der letzten Erhebung (2018) mehr als viermal so viele Items wie bei der ersten Erhebung (2000). Dagegen ist die Anzahl der Items im Begleitfragebogen über

3 Fachliche Aspekte reichen von grundlegenden Kompetenzen, wie Mathematik- oder Lesefähigkeiten (z. B. als Kernprogramm des «Programme for International Student Assessment», «PISA» bis hin zu Konzepten und Themen im Zusammenhang mit Staatsbürgerschaft und Staatsbürgerkunde (International Civic and Citizenship Education Study, ICCS), finanzieller Grundbildung («Financial Literacy» als PISA-Optionen 2012 und 2015) oder Kreativität (im Rahmen der kommenden PISA-Erhebung 2021).

4 Die Validität, Reliabilität und vor allem Interpretation der Ergebnisse von internationalen Schulleistungsstudien, und damit auch der auf diesen Ergebnissen beruhenden Vergleiche, sind in der wissenschaftlichen Literatur umstritten (Rutkowski & Rutkowski, 2016; Kreiner & Christensen, 2013; Sjøberg, 2019).

Relative
Veränderung
der Anzahl
an Items

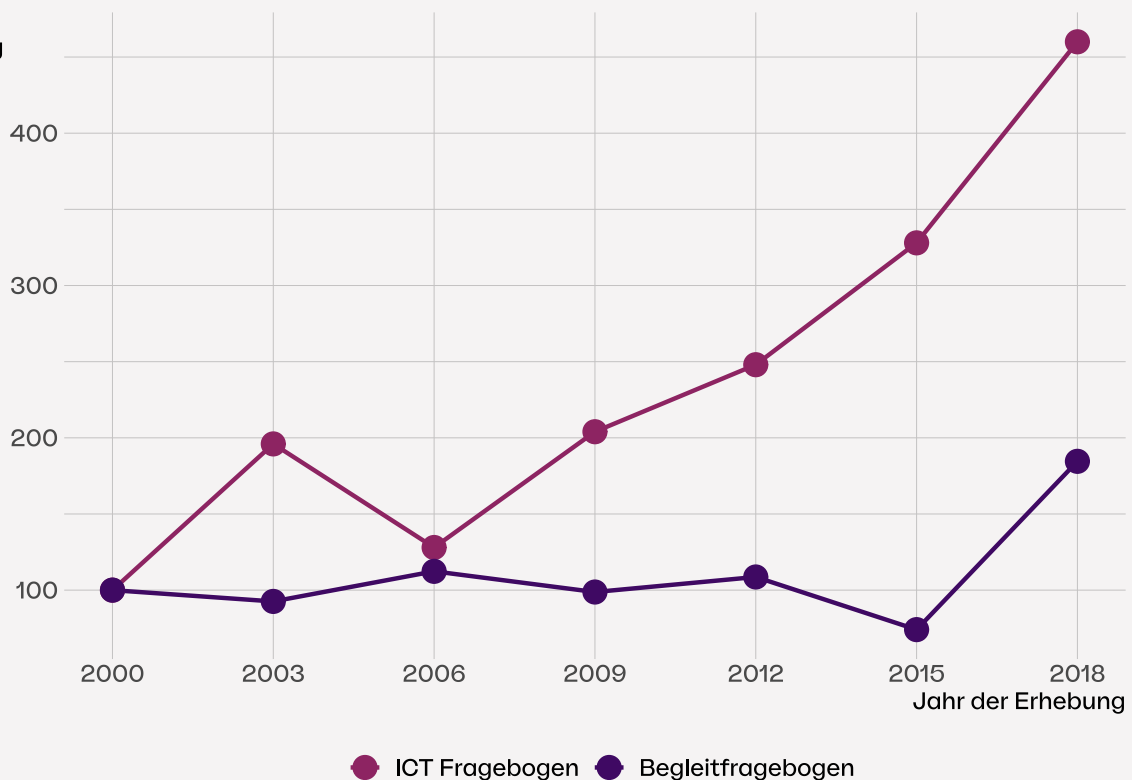


Abbildung 1: Relative Veränderung der Anzahl der Items in den Begleitfragebögen der PISA-Erhebung, 2000 bis 2018
Anmerkungen: Eigene Berechnungen auf Basis der Fragebögen der PISA-Erhebungen 2000 bis 2018. Die hellere (obere) Linie zeigt die relative Entwicklung der Anzahl an Fragebogenitems im ICT-Fragebogen. Die dunklere (untere) Linie stellt die relative Entwicklung der Items im Begleitfragebogen für Schülerinnen und Schüler dar. Beide Zeitreihen sind so normiert, dass die Anzahl in der ersten Erhebung (2000) dem Wert 100 entspricht.

lange Zeit weitgehend konstant geblieben, und erst im Jahr 2018 gewachsen. Dies spricht für eine erhebliche Zunahme der Relevanz, die diesen Technologien und Medien durch das PISA-Konsortium zugeschrieben wird.

Es ist davon auszugehen, dass sich dieser Trend in Zukunft fortsetzen wird. So hat die OECD den ICT-Fragebogen für die kommende Erhebung 2021 überarbeitet. Zu diesem Zweck wurde, in Zusammenarbeit mit der Europäischen Kommission, erstmals ein konzeptioneller Rahmen bzw. ein Framework für diesen Fragebogen erarbeitet (Lorenceau, Marec, & Mostafa, 2019; OECD, 2019b).

Das Hauptinteresse dieses Frameworks liegt darin, die Nutzung digitaler Ressourcen durch Schülerinnen und Schüler zu dokumentieren.

2.2 Erhebungen mit Schwerpunkt auf Integration digitaler Ressourcen

Erhebungen und Erhebungsprogramme zur Erfassung der Integration digitaler Technologien in Schule und Unterricht sind durch die internationale Bildungsforschung bereits vergleichsweise früh angestossen worden. Anspruch der Erhebungen war und ist es:

- international vergleichbare Informationen über Ausmass und Art der Integration digitaler Technologien in nationale Bildungssysteme bereitzustellen
- die Auswirkungen der Informations- und Kommunikationstechnologien auf Bildungsprozesse zu beschreiben
- Faktoren, die den pädagogischen Einsatz dieser Technologien unterstützen oder behindern, systematisch zu erfassen und zu bewerten.

In jüngerer Zeit sind Erhebungen um ICT-bezogene Bildungsergebnisse, insbesondere um Kompetenzen, erweitert worden. Aufgrund ihres spezifischen Fokus auf Nutzung und Integration digitaler Technologien in der Bildung sind diese Studien sowohl in der konzeptionellen Anlage als auch im Umfang der erfassten Informationen deutlich komplexer und detaillierter als die breiter angelegten Schulleistungsvergleiche. Schulleistungsvergleiche legen ihren Fokus auf die Nutzung der Technologien durch Schülerinnen und Schüler. Im Gegensatz dazu beschäftigen sich spezialisierte Erhebungen primär mit der Integration dieser Technologien in der Schule. Schwerpunktmässig werden daher dabei eher Schulleitende und Lehrpersonen befragt.

Methodisch weisen diese spezialisierten Erhebungen eine hohe Ähnlichkeit mit standardisierten Schulleistungsvergleichen auf. Es sind fragebogenbasierte, repräsentative Stichprobenerhebungen, die parallel mit gleichen bzw. sehr ähnlichen Erhebungswerkzeugen in mehreren Bildungssystem durchgeführt werden.

Zu den bekanntesten Vertretern zählen die Erhebungsreihen der International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), wie «Computers in Education» (Pelgrum & Plomp, 1991; Pelgrum & Plomp, 1993; Pelgrum, Janssen Reinen, & Plomp, 1993), die drei Erhebungen der «Second Information

Technology in Education Studies»-Reihe (Plomp, Pelgrum, & Carstens, 2009; Pelgrum & Anderson, 2001a; Kozma, 2003), sowie die beiden Erhebungen der «International Computer and Information Literacy Study» (Fraillon, et al., 2014; 2019b). Auch auf europäischer Ebene werden seit Beginn der 2000 Jahre mit den «Survey of Schools: ICT in Education» (European Commission, 2013b; Wastiau, et al., 2013; Deloitte & Ipsos MORI, 2019) und den Eurydice Berichten (European Commission/EACEA/Eurydice, 2019; 2011) systematisch vergleichbare Informationen zur Integration digitaler Ressourcen in Schule und Unterricht bereitgestellt.

2.3 Selbstbewertungstools

Werkzeuge zur Selbstbewertung der institutionellen Situation in Bezug auf die Integration digitaler Ressourcen in Unterricht und Schulalltag, oder zur Einschätzung der individuellen Kompetenzen wurden im Lauf der letzten zehn Jahre sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene verstärkt entwickelt und eingeführt (Kampylis, Punie, & Devine, 2015). Ziel solcher Selbstevaluationswerkzeuge ist es, Schulen oder Lehrpersonen darüber zu informieren, wie integriert oder versiert ihre Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht bzw. Schulalltag ist. Sie erlauben eine kriteriengeleitete Identifikation von Stärken und Schwächen, und ermöglichen so eine Einschätzung der Entwicklungspotentiale.

Selbstevaluationswerkzeuge basieren in der Regel auf Fragebögen, die Teilnehmer online ausfüllen. Die Auswertung gibt darüber Auskunft, wo der Befragte bzw. die teilnehmende Schule im Vergleich zu einem vorab definierten, theoretischen Bezugspunkt steht. Manche Werkzeuge informieren zudem darüber, wie ein Teilnehmer im Vergleich zu anderen befragten Einheiten mit ähnlichen Eigenschaften (z. B. unterrichtete Fachrichtung oder Schulstufe) abschneidet. Im Unterschied zu den Erhebungen und Schulleistungsvergleichen erfolgt eine Teilnahme an diesen Fragebogenstudien in der Regel auf eigenen Antrieb. Aussagen über die Verbreitung bestimmter Praxismuster oder Kompetenzen unter allen Schulen bzw. Lehrpersonen sind auf Basis der Ergebnisse dieser Werkzeuge nur eingeschränkt möglich. Nichtsdestotrotz definieren diese Werkzeuge, was unter Integration digitaler Ressourcen in Unterricht und Schule verstanden wird. Sie stellen damit zusätzliche Informationen für die Operationalisierung dieses Konzepts bereit. Allein auf europäischer Ebene existieren mehrere länderübergreifende Projekte dieser Art, u. a. das «Future Classroom Maturity Model» (European Schoolnet, 2010) oder das «Technology-Enhanced Teaching – Self-Assessment Tool» (Abbiati, et al., 2018).

2.3.1 SELFIE

Als Instrument für die Unterstützung der Schulentwicklung beim Einsatz digitaler Technologien für Lernzwecke wurde beispielsweise das Selbstevaluationstool «Self-reflection on Effective Learning by Fostering the Use of Innovative Educational Technologies (SELFIE)» der Europäischen Kommission entwickelt. Es ist das Ergebnis eines knapp dreijährigen Forschungsprogramms, in dessen Verlauf zunächst ein Referenzrahmen für digital kompetente Bildungseinrichtungen (DigCompOrg) entwickelt wurde (Kampylis, Punie, & Devine, 2015). Dieser Referenzrahmen bildet den konzeptionellen Hintergrund für SELFIE. Im Ergebnis wurden sieben Bereiche identifiziert, die es erlauben, schulstufenübergreifend den Einsatz digitaler Technologien an Schulen zu beschreiben und zu bewerten. Jedes dieser sieben Elemente fokussiert einen anderen Aspekt des komplexen Prozesses der Integration und effektiven Nutzung digitaler Lerntechnologien. Allerdings werden alle Elemente als miteinander verbunden angesehen, und als Teile desselben Ganzen betrachtet (Kampylis, et al., 2016).

Die sieben Bereiche des Referenzrahmens sind in 15 Unterelemente aufgegliedert, die wiederum in insgesamt 74 elementare Aussagen, sogenannte «Deskriptoren» zerfallen. Diese Deskriptoren bilden die Grundlage für die Operationalisierung des Referenzrahmens durch das Instrument SELFIE (Devine, 2019). Es besteht aus Fragebögen, die in leicht unterschiedlichen Ausführungen für die Schulstufen von der Primarstufe bis zur Sekundarstufe II (allgemein und berufsbildend) verfügbar sind. Die Fragebögen decken drei Ebenen (Schulleitung, Lehrpersonen, Schülerinnen und Schüler) ab, für die – in Abhängigkeit der Schulgrösse – Stichprobenumfänge festgelegt werden.

2.4 Internationale Erhebungen im Vergleich

Auf Ebene internationaler Organisationen wurden im Laufe der letzten Jahrzehnte eine beachtliche Zahl von Instrumenten und Messkonstrukten entwickelt, um die Integration digitaler Ressourcen in die Bildung zu erfassen. Tabelle 1 fasst die zentralen strukturellen Eigenschaften der im oberen Abschnitt erwähnten Erhebungen zusammen. Standardisierte Erhebungen – ob als Teil eines Schulleistungsvergleichs oder als spezifische Erhebung zu digitalen Technologien – sind dabei am weitesten verbreitet. Alle Instrumente haben zum Ziel, Akteure des Bildungssystems über den Stand der Integration und Nutzung dieser Ressourcen zu informieren und so gezielt Good-Practice-Beispiele und Verbesserungspotenziale zu identifizieren.

Das konkrete Erkenntnisinteresse – also der Zweck zu dem das Instrument eingesetzt wird – und das Zielpublikum unterscheiden sich allerdings deutlich. Standardisierte Erhebungen und internationale Guidelines verstehen sich primär als Monitoringinstrumente. Sie zielen damit auf eine Information der Bildungspolitik und -steuerung ab. Selbstbewertungstools richten sich in erster Linie an einzelne Schulen oder Lehrpersonen. Entsprechend unterscheiden sich diese Instrumente in der Art wie Personen und Institutionen für eine Teilnahme ausgewählt werden. Standardisierte Erhebungen arbeiten dabei mit Stichproben. Das heisst, nur ein Teil aller möglichen Personen und Institutionen wird tatsächlich befragt. Diese werden aber so gewählt, dass auf Basis ihrer Angaben Rückschlüsse auf die Grundgesamtheit (z. B. das gesamte Bildungssystem) gezogen werden können. Selbstbewertungstools dagegen stehen prinzipiell jeder interessierten Person oder Institution offen. Eine Beteiligung ist daher in der Regel selbstgewählt. Aussagen über die Grundgesamtheit aus der die Teilnehmenden stammen (z. B. alle Schulen einer Schulstufe) sind daher nicht oder nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich (Imbens & Rubin, 2015; Mercer, et al., 2017).

Auch in Bezug auf die zentralen Fragestellungen bestehen Unterschiede. So ist beispielsweise das Kernanliegen des ICT-Fragebogens der PISA-Erhebung, Informationen zur Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien durch Schülerinnen und Schüler zu sammeln (Lorenceau, Marec, & Mostafa, 2019). Die ICILS-Reihe zielt dagegen auf die Erhebung der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen dieser Gruppe (Fraillon, Ainley, Schulz, Duckworth, & Friedman, 2019). Zweck des Selbstbewertungstools SELFIE ist, einen globalen Überblick über den Einsatz digitaler Technologien im Unterricht und zu Lernzwecken auf Ebene der gesamten Schule zu geben (Kampylis, et al., 2016).

Trotz der erwähnten erheblichen Unterschiede, bestehen weitreichende Übereinstimmungen in ihren konzeptionellen Grundannahmen. Alle Instrumente gehen von der (nicht immer auch explizit formulierten) Prämisse aus, dass sowohl die Art der Integration digitaler Ressourcen, als auch die Effekte dieser Integration auf Lehre und Lernen das Ergebnis eines komplexen Zusammenspiels von Faktoren auf mehreren Ebenen des Bildungssystems sind. Zu den Ebenen zählen in fast allen Fällen die Bildungspolitik, die Schule, die Lehrpersonen sowie die Schülerinnen und Schüler. Faktoren auf jeder Ebene beeinflussen direkt oder indirekt, wie digitale Ressourcen für Lehren und Lernen eingesetzt werden. Indirekte Einflussgrößen werden oft als «prägende und begrenzende Faktoren» (Eickelmann, et al., 2014a, S. 47) verstanden. Sie wirken nicht unmittelbar auf die Integration digitaler Ressourcen, aber bestimmen in welchem Umfang diese Integration möglich ist. Beispielsweise wird die Ausstattung der Schulen mit technischen Endgeräten oft

als eine zentrale Voraussetzung für die Nutzung dieser Geräte im Unterricht betrachtet. Ihr Effekt ist allerdings indirekt, d. h. eine gute Ausstattung führt nicht automatisch zu einer tatsächlichen Nutzung dieser Geräte durch Lehrpersonen. Dies hängt von weiteren, direkten Einflussgrößen ab. Die erkenntnisleitende Fragestellung bzw. der Kontext eines Instruments bestimmen, ob einzelnen Faktoren ein direkter oder eher ein indirekter Einfluss zugesprochen werden. Zum Beispiel wird in der Regel angenommen, dass Vorerfahrungen von Schülerinnen und Schülern im Umgang mit digitalen Endgeräten die Integration dieser Geräte in den Schulalltag erleichtern. Vorerfahrungen beeinflussen damit indirekt den Grad der Integration dieser Technologien in den Unterricht. Gleichzeitig bedeutet ein höherer Grad an Erfahrung eine höhere Vertrautheit mit diesen Technologien und ihren Nutzungsmöglichkeiten. Dementsprechend beeinflussen sie direkt computer- und informationsbezogene Kompetenzen (Frailon, et al., 2019b).

Auch in Bezug auf die verwendeten Messmethoden lassen sich deutliche Parallelen zwischen verschiedenen Instrumenten feststellen. So basieren, mit Ausnahme fallstudienbasierter Untersuchungen, alle gefundenen Instrumente auf der Erhebung eines Ist-Zustandes durch Fragebögen. Der Logik der konzeptionellen Grundannahmen folgend, adressieren Fragebögen in der Regel Personen auf mehreren Ebenen des Bildungssystems. Tabelle 1 zeigt für die oben besprochenen Instrumente, auf welcher Ebene des Bildungssystems Informationen erhoben werden. So erfassen 11 der 15 untersuchten Instrumente Informationen auf Schulebene.⁵ Ebenso viele Instrumente beinhalten auf Lehrpersonen ausgerichtete Fragebögen. Dagegen werden Eltern bzw. Erziehungsberechtigte fast ausschließlich in internationalen Schulleistungsvergleichen befragt (in 4 von 15 untersuchten Instrumenten).

2.4.1 Überschneidungen in Bezug auf die relevanten Komponenten und Faktoren

Ähnlichkeiten in den Grundannahmen der verschiedenen Instrumente schlagen sich auch in einer vergleichsweise hohen Überschneidung der als relevant angesehenen Komponenten und Faktoren nieder. Tabelle 2 fasst für elf der untersuchten Instrumente zusammen,⁶ ob im Rahmen der letzten Erhebung Fragen zu fünf zentralen Dimensionen der Integration digitaler Ressourcen in die Bildung gestellt wurden. Und wenn ja, in Rahmen welcher Fragebögen dies geschah. Die Dimensionen entsprechen den fünf zentralen Komponenten der Nutzung von Informationstechnologien an Schulen, die im Rahmen einer Übersichtsstudie der EUN

5 Im Rahmen der Erhebungsreihe der IEA mit Schwerpunkt auf die digitale Integration, werden auf Schulebene sowohl die Schulleitung als auch diejenige Person befragt, die für die Koordination der Nutzung digitaler Ressourcen an der Schule verantwortlich ist.

Tabelle 1: Internationale Erhebungen zur Integration digitaler Ressourcen

Erhebung	Jahr der letzten Durchführung	Typ ^d	Organisation	Schulstufe (ISCED)	Anzahl Fragebögen auf Ebene:				
					Bildungspolitik	Schule	Lehrpersonen	Schülerin/Schüler	Eltern
PISA	2018	LSA	OECD	2	0	1	1	2	1
PIRLS	2016	LSA	IEA	2	1	1	1	2	1
TIMSS ^a	2015	LSA	IEA	1,2	2	2	2	2	1
CompEd	1989&1992	SPE	IEA	1,2,3	0	2	1	1	0
SITES-M1	2001	SPE	IEA	2	0	2	0	0	0
SITES 2006	2006	SPE	IEA	2	1	2	1	0	0
ICILS	2013	SPE	IEA	2	1	2	1	1	0
ICILS	2018	SPE	IEA	2	1	2	1	1	0
ESSIE 1	2013	SPE	EU	1,2,3	0	1	1	1	0
ESSIE 2	2019	SPE	EU	1,2,3	0	1	1	1	1
UIS	2009	GL	UIS	1,2,3	1	0	0	0	0
SELFIE ^b	2018 ^c	SBT	EU	1,2,3	0	1	1	1	0
TET-SAT	2008 ^c	SBT	EUN	1,2,3	0	0	1	0	0

- a Die TIMSS Erhebung 2015 fand für zwei Klassenstufen und je zwei unterschiedliche Fachgruppen (Mathematik und Naturwissenschaften) statt. Für die Auswertung wurde je Klassenstufe und Personengruppe ein Fragebogen berücksichtigt.
- b Das Werkzeug SELFIE stellt Fragebögen für drei Schulstufen (Primar, Sekundar I und Sekundar II - allgemeinbildend, Sekundar II - berufsbildend) zur Verfügung. Da die Unterschiede zwischen den Schulstufen minimal sind, wurden ausschliesslich die Erhebungsinstrumente für Schulen der Sekundarstufen I und II (allgemeinbildend) berücksichtigt.
- c Selbstbewertungstools haben keinen begrenzten Erhebungszeitraum. Die Jahreszahl bezieht sich auf das Jahr, in dem das Werkzeug lanciert wurde.
- d LSA: Schulleistungsvergleich, SPE: Schwerpunkterhebung Digitalisierung, GL: Guideline, SBT: Selbstbewertungstool

Working Group on ICT in Education Indicators (EUN Working Group [EUN-WG] on ICT in education Indicators, 2017) erarbeitet wurde. Im Einzelnen sind dies:

- (1) Ausstattung mit bzw. Zugang zu digitalen Ressourcen,
- (2) Nutzung dieser Ressourcen,
- (3) Kompetenzen im Umgang mit diesen Ressourcen,
- (4) Einstellungen zu Ressourcen und deren Nutzung, sowie
- (5) Strategien und Visionen zur Integration dieser Ressourcen in Lehre und Lernen.

Für ein vertieftes Verständnis werden diese zentralen Dimensionen in 18 Unterkategorien bzw. betroffene Personengruppen aufgeschlüsselt. Es zeigt sich, dass – mit Ausnahme des Selbstbewertungstools TET-SAT – alle Instrumente zumindest Teilaspekte dieser fünf Dimensionen der Integration digitaler Ressourcen in

6 Fragebögen der CompEd-Erhebungen lagen nicht vor. UIS Guidelines richten sich an nationale Statistikbehörden und lassen sich daher nicht sinnvoll in das Schema der untersuchten Fragebögen einordnen.

die Bildung aufgreifen.

Zehn von elf Instrumenten beinhalten Fragen zur Ausstattung von Schulen mit technischer Infrastruktur. Insbesondere die Anzahl und Art der vorhandenen Computer wird dabei durch fast alle berücksichtigten Instrumente erfasst. Art und Kapazität des vorhandenen Internetzugangs tauchen zudem in allen spezifisch auf die Erhebung der Nutzung digitaler Ressourcen entwickelten Instrumente auf, die nach dem Jahr 2000 lanciert wurden (6 von 6). Dabei können sich die Fragen erheblich unterscheiden. So werden über alle Instrumente hinweg Lehrpersonen sowie Schülerinnen und Schüler tendenziell eher gefragt, ob Ihnen ein bestimmtes Gerät allgemein zur Verfügung steht bzw. ob nach ihrer Einschätzung ausreichend solcher Geräte zur Verfügung stehen. Schulleitende bzw. ICT-Koordinatoren werden demgegenüber eher nach der Anzahl bestimmter Geräte und deren technische Spezifikationen befragt.

Fragen zur Nutzung digitaler Ressourcen für organisatorische Zwecke durch Lehrpersonen oder die Schulleitung tauchen in acht von elf Instrumenten auf. In der Mehrzahl der Instrumente werden Schülerinnen und Schüler zudem zu ihren privaten (7 von 11) und schulbezogenen (8 von 11) Nutzungsgewohnheiten digitaler Ressourcen befragt.

Ob und wie digitale Ressourcen durch Lehrpersonen in den Unterricht und das Lehren eingebunden werden, ist ein weiteres Element aller aufgelisteten Instrumente. Diese Informationen werden in erster Linie von den Lehrpersonen selbst erhoben (10 von 11 Instrumente). Aber auch Schülerinnen und Schüler (PISA 2018 und SELFIE), sowie Schulleitungen (SITES-M1, SITES 2006, ICILS 2013 und SELFIE) geben darüber Auskunft. Eine Operationalisierung dieser Konstrukte erfolgt bei einer Mehrheit der untersuchten Instrumente durch Items, die erfassen wie häufig und zu welchen Zwecken digitale Ressourcen durch die Lehrperson selbst (z. B. für die Präsentation von Inhalten, oder die Bereitstellung von Feedback für Schülerinnen und Schüler) und ihre Schülerinnen und Schüler (z. B. für die Bearbeitung von Projekten oder die Analyse von Daten) verwendet werden. Einige Instrumente, beispielsweise die Erhebungen der ICILS-Reihe, erfassen zudem mit welchen pädagogischen Zielen Lehrpersonen digitale Ressourcen einsetzen (z. B. die Glaubwürdigkeit von Informationen aus sozialen Netzwerken bewerten zu lernen).

Die Einstellungen der beteiligten Akteure, insbesondere der Lehrpersonen und der Schulleitungen, werden durch eine Mehrzahl der untersuchten Instrumente erfasst. Schulleitungen werden dabei tendenziell eher dazu befragt, welche Faktoren das Lehren und Lernen mit digitalen Technologien negativ beeinträchti-

gen. Lehrpersonen werden vordringlich dazu befragt, wie hilfreich und zweckmässig der Einsatz dieser Technologien im Unterricht bewertet wird. Auch die Teilnahme an Weiterbildungen in diesem Bereich bzw. die wahrgenommene Notwendigkeit und Bereitschaft zur Teilnahme an solchen Weiterbildungen sind ein wichtiger Bestandteil der Befragungen von Lehrpersonen (8 von 11) und Schulleitungen (7 von 11). Schülerinnen und Schüler werden vor allem in neueren internationalen Vergleichserhebungen (ICILS, ESSIE und PISA) zu ihren Einstellungen und Neigungen im Hinblick auf die Nutzung von digitalen Ressourcen befragt. Deren Relevanz wird zum einen damit begründet, dass Einstellungen, Verhaltensweisen, Überzeugungen und Bestrebungen der Schülerinnen und Schüler in Bezug auf ICT in Zusammenhang mit ihren ICT-Kompetenzen und -fähigkeiten stehen (Frailon, et al., 2014). Zum anderen, damit, dass die Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht einen Effekt auf die Einstellungen und Motivationen der Schülerinnen und Schüler haben könnte (Lorenceau, Marec, & Mostafa, 2019).

Fragen nach der Verankerung und Bedeutung digitaler Ressourcen in der Schulkultur, in den pädagogischen Überzeugungen der Lehrpersonen, sowie innerhalb der nationalen Bildungssysteme spielen eine zentrale Rolle in den verschiedenen Instrumenten. Acht von elf untersuchten Instrumenten beinhalten Fragen zum strategischen Umgang der Schule und Schulleitung mit den Chancen und Herausforderungen, die sich aus der zunehmenden Verbreitung digitaler Ressourcen ergeben. Im Rahmen fast aller Instrumente wird hier nach der Existenz einer solchen Strategie, nach deren Inhalten und die sie begleitenden Umsetzungsmassnahmen gefragt. Auch der Umfang mit dem Lehrpersonen auf pädagogische und technische Unterstützung zurückgreifen können, ist ein zentrales Element der Befragung von Schulleitenden und Lehrpersonen (in je 8 von 11 untersuchten Instrumenten). In Hinsicht auf die verwendeten Messitems weisen die verschiedenen Instrumente in diesem Bereich tendenziell eine hohe Ähnlichkeit auf.

Strategische bzw. fundamentale Überlegungen seitens der Lehrpersonen, wie digitale Ressourcen sinnvoll in den eigenen Unterricht integriert werden (können), sind zentraler Bestandteil der SITES und ICILS-Reihen. Dies ist vordringlich den konzeptionellen Überlegungen der beiden Reihen geschuldet, die die pädagogische Nutzung von digitalen Ressourcen als einen Teilaspekt des übergreifenden pädagogischen Ansatzes einer Lehrperson versteht. Diese Konzepte werden vor allem mit Fragen zu Anwendungen bestimmter pädagogischer Strategien (z. B. Individualisierung von Unterrichtsinhalten) und der Bedeutung, die digitalen Ressourcen in diesem Zusammenhang zugesprochen werden, operationalisiert.

Tabelle 2: Inhaltliche Abdeckung der Fragebögen internationaler ICT-Erhebungen

Dimension	Kategorie	ESSIE	ESSIE	ICILS	ICILS	PIRLS	PISA	SELFIE	SITES-M1	SITES 2006	TET-SAT	TIMSS 2015
		2013	2018	2013	2018	2016	2018					
Ausstattung mit Ressourcen	in der Schule	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■
	zu Hause	■	■	■	■		■			■		
Einstellungen	der Schulleitung	■	■		■				■			
	der Lehrpersonen	■	■	■	■		■			■	■	
	der Schülerinnen und Schüler	■	■	■	■		■					
	Weiterbildung LP	■	■	■	■		■		■	■	■	
Kompetenzen	Hindernisse	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■
	Schülerinnen und Schüler	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■
	Lehrpersonen	■	■	■	■			■	■	■	■	
Nutzung	Andere							■	■			
	organisatorische Zwecke	■	■	■	■			■	■	■	■	
	pädagogische Zwecke	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Strategie und Vision	in der Freizeit zum Lernen	■	■	■	■	■	■	■	■			■
	der Lehrperson	■	■	■	■			■	■			
	des Bildungssystems	■	■			■						■
	der Schule	■	■	■	■		■	■	■	■	■	
Support und Supportangebote	Support und Supportangebote	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

Fragebogen auf Ebene:

- Nationaler Kontext
- Schulleitung und ICT-Koordinatoren
- Lehrpersonen
- Schülerinnen und Schüler
- Eltern

2.4.2 Unterschiede in Bezug auf die Kompetenzerfassung

Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im Umgang mit digitalen Ressourcen werden in einer grossen Mehrzahl der untersuchten Instrumente erhoben (10 von 11). Über die verschiedenen Instrumente hinweg zeigen sich in der Definition dieses Konstrukts allerdings erhebliche Unterschiede. Einige Instrumente beziehen sich auf bestehende Kompetenzrahmen und Definitionen und versuchen diese in ihrer Erhebung zu operationalisieren. Beispielsweise beziehen sich sowohl ESSIE 2018 als auch das SELFIE-Werkzeug auf den Referenzrahmen digitaler Kompetenzen der Europäischen Union (Carretero, Vuorikari, & Punie, 2017). Andere Erhebungen, wie die ICILS-Reihe, entwickeln eigene Kompetenzmodelle (Fraillon, et al., 2019). Und wieder andere definieren relevante Kompetenzen ad hoc (z. B. PISA bis anhin). Auch die Art der Operationalisierung unterscheidet sich. So werden computer- und informationsbezogene Kompetenzen im Rahmen der ICILS-Erhebungen mittels standardisierter Testmodule erfasst. Diese simulieren in vereinfachter Form eine Webseite oder die Benutzeroberfläche einer Programmiersprache. Sie erfassen, ob und wie Schülerinnen und Schüler innerhalb dieser Umgebung Aufgaben lösen (z. B. relevante Informationen finden). Andere Instrumente erheben Kompetenzen durch Selbsteinschätzungen von Schülerinnen und

Schüler. Beispielsweise fragen Erhebungen der ESSIE-Reihe danach, wie sicher sich Schülerinnen und Schüler bei der Ausführung bestimmter Aktivitäten mit dem Computer fühlen. Diese beziehen sich oftmals auf Anwendungskompetenzen (z. B. Präsentationen erstellen, ein Antivirenprogramm starten), aber auch auf Fragen des sicheren Umgangs mit digitalen Geräten und Anwendungen (z. B. Prävention gegen Cyber-Bullying).

Ähnlich komplex stellt sich die Lage bei der Messung von Kompetenzen der Lehrpersonen dar. Auch sie spielen in den meisten Instrumenten eine wichtige Rolle. Sie sind Bestandteil von acht der elf untersuchten Erhebungen. Während die Messung dieses Konstrukts weitgehend einheitlich durch Selbsteinschätzungen (7 von 8) bzw. Fremdeinschätzung durch Schulleitende (SELFIE, SITES-M1) und Schülerinnen und Schüler (SELFIE) erfolgt, beruht – mit Ausnahme des Selbstbewertungswerkzeugs TET-SAT – keine der Messungen auf einem im Vorhinein definierten Kompetenzrahmen für Lehrpersonen. Was als relevante Kompetenzen von Lehrpersonen angesehen wird, wird daher in der Regel im Laufe der Erarbeitung der Kontextfragebögen definiert. Entsprechend unterscheidet sich der Schwerpunkt dieser Definitionen von Instrument zu Instrument.⁷

2.4.3 Relevanz der Teilbereiche⁸

Ähnlichkeiten zwischen den Instrumenten bestehen schliesslich im Hinblick auf die Relevanz, die einzelnen Teilbereichen zugesprochen werden. Abbildung 2 zeigt für elf der 15 untersuchten Instrumente wie viele Fragebogenitems aus den jeweiligen Kontextfragebögen einem Bereich zugeordnet werden. Bereiche entsprechen denjenigen, die für Tabelle 2 definiert wurden. Da sich sowohl die Anzahl der Fragebögen, als auch die Anzahl der Items je Fragebogen von Instrument zu Instrument teilweise erheblich unterscheiden – die durchgängige schwarze Linie mit den Kreisen zeigt die Anzahl der Fragebogenitems je Erhebung an, kumuliert über alle Fragebögen (Werte werden auf der rechten Skala angegeben) – werden die Werte relativ zur Gesamtanzahl aller Items, die sich auf digitaler Ressourcen beziehen, dargestellt. Die relative Bedeutung ICT-bezogener Items in allen Items ist durch die gestrichelte, von Dreiecken unterbrochene Linie angegeben. Die einzelnen Instrumente in Abbildung 2 sind nach diesen Relativwerten geordnet. Dies führt zu einer Reihung nach Typ der Erhebung, ähnlich wie in Tabelle 1 dargestellt.

Selbstbewertungswerkzeuge sind zwar in ihrem Umfang nach klein (TET-SAT enthält 30, SELFIE über alle Fragebögen 190 Items), aber alle oder fast alle Fragen beziehen sich auf den Umgang mit digitalen Ressourcen (TET-SAT: 100 %, SELFIE: 95 %). Demgegenüber sind allgemeine Schulvergleichsstudien erheblich

umfänglicher (im Durchschnitt über drei Erhebungen etwa 900 Fragen), weisen aber nur einen vergleichsweise kleinen Anteil an ICT-bezogenen Fragen auf (durchschnittlich 13 %). Dies nicht zuletzt, da sie darauf abzielen, alle relevanten Aspekte eines Bildungssystems zu erfassen und daher bereits thematisch erheblich umfangreicher angelegt sind als Selbstbewertungswerkzeuge. Obwohl ebenfalls eher monothematisch zeichnen sich Schwerpunkterhebungen zur Digitalisierung durch eine deutlich höhere Anzahl an Gesamtfragen (durchschnittlich etwa 450 Fragen) und einen kleineren Anteil an ICT-bezogenen Fragen (durchschnittlich 84 %) als Selbstbewertungswerkzeuge aus. Sie beinhalten demnach noch in erheblichem Umfang Items zur Erhebung von Hintergrundinformationen.

In der Tendenz scheinen Erhebungen derselben Reihe mit der Zeit umfänglicher zu werden. Gleichzeitig verschieben sich die Schwerpunkte der Erhebungen mit der Zeit. Während in frühen Erhebungen wie dem ersten Modul der SITES-Reihe noch ein erheblicher Anteil der Fragen auf die Ausstattung und den Zugang zu digitalen End- und Peripheriegeräten abzielten, fokussieren neuere Instrumente verstärkt auf Nutzungsmuster und Einstellungen. Diese Veränderung entspricht einer Entwicklung, die auch in der politischen Definition von ICT-bezogenen Bildungszielen zu beobachten ist (Conrads, et al., 2017; Eickelmann, 2018). Bemühungen in diesem Bereich zielten ebenfalls lange darauf ab, Schulen mit einer angemessenen Infrastruktur auszustatten, und die Häufigkeit der Nutzung dieser Infrastruktur zu erhöhen. In jüngerer Zeit, aber verschiebt sich der Schwerpunkt digitaler Bildungspolitik zunehmend auf das innovative Potenzial digitaler Technologien und den Aufbau von Fähigkeiten von Lehrpersonen diese Potenziale zu nutzen.

7 Das Selbstbewertungswerkzeug TET-SAT beispielsweise erhebt den Grad der Kompetenzen von Lehrpersonen im Bereich «Entwicklung, Umsetzung, Reflexion und Neukonzeption von IKT-gestützten Lehr- und Lernstrategien mit IKT» durch ein fünfstufiges Modell. In aufsteigender Kompetenzausprägung lauten die einzelnen Antwortmöglichkeiten: (1) «Ich habe wenig oder gar keine Erfahrung mit der Nutzung von IKT für Lehr- oder Lernzwecke im Unterricht.», (2) «Ich implementiere IKT als Werkzeug zur Unterstützung häufiger Lehrmethoden und -aufgaben und kann meinen Unterricht anpassen, um neue Lernerfahrungen für meine Schüler zu schaffen.», (3) «Ich setze IKT ein, um das Lehren und Lernen zu unterstützen. Ich brauche mehr Kompetenz bei der Implementierung von IKT, um meinen Unterricht und das Lernverhalten meiner Schüler zu verbessern.», (4) «Ich entwickle IKT-gestützte Lehr- und Lernstrategien, um meinen Unterricht zu verbessern und reflektiere regelmäßig über den sinnvollen Einsatz dieser Strategien.» und (5) «Ich reflektiere meinen IKT-gestützten Unterricht anhand einer kritischen und systematischen Beurteilung der Lehr- und Lernprozesse und konzipiere meine Unterrichtsstrategien entsprechend neu.».

8 In den Erhebungen erfasste Themen lassen sich in fünf grobe Teilbereiche untergliedern: (1) Ausstattung mit bzw. Zugang zu digitalen Ressourcen, (2) Nutzung dieser Ressourcen, (3) Kompetenzen im Umgang mit diesen Ressourcen, (4) Einstellungen zu Ressourcen und deren Nutzung, sowie (5) Strategien und Visionen zur Integration dieser Ressourcen in Lehre und Lernen.

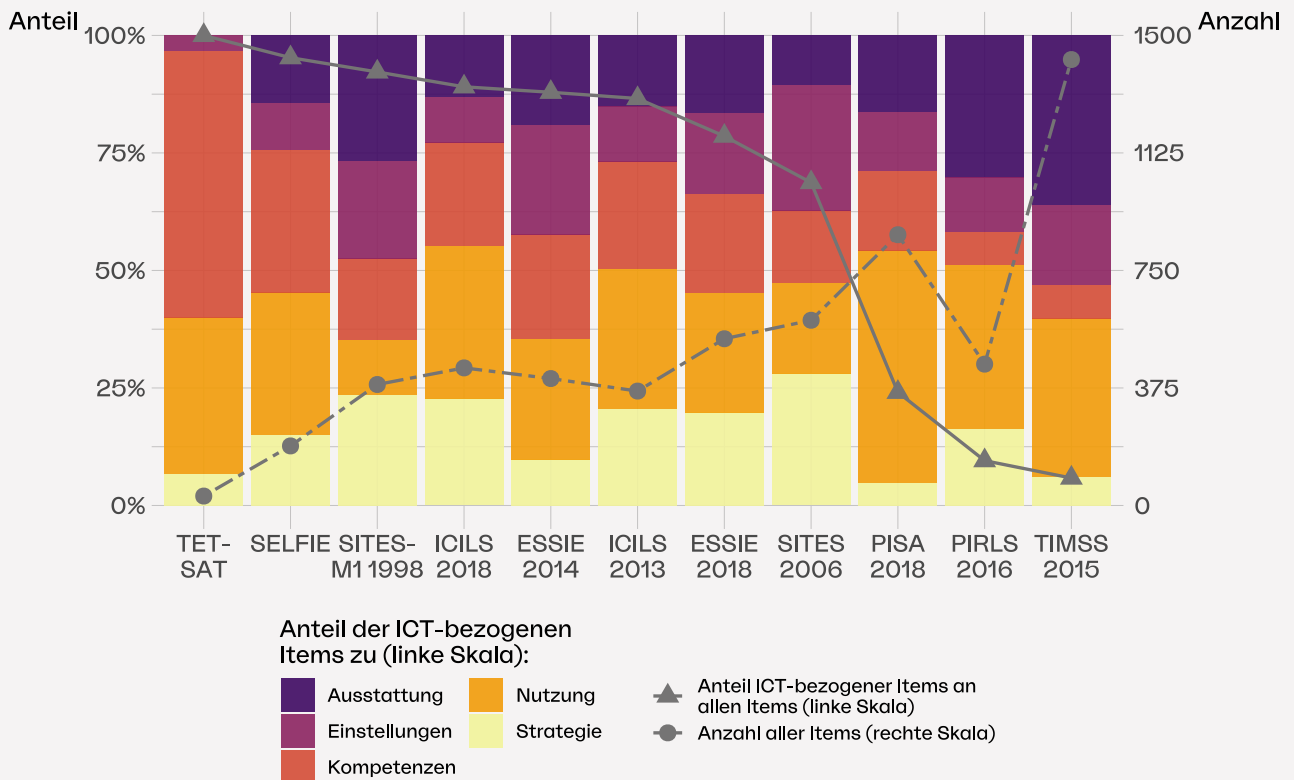


Abbildung 2: Gewichtung der Themenbereiche in internationalen Digitalisierungserhebungen für den Bildungsbereich
Anmerkungen: Eigene Berechnung auf Basis der Items (d.h. Fragen) in den Fragebögen der angegebenen Erhebungen.

Zwischen Instrumenten, die zu einem ähnlichen Zeitpunkt lanciert wurden, bestehen dagegen vergleichsweise wenig Unterschiede in der thematischen Gewichtung. Insbesondere Ähnlichkeiten zwischen dem SELFIE-Werkzeug und den zeitgleich zum Start des Werkzeugs durchgeführten Schwerpunkterhebungen ESSIE 2018 und ICILS 2018 sind erheblich.⁹ Dies ist umso bemerkenswerter, als dass alle drei Erhebungen durch ein unterschiedliches Erkenntnisinteresse geleitet werden.

⁹ Es sei darauf hingewiesen, dass für diese Auswertung ausschliesslich Kontextfragebögen herangezogen wurden. Da die ICILS-Erhebungen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern über ein getrenntes Modul erheben, wird die Bedeutung, die dem Themenbereich Kompetenzen in diesen Erhebungen zukommt, unterschätzt.

3 Konzeptioneller Rahmen

3.1	Digitalisierung beschreiben: Nutzung digitaler Ressourcen in Unterricht und Schule	25
3.2	Digitalisierung erklären: Vorbedingungen auf Ebene Lehrpersonen, Schulen und System	29
3.3	Digitalisierung bewerten: Outputs und Outcomes	40
3.4	Zusammenfassung und gesamter konzeptioneller Rahmen	50
3.5	Kriterien zur Bewertung der Digitalisierung im Vertiefungsbericht	52

Der vorhergehende Review zeigt eindrücklich die Komplexität der Entwicklung eines konzeptionellen Rahmenmodells für die Digitalisierung im Bildungsbereich.

Von den untersuchten Instrumenten auf nationaler und übernationaler Ebene, nehmen die wenigsten in Anspruch Informationen zur «Digitalisierung» im Bildungsbereich zu erheben. Unter den untersuchten 21 nationalen Erhebungen tun dies lediglich die irische Längsschnittuntersuchung «Digital Learning Framework», sowie die Berichte «Monitor Digitale Bildung» für Deutschland. Von den 15 untersuchten internationalen Instrumenten trifft es auf den Bericht des Eurydice Netzwerks von 2019 zum Thema «digitale Bildung», sowie auf das Selbstbewertungswerkzeug SELFIE zu.¹⁰ Eine übergrosse Mehrheit der Instrumente dient dagegen explizit der Evaluation der Integration von Informations- und Kommunikationstechnologien in den Unterricht sowie der Messung spezifischer computerbasierter Kompetenzen.

Zwischen den einzelnen Instrumenten, die sich explizit auf «Digitalisierung» beziehen, besteht zudem wenig Einigkeit im Hinblick auf die Operationalisierung des Konzepts vor dem Hintergrund der Bildung. Der Bericht «Digital Education at School in Europe» des Eurydice-Netzwerks (European Commission/EACEA/Eurydice, 2019) beispielsweise definiert «digitale Bildung» als Konzepts mit zwei Dimensionen: (1) Dem Lehren und Lernen digitaler Kompetenzen und (2) dem pädagogischen Einsatz digitaler Technologien. Der irische «Digital Learning Framework» (Cosgrove, et al., 2019) sieht neben Kompetenzen (von Lehrpersonen und Lernenden) und Lehrpraktiken auch die Unterstützung und Verankerung dieser Praktiken durch die Schulleitung und -administration als zentrales Element von «digitalem Lernen» an. Der «Monitor digitale Bildung» schliesslich bietet überhaupt keine Definition des zentralen Begriffs «digitale Bildung», sondern spezifiziert stattdessen eine Reihe erkenntnisleitender Fragestellungen. Diese Fragen drehen sich primär um die technische und pädagogische Integration von digitalen Technologien in Lehre und Unterricht, sowie um die Potenziale der Integration für die gesellschaftliche Teilhabe und den Zugang zu Bildung (mmb Institut, 2017).

Gemeinsam ist den meisten untersuchten Frameworks und Studien, dass sie «Digitalisierung in der Bildung» bzw. «Integration digitaler Ressourcen» als Ergebnis eines komplexen Zusammenspiels einer Vielzahl von Faktoren auf mehreren Ebenen des Bildungssystems verstehen. Dementsprechend geht der vorliegende konzeptionelle Rahmen davon aus, dass es zur Beschreibung, Erklärung und Bewertung der «Digitalisierung in der Bildung» Informationen auf Ebene der Bildungspolitik und -verwaltung (Systemebene), der Schule und Lehrpersonen (Schul- und Unterrichtsebene) sowie der Schülerinnen und Schüler bedarf.

¹⁰ Auf das Selbstbewertungstool trifft dies allerdings nur implizit zu. Es basiert auf dem europäischen Referenzrahmen für digital kompetente Bildungsorganisationen (Kampylis, Punie, & Devine, 2015). In den beschreibenden Dokumenten bezieht es sich allerdings lediglich auf den Einsatz digitaler Technologien für Lernen und Lehren.

3.1 Digitalisierung beschreiben: Nutzung digitaler Ressourcen in Unterricht und Schule

Der zentrale gemeinsame Punkt aller konzeptionellen Rahmen ist, dass die «Digitalisierung in der Bildung» fundamental mit der **Nutzung und dem Einsatz digitaler Ressourcen in Unterricht und Schule** zu tun hat. Auch Erhebungen zur Integration von Informations- und Kommunikationstechnologien in den Schulen sehen darin in der Regel den Kern des zu klärenden Phänomens (vgl. Davies & West, 2014). Es umfasst die Ziele, den Umfang und die Häufigkeit der Nutzung digitaler Technologien durch Lehrpersonen, Schülerinnen und Schüler sowie Personen der Schulleitung. Das heisst, es bezieht sich auf die Fragen wann, wie und warum, welche digitalen Technologien bei der Verwaltung und Organisation der Schule bzw. bei der Vorbereitung, Gestaltung und Durchführung von Unterricht und Lernprozessen eingesetzt werden.

Sowohl in den meisten bestehenden Erhebungen als auch in weiten Teilen der wissenschaftlichen Literatur wird dieses Konzept über zwei dominante Messansätze operationalisiert (vgl. Ottenbreit-Leftwich, Kopcha, & Ertmer, 2018): Zum einen, die Nutzungsintention, also die Absicht von Lehrpersonen oder Schulleitenden bestimmte Ressourcen einzusetzen. Zum anderen, die Häufigkeit bzw. Dauer des Einsatzes digitaler Technologien. Das heisst, wie oft oder wie lange digitale Technologien im Unterricht verwendet werden.

Die Bandbreite der in beiden Fällen dafür abgefragten Merkmale ist gross. Sie reicht von der allgemeinen Nutzung technischer Endgeräte (z. B. «Wie häufig nutzt du Geräte wie Computer, Notebook, Tablet oder Smartphone in der Schule?»), über die Nutzung bestimmter Werkzeuge wie Tabellenkalkulationsprogramme, E-Mail oder Lernsoftware oder für bestimmte Fachrichtungen, bis hin zum Einsatz für konkrete Zwecke (z. B. die Vorbereitung des Unterrichts, die Präsentation von Inhalten oder die Überwachung der Lernfortschritte von Schülerinnen und Schülern). Auch Bestimmungsgründe für die Nutzung digitaler Ressourcen durch Schülerinnen und Schüler (z. B. für die Suche nach Information, das Wiederholen und Üben von Inhalten oder die Durchführung von projektbezogenen Arbeiten) werden in einigen Studien analysiert (Chen, 2010; Petko, Prasse, & Cantieni, 2018; Falck, Mang, & Woessmann, 2018). Diese werden allerdings tendenziell selten erhoben, obwohl sowohl Forschende (z. B. Ottenbreit-Leftwich, Kopcha, & Ertmer, 2018) als auch Anspruchsgruppen (z. B. U.S. Department of Education, 2016) der Nutzung digitaler Ressourcen im Rahmen von schülerzentrierten Lernansätzen in der Regel das grösste Potenzial einräumen.

Nutzungshäufigkeiten und Nutzungsintentionen werden in der Regel über Fragebögen, und damit als Selbstauskunft erhoben. Dadurch besteht die Gefahr, dass die gemachten Angaben systematisch von der tatsächlichen Nutzungshäufigkeit abweichen. Dies ist insbesondere für Nutzungsintentionen problematisch, da technische und institutionelle Hindernisse (z. B. das Fehlen notwendiger Software) eine Umsetzung von Intentionen verhindern können (Sadaf, Newby, & Ertmer, 2012; Ertmer P. A., Ottenbreit-Leftwich, Sadik, Sendurur, & Sendurur, 2012). Zudem messen auch Häufigkeitsmasse die Quantität der Nutzung digitaler Ressourcen und nicht die eher relevante Qualität dieser Nutzung (Lei, 2010; Petko, Cantieni, & Prasse, 2017). Um diesem Problem – zumindest im Rahmen von Erhebungen – begegnen zu können, empfiehlt Lei (2010) Häufigkeiten für spezifische Nutzungszwecke statt allgemeine Nutzungshäufigkeiten zu erfassen.¹¹ Petko, et al. (2017) schlagen dagegen vor Häufigkeitsmasse mit Einstellungsmessungen oder Massen der wahrgenommenen Qualität des Unterrichts zu verbinden, um Indikatoren für die Qualität der Nutzung digitaler Ressourcen durch Lehrpersonen zu bekommen.

Ein anderer Ansatz, der vor allem bei der Entwicklung von Selbstbewertungswerkzeugen zum Einsatz kommt, versucht das Ausmass und die Bedeutung der Nutzung digitaler Ressourcen durch den Grad der Änderung zu erfassen, die diese Nutzung in der pädagogischen Praxis von Lehrpersonen bewirkt (vgl. Phillips, 2015). Dieser Ansatz basiert in der Regel auf Entwicklungsmodellen.¹²

Entwicklungsmodelle gehen davon aus, dass je vertrauter eine Lehrperson im Umgang mit digitalen Ressourcen ist, desto stärker verändern sich die damit durchgeführten Aktivitäten und die als relevant wahrgenommenen Probleme (Niederhauser & Lindstrom, 2018). So beschreibt die Dimension «Stages of Concern» des «Concerns-Based Adoption Model» (CBAM) eine Abfolge von sieben zentralen Fragestellungen, die Lehrpersonen im Laufe der zunehmenden Integration von Innovationen durchlaufen. Diese reichen von einer weitgehenden Unwissenheit und einem fehlenden Problembewusstsein («Unconcerned», Stufe 1), über Fragen des effektiven Einsatzes der Innovation auf Leistungen von Schülerinnen und Schülern («Consequence», Stufe 5) bis hin zur Diskussion von

11 Auch Falck, et al. (2018) und Anger, et al. (2018) zeigen in ihren Analysen von Daten der TIMSS- und PISA-Studien, dass der Effekt digitaler Ressourcen auf die Leistungen von Schülerinnen und Schülern nutzungsspezifisch ist. Manche Nutzungsarten scheinen positiv, andere negativ mit den gemessenen Leistungen zusammen zu hängen (vgl. Kapitel 7.3.1.4).

12 Beispiele sind das «Concerns-Based Adoption Model» (Loucks & Hall, 1979; Hall, Dirksen, & George, 2006), das Modell «Apple Classrooms of Tomorrow» (Dwyer, Ringstaff, & Sandholtz, 1989), das Modell «Stages of Adoption of Technology» (Christensen, 2002), das Modell «Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition» (Puentedura, 2006) oder die «Technology Integration Matrix» (Harmes, Welsh, & Winkelman, 2016; Welsh, Harmes, & Winkelman, 2011).

Möglichkeiten grössere Änderungen an der bestehenden Technologie vorzunehmen bzw. sie durch leistungsfähigere Alternativen zu ersetzen («Refocusing», Stufe 7). Die sieben Stufen der zweiten Dimension des CBAM «Levels of Use/ Levels of Technology Integration» beschreiben eine ähnliche Kaskade zunehmend intensiver Nutzung digitaler Technologien durch Lehrpersonen. Sie reicht vom Nichtgebrauch («Nonuse», Level 0) bis zu einem Zustand in dem die Lehrperson selbstständig beginnt, grössere Änderungen an einer technischen Lösung durchzuführen bzw. nach möglichen Alternativen zu suchen («Refinement», Level 6). Das Konzept der «Nutzung» wird dabei in sieben Kategorien beschrieben (Hall, Dirksen, & George, 2006; Hall, Loucks, Rutherford, & Newlove, 1975):

- Wissensstand («Knowledge»): Beschreibt den theoretischen Wissensstands einer Person in Bezug auf Eigenschaften digitaler Ressourcen, ihre Einsatzmöglichkeiten und die Konsequenzen dieses Einsatzes.
- Aneignung von Wissen («Acquiring information»): Bezieht sich auf die Art und Weise, wie sich eine Person Informationen über digitale Ressourcen beschafft.
- Verbreitung von Wissen («Sharing»): Bewertet in welchem Umfang eine Person die Nutzung digitaler Ressourcen, sowie die damit einhergehenden Ideen, Pläne und Herausforderungen mit anderen diskutiert.
- Bewertung («Assessing»): Erfasst die Intensität der Auseinandersetzung einer Person mit potentiellen und tatsächlichen Einsatzmöglichkeiten digitaler Ressourcen.
- Planung («Planning»): Bildet Pläne und Vorhaben für den weiteren Einsatz digitaler Ressourcen ab.
- Berichterstattung («status reporting»): Beschreibt den aktuellen, persönlichen Stand im Umgang mit digitalen Ressourcen und den Aufwand der mit diesem Umgang verbunden ist.
- Leistung («performance»): Erfasst das Leistungsniveau und die Fähigkeiten einer Person im Umgang mit digitalen Ressourcen.

Während die Operationalisierung der meisten Entwicklungsmodelle ursprünglich in Form qualitativer Interviews erfolgte (Hall, Loucks, Rutherford, & Newlove, 1975), existieren in der Zwischenzeit fragebogenbasierte Messbatterien (Hall, Dirksen, & George, 2006; Knezek & Christensen, 2016). Faktoranalysen dieser Messbatterien legen nahe, dass unterschiedliche Entwicklungsmodelle tendenziell

dasselbe unterliegende Konstrukt – Nutzung und Integration digitaler Ressourcen in den Unterricht – messen (Morales Velázquez, 2006; Hancock, Knezek, & Christensen, 2007; Knezek & Christensen, 2016).

Lehrpersonen, die höhere Werte auf diesen Entwicklungsmodellskalen erzielen weisen in der Regel auch positivere Einstellungen gegenüber digitalen Technologien (Hao & Lee, 2015), und eine höhere Affinität zu schülerzentrierten und kollaborativen Unterrichtsformen auf (Hall, Loucks, Rutherford, & Newlove, 1975; Niederhauser & Lindstrom, 2018).

Ein zentrales Problem von Entwicklungsmodellen ist, dass sie den Grad der Nutzung digitaler Ressourcen durch Lehrpersonen indirekt durch Kenntnisse und Problembewusstsein dieser Personen messen. Dies bedeutet, dass ihre Messung bereits viele Kriterien – wie Kompetenzen der Lehrpersonen – enthält, die ihrerseits häufig zur Erklärung der Nutzung und Integration digitaler Ressourcen herangezogen werden. Verwendet man diese Modelle nun, um zu erklären, welche Faktoren die Nutzung digitaler Ressourcen durch Lehrpersonen beeinflussen und warum sich Lehrpersonen in dieser Nutzung unterscheiden, bergen sie die Gefahr Erklärungsversuche tautologisch werden zu lassen.

3.1.1 Zusammenfassung und Bedeutung für den aktuellen Bericht

Das zentrale Konzept für die Beschreibung der Digitalisierung in der Bildung ist der Umfang der Nutzung digitaler Ressourcen für Lehren und Lernen. Für den vorliegenden Bericht bedeutet dies, dass bestehende Datenbestände nach Informationen dazu durchsucht werden, wie oft, zu welchem Zweck (z. B. für die Vorbereitung des Unterrichts, die Darstellung und Präsentation von Inhalten, das eigenständige Arbeiten von Schülerinnen und Schülern, für die Bewertung von Lernfortschritten oder -ergebnissen etc.) und mit welchen Zielen (z. B. um Schülerinnen und Schüler zu motivieren, zu aktivieren oder um zum Aufbau von computerspezifischen Kompetenzen beizutragen) Lehrpersonen digitale Ressourcen in ihren Unterricht einbinden bzw. es ihren Schülerinnen und Schüler ermöglichen, mit diesen Ressourcen zu arbeiten.

3.2 Digitalisierung erklären: Vorbedingungen auf Ebene Lehrpersonen, Schulen und System

3.2.1 Vorbedingungen auf Ebene der Schule und Lehrpersonen

Damit digitale Ressourcen in Lehr- und Lernprozessen überhaupt zum Einsatz kommen, bedarf es bestimmter Voraussetzungen auf Ebene von Lehrpersonen und Schulen. Diese Voraussetzungen werden in der wissenschaftlichen Literatur gelegentlich unter den Begriffen «school readiness» und «teacher readiness» zusammengefasst (Petko, Prasse, & Cantieni, 2018; Voogt, Knezek, Christensen, & Lai, 2018). Sie beschreiben die zentralen Faktoren oder Eigenschaften von Lehrpersonen und Schulen, die zur Nutzung digitaler Ressourcen in Schule und Unterricht beitragen. Mit wechselnder Schwerpunktsetzung, sind diese Eigenschaften fester Bestandteil der meisten Erhebungen zur Integration von ICT bzw. zur Digitalisierung in der Bildung.

3.2.2 Vorbedingungen auf Ebene der Lehrpersonen

«Teacher readiness» beschreibt die Möglichkeit, Bereitschaft und Motivation von Lehrpersonen digitale Ressourcen in ihren Unterricht zu integrieren bzw. so einzusetzen, dass ihr Einsatz Schülerinnen und Schüler beim Lernen unterstützt. Das Ausmass dieser Bereitschaft und der Erfolg des Einsatzes hängen von zwei intrinsischen Eigenschaften der Lehrpersonen ab:

- ihren Fähigkeiten bzw. Kompetenzen und
- ihren Einstellungen bzw. Überzeugungen.

Lehrpersonen, die nicht über ausreichende Fähigkeiten verfügen digitale Ressourcen in ihren Unterricht einzubinden, oder die davon überzeugt sind, dass sich diese Einbindung nicht oder gar negativ auf Lehren und Lernen auswirkt, nutzen vorhandene Ressourcen tendenziell nicht oder nicht effektiv (Petko, Prasse, & Cantieni, 2018; Hermans, et al., 2008; Vannatta & Fordham, 2004; Ertmer, 2005). Sie sind für andere – und gelegentlich auch für die Akteure selbst – nicht leicht zu beobachten und zu bewerten. Sie werden daher gelegentlich als Gelingensbedingungen zweiter Ordnung («second-order barriers») der Integration digitaler Ressourcen bezeichnet (Ertmer, 1999).¹³ Kompetenzen und Überzeugungen sind eng miteinander verknüpft. So werden Überzeugungen gelegentlich als Teil der Kompetenzen von Lehrpersonen charakterisiert (Caena, 2011; European Commission, 2013a), oder Kompetenzbildung als eine Möglichkeit zur Änderung von Einstellungen vorgeschlagen (Ertmer, 1999; Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010).

¹³ Diese Bezeichnung rührt daher, dass die Relevanz von Kompetenzen und Einstellungen u. a. dadurch erkannt wurde, dass trotz erheblicher Investitionen in digitale Technologien im Laufe der vergangenen 30 Jahre, der Umfang der Nutzung dieser Technologien in Schule und Unterricht gering blieb (Ertmer, 1999; Ertmer, 2005; Eickelmann & Vennemann, 2017).

3.2.2.1 Kompetenzen

Die Frage welche Kompetenzen für Lehrpersonen relevant sind, sind unweigerlich mit Annahmen über die Rolle der Lehrperson im Lernprozess und der Definition von «Erfolg» dieses Prozesses verbunden (Caena & Redecker, 2019; Conway, Murphy, Rath, & Hall, 2009). Kompetente Lehrpersonen sind in der Lage angemessen und professionell zu handeln, und dadurch ihre Aufgaben so auszuführen, dass die gewünschten Ergebnisse unter Optimierung von Anstrengungen und Ressourceneinsatz erzielt werden (Koster & Dengerink, 2008). Das Konzept der Kompetenz umfasst damit implizites und explizites Wissen auf pädagogischem, fachlichem und technischem Gebiet (Caena, 2011; European Commission, 2013a; Rychen & Salganik, 2003).

Um zu klären, welche Kompetenzen für eine erfolgreiche Integration digitaler Ressourcen relevant sind, wurden in den vergangenen Jahren eine Reihe wissenschaftlicher Modelle und Berufsstandards entwickelt (vgl. Tiede, Grafe, & Hobbs, 2015; Niederhauser & Lindstrom, 2018). Dazu zählen beispielsweise der Kompetenzrahmen «DigCompEdu» der Europäischen Union (Redecker & Punie, 2017; Caena & Redecker, 2019) oder die US-Amerikanischen Standards der International Society for Technology in Education (ISTE, 2008). Die pädagogischen Hochschulen der Deutschschweiz haben mit dem Gemeinschaftsprojekt Gemeinschaftsprojekt «Medien, Informatik und Anwendungskompetenzen (MIA21)» zur Ausbildung von Lehrpersonen ebenfalls einen solchen Standard entwickelt (Pädagogische Hochschule Schwyz, u. a., 2017; Meisel, et al., 2019). Der Standard orientiert sich an den Inhalten des Modullehrplans für das Fach Medien und Informatik (D-EDK, 2016). Er besagt, dass für das Unterrichten des Modullehrplans Lehrpersonen über fachliche und didaktische Fähigkeiten in folgenden Bereichen verfügen müssen:

- Digitale Ressourcen als Lerngegenstand («Lernen über Medien»):
 - Medien: Lehrpersonen sollen in der Lage sein sich in der Mediengesellschaft zu orientieren, Medien und Medienbeiträge zu verstehen und zu beurteilen, Medienbeiträge zu produzieren, sowie Medien unter Berücksichtigung geltender Gesetze, Sicherheits- und Verhaltensregeln zu nutzen, um zu kommunizieren und zu kooperieren.
 - Informatik: Lehrpersonen sollen über grundlegende Kenntnisse der Informatik (Prinzipien, Daten und Datenstrukturen, Algorithmen und Informatiksysteme) und des «computational thinking» (der Logik der computerbasierten Lösung von Problemen) verfügen.

- Digitale Ressourcen als Instrument («Lernen mit Medien»):
 - Anwendungswissen: Lehrpersonen sollen digitale Geräte sicher bedienen können, und diese Geräte zielgerichtet und wirkungsvoll für die Beschaffung, Aufbereitung, Produktion und Präsentation von Informationen einsetzen können.
 - Mediendidaktische Kompetenzen: Lehrpersonen sollen fähig sein, digitale Ressourcen in allen Fächern didaktisch effektiv und effizient einzusetzen.

Auf wissenschaftlicher Seite hat das «Technological, Pedagogical and Content Knowledge» (TPACK) Modell (Mishra & Koehler, 2006; Koehler & Mishra, 2009) grosse Aufmerksamkeit für die Beschreibung und Messung der Kompetenzen von Lehrpersonen gewonnen (Voogt, Fisser, Roblin, Tondeur, & Braak, 2013). Es betont insbesondere die Bedeutung des Zusammenspiels der verschiedenen Kompetenzen, über die Lehrpersonen verfügen müssen, um erfolgreich mit digitalen Ressourcen unterrichten zu können. Kernaussage des Modells ist, dass der pädagogisch sinnvolle Einsatz digitaler Ressourcen aus der Kombination von pädagogischem, fachlichen und technischem Wissen entsteht («Technological pedagogical content knowledge»). Das heisst Lehrpersonen bedürfen nicht nur technischer Kompetenzen («Technological knowledge»). Sie müssen darüber hinaus wissen, wie digitale Ressourcen mit ihrem fachlichen («Content knowledge»), pädagogischen («Pedagogical knowledge») und fachlich-pädagogischen Wissen («Pedagogical content knowledge») interagieren. Anders gesagt, Lehrpersonen benötigen ein Verständnis dafür, wie digitale Ressourcen sinnvoll eingesetzt werden können, um das Lehren und Lernen allgemein zu unterstützen («Technological Pedagogical Knowledge»), und das Erlernen fachspezifischer Inhalte zu erleichtern («Technological Content Knowledge»).

Gemeinsam ist wissenschaftlichen Modellen wie Berufsstandards, dass die durch sie beschriebenen Kompetenzen vergleichsweise generisch bleiben. Sie lassen daher Raum für unterschiedliche Interpretationen und Gewichtungen der einzelnen Kompetenzen. Dies führt auch dazu, dass sich einzelne Anwendungen desselben Modells bei der Messung der Kompetenzen teilweise erheblich unterscheiden (Voogt, et al., 2013; Kluzer, et al., 2018). Neben der wissenschaftlichen Literatur, haben sich, insbesondere in nationalen und internationalen Erhebungen, auch eher pragmatisch ausgerichtete Messmethoden etabliert. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass Items meist ohne Rückgriff auf theoretische Kompetenzmodelle ad-hoc entwickelt werden. Andere versuchen eine Näherung an die Kompetenzen der Lehrpersonen durch die Abfrage ihrer Teilnahme an Weiterbildungen, oder darüber für wie gross Lehrpersonen ihren Entwicklungsbedarf in bestimmten Bereichen einschätzen (OECD, 2014).

3.2.2.2 Einstellungen und Überzeugungen

Für die Entscheidung von Lehrpersonen, digitale Ressourcen in ihren Unterricht zu integrieren, spielen neben den Kompetenzen, Einstellungen und Überzeugungen eine entscheidende Rolle (Ertmer, 1999; Ertmer, 2005; Ottenbreit-Leftwich, Kopcha, & Ertmer, 2018). Dazu zählen die wahrgenommene Selbstwirksamkeit («self-efficacy»),¹⁴ die Einschätzung eigener Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Ressourcen, grundlegende pädagogische Überzeugungen über das Lehren und Lernen und die Bedeutung, die digitalen Ressourcen in diesen Überzeugungen zukommt sowie die Offenheit gegenüber der Änderung eingeübter pädagogischer Praktiken (Eickelmann & Vennemann, 2017; Ottenbreit-Leftwich, Kopcha, & Ertmer, 2018).

Einstellungen und Überzeugungen beschreiben die emotionale Wertung, mit der eine Person ein bestimmtes Verhalten oder einen Sachverhalt belegt (Fishbein & Ajzen, 1975). Sie sind ein Amalgam kognitiver, affektiver und handlungsleitender Komponenten, die als «a subjective element of knowledge that an individual considers true and important in relation to a specific subject» (Petko, 2012, S. 1353) verstanden werden können. Sie wurzeln in den grundlegenden Werten von Personen und sind ein elementarer Bestandteil ihrer persönlichen Identität (Pajares, 1992; Ertmer, 2005). Einstellungen und Überzeugungen, sowohl allgemein-pädagogischer Natur als auch im Hinblick auf die Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht, spielen eine fundamentale Rolle für die Bereitschaft von Lehrpersonen digitale Ressourcen in ihren Unterricht zu integrieren (Ertmer, 2005; Petko, 2012; Eickelmann & Vennemann, 2017; Ottenbreit-Leftwich, Kopcha, & Ertmer, 2018; Durff & Carter, 2019). Petko (2012) untersuchte Vorbedingungen der Nutzung digitaler Ressourcen unter 357 Lehrpersonen der Sekundarstufe I im Kanton Schwyz. Es zeigte sich, dass diejenigen Lehrpersonen, die der Überzeugung waren, dass Computernutzung einen positiven Effekt auf Lernleistungen haben, ihre Schülerinnen und Schüler deutlich häufiger Computer für die Bearbeitung von Schulprojekten nutzen liessen, als weniger überzeugte Kollegen.

Die wissenschaftliche Literatur hat in den vergangenen Jahrzehnten eine Reihe von Modellen und Messinstrumenten entwickelt, mit dem Ziel relevante Einstellungen und Überzeugungen von Lehrpersonen in Bezug auf die Nutzung digitaler Ressourcen zu erfassen (vgl. Niederhauser & Lindstrom, 2018). So zeigen Untersuchungen auf Basis des «Technology Acceptance Model» (Davis, 1985), dass die Einschätzung von Nützlichkeit («perceived usefulness») und Benutzerfreundlichkeit

¹⁴ Selbstwirksamkeit bezeichnet die Überzeugung einer Lehrperson digitale Ressourcen in den Unterricht integrieren zu können (Ottenbreit-Leftwich, Kopcha, & Ertmer, 2018; Knezek & Christensen, 2016).

(«perceived ease of use») einer Technologie zentrale Voraussetzungen für die Bereitschaft zur Nutzung dieser Technologie sind (vgl. Scherer & Teo, 2019). Das «Will, Skill, Tool» Modell bzw. das erweiterte «Will, Skill, Tool, Pedagogy» Modell (Knezek & Christensen, 2016) dagegen postuliert, dass das Konzept «Einstellungen gegenüber dem Einsatz digitaler Ressourcen im Unterricht» aus acht Dimensionen besteht. Neben deren Nützlichkeit («Utility») und der gefühlten Einfachheit und dem Selbstvertrauen bei der Nutzung («Comfort»/«Anxiety») zählen dazu auch die Bereitschaft zum Erlernen des Umgangs mit diesen Ressourcen («Avoidance»/«Accommodation»), die Einschätzungen zur Bedeutung digitaler Technologien auf Gesellschaft und Arbeitswelt, sowie allgemeine emotionale Reaktionen («Semantic Perception») auf diese Technologien (Christensen & Knezek, 2009; Knezek & Christensen, 1997). Empirische Untersuchungen legen nahe, dass insbesondere die Dimensionen «Utility», «Semantic Perception» und die Überzeugung, dass digitale Technologien in der Arbeitswelt zunehmend wichtig werden einen Einfluss auf die Integration digitaler Ressourcen durch Lehrpersonen haben. Werden diese Dimensionen als alleinige Prädiktoren in einer linearen Regression verwendet, so lässt sich etwa 30 % der Varianz in der Nutzung digitaler Ressourcen durch Lehrkräfte erklären (Knezek & Christensen, 2016).

3.2.3 Vorbedingungen auf Ebene der Bildungsinstitutionen

Die Bedeutung der Bereitschaft und Fähigkeit von Lehrpersonen als Vorbedingung für die zielgerichtete und effiziente Nutzung digitaler Ressourcen ist weitgehend unbestritten. Sowohl in Modellen als auch in der empirischen Forschung sind höhere Kompetenzen und eine positive Einstellung gegenüber Technologien und ein stärker schüler-zentrierter Unterricht in der Regel mit einer intensiveren Nutzung digitaler Ressourcen verbunden.

Der Grad der Umsetzung individueller Bereitschaft und Fähigkeiten wird allerdings durch Bedingungen auf der Ebene der Bildungseinrichtung in der die Lehrperson tätig ist beeinflusst. Diese Bedingungen – als «school readiness» bezeichnet – beinhalten neben einer hinreichenden Ausstattung der Schulen mit digitalen Ressourcen vor allem die Bedeutung die diesen Ressourcen seitens der Schulleitung, des Lehrerkollegiums und übriger Anspruchsgruppen (z. B. Elternvertretungen) für das Lehren und Lernen zugesprochen wird (Ottenbreit-Leftwich, et al., 2018; Durff & Carter, 2019; Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010).

3.2.3.1 Ausstattung mit digitalen Ressourcen

Politische Prioritäten im Bereich digitaler Ressourcen, insbesondere in entwickelten Ländern, haben sich in vergangenen Jahren verändert (vgl. Conrads, et al., 2017; Eickelmann, 2018). Während der Sicherstellung der Ausstattung von Bildungseinrichtungen mit digitaler Infrastruktur lange höchste Priorität eingeräumt wurde, lässt sich in jüngerer Zeit eine Verschiebung der Schwerpunktsetzung feststellen. Dabei rückt zunehmend die Befähigung von Lehrpersonen diese Infrastruktur angemessen einzusetzen ins Zentrum politischer Überlegungen und Strategien.

Nichtsdestotrotz ist und bleibt das Vorhandensein einer (adäquaten) technischen Infrastruktur eine unverzichtbare und notwendige Voraussetzung für deren Nutzung in Schule und Unterricht (Cattaneo, 2018). Schülerinnen und Schüler werden kaum oder keine Laptops, Lernprogramme oder ähnliches im Unterricht einsetzen, wenn entsprechende Ressourcen seitens der Schule nicht zur Verfügung gestellt werden. Dies unabhängig von den Kompetenzen, Einstellung und Motivation ihrer Lehrperson. Zudem ermöglichen technische Lösungen oft erst die Anwendung von anderweitig nicht oder nur schwer umsetzbaren pädagogischen Konzepten. Das Zusammenspiel von immer besserer maschineller Rechenleistung, moderner Algorithmen und der Bereitstellung von Inhalten in digitalisierter Form haben beispielsweise personalisiertes und individualisiertes Lernen erst für ein breites Publikum zugänglich gemacht (Izmestiev, 2012; Järvelä, 2006).

Die Bereitstellung einer «adäquaten» technischen Infrastruktur ist ohne Zweifel fundamental für die Integration dieser Infrastruktur in den Schulalltag. Weniger klar ist dagegen welche Ausstattung als «adäquat» zu betrachten ist. Dies ist zum einen der raschen technischen Entwicklung auf dem Gebiet der Informationstechnologie geschuldet, die zu einer schnellen Abfolge der jeweils aktuell als relevant betrachteten Technologien und Ressourcen führt (Lorenceau, Marec, & Mostafa, 2019). Entsprechend rasch veraltet auch Forschungswissen in Bezug auf die optimale Ausstattung von Schulen mit digitaler Infrastruktur. Zum anderen ist die Frage, was als «adäquat» betrachtet wird in erheblichem Umfang von den Anforderungen und Wünschen derjenigen Person abhängig, die die Ressourcen einsetzt.

Auf Ebene der Bildungsverwaltung wurden und werden in unregelmässigen Abständen Leitfäden zuhanden der Schulen herausgegeben, die es Schulleitung und -verwaltung ermöglichen sollen, die notwendigen Entscheidungen bei der Bereitstellung einer «adäquaten» Infrastruktur zu treffen. Beispiele auf internationaler Ebene sind die Guidelines des US-amerikanischen Office of Educational Technology (Office of Educational Technology, 2017) oder der deutschen Bundes-

länder (z. B. Staatsministerium für Kultus, 2019; Ministerium für Bildung, 2019; Giering & Obermöller, 2017). Auch in der Schweiz wurden in den vergangenen Jahren mehrere solcher Leitfäden herausgegeben (z. B. SFIB, 2006; Städteinitiative Bildung, 2019). Insbesondere auf Ebene der Kantone wurden im Rahmen der Einführung des Moduls «Medien und Informatik» bzw. «MITIC» im Rahmen der sprachregionalen Lehrpläne solche Empfehlungen entwickelt (siehe Kapitel 4.4.1). Auch die EDK erarbeitet im Rahmen ihrer Massnahmenplanung zur Digitalisierungsstrategie aktuell eine Empfehlung zur Ausstattung der Schulen mit technischer Infrastruktur und digitalen Diensten (EDK, 2019).

3.2.3.2 Schulkultur und Vision

Normen und Verhaltenserwartungen spielen eine wichtige Rolle bei der sozialen Steuerung von Verhalten. Sie definieren – oft implizit – welche Verhaltensweisen in welchen Zusammenhängen erwartet und als angemessen empfunden werden (vgl. Schultz, et al., 2007). Normen bestehen sowohl auf kultureller und gesellschaftlicher Ebene, als auch Ebene kleinerer Einheiten (wie z. B. einer Schule oder eines Kollegiums). Sie sind essentieller Teil der Kultur einer Organisation oder Gruppe, und beeinflussen das Verhalten und die Überzeugungen von Individuen als Mitglieder dieser Einheit (Flamholtz & Randle, 2014). Innerhalb einer Schule oder eines Lehrerkollegiums steuern Normen und Organisationskultur unter anderem, welche Werte und Ziele als relevant, welche Unterrichts- und Bewertungsmethoden als geeignet und welche Materialien für welche Zwecke als angebracht betrachtet werden (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010). Sie haben damit einen zentralen Einfluss darauf, was die zentralen Anspruchsgruppen einer Schule (Schulleitende, Lehrpersonen, Schülerinnen und Schüler, Eltern und Erziehungsberechtigte) als qualitativ solide und effiziente Bildung verstehen, und welche Rolle digitale Ressourcen für das Erreichen dieser Bildungsziele spielen (ten Brummelhuis & Amerongen, 2011).

Eine Schulkultur, die digitale Kompetenzen von Lehrpersonen wertschätzt, Überzeugungen zum pädagogischen Mehrwert digitaler Ressourcen teilt und die Nutzung dieser Ressourcen für Lernen und Lehren unterstützt, hat sich als wichtige Voraussetzung dafür erwiesen, dass digitale Technologien und damit verbundene pädagogische Methoden auch tatsächlich eingesetzt werden (Tondeur, et al., 2009; Petko, et al., 2015; Prasse, 2012; Petko, Prasse, & Cantieni, 2018; Ayub, Bakar, & Ismail, 2015; Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010; Durff & Carter, 2019; Hennessy, Ruthven, & Brindley, 2005). So identifizierten Lehrpersonen in einer Studie von Ertmer, et al. (2012) die ablehnende Haltung von Kollegen als wichtiges Hindernis bei der Integration digitaler Ressourcen in ihren Unterricht. Petko, Prasse & Cantieni (2018) zeigen, dass Unterschiede in der Schulkultur («school

readiness»), definiert als Kombination aus technischen und kulturellen Aspekten, zu erheblichen Unterschieden in der Integration digitaler Ressourcen durch 349 Schweizer Primarschullehrpersonen führten. Unterschiede waren vor allem darauf zurückzuführen, dass die Schulkultur Überzeugungen und Einstellungen von Lehrpersonen beeinflusste, die ihrerseits Einfluss auf die Häufigkeit nahm, mit der Lehrpersonen ihre Schülerinnen und Schüler digitale Ressourcen zur Bearbeitung von Projekten nutzen liessen.

Eine digitalaffine Schulkultur zeichnet sich durch eine Reihe von Merkmalen aus, die auf formeller wie informeller Ebene die Bedeutung digitaler Ressourcen für Lehren und Lernen artikuliert. Auf Ebene der Schule zählen dazu, dass Ziele für die Nutzung digitaler Ressourcen klar definiert sind, dass Anreize für Lehrpersonen bestehen berufliche Weiterentwicklungen in diesem Bereich wahrzunehmen, dass pädagogische und technische Unterstützung durch Schule oder Schulverwaltung sichergestellt wird, und dass Lehrpersonen die Möglichkeit haben sich regelmässig untereinander, aber auch mit anderen Anspruchsgruppen auszutauschen (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010; Somekh, 2008; Petko, Prasse, & Cantieni, 2018). Entsprechend wichtig sind die Überzeugungen, Kompetenzen und der Führungsstil von Schulverwaltung und Schulleitung, um die Entwicklung einer Schulkultur in diesem Sinne zu ermöglichen (Louis, et al., 2010; Chang, 2012; Christensen, et al., 2018; Dexter, 2018).

3.2.3.3 Zusammenfassung und Bedeutung für den aktuellen Bericht

Lehrpersonen und Lernende setzen digitale Ressourcen in unterschiedlichem Umfang, mit unterschiedlichen Zielen und unterschiedlichem Erfolg für (formelles) Lernen und Lehren ein. Eine Reihe von Faktoren auf Ebene der Lehrpersonen und der Schule haben sich dabei als aussagekräftig für die Erklärung dieser Unterschiede erwiesen. Qualitative wie quantitative Studien legen nahe, dass kompetente, vom Mehrwert digitaler Ressourcen überzeugte Lehrpersonen entscheidend dafür sind, dass digitale Ressourcen pädagogisch sinnvoll und damit lernfördernd in Lehren und Lernen eingesetzt werden. Für die Entfaltung ihrer Kompetenzen und die Realisierung ihrer Überzeugungen sind diese Lehrpersonen auf ein schulisches Umfeld angewiesen, das den Einsatz digitaler Ressourcen gutheisst und unterstützt, und die notwendige technische Infrastruktur zur Verfügung stellt.

Für den vorliegenden Bericht werden daher Informationen zur Ausstattung von Schulen in der Schweiz mit digitalen End- und Peripheriegeräten und weiterer technischer Infrastruktur ausgewertet. Ebenfalls berücksichtigt werden Informationen zu Modalitäten des Zugangs zum Internet. Wo vorhanden, sollen zudem

Informationen zur Qualität dieser Güter und Dienstleistungen berücksichtigt werden. Zur Messung der Qualität scheinen insbesondere subjektive Qualitätsbeurteilungen der betroffenen Anspruchsgruppen, insbesondere von Lehrpersonen und Lernenden, relevant. Das Aufgreifen von technischen Spezifikationen ergibt nur dann Sinn, wenn, wie im Fall der Bandbreite eines Internetanschlusses, von diesen Faktoren sinnvoll auf die Qualität des Produkts geschlossen werden kann.

Auf Ebene der Schulen spielt zudem der Grad der Unterstützung eine Rolle, den Lehrpersonen bei der Integration digitaler Ressourcen erfahren. Da kein etabliertes Modell für die Beschreibung einer digitalaffinen Schulkultur besteht, orientiert sich die Informationssuche in diesem Bereich an den Ergebnissen der wissenschaftlichen Literatur, wie in Kapitel 3.2.3.2 zusammengefasst.

Schliesslich hat sich gezeigt, dass Kompetenzen und Überzeugungen der Lehrpersonen wichtig sind, um Unterschiede zwischen Lehrpersonen in der Nutzung digitaler Ressourcen zu beschreiben. Aus diesem Grund versucht der vorliegende Bericht Informationen über diese Eigenschaften von Lehrpersonen aufzugreifen und zusammenzufassen. Die Literaturübersicht in Abschnitt 3.2.2.1 legt nahe, dass Kompetenzen von Lehrpersonen in Bezug auf digitale Ressourcen kein eindimensionales Konstrukt sind. Dementsprechend werden, wo möglich, insbesondere Unterschiede zwischen Anwendungskompetenzen und mediendidaktischen Kompetenzen dargestellt.

Im Hinblick auf Einstellungen geht die Überzeugung, dass digitale Ressourcen nützlich sind bzw. lernfördernd wirken modellübergreifend als zentrales Element aus der empirischen Literatur hervor. Wo möglich wird der vorliegende Bericht daher Informationen zur Verbreitung dieser Überzeugung unter Lehrpersonen (und anderen schulischen Anspruchsgruppen) aufgreifen. Da Ergebnisse im Hinblick auf die Bedeutung weiterer Einstellungskomponenten uneinheitlich sind, und sich selbst die Definition dieser Komponenten von Modell zu Modell unterscheidet, wird im Weiteren aber auch opportunistisch diejenige Information aufgegriffen, die seitens der Datenquelle als Einstellungsmerkmal bezeichnet wird.

Zusammenfassend stellen sich auf Ebene von Schule und Lehrpersonen damit vier Bereiche für die Beschreibung bzw. Erklärung der Integration digitaler Ressourcen in Lehren und Lernen als relevant heraus. Sie sind schematisch in Abbildung 3 dargestellt.



Abbildung 3: Relevante Bereiche für das Monitoring der Digitalisierung auf Ebene von Schule und Unterricht

3.2.4 Vorbedingungen auf Ebene des Bildungssystems

Ob Lehrpersonen und Schulleitungen über ausreichende Kompetenzen oder Schulen über eine adäquate Infrastruktur verfügen wird zumindest in Teilen von Faktoren bestimmt, die ausserhalb der Kontrolle der einzelnen Bildungsinstitution und ihrer Mitarbeiter liegen (Davies & West, 2014). Diese Faktoren werden von den rechtlichen, organisatorischen und finanziellen Rahmenbedingungen des Bildungssystems definiert. Sie legen beispielsweise fest in welchem Umfang Schulen mit Mitteln ausgestattet werden, um die notwendige technische Infrastruktur zu beschaffen und zu unterhalten, oder welche Lehrmittel für den Unterricht zugelassen sind.

Die Bedeutung, die der Schaffung adäquater Rahmenbedingungen zukommt, ist ohne Zweifel gross. Internationale Organisationen wie die OECD (2015a), die UNESCO (2011) oder die Weltbank (Trucano, 2016) haben in den vergangenen Jahren wiederholt auf deren Bedeutung für die Digitalisierung in der Bildung hingewiesen. Vergleichende politische Studien im internationalen Umfeld haben dabei drei zentrale Bereiche identifiziert, in denen Entscheidungen auf Ebene des Bildungssystems Einfluss auf die Integration digitaler Ressourcen in Lehren und Lernen nimmt (Conrads, et al., 2017; European Commission/EACEA/Eurydice, 2019; Kozma, 2011):

- **Strategien und Massnahmen:** Strategien definieren die politischen Prioritäten und Zielsetzungen in einem Aktionsfeld. Sie tragen so dazu bei, eine gemeinsame Vision für den Einsatz digitaler Technologien und Ressourcen bei allen Akteuren des Bildungssystems zu schaffen und so Ziele und Ergebniserwartungen transparent zu machen (Balanskat, Bannister, Hertz, Sigillò, & Vuorikari,

2013). Auf Strategien abgestimmte Massnahmen definieren Verantwortlichkeiten, spezifizieren Zwischenschritte, evaluieren Fortschritte in Bezug auf die strategischen Zielen und sichern die greifbare Unterstützung für die Umsetzung der gemeinsamen Vision bei den Bildungsakteuren (Conrads, et al., 2017; European Commission/EACEA/Eurydice, 2019). Sie ermöglichen dadurch, dass rechtliche, finanzielle und organisatorische Rahmenbedingungen so gesetzt und angepasst werden können, dass die Nutzung digitaler Ressourcen für Lehre und Lernen optimal gefördert wird.

- **Lehrpläne und Curricula:** Durch die Schwerpunktsetzung bei der Entwicklung und Einführung von Lehrplänen und die Vorgabe von Lehrmitteln nehmen administrative und politische Entscheidungen direkten Einfluss auf die Abläufe in Unterricht und Klassenzimmer. Sie bestimmen, zumindest in Teilen, welche Inhalte mit welchen Mitteln unterrichtet werden und welche Ziele damit erreicht werden sollen. Sowohl in der Schweiz, als auch im europäischen Ausland wurden computer- und informationsbasierte Kompetenzen im Laufe der vergangenen Jahre in zunehmendem Umfang in die Lehrpläne integriert (D-EDK, 2016; European Commission/EACEA/Eurydice, 2019). In der lateinischen Schweiz wird der Lehrplan derzeit diesbezüglich aktualisiert (CIIP, 2018). Zudem sieht der Massnahmenplan der EDK die Definition eines schweizweit gültigen Bezugsrahmens für digitale Kompetenzen von Lernenden der obligatorischen Schule vor (EDK, 2019). Lehrpläne definieren häufig nicht nur welche Kompetenzen Schülerinnen und Schüler im Zusammenhang mit digitalen Medien erwerben sollen, sondern auch in welchem Umfang (z. B. die dafür vorgesehene Stundendotation) und in welcher Form diese neuen Kompetenzen in den bestehenden Fächerkanon integriert werden sollen (z. B. als eigenständiges Fach oder integriert in andere Unterrichtsfächer).
- **Inhalte und Struktur der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen:** Umfang und Erfolg der Integration digitaler Ressourcen in Lehren und Lernen ist in erheblichem Masse von den Fähigkeiten und Überzeugungen der Lehrpersonen abhängig (siehe oben). Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen in diesem Bereich ist daher ein zentrales Anliegen des Bildungssystems. Während pädagogische Hochschulen in der Schweiz über weitgehende Autonomie bei der Gestaltung der Inhalte von Aus- und Fortbildungen für Lehrpersonen verfügen, kann die Bildungspolitik bzw. -verwaltung Einfluss über formale Kriterien und Empfehlungen nehmen.

Während die Bedeutung von Entscheidungen der Bildungsverwaltung und -politik für die Integration digitaler Ressourcen in Lehre und Lernen intuitiv einleuchtend ist, ist ihr Einfluss bislang nur im Rahmen von Fallstudien und Berichten

internationaler Organisationen plausibilisiert worden (z. B. Austin & Hunter, 2013; UNESCO, 2011). Wie ausgeprägt ihr Einfluss tatsächlich ist, ist bislang aber weitgehend ungeklärt.

3.2.4.1 Zusammenfassung und Relevanz für den aktuellen Bericht

Die Bedeutung von Entscheidungen auf Ebene des Bildungssystems für den Einsatz digitaler Ressourcen in Lehren und Lernen ist gross. Sie definieren die politischen, organisatorischen und finanziellen Rahmenbedingungen, und ermöglichen damit zuallererst den Einsatz dieser Ressourcen in Unterricht und Schule.

Strategien und Massnahmen von Bund und Kantonen werden in Kapitel 4.4.1 zusammengefasst. Auch die Bedeutung der digitalen Lehrmittel, Technologien und Kompetenzen in interkantonalen Lehrplänen wird dort diskutiert. Struktur und Inhalte der Lehrerinnen- und Lehrerbildung werden im aktuellen Bericht von swissuniversities diskutiert (swissuniversities, 2020). Eine genauere Analyse der Weiterbildungsangebote ist in Form eines weiteren Berichts für Mitte 2021 vorgesehen (swissuniversities, 2020, S. 6). Um Doppelspurigkeiten zu vermeiden, verzichtet der aktuelle Bericht – trotz der fraglos enormen Bedeutung des Themas – auf eine weitere Diskussion.

3.3 Digitalisierung bewerten: Outputs und Outcomes

In den vergangenen Jahren und Jahrzehnten sind erhebliche Mittel in die Ausstattung von Schulen mit digitaler Infrastruktur geflossen. Auch die Nutzung dieser Infrastruktur hat international deutlich an Bedeutung gewonnen (vgl. Lorenceau, Marec, & Mostafa, 2019). Da finanzielle und zeitliche Ressourcen im Bildungswesen begrenzt sind, hätten die dafür eingesetzten Mittel auch für andere Zwecke Verwendung finden können (z. B. für die Anstellung zusätzlicher Lehrpersonen). Entsprechend lautet die am häufigsten gestellte Frage, welchen Mehrwert die Bereitstellung bzw. Integration dieser Infrastruktur für das Bildungssystem liefert, d. h. wie effektiv sie zur Erreichung von Bildungszielen beiträgt (UIS, 2009; Iriti, et al., 2016). Eine weitere relevante Frage ist, ob der erzielte Mehrwert die dafür notwendigen Aufwendungen für Infrastruktur, Weiterbildungen und die Anpassung von Unterrichts- und Lernpraxis rechtfertigt, d. h. wie effizient ihr Beitrag für das Erreichen von Bildungszielen (relativ zu alternativen Verwendungszwecken) ist.

Bildungsziele sind primär in Form von Wissen, Fähigkeiten und Kompetenzen von Lernenden spezifiziert. Beispielsweise definiert die EDK Bildungsziele vornehmlich im Hinblick auf Grundkompetenzen, die Schülerinnen und Schüler im Lauf der obligatorischen Schulzeit erwerben sollen (EDK, 2011). Aus diesem Grund werden in fast allen Erhebungen zu Integration digitaler Ressourcen zusätzlich Informationen zu Lernleistungen von Schülerinnen und Schülern oder zum (wahrgenommenen) Einfluss von digitalen Ressourcen auf diese Leistungen erhoben. Sie stellen auch die mit Abstand häufigste Form der Bewertung dieser Ressourcen in der wissenschaftlichen Literatur dar (Liao & Lai, 2018; Lai & Bower, 2019).

Weitere Kriterien zur Bewertung der Integration digitaler Ressourcen in Lehren und Lernen lassen sich daraus ableiten, wie sich diese Integration auf andere gesellschaftliche Bereiche auswirkt. Das heisst, welchen Beitrag sie jenseits von Kompetenzerwerb und Bildung leisten. Diese Effekte können zum einen direkter Natur sein. Beispielsweise indem die Nutzung digitaler Ressourcen Konsequenzen für Gesundheit oder subjektives Wohlbefinden von Schülerinnen und Schülern oder Lehrpersonen hat. Sie können, zum zweiten, als langfristige Wirkungen des Kompetenzaufbaus innerhalb des Bildungssystems verstanden werden. Beispielsweise indem es gelingt, Schülerinnen und Schülern für lebenslanges Lernen zu motivieren, oder ihre Interessen und Kompetenzen so zu stärken, dass dem erwarteten Fachkräftebedarf im Bereich ICT entsprochen werden kann (IWSB, 2018). Zum dritten, können diese Effekte durch die Aggregation (unabhängiger) Entscheidungen einzelner Akteure entstehen. Zum Beispiel kann die Wahl eines digitalisierten Lehrmittels, einer Lernsoftware oder einer Lernmanagementumgebung durch Kantone oder Schulen Einfluss auf die Angebotsstruktur des jeweiligen Marktes nehmen. Dies kann, unter bestimmten Umständen, zu technologischen Lock-ins und einseitigen Abhängigkeiten des Bildungssystems von einzelnen Anbietern führen.

3.3.1 Outputs auf Ebene von Schülerinnen und Schülern

Auf Ebene von Schülerinnen und Schülern bestehen eine Reihe unterschiedlicher Beweggründe für die Integration digitaler Ressourcen in Lehren und Lernen. Sie reichen von der Verbesserung des Zugangs zu Lernmaterialien, über den Versuch die Lernmotivation zu erhöhen bis hin zu einer Stärkung von Lernleistungen und dem Aufbau von Kompetenzen (Bower, 2017). In einem Übersichtsartikel zu wissenschaftlichen Studien aus den Jahren 2015 bis 2017 zeigen Lai & Bower (2019), dass (die Veränderung von) Lernleistungen das mit weitem Abstand wichtigste Kriterium zur Bewertung des Erfolgs des Einsatzes digitaler Ressourcen in der Bildungsforschung ist (Abbildung 4). Gut 72 % der ausgewerteten

Studien untersuchten mindestens einen Aspekt der Aneignung von Wissen oder Lernleistung. Affektive Elemente wie Motivation, Freude am Lernen oder Einstellungen wurden ebenfalls vergleichsweise häufig als Kriterium zur Bewertung des Einsatzes von digitalen Ressourcen herangezogen. Allerdings wird eine Veränderung von Lerneinstellungen, Lernmotivation oder Freude am Lernen dabei meist als Voraussetzung für eine Veränderung von Lernleistungen verstanden (vgl. Passey, et al., 2004). Ultimatives Ziel des Einsatzes digitaler Ressourcen ist daher auch in diesen Fällen die Verbesserung von Lernleistungen (zumindest eines spezifischen Teils) der Schülerschaft.

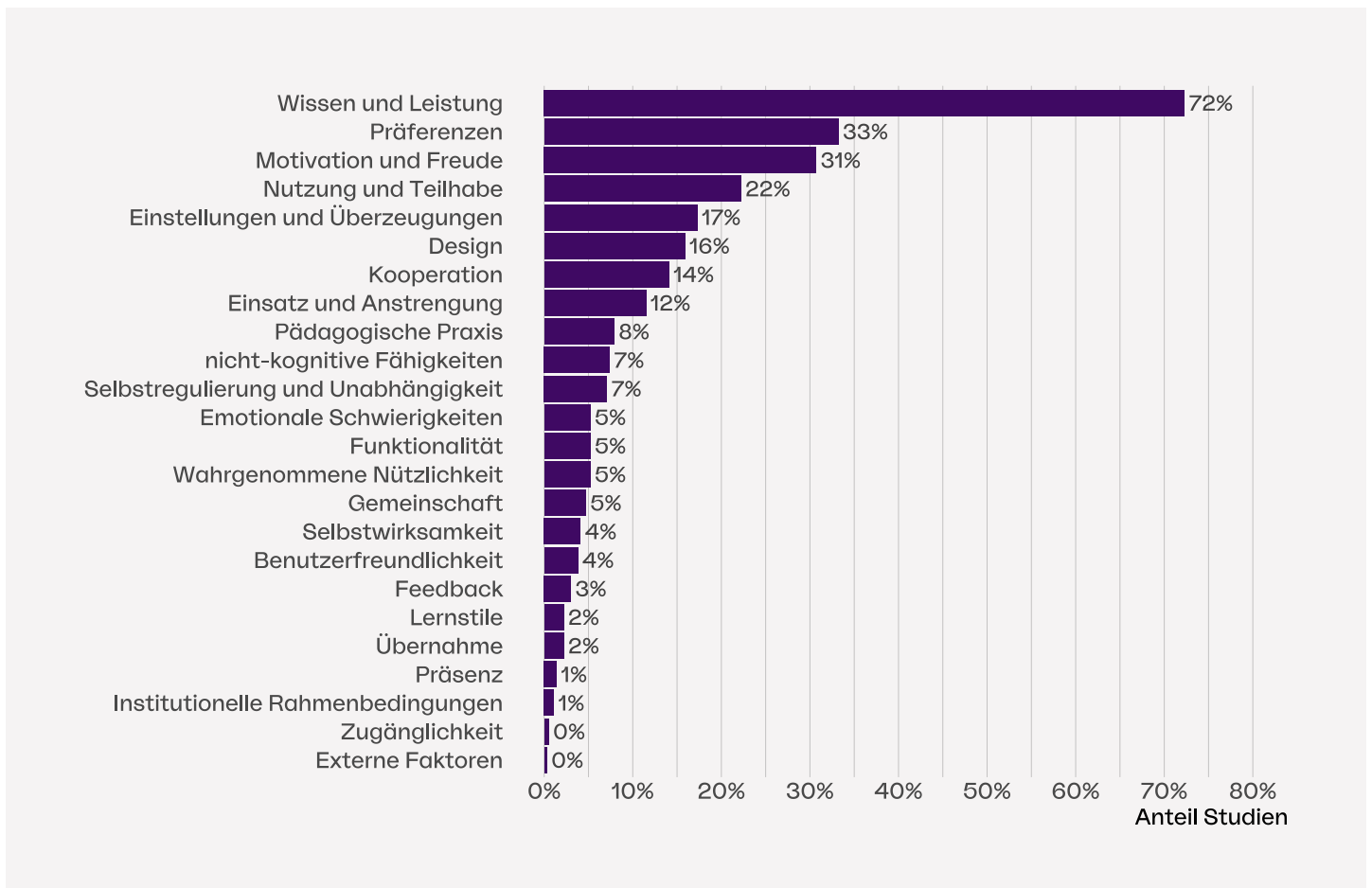


Abbildung 4: Faktoren zur Bewertung des Einsatzes digitaler Ressourcen in Lehren und Lernen
 Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Ergebnisse von Lai & Bower (2019, S. 33).

3.3.2 Ziele des Einsatzes digitaler Ressourcen in Lehre und Lernen

Spätestens seit den 1990er Jahren werden zwei zentrale Ziele der Integration digitaler Ressourcen in Lehren und Lernen diskutiert (vgl. Tondeur, Van Braak,

& Valcke, 2007; Ward & Parr, 2011). Einerseits soll der Einsatz dazu beitragen, dass Schülerinnen und Schüler eine Reihe von medienspezifischen und generalisierten Kompetenzen erwerben, die ihre zukünftige Partizipation in Gesellschaft und Arbeitsmarkt sichert. Andererseits, sollen digitale Ressourcen zur Verbesserung von Lernqualität und Lernleistung an sich beitragen. Im Folgenden werden beide Bereiche kurz beleuchtet.

3.3.2.1 Spezifischer Kompetenzgewinn

Der Einsatz digitaler Ressourcen im Unterricht soll einen Beitrag dafür leisten, dass Schülerinnen und Schüler am Ende der obligatorischen Schulzeit gut auf eine Welt vorbereitet sind, in der diesen Ressourcen eine immer grössere Bedeutung in der Gesellschaft und ein stetig wachsender Einfluss auf den Arbeitsmarkt zu kommt. Das bedeutet: Schülerinnen und Schüler sollen zum einen in der Lage sein mit neuen Technologien, digitalen Inhalten und Kommunikationsformen kompetent und selbstbestimmt umzugehen. Zum anderen müssen sie über das nötige Rüstzeug verfügen, sich in einer immer volatileren, komplexeren, unsicheren und ambivalenten Lebens- und Arbeitswelt zurechtzufinden (vgl. SKO, 2016; Pellegrino & Hilton, 2012). Dazu benötigen sie eine Reihe medienspezifischer und generalisierter, medienunspezifischer Kompetenzen (vgl. Petko, Döbeli Honegger, & Prasse, 2018).

3.3.2.2 Medienspezifische Kompetenzen

Medienspezifische Kompetenzen beschreiben, zumindest in der Tradition der deutschsprachigen Medienpädagogik, die Fähigkeit mit digitalen Ressourcen selbstbestimmt umzugehen. «Dies erfordert, sie zu verstehen, zu erklären, im Hinblick auf Wechselwirkungen mit dem Individuum und der Gesellschaft zu bewerten sowie ihre Einflussmöglichkeiten zu sehen und nicht nur ihre Nutzungsmöglichkeiten zu kennen.» (Brinda, et al., 2016, S. 2). Kompetente Individuen zeichnen sich demnach dadurch aus, dass sie die technischen Fähigkeiten besitzen, digitale Ressourcen anwenden, einsetzen und mitgestalten zu können, sowie über ausreichend Wissen und kritische Distanz verfügen, um Einsatz, Inhalte und gesellschaftlichen Einfluss dieser Ressourcen hinterfragen und evaluieren zu können (vgl. Baacke, 1997). Das Modul «Medien und Informatik» des Lehrplans 21 lehnt sich an dieses Verständnis medienspezifischer Kompetenzen an (Petko, Döbeli Honegger, & Prasse, 2018). Und auch im internationalen Umfeld, lässt sich beobachten, dass Medienkompetenz oft als Zusammenspiel technischer Anwendungs- und Gestaltungsfähigkeiten mit der Fähigkeit zu kritischer Reflektion der (individuellen und gesellschaftlichen) Möglichkeiten, Grenzen und Gefahren von Technik und Inhalten verstanden wird. Allerdings unterscheiden

sich Terminologie und Schwerpunktsetzung teilweise erheblich. So definiert die ICILS 2018 «computer- und informationsbezogenen Kompetenzen» als Konstrukt aus vier Kompetenzbereichen: Wissen über Computernutzung, Informationen sammeln und organisieren, Informationen erzeugen und Informationen verantwortungsvoll und sicher nutzen und austauschen. Davon unterschieden wird das Konstrukt «Computational Thinking», das aus zwei Kompetenzbereichen besteht: Der analytischen Fähigkeit Probleme so zu konzeptualisieren, dass ihre Lösung mit Hilfe eines Computeralgorithmus gefunden werden kann, und der technischen Fähigkeit solche Lösungen zu planen und umzusetzen (Fraillon, et al., 2019; Senkbeil, et al., 2019). Der europäische Kompetenzrahmen für Bürger DigComp (Carretero, Vuorikari, & Punie, 2017) wiederum beschreibt seit der Version 2.0 fünf Bereiche digitaler Kompetenzen: Informationen, Daten und digitale Inhalte durchsuchen, bewerten und verwalten (Information and data literacy), digitale Technologien und Kanäle sicher, angemessen und respektvoll für Kommunikation und Kollaboration nutzen (Communication and collaboration), digitale Inhalte gestalten und Aspekte geistigen Eigentums verstehen (Digital content creation), Geräte, persönliche Daten und Wohlbefinden schützen (Safety), und Probleme mithilfe technischer Mittel analysieren und lösen (Problem solving).

3.3.2.3 Generalisierte Kompetenzen (21st century skills)

Das Konstrukt der generalisierten, nicht medienspezifischen Kompetenzen beschreibt eine Sammlung von Fähigkeiten, die es Individuen erlauben (sollen) den erheblichen Veränderungen von Lebens- und Arbeitswelt zu begegnen, die durch die fortschreitende Entwicklung digitaler Technologien verursacht werden. Zu diesen Veränderungen zählen neben einer zunehmenden Automatisierung von Routinetätigkeiten, u. a. eine Zunahme an Komplexität, eine Beschleunigung von Marktzyklen und Arbeitstempo und eine kürzere Halbwertszeit von relevanten Wissensbeständen (SKO, 2016; Erstad & Voogt, 2018). Eine Annahme lautet, dass in einer solchen Welt eine selbstbestimmte Partizipation an Wirtschaft und Gesellschaft «lies in being able to communicate, share, and use information to solve complex problems, in being able to adapt and innovate in response to new demands and changing circumstances, in being able to marshal and expand the power of technology to create new knowledge, and in expanding human capacity and productivity.» (Binkley, et al., 2012, S. 17). Eine wachsende Anzahl an Frameworks versucht diese Anforderungen zu sammeln und zu systematisieren (van Laar, van Deursen, van Dijk, & de Haan, 2017; Erstad & Voogt, 2018). Sie werden oft unter den Begriffen «21st century skills» (Erstad & Voogt, 2018; Binkley, et al., 2012) oder «Schlüsselkompetenzen» (Rychen & Salganik, 2003; Rat der Europäischen Union, 2018) diskutiert. Diese Sammlungen sind sehr heterogen. Sie beinhalten eine breite Auswahl an unterschiedlichsten Fertigkeiten darunter

technische Fähigkeiten wie Programmieren, analytische Fähigkeiten wie Problemlösekompetenzen oder kritisches Denken, produktive Fähigkeiten wie Kreativität oder Innovationsfähigkeit, interaktive Fähigkeiten wie Kommunikation oder Kollaboration, empathische Fähigkeiten wie interkulturelles Bewusstsein oder nachhaltiges Denken und nicht zuletzt reflektive Fähigkeiten wie Selbstmotivation oder die Bereitschaft zum lebenslangen Lernen. Eine abschliessende, allgemein akzeptierte Liste besteht nicht. Zudem sind Übereinstimmungen zwischen den einzelnen Frameworks begrenzt. van Laar, van Deursen, van Dijk, & de Haan (2017) untersuchten 75 wissenschaftliche, zwischen den Jahren 2000 und 2016 zum Thema veröffentlichte Artikel auf die darin aufgelisteten Kompetenzbereiche. Sie fanden keine einzige Kompetenzdimension, die in mehr als der Hälfte der Studien berücksichtigt wurde.

3.3.2.4 Steigerung von Lehrqualität und Lernzuwachs

Die Integration digitaler Technologien in Lehren und Lernen soll auch dazu beitragen Lehrqualität und Lernzuwachs in verschiedenen Schulfächern, wie Mathematik, Sprachen oder Naturwissenschaften zu steigern. Sie sollen helfen die Effektivität und Effizienz von Lehren und Lernen zu steigern, und Ungleichheiten in Bezug auf Zugang zu Lernressourcen, sowie auf Lernleistung und Lernzuwachs zwischen Schülerinnen und Schülern zu reduzieren. Schaumburg und Prasse (2019) führen vier Bereiche auf, die in der Diskussion um den Mehrwert digitaler Ressourcen in Lehren und Lernen besonders häufig thematisiert werden. Dazu zählen:

- eine Steigerung der Motivation und Lernfreude von Schülerinnen und Schülern,
- die Anreicherung des Unterrichts mit interaktiven, visuellen oder audiovisuellen Darstellungen,
- die Individualisierung von Lernangeboten, beispielsweise um es lernschwachen Schülerinnen und Schülern zu ermöglichen gezielt fehlende Kompetenzen nachzuarbeiten
- die Förderung von aktivem und problembasiertem Lernen, beispielsweise durch die kollaborative Bearbeitung von Projekten.

Um beurteilen zu können in welchem Umfang die tatsächliche Integration digitaler Ressourcen in Lehren und Lernen diesen Erwartungen gerecht wird, bedarf es Informationen über Leistungsstand und -zuwachs von Schülerinnen und Schülern. Dies betrifft sowohl den Bildungsstand in einzelnen Schulfächern, als auch die Kompetenzen in Umgang und Einsatz digitaler Medien. Dementspre-

chend beinhalten alle untersuchten Erhebungen im internationalen Umfeld Masse zur Einschätzung des Leistungsstandards von Schülerinnen und Schülern in verschiedenen Kompetenzfeldern bzw. zur Einschätzung des Einflusses digitaler Ressourcen auf dessen Änderung.

3.3.3 Individuelle Unterschiede von medienspezifischen Kompetenzen erklären

Für die Erklärung von Kompetenzunterschieden zwischen Schülerinnen und Schülern haben sich, neben schulischen Faktoren, vordringlich Eigenschaften als wichtig erwiesen, auf die das Bildungssystem nur indirekt Einfluss hat. Dazu zählen insbesondere Eigenschaften der Schülerinnen und Schüler selbst, sowie der Familien aus denen sie stammen. Unterschiede in der Ausprägung von Kernkompetenzen, wie Mathematik, Naturwissenschaften oder Unterrichtssprache, werden in hohem Masse durch individuelle Eigenschaften wie die Intelligenz bzw. angeborene Begabung, das Geschlecht, die Lernmotivation und die Bildungsaspiration geprägt. Auch spielen familiäre Faktoren, wie Bildung und Beruf der Eltern (als Näherung für die Unterstützung und Interesse des familiären Umfelds an Bildung), oder der sozio-ökonomische Wohlstand der Familie eine wichtige Rolle (vgl. u. a. Dickerson Mayes, et al., 2009; Schütz, Ursprung, & Woessmann, 2008; Broer, Bai, & Fonseca, 2019; SKBF, 2018; Link, 2013). Diese Merkmale haben auch einen Einfluss auf den Erwerb medienspezifischer Kompetenzen (vgl. Fraillon, et al., 2019a; Aesaert & van Braak, 2018).

Für die Vorhersage individueller Unterschiede medienspezifischer Kompetenzen haben sich zudem zwei weitere Merkmale von Schülerinnen und Schülern, und deren familiären Umfeld als relevant erwiesen:

- **Einstellung gegenüber digitalen Ressourcen:** Emotionale Bewertungen von digitalen Technologien im Allgemeinen sowie von der Nutzung dieser Technologien für das Lernen im Besonderen sind eng mit der Ausbildung medienspezifischer Kompetenzen bei Schülerinnen und Schülern verbunden (Aesaert & van Braak, 2018). Schülerinnen und Schüler, die den Umgang mit digitalen Technologien mit positiven Emotionen – Freude, Genuss, Interesse, Zufriedenheit – verbinden, die den Beitrag digitaler Technologien für Gesellschaft und Lernen positiv bewerten, und die keine Ängste oder ausreichend Selbstvertrauen im Umgang mit diesen Technologien haben, weisen in der Regel höhere medienspezifische Kompetenzen auf (Meelissen, 2008). Insbesondere die wahrgenommene Selbstwirksamkeit, d. h. der Glaube an die eigene Fähigkeit, digitale Ressourcen erfolgreich für die Bewältigung von Aufgaben einsetzen zu können, korreliert positiv mit medienspezifischen Kompetenzen (u. a. Garland

& Noyes, 2005; Rohatgi, Scherer, & Hatlevik, 2016; Hatlevik, Throndsen, Loi, & Gudmundsdottir, 2018).

- **Zugang zu und Nutzung digitaler Ressourcen zuhause:** Erfahrungen im Umgang mit digitalen Ressourcen ausserhalb des Schulkontexts sind wichtige Voraussetzungen für den Erwerb medienspezifischer Kompetenzen. Schülerinnen und Schüler, die Zugang zu digitalen Endgeräten und Anwendungen zuhause haben und die über mehr Erfahrung im Umgang mit diesen Ressourcen verfügen, sind besser in der Lage Informationen aus digitalen Quellen zu finden, aufzubereiten, zu bewerten und zu kommunizieren (Aesaert, et al., 2015; Jara, et al., 2015). Allerdings hat sich die private Nutzung digitaler Ressourcen nicht in jedem Fall als förderlich für die Entwicklung medienspezifischer Kompetenzen erwiesen. So zeigen Jara, et al. (2015), dass nur bestimmte Formen der Internetnutzung (z. B. die Nutzung von Suchmaschinen) positiv mit medienspezifischen Kompetenzen zusammenhängen. Andere, wie das Herunterladen von Programmen, Spielen und Musik, oder die Nutzung im Rahmen von Chats scheinen eher schädliche Auswirkungen zu haben.¹⁵

Beide Faktoren – Einstellungen und private Nutzung – sind nicht unabhängig voneinander. So finden Petko, Cantieni, & Prasse (2018) in einer Analyse von Schweizer Teilnehmenden der PISA-Studie 2012, dass die Nutzung digitaler Ressourcen zuhause – sowohl für schulische Zwecke, als auch für Unterhaltungszwecke – ein wichtiges Vorhersagekriterium für die computerbezogene positive Einstellung von Schülerinnen und Schülern sind (siehe auch Hatlevik, et al., 2018; Rohatgi, Scherer, & Hatlevik, 2016). Auch ist fraglich, ob die bislang gefundenen Zusammenhänge zwischen Einstellungen, wahrgenommener Selbstwirksamkeit, Zugang und Nutzung zuhause, und medienspezifischen Kompetenzen tatsächlich kausal interpretiert werden können. Bestehende empirische Untersuchungen nutzen in der Regel Querschnittsdaten und schätzen (bedingte) Korrelationen. Ein kausaler Effekt von Einstellungen auf Nutzung oder Kompetenzen wird meist theoretisch hergeleitet. Dabei ist zumindest vorstellbar, dass Schülerinnen und Schüler, die über höhere medienspezifische Kompetenzen verfügen eher positive Einstellungen gegenüber der Nutzung von digitalen Ressourcen entwickeln, und eher dazu tendieren diese Ressourcen für private oder schulische Zwecke zu nutzen.

¹⁵ Medienspezifische Kompetenzen («digital literacy») wird in der Studie von Jara (2015) auf Basis des chilenischen «digital skills» Tests (SIMCE TIC) gemessen (ENLACES, 2011). Er bewertet das Antwortverhalten von Schülerinnen und Schülern für drei Dimensionen medienspezifischer Kompetenzen (Informationssammlung und -auswertung, Kommunikation von Ergebnissen und Bewertung sozialer Auswirkungen und Ethik). Dazu simuliert er eine virtuelle Umgebung, in der Schülerinnen und Schüler Applikationen, wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation oder E-Mail kollaborativ nutzen müssen, um die Antwort auf 32 Fragen zu einem verbindenden Thema (Ökologie) zu finden. Die Antworten werden, auf Basis probabilistischer Theorie (vgl. Rost, 2004), auf eine einzige Messdimension reduziert: medienspezifische Kompetenzen.

3.3.4 Outcomes und kumulative Effekte

Jenseits der Effekte auf Lernleistung und Lernzuwachs von Schülerinnen und Schülern (Outputs) kann die Nutzung digitaler Ressourcen individuelle oder soziale Konsequenzen nach sich ziehen. Diese Effekte können zum einen direkter Natur sein. Beispielsweise, indem die Nutzung digitaler Ressourcen Konsequenzen für Gesundheit oder subjektives Wohlbefinden von Schülerinnen und Schülern oder Lehrpersonen hat.

Andererseits können sie als langfristige Wirkungen des Kompetenzaufbaus innerhalb des Bildungssystems verstanden werden. Auf individueller Ebene beträfe dies beispielsweise eine Veränderung der Wahrscheinlichkeit von Erwerbslosigkeit, von Einkommen, Lebenserwartung oder Lebenszufriedenheit, die sich aus veränderten Lernleistungen ergeben. Da Bildung einen Einfluss auf Lebensfaktoren und Lebensrisiken hat (vgl. SKBF, 2018), sollte eine Veränderung des Bildungsniveaus, die mit dem Einsatz digitaler Ressourcen in Lehren und Lernen einhergeht, auch hier zu beobachtbaren Veränderungen führen. Parallel dazu stellt sich die Frage, in welchem Umfang spezifische computer-bezogene Kompetenzen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit zu Arbeiten oder den dadurch erzielten Lohn haben. Auch nicht-kognitive Ergebnisse, beispielsweise die Bereitschaft von Individuen zu Weiterbildung und lebenslangem Lernen, können durch den Einsatz digitaler Ressourcen in Lehren und Lernen geprägt sein. Auf gesellschaftlicher Ebene beträfen langfristige Wirkungen unter anderem die Bereitstellung ausreichender Kompetenzen, um dem erwarteten Fachkräftebedarf im Bereich ICT zu entsprechen (IWSB, 2018).

Zudem können diese Effekte durch die Aggregation (unabhängiger) Entscheidungen einzelner Akteure entstehen. Zum Beispiel, kann die Wahl eines digitalen Lehrmittels, einer Lernsoftware oder einer Lernmanagementumgebung durch Kantone oder Schulen Einfluss auf die Angebotsstruktur des jeweiligen Marktes nehmen. Dies kann, unter bestimmten Umständen, zu technologischen Lock-ins und einseitigen Abhängigkeiten des Bildungssystems von einzelnen Anbietern führen (Döbeli Honegger, Hielscher, & Hartmann, 2018). Marktstrukturen für digitale Endgeräte, Betriebssysteme aber auch Lernmanagementsysteme sind bereits heute in vielen Bereichen durch wenige dominierende Anbieter geprägt (vgl. Calo, 2017). Mit der zunehmenden Bedeutung die dem Einsatz von künstlicher Intelligenz und damit der strategischen Bedeutung grosser Datensätze auch in der Entwicklung von (adaptiven) Lernmitteln zukommt, besteht die Gefahr, dass sich diese Entwicklung weiter verstärkt (Furman & Seamans, 2019). Dies wirft zusätzlich ethische Fragen nach Kontrolle und Schutz (aber auch Nutzung) von Daten zu Lernaktivitäten und -fortschritten auf (Döbeli Honegger, Hielscher, & Hartmann, 2018; educa.ch, 2019).

3.3.5 Zusammenfassung und Bedeutung für den aktuellen Bericht

An den Einsatz digitaler Ressourcen in Lehren und Lernen werden erhebliche Erwartungen geknüpft. Sie sollen dazu beitragen Leistungen und Lernzuwachs in verschiedenen Kernkompetenzen, wie Mathematik, Naturwissenschaften oder Sprachen zu verbessern. Sie sollen auch garantieren, dass Schülerinnen und Schüler zu einem selbstbestimmten, sicheren und verantwortungsvollen Umgang mit diesen Ressourcen befähigt werden. Schliesslich sollen sie Schülerinnen und Schüler dabei unterstützen, eine Reihe von Fähigkeiten zu erwerben, die ihnen die gesellschaftliche und wirtschaftliche Teilhabe in der Lebens- und Arbeitswelt ermöglichen. Diese erfährt durch die technologische Entwicklung immer rasantere Änderungen und stellt immer dynamischere Anforderungen.

Im vorliegenden Bericht soll daher versucht werden, wissenschaftliche Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Einsatz digitaler Ressourcen und allen drei erwähnten Outputs zusammenzutragen.

Einschränkend muss dabei betont werden, dass es kein allgemein akzeptiertes Verständnis davon gibt, welche medienspezifischen und medienunspezifischen Kompetenzen genau relevant sind, um für die Anforderungen einer digitalisierten Welt gerüstet zu sein. Zudem sind viele der bestehenden Kompetenzrahmen in beiden Bereichen nur vergleichsweise ungenau definiert, die darin erwähnten Kompetenzen oft nicht trennscharf und die Validität der eingesetzten Indikatorensysteme ist zumindest fragwürdig (Petko, Döbeli Honegger, & Prasse, 2018). Auf eine explizite Untersuchung von «Medienkompetenzen» oder «21st century skills» wird daher verzichtet. Stattdessen werden einzelne Elemente, so sie aus der Literatur oder den vorhandenen Datenquellen ableitbar sind, ohne festen Bezug zu diesen Frameworks dargestellt.

Da individuelle Eigenschaften sowie der familiäre Hintergrund von Schülerinnen und Schülern für die Erklärung von Unterschieden in Bezug auf medienspezifische Kompetenzen relevant sind, greift der aktuelle Bericht diese Informationen auf. Allerdings beschränkt sich die Darstellung auf Eigenschaften, die primär für die Erklärung dieser Kompetenzen relevant sind (d. h. Einstellungen gegenüber der Nutzung digitaler Ressourcen für das Lernen, sowie die Ausstattung und Nutzung digitaler Ressourcen ausserhalb des Schulkontexts). Informationen zur Ausstattung und Nutzung zuhause haben zudem Einfluss auf die Bewertung der Chancengleichheit zwischen Schülern.

In Bezug auf kumulative Effekte wird der Schwerpunkt insbesondere auf die Wirkungen von Kompetenzen im Umgang mit digitalen Technologien und Res-

sources gelegt werden. Dies betrifft insbesondere private wie soziale Renditen, die mit solchen Kompetenzen erzielt werden können.

3.4 Zusammenfassung und gesamter konzeptioneller Rahmen

Der konzeptionelle Rahmen des vorliegenden Berichts stellt sich somit als Kombination verschiedener Elemente aus unterschiedlichen Ebenen des Bildungssystems dar. Er geht davon aus, dass für ein angemessenes Monitoring der Digitalisierung im Bildungswesen drei Schritte notwendig sind:

- Eine Beschreibung des Standes der Digitalisierung ist notwendig. Das Konzept «Digitalisierung» wird dabei als Integration digitaler Ressourcen (d. h. von Technologien und digitalisierten Inhalten) in Lehre, Lernen und Organisation des Schulalltags verstanden. Es erfasst, wie oft, zu welchem Zweck und mit welchen Zielen Lehrpersonen digitale Ressourcen in ihren Unterricht einbinden bzw. es ihren Schülerinnen und Schülern ermöglichen, mit diesen Ressourcen zu arbeiten.
- Ein Versuch, die Unterschiede zwischen Lehrpersonen und Schulen im Umfang dieser Nutzung zu beleuchten. Dies dient dazu zu verstehen, in welchem Umfang Entscheidungen auf Ebene der Lehrpersonen, der Schule und der Bildungsverwaltung Einfluss auf Entscheidungen über die Nutzung dieser Ressourcen haben.
- Die Frage danach, welchen individuellen und sozialen Mehrwert die Integration dieser Ressourcen in den Unterricht nach sich zieht.

Das gesamte Framework ist zusammenfassend in Abbildung 5 dargestellt. Er macht in nicht unerheblichem Masse Anleihen bei bestehenden nationalen und internationalen Erhebungen (u. a. ten Brummelhuis & Amerongen, 2011; Fraillon, et al., 2019a; 2019b).

Die Darstellung dient primär der Veranschaulichung der verschiedenen Elemente. Es handelt sich nicht um ein Strukturmodell, d. h. es besteht keine Absicht, tatsächliche oder vermutete kausale Zusammenhänge in ihrer gesamten Komplexität darzustellen. Die abgebildeten Pfeile dienen der Veranschaulichung einer Reihe von unvollständigen, grob vereinfachten Zusammenhängen. Mögliche Rückkopplungen zwischen einzelnen Ebenen wurden bewusst ausgeblendet. Es ist beispielsweise plausibel anzunehmen, dass Inhalte und Struktur der Aus- und Weiterbil-

derung von Lehrpersonen an die bestehenden Bedürfnisse und die gelebte Lehrpraxis in den Bildungsinstitutionen angepasst wird. Auch ist denkbar, dass Einstellungen von Schülerinnen und Schülern gegenüber digitalen Geräten einen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit von deren Nutzung im Unterricht haben.

Das Framework beschreibt die Grundelemente - die Bausteine -, die notwendig sind, um zu verstehen, wie, warum und mit welchen Ergebnissen digitale Ressourcen in Schulen der Schweiz eingesetzt werden.

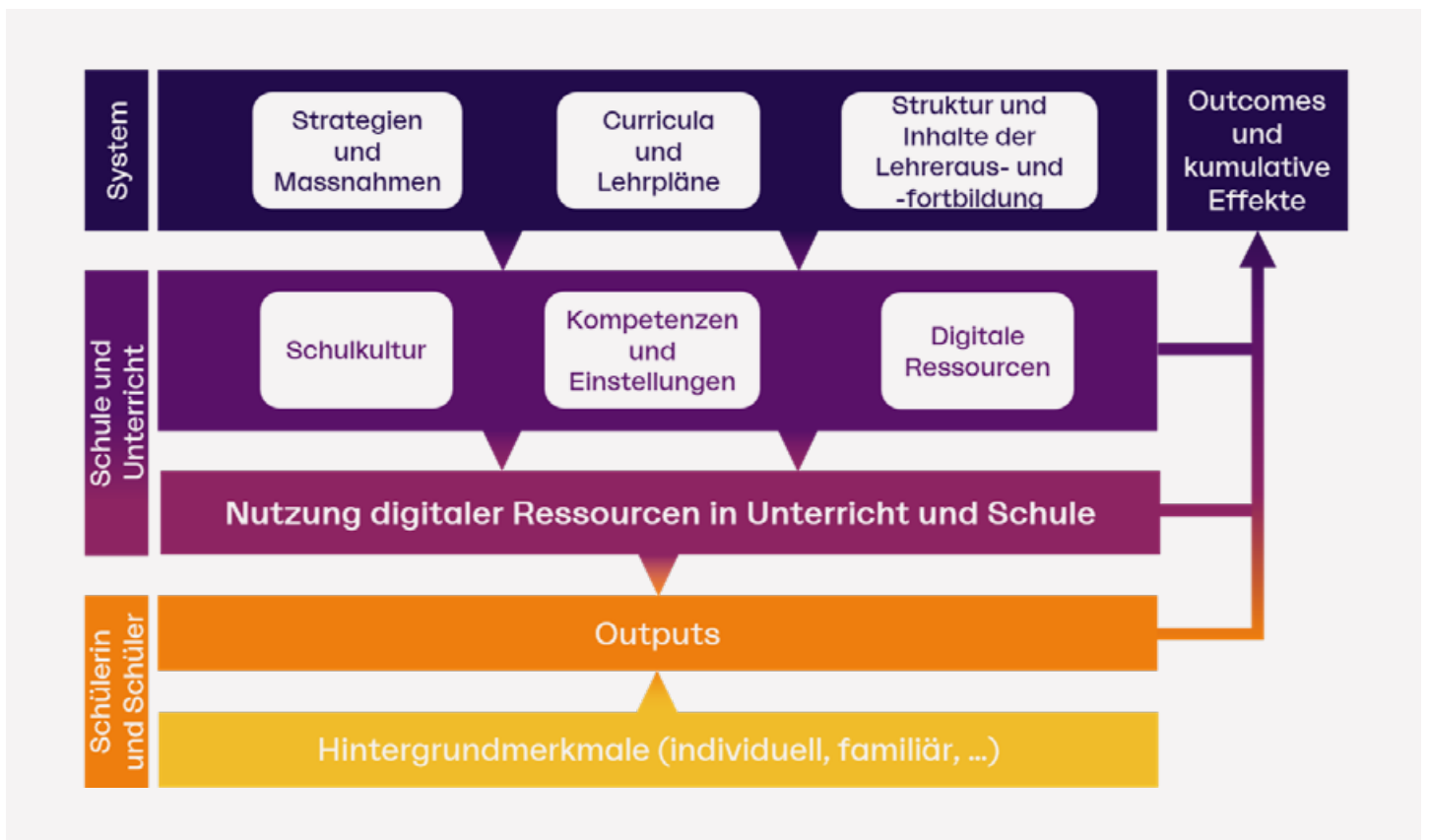


Abbildung 5: Konzeptioneller Rahmen des Berichts

3.5 Kriterien zur Bewertung der Digitalisierung im Bericht

In der Praxis der Bildungsberichterstattung der Schweiz werden drei Kriterien für die Bewertung der Leistungen des Bildungssystems herangezogen (vgl. SKBF, 2007; SKBF, 2018):

- Die **Effektivität** des Bildungssystems beschreibt den Umfang, mit dem gesetzte Bildungsziele realisiert werden.
- Die **Effizienz** des Systems legt dar, in welchem Verhältnis die effektiv erreichten Ziele zu den dafür eingesetzten technischen oder finanziellen Ressourcen stehen.
- Die **Equity** (oder: Chancengerechtigkeit) charakterisiert den Grad der Ungleichverteilung in Bezug auf den Zugang zum Bildungssystem und auf die Outputs des Bildungssystems. Die Equity ist als Mass für die Unabhängigkeit von Bildungszugang und Bildungsergebnissen von sozio-demographischen Merkmalen definiert. Sie wird häufig über die Verteilung sozialer Gruppen (definiert nach Geschlecht, Migrationsstatus oder sozialem Status) auf Ausbildungsgänge und -niveaus, sowie Lernmotivation und -leistungen gemessen. Gleichzeitig ist die Wahrung von Chancengerechtigkeit ein Ziel des Bildungssystems.

Eine tatsächliche Einschätzung aller drei Kriterien hängt damit entscheidend davon ab, in welchem Umfang (operationalisierbare) Ziele des Bildungssystems definiert sind.

3.5.1 Ziele des Einsatzes digitaler Ressourcen

Für den vorliegenden Bericht bedeutet dies folgendes: Für eine Bewertung der Digitalisierung im Bildungssystem nach den oben genannten Kriterien benötigt man eine Vorstellung davon, welche Ziele mit dem Einsatz digitaler Ressourcen verbunden werden.

Es hat in den vergangenen Jahren vermehrt Bestrebungen gegeben solche Ziele zu formulieren. So hat die EDK 2018 im Rahmen ihrer Digitalisierungsstrategie sieben strategische Ziele – untergliedert in 36 operationale Ziele – im Bereich Digitalisierung und Bildung definiert (EDK, 2018a). Diese betreffen, u. a. die Kompetenzen von Schulleitungen und Lehrpersonen, die Ausstattungssituation der Schulen oder die Entwicklung eines «schweizweit gültigen Bezugsrahmen für digitale Kompetenz, der in den entsprechenden Lehrplänen verankert wird» (EDK, 2018a, S. 2).

Ebenso hat der Bund im Rahmen der «Strategie Digitale Schweiz» (BAKOM, 2018), der «Botschaft zur Förderung von Bildung, Forschung und Innovation» in den Jahren 2017-2020 sowie 2021–2024 (Schweizer Bundesrat, 2020; Schweizer Bundesrat, 2016) und des «Aktionsplan Digitalisierung im BFI-Bereich in den Jahren 2019 und 2020» (SBFI, 2017b), Ziele für die Integration digitaler Ressourcen in die Bildung formuliert. Diese Ziele betreffen insbesondere die Stärkung der digitalen Kompetenzen von Lehrpersonen und Schulleitungen, sowie von Schülerinnen und Schülern, und die schnellere Anpassung von vermittelten Kompetenzen an die Bedürfnisse des Arbeitsmarkts.

Die Ziele, die in diesen strategischen Papieren aufgeführt werden, sind allerdings oft sehr generisch definiert. Dies erschwert ihre Operationalisierung erheblich. Die Definition spezifischerer Zielvorgaben bzw. -empfehlungen, beispielsweise im Hinblick auf die Ausstattung der Schulen mit digitalen Ressourcen oder auf die relevanten Kompetenzen der Lernenden, sind als Teil der verschiedenen nationalen und interkantonalen Strategien vorgesehen (EDK, 2019). Die Ergebnisse dieser Überlegungen bis anhin allerdings nicht vor.

Auch auf kantonaler bzw. sprachregionaler Ebene werden eine Reihe von Zielen für die Nutzung digitaler Ressourcen definiert (vgl. Kapitel 4.4.1). Diese Ziele liegen häufig in einem vergleichsweise hohen Detaillierungsgrad vor. Hier besteht aber die Herausforderung darin, dass man Konzepte und sprachregionale Lehrpläne nur begrenzt vergleichen kann. Beispielsweise folgt die Struktur der Kompetenzbeschreibungen in den drei sprachregionalen Lehrplänen keiner gemeinsamen Logik. Dies schränkt die Vergleichbarkeit der Ziele zwischen den Sprachregionen erheblich ein. Zudem sind in einigen Kantonen, insbesondere der Deutschschweiz, die sprachregionalen Lehrpläne noch nicht oder erst vor kurzem umgesetzt worden (vgl. D-EDK, 2020). Bewertungen der Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern auf Basis der in diesen Lehrplänen spezifizierten Anforderungen scheinen daher zumindest für Teile der Schweiz verfrüht.

Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, dass Digitalisierung im Bildungsbereich sowohl als Ziel als auch als Mittel zur Zielerreichung verstanden wird.

Einzelne Aspekte der Digitalisierung können als eigenständiges Ziel oder Zwischenziel des Bildungssystems verstanden werden. So beinhalten sprachregionale Lehrpläne beispielsweise Zielvorgaben in Hinsicht auf die medienpezifischen (digitalen) Kompetenzen, die Schülerinnen und Schüler im Laufe der obligatorischen Schulzeit erwerben sollen (vgl. Kapitel 4.4.4). Kantonale Konzepte formulieren teilweise Empfehlungen oder Mindeststandards bezüglich der Ausstattung der Schulen mit digitaler Infrastruktur (vgl. Kapitel 4.4.1).

Gleichzeitig bestehen erhebliche Erwartungen hinsichtlich des Beitrags digitaler Ressourcen zur Verbesserung (der Qualität) des Lehrens und Lernens an sich (vgl. Schaumburg & Prasse, 2019; Ward & Parr, 2011). Digitale Ressourcen sollen Lernleistungen in allen Fachbereichen verbessern, indem sie u. a. die Motivation und das Engagement von Schülerinnen und Schülern erhöhen, die Personalisierung von Lernangeboten ermöglichen oder die Durchführung von aktivem, problembasiertem Unterricht erleichtern. In dieser Hinsicht ist der Einsatz digitaler Ressourcen vor allem ein Mittel, um weitere Zielvorgaben des Bildungssystems zu erreichen bzw. die Effizienz der Zielerreichung zu erhöhen. Dieser Beitrag digitaler Ressourcen zum fachspezifischen Kompetenzaufbau spielt eine wichtige Rolle in der öffentlichen Diskussion um die Digitalisierung im Bildungsbereich (vgl. Schaumburg & Prasse, 2019), und findet seinen Niederschlag auch in den strategischen Dokumenten von Bund und Kantonen. Allerdings sind auch diese Anforderungen vergleichsweise generisch gehalten.

Auch Ziele, die über die Aneignung von Kompetenzen bzw. über den Bildungsweg hinaus gehen werden mit der Nutzung digitaler Ressourcen in Verbindung gebracht. Sie betreffen in der Regel die lang- und mittelfristigen Konsequenzen des Kompetenzaufbaus auf den Arbeitsmarkt und die gesellschaftliche Partizipation der Bevölkerung. Dazu zählen zum Beispiel ein geringes Risiko arbeitslos zu werden, eine hohe Bereitschaft zu lebenslangem Lernen oder eine gute Passung zwischen in der Schule gelehrt und auf dem Arbeitsmarkt nachgefragten Kompetenzen.

3.5.2 Effektivität und Digitalisierung

Für die Beschreibung der Effektivität der Digitalisierung im Bildungssystem kann aus den oben angeführten Gründen nicht auf ein kohärentes, schweizweit gültiges und operationalisierbares Zielsystem zurückgegriffen werden. Neben den strategischen Dokumenten von Bund und Kantonen, sowie den sprachregionalen Lehrplänen werden im vorliegenden Bericht daher zusätzlich Zieldefinitionen aus der wissenschaftlichen Literatur (siehe Kapitel 3.3) berücksichtigt. Der vorliegende Bericht versucht Ziele näherungsweise zu bestimmen. Eine Herangehensweise ist, verschiedene Kompetenzbeschreibungen in den sprachregionalen Lehrplänen durch ein übergeordnetes Raster vergleichbar zu machen (siehe Kapitel 4.4.4). Ist das nicht möglich, werden Informationen zu den verschiedenen Ebenen des konzeptionellen Rahmens auf bestehende Unterschiede zwischen Bildungsproduzenten (z. B. Ländern der OECD) oder deren Entwicklung über die Zeit dargestellt. Diese Ergebnisse geben daher nicht in allen Fällen Aufschluss darüber in welchem Umfang das Bildungssystem, die sich selbst gesteckten Ziele erreicht hat.

Zudem muss bei der Beschreibung der Effektivität zwischen den beiden, oben beschriebenen Zielvorstellungen in Bezug auf die Digitalisierung unterschieden werden.

Erreichte Zustände kann man dann mit Zielvorgaben abgleichen, wenn Ziele vorgegeben werden die sich explizit auf die Nutzung digitaler Ressourcen beziehen, auf die Vorbedingungen dieser Nutzung oder auf die Konsequenzen, die sich daraus im Hinblick auf die Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im Umgang mit diesen Ressourcen ergeben. Eine Messung der Effektivität in absoluten Grössen ist allerdings nur möglich, wenn die Zielvorgaben in absoluten Grössen formuliert sind. Beispielsweise, lässt sich die Ausstattung von Schulen mit digitalen Endgeräten in Vergleich zu einem vordefinierten Standard setzen. Auch medienspezifische Kompetenzen können relativ zu einem (bspw. durch sprachregionale Lehrpläne) vordefinierten Schwellenwert bewertet werden. In anderen Fällen lassen sich zumindest relative Aussagen über zeitliche und räumliche Vergleiche anstellen (vgl. SKBF, 2007).

Davon zu trennen ist die Frage, in welchem Umfang die Nutzung digitaler Ressourcen das Lehren und Lernen an sich verbessert. Hier bestehen auf bildungspolitischer Seite in der Regel zwar Erwartungen, aber keine detaillierten Zielvorstellungen. Für eine Bewertung der Effektivität von digitalen Ressourcen sind mindestens vier komplementäre methodische Ansätze denkbar. Zum einen, lässt sich bewerten ob und in welchem Umfang digitale Ressourcen in einer Weise eingesetzt werden, die als Voraussetzungen für eine Verbesserung (der Qualität) von Lehren und Lernen gesehen werden (vgl. Schaumburg & Prasse, 2019; Ward & Parr, 2011). Beispielsweise definiert das operative Ziel 3.2 der Digitalisierungsstrategie der EDK, dass «die Chancen individuell anpassbarer Bildungs- und Förderprozesse» genutzt werden (EDK, 2018a, S. 2). Ein bildungspolitisches Ziel digitaler Ressourcen wäre in diesem Sinne, dass diese für die Individualisierung und Personalisierung von Lerninhalten eingesetzt werden.

Eine zweite Möglichkeit besteht darin abzuschätzen, ob der Einsatz digitaler Ressourcen mit einer Veränderung von Vorhersagekriterien für den Kompetenzaufbau bei Schülerinnen und Schülern verbunden ist. Beispielsweise, ob die Lernmotivation oder die Bildungsaspiration von Schülerinnen und Schülern steigt, wenn digitale Ressourcen eingesetzt werden. Dazu zählt auch die Frage, ob der Einsatz digitaler Ressourcen im Unterricht dazu beiträgt das Interesse an und die Einstellungen zu digitalen Technologien zu erhöhen.

Zum dritten, kann versucht werden den Beitrag digitaler Technologien auf den Kompetenzaufbau direkt zu ermitteln. Beispielsweise auf Basis der Frage, ob eine häufigere Nutzung digitaler Ressourcen durch Schülerinnen und Schüler zu höheren Kompetenzen oder schnelleren Kompetenzgewinnen führt. Neben klassisch schulischen Bereichen wie Mathematik, Naturwissenschaften oder Lesekompetenzen, ist hier v. a. auch die Frage von Interesse, ob ein häufigerer Einsatz digitaler Ressourcen im Unterricht die Fähigkeiten von Schülerinnen und Schülern verbessert mit digitalen Technologien, Inhalten und Kommunikationsformen kompetent und selbstbestimmt umzugehen.

Schliesslich besteht die Möglichkeit, dass der Einsatz digitaler Ressourcen die Effektivität anderer Inputs des Bildungsprozesses beeinflusst. So ist denkbar, dass digitale Ressourcen den Einsatz bestimmter pädagogischer Ansätze, wie schülerzentrierten oder kollaborativen Unterrichtsformen vereinfachen (vgl. Niederhauser & Lindstrom, 2018), und so die Effektivität von Lehrpersonen, die diese Ansätze im Unterricht einsetzen verbessern.

Um die Effektivität des Einsatzes digitaler Ressourcen auf einen beliebigen Output (z. B. die Erhöhung von Interesse an digitalen Technologien oder die Verbesserung der fachlichen Kompetenzaneignung) tatsächlich bewerten zu können, muss man Veränderungen des Outputs (oder seiner Voraussetzungen) messen können, die durch die Nutzung digitaler Ressourcen kausal verursacht werden. Dies ist nicht trivial. So zeichnet beispielsweise der Kompetenzunterschied zwischen Schülerinnen und Schülern, die digitale Ressourcen im Unterricht nutzen und jenen die es nicht tun ein verzerrtes Bild des kausalen Beitrags digitaler Ressourcen für den Kompetenzaufbau. Dies deshalb, weil die Entscheidung digitale Ressourcen im Unterricht (oder für das Lernen) einzusetzen ein selektiver Prozess ist. Lehrpersonen, die digitale Ressourcen im Unterricht einsetzen unterscheiden sich vom Gros der Lehrerschaft in einer Reihe von Eigenschaften, wie Alter, Geschlecht, Lehrerfahrung, Unterrichtsfach oder Selbstvertrauen im Umgang mit digitalen Technologien (u. a. Meelissen, 2008; Hermans, et al., 2008; van Braak, 2001; Eickelmann & Vennemann, 2017). Ein Zusammenhang zwischen der Nutzung digitaler Ressourcen und Kompetenzen muss daher nicht unbedingt die Folge dieser Nutzung sein, sondern kann auch aufgrund weiterer Eigenschaften der Lehrperson zustande kommen (bspw. weniger Lehrerfahrung). Darüber hinaus können Kompetenzen selbst ein Faktor in der Entscheidung für oder gegen den Einsatz digitaler Ressourcen sein. Beispielsweise, wenn Lehrpersonen diese Ressourcen vor allem dazu nutzen, um lernschwache Schülerinnen und Schüler zu unterstützen. In diesem Fall würde bspw. eine Querschnittsuntersuchung einen negativen Zusammenhang zwischen Nutzungsintensität und Kompetenzen finden, selbst wenn der Effekt dieser Ressourcen für lernschwache Ler-

nende positiv wäre.¹⁶ Die Identifikation des kausalen Beitrags von digitalen Ressourcen für den Kompetenzaufbau ist wegen dieser Schwierigkeiten der Selektion und der potentiell umgekehrten Kausalität gerade in Querschnittsuntersuchungen eine Herausforderung.

Aber auch in randomisierten (experimentellen) Untersuchungen ist der Beitrag digitaler Ressourcen nicht immer eindeutig zu identifizieren. Dies liegt daran, dass in der Behandlungsgruppe häufig mehrere Komponenten des Lernprozesses gleichzeitig verändert werden, ohne dass eine entsprechende Anzahl an Kontrollgruppen gebildet wird.¹⁷ Beispielsweise, wenn in der Behandlungsgruppe mit der Einführung von Tabletcomputern gleichzeitig auch ein stärker schülerzentrierter Unterrichtsstil implementiert wird. Werden nun Kompetenzveränderungen in dieser Gruppe mit den Veränderungen einer Kontrollgruppe verglichen, die im bisherigen, Tablet-freien Unterrichtsstil unterrichtet wird, so lassen die Ergebnisse lediglich Aussagen darüber zu, ob die technischen und pädagogischen Änderungen gemeinsam zu einer Änderung von Kompetenzen geführt haben oder nicht. Es lässt sich aber nicht mit Bestimmtheit sagen, ob die beobachtbaren Veränderungen der Lernleistung letztlich auf die technische Infrastruktur, auf den geänderten pädagogischen Ansatz oder auf die Kombination beider Änderungen zurückzuführen sind.

Für den aktuellen Bericht kommt erschwerend hinzu, dass bislang kaum experimentelle oder quasi-experimentelle Untersuchungen zur Effektivität digitaler Ressourcen für das Lernen in der Schweiz vorliegen. Insbesondere im Bereich der obligatorischen Schule lassen sich nur einzelne Informationen zu dieser Fragestellung näherungsweise aus bestehenden Querschnittsdatenbeständen ableiten. Diese Ergebnisse können oft nicht kausal interpretiert werden. Für die Beurteilung der Effektivität digitaler Ressourcen für Lehren und Lernen wird daher auch auf die Ergebnisse von Untersuchungen aus anderen Ländern Bezug genommen werden. Allerdings ist bei der Übertragung dieser Ergebnisse auf die Schweiz Vorsicht geboten. Die dafür notwendige Annahme – dass die Effekte digitaler Technologien auf den Erwerb von Kompetenzen über Bildungssysteme (und Kulturen) hinweg ähnlich sind – hat sich nur bedingt als richtig erwiesen (Frailon, et al., 2019a; Hanushek, 2021).

16 Voraussetzung für dieses statistische Artefakt ist, dass die Verbesserung unter lernschwachen Schülerinnen und Schülern nicht so gross ist, dass sie die Lücke zu ihren lernstarken Kommilitonen geschlossen wird.

17 In der methodischen Literatur spricht man von einem «teilweise faktoriellen Versuchsplan» (vgl. Cochran & Cox, 1992; Bandemer & Bellmann, 1994).

Die Feststellung von Kausalität ist auch eine grosse Herausforderung für die Bewertung der mittel- und langfristigen Konsequenzen des Einsatzes digitaler Ressourcen in der Bildung. Zum Beispiel auf den Erfolg auf dem Arbeitsmarkt (Lohn, Arbeitslosigkeit, ...). Dies hat zum einen mit der potentiell kumulativen Natur dieser Effekte zu tun. Das heisst, dass Effekte erst langfristig und in dynamischer Form entstehen (SKBF, 2018), und auch von Aktivitäten ausserhalb des formalen Bildungsumfelds abhängen (z. B. vom persönlichen Interesse an digitalen Technologien). Solche Fragen liessen sich im Rahmen von Kohortenstudien untersuchen. Allerdings ist nicht klar, in welchem Umfang kausale Zusammenhänge über die Zeit stabil sind. Selbst wenn aus bestehenden Datenbeständen kausale Schlüsse möglich wären, ist aufgrund der rasanten technischen Entwicklung nur schwer abschätzbar welche Aussagekraft heutige Ergebnisse auf zukünftige Zusammenhänge haben. Beispielsweise ob die auf dem heutigen Arbeitsmarkt beobachtbaren Renditen medienspezifischer bzw. informatischer Kompetenzen auch in zehn bis 20 Jahren, wenn die aktuellen Primarschülerinnen und -schüler auf den Arbeitsmarkt streben, noch Gültigkeit haben werden.

Zusammenfassend bedeutet dies, dass Aussagen zur Effektivität digitaler Ressourcen auf Outputs und Outcomes im Bildungswesen Schweiz bislang kaum möglich sind. Informationen zur Wirksamkeit digitaler Ressourcen müssen daher aus der internationalen Literatur abgeleitet oder über Korrelationen in den bestehenden Querschnittserhebungen angenähert werden. Beides ist nicht unproblematisch. Zum einen, weil aus Korrelationsmasse in der Regel nur ein verzerrtes Bild kausaler Zusammenhänge abgeleitet werden kann. Zum anderen, weil nicht bekannt ist, ob sich Ergebnisse der internationalen Literatur valide auf die Situation im Schweizer Bildungswesen interpolieren lassen (vgl. Kapitel 5.2).

3.5.3 Effizienz und Digitalisierung

Effizienz beschreibt in welchem Verhältnis die erzielten Outputs und Outcomes zu den dafür aufgewendeten materiellen oder finanziellen Mitteln stehen. Während Effizienz in der Regel kein explizites Bildungsziel ist, ergibt sich ihre Relevanz aus der Beschränkung vorhandener Ressourcen (SKBF, 2007). Ressourcen und Mittel sollten daher so eingesetzt werden, dass Ziele mit möglichst geringem Aufwand erreicht werden bzw. eingesetzte Mittel den grösstmöglichen Mehrwert für Bildungssystem und Gesellschaft erzielen.

Die Bereitstellung und der Unterhalt der technischen Infrastruktur für Schulen, aber auch für Lehrpersonen und Schülerinnen und Schüler binden in erheblichem Umfang finanzielle Ressourcen von öffentlichen und privaten Haushalten. Zusätzlich erfordert die Integration digitaler Ressourcen in den Unterricht und

Schulalltag zeitliche Ressourcen von Schulleitenden und Lehrpersonen. Diese Zeit steht dann nicht mehr für andere Tätigkeiten, wie die Betreuung von Schülerinnen und Schülern, zur Verfügung. Deshalb hat die Frage danach, wie effizient der Einsatz digitaler Ressourcen ist, eine erhebliche Bedeutung für deren Bewertung.

Im Zusammenhang mit der Digitalisierung im Bildungswesen betreffen Fragen der Effizienz zwei separate, aber zusammenhängende Aspekte. Zum einen, stellt sich die Frage, wie effizient Bildungsproduzenten (Schulsysteme, Schulen, Lehrpersonen, ...) hinsichtlich der Produktion von digitalisierungsrelevanten Outputs sind. Genauer gesagt, ob sich Bildungsproduzenten in Bezug auf ihre (beobachtbare) Effizienz bei der Produktion von Ergebnissen wie den medienspezifischen Kompetenzen ihrer Schülerinnen und Schüler, aber auch deren Einstellungen gegenüber digitalen Technologien, deren Interesse an ICT und deren Übergang in Berufe bzw. Studiengänge im Bereich ICT (vgl. Kapitel 3.3.1) unterscheiden. Zum zweiten, ist von Interesse, ob die Nutzung von digitalen Ressourcen als Inputs die Effizienz von Bildungsproduzenten allgemein erhöht. Also, ob beobachtbare Unterschiede in der Effizienz von Bildungsproduzenten bei der Generierung von Kompetenzen (digitalisierungsspezifisch und nicht digitalisierungsspezifisch) zumindest teilweise durch Unterschiede in der Nutzung digitaler Ressourcen erklärt werden können.

Beide Fragen lassen sich nur relativ beantworten. Zum einen, weil die Produktionsfunktion von Bildungsausgaben unbekannt und eine Bestimmung der Effizienz von Bildungsproduzenten relativ zu einem theoretischen Optimum damit nicht möglich ist (Hanushek, 1987; Wolter, Lüthi, & Zumbühl, 2020). Aussagen zur Effizienz im Bildungswesen lassen sich daher nur relativ zu anderen Bildungsproduzenten bzw. alternativen Inputs in den Bildungsproduktionsprozess treffen.

Die Bewertung der Effizienz von Bildungsproduzenten erfordert einen räumlichen oder zeitlichen Vergleich. Damit lassen sich Aussagen über die Veränderung der Effizienz über die Zeit treffen, bzw. die Bildungsproduzenten innerhalb einer beobachtbaren Effizienzverteilung positionieren (vgl. Wolter, Lüthi, & Zumbühl, 2020). Für eine sinnvolle Bewertung des Effizienzbeitrags von Bildungsinputs werden dagegen Informationen zum Effizienzbeitrag konkurrierender Inputs benötigt. Damit liesse sich beispielsweise bestimmen, welche Outputs des Bildungssystems zu erwarten wären, wenn die für digitale Ressourcen aufgewendeten Mittel zur Finanzierung alternativer Inputs verwendet würden, oder wie zusätzliche Ressourcen verteilt werden müssten, um den höchsten Outputzuwachs zu erreichen.

Zeitliche und räumliche Vergleiche zwischen Bildungsproduzenten setzen voraus, dass Inputs (digitale Ressourcen), Outputs (Kompetenzen, Interessen etc.)

und Kontextfaktoren (Zusammensetzung der Schülerschaft, Klassengrößen, ...) standardisiert gemessen werden, und so über Zeit und Produzenten hinweg verglichen werden können (vgl. De Witte & López-Torres, 2017; Sickles & Zelenyuk, 2019). Dies ist insbesondere für digitale Ressourcen nicht unproblematisch. Beispielsweise werden in der Praxis unterschiedliche Geräte und Applikationen für ähnliche Funktionen eingesetzt werden (z. B. Desktop-, Laptop-, Tabletcomputer und Smartphones), was die klare Definition der Größe zu der ein beobachteter Output in Beziehung gesetzt werden soll erheblich erschwert. Auch ändern aufgrund der rasanten technischen Entwicklung im Bereich digitaler Ressourcen die als relevant eingeschätzten Nutzungspraktiken oder Kompetenzen in immer schnellerer Abfolge (vgl. Caeli & Bundsgaard, 2019; Fraillon, et al., 2019a).¹⁸ Selbst wenn aufgrund standardisierter Messungen ein Vergleich von technologischen Inputs über die Zeit möglich wäre, besteht die Gefahr, dass die durch den Vergleich erfasste Technologie oder Nutzungspraktik keine praktische Relevanz mehr für den Bildungsprozess besitzt, oder Qualitätsunterschiede so gross werden, dass ein Vergleich nicht mehr sinnvoll möglich ist.

Eine Bewertung des Beitrags digitaler Ressourcen zur Erklärung von Effizienzunterschieden setzt zusätzlich voraus, dass detaillierte Informationen zum finanziellen Aufwand verschiedener Inputs und valide Messungen des kausalen Effekts dieser Inputs auf die Outputs vorliegen (zur Komplexität der Messung kausaler Effekte siehe Kapitel 3.5.2). Zusätzlich werden Informationen zu Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Inputs benötigt. Möchte man beispielsweise bestimmen, ob zusätzliche finanzielle Ressourcen einen grösseren Effekt erzielen, wenn sie in die Anschaffung einer digitalen Lernressource oder die Anstellung zusätzlicher Lehrpersonen fließen, so muss nicht nur bekannt sein welchen (kausalen) Effekt die Nutzung dieser Lernressource auf die Kompetenzen von Schülern hat, sondern auch wie sich die Verminderung der Klassengrößen auf Kompetenzen auswirkt. Auch ist es plausibel anzunehmen, dass die Antwort auf die Frage, sowohl von der bestehenden Klassengröße (und damit der Anzahl der Lehrpersonen) als auch von der Anzahl bereits vorhandener Lernprogramme abhängt (SKBF, 2007). Zudem werden weitere Faktoren, wie das Vorhandensein von Computern oder Laptops zur Nutzung des Programms oder der Ausbildungsstand der Lehrerschaft in Bezug auf die Nutzung des Programms, die Bewertung der relativen Effizienz beeinflussen.¹⁹ Weder Komplementaritäten noch Wechselwirkungen sind bislang hinreichend untersucht. Dies behindert eine valide Einschätzung der Effizienz digitaler Ressourcen im Vergleich zur Effizienz anderer Inputs.

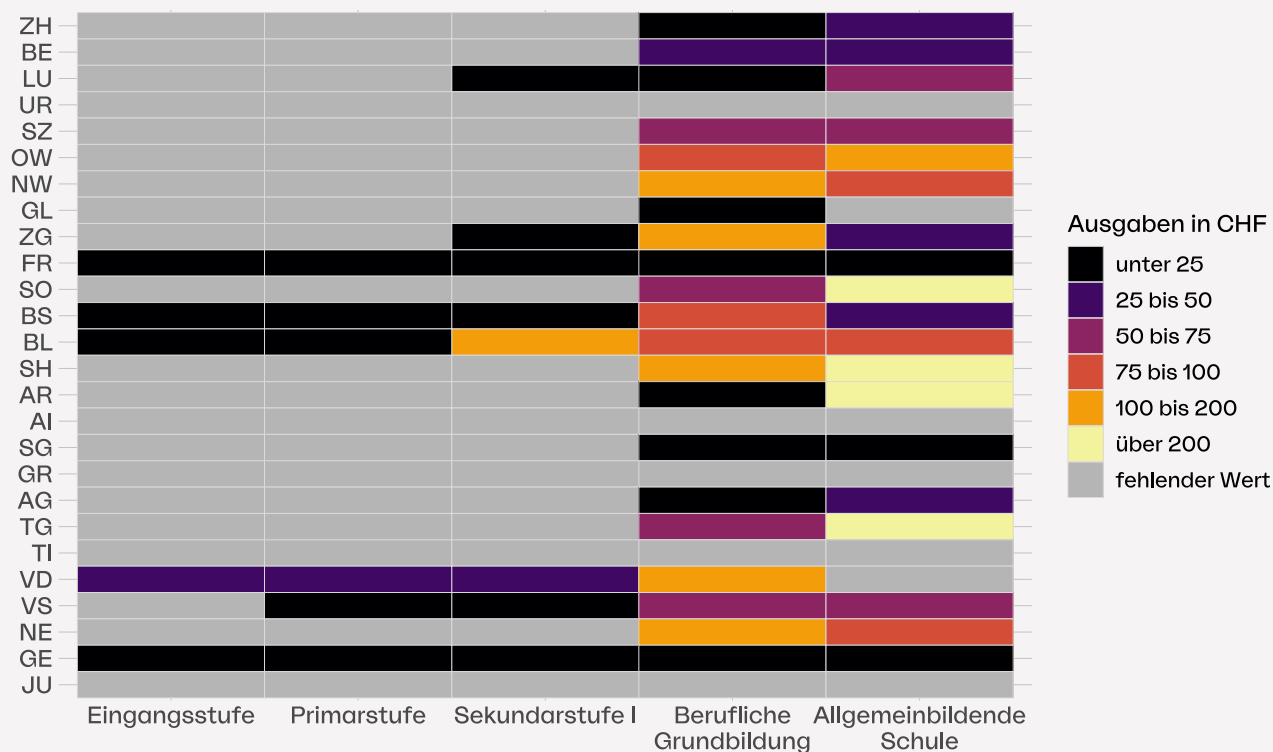
18 Als Reaktion auf die anhaltende technische Entwicklung werden bestehende Erhebungsreihen, wie der ICT-Fragebogen der PISA-Surveys laufend angepasst und weiterentwickelt. Gut 40% der Items des PISA-ICT-Fragebogens aus dem Jahr 2009 finden sich beispielsweise nicht mehr in der Version der Erhebung von 2015 wieder. Umgekehrt sind 64 der 94 Items (68%) des Fragebogens von 2015 nicht in der Version von 2009 enthalten (vgl. Kapitel 2.1).

19 Ein ähnliches Problem tritt auf, wenn man die technische Effizienz einer zusätzlichen Stunde Mathematikunterricht mit Einsatz digitaler Ressourcen zugunsten einer Mathematikstunde ohne Einsatz technischer Ressourcen bestimmen will. So ist es gut möglich, dass die Effizienz einer solchen technisch-unterstützten Übungsstunde von Umfang, Inhalten und pädagogischen Konzepten der «analogen» Mathematikstunden zusammenhängt.

Unabhängig von den theoretischen Herausforderungen, existieren eine Reihe praktischer Probleme, die es erheblich erschweren valide Aussagen zur Effizienz digitaler Ressourcen im Bildungswesen zu machen. Dazu zählt vor allem, dass bereits eine valide Bewertung der Effektivität digitaler Ressourcen bei der Produktion eines beliebigen Bildungsausgangs bislang kaum möglich ist (siehe Abschnitt 3.5.2). Es fehlen damit die notwendigen Bezugsgrößen, um den relativen Erfolg des Mitteleinsatzes bewerten zu können. Zum anderen fehlen kohärente, vergleichbare Informationen zu den (monetären, zeitlichen oder materiellen) Aufwendungen für digitale Ressourcen. Das 2008 von der Konferenz der kantonalen Finanzdirektorinnen und Finanzdirektoren herausgegebene Harmonisierte Rechnungsmodell für die Kantone und Gemeinden der zweiten Generation (HRM2) gibt Empfehlungen zur Rechnungslegung der öffentlichen Haushalte in der Schweiz ab (FDK, 2017). Der Kontenrahmen des Modells weist eine Gliederung nach Funktionen und Sachgruppen aus, die der darauf aufbauenden Finanzstatistik die vergleichsweise detaillierte Ausweisung von Aufwendungen nach Bildungsstufe und Kanton erlaubt. So lassen sich – zumindest theoretisch – die Ausgaben für die Anschaffung von Hardware (Sachgruppe 3113) und die Entwicklung, Anschaffung und Lizenzierung von Software (Sachgruppe 3118) getrennt ausweisen. Betrachtet man allerdings die in der öffentlichen Finanzstatistik ausgewiesenen Ausgaben für diese Sachgruppen je Kanton und Bildungsstufe, so fällt auf, dass es erhebliche Lücken in den Datenbeständen gibt (Abbildung 6). Über alle Kantone und alle Bildungsstufen (Eingangsstufe bis Sekundarstufe II, ohne Sonderschulen) zusammen, sind für das Finanzjahr 2018 (letzte zur Verfügung stehenden Informationen) Ausgaben von etwa 3,5 Mio. Franken für Software und 18,8 Mio. Franken für Hardware ausgewiesen.²⁰ Eine Reihe von Überschlagsrechnungen auf Basis spontaner Anfragen bei ausgewählten kantonalen Bildungsadministrationen lässt vermuten, dass dies weniger als 10 % der tatsächlichen, schweizweiten Aufwendungen in diesem Jahr entspricht.

²⁰ Im Finanzjahr 2018 werden Ausgaben für Sonderschulen in Höhe von 496'000 Franken für Hardware und 88'000 Franken für Software ausgewiesen.

Ausgaben für Hardware je Schülerin/Schüler (2018)



Ausgaben für Software je Schülerin/Schüler (2018)

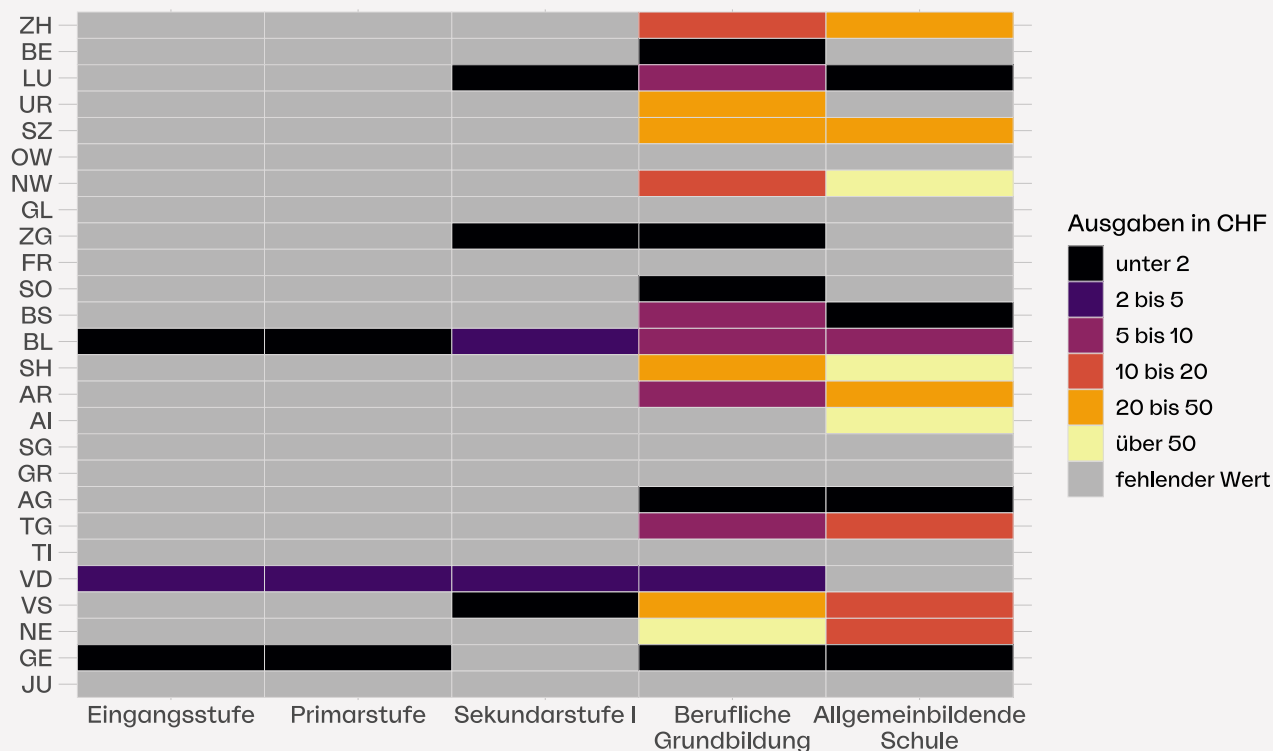


Abbildung 6: Ausgaben für Hard- und Software pro Schülerin/Schüler nach Kanton und Bildungsstufe im Finanzjahr 2018
 Anmerkungen: Eigene Berechnung auf Basis der Daten der Eidgenössischen Finanzverwaltung und der Statistik der Lernenden (BfS). Die Anzahl der Lernenden für das Finanzjahr 2018 wurde als gewichteter Durchschnitt der Schuljahre 2017/2018 und 2018/2019 berechnet. Gewichte entsprechen der relativen Länge der beiden Schuljahre im Kalenderjahr 2018, nach Kanton.

Zur Ungenauigkeit der Statistik trägt im Wesentlichen bei, dass im Jahr 2018 das HRM2 zwar in allen Kantonen aber nicht allen Gemeinden eingeführt war (Tabelle 3, SRS-CSPCP, 2020). Zudem sind kantonale und kommunale Umsetzungen der Empfehlungen des HRM2 nicht überall identisch, sodass vor allem auf niedriger Desaggregationsstufe mit zusätzlichen statistischen Unschärfen zu rechnen ist (EFV, persönliche Kommunikation, 24. September 2019). Auch lässt die erhebliche Differenz zwischen Daten der Finanzstatistik und den Einschätzungen der kantonalen Bildungsadministrationen vermuten, dass es selbst bei Kantonen für die Informationen in der Finanzstatistik vorliegen zu signifikanten Mindererfassungen der tatsächlichen Ausgaben kommt. Eine Schätzung, für welche Kantone die vorhandenen Finanzdaten valide sind, ist auf Basis der gegebenen Daten nicht möglich. Dies verhindert nicht nur eine Bewertung der (ökonomischen) Effizienz digitaler Ressourcen, sondern verunmöglicht zudem eine glaubwürdige Darstellung der Kosten bzw. Aufwendungen für digitale Ressourcen.

Tabelle 3: Stand der Einführung des HRM2 in Kantonen und Gemeinden nach Jahr der Einführung

	Einführung vor 2019	Einführung im Jahr 2019 oder später
Kantone	ZH, BL, NW, FR, GL, JU, LU, OW, SO, TG, UR, ZG, BS, GR, AG, AR, GE, SG, TI, VD, AI, SZ, BE, NE, SH, VS	
Gemeinden	NW, GL, OW, UR, GR, AG, AR, BL, TG, ZG, BE, SO, GE, NE	LU, SG, ZH, JU, SH, TI, FR, SZ

Allerdings wäre selbst bei Vorliegen vollständiger, valider und kantonal vergleichbarer Daten aus der Finanzstatistik, eine Einschätzung der Kosten der Digitalisierung für das Bildungssystem nur vergleichsweise global nach Hard- bzw. Softwareausgaben möglich. Eine detailliertere Analyse wäre aufgrund des gegebenen Kontextrahmens nicht möglich.

Zusammenfassend muss festgehalten werden, dass aktuell keine Aussagen zur Effizienz des Einsatzes digitaler Ressourcen im Bildungswesen Schweiz gemacht werden können. Selbst Informationen zu den Aufwendungen und Ausgaben für diese Ressourcen lassen sich aufgrund der grossen Messungenauigkeit der bestehenden Datenbestände nicht valide schätzen.

3.5.4 Equity und Digitalisierung

Equity bezeichnet ein Bewertungskriterium der Bildungsberichterstattung der Schweiz. Es beurteilt in welchem Umfang der Zugang zu verschiedenen Angeboten (und Stationen) des Bildungssystems von Faktoren bestimmt wird, die nicht

auf die kognitiven Voraussetzungen und Leistungen einer Person zurückgeführt werden können. Dies betrifft v. a. die Frage, in wie weit das soziale Geschlecht (Gender), der Migrationsstatus oder die soziale Herkunft diese Zugangschancen beeinflussen (Vellacott & Wolter, 2004, S. 5f.; SKBF, 2007, S. 25).

Der Digitalisierung kommt in diesem Zusammenhang eine Doppelrolle zu. Zum einen können Aspekte der Digitalisierung, wie der schweizweit gleichwertige Zugang zu Endgeräten und dem Internet für alle Schülerinnen und Schüler, selbst ein Ziel des Bildungssystems sein. Zum anderen wird oft angenommen, dass digitale Ressourcen unter bestimmten Bedingungen so eingesetzt werden können, dass bestehende sozio-ökonomische, kulturelle und kognitive Disparitäten von Lernleistungen ausgeglichen bzw. verringert werden können. Digitalisierung ist in dieser Perspektive ein Mittel um die Equity von Bildungsausgaben (und allenfalls der Bildungsbeteiligung) zu fördern (siehe auch Kapitel 3.5.2).

Ungleichheiten im Zusammenhang mit digitalen Ressourcen (digital inequalities) werden häufig unter dem Stichwort der «digitalen Kluft» oder des «digitalen Grabens» (digital divide) diskutiert (Rudolph, 2019; OECD, 2001; Lutz, 2019). In seiner ursprünglichen Interpretation bezieht sich der Begriff auf demographische und sozio-ökonomische Unterschiede im Zugang und der Nutzung digitaler Ressourcen, insbesondere des Internets (Kvasny, 2006; van Dijk, 2006). Er betont zudem die sich daraus ergebenden entgegengesetzten Konsequenzen für die wirtschaftliche und gesellschaftliche Teilhabe von Gruppen auf beiden Seiten der «Kluft» (Dimaggio, et al., 2004). Zudem verweist der Begriff auf die Gefahr, dass die ungleiche Verteilung an materiellen, kulturellen und kognitiven Möglichkeiten zur Erschließung der Potentiale digitaler Ressourcen, bestehende soziale Ungleichheiten zementiert und verschärft (OECD, 2015b).

Dabei lassen sich mindestens drei Ebenen der Ungleichheit in Bezug auf digitale Ressourcen unterscheiden (vgl. Lutz, 2019; Rudolph, 2019)²¹. Sie werden der englischsprachigen Literatur folgend im Weiteren als «first-level», «second-level» und «third-level digital divide» bezeichnet:

- **First-Level Digital Divide:** Die erste Stufe der digitalen Ungleichheit betrifft Fragen des physischen Zugangs zu Endgeräten, Applikationen und dem Internet. Beispielsweise sozio-ökonomische Unterschiede bei der Art, Anzahl und Aktualität der, einer Schülerin oder einem Schüler zuhause, zur Verfügung

²¹ Die folgende Unterscheidung ist nicht die einzige mögliche Klassifizierung von digitalen Ungleichheiten. Konkurrierende Taxonomien weisen dabei meist grosse Überlappungen auf. Zum Beispiel, schlägt van Dijk (2005) eine Unterscheidung von vier solchen Ungleichheiten vor. Sie beziehen sich auf beobachtbare sozio-ökonomische Unterschiede (1) im materiellen Zugang bzw. Besitz digitaler Endgeräte, (2) in Nutzungsmustern digitaler Ressourcen, (3) in den Kompetenzen beim Umgang mit diesen Ressourcen, und (4) den Beweggründen für die Nutzung digitaler Ressourcen.

stehenden Computern, oder geographische Unterschiede in der Geschwindigkeit des Internetzugangs.

- **Second-Level Digital Divide:** Die zweite Stufe der digitalen Ungleichheit beschreibt Unterschiede in Nutzungsmuster und Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Ressourcen. Beispielsweise, Unterschiede zwischen Schülerinnen und Schülern in der Intensität der Nutzung von Computerspielen oder der Fähigkeit im Internet gefundene Informationen zu einzuschätzen.
- **Third-Level Digital Divide:** Die dritte Ebene der digitalen Ungleichheit schliesslich bezieht sich auf Unterschiede in der Fähigkeit digitale Ressourcen so einzusetzen, dass sie einen Mehrwert in der analogen Welt generieren. Beispielsweise indem sie sich in besseren Lernleistungen niederschlagen. Diese Ebene beschreibt daher Unterschiede in der Effektivität digitaler Ressourcen zwischen gesellschaftlichen Gruppen.²²

Es ist wichtig festzuhalten, dass beobachtbare sozio-demographische «Klüfte» nicht notwendig ein Equity-Problem darstellen. So können unterschiedliche Ausstattung der Haushalte mit digitalen Endgeräten oder Internetzugang auch von individuellen Konsumpräferenzen der Eltern sowie der Schülerinnen und Schüler abhängen. Auch Unterschiede in Nutzungsmustern digitaler Ressourcen können auf Basis unterschiedlicher Präferenzen entstehen. Da Präferenzen nicht (direkt) beobachtbar sind, lässt sich oft nicht abschliessend klären, ob demographische und ökonomische Unterschiede ein Ergebnis von Diskriminierung oder Präferenzen sind. Schliesslich können (systematische) Unterschiede in den kognitiven Voraussetzungen dazu beitragen, dass Unterschiede in Fähigkeiten digitale Ressourcen erfolgreich zum Lernen eingesetzt werden bestehen. Allerdings lässt sich feststellen, ob – unabhängig von ihrer Ursache – demographische, soziale, kognitive oder ökonomische Unterschiede in Zugang und Nutzung digitaler Ressourcen ihrerseits Konsequenzen nach sich ziehen, die zur Entstehung oder Vertiefung von Wohlfahrtsunterschieden beitragen, und damit eine Bedeutung für die Bewertung von Equity nach sich ziehen. Sozio-ökonomische Unterschiede können zudem Implikationen auf Ebene von Schulorganisation und Unterrichtsgestaltung haben. So können beispielsweise Informationen zu sozio-ökonomischen

²² Seit Mitte der 1980er Jahre verweisen einige Autoren in diesem Zusammenhang auf die Gefahr, dass eine zunehmende Technologisierung von Schule und Unterricht zu einer Umkehrung des Konzepts der digitalen Kluft führen könnte (u. a. Ravitch, 1998; Wexler, 2019). Schülerinnen und Schüler aus sozial benachteiligten Bevölkerungsgruppen könnten, aufgrund des potentiell hohen Ablenkungspotenzials und des oft fehlenden sozialen Austauschs, durch technologie-unterstütztes Lernen weiter benachteiligt werden. Im Extremfall bestünden auf sozio-ökonomische Merkmale zurückgehenden Unterschiede in der Wahrscheinlichkeit einen Sachverhalt von einem Computer statt von einer Lehrperson vermittelt zu bekommen (Ravitch, 1998).

Disparitäten im Besitz digitaler Endgeräte Aufschluss über mögliche Herausforderungen für BYOD-Konzepte oder digital gestützten Fernunterricht liefern.

Ob im Bereich der Schule Unterschiede in Ausstattung und Nutzungsmustern ein Equity-Problem darstellen, ist entscheidend davon abhängig, in welchem Umfang digitale Ressourcen einen Einfluss auf den Lernerfolg haben (vgl. Abschnitt Effektivität und Digitalisierung). Ausmass und Richtung dieses Effekts verändert die Bewertung eines beobachteten Unterschieds dramatisch. Nimmt man beispielsweise an, dass dieser Effekt negativ ist, wären Schulen mit einer höheren Ausstattung an digitalen Ressourcen tendenziell benachteiligt.

Die sozio-demographischen Eigenschaften, die in der Bildungsberichterstattung der Schweiz für die Beurteilung der Equity angewendet werden, sind primär Gender, sozio-ökonomischer Status und Migrationshintergrund (Vellacott & Wolter, 2004; SKBF, 2007). Diese Faktoren werden auch in der Literatur zu digitalen Klüften als wichtige Gradienten identifiziert (vgl. Lutz, 2019; Rudolph, 2019). Zudem haben sich in dieser Literatur grosse Unterschiede besonders im Hinblick auf den Zugang zu digitalen Ressourcen zwischen städtisch und ländlich geprägten Gebieten gezeigt (u. a. Chen & Wellman, 2005; Hindman, 2000; Jäckel, Lenz, & Zillien, 2005). Entsprechend wird bei der Beurteilung der Equity, wo möglich, auch diese Eigenschaft berücksichtigt.

4 Rahmenbedingungen für das Bildungswesen

4.1	Digitale Endgeräte und deren Nutzung in privaten Haushalten	69
4.2	Marktstruktur digitaler Endgeräte und Software	83
4.3	Die Auswirkungen der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt	85
4.4	Politische Rahmenbedingungen der Nutzung digitaler Ressourcen im Bildungssystem	88
4.5	Aus- und Weiterbildung an den pädagogischen Hochschulen im Bereich Medien und Informatik	111

Das vorliegende Kapitel gibt einen Überblick über fünf Faktoren, die einen direkten oder indirekten Einfluss auf die Digitalisierung im Bildungswesen haben. Sie betreffen erstens die zunehmende Verbreitung und Nutzung digitaler Technologien in der Gesamtbevölkerung. Diese Entwicklungen beeinflussen die Möglichkeiten, die Vorkenntnisse oder die Problemlösestrategien, die Kinder und Jugendliche in ihrem familiären und sozialen Umfeld erwerben. Zudem bestimmen sie (ein Stück weit) die Ansprüche und Erwartungen, die Kinder, Jugendliche und deren Eltern an die Nutzung digitaler Ressourcen für Lehren und Lernen stellen. Zweitens wird dargestellt, was über die Struktur des Marktes für digitale Endgeräte, Software und Lehrmittel bekannt ist. Drittens werden gesellschaftliche Veränderungen, wie die wachsende Digitalisierung der Arbeitswelt, beschrieben, die ihrerseits einen Einfluss auf die Anforderungen haben, die seitens der Wirtschaft und der weiterführenden Bildungsinstitutionen an Absolventinnen und Absolventen der obligatorischen Schule gestellt werden. Viertens werden Reaktionen des Bildungssystems auf diese sich verändernden Anforderungen beschrieben. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf den politischen Konzepten und Strategien zum Umgang mit der Digitalisierung und zur Integration digitaler Ressourcen in Unterricht und Lernen. Schliesslich werden vorhandene Informationen zur aktuellen Struktur der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen aufbereitet.

4.1 Digitale Endgeräte und deren Nutzung in privaten Haushalten

4.1.1 Ausstattung und Ausgaben der privaten Haushalte für digitale Ressourcen

Die Abdeckung mit digitalen Endgeräten ist in Haushalten der Schweiz, in denen schulpflichtige Kinder und Jugendliche aufwachsen, allgemein hoch (Abbildung 7). Haushalte verfügen (fast) flächendeckend über mindestens ein Mobiltelefon für den Privatgebrauch sowie über mindestens einen Desktopcomputer oder Laptop. Acht von zehn Haushalten mit Kindern in Ausbildung verfügen zudem über einen eigenen Drucker, und in etwas mehr als der Hälfte der Haushalte sind Spielkonsolen präsent.

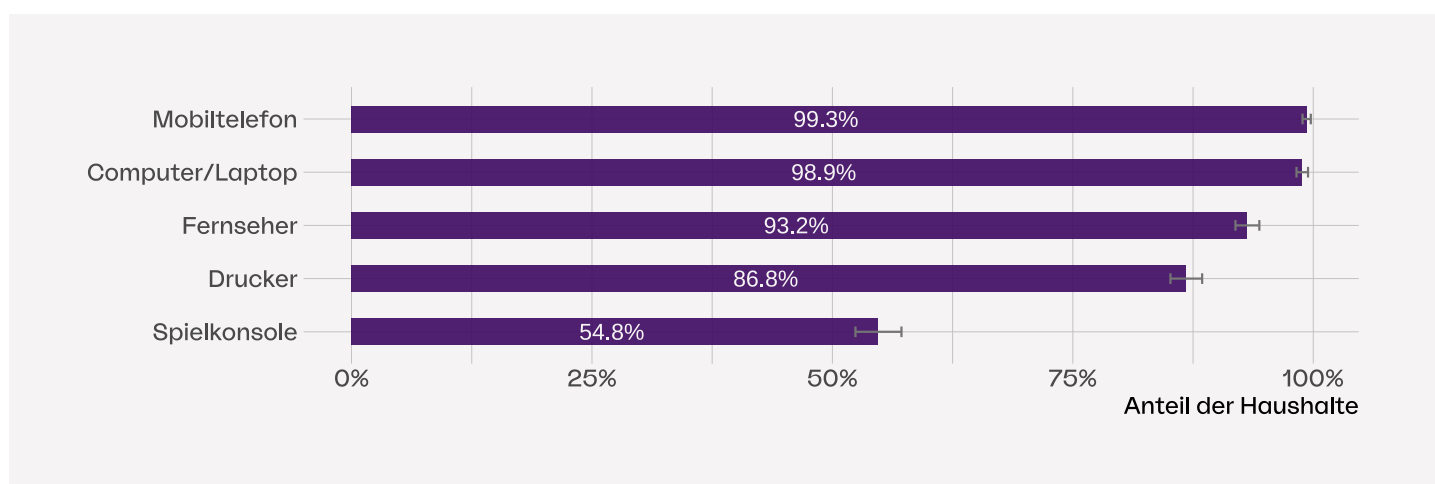


Abbildung 7: Ausstattung der privaten Haushalte mit digitalen Endgeräten

Anmerkungen: Eigene Berechnungen auf Basis der Haushaltsbudgeterhebungen 2015 bis 2017. Ergebnisse beziehen sich auf Haushalte mit Kindern im Alter von 5 bis 14 Jahren, sowie auf Haushalte mit Jugendlichen in Ausbildung. Balken zeigen den Anteil der Haushalte. Antennen stellen das 95% Vertrauensintervall dar.

Auch der Breitbandinternetzugang ist für fast alle Haushalte gewährleistet,²³ wenn auch erhebliche Unterschiede in der verfügbaren Geschwindigkeit zwischen städtischen und ländlichen Gebieten, insbesondere zwischen urbanen Zentren und Bergregionen, bestehen (Abbildung 8). Die Nutzung des Internets via mobile Endgeräte (Smartphones und Tablets) hat in den vergangenen 10 Jahren stark zugenommen. Waren es 2011 noch ein Viertel der Bevölkerung, die Internet auf mobilen Endgeräten genutzt haben, sind es 2019 bereits 87 % (Latzer, Büchi, & Festic, 2019).

²³ Gemäss OECD Breitbandstatistik gab es in der Schweiz im Jahr 2019 annähernd 4 Millionen Breitbandanschlüsse via Festnetz (OECD, 2019) bzw. 1.06 Anschlüsse je Haushalt. Darüber hinaus gab es weitere 8.5 Millionen mobile Datenabonnements bzw. 99 Abonnements je 100 in der Schweiz lebenden Personen.

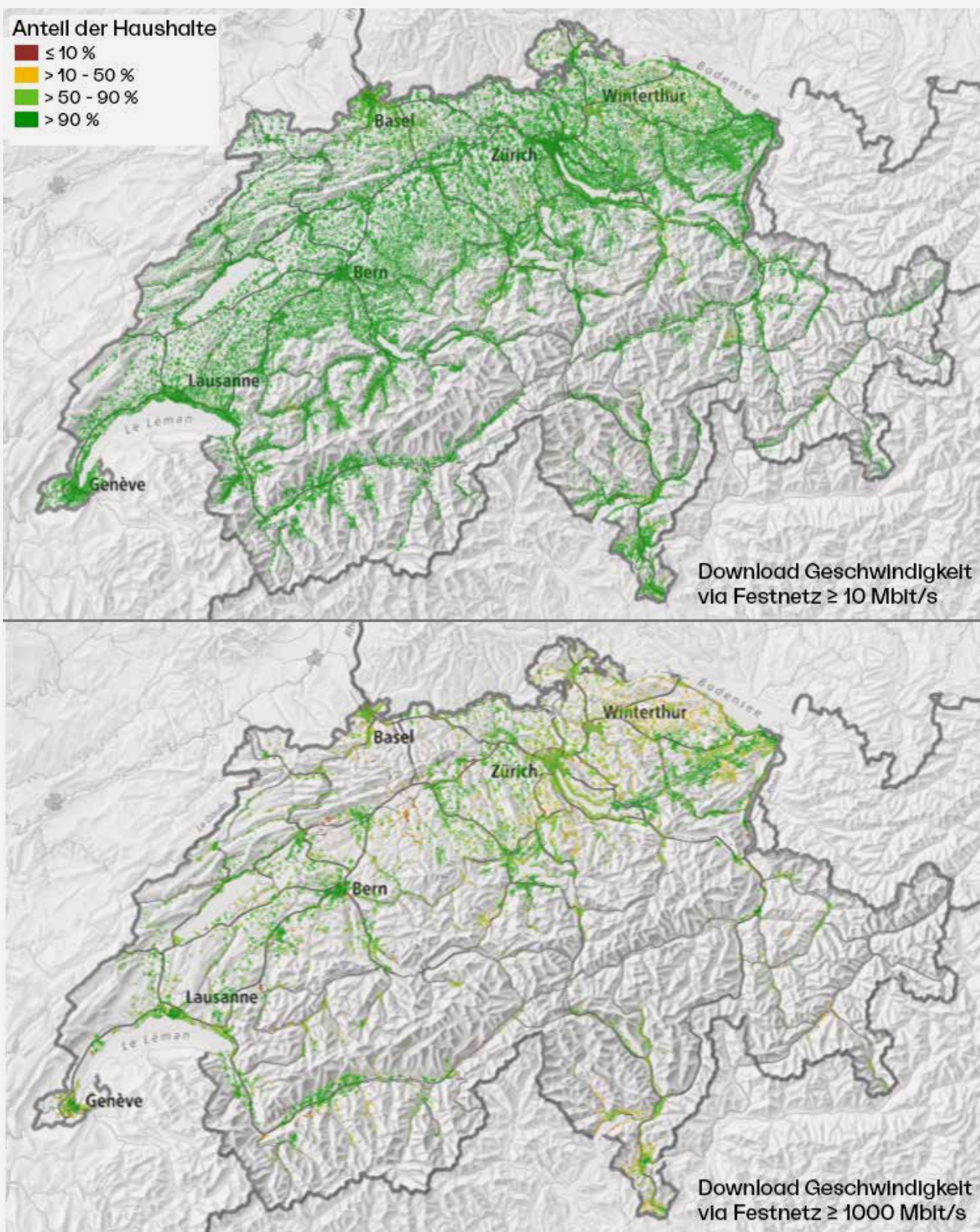


Abbildung 8: Internetgeschwindigkeit nach Region

Anmerkungen: Quelle: BAKOM & swisstopo (2020). Die Karten zeigen, für welchen Anteil der Gebäude pro Planquadrat (250x250 Meter) eine Internet-Download-Geschwindigkeit von 10 (oben) bzw. 1000 Mbit/s oder mehr (unten) über Festnetz angeboten wird.

Auch im internationalen Vergleich weist die Schweiz durchschnittlich eine hohe bis sehr hohe Ausstattungsquote der privaten Haushalte auf (vgl. BFS, 2020b). Allerdings sind Informationen über die Anzahl an Haushalten mit mindestens einem Endgerät nur begrenzt aussagekräftig. Zum einen, lässt sich daraus nicht schlussfolgern, dass allen im Haushalt lebenden Kindern jederzeit ein Gerät zur Verfügung steht. Dies ist, aber beispielsweise für die Durchführung von digital-unterstütztem Fernunterricht wichtig. Zum anderen, verraten diese Werte nichts über mögliche Ausstattungsprobleme in sozial und ökonomisch benachteiligten Familien. Betrachtet man den Anteil der Haushalte mit Kindern in Ausbildung, die über mindestens ein digitales Endgerät je Kind in Ausbildung verfügen, so zeigt sich, dass in etwa jedem zehnten Haushalt weniger Computer (Desktop oder Laptop) vorhanden sind als Kinder und Jugendliche in Ausbildung. Dieses Phänomen ist unter ärmeren Haushalten tendenziell weiter verbreitet (Abbildung 9). So stehen unter den einkommensschwächsten Haushalten (1. Quartil) nur in acht von zehn Familien ausreichend Computer zur Verfügung. Bei den 25 % wohlhabendsten Haushalten trifft dies 9.6 von 10 Familien zu.²⁴ Neuere Untersuchungen, die als Reaktion auf die Corona-bedingten Schulschliessungen lanciert wurden, finden ebenfalls, dass etwa 10 % der Familien (und zwischen 9 % und 20 % der Schülerinnen und Schüler) nicht über ausreichend digitale Endgeräte für eine Teilnahme am Fernunterricht verfügen (Huber, et al., 2020b; Cecchini & Dutrévis, 2020). Für das Bildungssystem bedeutet dies, dass nicht davon ausgegangen werden kann, dass alle Schülerinnen und Schüler zu Hause jederzeit über einen Zugang zu einem individuellen Endgerät verfügen.

24 Der Anteil der Haushalte mit ausreichender Ausstattung an digitalen Endgeräten sinkt dramatisch, wenn nicht nur Kinder und Jugendliche in Ausbildung, sondern auch erwerbstätige Erwachsene berücksichtigt werden (beispielsweise, weil sie aus beruflichen Gründen ebenfalls Zugang zu den verfügbaren Geräten brauchen). In diesem Fall, verfügten 2015 bis 2017 lediglich 48% der Haushalte über ausreichend Computer (Desktop oder Laptop). In 55% der Haushalte lagen ausreichend Mobiltelefone vor, um sowohl erwerbstätigen Erwachsenen als auch Kindern in Ausbildung einen konkurrenzfreien Zugang zu ermöglichen.

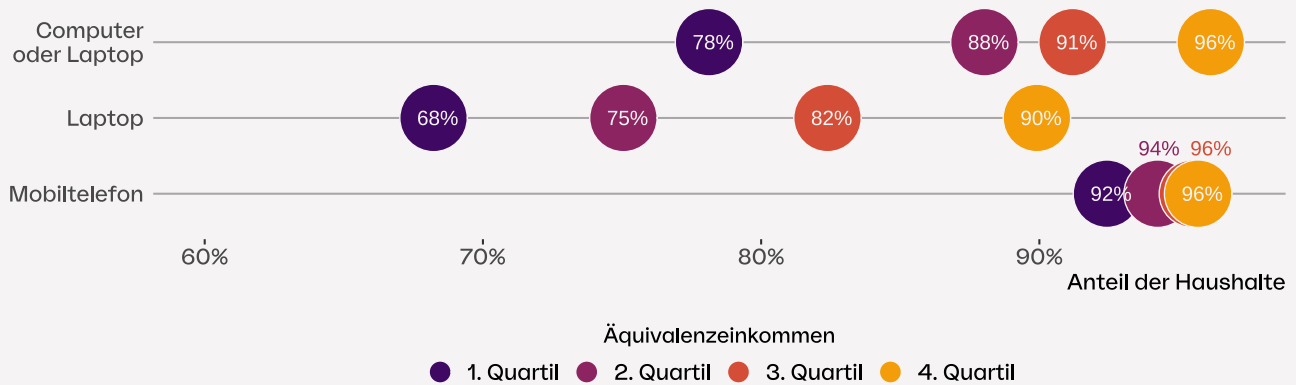


Abbildung 9: Ausstattung der privaten Haushalte mit Endgeräten nach Einkommensquartil

Anmerkungen: Eigene Berechnungen auf Basis der Haushaltsbudgeterhebungen 2015 bis 2017. Quelle: BfS. Ergebnisse beziehen sich auf Haushalte mit Kindern im Alter von 5 bis 14 Jahren sowie auf Haushalte mit Jugendlichen in Ausbildung (95% Vertrauensintervall $\pm 3\%$). Das Äquivalenzeinkommen korrigiert das verfügbare Haushaltseinkommen um die Anzahl der Haushaltsmitglieder unter Berücksichtigung von Skaleneffekten bei der Nachfrage. Es berücksichtigt, dass die Bedürfnisse eines Haushalts mit jedem zusätzlichen Mitglied wachsen, aber die Zunahme nicht proportional ist. So ist der Bedarf an Wohnraum, Elektrizität etc. für einen Haushalt mit drei Mitgliedern nicht dreimal so hoch wie für einen Einpersonenhaushalt (OECD, 2013). Die hier verwendete, modifizierte OECD-Äquivalenzskala, weist dem Haushaltsvorstand einen Wert von 1, jeder weiteren erwachsenen Person einen Wert von 0.5 und jedem Kind einen Wert von 0.3 zu (Hagenaars, de Vos, & Asghar Zaidi, 1994).

Haushalte mit Kindern in Ausbildung gaben im Zeitraum zwischen 2015 and 2017 monatlich im Durchschnitt 272 Franken für Dienstleistungen (Telefon- und Fernsehabonnements sowie Gebühren), und 100 Franken für Endgeräte (Mobiltelefone, Computer, andere audiovisuelle Geräte etc.) im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologie aus. Dies entspricht etwa 4,6 % (Dienstleistungen) und 1,4 % (Endgeräte) der durchschnittlichen monatlichen Gesamtausgaben. Ausgaben für diese Kategorie machen damit etwa ein Sechzehntel der Lebenshaltungskosten dieser Haushalte in der Schweiz aus. Dabei steigen Ausgaben für Endgeräte anteilig mit dem verfügbaren Einkommen, während Ausgaben für Dienstleistungen anteilig rückläufig sind. Dies bedeutet, dass Haushalte mit Kindern in Ausbildung Endgeräte tendenziell als Luxusgüter behandeln, während Dienstleistungen als notwendige Ausgaben betrachtet werden.²⁵

²⁵ Angaben beruhen auf eigenen Berechnungen (bivariate Regression der logarithmierten Ausgaben für Endgeräte bzw. Dienstleistungen auf das logarithmierte Haushaltseinkommen) auf Basis der Daten der Haushaltsbudgeterhebung des Bundesamts für Statistik.

4.1.2 Internetnutzung der Gesamtbevölkerung

Passend zur (fast) umfassenden Verfügbarkeit nutzt ein grosser Anteil der Schweizer Bevölkerung das Internet regelmässig (mehrmals die Woche) für private Zwecke (88,5 % im Jahr 2019). Dabei lassen sich deutliche Unterschiede zwischen den Altersgruppen beobachten (Abbildung 10). Während unter den über 70-jährigen nur etwa die Hälfte das Internet mehrmals die Woche nutzt, trifft dies auf fast alle 14- bis 19-jährigen zu (99,4 %).

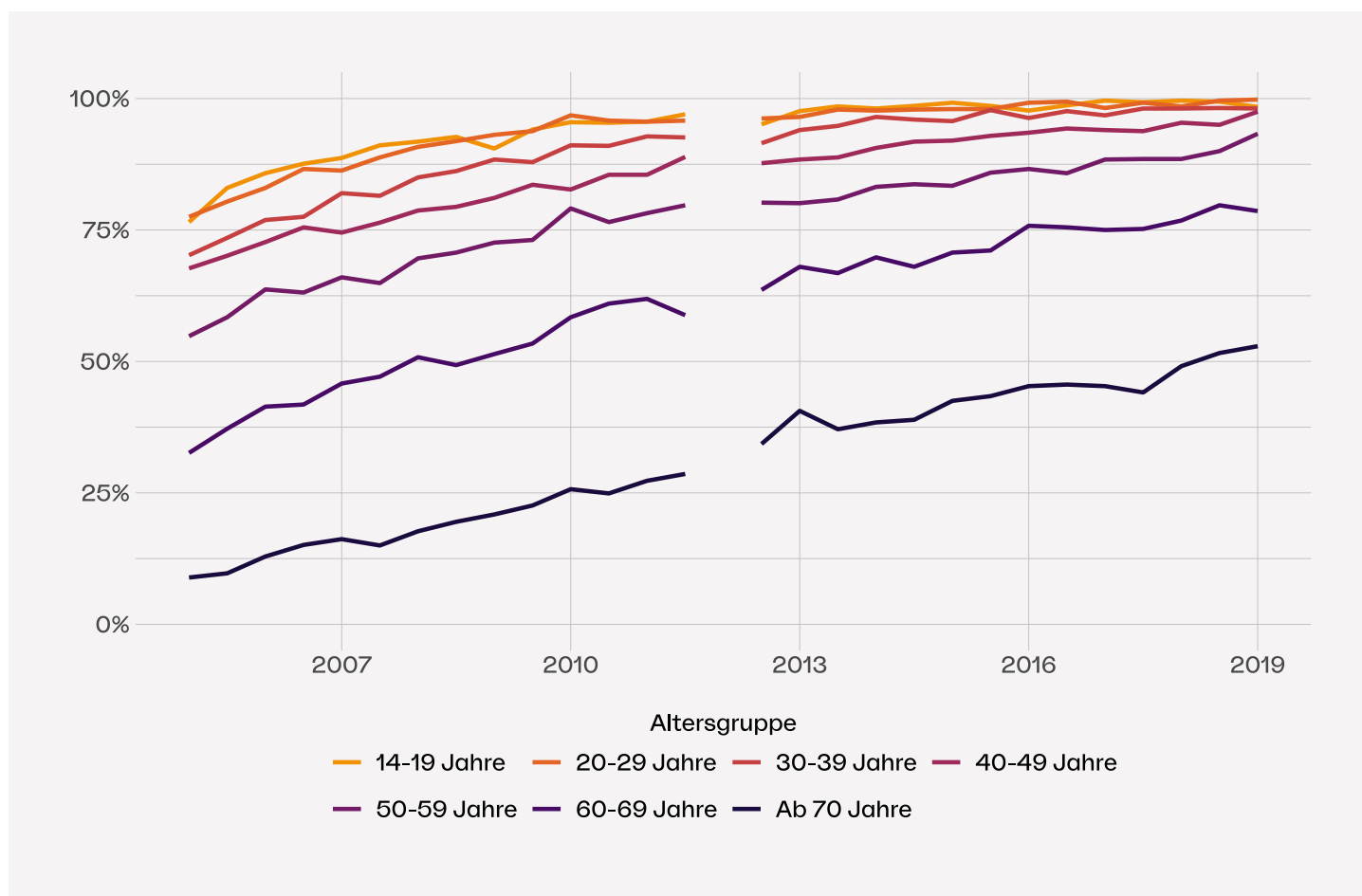


Abbildung 10: Internetnutzung in der Schweiz nach Alter, 2005 bis 2019

Anmerkungen: Quelle: BFS (2020c). Informationen vor und nach 2012 sind aufgrund einer veränderten Methodik nicht vergleichbar.

Laut Ergebnisse einer nationalen Erhebungsreihe von jährlich etwa 1000 Befragten (ab 14 Jahren) dient das Internet einem Grossteil seiner Nutzenden (unabhängig vom Alter) in der Schweiz als Informationsquelle (z. B. für Gesundheitsfragen oder als Zugang zu Nachlagewerken wie Wikipedia), sowie als Interaktions- (z. B. via E-Mail und Messenger-Dienste oder soziale Netzwerke) und Transaktionsplattform, beispielsweise zum Ein- und Verkauf von Waren oder zum Bezahlen

von Rechnungen (Latzer, Büchi, & Festic, 2020). Für andere Nutzungsformen, insbesondere für Unterhaltungszwecke, wie das Abspielen und Herunterladen von Musik oder Videos oder die Nutzung von Videospielen, bestehen dagegen ausgeprägte Altersunterschiede.

4.1.3 Digitale Kompetenzen der Gesamtbevölkerung

Um digitale Endgeräte und Internetressourcen gewinnbringend nutzen zu können bedarf es einer Reihe von technischen und kognitiven Fähigkeiten (vgl. Kapitel 3.3.3). In der Omnibus Erhebung zur Internetnutzung 2019 des BFS (2020a) werden, in Anlehnung an die Operationalisierung durch Eurostat (2019b), digitale Kompetenzen auf Basis einer angepassten Version des DigComp Frameworks der Europäischen Union definiert (Carretero, Vuorikari, & Punie, 2017; vgl. auch Kapitel 3.3.2.2.) Messungen beruhen auf der Selbsteinschätzung einer Reihe von Fertigkeiten. Über alle Altersklassen hinweg schätzen Schweizerinnen und Schweizer ihre technischen Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Endgeräten und Applikationen als vergleichsweise hoch ein. 46 % verfügen demgemäss über erweiterte digitale Kompetenzen.²⁶

Allerdings bestehen sowohl in Hinsicht auf die abgefragten Fertigkeiten, als auch in Bezug auf das Alter der Befragten erhebliche Unterschiede in der Einschätzung der eigenen Kompetenzen (Abbildung 11). So fällt der Anteil der Personen, die angeben eine bestimmte Tätigkeit mit dem Computer ausführen zu können, mit dem Alter. Zusätzlich bestehen erhebliche Unterschiede zwischen einzelnen Fertigkeiten, während eine Mehrheit der Bevölkerung jeden Alters angibt ein Textverarbeitungsprogramm verwenden zu können, geben weniger als einer von zehn befragten Schweizerinnen und Schweizern an über Programmierfähigkeiten zu verfügen. Bedenkt man, dass Personen ihre tatsächlichen Fertigkeiten im Umgang mit digitalen Ressourcen in der Regel überschätzen (vgl. Kapitel 5.8), so muss davon ausgegangen werden, dass die wenigsten Schülerinnen und Schüler auf elterliche oder familiäre Unterstützung zurückgreifen können, wenn sie komplexe technische Fertigkeiten im Umgang mit digitalen Ressourcen, wie z. B. das Programmieren, erlernen.

²⁶ Dies bedeutet, dass sie in jedem der vier definierten Kompetenzbereiche (Informationsbeschaffung, Kommunikation, Problemlösung und Verwendung von Software zur Erstellung und Bearbeitung digitaler Inhalte) für mindestens zwei Fertigkeiten angeben, dass sie diese beherrschen.

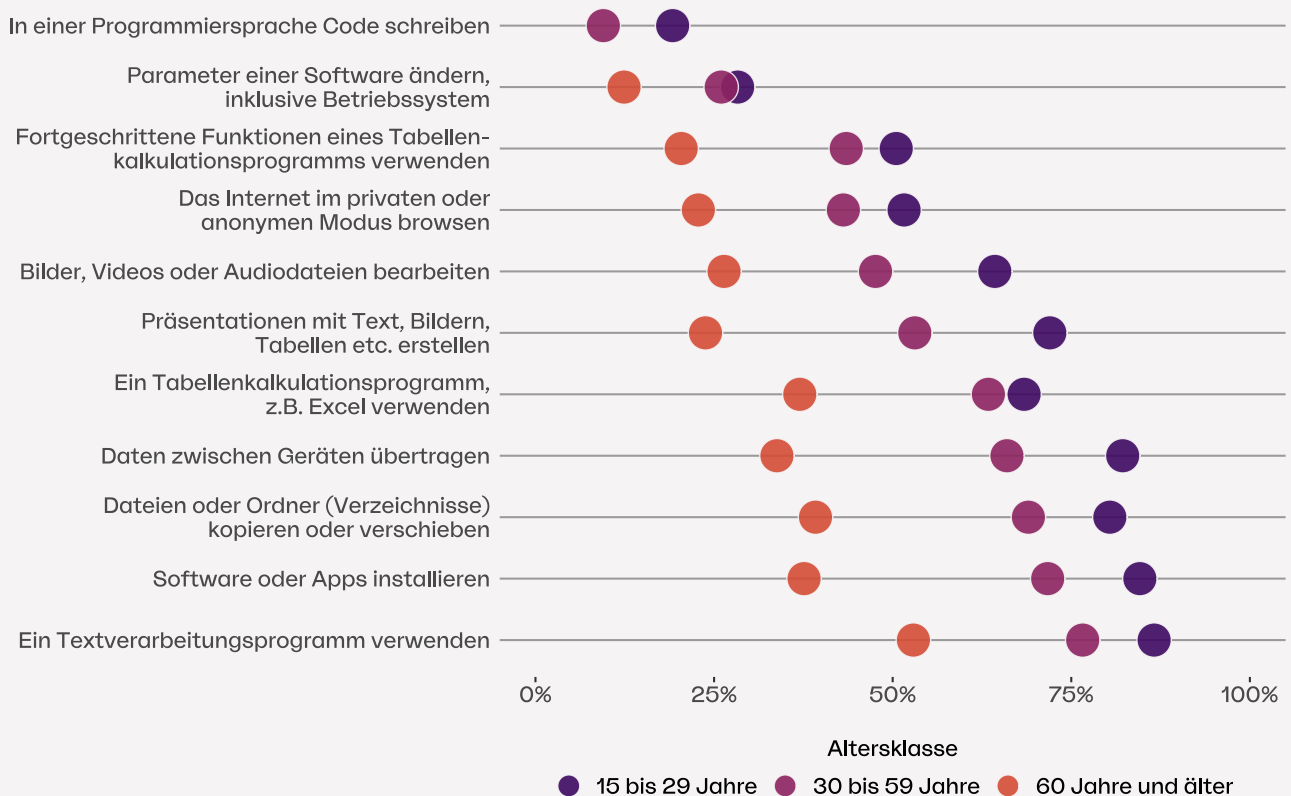


Abbildung 11: Selbstbewertete digitale Kompetenzen nach Alter

Anmerkungen: Quelle: Omnibus 2019: Erhebung zur Internetnutzung, Bundesamt für Statistik (BFS, 2020a). Punkte stellen den Anteil der Personen je Altersklasse dar, die angeben eine bestimmte Fertigkeit zu besitzen.

4.1.4 Gebrauch digitaler Ressourcen durch Kinder und Jugendliche in der Schweiz

Die Nutzung digitaler Ressourcen, insbesondere für den Zugang zum Internet und zu sozialen Netzwerken, ist unter Kindern und Jugendlichen in der Schweiz weitverbreitet (Abbildung 10). Gemäss den Ergebnissen der JAMES Studie 2020 (Bernath, et al., 2020) nutzt die Hälfte aller 12- bis 19-jährigen das Internet an Wochentagen länger als 2 Stunden. An Wochenenden erhöht sich die tägliche Internetzeit im Median auf drei Stunden. Dies entspricht den Werten der Erhebung von 2010 (Willemse, Waller, & Süss, 2010). Parallel dazu ist allerdings die (selbsteingeschätzte) Nutzungsdauer von Mobiltelefonen deutlich angestiegen. So nutzen 50 % der befragten Kinder und Jugendliche das Mobiltelefon unter der Woche länger als 3 Stunden täglich. An Wochenenden steigt der Wert auf 5 Stunden täglich. Jugendliche mit niedrigem sozioökonomischem Status oder Migrationshintergrund nutzen dabei Internet und Mobiltelefone länger. Auch scheinen Knaben mehr Zeit an digitalen Endgeräten zu verbringen als Mädchen (Bernath, et al., 2020).

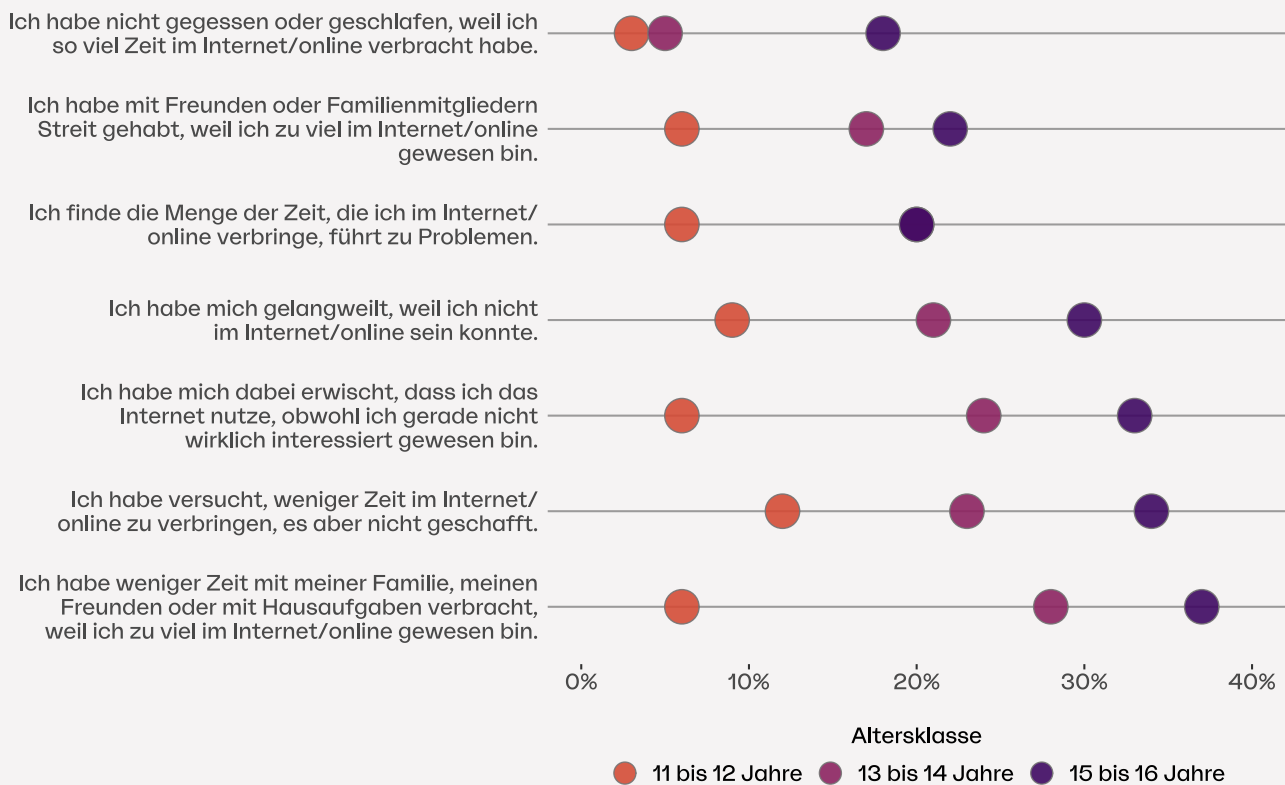


Abbildung 12: Konsequenzen der Internetnutzung unter Kindern und Jugendlichen nach Altersklassen

Anmerkungen: Quelle: Hermida (2019, S. 29). Jeder Punkt zeigt den Anteil an Kindern und Jugendlichen, die die aufgeführten negativen Konsequenzen mindestens einmal pro Monat erleben. Basierend auf einer nicht-repräsentativen Befragung von 766 Kindern und Jugendlichen. Anteile der Altersgruppen 13/14 Jahre und 15/16 Jahre, die der Aussage «Ich finde die Menge der Zeit, die ich im Internet/online verbringe, führt zu Problemen» zustimmen sind identisch (jeweils 20%). Daher überlappen die Punkte beider Gruppen.

Besitz und Nutzung digitaler Endgeräte beginnt bereits relativ früh. Ergebnisse einer Untersuchung von rund 1100 Kindern und Jugendlichen legen nahe, dass eines von vier Kindern im Alter von sechs bis sieben Jahren über ein eigenes Mobiltelefon verfügt und 30 % ein eigenes Tablet besitzt. Bei den 12- bis 13-Jährigen haben mehr als drei Viertel ein eigenes Smartphone (Waller, et al., 2019). Zudem legen qualitative Untersuchungen aus der Schweiz nahe, dass bereits 4- bis 6-jährige Kinder in vielen Familien regelmässig auf digitale Inhalte (z. B. Videos, Fernsehprogramme oder Videospiele) zugreifen (Schoch, Waller, Domdey, & Süss, 2018).

Die grosse Verbreitung und wachsende Nutzung digitaler Technologien durch Kinder und Jugendliche haben national wie international zu einer Reihe von Bedenken und Warnungen wegen möglicher Beeinträchtigungen der körperlichen und psychischen Gesundheit sowie der sozialen und kognitiven Entwicklung geführt (z. B. Twenge, et al., 2018; Spitzer, 2018). Etwa jeder dritte Heranwachsende zwischen 9 und 16 Jahren in der Schweiz berichtet von negativen Auswirkungen seiner Internetnutzung auf den Alltag, z. B. von Konflikten mit

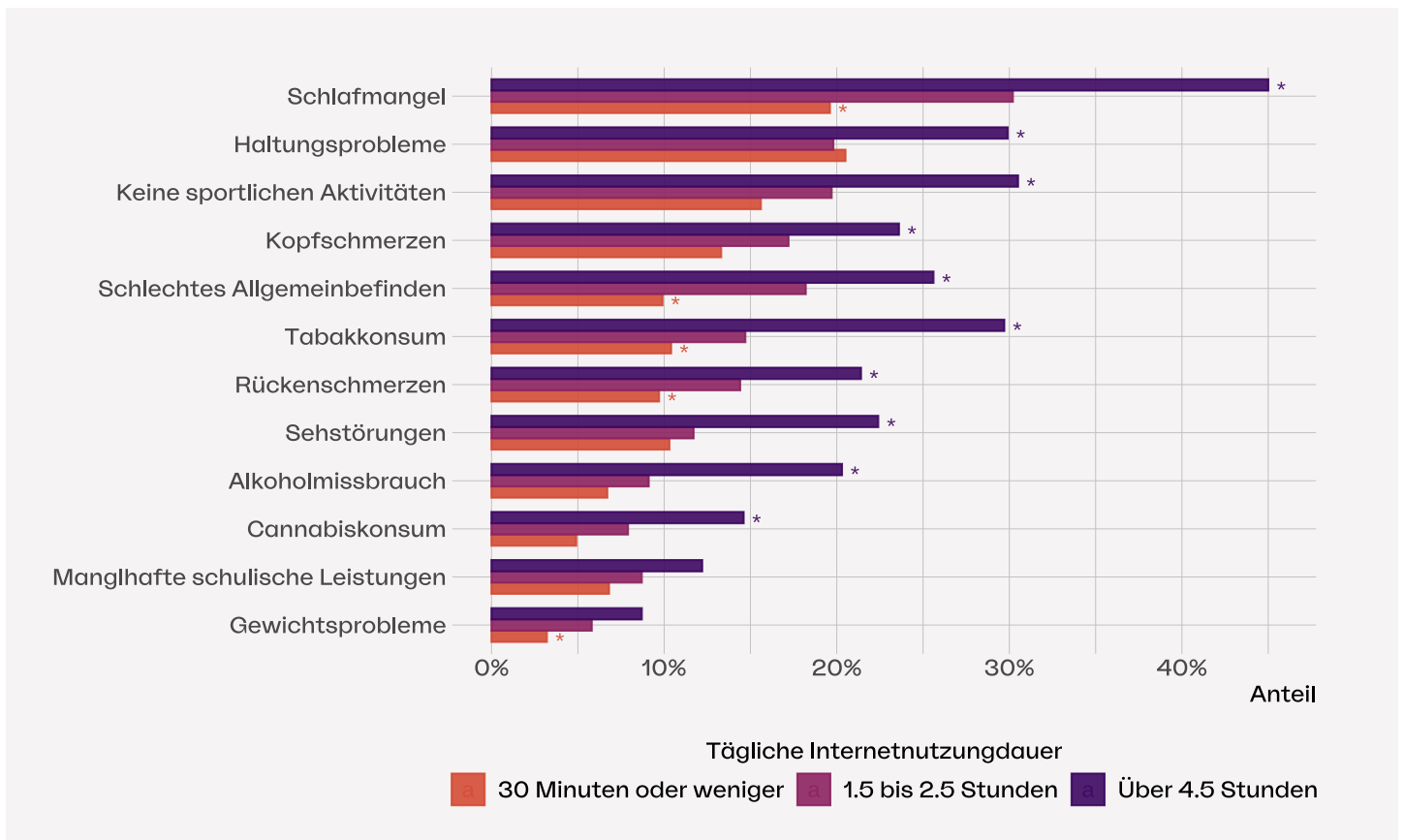


Abbildung 13: Zusammenhang zwischen Dauer der täglichen Internetnutzung, Verhaltensproblemen und Gesundheitsbeschwerden

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis von Berchtold, Akre, Barrese-Dias, Zimmermann, & Surís (2018). Balken zeigen den Anteil der befragten Jugendlichen, die angeben von einem bestimmten Problem (häufig) betroffen zu sein. Mit * bezeichnete Balken besagen, dass in einer Gruppe ein Problembild signifikant häufiger bzw. seltener auftritt als unter Jugendlichen, die das Internet täglich zwischen 1.5 und 2.5 Stunden nutzen (Referenzgruppe). Angaben basieren auf einer Befragung von 2942 13- bis 15-Jährigen im Kanton Waadt. Davon fallen 1487 (50.5%) in eine der drei dargestellten Nutzungsgruppen.

der Familie und Freunden oder der Vernachlässigung der Hausaufgaben (Hermida, 2019). Je älter die Befragten, desto häufiger werden negative Auswirkungen genannt (Abbildung 12). Bei etwa jedem Zehnten treten diese dabei so gehäuft und regelmässig auf, dass hier von einer exzessiven bzw. problematischen Nutzung digitaler Dienste ausgegangen werden kann. Mädchen scheinen davon etwas häufiger betroffen zu sein als Knaben (Hermida, 2019; Surís, et al., 2014).

Querschnittsstudien aus dem Kanton Waadt zeigen ebenfalls, dass Jugendliche, die mehr Zeit vor dem Bildschirm verbringen, häufiger über gesundheitliche Störungen wie Rückenschmerzen, Haltungsschäden, Übergewicht und Schlafmangel berichten (Surís, et al., 2014; Schweizer, et al., 2017; Berchtold, et al., 2018). Zudem steigt mit der Dauer der Nutzung digitaler Dienste auch der Konsum von Tabak, Alkohol und Cannabis, während das allgemeine Wohlbefinden und das Niveau sportlicher Aktivitäten sinkt (Abbildung 13). Allerdings ist dieser Zusammenhang nicht linear, so dass deutliche Steigerungen negativer Konsequenzen erst unter Nutzenden beobachtet werden können, die über sehr lange

Nutzungsdauern (> 4,5 h pro Tag) berichten (Berchtold, et al., 2018). Gemäss einer Erhebung in der Waadt aus dem Jahr 2012 betrifft dies etwa 13 % der 13 bis 15-Jährigen (Berchtold, et al., 2018).

Während der querschnittliche Zusammenhang zwischen der Nutzung von digitalen Ressourcen und dem Auftreten von Gesundheits- und Verhaltensproblemen auch in internationalen Übersichtsstudien bestätigt wird (vgl. Gottschalk, 2019), bestehen erhebliche Unsicherheiten in Bezug auf den kausalen Zusammenhang zwischen gesundheitlichen Beeinträchtigungen, problematischem Verhalten und der Nutzung digitaler Dienste (vgl. Kardefelt-Winther, 2019; Bell, Bishop, & Przybylski, 2015; Odgers & Jensen, 2020; Orben, 2020). So finden längsschnittliche Untersuchungen von Paneldaten in der Regel keine Hinweise darauf, dass eine längere Nutzung digitaler Dienste Depressionen hervorruft oder verstärkt (Marciano, Schulz, & Camerini, 2019; Puukko, et al., 2020).²⁷ Auch deuten einige Forschungsarbeiten darauf hin, dass emotional instabile und depressive Jugendliche häufiger in sozialen Medien nach emotionaler Unterstützung suchen (Buechel & Berger, 2012; Rideout & Fox, 2018), bzw. dass einsetzende depressive Erkrankungen zu einer Zunahme der aktiven Nutzung sozialer Medien führt (Puukko, et al., 2020).

Zusätzlich sind die gefundenen Effekte oft klein. Studien mit Jugendlichen aus den Vereinigten Staaten und Grossbritannien zeigen beispielsweise, dass jede zusätzliche Stunde, die Jugendliche digitale Technologien nutzen zu einem Rückgang der Schlafdauer zwischen drei (an Wochenenden) und neun Minuten (an Wochentagen) führt (Przybylski, 2019; Orben & Przybylski, 2020). Auch zeigt sich, dass selbst dort, wo ein negativer Zusammenhang zwischen der Nutzung digitaler Technologien und der Lebenszufriedenheit von Kindern besteht, die Nutzung digitaler Technologien weniger als 1 % der Variation in Lebenszufriedenheit erklärt (Huang, 2010; 2017; Orben & Przybylski, 2019; McDool, et al., 2020). Ähnliches gilt für andere psychische Auffälligkeiten und Verhaltensweisen wie beispielsweise Hyperaktivität, Impulsivität und Aufmerksamkeitsprobleme (Beyens, Valkenburg, & Piotrowski, 2018). Gleichzeitig legen einige Studien nahe, dass die Nutzung digitaler Dienste und Netzwerke unter Umständen einen positiven Effekt auf die psychische Gesundheit von Kindern und Jugendlichen haben kann (Thorisdottir, et al., 2019; Rideout & Fox, 2018).

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass gesundheitliche Einschränkungen und exzessive Nutzung digitaler Dienste sich wechselseitig verstärken, und dass Probleme, die «offline» bestehen sich im digitalen Raum wiederfinden bzw. sich dort verschärfen

27 Allerdings sind die Zeiträume zwischen den einzelnen Messungen in diesen Längsschnittuntersuchungen oft sehr gross. Die Ergebnisse der oben zitierten Panelstudien zeigen beispielsweise, dass die Nutzungsdauer oder -häufigkeit digitaler Dienste in einem Jahr keine Vorhersagekraft für depressive Erkrankungen im darauffolgenden Jahr hat. Daher besteht die Gefahr, dass kurzfristige kausale Effekte nicht erfasst werden.

können (vgl. Odgers & Jensen, 2020). So findet eine Längsschnittstudie mit einer Teilstichprobe der oben bereits beschriebenen Schülerinnen und Schülern aus dem Kanton Waadt (siehe Anmerkungen zu Abbildung 13) zwar, dass eine exzessive Nutzung digitaler Dienste zu einer weiteren Gewichtszunahme bei bereits übergewichtigen Jugendlichen führt. Bei normalgewichtigen Jugendlichen hingegen ist eine exzessive Nutzung des Internets nicht mit einer Zunahme des Körpergewichts verbunden (Barrense-Dias, et al., 2016). Auch führt eine (erzwungene) Reduktion der Nutzung digitaler Medien in der Regel nicht zu einer Steigerung der sportlichen Aktivitäten bei Kindern und Jugendlichen (vgl. Kardefelt-Winther, 2019).

Der Zusammenhang zwischen der (exzessiven) Nutzung digitaler Dienste in der Freizeit und schulischen Leistungen ist bis anhin nicht hinreichend geklärt. Einige Studien weisen darauf hin, dass die exzessive Nutzung digitaler Inhalte – insbesondere von Videospielen – zu einer Verdrängung von schulbezogenen Aktivitäten in der Freizeit führt (z. B. der Bearbeitung von Hausaufgaben) und so die Entwicklung basaler schulischer Kompetenzen behindert (Weis & Cerankosky, 2010; Secades-Villa, et al., 2014; Camerini, Quinto, & Cafaro, 2015). So finden Camerini, Schulz, & Jeannet (2017) in einer Untersuchung von Tessiner Primarschülerinnen und Primarschülern, dass eine Erhöhung der Häufigkeit der Internetnutzung für Unterhaltungs- und private Kommunikationszwecke zu einer Verschlechterung Jahresendnoten führen. Allerdings sind die Effekte klein.²⁸ Dies entspricht in etwa den Erkenntnissen neuerer internationaler Metaanalysen, die ebenfalls zeigen, dass – zumindest im Durchschnitt – der Effekt der Nutzung digitaler Dienste in der Freizeit auf schulische Leistungen sehr klein (Ferguson, 2015; Gnams, et al., 2020; Marker, Gnams, & Appel, 2018) oder nicht vorhanden ist (Appel, Marker, & Gnams, 2019; Furuya-Kanamori & Doi, 2016).

Eine mögliche Erklärung für die kleinen durchschnittlichen Effekte der Freizeitnutzung digitaler Medien auf Gesundheit und schulische Leistungen bietet die sogenannte «Goldilocks-Hypothese» (vgl. Kardefelt-Winther, 2019). Sie besagt, dass eine massvolle Nutzung digitaler Dienste und Medien vorteilhaft für das psychische Wohlbefinden und die kognitiven Leistungen von Kindern und Jugendlichen sein könnte. So ermöglichen digitale Dienste nach Informationen zu suchen oder soziale Kontakte zu pflegen. Eine zu intensive oder eine zu geringe Nutzung könnten dagegen schädlich sein. Daten aus der Schweiz, lassen eine solchen Zusammenhang bislang nicht vermuten (vgl. Abbildung 13). Allerdings zeigt eine neuere Studie auf Basis einer Erhebung mit mehr als 120'000 Schüle-

28 Geschätzte Koeffizienten besagen, dass ein Anstieg von der niedrigsten Häufigkeitskategorie (nie) auf die höchste Kategorie (immer) zu einem durchschnittlichen Rückgang der Jahresendnoten von 0.1 Notenpunkten auf der Standardnotenskala von 1 bis 6 führen würde.

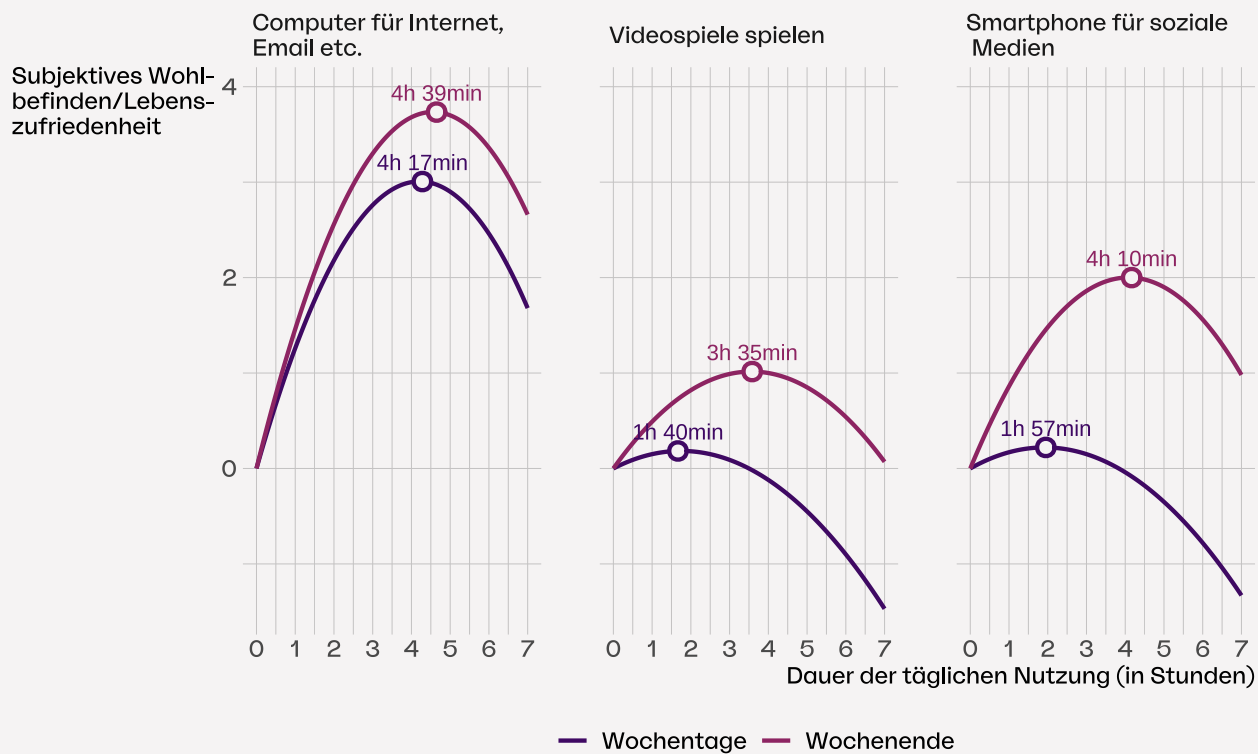


Abbildung 14: Nutzungsdauer digitaler Medien und Lebenszufriedenheit unter 15-Jährigen in Grossbritannien
 Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Ergebnisse von Przybylski & Weinstein (2017a). Kurven zeigen die Veränderung von selbstberichtetem, subjektivem Wohlbefinden (Lebenszufriedenheit) mit Veränderung der Dauer der Nutzung digitaler Technologien (selbstberichtet). Die helleren Kurven zeigen diesen Zusammenhang für die Nutzungsdauer am Wochenende. Die dunkleren Kurven den Zusammenhang zwischen subjektivem Wohlbefinden und Nutzungsdauer an Wochentagen. Kurven basieren auf einer Reihe von Regressionsmodellen, die neben der Nutzungsdauer (und dem Quadrat der Nutzungsdauer) für das Geschlecht und Herkunft der befragten Schülerin/ des befragten Schülers, sowie dem durchschnittlichen ökonomischen Wohlstand ihrer Wohngemeinde kontrollieren. Dargestellte Werte sind so normiert, dass das Wohlbefinden von Schülerinnen und Schülern, die angeben keine digitalen Technologien zu nutzen Null entspricht. Das verwendete Mass für subjektives Wohlbefinden hat 56 Skalenpunkte (Tennant, et al., 2007). Graue Punkte zeigen die jeweilige tägliche Nutzungsdauer, bei der das subjektive Wohlbefinden am höchsten ist.

rinnen und Schülern in Grossbritannien (Przybylski & Weinstein, 2017a), dass zumindest in Bezug auf subjektives Wohlbefinden ein nicht-linearer Zusammenhang mit der Dauer der Nutzung digitaler Dienste besteht (Abbildung 14). Subjektives Wohlbefinden ist am höchsten bei täglichen Nutzungsdauern zwischen 1 Stunde und 40 Minuten (Videospiele spielen, unter der Woche) und 4 Stunden und 40 Minuten (Computer nutzen um über das Internet zu kommunizieren, am Wochenende). Geringere Nutzungszeiten sind mit vergleichsweise geringen Einbussen des psychischen Wohlbefindens verbunden. Längere Nutzungszeiten führen dagegen zu deutlicheren Rückgängen. Allerdings fällt das durchschnittliche Wohlbefinden erst ab sehr langen Nutzungsdauern unter das Niveau von Schülerinnen und Schülern, die angeben digitale Medien nie zu nutzen.²⁹ Zudem

²⁹ Werte liegen zwischen > 3 Stunden und 30 Minuten für die Nutzung von Videospiele an Wochentagen, und > 9 Stunden und 6 Minuten für die Nutzung von Computern für Internet und Kommunikation an Wochenendtagen.

bleiben positive, wie negative Effekte über den gesamten Bereich der beobachtbaren Nutzungsdauern klein. Beispielsweise liegt das vorhergesagte subjektive Wohlbefinden einer Jugendlichen bzw. eines Jugendlichen die/der Computer an Wochenendtagen für knapp unter 5 Stunden (279 Minuten) nutzt zwar signifikant über dem Wohlbefinden einer Nichtnutzerin/eines Nichtnutzers. Der substantielle Unterschied zwischen beiden beträgt allerdings weniger als 4 Punkte auf einer 56-stufigen Skala bzw. etwas weniger 0.4 Standardabweichungen, und kann daher als kleiner Effekt interpretiert werden (Cohen, 1988).

4.1.5 Risiken der Nutzung digitaler Medien durch Kinder und Jugendliche in der Schweiz

Neben einer Reihe von Chancen sind mit der Nutzung digitaler Medien durch Kinder und Jugendliche auch Risiken verbunden. Diese bestehen vor allem darin, dass Kinder und Jugendliche mit unangemessenen oder illegalen Inhalten konfrontiert werden, und diese weiterverbreiten. Zusätzlich kann es durch (technische) Sicherheitsprobleme oder die freiwillige Weitergabe von Informationen zu einem Verlust an Datensicherheit oder Privatsphäre kommen, der sich schlimmstenfalls zu finanziellen oder gesundheitlichen Schäden auswachsen kann.

Im Rahmen einer internationalen Erhebung berichteten 38 % der befragten 9- bis 16-Jährigen in der Schweiz im vergangenen Jahr unangenehme Erfahrungen bei der Nutzung des Internets gemacht zu haben (Smahel, et al., 2020). So wurden sie z. B. mit Hasskommentaren konfrontiert oder bekamen pornografische Inhalte zu Gesicht (vgl. Abbildung 15).³⁰ Dieser Wert liegt deutlich über demjenigen der Nachbarländer, wo zwischen 9 % (Deutschland) und 17 % (Frankreich) der befragten Kinder und Jugendlichen angeben, im vergangenen Jahr unangenehme Erfahrungen im Internet gemacht zu haben. Gleichzeitig fühlen sich Schweizer Kinder und Jugendliche in etwa ebenso kompetent im Umgang mit von ihnen als störend bzw. unangemessen empfundenen Online-Verhalten anderer wie ihre Altersgenossen in den umliegenden Ländern.

Generell steigt der Anteil der Betroffenen mit dem Alter der Befragten (Abbildung 15), was vor allem auf die Zunahme der Nutzungshäufigkeit und -dauer digitaler Medien mit zunehmendem Alter zurückzuführen sein dürfte. Während unter den 11- bis 12-Jährigen weniger als jede/r Fünfte von drei oder mehr erlebten Risiken im vergangenen Jahr berichten, sind es bei 13- bis 14-Jährigen bereits drei von fünf und unter 15- bis 16-Jährigen vier von fünf Befragten (Hermida, 2019, S. 11). Am weitesten verbreitet ist der Kontakt mit sexuellen Darstellungen,

³⁰ Etwa jeder/jedem zehnten Befragten widerfährt dies regelmässig (d.h. mindestens einmal pro Monat).

wie Pornographie und problematischen Inhalten wie Darstellungen physischer Gewalt (29 % der Befragten) oder Informationen über Möglichkeiten, Selbstmord zu begehen (18 % der Befragten). Etwa jede/r zweite Jugendliche im Alter von 15 bis 16 Jahren hat im vergangenen Jahr aber auch eine Verletzung der Privatsphäre erlebt, beispielsweise weil durch Dritte private Informationen online bereitgestellt wurden. Zwei von fünf Jugendlichen dieser Altersgruppe berichten davon, dass sie online nach sexuellen Informationen über sich gefragt wurden (Grooming). Der Kontakt zu potenziell problematischen Inhalten und die Beteiligung an risikobehafteten Verhaltensweisen gehören damit für eine Mehrheit der Kinder und Jugendlichen in der Schweiz zur Nutzung des Internets dazu.

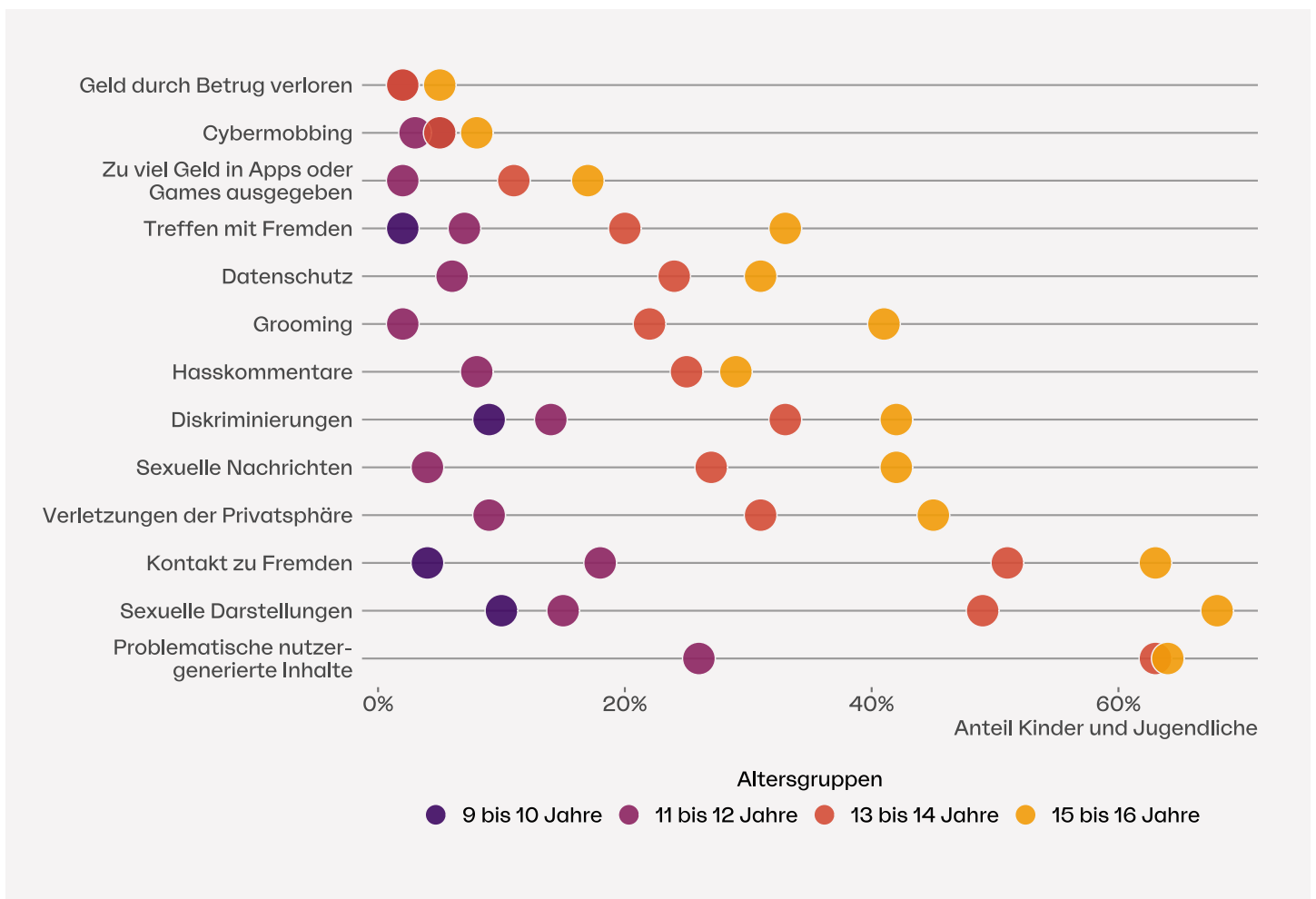


Abbildung 15: Erlebte Risiken bei der Internetnutzung nach Altersgruppen

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Ergebnisse von Hermida (2019, S. 12). Jeder Punkt zeigt den Anteil an Kindern und Jugendlichen einer Altersgruppe, die mit den aufgeführten Risiken im Verlauf eines Jahres in Kontakt gekommen sind. Aufgrund der Annahme, dass eine Mehrzahl der erfassten Risiken für Kinder im Alter von 9 bis 10 Jahren inhaltlich nicht fassbar oder thematisch ungeeignet ist, wurde diese Gruppe lediglich zu fünf Risiken befragt. In Bezug auf Cybermobbing deckt sich der Anteil 9- bis 10-Jährigen mit dem der 13 bis 14-Jährigen (jeweils 5%), so dass es zu einer Überlagerung der beiden Punkte kommt.

4.2 Marktstruktur digitaler Endgeräte und Software

4.2.1 Der Markt für digitale Endgeräte und Allzweck-Software

Der Markt für digitale Endgeräte ist weitgehend internationalisiert, wobei trotz einer dominanten Position einzelner Anbieter ein intensiver Wettbewerb zwischen den Anbietern verschiedener Typen von Endgeräten besteht (Costello & Rimol, 2020).

Auf Ebene der Betriebssysteme und Allzweck-Software wie Tabellenkalkulations- und Textverarbeitungssoftware besteht sowohl global als auch im Schweizer Markt eine deutlich höhere Konzentration. So teilen sich gemäss einer Auswertung auf Basis von verwendeten Internetbrowsern jeweils nur zwei Anbieter den Markt für Betriebssysteme von Personalcomputern, Tablets und mobilen Endgeräten (StatsCounter, 2020). Dies betrifft auch den Bildungsbereich. So laufen beispielsweise Computer in Schulen des Kantons Freiburg fast zu 100 % auf Basis von Betriebssystemen, die von Microsoft und Apple vertrieben werden (Fritic, 2019).

Differenzen in der Marktstruktur spiegeln sich, zumindest teilweise, in der unterschiedlichen Preisentwicklung. So sind zwar die Preise für digitale Endgeräte und Software beide in den vergangenen 10 Jahren rückläufig und lagen deutlich unter der allgemeinen Entwicklung der Lebenshaltungskosten (Abbildung 16). Allerdings war der Rückgang für digitale Endgeräte deutlich ausgeprägter als derjenige für Software oder digitale Inhalte.

Der erhebliche Rückgang der Preisindizes für Hardwarekomponenten ist neben einer Veränderung der Preise vor allem der kontinuierlichen Qualitätsverbesserung der Endgeräte geschuldet. Diese Qualitätsverbesserungen fliessen in die Berechnung der abgebildeten Preisindizes ein (BFS, 2016). Auch internationale Studien zeigen eine ähnliche Entwicklung für die Preise digitaler Endgeräte (Byrne, Dunn, & Pinto, 2016).

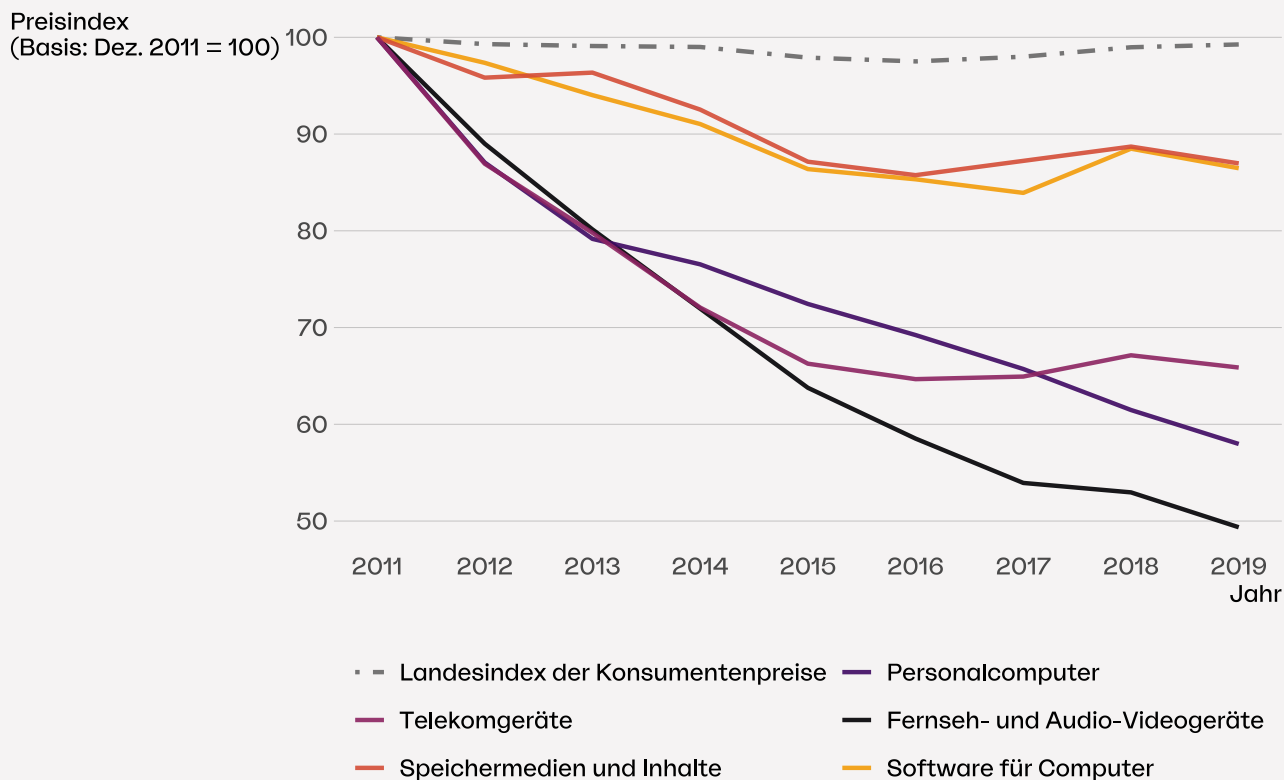


Abbildung 16: Preisentwicklung digitaler Endgeräte und Software, 2011 bis 2019

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Warenkorbstruktur des Landesindex der Konsumentenpreise des BFS (vgl. (BFS, 2016). Zeitreihen sind so normiert, dass alle Indizes im Dezember 2011 den Wert 100 annehmen.

Lesebeispiel: Im Zeitraum zwischen Ende 2011 und Ende 2019 haben sich die qualitätsbereinigten Preise für Personalcomputer (Desktop und Laptop) knapp halbiert. Preise für Software sind im gleichen Zeitraum um etwa 13 % gesunken. Beide Rückgänge sind deutlich stärker als derjenige des Index aller Lebenshaltungskosten, der zwischen 2011 und 2019 weitgehend stabil geblieben ist.

4.2.2 Der Markt für digitale Lehr- und Lernmittel

Zur Struktur des Markts für digitale Lehr- und Lernmittel liegen bis anhin keine schweizweit belastbaren Daten vor. Der Markt im Lehrmittelwesen in der formalen Bildung ist an sich stark reguliert, da das Lehrmittelwesen der Steuerung der Bildungsverwaltung unterliegt und in den kantonalen Schulgesetzen verankert ist. Ein gutes Dutzend Lehrmittelverlage, teilweise im Besitz der öffentlichen Hand oder auch privatrechtlich organisiert, konkurrieren im Markt auf den obligatorischen Schulstufen (Döbeli Honegger, Hielscher, & Hartmann, 2018). Weniger stark reguliert ist das Lehrmittelwesen in der Berufsbildung. Getragen durch die Organisationen der Arbeitswelt spielen Berufsverbände und Branchenorganisationen eine zentrale Rolle. Sie verantworten Lehrpläne und definieren damit massgeblich die Lehr- und Lernmittel.

Der Lehrmittelmarkt insgesamt (alle Bildungsstufen) wird auf rund 100 Millionen Franken geschätzt (Brütsch, 2017). Genauere Zahlen sind nicht verfügbar.

Marktkennzahlen zu ergänzenden Teilmärkten (z. B. Lernfördersysteme, Nachschlagewerke und allgemeine Softwareapplikationen etc.) sind auf der Volkshochschulstufe keine verfügbar.

Gleichzeitig wächst die Zahl der Anbieter, die über den informellen und non-formalen Bildungsmarkt Angebote lancieren, welche auch im formalen Bildungssektor nachgefragt und genutzt werden. In beiden Bereichen führen niedrige Markteintrittshürden für digitale Distributionsplattformen für Lehr- und Lernmittel ohne didaktische Qualitätskriterien zu einem verschärften Wettbewerb für etablierte Lehrmittelverlage. Durch Skalen- und Netzwerkeffekte aus den Bereichen der non-formalen und informellen Bildung getrieben haben die App-Stores von Apple, Google und Microsoft starke Auswirkungen auf die Nachfrage nach geeigneten Lehr- und Lernmitteln, Softwareapplikationen und Tools für die formale Bildung (ilz, 2020).

4.3 Die Auswirkungen der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt

Der seit dem Beginn der Industrialisierung anhaltende Prozess der Ablösung menschlicher Arbeit durch maschinelle Verfahren (Autor, 2015; Fernández-Macías, 2018; Witt & Gross, 2020), ist in den vergangenen Jahren durch die zunehmende Digitalisierung von Gesellschaft und Wirtschaft weiter verstärkt und beschleunigt worden. Digitale Technologien tragen dabei nicht nur zu einer weiteren Automatisierung einer immer breiter werdenden Palette menschlicher Tätigkeiten bei, sondern ermöglichen die Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen, erweitern und verbessern die Kontrolle von Produktionsprozessen und vereinfachen den Austausch und die Koordination von Transaktionen via Plattformen (Fernández-Macías, 2018; Aepli, et al., 2017). Diese Entwicklungen verändern die Nachfrage nach Kompetenzen auf dem Arbeitsmarkt und damit auch die Anforderungen an die Kompetenzen, die im Bildungssystem vermittelt werden sollten (SKBF, 2018, S. 26).

4.3.1 Umstrittener Nettoeffekt ...

Während technologische Veränderungen mittel- und langfristig meist einen positiven Nettoeffekt auf die Beschäftigungssituation haben (Pianta, 2006), sind die Effekte der Digitalisierung auf Beschäftigung und Löhne umstritten. In einer vielzitierten Studie für den US-Arbeitsmarkt schätzten befragte Experten, dass knapp die Hälfte der Amerikanerinnen und Amerikaner in Berufen beschäftigt sind, die von einem hohen Automatisierungsrisiko betroffen sind (Frey & Osbor-

ne, 2017). Auf Basis derselben Methode lassen sich für die Schweiz ähnliche Zahlen ableiten (Willimann & Käppeli, 2017). Allerdings ist fraglich, wie robust diese Schätzungen sind (z. B. Arntz, Gregory, & Zierahn, 2017; Dengler & Matthes, 2015). So gehen neuere Berechnungen davon aus, dass in den kommenden 20 Jahren international etwa 9 % bis 25 % der bestehenden Arbeitsplätze von einer vollständigen Automatisierung betroffen sein werden (Arntz, Gregory, & Zierahn, 2017; Nedelkoska & Quintini, 2018; Muro, et al., 2019). Darüber hinaus wird für ein weiteres Drittel der bestehenden Arbeitsplätze mit wesentlichen Änderungen in der Aufgabenstruktur gerechnet (Nedelkoska & Quintini, 2018).

Gleichzeitig gehen die meisten Schätzungen davon aus, dass mit der Verbreitung digitaler Technologien die Nachfrage nach bestimmten Kompetenzen, wie Programmierung oder Datenanalyse, weiter anwachsen wird, und sich das Arbeitsangebot in Bereichen, die (noch) nicht oder nur ungenügend automatisiert werden können, ausweiten wird (Autor, 2015; Acemoglu & Restrepo, 2018).³¹ Zudem entstehen im Zuge der Digitalisierung neue Tätigkeitsfelder, was zu einer weiteren Ausweitung des Arbeitsangebots führen kann (Autor, 2015; Zenhäusern & Vaterlaus, 2017; Acemoglu & Restrepo, 2018; Gregory, Salomons, & Zierahn, 2019). Ob in der Summe mehr Arbeitsplätze neu geschaffen werden als verloren gehen, ist schwierig vorherzusagen. So, geht eine aktuelle Schätzung der Beratungsfirma McKinsey davon aus, dass die durch digitale Technologien getriebene Automatisierung in den kommenden zehn Jahren (bis 2030) in der Schweiz bis zu 20 % mehr Arbeitsplätze vernichten als neu schaffen wird (Bughin, et al., 2018). Auf der anderen Seite zeigen empirische Untersuchungen, dass der Nettoeffekt der bisherigen, durch die Digitalisierung hervorgerufenen strukturellen Verschiebungen tendenziell positiv ist. D. h, dass mehr Arbeitsplätze geschaffen als vernichtet wurden (Evangelista, Guerrieri, & Meliciani, 2014; Gregory, Salomons, & Zierahn, 2019; Balsmeier & Woerter, 2019; Dauth, et al., 2021). So zeigen Balsmeier & Woerter (2019) auf Basis eines Datensatzes von knapp 450 Schweizer Firmen, dass ein Anstieg der Investitionen in digitale (Produktions-) Technologien um CHF 100'000 dazu führt, dass durchschnittlich 1,6 Arbeitsplätze zusätzlich geschaffen werden (vgl. Abbildung 17, linker Punkt).³²

31 Aus Sicht der ökonomischen Theorie beeinflusst die Verbreitung digitaler Technologien die Arbeitsnachfrage auf vier Arten (vgl. Zenhäusern & Vaterlaus, 2017; Acemoglu & Restrepo, 2018; Gregory, Salomons, & Zierahn, 2019). Zum einen vereinfacht und beschleunigt sie den Ersatz von Menschen durch Maschinen bei der Ausführung von Routinetätigkeiten und schafft einen Anreiz, Produktions- und Vertriebsprozesse in Richtung Routineaufgaben umzustrukturieren. Dieser «Substitutionseffekt» führt zu einem Verlust an Arbeitsplätzen. Auf der anderen Seite senken die durch den Substitutionseffekt herbeigeführten Effizienzgewinne die Kosten und Preise handelbarer Güter. Dies führt zu einer Erhöhung der Produktnachfrage und damit zu einer Ausweitung der Nachfrage nach Produktionsmitteln, u. a. Arbeitskraft. Drittens, erlauben digitale Technologien die Entwicklung neuer Produkte, was ebenfalls zu einer Ausweitung des Arbeitsangebots beiträgt. Und viertens, führt der Anstieg der Produktnachfrage zu einer Einkommenserhöhung, die sich in einer stärkeren Nachfrage für weitere Güter und Dienstleistungen niederschlägt, und so zu einer Ausweitung des Arbeitsangebots in nicht direkt von der Digitalisierung betroffenen Wirtschaftszweigen führt. Ob in diesem Prozess der durch den Substitutionseffekt ausgelöste Rückgang der Nachfrage nach Arbeitskräften, oder die komplementären, Arbeitsnachfrage erhöhenden Effekt dominieren, ist nur empirisch bestimmbar.

32 Für den Beobachtungszeitraum von zwei Jahren entspricht dies einem Nettozugewinn von knapp 4500 zusätzlichen Stellen unter den knapp 450 Firmen.

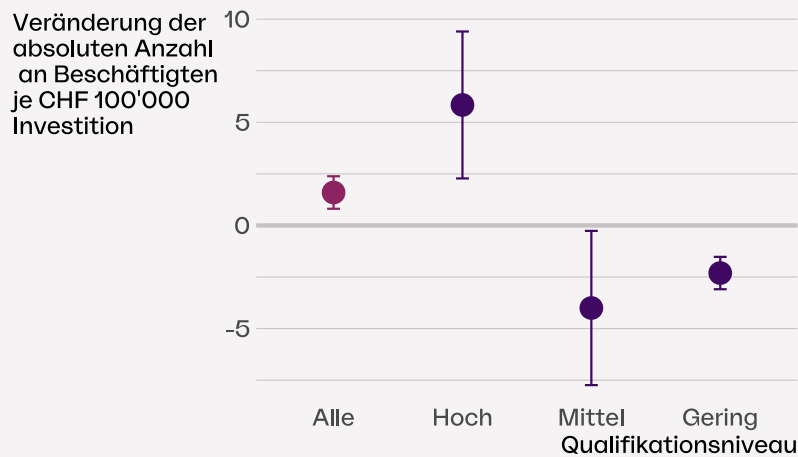


Abbildung 17: Effekt von Investitionen in digitale Produktionstechnologien auf die Beschäftigung nach Qualifikationsniveau

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Ergebnisse von Balsmeier & Woerter (2019, Tabelle 2). Punkte zeigen die durchschnittliche Veränderung der Beschäftigtenzahl zwischen 2015 und 2016, auf Basis der Veränderung der Investitionen in digitale Produktionstechnologien in CHF 100'000 zwischen 2015 und 2016. Digitale Produktionstechnologien umfassen computergestützte automatisierte Steuerungssysteme, programmierbare logistische Steuerungen, Rapid Prototyping, Maschinen mit computerisierter numerischer Steuerung (CNC) und direkter numerischer Steuerung (DNC), Roboter, autonome Fahrzeuge, 3D-Druck und Internet of Things. Antennen zeigen 95% Vertrauensintervalle der Schätzer. Ergebnisse basieren auf einer OLS-Regression (in «first differences») die zusätzlich für die Veränderung der F&E Ausgaben und die Gesamtänderung der Arbeitsplätze je Firma kontrolliert.

Lesebeispiel: Eine Zunahme der Investitionen in digitale Produktionstechnologien um CHF 100'000 geht mit einer Erhöhung von fast sechs Arbeitsplätzen für Hochqualifizierte einher. Gleichzeitig reduziert sich die Anzahl der Arbeitsplätze für Mittel- und Geringqualifizierte um vier bzw. zwei.

4.3.2 ... klare Verteilungseffekte

Die Arbeitsplätze, die durch digitale Technologien bedroht sind, und die Arbeitsplätze, die durch den Einsatz digitaler Technologien geschaffen werden, unterscheiden sich erheblich in Aufgabenstruktur und Kompetenzanforderungen. Industrielle Roboter beispielsweise ersetzen in der Regel manuelle Routinetätigkeiten. Ihre Verbreitung in der Produktion verschlechtert damit die Arbeitsmarktchancen für Menschen, die über ein niedriges Qualifikationsniveau verfügen und bislang primär in ähnlichen Bereichen beschäftigt waren. Stellen, die neu geschaffen werden, setzen dagegen vermehrt analytische, kommunikative und problemlöseorientierte Fähigkeiten voraus (Zenhäusern & Vaterlaus, 2017), und erfordern eher ein hohes Qualifikationsniveau (Aepli, et al., 2017).

Sowohl empirische Untersuchungen bestehender Daten, als auch Prognosen zukünftiger Entwicklungen sind sich daher weitgehend einig, dass positive wie negative Effekte der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt ungleich verteilt sind (u. a. Frey & Osborne, 2017; Arntz, Gregory, & Zierahn, 2017; Balsmeier & Woerter, 2019; Dauth, et al., 2021). Personen mit geringen bis mittleren Qualifikationen sehen sich dabei der Konkurrenz durch digitale Technologien stärker ausgesetzt als Personen mit hohem Qualifikationsprofil (vgl. Abbildung 17).

Die Verschiebung der Qualifikationsnachfrage kann auch zu zeitlich heterogenen Effekten führen, da mit der Einführung digitaler Technologien kurz- oder mittelfristig deutliche Abweichungen zwischen Qualifikationsnachfrage und Qualifikationsangebot entstehen können. Dies kann einerseits zu einer erhöhten Arbeitslosigkeit unter Personen mit fehlender oder unpassender Qualifikation und andererseits zu einer unbefriedigten Nachfrage nach qualifizierten Arbeitnehmenden (einem Fachkräftemangel) führen (vgl. Abberger, 2016; SBFI, 2017a; Bundesrat, 2017). So ist die Nachfrage nach Kompetenzen im Bereich Informatik in der Schweiz seit Jahren anhaltend gross (Buchmann, Buchs, & Gnehm, 2020b). Die Ergebnisse verschiedener Indikatorensysteme zur Quantifizierung des Fachkräftebedarfs legen nahe, dass bei Informatikberufen eine ausgeprägte und wachsende Lücke zwischen der inländischen Nachfrage und dem (Inländer-) Angebot besteht (Degen, et al., 2016; BSS, 2020; SMM, 2020). Eine Analyse von Stellenangeboten der vergangenen 30 Jahre zeigt zudem, dass auch ausserhalb des Informatikbereichs, die Anforderungen an die IT-Kenntnisse von Arbeitnehmenden in vielen Berufen gewachsen sind (Buchmann, Buchs, & Gnehm, 2020b).

Schliesslich entstehen Arbeitsplätze, die im Zuge der Digitalisierung geschaffen werden, oft nicht dort, wo Arbeitsplätze aufgrund von Automatisierung verschwinden. So zeigen Untersuchungen aus der Europäischen Union und den Vereinigten Staaten, dass die Verbreitung von Robotern in der Industrieproduktion auf nationaler Ebene keine oder gar positive Effekte auf die Beschäftigung haben (Autor & Salomons, 2018; Graetz & Michaels, 2018). In lokalen Arbeitsmärkten führt eine stärkere Verbreitung von Robotern aber zu einer Erhöhung der Arbeitslosigkeit und einem Rückgang des Einkommens bzw. des Einkommenswachstums (Chiacchio, Petropoulos, & Pichler, 2018; Acemoglu & Restrepo, 2020). Ähnliche räumliche Disparitäten zeigen sich auch in frühen Untersuchungen zur Verbreitung des Internets (Forman, Goldfarb, & Greenstein, 2012). Dies bedeutet, dass Digitalisierung auch zu räumlich heterogenen Arbeitsmarkteffekten führt.

4.4 Politische Rahmenbedingungen der Nutzung digitaler Ressourcen im Bildungssystem

Die Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft verändert auch die Rahmenbedingungen für und die Anforderungen an das Bildungssystem. Nicht zuletzt aufgrund der pandemiebedingten Schulschliessungen im Frühjahr 2020 hat das Thema in der politischen Diskussion deutlich an Dynamik gewonnen. Allerdings beschäftigt sich die Bildungspolitik bereits seit einiger Zeit mit der Bedeutung und den Herausforderungen der Digitalisierung für das Bildungssystem.

4.4.1 Rahmendokumente für den Umgang mit digitalem Wandel im schweizerischen Bildungssystem

Die Bildungspolitik und Bildungsverwaltung haben auf vielfältige Weise auf die Herausforderungen der Digitalisierung für das Bildungssystem der Schweiz reagiert. Im Folgenden werden Rahmendokumente betrachtet, mit denen Behörden der Bildungsverwaltung ihre Steuerungskompetenz im Zusammenhang mit dem digitalen Wandel im schweizerischen Bildungssystem wahrnehmen. Diese Dokumente haben in der Regel zum Ziel Bedingungen zu definieren, die zu schaffen sind, damit Schulen in ihrem Zuständigkeitsbereich die Chancen der Digitalisierung für Lehren und Lernen ausschöpfen können und es Schülerinnen und Schülern ermöglichen, digitale Kompetenzen im Unterricht zu erwerben.

Die berücksichtigten Dokumente entstammen der Sammlung «Digitalisierung im Bildungssystem: kantonale Konzepte» auf dem Schweizerischen Dokumentenserver Bildung (edudoc.ch, 2020). Diese Sammlung wurde im Rahmen der Arbeiten zur Digitalisierungsstrategie der EDK (2018a) angelegt, und für den vorliegenden Bericht durch das IDEs ad hoc erweitert und aktualisiert. Anfang Dezember 2020 umfasste die Sammlung 48 Dokumente (inkl. Sprachversionen). Da die Sammlung nicht systematisch angelegt wurde, weist sie Lücken auf. Vorliegende Dokumente stammen überwiegend aus der Deutschschweiz, wurden nach 2015 publiziert und fokussieren auf die obligatorische Schule (vgl. Abbildung 18). Eine Analyse in Bezug auf Unterschiede zwischen Kantonen sowie allgemein- und berufsbildenden Schulen ist daher nicht möglich. Der Fokus liegt stattdessen auf:

- ihren Einstellungen bzw. Überzeugungen,
- den Typen von Strategiedokumenten,
- der bildungspolitischen Ebene, auf der sie verortet sind,
- den Themen, die in den Strategiedokumenten aufgegriffen – und somit als strategisch relevant erkannt – werden, und
- den Akteuren, denen eine relevante Rolle bei der Gestaltung des digitalen Wandels zugeschrieben wird.

4.4.1.1 Typen von Rahmendokumenten

Die einbezogenen Dokumente unterscheiden sich grundlegend in Bezug auf ihren Inhalt:

- **Strategien zur digitalen Transformation** gehen vom gesamtgesellschaftlich wahrgenommenen digitalen Wandel aus, definieren neue übergreifende Ziele für die Schule und den Unterricht oder passen bestehende Ziele an die neuen

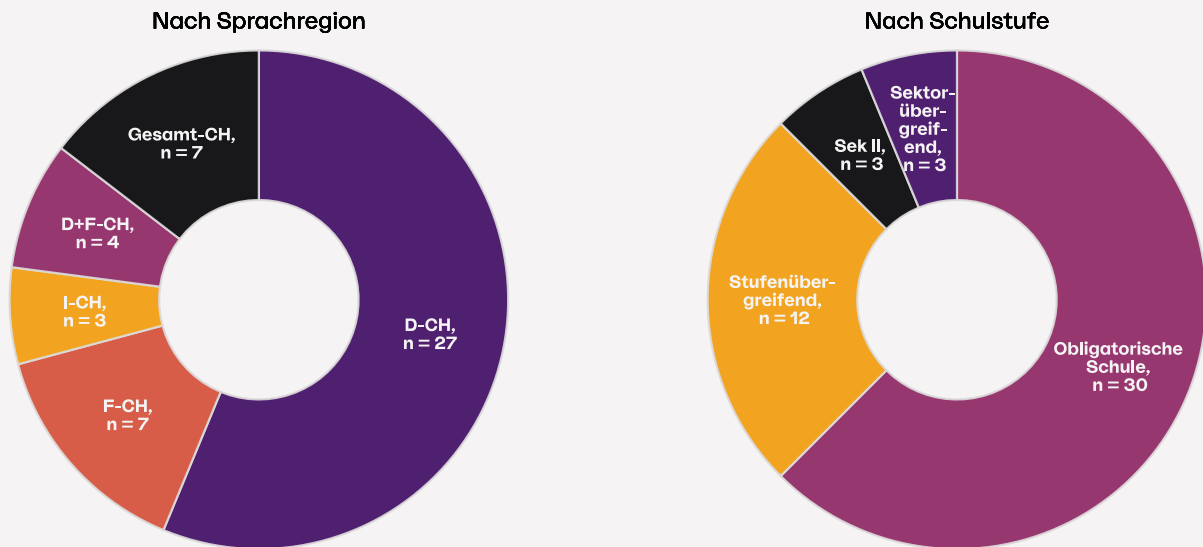


Abbildung 18: Zusammensetzung des Textkorpus nach Sprachregion und Schulstufe

Anmerkungen: In der linken Abbildung werden die Sprachregionen der Kantone dargestellt, für die in den Strategiedokumenten Massnahmen festgehalten werden. Die Kategorie «D+F-CH» erfasst Dokumente aus den Kantonen BE, FR und VS; die Kategorie «Gesamt-CH» erfasst Dokumente mit gesamtschweizerischem Geltungsbereich. In der rechten Abbildung werden die Bildungs- bzw. Schulstufen dargestellt, für die in den Strategiedokumenten (konzeptionelle) Umsetzungsmassnahmen festgehalten werden. Die Kategorie «Obligatorische Schule» umfasst sowohl die Primar- als auch die Sekundarstufe I, einschliesslich Brückenangeboten. «Sek II» bezeichnet die Sekundarstufe II. Die Kategorie «Stufenübergreifend» beinhaltet Dokumente, die über alle Bildungsstufen hinweg Gültigkeit beanspruchen. «Sektorübergreifend» erfasst Dokumente, die nicht spezifisch auf den Bildungsbereich ausgerichtet sind.

Herausforderungen an. Strategien zur digitalen Transformation werden von politisch verantwortlichen Instanzen des Bildungssystems beschlossen. Sie legen richtungweisende Visionen fest, leiten daraus mittel- bis langfristige Ziele ab und definieren Mittel und Wege, um diese Ziele zu erreichen.

- **Konzepte mit Umsetzungsmassnahmen** nehmen Schulen als organisatorische Einheiten des Bildungssystems in den Blick. Diese Konzepte stammen durchweg von Behörden der kantonalen Bildungsverwaltungen. Sie legen pädagogisch-didaktische Leitlinien für die Vermittlung digitaler Kompetenzen und die ICT-Nutzung in Schulen und im Unterricht fest, definieren Merkmale für die Ausstattung mit ICT-Mitteln, formulieren Umsetzungsmassnahmen im Bereich der Schulorganisation und verweisen auf Angebote für die Aus- und Weiterbildung sowie auf Möglichkeiten zum Erfahrungsaustausch und zur Vernetzung, mit denen auch Schulleitende und Lehrpersonen beim Erwerb digitaler Kompetenzen unterstützt werden.

- **Grundlagenberichte mit Empfehlungen** leuchten neue Themenfelder aus, die sich für das Bildungssystem aus der Digitalisierung ergeben. Sie antizipieren oder reagieren auf Veränderungen im Umfeld von Schulen, indem sie Chancen und Risiken bzw. Herausforderungen identifizieren und Empfehlungen zu deren Bewältigung formulieren. Grundlagenberichte mit Empfehlungen werden in der Regel nicht durch Bildungsbehörden selbst verfasst, sondern von ihnen in Auftrag gegeben und von Fachexpertinnen und -experten erarbeitet.

Die Verteilung der einbezogenen Dokumente auf die drei Typen ist in Abbildung 19 dargestellt. Sie werden weiter danach unterschieden, ob sie auf der nationalen Ebene des Bildungssystems angesiedelt sind, sich nach Sprachregionen an Kantone und Kantonsteile richten oder an die Schulen eines einzelnen Kantons adressiert sind.

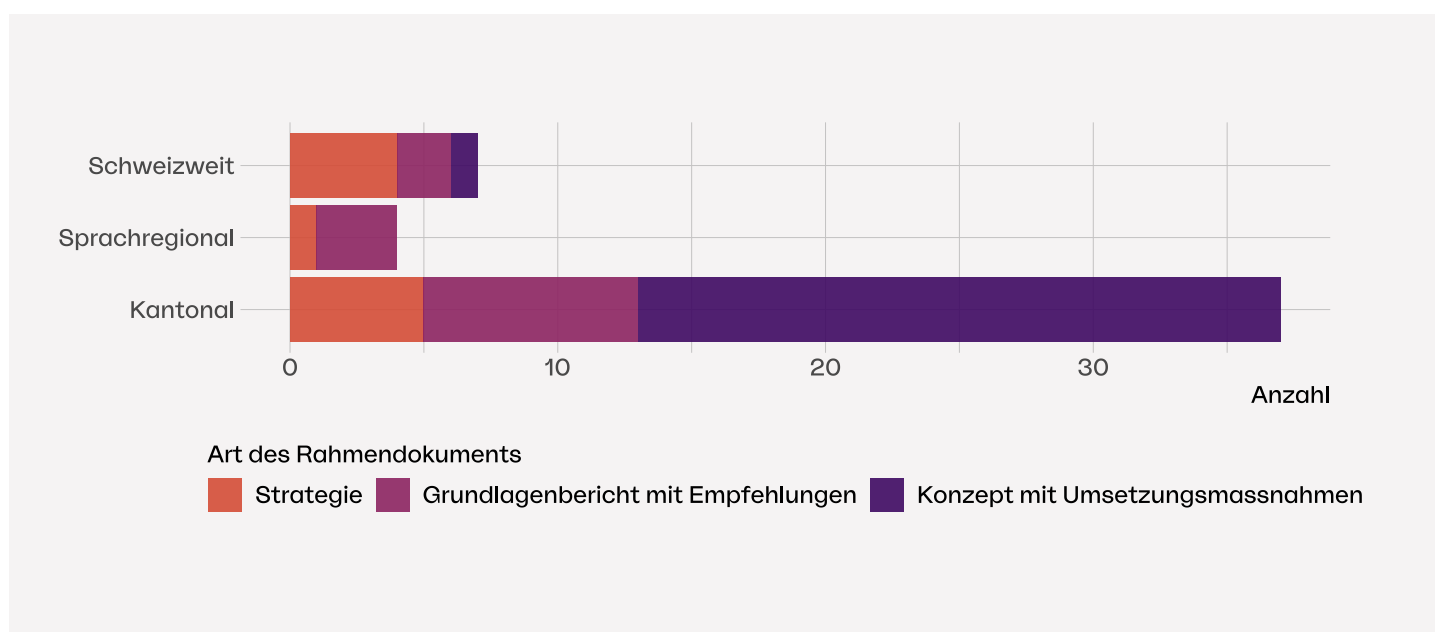


Abbildung 19: Zusammensetzung des Textkorpus nach Typ und geographischem Geltungsbereich

Die Verteilung der einbezogenen Strategiedokumente auf die nationale, sprachregionale und kantonale Ebene widerspiegelt die föderal organisierten Zuständigkeiten im schweizerischen Bildungssystem. Auf die Kantone entfallen 37 der insgesamt 48 Strategiedokumente, was klar ihre grundlegende Zuständigkeit für das Schulwesen unterstreicht.

4.4.1.2 Rahmendokumente auf nationaler Ebene

Vier der insgesamt sieben Rahmendokumenten auf nationaler Ebene sind Strategien zur digitalen Transformation gemäss der vorangehend angeführten Typologie. Es handelt sich dabei um die beiden Versionen der Digitalisierungsstrategien des Bundes (BAKOM, 2018; 2020) und der EDK (2007; 2018a). Alle vier sind sogenannte Dachstrategien, nach denen sich die sprachregionalen und kantonalen Strategiedokumente ausrichten:

- Mit der nationalen Strategie «Digitale Schweiz» (BAKOM, 2020) gibt der Bundesrat das übergreifende Ziel vor, «die Chancen, die sich durch den digitalen Wandel für die Gesellschaft und die Wirtschaft ergeben, bestmöglich zum Wohl aller zu nutzen». Für den Bildungsbereich wird festgehalten: «Der digitale Transformationsprozess beeinflusst unseren Lebens- und Arbeitsalltag massgeblich. Er verlangt nach Kompetenzen im Umgang mit den neuen Technologien sowie nach kreativem und kritischem Denken. Der Vermittlung geeigneter Fähigkeiten und der Bereitstellung entsprechender Aus- und Weiterbildungsangebote kommt daher eine wichtige Bedeutung zu.» Unter Verweis auf «die sich immer rascher verändernden Anforderungen und neuen Herausforderungen» gehe es deshalb darum, «geeignete Rahmenbedingungen» zu schaffen, die es möglich machen, «die Chancen der Digitalisierung im Bildungsbereich zu nutzen».
- Mit der «Digitalisierungsstrategie» der EDK (2018a) «verständigen sich die Kantone untereinander auf Ziele im Bereich Digitalisierung und Bildung». Sie betreffen «die pädagogisch-didaktische Nutzung digitaler Technologien und deren Potenzial für Lehr- und Lernprozesse, die zu erwerbenden ICT-Kompetenzen und die Frage des Umgangs mit den durch Digitalisierung generierten Daten sowie Sicherheitsfragen», die darauf ausgerichtet werden, die Möglichkeiten zur «Gestaltung individuell angepasster Lehr- und Lernprozesse» auszuschöpfen, um «alle Schülerinnen, Schüler und Lernende gleichermaßen auf ihrem Weg zu eigenständigen und verantwortungsbewussten Bürgerinnen und Bürgern bestmöglich zu unterstützen».

Auf Basis der beiden nationalen Strategien wurden zwei Berichte in Auftrag gegeben, die eine systematische Auslegeordnung spezifischer Herausforderungen in Bezug auf die Digitalisierung im Bildungswesen vornehmen. Während der Bericht «Herausforderungen der Digitalisierung für Bildung und Forschung in der Schweiz» des SBFI (2017a) breit gefasste «systemische Auswirkungen» der Digitalisierung auf den Bildungsbereich feststellt und daraus entstehende Konsequenzen für die berufliche und akademische Ausbildung, die Forschung, den Wissens- und Technologietransfer in die Wirtschaft sowie die Forschungs- und Innovationsför-

derinstrumente des Bundes festhält, fokussiert der Bericht «Daten in der Bildung – Daten für die Bildung» (educa.ch, 2019) die Frage nach den Chancen und Risiken des Umgangs und der Nutzung der Daten, die durch die Digitalisierung im Bildungssystem generiert werden. Aufgegriffen und thematisch aufbereitet werden insbesondere die Fragen nach den rechtlichen Grundlagen, den Sicherheitsaspekten, der Interoperabilität und den Möglichkeiten von Open Data. Aus ihrer Darstellung werden schliesslich Ansätze abgeleitet, die bei der Entwicklung eines gesamtschweizerischen, praktikablen Handlungsrahmens für die Datennutzung im Bildungssystem zu berücksichtigen sind. Beide Berichte weisen in ihren Empfehlungen auf Schwächen hin und betonen, dass alle Bildungsangebote in Zukunft «in schnellerer Kadenz» (SBFI, 2017a, S. 4) auf die sich durch die Digitalisierung ergebenden Herausforderungen überprüft werden müssen.

Ebenfalls auf nationaler Ebene zu verorten ist das Themenpapier «Digitalisierung in der Volksschule» der Städteinitiative Bildung (2019). Es gibt die gemeinsame Sicht der Gemeinden des Schweizerischen Städteverbands wieder. Formuliert werden einerseits konzeptuell gehaltene, generische Empfehlungen an die Städte zur ICT-Ausstattung, Organisation und Einbettung ihrer Schulen in die kommunale Verwaltung. Andererseits werden – im Sinne von Gelingensbedingungen – auch «Forderungen» erhoben, mit denen die Aufgabenteilung und das Zusammenwirken der kommunalen, kantonalen und nationalen Behörden bei der «Verbundaufgabe» aufgegriffen wird, Schülerinnen und Schülern den Erwerb digitaler Kompetenzen im Unterricht an den Schulen zu ermöglichen.

4.4.2 Rahmendokumente auf sprachregionaler Ebene

Auf der Ebene der Sprachregionen sind insgesamt vier Rahmendokumente angesiedelt. Zwei Berichte betreffen Fragen zu digitalen und online verfügbaren Lehrmitteln. Während der Bericht «Accès aux ressources numériques» der CIIP (2014) die spezifische Frage behandelt, wie für Lehrpersonen der französischsprachigen Kantone bzw. Kantonsteile der Zugang zum bestehenden Angebot an digitalen Lehrmitteln organisiert werden soll, arbeitet der 2017 erschienene Bericht «Lernmedien in den Kantonen der Nordwestschweiz» (Brütsch, 2017) digitale Lehrmittel in seiner ganzen thematischen Vielfalt auf.

Die beiden weiteren Rahmendokumente auf der sprachregionalen Ebene behandeln ebenfalls ein gemeinsames Thema. Der «Schlussbericht der Arbeitsgruppe zu Medien und Informatik im Lehrplan 21» (Arbeitsgruppe ICT und Medien, 2015) fasst die Diskussionen um die Ausgestaltung des Moduls «Medien und Informatik» im Lehrplan 21 zusammen und bereitet mit den enthaltenen Empfehlungen seine Umsetzung durch die Kantone vor. Der «plan d'action et

lancement des travaux de coopération en faveur de l'éducation numérique dans l'espace latin de la formation» der CIIP (2018) seinerseits verstärkt und ergänzt die von den Mitgliedskantonen bereits entwickelten Strategien und bietet ihnen einen Rahmen für Konvergenz und Möglichkeiten zur Zusammenarbeit. Basierend auf fünf Prioritäten gibt er an, mit welchen Massnahmen die Kantone der CIIP die Herausforderungen der Digitalisierung im Bildungswesen angehen sollen. Vorgesehen ist eine Erweiterung der digitalen Kompetenzen des PER um Kompetenzen im Bereich des «computational thinking», die Erarbeitung gemeinsamer Empfehlungen zur Ausstattung der Schulen mit ICT-Mitteln, die sprachregionale Koordination der Aus- und Weiterbildungsangebote der französischsprachigen Pädagogischen Hochschulen, die verbesserte Zusammenarbeit mit Hochschulen zur Entwicklung neuer Unterrichtsformate und Lehrmittel sowie die Etablierung eines sprachregionalen Dialogs und Austauschs zu neuen Technologien und ihrer Nutzung in Schule und Unterricht.

4.4.3 Rahmendokumente auf kantonaler Ebene

Die 37 Strategiedokumente auf kantonaler Ebene bilden mit 77 % den weitaus grössten Anteil der insgesamt einbezogenen 48 Strategiedokumente. Sie verteilen sich wie folgt auf die verschiedenen Typen von Rahmendokumenten: 5 Strategien zur digitalen Transformation, 8 Grundlagenberichte mit Empfehlungen und 24 Konzepte mit Umsetzungsmassnahmen.

4.4.3.1 Konzepte aus Anlass der Einführung neuer Lehrpläne

Hauptsächlicher Grund für die Erarbeitung und Veröffentlichung der Rahmendokumente ist in den deutschsprachigen Kantonen bzw. Kantonsteilen die Einführung des Lehrplans 21 und im Kanton Tessin die Einführung des PdS. Die Unterstützung der Schulen bei deren Einführung und Umsetzung ist dabei das durchgängige Ziel der bestehenden Konzepte.

Eine Mehrzahl der untersuchten kantonalen Konzepte wurden in den fünf Jahren um den Beginn der Einführung des jeweiligen sprachregionalen Lehrplans veröffentlicht (Abbildung 20). Dies betrifft 66 % aller kantonalen Dokumente und 75 % der deutschsprachigen Konzepte. Lediglich kantonale Dokumente aus der französischsprachigen Schweiz scheinen mit erheblicher Verzögerung nach Einführung des PER veröffentlicht worden zu sein. Dies ist allerdings primär der Selektion der Dokumente in das analysierte Textkorpus geschuldet. So basieren die Rahmendokumente, die fünf und mehr Jahre nach der Einführung des PER in den französischsprachigen Kantonen bzw. Kantonsteilen publiziert, wurden nicht auf dem 2010 eingeführten Lehrplan, sondern auf ersten Evaluationen

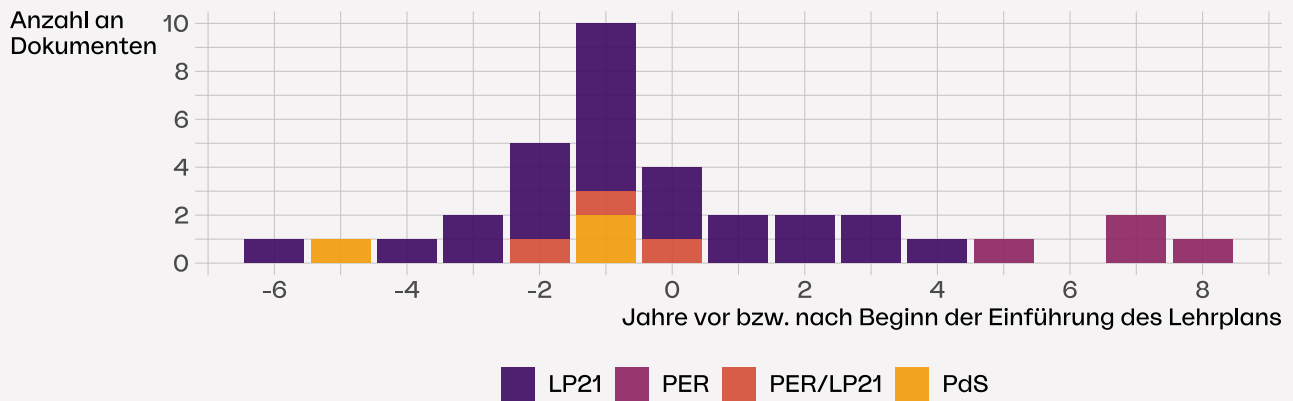


Abbildung 20: Einführung der kantonalen Konzepte relativ zur Einführung der sprachregionalen Lehrpläne
 Anmerkungen: Ohne das Konzept des Département de la formation, de la culture et des sports des Kantons Jura, das ohne Angabe eines Erscheinungsjahrs publiziert wurde. Die Kategorie «PER/LP21» erfasst Dokumente aus den zweisprachigen Kantonen BE, FR und VS. Der Kantone, in denen bis 1 Jahr vor der Einführung des Lehrplans mindestens ein Strategiedokument publiziert wurde, sind: SZ, TI, AR, SO, ZG, BL, SG, BE, ZH, FR, NW, TG, GR, ZG, SH, AG. Kantone, in denen ein Strategiedokument im Jahr des Beginns der Einführung des Lehrplans publiziert wurde, sind: LU, SG, TG, VS. Kantone, in denen in den Jahren nach des Beginns der Einführung des Lehrplans ein Strategiedokument publiziert wurde, sind: AR, TG, SG, SZ, LU, BS, GE, VD, NE.

seiner Umsetzung. Zudem zielen sie – in Abstimmung mit dem vorangehend erwähnten «plan d’action et lancement des travaux de coopération en faveur de l’éducation numérique dans l’espace latin de la formation» (CIIP, 2018) – sowohl auf dessen Überarbeitung als auch auf eine verstärkte Verschränkung und Einbettung der ICT-Ausstattungen der Schulen in die sie umgebenden ICT-Infrastrukturen der weiteren kantonalen Behörden. Dies zeigt, dass die Einführung neuer Lehrpläne sowohl als abgeleitete Massnahmen aktueller Strategien interpretiert werden können als auch als Auslöser für die Formulierung neuer strategischer Ziele.

4.4.3.2 Themenspektrum der Umsetzungsmassnahmen kantonalen Konzepte

Kantonale Konzepte beinhalten eine Reihe von Umsetzungsmassnahmen bzw. -empfehlungen. Diese Massnahmen umfassen Angaben zur Ausstattung von Schulen mit digitalen Ressourcen und ICT-Infrastruktur, zu organisatorischen Vorkehrungen sowie zu notwendigen Kompetenzen von Schulleitenden und Lehrpersonen. Die Umsetzung dieser Massnahmen durch die Schulen soll sicherstellen, dass der Unterricht in einer Art und Weise durchgeführt werden kann, die den Anforderungen der Lehrpläne entsprechen.

Die Massnahmen sind mehrheitlich als Empfehlungen formuliert, die fachlich begründet werden. Innerhalb der Sprachregionen bestehen hohe Übereinstim-

mungen in Bezug auf die kantonal formulierten Massnahmen. Dabei lassen sich grob vier thematische Aspekte unterscheiden:

- **ICT-Ausstattung von Schulen:** Da die Ausstattung von Schulen mit digitalen Endgeräten und Infrastruktur eine notwendige Bedingung für den Einsatz dieser Ressourcen im Unterricht darstellt, verwundert es nicht, dass Massnahmen zur ICT-Ausstattung am häufigsten und in der breitesten inhaltlichen Auffächerung unter den vier Themen auftreten. Fast alle vorliegenden Konzepte enthalten Empfehlungen zur Anzahl Computer, die Schülerinnen, Schülern und Lehrpersonen für den Unterricht zur Verfügung stehen sollten. In Konzepten jüngeren Datums werden dabei insbesondere für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufen I und II zunehmend BYOD-Modelle einbezogen. Auch der Zugang zum Internet oder die Ausstattung der Schulen mit Peripheriegeräten wird in fast allen Konzepten aufgegriffen.
- **Unterrichtsgestaltung:** Vor allem im Vorfeld der Einführung eines neuen Lehrplans nehmen Massnahmen, in denen Leitlinien zu dessen pädagogisch-didaktischer Umsetzung im Unterricht empfohlen werden, in den Konzepten auf kantonaler Ebene breiten Raum ein. In den Konzepten der Deutschschweizer Kantone bzw. Kantonssteile werden dabei häufig die einleitenden Kapitel des Moduls «Medien und Informatik» des LP21 aufgegriffen, dessen kantonspezifische Umsetzung dargelegt sowie die dafür zur Verfügung stehenden Lektionen in der kantonalen Stundentafel erläutert. Damit einher gehen Hinweise auf digitale Lehrmittel und Unterrichtsmaterialien, die als Ergänzung zu obligatorischen (Haupt-)Lehrmitteln, die weiterhin in analoger Form angeboten werden, empfohlen werden. Massnahmen, mit denen eine Stärkung der Zusammenarbeit im Kollegium der Lehrpersonen empfohlen wird – z. B. durch den direkten Austausch von erarbeiteten Unterrichtsmaterialien oder die gemeinsame Vor- und Nachbereitung von Unterrichtseinheiten mit ICT-Nutzung –, stehen hinter den Massnahmen zurück, die auf pädagogisch-didaktisch ausgerichtete Unterstützung abzielen, welche von kantonalen Fachstellen und Pädagogischen Hochschulen mehrheitlich in Form von Veranstaltungen und Kursen angeboten werden.
- **Schulorganisation:** Die Massnahmen zum Thema Schulorganisation übertragen den Schulen weitreichende Kompetenzen für die Planung, die Umsetzung und Steuerung der ICT-Ausstattung. Durchgängig wird empfohlen lokale Begebenheiten zu berücksichtigen und je eigene ICT-Konzepte für die technische Ausstattung und ihre Nutzung im Unterricht zu erstellen. Die Schule ist ebenfalls Ort für die Organisation des technischen Betriebs und des Supports der technischen Infrastruktur. Aufgrund der steigenden Komplexität wird hierzu empfohlen,

den technischen Betrieb und Support im Auftragsverhältnis an einen externen Dienstleister zu übertragen. Auf der Ebene der Schulen ist ebenfalls die Aus- und Weiterbildung der Lehrpersonen zu organisieren. Sie wird als Personalentwicklungsmassnahme verstanden, die auf der Grundlage des pädagogischen ICT-Konzepts der Schule schulintern gehandhabt werden soll; die Verantwortung dafür wird den Schulleitungen übertragen. Durchgehend wird auf die Weiterbildungsangebote von Fachstellen und Pädagogischen Hochschulen hingewiesen, die zu berücksichtigen sind. Abgesehen von Einführungen in das Modul «Medien und Informatik» des Lehrplan21, sind Obligatorien für den Erwerb digitaler Kompetenzen und ihrer Nutzung im Unterricht nur vereinzelt vorgesehen.

- Neue Herausforderungen der Digitalisierung: Eher zögerlich werden in den kantonalen Konzepten Themen aufgegriffen, die Aufmerksamkeit erst durch das rasante Fortschreiten der Digitalisierung erhalten. Datenschutz wird als Verantwortlichkeit der Schulleitungen zwar relativ häufig erwähnt, aber nur selten in seinen weitreichenden Konsequenzen – z. B. die rechtliche Notwendigkeit, bei den Erziehungsberechtigten ein schriftliches Einverständnis zur Nutzung von Online-Services im Unterricht einzuholen – auch ausgeführt. Weitaus am wenigsten Massnahmenempfehlungen sind den Aspekten der Chancengerechtigkeit und den Fragen zur Datennutzung gewidmet. Beide Themen bilden Herausforderungen, die durch die Digitalisierung verschärft werden (educa.ch, 2019).

Betrachtet man die Entwicklung der relativen Bedeutung der vier thematischen Aspekte über den Zeitraum von 2013 bis 2020, so fällt auch hier eine vergleichsweise grosse Homogenität der kantonalen Rahmendokumente ins Auge (vgl. Abbildung 21). Die relativen Anteile an Empfehlungen zu den vier Themenbereichen bleiben über den gesamten Zeitraum weitgehend konstant. Es dominieren Empfehlungen zum Themenbereich «ICT-Ausstattung der Schulen».

4.4.4 «Digitale Kompetenz» in den Lehrplänen

In die Lehrpläne für die öffentlichen Schulen der Schweiz wurden digitale Kompetenzen im Zuge der jüngsten Revisionen aufgenommen. Sie wurden von – vielfach öffentlich und mitunter kontrovers geführten – Diskussionen darüber begleitet, wie in der Schule und im Unterricht mit den Kompetenzanforderungen umzugehen sei, die durch den digitalen Wandel der Gesellschaft entstehen. Petko, Döbeli Honegger & Prasse (2018) führen drei Grundzüge heutiger Lehrpläne aus, die damit in Zusammenhang stehen: Erstens werden sie kaum mehr als Stoffpläne verfasst, sondern sie legen Kompetenzen fest, in denen Erwartungen bezüglich des Erwerbs von Wissen mit Erwartungen bezüglich der Fähigkeit und Bereitschaft von Schülerinnen und Schülern dahingehend verschmolzen werden,

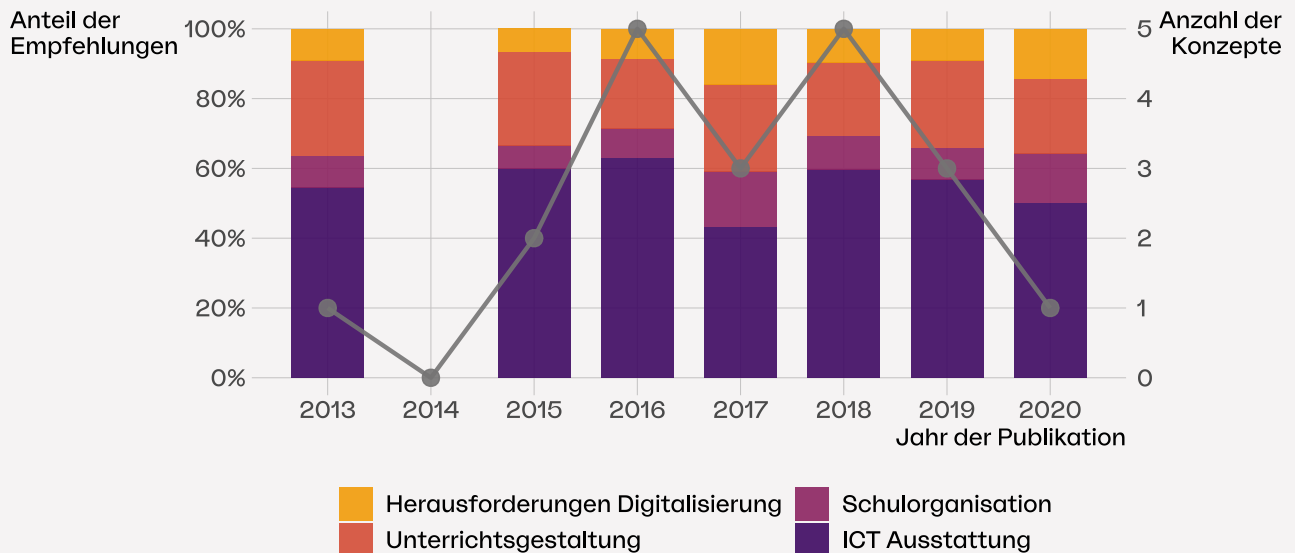


Abbildung 21: Thematische Entwicklung in den kantonalen Konzepten zur Digitalisierung in der Bildung

Anmerkungen: Die Balken bilden den relativen Anteil an Empfehlungen zu einem Themenbereich aller kantonalen Konzepte ab, die in einem Jahr publiziert wurden (linke Skala). Graue Punkte zeigen die Anzahl an kantonalen Konzepten je Jahr, die in die Berechnung der Anteile einfließen (rechte Skala). Einbezogen sind insgesamt 20 Konzepte, die in den Jahren zwischen 2013 und 2020 publiziert und in der Sammlung «Digitalisierung im Bildungssystem: kantonale Konzepte» (edudoc.ch, 2020) hinterlegt wurden.

neues Wissen zur Lösung von Problemen erwerben und einsetzen zu können. Zweitens betonen sie stärker Fachbereiche als einzelne Fächer und öffnen damit den Unterricht für mehrperspektivisches Lernen, beispielsweise im Rahmen von Projekten. Drittens gewinnen überfachliche Kompetenzen gegenüber fachbezogenen Kompetenzen an Bedeutung, womit Überlegungen aufgenommen werden, die Kompetenzrastern zu Grunde liegen, in deren Zentrum explizit auch gesellschaftliche (und insofern ebenfalls ausserschulische) Anforderungen der Digitalisierung stehen.

Die weitgehenden Übereinstimmungen bei der durchgängigen Aufnahme digitaler Kompetenzen in die Lehrpläne für die öffentlichen Schulen der Schweiz vermag nicht zu überdecken, dass ein einheitlicher Ansatz für die Definition ihres Umfangs und ihrer Inhalte fehlt. Was unter «digitale Kompetenzen» zu verstehen ist, in welchem Zusammenhang sie stehen und wie sie aufzufächern sind, wird in den Lehrplänen je einzeln festgelegt. Eine Abstimmung mit den weiteren Lehrplänen, ein Bezug auf ein nationales Kompetenzmodell oder auf einen Referenzrahmen Dritter fehlt dabei in der Regel. Auf diese Weise hat sich im schweizerischen Bildungssystem eine Vielfalt von Beschreibungen digitaler Kompetenzen herausgebildet, zu der aus nationaler Perspektive bislang keine vereinheitlichende Übersicht besteht. Allerdings ist die Entwicklung eines

schweizweit einheitlichen Referenzrahmens für digitale Kompetenzen als Teil der Digitalisierungsstrategie der EDK vorgesehen (EDK, 2018a; 2019).

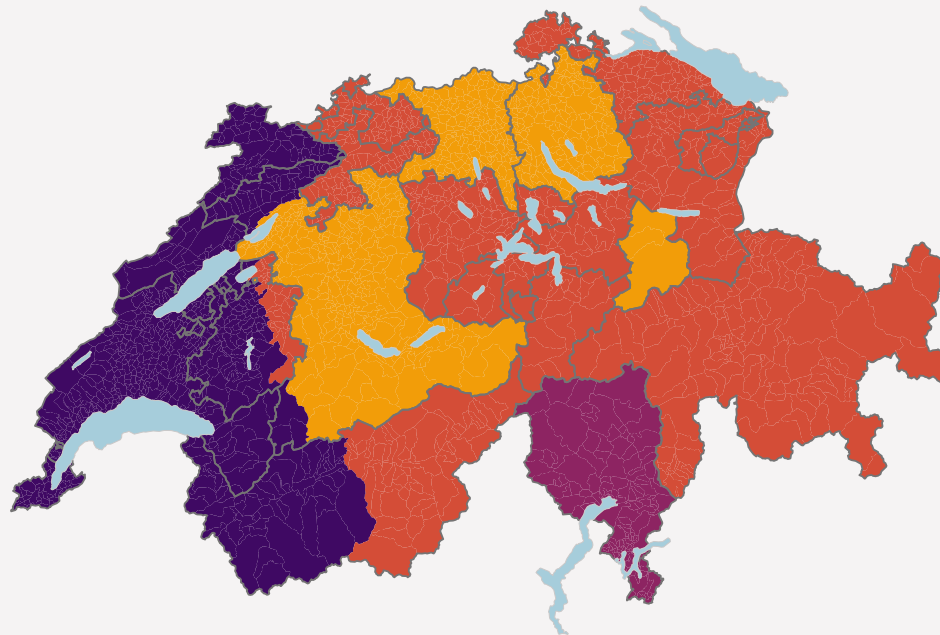
Das Fehlen eines einheitlichen Referenzrahmens digitaler Kompetenzen erschwert zudem den Vergleich von Anforderungen, die im Rahmen der verschiedenen Lehrpläne definiert werden. Um einen solchen Vergleich zu ermöglichen, wird im Folgenden der Kompetenzrahmen der ICILS-Erhebungen (vgl. Kapitel 3.3.2.2) als gemeinsamer Massstab zugrunde gelegt.

4.4.4.1 Vermittlung digitaler Kompetenzen gemäss den Lehrplänen der obligatorischen Schule

Alle drei sprachregionalen Lehrpläne für die obligatorische Schule – Plan d'études romand (PER), Lehrplan 21 (LP21) und Piano di Studio (PdS) – enthalten Beschreibungen digitaler Kompetenzen, die Schülerinnen und Schüler im Unterricht zu erwerben haben. Ihre Aufnahme wird übereinstimmend mit der Bedeutung von digitalen Medien und Computertechnologien für den gesellschaftlichen Wandel und die darin eingebetteten Berufs- und Bildungsperspektiven der Schülerinnen und Schüler begründet.

In allen drei Lehrplänen werden die digitalen Kompetenzen nicht als ein Fach klassischen Zuschnitts, sondern zu einem überfachlichen und fächerverbindenden Themenfeld gebündelt. Im PER begründen die digitalen Kompetenzen die «thématique MITIC» der «Formation générale», im LP21 bilden sie das Modul «Medien und Informatik» und im PdS werden sie unter der Bezeichnung «Tecnologie e media» als ein «contesto di esercizio» der «Formazione generale» zusammengeführt (vgl. Abbildung 22). Sowohl im PER als auch im LP21 und PdS wird explizit darauf hingewiesen, dass damit eine inter- oder transdisziplinäre Vermittlung der digitalen Kompetenzen zu verfolgen ist. Dabei verleihen der PER und der PdS den digitalen Kompetenzen den Status eigentlicher Schlüsselkompetenzen, indem sie ihre Bedeutung für eine mündige und selbstbestimmte Teilnahme am gesellschaftlichen und professionellen Leben hervorheben.

Die digitalen Kompetenzen werden im PER und im LP21 als Schuljahre übergreifende Ziele definiert, zu denen beide Lehrpläne Kompetenzanforderungen festlegen, die Schülerinnen und Schüler während den einzelnen Schuljahren zu erreichen haben. Der PdS enthält keine entsprechenden Beschreibungen der digitalen Kompetenzen. An ihre Stelle treten Beschreibungen exemplarischer «contesti di vita», die dazu genutzt werden sollen, Schülerinnen und Schüler durch «momenti di insegnamento» zur Entwicklung einer persönlichen Haltung gegenüber der ICT und ihrer Nutzung anzuleiten.



- Formation générale: Thématique MITIC als Teil PER eingeführt
- Formazione generale: Tecnologie e media als Teil PdS eingeführt
- Modul Medien und Informatik als Teil LP21 eingeführt
- Modul Medien und Informatik als Teil LP21 beschlossen, aber noch nicht (stufenübergreifend) eingeführt

Abbildung 22: Stand der Einführung der Vermittlung digitaler Kompetenzen in den sprachregionalen Lehrplänen der obligatorischen Schule
 Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Daten der EDK (Stand Mai 2020). Karte: Swisstopo.

Die drei Lehrpläne verfolgen keine einheitliche Definition der digitalen Kompetenzen. Ihr Umfang und ihre Inhalte werden unterschiedlich definiert. Ordnet man die in den Lehrplänen beschriebenen Fähigkeiten dem Kompetenzrahmen der ICILS Erhebung zu, so zeigen sich erhebliche Unterschiede in der Schwerpunktsetzung (vgl. Abbildung 23). Im PER wird der Schwerpunkt auf die Fähigkeiten gelegt, digitale Technologien als Medien zu nutzen, um Informationen sammeln, organisieren und erzeugen zu können. Weitere, darüber hinaus gehende digitale Kompetenzen werden aufgenommen, soweit sie die dafür notwendigen technischen Fähigkeiten für die Bedienung und Anwendung von Computern oder Software betreffen. Im Rahmen des Moduls «Medien und Informatik» des LP21 werden neben Anwendungskompetenzen und informationsspezifischen Fähigkeiten zusätzlich Kompetenzen im Bereich «Computational Thinking»³³ als Teil der digitalen Kompetenzen verstanden. Für den PdS erweist sich die Bestimmung

33 «Computational Thinking» beschreibt die Fähigkeiten Probleme (und ihre Lösungen) so zu konzeptualisieren und zu strukturieren, dass sie durch einen Computeralgorithmus gelöst werden können (vgl. Eickelmann, et al., 2014a; Fraillon, et al., 2019b).

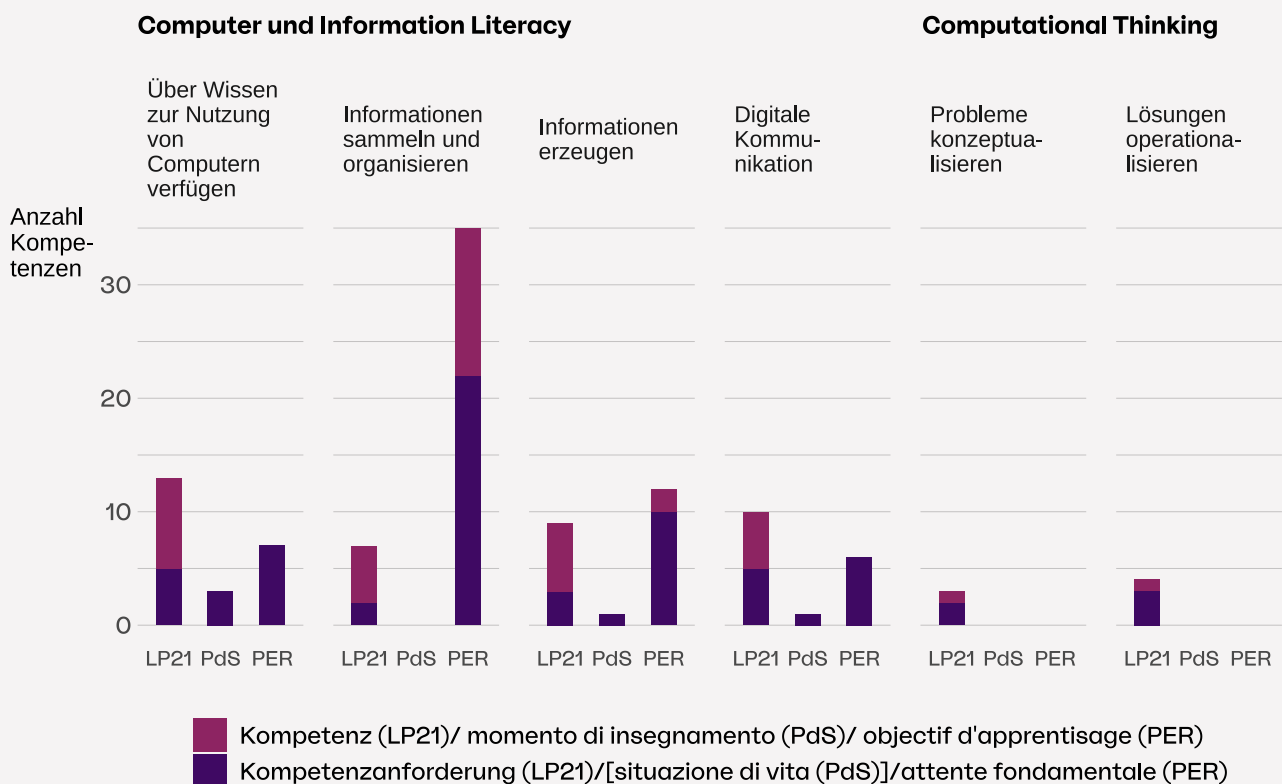


Abbildung 23: Digitale Kompetenzen in den sprachregionalen Lehrplänen der obligatorischen Schule

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Daten der sprachregionalen Lehrpläne. Um einen Vergleich zu ermöglichen, wurden die «objectifs d'apprentissages» und «attentes fondamentales» des PER, die Kompetenzen und Kompetenzanforderungen des LP21 und die momenti di insegnamento des PdS den sechs Kompetenzbereichen des ICILS-Frameworks digitaler Kompetenzen (Fraillon, et al., 2019) zugeordnet.

des Umfangs und der Inhalte der digitalen Kompetenzen als schwierig. Die «momenti di insegnamento» der «situazioni di vita» seines «contesto Technologie e media» bleiben als inhaltliche Definition digitaler Kompetenzen unscharf. Sie folgen primär entwicklungspsychologischen Zäsuren und stützen sich sodann sekundär auf Kompetenzen ab, die im Rahmen klassischer Schulfächer erworben werden.

4.4.4.2 Umsetzung der sprachregionalen Lehrpläne der obligatorischen Schule in den Kantonen

Lehrpläne enthalten nur in sehr begrenztem Umfang Vorgaben wie der Erwerb digitaler Kompetenzen in der Schul- und Unterrichtsorganisation vorzusehen ist. Betrachtet man die kantonalen Lektionentafeln für die obligatorische Schule (vgl. Bucher & Zemp, 2019; IRDP, 2020a; 2020b), so ergeben sich selbst innerhalb der Sprachregionen teilweise erhebliche organisationale Unterschiede zwischen den Kantonen. Unterschiede betreffen das Schuljahr, in dem der Unterricht zur Vermittlung von digitalen Kompetenzen einsetzt, die Frage, ob sie in einem

eigenständigen Fach, integriert in den Unterricht anderer Fächer oder im Rahmen von überfachlichen Unterrichtsgefässen zu erwerben sind, sowie die Anzahl Lektionen, die dafür vorgesehen ist.³⁴

4.4.4.2.1 Beginn der Vermittlung von medienspezifischen Kompetenzen und Informatik

In den Kantonen und Kantonsteilen, die den PER umsetzen, beginnt der Unterricht in MITIC mit dem 1. Schuljahr der obligatorischen Schulzeit (HarmoS-Zählung). Ausnahmen sind die französischsprachigen Teile der Kantone Freiburg und Wallis, die zusammen mit dem Kanton Tessin – abgestützt auf den PdS – die Vermittlung von digitalen Kompetenzen ab dem 3. Schuljahr (HarmoS-Zählung) vorsehen (Abbildung 24). In den deutschsprachigen Kantonen und Kantonsteilen, die dem LP21 folgen, setzt der Unterricht im Kompetenzbereich Medien und Informatik in den Kantonen ZG, TG und im Fürstentum Liechtenstein ab 3. Schuljahr (HarmoS-Zählung) ein. In BS, AI und VS (de) ist dies ab dem 5. Schuljahr, und in den übrigen Kantonen ab dem 7. Schuljahr (HarmoS-Zählung) der Fall (vgl. Abbildung 24). Allerdings ist nicht klar, ob digitale Kompetenzen, zumindest gelegentlich, bereits in früheren Klassenstufen als Unterrichtsthema in anderen Fachbereichen aufgegriffen werden. So werden beispielsweise im Kanton Schwyz «Medien» im Deutschunterricht ab dem 1. Schuljahr (HarmoS-Zählung) behandelt (Bucher & Zemp, 2019, S. 10).

4.4.4.2.2 Integrierter, überfachlicher Unterricht und Fachunterricht

Bis ins 6. Schuljahr (HarmoS-Zählung) werden digitale Kompetenzen mehrheitlich integriert in andere Fächer unterrichtet. Einzig der Kanton Solothurn sieht ab dem 5. Schuljahr an ein eigenes Fach vor; das Fürstentum Lichtenstein wechselt im 6. Schuljahr vom integrierten zum Fachunterricht. Im 7. und 8. Schuljahr sehen gleich viele Kantone einen integrierten wie einen Fachunterricht für die Vermittlung der digitalen Kompetenzen vor. Ab dem 9. Schuljahr dominiert der Fachunterricht. Einzig die Kantone BL, BS und TI verfolgen den integrierten Unterricht weiter bis ins 11. Schuljahr. Die digitalen Kompetenzen in überfachlichen Unterrichtsformen zu vermitteln, sehen zwei Kantone vor. VD führt vom 7. bis 10. Schuljahr ein « bain informatique » ein und in GE werden unter den Bezeichnungen « Communication et technologie », « Langues vivantes et communications » sowie « Littéraire-Scientifique avec Profil Latin [oder] Profil Langues

³⁴ Beispielsweise verweist der PER auf die Kompetenz der Kantone, Studentafeln festzulegen und darüber zu entscheiden, ob die MITIC als eigenständiges Fach, integriert in den Unterricht anderer Fächer oder im Rahmen von überfachlichen Unterrichtsgefässen geführt werden sollen. Der LP 21 sieht dagegen vor den Erwerb von Anwendungskompetenzen in den Unterricht anderer Fächer zu integrieren, sowie die Aufnahme eines eignen Fachs «Informatik» in der zweiten Hälfte des 2. Zyklus. Der PdS schliesslich schreibt einen vollständig integrierten Unterricht der digitalen Kompetenzen vor.

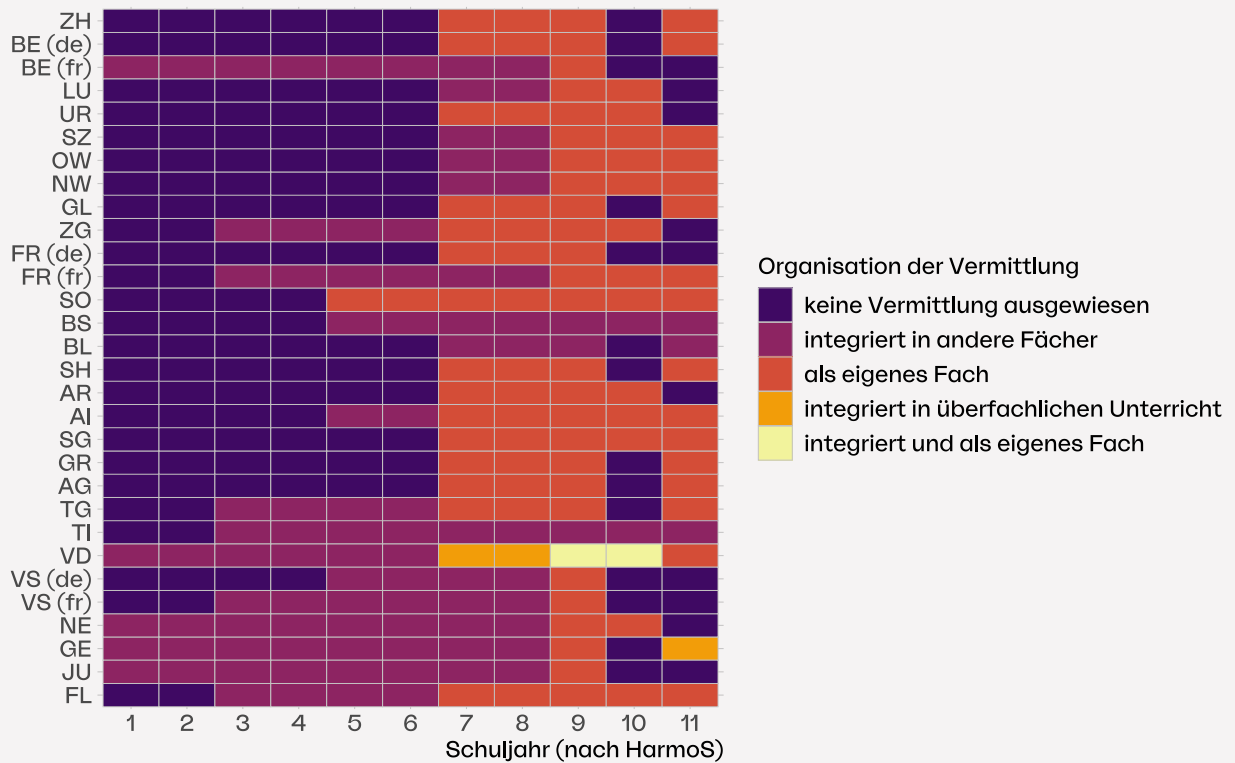


Abbildung 24: Organisation der Vermittlung von medienspezifischen Kompetenzen und Informatik in der obligatorischen Schule nach Kanton und Schuljahr
 Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der kantonalen Lektionentafeln. Kantone sind in der Reihenfolge der Bundesverfassung abgebildet. Kantonsteile in alphabetischer Reihenfolge der jeweiligen Sprache. Die Vermittlung digitaler Kompetenzen als eigenes Fach kann sowohl im Rahmen des Pflicht- als auch des Wahlunterrichts stattfinden. Im Kanton VD findet der Unterricht im Bereich MITIC in den Klassenstufen 7 bis 10 primär in Form überfachlicher Projektarbeiten statt.

vivantes » und « Profil Sciences » Fächerkombinationen zur Profilierung des 10. und 11. Schuljahrs gebildet, die nicht bereits im PER angelegt sind (vgl. Abbildung 24).

4.4.4.2.3 Anzahl Lektionen und Zeitbudgets

Solange von den Kantonen der integrierte Unterricht der digitalen Kompetenzen vorgesehen ist, enthalten ihre Stundentafeln nur vereinzelt Angaben in Bezug auf die Anzahl der Lektionen, die dafür einzusetzen sind. Zeitbudgets, die zur Verfügung stehen, werden erst beim Wechsel zum Fachunterricht im 7. oder 8. Schuljahr durchgängig definiert. Einzig BL und TI geben in ihren Stundentafeln über die ganze Schulzeit hinweg keine Anzahl Lektionen vor, die für die Vermittlung bzw. den Erwerb von digitalen Kompetenzen zur Verfügung stehen. Beide Kantone sehen einen durchgehend integrierten Unterricht vor.

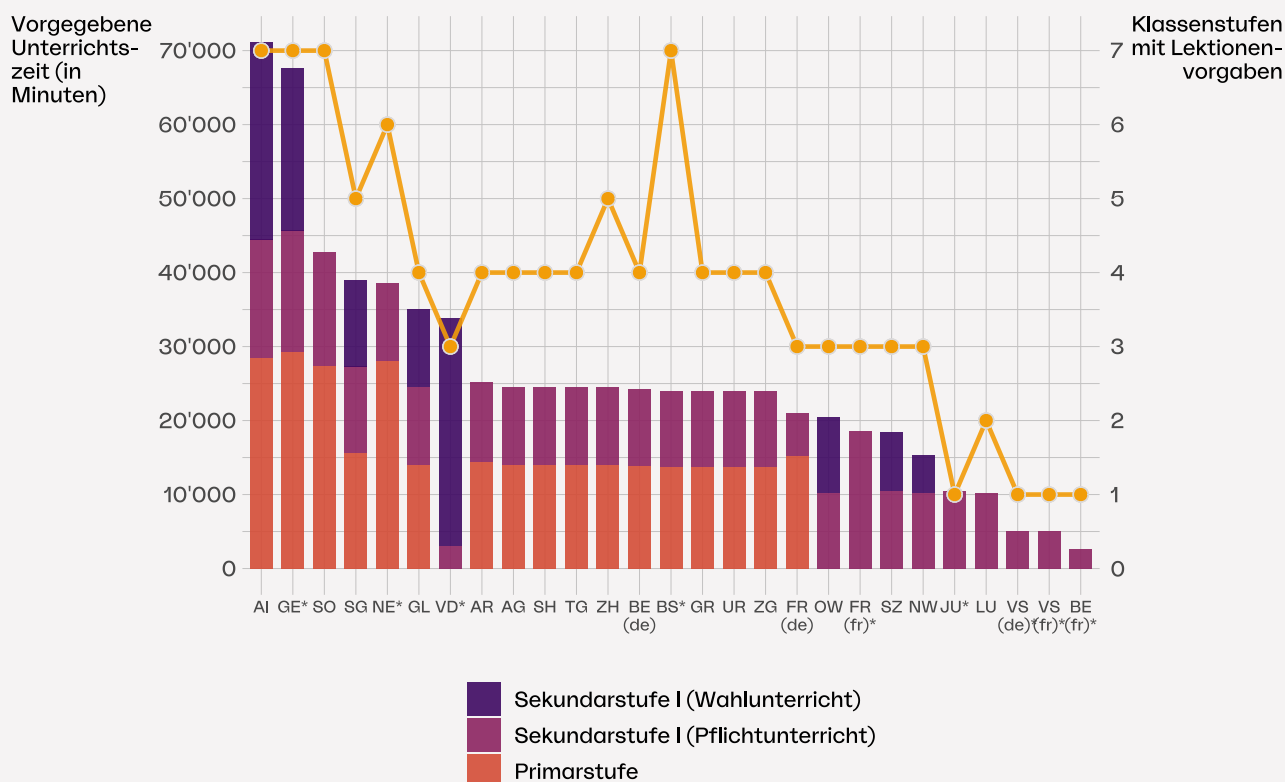


Abbildung 25: Vorgegebene Unterrichtszeit für die Vermittlung digitaler Kompetenzen in Klassenstufen 5 bis 11 (HarmoS-Zählung) nach Kanton

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Informationen aus den kantonalen Lektionentafeln. Balken zeigen die vorgegebene Unterrichtszeit für den Erwerb digitaler Kompetenzen (in Minuten) in den Klassenstufen 5 bis 11 (HarmoS-Zählung). Ihre Werte sind auf der linken, vertikalen Skala ablesbar. Das Total der vorgegebenen Unterrichtszeit setzt sich aus dem Total in der Primarstufe, sowie aus Pflicht- und Wahlunterricht in den Fachbereichen «MITIC» (Romandie) bzw. «Medien und Informatik» (Deutschschweiz) in der Sekundarstufe I zusammen. Die gelbe Linie zeigt die Anzahl der Klassenstufen, für die kantonale Vorgaben zur Anzahl der Lektionen bestehen. Ihre Werte sind der rechten Skala zu entnehmen. In den mit * gekennzeichneten Kantonen werden digitale Kompetenzen in mehr als der Hälfte der Klassenstufen (5 bis 11) integriert in andere Fächer unterrichtet. Die Kantone Basel-Stadt und Tessin weisen in keinem Schuljahr vorgegebene Lektionen aus. Sie sind daher in der Abbildung nicht enthalten.

Lesebeispiel: Im Kanton St. Gallen bestehen für fünf der sieben Schuljahre der Klassenstufen 5 bis 11 (HarmoS-Zählung) Lektionenvorgaben für den Unterricht im Fachbereich «Medien und Informatik». In der Primarstufe summieren sich diese Vorgaben auf ein Total von 15'600 Minuten Unterrichtszeit. Dies entspricht 260 Zeitstunden, 346.7 Lektionen à 45 Minuten bzw. 312 Lektionen à 50 Minuten (Lektionenlänge im Kanton SG). In der Sekundarstufe I kommen dazu noch einmal 11'700 Minuten aus Pflichtunterricht und 11'700 Minuten aus Wahlunterricht in Informatik.

Ab dem 7. Schuljahr definiert eine Mehrheit der Kantone die Anzahl der Lektionen, die für die Vermittlung bzw. den Erwerb von digitalen Kompetenzen zur Verfügung stehen. Dies fällt mit dem Wechsel vom integrierten Unterricht zum Fachunterricht zusammen. Im 9. Schuljahr findet die Vermittlung der digitalen Kompetenzen in 28 Kantonen bzw. Kantonsteilen als verpflichtend zu besuchender Unterricht mit festgelegter Anzahl Lektionen statt. Im 10. Schuljahr geben noch 16 Kantone bzw. Kantonsteile vor, wie viele Pflicht-Lektionen für die Vermittlung bzw. den Erwerb von digitalen Kompetenzen einzusetzen sind, im 11. Schuljahr sind es noch 12 Kantone bzw. Kantonsteile.

In einigen Kantonen wird die Vermittlung von digitalen Kompetenzen in der Sekundarstufe I zudem als Wahlfach angeboten. Im 9. Schuljahr ist dies alleine im Kanton VD der Fall, im 11. Schuljahr können Schülerinnen und Schüler in 8 Kantonen ihre Kompetenzen über den Pflichtunterricht hinaus erweitern und vertiefen. Dabei ergänzt in den Kantonen GL und GE der freiwillige Unterricht den Pflichtunterricht, während er in den Kantonen SZ, OW, NW, AI, SG und VD durch die freiwilligen Unterrichtsangebote abgelöst wird.

Ab dem 7. Schuljahr stabilisiert sich die Anzahl obligatorischer Lektionen, die für die Vermittlung bzw. den Erwerb der digitalen Kompetenzen einzusetzen ist, bei rund 1 Lektion pro Schulwoche. Im 9. Schuljahr sehen 28 Kantone bzw. Kantonssteile dies vor, zuvor sind es im 7. Schuljahr 18 und im 8. Schuljahr 17 Kantone bzw. Kantonsteile.

Zusammengenommen ergibt sich eine vergleichsweise grosse Heterogenität der vorgegebenen Zeitbudgets für den Erwerb digitaler Kompetenzen im Laufe der obligatorischen Schule (vgl. Abbildung 25 für die Klassenstufen 5 bis 11, HarmoS-Zählung). Für Schülerinnen und Schüler in den Kantonen AI und GE sind beispielsweise fast doppelt so viele Zeitstunden für die Vermittlung digitaler Kompetenzen vorgegeben wie für Schülerinnen und Schüler in den Kantonen ZH, SH, AG oder TG. Bezieht man die Zeitbudgets der Wahlfächer ein, verdreifacht sich der Unterschied zwischen Kantonen am oberen (linken) Ende der Zeitbudgetverteilung und Kantonen in der Mitte. Ein Teil dieser Unterschiede rührt daher, dass Informationen zum vorgesehenen Zeitbudget für die Vermittlung digitaler Kompetenzen gewöhnlich nicht zur Verfügung stehen, wenn digitale Kompetenzen integriert in andere Fachbereiche unterrichtet werden. Es ist daher davon auszugehen, dass die in Abbildung 25 dargestellten Unterschiede in den Zeitbudgets, die tatsächlichen Unterschiede zwischen den Kantonen im Hinblick auf die Zeit, die für die Vermittlung digitaler Kompetenzen aufgewendet wird, überzeichnen. Allerdings sehen nicht alle Kantone auch eine Vermittlung digitaler Ressourcen im Unterricht anderer Fächer vor. Die Kantone ZH, SH und AG tun dies beispielsweise (gemäss Lektionentafeln) nicht. Unterschiede erklären sich auch nur teilweise aus der unterschiedlichen Anzahl der Schuljahre, für die Zeitbudgetvorgaben existieren. Zwar nimmt – wenig überraschend – das Total des Zeitbudgets mit der Anzahl der Schuljahre für die Lektionen vorgegeben werden zu (vgl. Abbildung 25). Aber selbst, wenn das Total zur Anzahl der Schuljahre mit Zeitbudgetvorgaben in Beziehung gesetzt wird, bleiben die Werte der Kantone am oberen Ende der Zeitbudgetverteilung zwischen 60 % und 84 % über den Werten der Kantone in der Mitte der Verteilung.

4.4.4.3 Bedeutung digitaler Kompetenzen in den Rahmenlehrplänen der Sekundarstufe II

Anders als für die obligatorische Schule bestehen für die Schulen der Sekundarstufe II Lehrpläne, die schweizweit einheitlich sind. Sie liegen als nationale Rahmenlehrpläne vor, die Fächer bzw. Fachbereiche und deren Bildungs- und Richtziele definieren, die über die ganze Dauer des Unterrichts zu erreichen sind. Ihr verpflichtender Charakter für alle öffentlichen Schulen der Sekundarstufe II bringt mit sich, dass sie – um den grossen Unterschieden der kantonalen Organisation der Sekundarstufe II Rechnung zu tragen – nur minimale oder gar keine Vorgaben zur zeitlichen Progression des Kompetenzerwerbs machen.

4.4.4.3.1 Rahmenlehrpläne für die gymnasialen Maturitätsschulen

Der Rahmenlehrplan Maturitätsschulen (RLP MS) legt als Referenzdokument für die schweizerische Anerkennung der kantonalen Maturitätsausweise die Inhalte des Unterrichts an gymnasialen Maturitätsschulen fest und enthält pädagogisch-didaktische und organisatorische Vorschläge, wie diese zu vermitteln sind. Er wurde 1994 von der EDK als Empfehlung an die Kantone verabschiedet, an der sich die kantonalen Lehrpläne für Maturitätsschulen orientieren sollen.

Digitale Kompetenzen sind im RLP MS relativ breit verankert. Sie sind Teil der «Kompetenzen in den Bereichen der persönlichen Lern- und Arbeitstechniken, der Wissensbeschaffung und der Informationstechnologien» und machen einen grossen Teil des «Kompetenzfeld[s] der Informations-, der Lern- und der Arbeitstechniken sowie des Technikverständnisses» aus, das zum Bildungsprofil bzw. zu den allgemeinen Zielen der Maturitätsbildung gehört. Getrennt davon wird «Informatik» als eigener Bereich aufgegriffen, für den Grundkenntnisse, Grundfertigkeiten und Grundhaltungen im Sinn von «Richtzielen» zusammengestellt werden, auf die der Informatikunterricht an Maturitätsschulen auszurichten ist.

Der bestehende RLP MS wurde 2017 durch die EDK um den Rahmenlehrplan für die Maturitätsschulen: Informatik (RLP MSI) ergänzt (vgl. auch Kapitel 8.2.1). Er verankert Informatik an den Maturitätsschulen als obligatorisches Fach, das – wie alle anderen Fächer auch – relevant für das Erlangen der Maturität ist. Er übernimmt die Struktur des RLP MS für die Definition der Kompetenzen. Wie dieser es für die anderen Fächer tut, unterscheidet auch der RLP MSI zwischen Grundkenntnissen, Grundfertigkeiten und Grundhaltungen, die alle Schülerinnen und Schüler während ihrem gymnasialen Unterricht in Informatik zu erwerben haben.

4.4.4.3.2 Rahmenlehrplan für die Fachmittelschulen

Fachmittelschulen (FMS) sind allgemeinbildende Schulen der Sekundarstufe II und bereiten auf eine Berufsbildung an höheren Fachschulen und Fachhochschulen vor, namentlich in den Bereichen Gesundheit, Soziale Arbeit, Pädagogik, Kommunikation/Information sowie Gestaltung und Kunst. Im Zuge einer Totalrevision des Reglements über die Anerkennung der Abschlüsse von Fachmittelschulen (EDK, 2018b) aktualisierte die EDK auch den Rahmenlehrplan für Fachmittelschulen (RLP FMS). Beide sind 2019 in Kraft getreten.

Digitale Kompetenzen werden im RLP FMS einerseits kursorisch als überfachliche Kompetenz aufgegriffen, die zur «Persönlichkeitsbildung» beizutragen habe. Als solche werden sie einzig funktional definiert: Sie fördern die «verantwortungsvolle, vorausschauende und selbstständige Teilnahme und Mitwirkung am gesellschaftlichen Leben» und haben deshalb im schulischen Kontext der FMS als «klassische Schlüsselqualifikationen des beruflichen Lebens» zu gelten. Eine begriffliche Füllung folgt sodann anderseits im Teil «Informatik», die als obligatorisches Fach zum Lernbereich «Mathematik, Naturwissenschaften, Informatik» gehört. Digitale Kompetenzen werden dort als fachliche, von allen Schülerinnen und Schülern zu erwerbenden Kompetenzen definiert, zu denen «Informations- und Kommunikationstechnologie», «Anwendungen» und «Multimedia» als «Lerngebiete» erwähnt werden.

4.4.4.3.3 Rahmenlehrpläne für die Berufsbildung

Anders als für die allgemeinbildenden Schulen der Sekundarstufe II ist es der Bund, der über die Rahmenlehrpläne für den allgemeinbildenden Unterricht der berufsbildenden Schulen bestimmt. Dem SBFJ kommt dabei die Kompetenz zu, einen Rahmenlehrplan für den allgemeinbildenden Unterricht (RLP ABU) bzw. einen Rahmenlehrplan für die Berufsmaturität (RLP BM) zu erlassen. Beide Rahmenlehrpläne geben die Kompetenzen für die Allgemeinbildung der beruflichen Grundbildung vor, die Lernende zu erwerben haben.

Der RLP ABU wurde am 1. Mai 2006 in Kraft gesetzt. Er ist in die beiden Lernbereiche «Sprache und Kommunikation» und «Gesellschaft» gegliedert, für die je – im Sinne von Zielformulierungen – «die Kompetenzen» beschrieben werden, «welche die Lernenden erwerben oder weiterentwickeln sollen». Digitale Kompetenzen werden im Lernbereich «Gesellschaft» als ein Bildungsziel des Aspekts «Technologie» aufgenommen. Ohne weitere Ausführungen wird dort festgehalten, dass die Lernenden sich «mit den Auswirkungen von Informations- und Kommunikationstechnologien [auseinandersetzen] und [...] die entsprechenden

Mittel sinnvoll» nutzen. Das SBFI prüft zusammen mit den Verbundpartnern aktuell im Rahmen des Projekts «Allgemeinbildung 2030» ob und in welchem Umfang eine Anpassung der Bildungserlasse notwendig ist. Dies betrifft auch die Anforderungen an die digitalen Kompetenzen von Lernenden der beruflichen Grundbildung. Ergebnisse einer Review-Studie zum Ist- und Soll-Zustand werden Mitte des Jahres 2021 erwartet (SBFI & SBBK, 2020).

Der RLP BM wurde am 1. Januar 2013 in Kraft gesetzt. Er enthält Rahmenlehrpläne für jedes Fach der Berufsmaturitätsschulen, in denen «die Mindestkompetenzen, welche von den Lernenden am Ende des Berufsmaturitätsunterrichts zu erreichen sind», definiert werden. Dabei wird zwischen «allgemeinen Bildungszielen», «überfachlichen Kompetenzen» und «Lerngebieten und fachlichen Kompetenzen» unterschieden. Eingang in den RLP BM finden digitale Kompetenzen einzig als überfachliche Kompetenzen im Sinne von «Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien». Sie sollen integriert in den – an den Berufsmaturitätsschulen allgemeinbildend ausgerichteten – Fachunterricht erworben werden. Entsprechend sind sie anwendungsorientiert gefasst und sowohl einzeln als auch insgesamt wenig profiliert; gemäss der nicht abschliessenden, exemplarischen Zusammenstellung im Anhang 2 (auf die zur Konkretisierung des «Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien» jedoch verwiesen wird) geht es um das Durchführen von Recherchen und Erkennen der relevanten Informationen, das Beurteilen, kritische Hinterfragen und den korrekten Umgang mit Quellen, das Vermeiden von Plagiaten, die Gestaltung von Texten, die Beherrschung einfacher Tabellenkalkulationen – sowie, ganz am Schluss der nur kurzen Aufzählung: die Handhabung einer Videokamera.

Im Rahmen der «Evaluation der Studierfähigkeit der BM-Absolventen an den Fachhochschulen», welche 2021 von E-Concept in Zusammenarbeit mit der PH St. Gallen im Auftrag von SBFI und SBBK durchgeführt wird, werden wichtige Erkenntnisse bezüglich Angemessenheit und Anpassungsbedarf der Inhalte des Rahmenlehrplans (u. a. ICT) gewonnen. Die Resultate der Evaluation werden bis Ende Dezember 2021 vorliegen.

4.4.4.3.4 Umfang und Inhalte der digitalen Kompetenzen in den Rahmenlehrplänen der Sekundarstufe II

Die vergleichende Auszählung der digitalen Kompetenzen der Rahmenlehrpläne MS, MSI, FMS, ABU und BM ergibt ein disparates Bild ihres Umfangs und ihrer Inhalte im Unterricht an den Schulen der Sekundarstufe II (vgl. Abbildung 26). Die Kompetenzbereiche des ICILS-Frameworks werden einzig für die gymnasia-

len Maturitätsschulen durch die RLP MS und MSI mehrheitlich abgedeckt. Es zeigt sich, dass digitale Kompetenzen im Bereich «Computational Thinking» bereits im RLP MS vorhanden sind und nicht erst mit dem RLP MSI eingeführt wurden. Der RLP MSI verstärkt jedoch zusätzlich den Erwerb digitaler Kompetenzen in den Bereichen «Information erzeugen» und «digitale Kommunikation» im gymnasialen Unterricht.

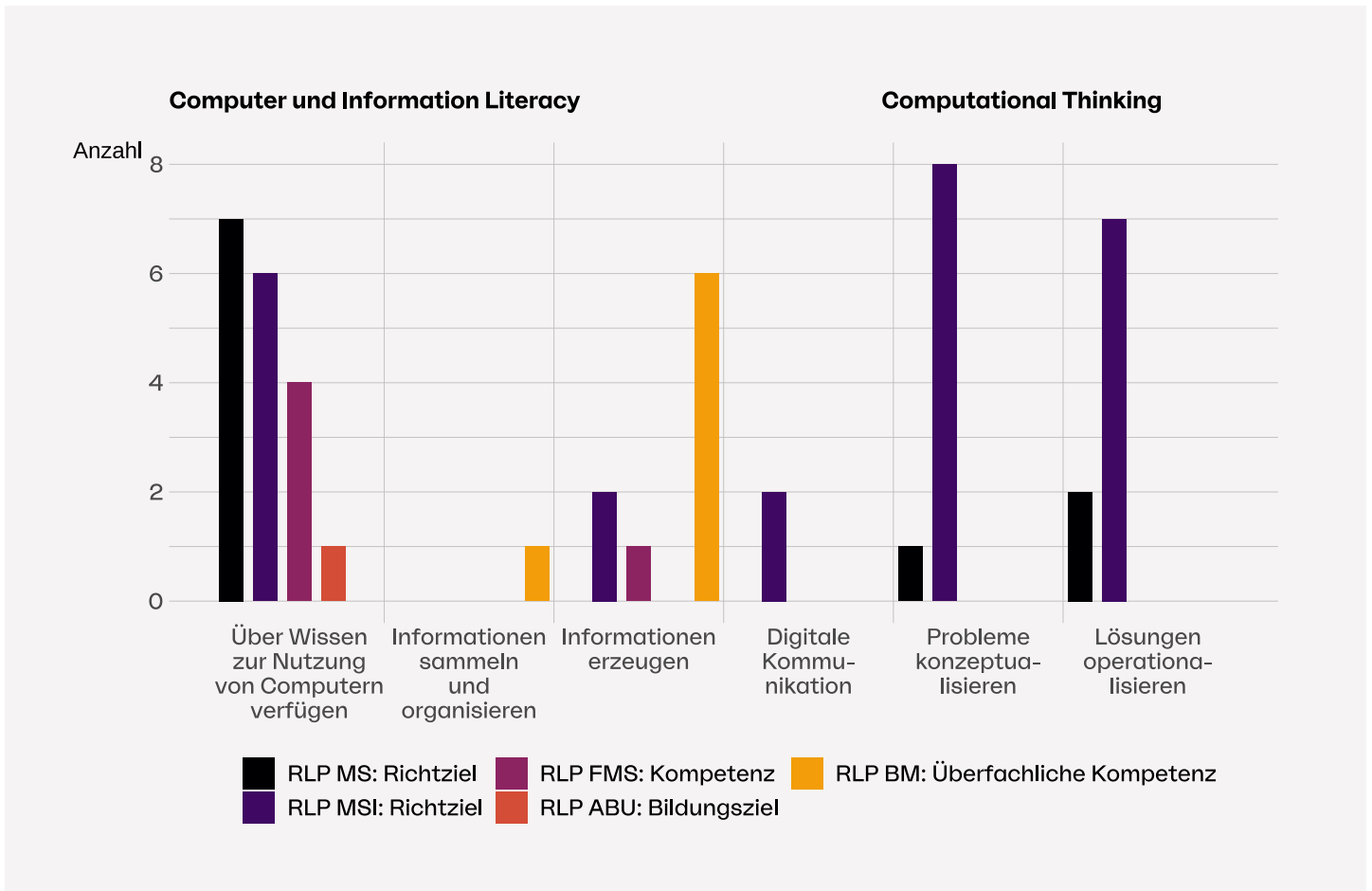


Abbildung 26: Anzahl und thematische Verteilung der digitalen Kompetenzen und Kompetenzanforderungen in den Lehrplänen der Sekundarschulen II

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Ausführungen in den Rahmenlehrplänen der Daten der gymnasialen Maturitätsschulen, Fachmittelschulen und der berufsbildenden Schulen (RLP MS, RLP MSI, RLP FMS, RLP ABU, RLP BM). Um einen Vergleich zu ermöglichen, wurden die dort aufgeführten Lernziele den sechs Kompetenzbereichen des ICILS-Frameworks digitaler Kompetenzen (Fraillon, Ainley, Schulz, Duckworth, & Friedman, 2019) zugeordnet.

Die Rahmenlehrpläne (RLP) für Fachmittelschulen, den allgemeinbildenden Unterricht der beruflichen Grundbildung und die Berufsmaturität offenbaren eklatante Leerstellen. Sie lassen sich mit der stark auf das Kompetenzprofil der angestrebten beruflichen Ausbildung zugeschnittenen Definition der enthaltenen digitalen Kompetenzen erklären. Ausgehend davon, dass alle drei RLP digitale Kompetenz als übergreifendes Bildungsziel im Sinne einer Bedingung für die erfolgreiche Teilnahme und Mitwirkung am gesellschaftlichen und beruflichen

Leben prominent hervorheben, sind Zweifel jedoch berechtigt, dass dieses Ziel im Unterricht in der notwendigen Breite und hinreichenden Verlässlichkeit durchgehend erreicht wird.

4.4.4.3.5 Vorgaben zur Schul- und Unterrichtsorganisation und thematische Bezüge zu weiteren Fächern

Anders als die Lehrpläne für die obligatorische Schule geben die RLP für die Schulen der Sekundarstufe II klar vor, ob digitale Kompetenzen als Fach, integriert in den Unterricht anderer Fächer oder in überfachlichen Unterrichtsformen erworben werden sollen. Sie enthalten ebenfalls thematische Bezüge zu weiteren Fächern, wobei sich diese aber auf allgemeine und allenfalls exemplarische Hinweise beschränken.

Tabelle 4: Integration digitaler Kompetenzen in den einzelnen Rahmenlehrplänen

Rahmenlehrplan	Unterrichtsform	Thematische Bezüge zu weiteren Fächern
Maturitätsschulen	integriert	
Maturitätsschulen Informatik	Informatik als Fach	Das Fach ist Teil des obligatorischen Lernbereichs «Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften»
Fachmittelschulen	Informatik als Fach	Das Fach ist Teil des Lernbereichs «Mathematik, Naturwissenschaften, Informatik»
Allgemeinbildender Unterricht	Integriert	
Berufsmaturität	integriert und überfachlich	u. a. Teil des «interdisziplinären Arbeitens in den Fächern» und der «interdisziplinären Projektarbeit»

4.4.4.3.6 Umsetzung der Rahmenlehrpläne MS, MSI, FMS, ABU und BM in den Kantonen und Schulen

Alle Rahmenlehrpläne für die allgemeinbildenden Schulen der Sekundarstufe II sehen vor, dass auf ihrer Grundlage entweder kantonale Lehrpläne oder Schullehrpläne ausgearbeitet werden. In den RLP MS/MSI und FMS ist dies als Empfehlung eingefügt, die RLP ABU und BM halten ihre Umsetzung in einen Schullehrplan als verpflichtende Vorgabe fest.

Eine schweizweite Übersicht zur Umsetzung der Rahmenlehrpläne für die Schulen der Sekundarstufe II fehlt bislang. Angesichts der Unterschiede in der kantonalen Organisation der Sekundarstufe II und ihrer – besonders in der Berufsbil-

dung – feinen Verästelung würde der dafür nötige Aufwand den Rahmen des vorliegenden Berichts sprengen.

4.5 Aus- und Weiterbildung an den pädagogischen Hochschulen im Bereich Medien und Informatik

Schweizweit vergleichbare Informationen zum Aus- und Weiterbildungsangebot der pädagogischen Hochschulen werden bis anhin nicht systematisch erhoben.³⁵ Ergebnisse einer Ad-hoc-Recherche auf den Webseiten der pädagogischen Hochschulen (PH) legen nahe, dass die Aus- und Weiterbildungsstruktur der PH im Bereich Medien und Informatik für relativ heterogen ist und verschiedene Ansätze für die Gestaltung der Angebote bestehen.³⁶

So variiert die Anzahl der im Laufe der Ausbildung obligatorisch zu erwerbenden ECTS-Punkte³⁷, sowohl zwischen den einzelnen Studiengängen der pädagogischen Hochschulen als auch innerhalb der Ausbildungsstränge zwischen den PH (vgl. Abbildung 27).³⁸ Beispielsweise müssen Lehrpersonen für die Primarstufe an der PH St. Gallen drei, an der PH Thurgau dagegen sieben ECTS-Punkte im Bereich Medien und Informatik erwerben. Gleichzeitig erwerben Studierende der PH Thurgau für die Ausbildung zur Lehrperson Sekundarstufe I sogar 12 ECTS-Punkte im Bereich Medien und Informatik verpflichtend. Zu beachten ist, dass Medien und Informatik auch als überfachliches Thema betrachtet und teilweise im weiteren fachdidaktischen Unterricht integral vermittelt wird. Der Umfang des integrierten Unterrichts in anderen Fächern lässt sich aus den vorliegenden Informationen nicht entnehmen und ist daher in der Abbildung 27 nicht berücksichtigt. Zudem steht an einigen pädagogischen Hochschulen eine breite Palette an Wahlfächern im Bereich Medien und Informatik zur Verfügung, welche in der Abbildung 27 ebenfalls nicht erfasst sind.

35 Die Kommission Weiterbildung/Dienstleistungen der Kammer Pädagogische Hochschulen von swissuniversities verfasst aktuell einen Bericht mit Publikationsdatum Ende 2021, der weitere Informationen zu den Weiterbildungsangeboten der pädagogischen Hochschulen im Bereich «Medien und Informatik» bzw. «Digitalisierung» liefert.

36 Die Webseiten der pädagogischen Hochschulen wurden ein erstes Mal im Zeitraum vom 7. bis zum 22. Dezember 2020 gesichtet. Allfällige Aktualisierungen der Weiterbildungsangebote wurden durch eine zweite Sichtung am 21. und 22. Januar berücksichtigt. Anfang Februar 2021 wurde die Übersicht der Aus- und Weiterbildungsangebote den pädagogischen Hochschule mit der Bitte um Verifizierung und Ergänzung vorgelegt. Bis zum 15. März waren 15 von 16 Institutionen der Bitte gefolgt im Bereich Ausbildung und 13 von 16 Institutionen im Bereich Weiterbildung. Es wurden nur Aus- und Weiterbildungsangebote für Lehrpersonen der obligatorischen Schule in der ad-hoc Recherche erfasst.

37 European Credit Transfer and Accumulation System: 1 ECTS-Punkt entspricht 25 bis 30 Stunden Arbeitsaufwand.

38 Die Übersicht der Ausbildungsangebote berücksichtigt Informationen für das Herbstsemester 2020 sowie das Frühlingsemester 2021.

Selbst ohne diese zusätzlichen Informationen lässt sich feststellen, dass im Vergleich zum Schlussbericht «ICT und Medienbildung in der Lehrpersonenausbildung» aus dem Jahre 2010 (Hansen, 2010) die Anzahl der zu erwerbenden ECTS-Punkte im Ausbildungsjahr 2020/2021 im Bereich der Pflichtfächer deutlich gewachsen ist.

Auch im Hinblick auf die Ausgestaltung des Weiterbildungsangebots in Medien und Informatik verfolgen die pädagogischen Hochschulen unterschiedliche Ansätze. Dabei bietet jede pädagogische Hochschule ein weitgehend eigenes Weiterbildungsportfolio an, so dass sich die Gesamtanzahl, die Dauer und die Inhalte der angebotenen Weiterbildungen von PH zu PH unterscheiden (vgl. Abbildung 28).³⁹

Die meisten Weiterbildungsangebote der pädagogischen Hochschulen erfordern einen Zeitaufwand von bis zu acht Stunden. Angebote mit einem Zeitbudget von mehr als 30 Stunden sind mehrheitlich Zertifikatslehrgänge (Certificate of Advanced Studies CAS).⁴⁰

Zwischen einzelnen pädagogischen Hochschulen bestehen Kooperationen beim Weiterbildungsangebot. Ein Produkt dieser Zusammenarbeit ist das MIA21 Projekt, bei dem zwölf pädagogische Hochschulen und Fachstellen der deutschsprachigen Schweiz kooperieren (vgl. (Pädagogische Hochschule Schwyz, u. a., 2017). Die gemeinsam erarbeiteten Modulmaterialien und didaktischen Überlegungen werden von den pädagogischen Hochschulen und Fachstellen in unterschiedlichen Kursgefässen angeboten.

Verschiedene Weiterbildungsangebote vor allem im Bereich der Anwendungskompetenzen werden in Zusammenarbeit mit privaten Anbietern durchgeführt. Bei einigen pädagogischen Hochschulen machen diese Angebote eine beachtliche Anzahl der Weiterbildungsangebote aus. Teilweise besteht ebenfalls eine enge Zusammenarbeit mit dem kantonalen Volksschulamt für das Weiterbildungsangebot. Im Kanton Genf führt sogar nur das Volksschulamt Weiterbildungen im Bereich Medien und Informatik durch und nicht die kantonale Institution zur

39 Die Übersicht der Weiterbildungsangebote bezieht sich auf das Kalenderjahr 2021. Zum einen sind Angebote des Kalenderjahrs 2020 mehrheitlich nicht mehr auf den Webseiten auffindbar, zum anderen fallen somit mögliche Corona-bedingte Ausfälle und der damit verbundenen Umstellung des Weiterbildungsprogramms auf Fernlernangebote im Kalenderjahr 2020 nicht zu stark ins Gewicht. Pädagogische Hochschulen, die ihre Weiterbildungsangebote nicht nach Kalenderjahr, sondern Studienjahr ausschreiben, erhielten die Möglichkeit noch nicht ausgeschriebene Angebote in der Übersicht zu ergänzen. Weiterbildungsangebote, die erst im Verlauf des Jahres entstehen, bleiben dementsprechend unberücksichtigt.

40 Ein Beispiel ist der Zertifikatslehrgang Zertifikatslehrgang «Pädagogischer ICT-Support (PICTS)», welcher von der Pädagogischen Hochschule Zürich und der Pädagogischen Hochschule der FH Nordwestschweiz in Kooperation mit der Pädagogischen Hochschule Schaffhausen und dem Schweizerischen Zentrum für die Mittelschule durchgeführt wird (vgl. Pädagogische Hochschule Zürich, u. a., 2021).

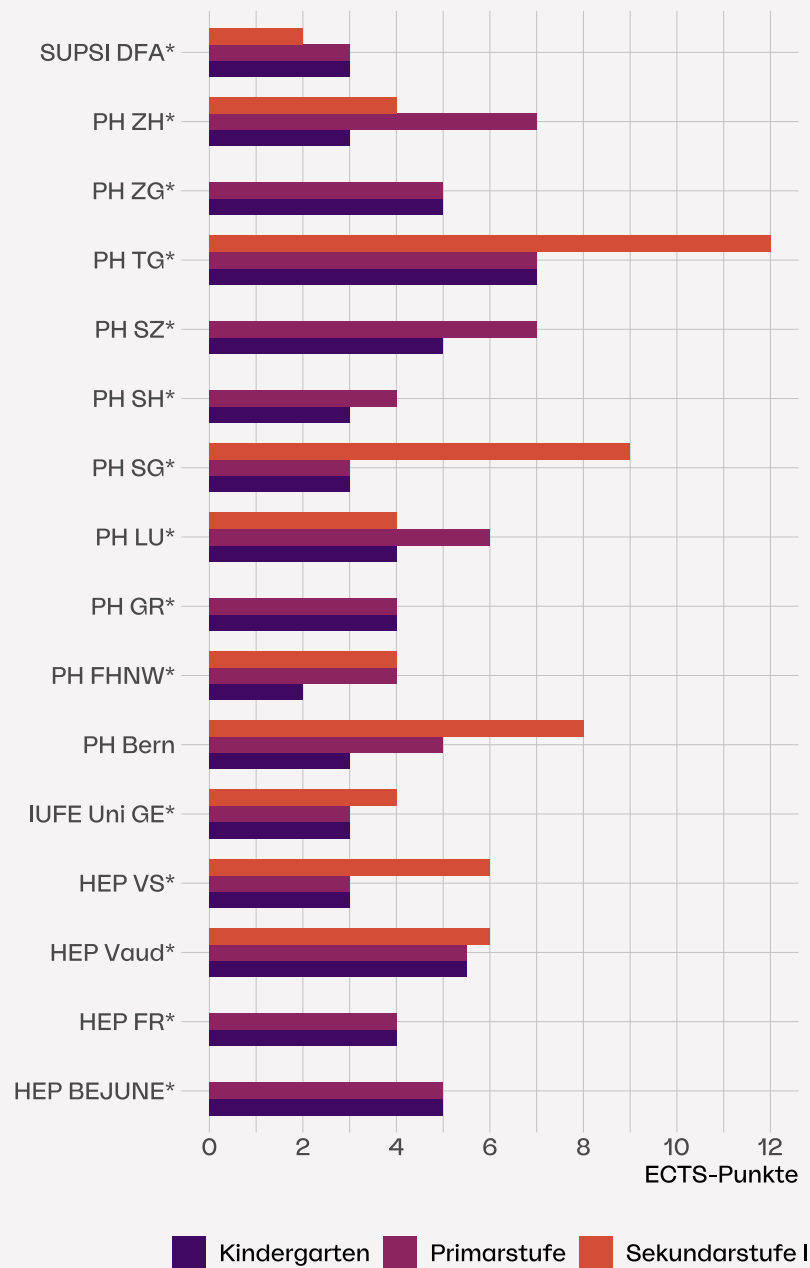


Abbildung 27: Obligatorische ECTS-Punkte in der Ausbildung von Lehrpersonen je PH und nach Schulstufen
 Anmerkungen: Dargestellt sind nur die verpflichtend zu erwerbenden ECTS-Punkte im Bereich Medien und Informatik während der Ausbildung zur Lehrperson. Ausgenommen in der Darstellung sind mögliche Wahlmodule und die Integration des Themas in andere Module. Die Anzahl der ECTS Punkte bezieht sich auf den Ausbildungsjahrgang Herbstsemester 2020/Frühlingssemester 2021. Studierende, die das Fach «Medien und Informatik» auf Sekundarstufe I wählen, erwerben beträchtlich mehr ECTS-Punkte in diesem Bereich. Die Pädagogische Hochschule Graubünden erhöht auf das Frühlingssemester 2022 auf Stufe Kindergarten und Primarstufe die Anzahl ECTS Punkte auf 6. Bei der PH Wallis müssen Studierende zur Lehrperson für Sekundarstufe I im monodisziplinären Studiengang nur 4 ECTS-Punkte anstelle der in der Grafik aufgeführten 6 ECTS-Punkte des bidisziplinären Studiengang erwerben. Die Klassifikation der Bildungsstufen orientiert sich am Bildungsbericht 2018 der SKBF. Bei pädagogischen Hochschulen mit der Klassifikation der Bildungsstufen in Zyklus I, II und III entspricht die Angabe ECTS Punkte auf Stufe Kindergarten der Ausbildung für den Zyklus I (Kindergarten, 1.- 2.Klasse), für Primarstufe dem Zyklus II (3.-6.Klasse) und für Sekundarstufe I dem Zyklus III (7.-9. Klasse). Mit * gekennzeichnete Pädagogische Hochschulen haben die auf der Webseite gefundenen Angaben über die Ausbildung bis zum Stichtag 15. März freundlicherweise verifiziert und ergänzt.

Ausbildung von Lehrpersonen (L'Institut Universitaire de Formation des Enseignants de la Université de Genève). Des Weiteren bieten viele pädagogische Hochschulen spezifische, auf einzelne Schulen zugeschnittene Weiterbildungen an.

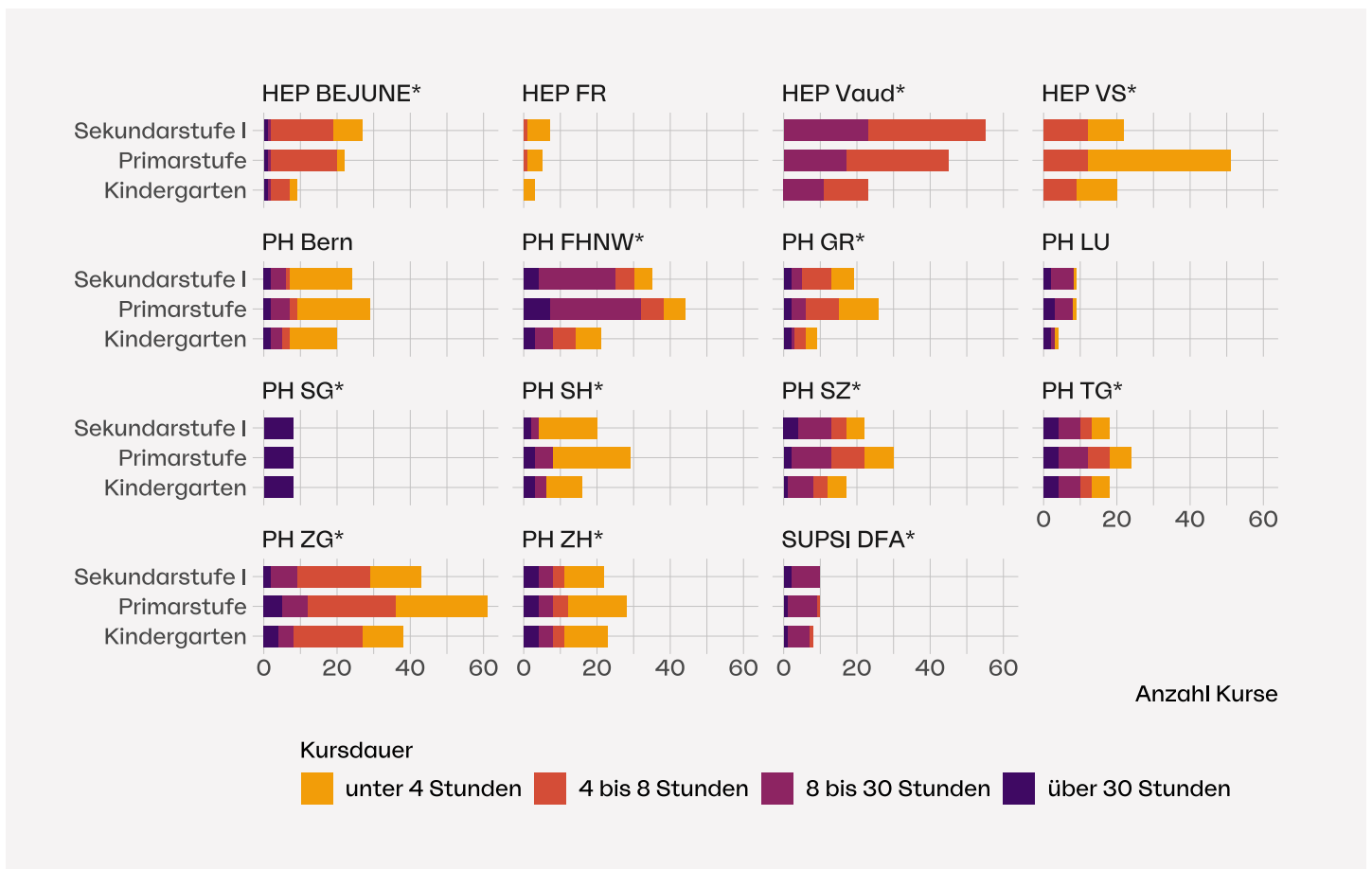


Abbildung 28: Anzahl der angebotenen Weiterbildungskurse im Bereich «Medien und Informatik» je PH und nach Schulstufe

Anmerkungen: Die Zusammenstellung bezieht sich auf das Weiterbildungsangebot für das Kalenderjahr 2021. Die Sichtung der Webseiten der pädagogischen Hochschulen fand im Zeitraum von Mitte Dezember bis Mitte Januar statt. Es besteht die Möglichkeit, dass Corona-bedingt Weiterbildungen abgesagt wurden und deshalb nicht in der Aufstellung enthalten sind. Die pädagogischen Hochschulen wurden zur Verifikation der Angaben gebeten. Dabei bestand die Möglichkeit noch nicht publizierte Angebote in der Übersicht zu ergänzen. Die Klassifikation der Bildungsstufen orientiert sich am Bildungsbericht 2018 der SKBF. Bei pädagogischen Hochschulen mit der Klassifikation der Bildungsstufen in Zyklus I, II und III entspricht die Angabe ECTS Punkte auf Stufe Kindergarten der Ausbildung für den Zyklus I (Kindergarten, 1.- 2.Klasse), für Primarstufe dem Zyklus II (3.-6.Klasse) und für Sekundarstufe I dem Zyklus III (7.-9. Klasse). Weiterbildungsangebote für Lehrpersonen des Zyklus I werden auf Stufe Kindergarten und Primar gezählt, falls das gleiche Angebot nicht auch für Lehrpersonen des Zyklus II existiert. Nicht berücksichtigt sind Kurse, die schon im Jahr 2020 gestartet haben, ausser es handelt sich um längere Ausbildungen wie MIA-Module oder ein CAS. Nicht einbezogen in der Übersicht sind Weiterbildungen, bei denen es hauptsächlich um die Einführung eines neuen Lehrmittels mit Onlineanteil geht ausserhalb des Fachbereichs «Medien und Informatik». Ebenfalls wurden Weiterbildungsangebote der Volksschulämter nicht gezählt. Im Kanton Genf werden Weiterbildungen nur vom Volksschulamt durchgeführt, weshalb die kantonale Institution für Aus- und Weiterbildungen von Lehrpersonen (L'Institut Universitaire de Formation des Enseignants de la Université de Genève) nicht in der Übersicht erscheint. Fächerspezifische Weiterbildungen mit einem Schwerpunkt auf digitale Geräte wurden berücksichtigt sowie auch Weiterbildungsangebote, welche vor Ort an den Schulen angeboten werden. Mit * gekennzeichnete Pädagogische Hochschulen haben die auf der Webseite gefundenen Angaben über die Ausbildung freundlicherweise verifiziert und ergänzt.

5 Stufen- übergreifende Themen

5.1	Monitor Digitalisierung der Bildung aus Sicht der Schülerinnen und Schüler	118
5.2	Der Effekt der Nutzung digitaler Lernressourcen auf schulische Leistungen	123
5.3	Hohes Ablenkungspotential bei Nutzung für private Zwecke im Unterricht	133
5.4	Nutzung digitaler Kommunikationsmittel zur Einbindung von Eltern und Erziehungsberechtigten	134
5.5	Kosteneffizienz der Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht	136
5.6	Skalierbarkeit digitaler Lernapplikationen	140
5.7	Nutzung von Robotern im Unterricht und Kompetenzaufbau	141
5.8	Selbsteinschätzung, wahrgenommene Selbstwirksamkeit und tatsächliche Kompetenzen im Umgang mit digitalen Geräten und Inhalten	143
5.9	Weiterbildungsbemühungen von Lehrpersonen	146

Das Kapitel «Stufenübergreifende Themen» greift all die Thematiken auf, die sich aufgrund der Allgemeinheit des Themas, der Komplexität der Literatur oder Beschränkungen in den vorhandenen Daten nicht eindeutig einer Schulstufe zuordnen lassen. Die hier behandelten Themen decken eine breite Palette an Fragestellungen ab. Sie reichen von zentralen Fragen des Beitrags digitaler Ressourcen zu Lernfortschritt und Kompetenzbildung, und deren (relative) Kosteneffizienz bis hin zur Diskussion von methodischen Herausforderungen bei der Messung digitaler Kompetenzen und deren Zusammenhang mit der Nutzung digitaler Lernressourcen.

Effektstärke als Mass für den Zusammenhang zwischen Nutzung digitaler Ressourcen und Lernerfolg

Unterschiedliche Studien verwenden unterschiedliche Methoden, Messinstrumente (z. B. standardisierte Tests bzw. speziell für eine Technologie oder Studie entwickelte Tests) und Masse (z. B. absolute und standardisierte Punktzahlen oder Noten) um den Zusammenhang zwischen der Nutzung digitaler Ressourcen und den Lernleistungen von Schülerinnen und Schülern zu quantifizieren. Diese Vielfalt erschwert einen Vergleich der Ergebnisse dieser Studien erheblich.

Der typische, im Rahmen von Metaanalysen gewählte Ansatz zur Bewältigung dieser Herausforderungen besteht darin, disparate Masse mit Hilfe einer einfachen Statistik, der «standardisierten Effektgröße», auf die gleiche Skala umzurechnen und so zwischen unterschiedlichen Studien vergleichbar zu machen.

Das verbreitetste Umrechnungsmass ist die 1988 von Jacob Cohen vorgeschlagene Effektstärke d (Cohen, 1988). Sie ist definiert als:

$$d = \frac{\overbrace{\mu^{treat}}^{\text{Mittelwert}} - \overbrace{\mu^{control}}^{\text{Mittelwert}}}{\underbrace{\sigma^{joint}}_{\text{Standardabweichung der Population}}},$$

und standardisiert den Mittelwertunterschied zwischen Behandlungs- und Kontrollgruppe mit deren gemeinsamer Standardabweichung. Sie ermöglicht daher Aussagen dazu, wo sich – unter bestimmten Annahmen – der Mittelwert der einen Gruppe in der empirischen Verteilung der anderen Gruppe befindet. Ein Wert von $d=1$ in einem Experiment zur Überprüfung des Beitrags eines intelligenten Tutorensystems für Mathematik zu Mathematikleistungen, besagt beispielsweise, dass unter der Annahme einer Normalverteilung von Mathematikleistungen, die mittlere Mathematikleistung unter Schülerinnen und Schülern, die diese Lernressource nutzen, dem 84. Perzentil der Schülerinnen und Schüler ohne Tutorensystem entspricht.

Je grösser dieser Wert desto grösser der substantielle Unterschied zwischen der Behandlungs- und Kontrollgruppe eines Experiments. Unterschiedliche qualitative Interpretationen existieren in Bezug auf mögliche Schwellenwerte des Effektstärkemasses d . Auf Basis der Analyse der sozialpsychologischen Literatur der 1970er und 1980er Jahre schlug Cohen (1988) vor, dass $d \geq 0.2$ als ein kleiner, $d \geq 0.5$ als ein mittlerer und $d \geq 0.8$ als ein grosser Effekt zu interpretieren sei. Neuere Metaanalysen von Interventionsstudien zeigen aber, dass diese Schwellenwerte im Bereich der obligatorischen Bildung nicht angemessen sind. Kraft (2020) schlägt vor, Effektstärken von $d \leq 0.05$ als klein, von $0.05 < d < 0.2$ als mittel und von $d \geq 0.2$ als gross zu interpretieren.

Eine intuitivere Interpretation der Grösse von Effektstärken ergibt sich, wenn man sie in Vergleich zum allgemeinen Lernfortschritt im Laufe eines Schuljahres setzt. Untersuchungen aus den USA zeigen, dass sich die Leistungen von Schülerinnen und Schülern ab etwa Klasse 7 (HarmoS-Zählung) in standardisierten Tests im Laufe eines Schuljahres um bis zu 0.4 Standardabweichungen verbessern (Bloom, Hill, Black, & Lipsey, 2008). Ein Effekt von $d=0.4$ entspricht damit dem Wissensfortschritt eines gesamten Schuljahres. Ein Effekt von $d=0.2$, der eines Schulhalbjahres.

5.1 Monitor Digitalisierung der Bildung aus Sicht der Schülerinnen und Schüler

Über Schulstufen hinweg lassen sich nur dann Aussagen zur Nutzung digitaler Endgeräte treffen, wenn vergleichbare Erhebungen auf allen Stufen durchgeführt werden. Dies ist bislang in der Schweiz kaum der Fall. Eine Ausnahme stellt die Erhebung «Monitor Digitalisierung der Bildung aus Sicht der Schülerinnen und Schüler» (MDSS) dar, die im Herbst 2020 von der Schweizerischen Koordinationsstelle für Bildungsforschung (SKBF) in Zusammenarbeit mit dem Markt- und Meinungsforschungsinstitut gfs.bern durchgeführt wurde (Oggenfuss & Wolter, 2021). Ergebnisse sind für Schulstufen und Sprachregionen repräsentativ. Allerdings lassen sich keine repräsentativen Ergebnisse für Schulstufen nach Sprachregionen oder für Sprachregionen nach Schulstufen ableiten. Im Folgenden finden sich ausgewählte Ergebnisse dieser Erhebung.

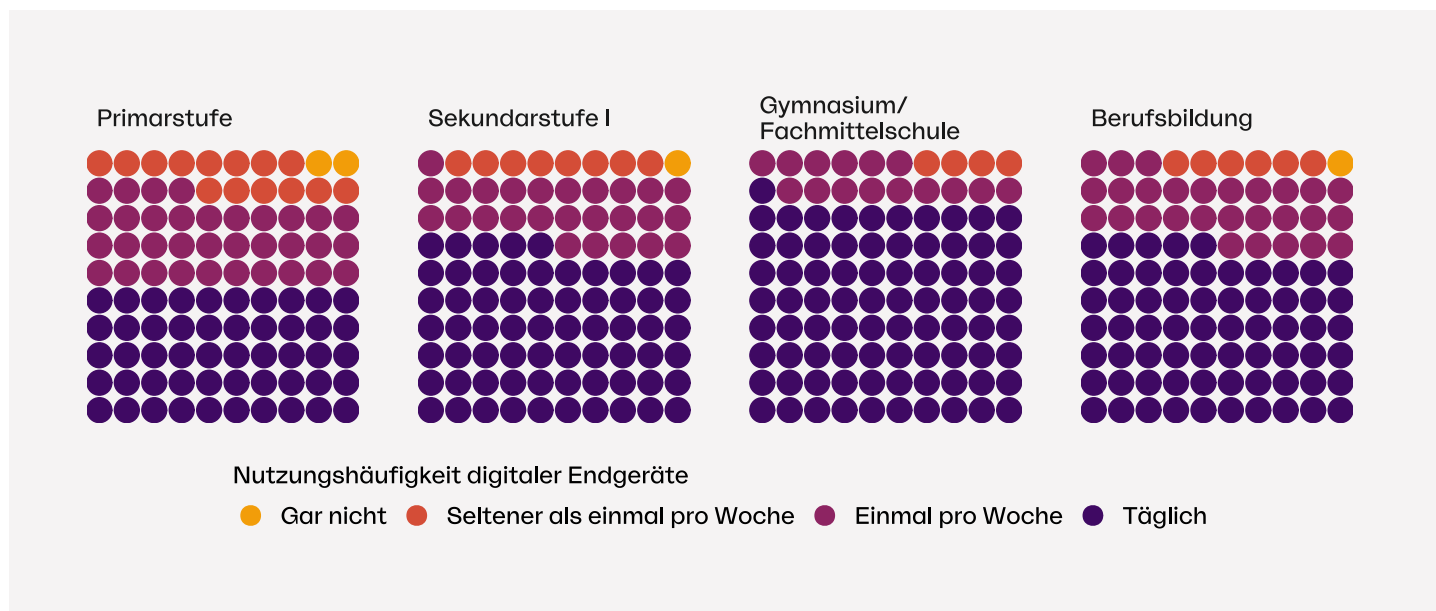


Abbildung 29: Nutzungshäufigkeit digitaler Endgeräte nach Schulstufe

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Daten der MDSS-Erhebung (Auswertung zuhanden des Berichts). Abbildungen zeigen den Anteil der Schülerinnen und Schüler nach Schulstufe und Nutzungshäufigkeit. Jeder Punkt repräsentiert 1% der Schülerinnen und Schüler der jeweiligen Schulstufe. Antworten beruhen auf der Aggregation von drei Fragen zur Nutzungshäufigkeit von «Desktop Computer (PC, Mac etc.)», «Laptop, Notebook» und «Tablet, iPad etc.» in der Schule oder zuhause für die Schule in der Zeit zwischen den Sommer- und Herbstferien 2020. Es ist möglich, dass die gewählte Aggregation die tatsächliche Häufigkeit der Nutzung digitaler Endgeräte unterschätzt. Der Fehlerbereich liegt unter $\pm 3.2\%$. Es ist nicht auszuschliessen, dass die im Vergleich zu Gymnasien und Fachmittelschulen geringere Verbreitung täglicher Nutzung unter Schülerinnen und Schüler in Berufsbildung der Tatsache geschuldet ist, dass Berufslernende die Schule in der Regel nicht täglich besuchen.

Lesebeispiel: 50% der Primarschülerinnen und Primarschüler nutzen digitale Endgeräte täglich in der Schule oder für die Schule. Weitere 34% nutzen digitale Endgeräte einmal pro Woche, und 14% nutzen sie seltener als einmal pro Woche. Lediglich 2% der Lernenden der Primarstufe nutzen digitale Endgeräte in der Zeit zwischen den Sommer- und den Herbstferien 2020 weder in der Schule noch zuhause für die Schule.

Nutzungshäufigkeit digitaler Endgeräte steigt mit dem Alter der Schülerinnen und Schüler

Ergebnisse der Befragung zeigen, dass die Nutzungsintensität digitaler Endgeräte und Anwendungen für die Schule und in der Schule über die Schulstufen hinweg deutlich steigt. So geben gut 80 % der befragten Gymnasiastinnen und Gymnasiasten an, digitale Endgeräte täglich für die Schule oder in der Schule einzusetzen. Bei Primarschülerinnen und Primarschülern sind dies dagegen nur gut die Hälfte (vgl. Abbildung 29). Mit der Ausnahme von Lern-Applikationen, lassen sich ein ähnlicher stufenbedingter Anstieg der Nutzungshäufigkeit auch für digitale Anwendungen, wie Lernplattformen oder Suchmaschinen beobachten (vgl. Abbildung 30). Es liegen keine Informationen vor, zu welchem Zweck digitale Ressourcen eingesetzt werden.

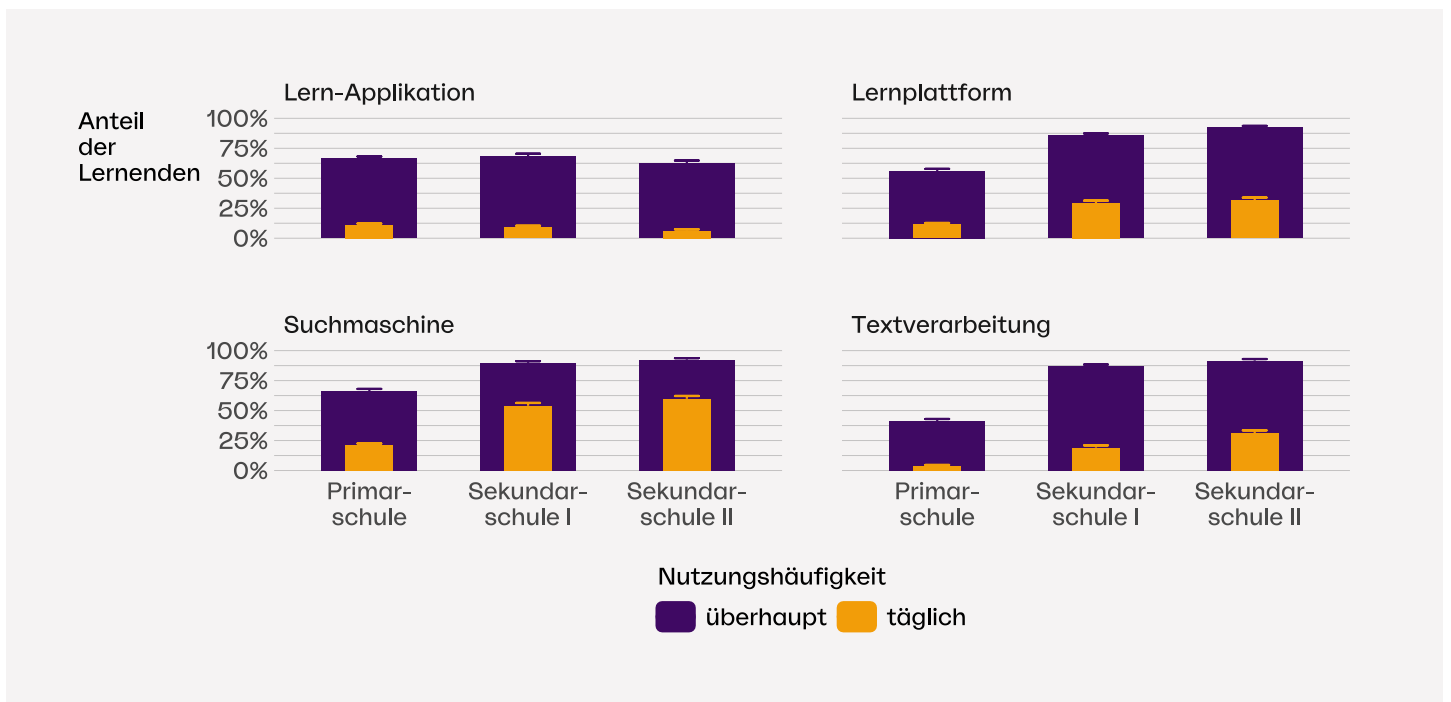


Abbildung 30: Nutzungshäufigkeit digitaler Anwendungen nach Schulstufe

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Daten der MDSS-Erhebung (Auswertung zuhanden des Berichts). Dunkle Balken zeigen den Anteil der Schülerinnen und Schüler je Schulstufe und Anwendung, die diese Anwendung zwischen den Sommer- und Herbstferien 2020 überhaupt genutzt zu haben. Helle Balken zeigen den Anteil derjenigen Lernenden, die diese Anwendung täglich genutzt haben. Antennen zeigen die Breite des 95% Vertrauensintervalls. Dargestellte Werte berücksichtigen ausschliesslich Unterschiede in der Schulstufe. Die dargestellten Unterschiede zwischen Schulstufen sind vergleichbar mit den Ergebnissen linearer Wahrscheinlichkeitsmodelle, die zusätzlich für demografische und sozioökonomische Faktoren kontrollieren (vgl. Oggenfuss & Wolter, 2021).

Lesebeispiel: Mit Ausnahme der Berufsbildung wurden Lern-Applikationen im Zeitraum zwischen den Sommer- und Herbstferien 2020 von knapp 70 % der Schülerinnen und Schüler aller Schulstufen mindestens einmal genutzt. Täglich wurden digitale Lern-Applikationen allerdings häufiger von Lernenden der Primarstufe (11%), als von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I (9%) oder der Sekundarstufe II (6%) genutzt.

Ältere Schülerinnen und Schüler sind kritischer gegenüber dem Lernen mit digitalen Ressourcen

Gleichzeitig sinkt mit zunehmendem Alter die Motivation für das Lernen mit digitalen Endgeräten und Anwendungen (vgl. Abbildung 31). Auch die Wahrnehmung von Problemen bei der Arbeit mit digitalen Lernressourcen ist unter Lernenden der Sekundarstufe II, ausgeprägter als in den unteren Schulstufen. So geben zwei Drittel der Volksschülerinnen und Volksschüler, aber nur die Hälfte der Lernenden auf Ebene der Sekundarstufe II an motivierter zu lernen und zu arbeiten, wenn sie digitale Lernressourcen nutzen. Auch fühlen sich Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II eher abgelenkt, können sich Gelerntes schlechter merken, oder ermüden schneller, wenn sie mit digitalen Ressourcen lernen (vgl. Abbildung 31). Ob die geringere Motivation und das grössere Problembewusstsein bei der Arbeit mit digitalen Ressourcen in den oberen Schulstufen von der häufigeren Nutzung dieser Ressourcen in den oberen Schulstufen beeinflusst wird, lässt sich anhand der vorliegenden Informationen nicht beantworten.

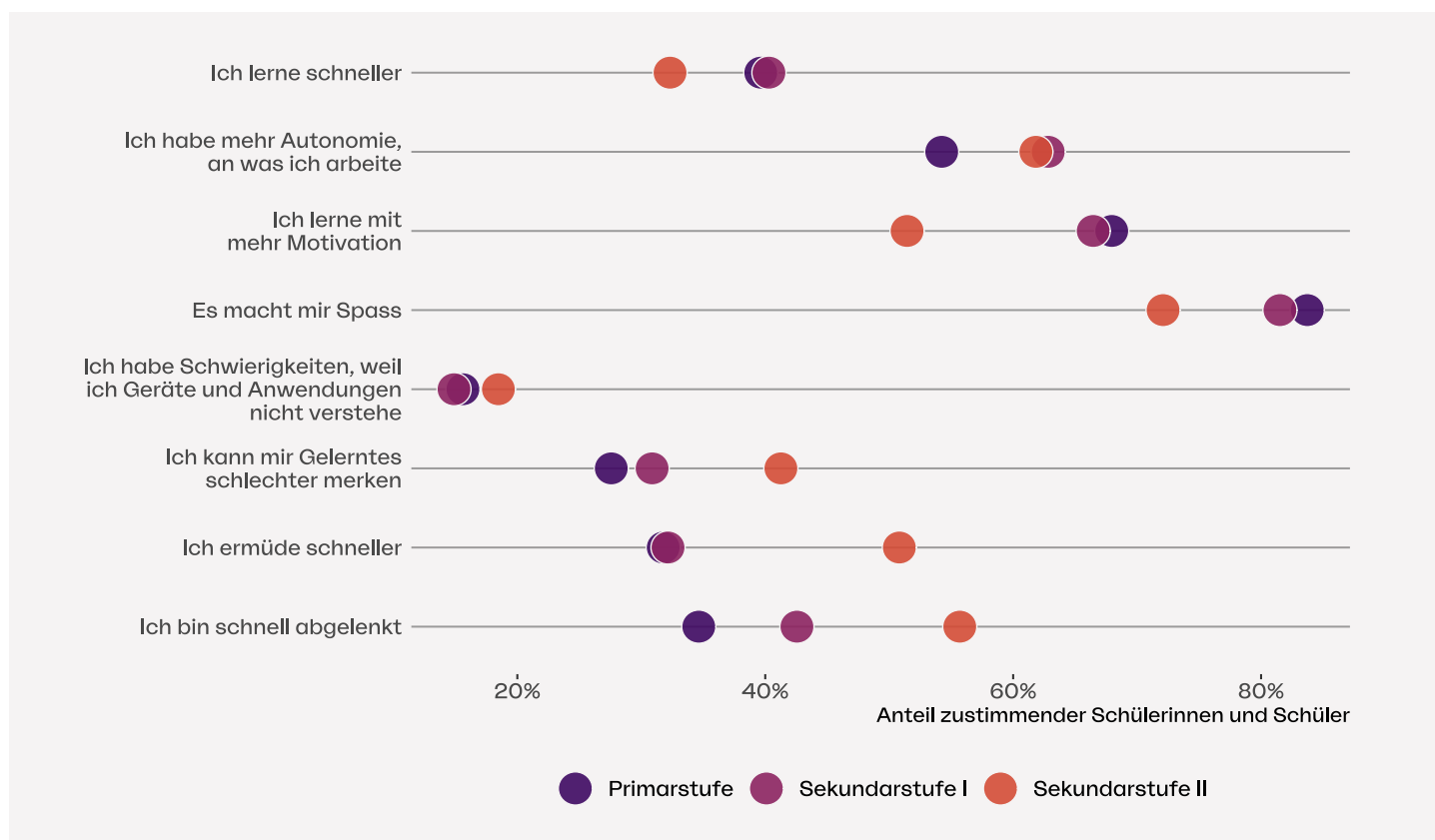


Abbildung 31: Bewertung von Lernen mit digitalen Ressourcen im Vergleich zum «analogen» Unterricht nach Schulstufen
 Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Daten der MDSS-Erhebung (Auswertung zuhanden des Berichts).
 Strahlen zeigen für jede Aussage den Anteil der Schülerinnen und Schüler, die dieser Aussage zustimmen oder eher zustimmen. Der Fehlerbereich liegt unter $\pm 3\%$.

Lesebeispiel: 51% der Lernenden der Sekundarstufe II ermüden im Vergleich zum Unterricht ohne digitale Lernressourcen, schneller, wenn sie Aufgaben an einem digitalen Endgerät lösen. Unter Schülerinnen und Schülern der Primarschule und der Sekundarschule I sind dies 32%. Der Unterschied zwischen Lernenden der Sekundarstufe II und Lernenden der unteren Stufen ist statistisch signifikant.

Schülerinnen sind kritischer gegenüber dem Lernen mit digitalen Endgeräten

Auch Schülerinnen äussern sich tendenziell kritischer zur Nutzung digitaler Endgeräte und Anwendungen für das Lernen. Beispielsweise geben 42 % der Schülerinnen, aber nur 32 % der Schüler an schneller zu ermüden, wenn sie Aufgaben an digitalen Endgeräten lösen. Auch geben 42 % der Schüler, aber nur 33 % der Schülerinnen an, dass die schneller lernen, wenn sie Aufgaben an digitalen Endgeräten lösen. Gleichzeitig scheint einer überwiegenden Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler das Lernen mit digitalen Endgeräten Freude zu machen. Jeweils etwa 80 % berichten, dass ihnen die Nutzung von Computer, Tablet, Laptop etc. für das Lösen von Aufgaben oder das Lernen von Inhalten Spass macht (vgl. Abbildung 32).

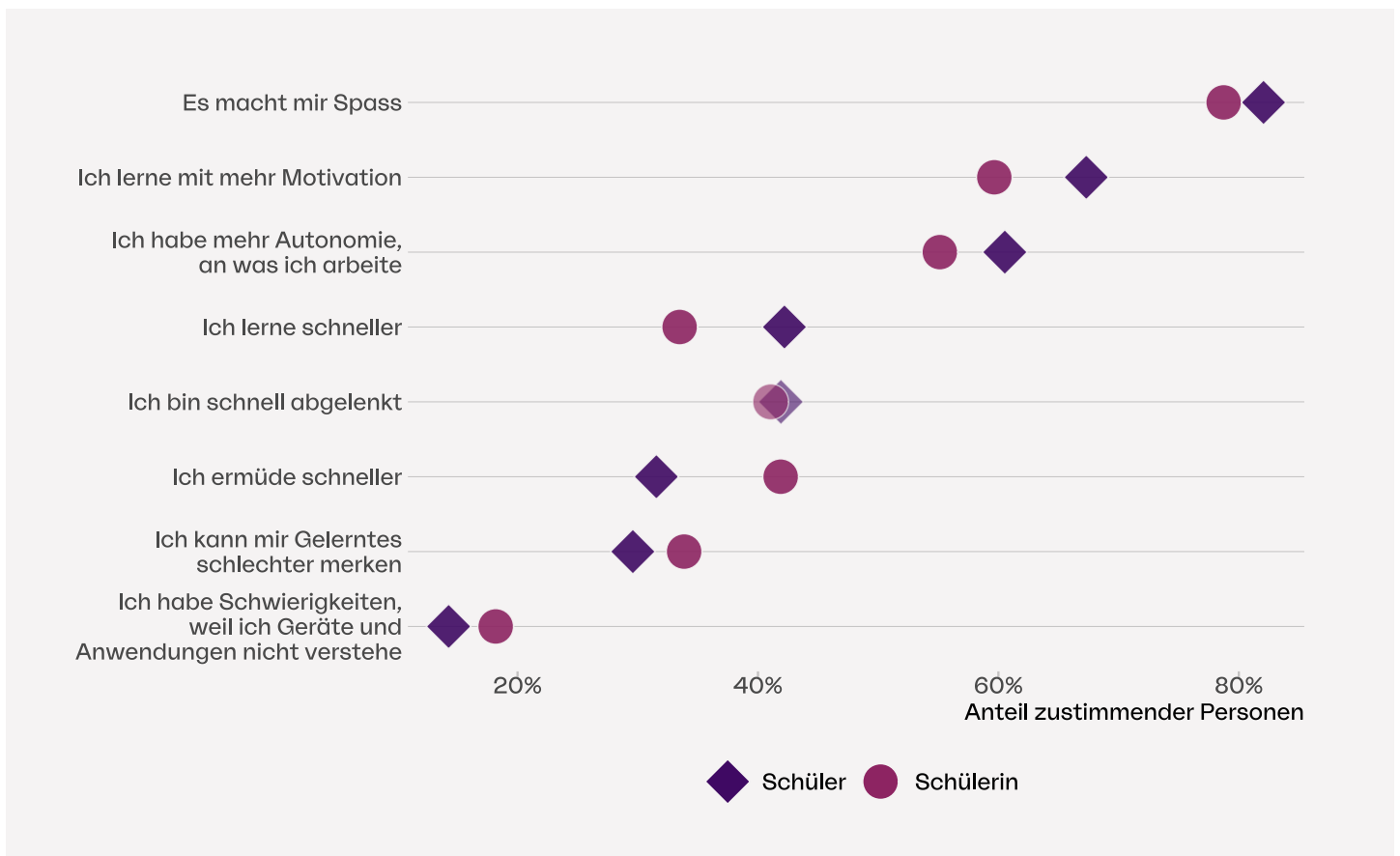


Abbildung 32: Bewertung von Lernen mit digitalen Ressourcen im Vergleich zum «analogen» Unterricht nach Geschlecht

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Daten der MDSS-Erhebung (Auswertung zuhanden des Berichts). Punkte zeigen den Anteil der Schülerinnen (hell) und den Anteil Schüler (dunkel), die den aufgeführten Aussagen zustimmen oder eher zustimmen. Der Fehlerbereich liegt unter $\pm 2.1\%$.

Ausgeprägte sprachregionale Unterschiede bei der Nutzung digitaler Endgeräte in und für die Schule

Die Studie zeigt ausserdem, dass deutliche sprachregionale Unterschiede in der Nutzung digitaler Endgeräte und dem Internet für die Schule und in der Schule bestehen. So geben weniger als 10 % der Schülerinnen und Schüler in der Deutschschweiz an digitale Endgeräte seltener als einmal pro Woche für die Schule oder in der Schule einzusetzen. In der lateinischen Schweiz betrifft dies dagegen 20 % der Schülerinnen und Schüler (vgl. Abbildung 33). Dies entspricht weitgehend den sprachregionalen Unterschieden in Nutzungsmustern, die sich auch aus anderen Datensätzen ableiten lassen (vgl. Kapitel 6.1.1; 7.1.2).

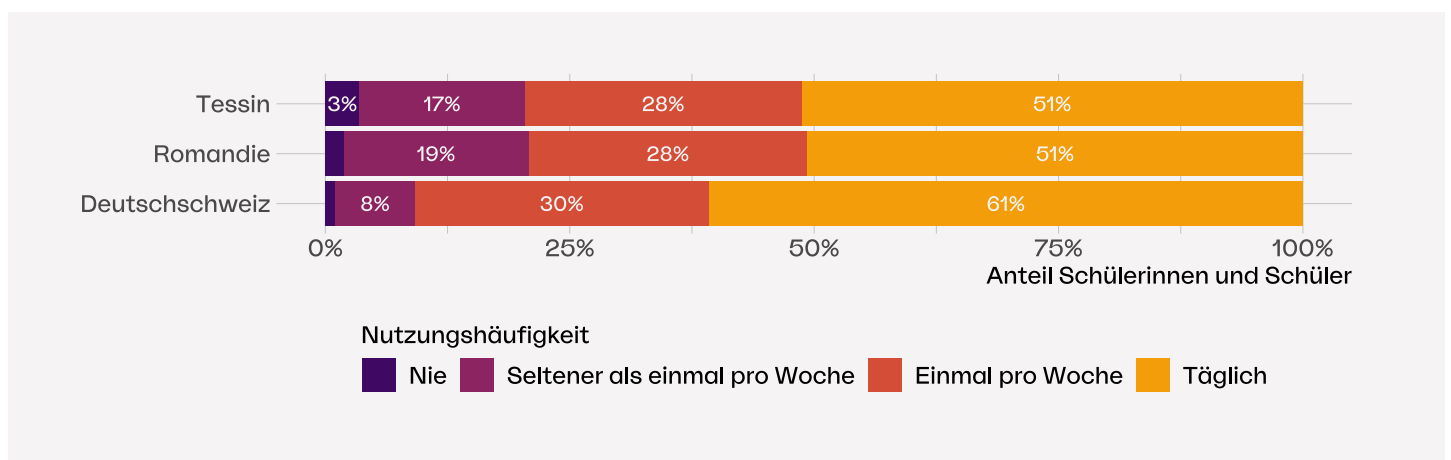


Abbildung 33: Nutzungshäufigkeit digitaler Endgeräte nach Sprachregion

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Daten der MDSS-Erhebung (Auswertung zuhanden des Berichts). Abbildungen zeigen den Anteil der Schülerinnen und Schüler je Sprachregion und Nutzungshäufigkeit. Antworten beruhen auf der Aggregation von drei Fragen zur Nutzungshäufigkeit von «Desktop Computer (PC, Mac etc.)», «Laptop, Notebook» und «Tablet, iPad etc.» in der Schule oder zuhause für die Schule in der Zeit zwischen den Sommer- und Herbstferien 2020. Es ist möglich, dass die gewählte Aggregation die tatsächliche Häufigkeit der Nutzung digitaler Endgeräte unterschätzt. Der Fehlerbereich liegt unter $\pm 3.5\%$.

Dies spiegelt sich auch im wahrgenommenen Zugang zum Internet wider. Schülerinnen und Schüler in der Deutschschweiz bejahen die Frage «Gibt es an Deiner Schule einen Internetzugang» überproportional häufiger als Schülerinnen und Schüler aus der lateinischen Schweiz (vgl. Abbildung 34). Da der tatsächliche Anteil der Schulen, die nicht an das Internet angeschlossen sind in allen Sprachregionen sehr klein sein dürfte, spricht der geringe Anteil an Lernenden aus dem Tessin und der Romandie, die angeben, dass es an ihrer Schule einen Internetzugang gibt, eher dafür, dass diese Schülerinnen und Schüler Angebote im Internet nicht während der Schulzeit nutzen.

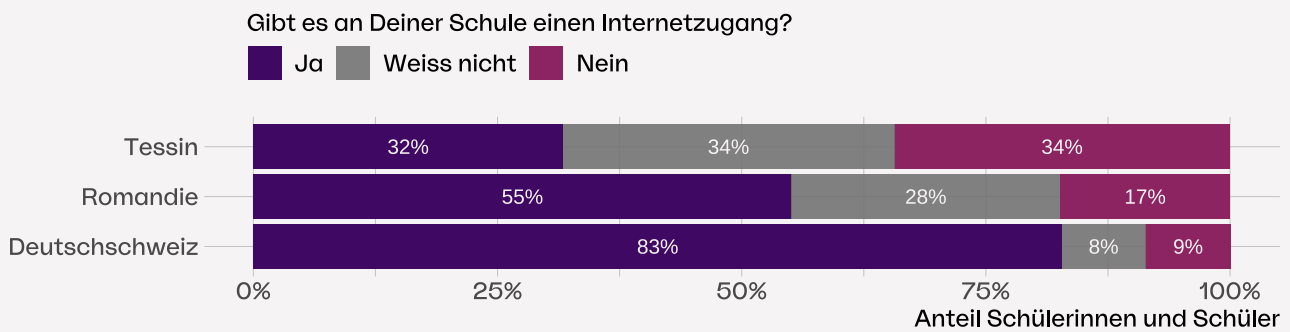


Abbildung 34: Internetzugang an der Schule nach Sprachregion

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Daten der MDSS-Erhebung (Auswertung zuhanden des Berichts). Abbildungen zeigen den Anteil der Schülerinnen und Schüler je Sprachregion und Antwort auf die Frage «Gab es an deiner / Ihrer Schule in den Wochen zwischen den Sommer- und Herbstferien einen Internetzugang?». Der Fehlerbereich liegt unter $\pm 1.6\%$.

5.2 Der Effekt der Nutzung digitaler Lernressourcen auf schulische Leistungen

Mit dem Einsatz digitaler Ressourcen in Lehren und Lernen werden oft grosse Hoffnungen auf eine Verbesserung von Unterrichtsqualität und eine Steigerung des Lernerfolgs verbunden. Schülerinnen und Schüler sollen durch den Einsatz stärker motiviert, Lerninhalte anschaulicher, verständlicher und alltagsrelevanter präsentiert, die Individualisierung von Zielen, Inhalten und Lernpfaden ermöglicht, und kooperatives Lernen vereinfacht werden (vgl. Schaumburg & Prasse, 2019).

Ob und in welchem Umfang diese Hoffnungen berechtigt sind, ist umstritten (Cuban, 2001; Luschei, 2013). Untersuchungen auf Basis der Daten grosser Leistungsvergleichsstudien, wie PISA, PIRLS oder TIMSS finden in der Regel keinen Hinweis dafür, dass ein häufigerer Einsatz digitaler Ressourcen in der Schule zu einer Verbesserung der durchschnittlichen schulischen Leistungen führt (Woessmann & Fuchs, 2004; Skryabin, et al., 2015; OECD, 2015b). Auch Evaluationsstudien politischer Programme zur Förderung der Verbreitung digitaler Ressourcen an Schulen kommen in der Regel zum Schluss, dass höhere Investitionen in digitale Endgeräte zwar zu einer weiteren Verbreitung und intensiveren Nutzung dieser Technologien führen. Diese intensivere Nutzung führt aber nicht zu einer Verbesserung der Leistungen der meisten Schülerinnen und Schüler (vgl. Bulman & Fairlie, 2016; Escueta, Quan, Nickow, & Oreopoulos, 2017). Demgegenüber stehen eine grosse Anzahl experimenteller Untersuchungen, die in der Regel einen positiven Effekt verschiedener Lerntechnologien auf Lernfortschritt und Lernleistungen aufzeigen (vgl. Liao & Hao, 2008; Liao & Lai, 2018). Im direkten Vergleich mit Klassen, die traditionell unterrichtet werden, zeigen Schülerinnen

und Schüler aus Klassen, in denen mit digitalen Ressourcen gearbeitet wird, in experimentellen Studien bessere Ergebnisse in den durchgeführten Leistungstests (Hillmayr, et al., 2017).

Die Diskrepanz dieser Ergebnisse ist bislang nicht hinreichend erklärt. In der internationalen Literatur gibt es eine Reihe von Hinweisen darauf, dass vor allem die globale Betrachtung des Effekts digitaler Technologien zu diesem Befund beiträgt. Unabhängig von der Art der Technologie sowie des Zwecks und der Qualität ihres Einsatzes, kommt es zu einer Überlagerung der Messung von positiven und negativen Effekten. Ebenso trägt eine Selektion leistungsschwächerer Schülerinnen und Schüler in eine intensivere Nutzung digitaler Ressourcen (vgl. Kapitel 6.1.2 und Kapitel 7.3.1.5) dazu bei (Comi, et al., 2017; Falck, Mang, & Woessmann, 2018; Petko, Cantieni, & Prasse, 2017). Das heisst: digitale Technologien werden sowohl dort eingesetzt, wo sie traditionellen Lernmethoden überlegen sind, als auch dort, wo sie schlechtere Ergebnisse produzieren als traditionelle Lernmethoden. Werden beide Einsatzbereiche nicht getrennt und nur die generelle Nutzungshäufigkeit oder gar Ausstattungssituation erhoben, so entspricht der gefundene Effekt dem Durchschnitt der positiven und negativen Effekte, gewichtet um die relative Häufigkeit des jeweiligen Einsatzes. Selbst Studien, die kausale Aussagen über den generellen Effekt der Nutzung digitaler Ressourcen auf den Lernerfolg erlauben zeichnen so ein unvollständiges, stark vereinfachtes Bild dieses Zusammenhangs.

In einer italienischen Stichprobe von Schülerinnen und Schülern der Klassenstufe 10 finden Comi, et al. (2017), dass eine häufigere Nutzung von Computern durch Schülerinnen und Schüler im Mathematik- und Italienischunterricht mit geringeren Leistungen in beiden Fächern einhergeht (Abbildung 35). Die Nutzung von Computern durch Lehrpersonen für die Wissensvermittlung, für die Medien-erziehung sowie für die Kommunikation und Weiterbildung gehen dagegen mit höheren durchschnittlichen Leistungen ihrer Schülerinnen und Schüler einher.⁴¹ Falck, Mang, & Woessmann (2018) zeigen in Daten der TIMSS Erhebung von 2011, dass die Nutzung von Computern durch Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen 4 und 8 mit höheren Leistungen (in Mathematik und Naturwissenschaften) verbunden ist, wenn sie zur Recherche von Informationen genutzt werden.

⁴¹ Ergebnisse der PISA-Erhebung 2018 für die Schweiz legen einen ähnlichen Zusammenhang zwischen der aktiven Nutzung digitaler Technologien durch Schülerinnen und Schüler und Leistungen in Mathematik, Naturwissenschaften und Lesekompetenzen nahe (Crotta, Ambrosetti, & Salvisberg, 2019). Hier schneiden Schülerinnen und Schüler dann besser ab, wenn ausschliesslich deren Lehrpersonen Computer im Unterricht einsetzen. Dagegen liegen die Leistungen von Schülerinnen und Schülern, die selbst auch digitale Ressourcen im Unterricht einsetzen sogar unter den Leistungen ihrer Kommilitonen, die digitale Ressourcen nie im Unterricht erleben. Allerdings erlauben diese Ergebnisse keine Rückschlüsse auf den kausalen Effekt der Computernutzung auf Lernleistungen. So ist beispielsweise nicht klar, ob Lehrpersonen Computernutzung als Motivationsinstrument für schwächere Schülerinnen und Schüler einsetzen.

Tiefere Leistungen finden sich, wenn Computer zum Üben eingesetzt werden. Diese Ergebnisse deuten an, dass die Nutzung digitaler Ressourcen keinen einheitlichen Effekt auf Schülerinnen und Schüler hat. Vielmehr bestimmt die Art der Nutzung darüber, ob der Einsatz letztendlich produktiv ist.

Bislang wurden zu dieser Frage nur wenige Studien durchgeführt. Deshalb lässt nicht mit Sicherheit sagen, welche Nutzungsformen tatsächlich lernfördernd wirken. Weitere Untersuchungen wären notwendig, um gefundene Zusammenhänge zu untermauern oder zu revidieren. Insbesondere ist weitgehend unbekannt, wie stabil diese Zusammenhänge über die Zeit sind. Aufgrund der rasanten technischen Entwicklung im Bereich Hardware und Applikationen ist es eine offene Frage, ob Ergebnisse auf Basis von Daten, die in den Jahren 2011 (Falck, Mang, & Woessmann, 2018) oder 2012 (Comi, et al., 2017) erhoben wurden, heute noch gültig sind.

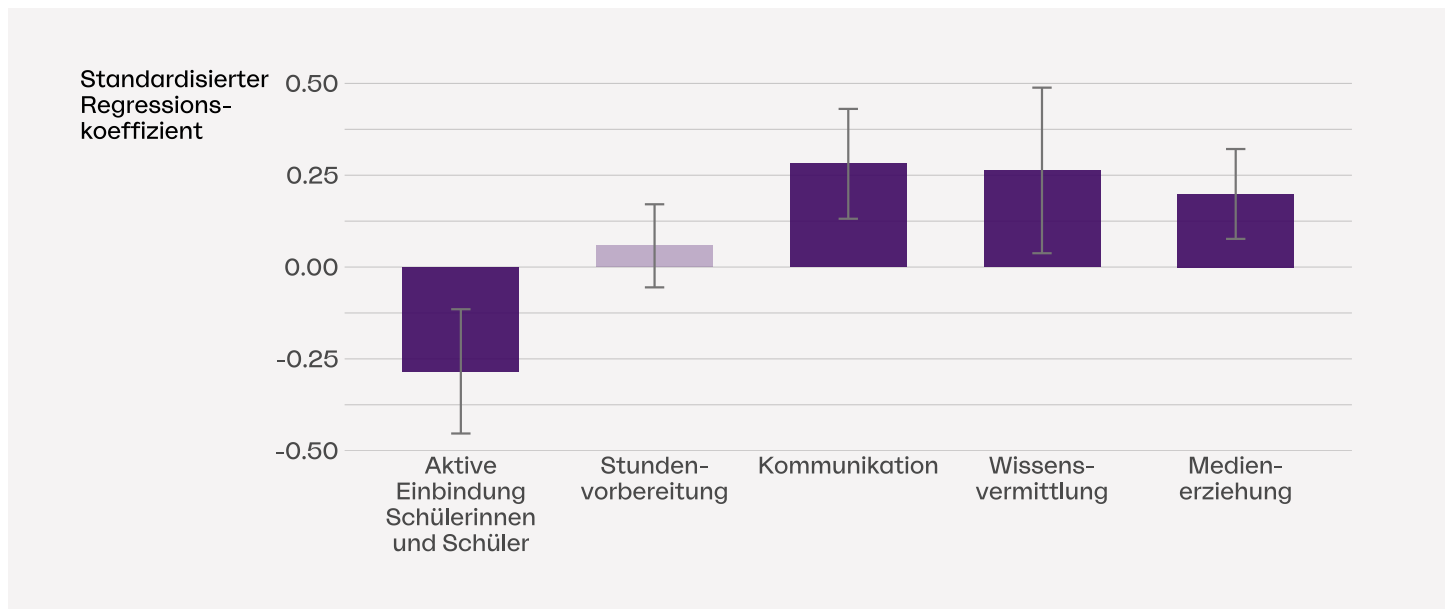


Abbildung 35: Art der Computernutzung durch Lehrpersonen und Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Ergebnisse von Comi, Argentin, Gui, Origo, & Pagani (2017, S. 33). Die Ergebnisse basieren auf zwei repräsentativen Stichproben von Schülerinnen, Schülern und Lehrpersonen der 10. Jahrgangsstufe (HarmoS-Zählung) der italienischen Region Lombardei.

Lesebeispiel: Eine Erhöhung der Häufigkeit der Computernutzung durch Lehrpersonen für die Wissensvermittlung um eine Standardabweichung, geht mit der Erhöhung der Leistungen in Mathematik und Italienisch um eine Viertel Standardabweichung in schulischen Leistungen einher. Dies entspricht in etwa 3 bis 4.5 Punkten, auf der in der Studie verwendeten 100-Punkte-Skala. Durchschnittlich erzielten Schülerinnen und Schüler 78 Punkte in Italienisch und 58 Punkte in Mathematik.

Eine weitere Herausforderung für die Identifizierung des Effekts digitaler Ressourcen auf Lernerfolg liegt darin, dass der Begriff «digitale Ressourcen» kein monolithisches Konstrukt beschreibt. Es handelt sich um einen Überbegriff, der eine breite Palette an Endgeräten, Anwendungen (z. B. Lernapplikationen) und

deren pädagogisch-fundierte Kombination (z. B. aktives, problembasiertes Lernen, digital game-based Learning) beinhaltet (Petko, Cantieni, & Prasse, 2017). Angesichts dieser enormen Vielfalt an Ansätzen kann die Reduktion auf ein einziges Effektmass im besten Fall als sehr schwierig – im schlimmsten Fall als irreführend – angesehen werden.

Betrachtet man die Ergebnisse verschiedener Metaanalysen zum Effekt digitaler Ressourcen auf Lernleistung und Lernmotivation getrennt nach unterschiedlichen technologisch-pädagogischen Ansätzen bzw. Technologien (Abbildung 36), so fällt auf, dass sich durchschnittliche Effektstärken von Ansatz zu Ansatz deutlich unterscheiden. Wie oben bereits diskutiert, führt die Bereitstellung von (zusätzlicher) Infrastruktur nicht zu einer Verbesserung von Lernmotivation oder Lernleistung. Auch finden sich keine systematischen Unterschiede zwischen Lernenden, die im Fernunterricht unterrichtet wurden, und Lernenden, die im Präsenzunterricht unterrichtet wurden.⁴² Dagegen weisen andere Anwendungen im Mittel positive und moderat starke Effekte auf den Lernerfolg auf. Dazu zählt der Einsatz von Lernspielen und Simulationsprogrammen (digital game-based learning) und der Einsatz von Anwendungen zur Unterstützung von Lehr- und Lernprozessen, wie (intelligenten) Tutoren- und Übungssystemen (Computer Assisted Instruction). Der Effekt entspricht in etwa dem durchschnittlichen Effekt aller durch Hattie (Hattie & VisibleLearningMeta, 2020) untersuchten Einflussgrößen auf den Lernerfolg. Dies spricht dafür, dass zumindest bestimmte Verwendungszwecke digitaler Ressourcen den durchschnittlichen Lernerfolg steigern können. Insbesondere, digitale Ressourcen, die Schülerinnen und Schüler beim eigenständigen Lernen, Üben und Erarbeiten von Inhalten unterstützen, scheinen diesbezüglich vielversprechend.⁴³

42 Bei der Interpretation der Ergebnisse für den Fernunterricht ist allerdings Vorsicht geboten. Ein Grossteil der berücksichtigten Metaanalysen kombinieren Einzelstudien für Lernende über alle Schulstufen hinweg, wobei eine grosse Mehrzahl der Einzelstudien auf Tertiärstufe durchgeführt wurde. Metaanalysen mit dominantem Anteil an Studien auf Primar- und Sekundarstufe zeigen in der Tendenz einen leicht negativen Effekt von Fernunterricht auf Lernleistung und Lernerfolg.

43 Ähnliche Ergebnisse findet auch Hattie (Hattie & VisibleLearningMeta, 2020). Über 25 Kategorien von Einsätzen digitaler Ressourcen finden sich kleine bis moderate Effektstärken (Mittelwert $d=0.33$). Werte reichen von $d=-0.07$ für den Einsatz sozialer Medien als pädagogisches Werkzeug bis $d=0.57$ für den Einsatz von digitalen Technologien zur Unterstützung von Schülerinnen und Schülern mit Lernbehinderungen.

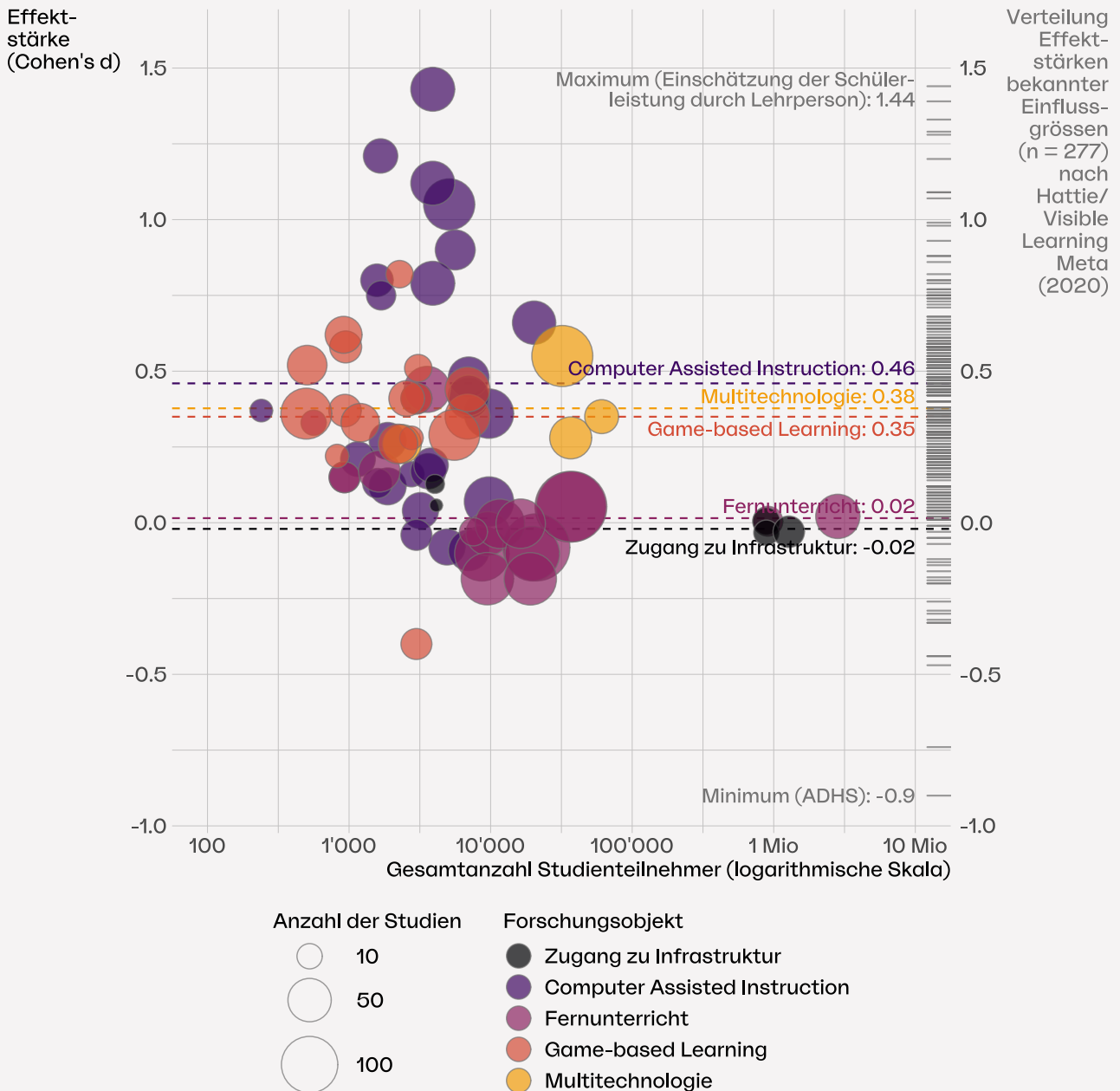


Abbildung 36: Effekt digitaler Ressourcen auf Lernmotivation und Lernerfolg in Primar- und Sekundarschule nach Technologie

Anmerkungen: Eigene Auswertung von 71 durchschnittlichen Effektstärken auf Basis von 58 Metaanalysen. Daten stammen aus den Metaanalysen von Bulman & Fairlie (2016), Escueta, Quan, Nickow, & Oreopoulos (2017) und Hattie & Visible Learning Meta (2020), sowie der sekundären Metaanalyse von Liao & Lai (2018). Metaanalysen berücksichtigen die Ergebnisse von 1283 Einzelstudien mit insgesamt 5.2 Millionen Lernenden auf Primar-, Sekundar- und Tertiärstufe. Metaanalysen, spezifisch für die Tertiärstufe wurden aus dem Datensatz entfernt. Einzelstudien stammen dabei aus einer grossen Anzahl an Ländern und Regionen, wobei Studien aus angelsächsischen und asiatischen Ländern dominieren.

Lesebeispiel: Jeder Punkt stellt das Ergebnis einer Metaanalyse dar. Auf der vertikalen Achse ist die durchschnittliche Effektstärke abgetragen. Das verwendete Mass (Cohen's d) beschreibt die Differenz zwischen Behandlungs- und Kontrollgruppe relativ zur Standardabweichung der in der Kontrollgruppe gemessenen Leistungen. Es zeigt an, wie gross der Unterschied zwischen den beiden Gruppen relativ zur Variabilität der Leistungen im Allgemeinen ist. Hohe Werte weisen auf grosse Unterschiede hin. Die horizontale Achse zeigt die Summe aller Teilnehmenden, der in der Metaanalyse berücksichtigten Einzelstudien. Die Grösse der Punkte beschreibt die Anzahl der in der Metastudie ausgewerteten Einzelstudien.

Des Weiteren ist augenfällig, dass die durchschnittliche Effektstärke der einzelnen Metaanalysen, zumindest für diejenigen Anwendungen mit einem positiven durchschnittlichen Effekt, in hohem Masse variiert. Sie reicht von moderaten, negativen Effekten bis hin zu starken positiven Effekten. Dabei erreichen einzelne Metaanalysen durchschnittliche Effektstärken, die denjenigen der stärksten bekannten Einflussgrößen entspricht oder diese gar übersteigt.⁴⁴ Dies spricht dafür, dass auch innerhalb einzelner pädagogisch-technischer Konzepte bzw. Technologien erhebliche Unterschiede im Beitrag zu Lernerfolg und Lernmotivation bestehen.

Diese Unterschiede können auf eine Reihe von Faktoren zurückgeführt werden. So finden sich besonders grosse Effekte in der Regel in Einzelstudien, die in weniger entwickelten Ländern, wie der Türkei und Indien durchgeführt wurden (Muralidharan, Singh, & Ganimian, 2019; Banerjee, Cole, Duflo, & Linden, 2007). Dies spricht dafür, dass die relative Wirksamkeit von Lerntechnologien v. a. auch davon abhängt, welche Qualität die Alternative – d. h. der traditionelle Unterricht – aufweist. Da die Unterrichtsqualität in der Schweiz in der Regel hoch ist, besteht die Möglichkeit, dass der Spielraum für eine zusätzliche Verbesserung durch den Einsatz digitaler Ressourcen geringer ist, als in weniger gut aufgestellten Bildungssystemen. Neuere Studien legen allerdings auch nahe, dass Unterschiede in der Produktivität von Lehrpersonen innerhalb eines Bildungssystems einen Einfluss auf die Effektivität digitaler Technologien haben (Taylor, 2018). US-Amerikanische Schülerinnen und Schüler weniger produktiver Lehrpersonen konnten ihre Mathematikleistungen steigern, wenn intelligente Tutorensysteme im Unterricht eingesetzt wurden. Schülerinnen und Schüler hoch produktiver Lehrpersonen erzielten beim Einsatz dieser Ressourcen dagegen tendenziell schlechtere Ergebnisse (Abbildung 37).⁴⁵

44 Aus Gründen der Übersichtlichkeit und der Glaubwürdigkeit der Ergebnisse wurde eine Metaanalyse mit einer sehr hohen Effektstärke ($d=3.84$) aus der Darstellung entfernt.

45 Diese Veränderung der Produktivität ist zumindest in Teilen der Tatsache geschuldet, dass (nur) anderweitig produktive Lehrpersonen als Reaktion auf die Einführung dieser Technologien den Umfang ihrer Unterrichtsvorbereitung reduzierten.

Unterschied
Mathematik-
leistungen
zwischen
Klassen mit
und ohne
Nutzung
intelligenter
Tutoren-
programme im
Mathematik-
unterricht

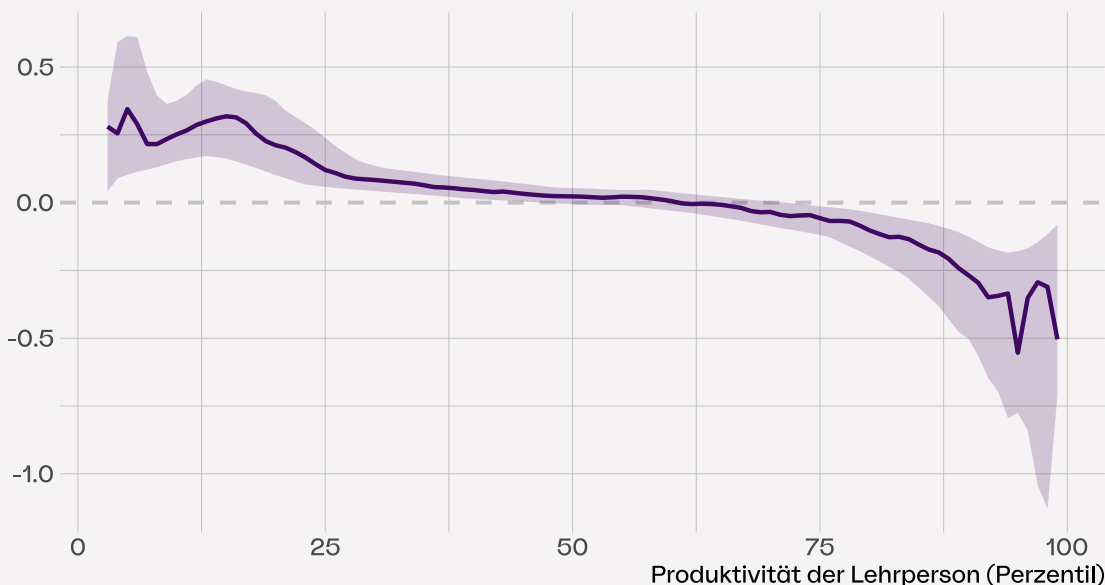


Abbildung 37: Effekt des Einsatzes intelligenter Tutorensysteme im Mathematikunterricht nach Produktivität der Lehrperson

Anmerkungen: Quelle: Taylor (2018, S. 42). Daten aus der dortigen Abbildung wurden mit Hilfe eines Extraktionswerkzeugs (Larsen, 2020) ausgelesen. Daher kommt es zu leichten Abweichungen zwischen der obigen Darstellung und der Darstellung in Taylor (2018). Die durchgehende Linie stellt den durchschnittlichen Effekt dar. Die gestrichelten Linien zeigen das 95% Vertrauensintervall. Produktivität der Lehrperson wird auf Basis der durchschnittlichen, bedingten Mathematikleistungen der Schülerinnen und Schüler einer Klasse gemessen (teacher fixed effects). Diese stammen aus einer Regression standardisierter, im Anschluss an die Experimente erhobene Testergebnisse auf Mathematikleistungen vor Beginn des Experiments, sowie Indikatorvariablen für jede Schule und jede Lehrperson.

Lesbeispiel: Der Einsatz intelligenter Tutorensysteme erhöht die durchschnittlichen Leistungen in Mathematik für Schülerinnen und Schüler deren Lehrperson zu den 25% am wenigsten produktiven Lehrpersonen zählen um etwas über 0.2 Standardabweichungen. Er verringert aber durchschnittliche Leistungen um einen ähnlichen Betrag für Schülerinnen und Schüler, die von den 25% produktivsten Lehrpersonen unterrichtet werden.

Systematische Vergleiche von Einzelstudien (z. B. Kulik & Fletcher, 2016; Chauhan, 2017; Steenbergen-Hu & Cooper, 2013) zeigen zudem, dass gemessene Effektstärken von mehreren Faktoren abhängen, beispielsweise der Art des Studiendesigns, der Art der Leistungsmessung, der Grösse der Stichprobe, der Schulstufe, der Dauer der Anwendung, oder der korrekten Implementierung der Technologie und ihrer Einbettung in eine passende pädagogische Praxis (vgl. Abbildung 38). Die grössten Effekte stammen dabei von Studien mit quasiexperimentellem Design, kurzer Anwendungsdauer in kleineren Stichproben von Lernenden der nachobligatorischen Bildung, die Leistungen auf Basis von selbstentwickelten, speziell auf die digitale Ressource zugeschnittenen Testverfahren bewerten. Die kleinsten Effekte werden bei mittlerer Anwendungsdauer in grossen Stichproben unter Einsatz standardisierter Leistungsmessungen und experimentellem Studiendesign gemessen. Methodische Faktoren spielen also eine wichtige Rolle für die Erklärung der beobachtbaren Varianz in Ergebnissen experimenteller Studien. Allerdings weisen auch die methodisch rigorosesten Studien (diejenigen mit

großen Stichproben, standardisierten Ergebnismaßen und einem experimentellen Design) kleine bis mittlere positive Effekte digitaler Ressourcen – insbesondere (intelligenter) Tutorensysteme – auf Lernleistungen auf.

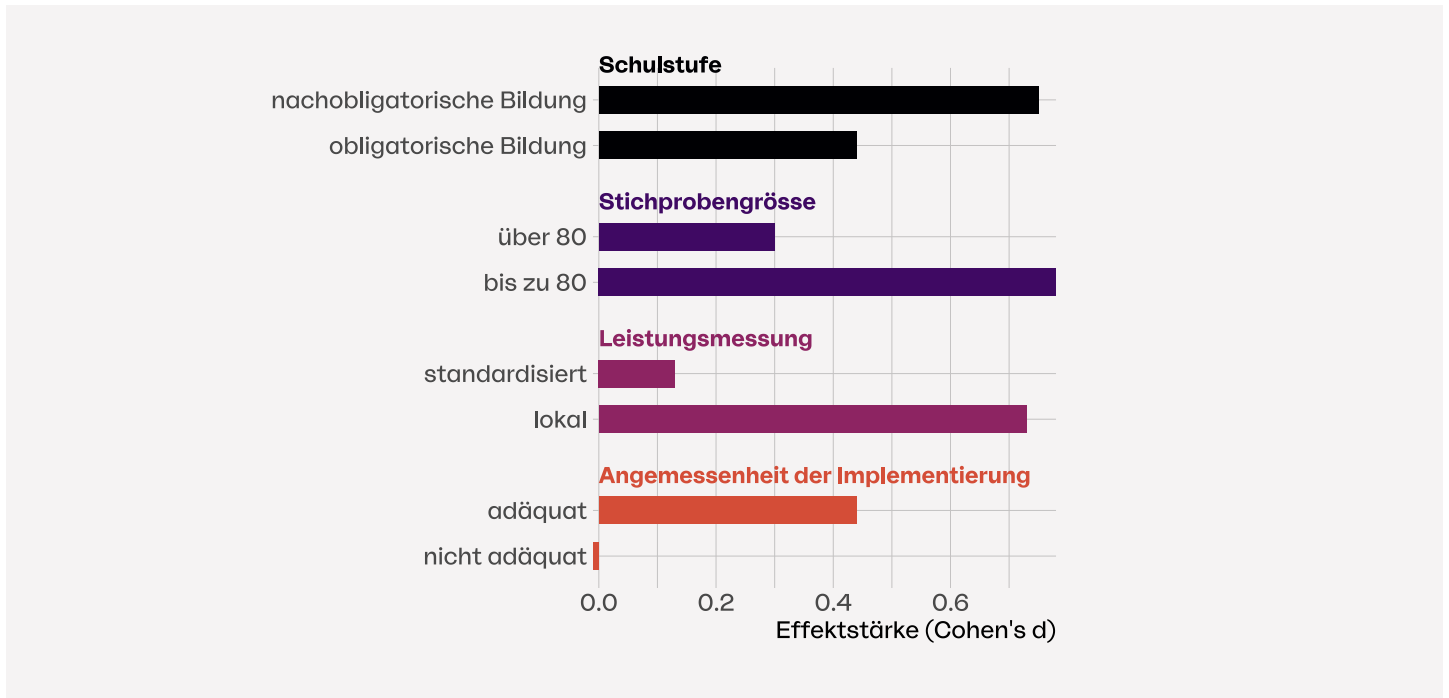


Abbildung 38: Effekt von intelligenten Tutorensystemen auf Lernleistungen nach Studiendesign

Anmerkungen: Eigene Darstellung. Quelle: Kulik & Fletcher (2016). Die Kategorie «Angemessenheit der Implementierung» (implementation adequacy) bezieht sich auf technische und pädagogische Probleme beim Einsatz bzw. bei der Nutzung der Systeme im Laufe des Experiments. Dazu zählen neben technischen Problemen, auch Abweichungen der Schülerinnen, Schüler oder Lehrpersonen von den Programmrichtlinien (z.B. wenn Systeme seltener genutzt werden als empfohlen).

Zusammengenommen, sprechen die Ergebnisse der Metaanalysen dafür, dass der Einsatz digitaler Ressourcen Lernprozesse beschleunigen und Lernleistungen verbessern kann. Dies gilt insbesondere, wenn diese Ressourcen Schülerinnen und Schüler dann unterstützen, wenn sie eigenständig Lernen, Üben oder sich selbst neue Sachverhalte erarbeiten. Beispiele wären, die Nutzung (intelligenter) Tutorenprogramme bei der Bearbeitung von Hausaufgaben oder der Einzelarbeit während des Unterrichts (vgl. Steenbergen-Hu & Cooper, 2013). Werden digitale Ressourcen in der Interaktion zwischen Lernenden und Lehrenden eingesetzt, ist für die Effektivität entscheidend, ob und wie traditionelle Unterrichtsmethoden durch digitale Ressourcen ersetzt oder ergänzt werden. Digitale Ressourcen die Lehrperson unterstützen, beispielsweise indem sie Erklärungen durch zusätzliche Visualisierungen oder praktische Beispiele anreichern, scheinen generell einen gewinnbringenden Effekt für Lernleistungen von Schülerinnen und Schülern mit sich zu bringen. Werden digitale Ressourcen dagegen als Ersatz für die

Lehrperson eingesetzt, beispielsweise indem Erklärungen und individuelle Betreuung an den Computer oder das Lernprogramm ausgelagert wird, so ist zu befürchten, dass sich Leistungen von Schülerinnen und Schülern eher verschlechtern (vgl. Kulik & Fletcher, 2016). Auch besteht die Gefahr, dass insbesondere anderweitig hochproduktive Lehrpersonen ihre Anstrengungen mit der Einführung digitaler Lernressourcen reduzieren, was sich ebenfalls negativ auf die Leistungen ihrer Schülerinnen und Schüler auswirkt.

Generell scheint die Nutzung digitaler Lernressourcen für ältere Lernende vorteilhafter zu sein. Auch Untersuchungen zum Lernfortschritt während der Covid-19 bedingten Schulschliessungen im Frühjahr 2020 zeigen, dass ältere Lernende digitale Lernressourcen tendenziell produktiver nutzen können. Beispielsweise zeigt eine Auswertung von Daten einer in der Schweiz verwendeten adaptiven Lernplattform, dass die Zunahme der Lernleistungen von Primarschülerinnen und Primarschülern im Laufe des Fernunterrichts deutlich eingebrochen ist. Der Lernfortschritt von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I hingegen hat durch den Übergang vom Präsenz- zum Fernunterricht nicht gelitten (Tomasik, Helbling, & Moser, 2021). Die Studie zeigt auch, dass mit dem Rückgang der durchschnittlichen Lernleistungen von Schülerinnen und Schülern der Primarstufe, die Heterogenität der Entwicklung deutlich angestiegen ist. Das spricht dafür, dass ein gewisser Grad an Eigenständigkeit und Selbstmotivation nötig ist, um digitale Ressourcen gewinnbringend einsetzen zu können. Die Tatsache, dass die Wirkung digitaler Ressourcen auf Lernleistungen in Teilen von Voraussetzungen des Lernenden abhängt, birgt aber auch die Gefahr, dass deren Einsatz bestehende sozioökonomische Unterschiede von Lernleistungen vertieft (Jaggars, 2011; Patterson & Patterson, 2017).

Auch eine angemessene Implementierung und Nutzung der Technologien ist zentral dafür, dass diese Technologien einen Mehrwert für das Lehren und Lernen generieren können (vgl. Chatterji, 2018; Jacob, et al., 2016). Dass dies ist nicht selbstverständlich ist, zeigt eine Untersuchung eines Tutorenprogramms für Geometrie (Cognitive Tutor Geometry). Die Untersuchung ergab, dass ein erheblicher Teil der Lehrpersonen über Probleme bei der Umsetzung kollaborativer Arbeitsformen, bei der Verbindung zwischen computergestützten Aktivitäten und dem Unterricht im Klassenzimmer und bei der Aufrechterhaltung des erwarteten Lerntempos hatten (Pane, et al., 2010). Zentrale Voraussetzung für die erfolgreiche Verwendung digitaler Lernressourcen im Unterricht ist daher nicht nur, dass Lehrpersonen die Technologie gut verstehen. Es ist auch wichtig, dass sie die Möglichkeiten und Grenzen der einzelnen Anwendungen kennen. Der Einsatz digitaler Ressourcen im Unterricht stellt demnach erhebliche Anforderungen an die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen. Aufgrund der dynami-

schen technologischen Entwicklung müssen erworbene Kenntnisse zudem kontinuierlich erweitert und angepasst werden.

Anfängliche Schwierigkeiten sowohl bei der Integration in den Fachunterricht, als auch technischer Natur sind mit dafür verantwortlich, dass nachhaltige Effekte digitaler Ressourcen auf Lernleistungen oft erst mittel- bis langfristig sichtbar werden. Längsschnittlich angelegte Programmevaluationen haben gezeigt, dass im Jahr der Einführung digitale Ressourcen in der Regel keine nachweisbaren Effekte auf Lernleistungen haben (oder dass Leistungen sinken). Erst nach zwei oder drei Jahren schneiden Schülerinnen und Schüler, die digitale Ressourcen im Unterricht nutzen besser ab, als solche, die dies nicht tun (Pane, et al., 2014; Hull & Duch, 2019; VanLehn, et al., 2005). Lernende, aber vor allem Lehrpersonen benötigen Zeit, um ausreichend Kompetenzen im (technischen) Umgang mit diesen Systemen zu erwerben, und um ihre pädagogische Praxis an die Möglichkeiten und Anforderungen dieser Technologien anzupassen (vgl. Koedinger & Anderson, 1993). Durchschnittliche Effektstärken liegen langfristig bei etwa 0.1 Standardabweichungen.⁴⁶

Diese Effekte sind deutlich schwächer als die sehr grossen Effekte, die in vielen Studien von kurzer Dauer (weniger als zwei Monate) gefunden werden. Gleichzeitig sind sie grösser als die Effekte aus Untersuchungen, die über mittlere Zeiträume laufen (zwei Monate bis etwa ein Jahr). Grosse kurzfristige Effekte sind in der Regel dem sogenannten «Neuheitseffekt» geschuldet. Dieser besagt, dass allein die Tatsache, dass eine Veränderung stattfindet, die Motivation von Schülerinnen und Schülern steigern kann (vgl. Hillmayr, et al., 2017). Kleine oder negative Effekte mittelfristiger Untersuchungen sind oft das Ergebnis eines sogenannten «Implementation dip» (Cukurova & Luckin, 2018). Er bezeichnet den zwischenzeitlichen Rückgang von Leistungen und Selbstvertrauen beim Übergang von einer Technologie zu anderen.

Schliesslich, legen die Ergebnisse verschiedener Evaluationen einzelner (intelligenter) Lernprogramme nahe, dass erhebliche Unterschiede in der Qualität bzw. Effektivität von anderweitig ähnlichen Anwendungen bestehen (Campuzano, et al., 2009; Baker & Gowda, 2018). Beispielsweise, analysieren Baker & Gowda (2018) Protokolldaten zur Nutzung von 150 Lernprogrammen aus 48 Schulbezirken in den USA. Sie zeigen, dass im Durchschnitt über alle Lernprogramme, kein Zusammenhang zwischen Nutzungshäufigkeit (Anzahl der Tage an dem ein Lernprogramm verwendet wurde) oder Nutzungsdauer (Anzahl der Minuten,

⁴⁶ Effekte in der Grössenordnung von 0.1 Standardabweichungen entsprechen in etwa der Verbesserung der schulischen Leistungen eines Viertel Schuljahres in standardisierten Leistungsvergleichstests (Bloom, Hill, Black, & Lipsey, 2008).

während denen ein Lernprogramm genutzt wurde) und den Verbesserungen von Lernleistungen (in Mathematik, Naturwissenschaften und Englisch) im Laufe eines Schulhalbjahres besteht. Allerdings, streuen die Effekte der einzelnen Programme stark. Die Nutzung einiger Lernprogramme ist mit einem starken Abfall schulischer Leistungen verbunden. Es existieren aber auch Lernprogramme, deren Nutzung zu erheblichen Verbesserungen von Lernleistungen führt. Die extrem grosse Heterogenität der Effektstärke anderweitig ähnlicher Produkte wirft die Frage auf, wie informativ eine undifferenzierte, globale Bewertung des Einsatzes «digitaler Ressourcen» in der Bildung wirklich ist. Wie McFarlane, et al., (2000, S. 9) in einer Untersuchung der frühen Literatur zum Effekt digitaler Ressourcen festhalten:

«The problem is analogous to that of asking whether books are having an impact on learning: books are a medium for transmitting information, they cover a vast range of content, structure and genres, they can be used in an infinite variety of ways. It is therefore extraordinarily difficult to make generalised statements about their impact on learning.»

Es scheint daher sinnvoller, die Auswirkungen konkrete Anwendungen und Nutzungsformen zu bewerten, anstatt allgemein über die Effektivität von Computern und digitaler Ressourcen zu sprechen (Sancho, 2010).

5.3 Ablenkungspotential bei Nutzung für private Zwecke im Unterricht

Lernende, denen digitale Endgeräte im Unterricht zur Verfügung stehen, nutzen diese Geräte häufig auch für private Zwecke, beispielsweise um E-Mails abzurufen und zu beantworten, Instant-Messaging-Dienste zu verwenden, Videospiele zu spielen oder nach Informationen im Internet zu suchen (Langford, Narayan, & Von Glahn, 2016; Goundar, 2014; McCoy, 2016). Technische Messungen zeigen, dass bei unbeschränkten Nutzungsmöglichkeiten Studierende zwischen 15 % und 90 % der Unterrichtszeit damit verbringen digitale Dienste privat zu nutzen (Kraushaar & Novak, 2010; Ragan, et al., 2014; Ravizza, Uitvlugt, & Fenn, 2016). Die Häufigkeit privater Nutzung steigt mit abnehmendem Interesse an Kursinhalten (Conard & Marsh, 2014; Gupta & Irwin, 2016).

Selbst eine intensive parallele Nutzung für private und schulische Zwecke scheint dabei nur geringe kurzfristige Effekte auf Erinnerungsvermögen und Lernleistungen zu haben. Mehrere Studien zeigen, dass Unterschiede zwischen Studierenden, die digitale Endgeräte während eines Kurses privat nutzen, und denen,

die es nicht tun, vergleichsweise klein sind, wenn Leistungen während oder direkt im Anschluss an die Unterrichtszeit gemessen werden (Glass & Kang, 2019; Rosen, et al., 2011; Fauquet-Alekhine, 2015). Diese kleinen kurzfristigen Effekte kumulieren sich allerdings im Zeitverlauf, so dass mittel- und langfristig ein erhebliches Leistungsgefälle zwischen beiden Gruppen von Studierenden entsteht (Carter, Greenberg, & Walker, 2017; Ravizza, Uitvlugt, & Fenn, 2016; Gaudreau, Miranda, & Gareau, 2014; Glass & Kang, 2019). Dabei kann sich die private Nutzung während des Unterrichts auch negativ auf die Aufmerksamkeit und daher Leistungsfähigkeiten von Lernenden auswirken, die nur in der Nähe von denjenigen sitzen, die digitale Endgeräte für nicht-unterrichtsbezogene Zwecke verwenden (Sana, Weston, & Cepeda, 2013; Yamamoto, 2008).

Bei Befragungen von Eltern, Lehrpersonen, Schülerinnen und Schülern gehört das Ablenkungspotential digitaler Endgeräte und Dienste daher auch zu den mit am häufigsten genannten Kritikpunkten am Einsatz digitaler Endgeräte im Unterricht (Scherer & Hatlevik, 2017; Laxman & Holt, 2017; Fraillon, et al., 2019a; Oggenfuss & Wolter, 2021).

Da Untersuchungen zur tatsächlichen Nutzung digitaler Endgeräte für private Zwecke während des Unterrichts, sowie zum Effekt von Multitasking auf Lernleistungen bis anhin fast ausschliesslich für den Tertiärbereich vorliegen, sind Aussagen für den Bereich der obligatorischen Schule schwierig. Dies insbesondere, weil die Anforderungen an Selbstkontrolle und Eigenverantwortung im Tertiärbereich höher sind. Trotzdem lässt sich sagen, dass auch in der obligatorischen Schule eine unkontrollierte und uneingeschränkte Nutzung digitaler Endgeräte im Unterricht sehr wahrscheinlich zu starken Leistungsabfällen führen würde. Klare Regeln und die technische Einschränkung des Zugangs zu bestimmten Diensten, beispielsweise sozialen Medien, scheinen hier sinnvoll. Neuere Studien zeigen zudem, dass auch Applikationen, die Studierende bei der Selbstregulation der Nutzung digitaler Dienste unterstützt, zu einem erheblichen Rückgang der privaten Nutzung digitaler Geräte im Unterricht führt (Kim, et al., 2017).

5.4 Nutzung digitaler Kommunikationsmittel zur Einbindung von Eltern und Erziehungsberechtigten

Die Einbindung von Eltern und Erziehungsberechtigten in die schulische Entwicklung ihrer Kinder ist ein wünschenswerter und wichtiger Bestandteil der formalen Bildung. Systematische Analysen der wissenschaftlichen Literatur zeigen, dass es einen starken Zusammenhang zwischen dem Interesse und Engagement der

Eltern und schulischen Leistungen ihrer Kinder gibt (vgl. Wilder, 2014; Ma, et al., 2016). Dieser Zusammenhang lässt sich ungeachtet des kulturellen Hintergrunds, der Bildung und des sozioökonomischen Hintergrunds der Eltern oder der Form elterlichen Engagements über alle Bildungsstufen beobachten.⁴⁷

Digitale Kommunikationsformen, wie E-Mail, Kurznachrichtendienste oder Webportale («educational dashboards») stellen niederschwellige und kostengünstige Möglichkeiten bereit, Eltern zeitnah mit relevanten Informationen zu Entwicklung von Verhalten (bspw. unentschuldigte Absenzen) und Leistungen ihrer Kinder zu versorgen. Es liegen keine belastbaren Daten zur Verbreitung dieser technologischen Kommunikationswege zwischen Schule und Elternhaus in der Schweiz vor. Internationale Untersuchungen legen nahe, dass die gezielte Bereitstellung von Information via Webplattformen nur dann zu einer Verbesserung von schulischen Leistungen und Verhalten führt, wenn Eltern zusätzlich regelmässige Informationen über weitere Kanäle, wie Brief, Telefon, Kurznachrichtendienste, erhalten (z. B. Kraft & Rogers, 2015; Bergman & Rogers, 2017). Andernfalls nutzen die meisten Eltern Webplattformen entweder gar nicht oder missverstehen, die dort aufgeschalteten Informationen (Selwyn, et al., 2011; Miller, Brady, & Izumi, 2016). Werden beide Informationskanäle kombiniert, so zeigen experimentelle Studien aus den Vereinigten Staaten einen relativen grossen Effekt dieser Massnahmen (vgl. Abbildung 39). So verringern sich unentschuldigte Absenzen um etwa 6 % und nicht bestandene Kurse um etwa 10 %, während durchschnittliche Jahresendnoten um etwa 10 % besser ausfallen (Bergman & Rogers, 2017; Rogers & Feller, 2018). Die Effekte einer solchen Intervention fallen unter lernschwächeren Schülerinnen und Schülern ausgeprägter aus, was zumindest in Teilen darin begründet ist, dass deren Eltern tendenziell weniger gut über das Verhalten und die schulischen Leistungen ihrer Kinder informiert sind (Bergman & Chan, 2017). Der Ansatz ist dabei äusserst kosteneffizient. Ein Feldexperiment, das am Schuldistrikt von Philadelphia durchgeführt wurde schätzt die Kosten je zusätzlichem Tag Anwesenheit auf sechs US-Dollar. Dies entspricht in etwa einem Zehntel der Kosten vergleichbar effektiver Interventionen (Rogers & Feller, 2018).

⁴⁷ Elterliches Engagement bezieht sich auf eine breite Palette von Verhaltensweisen (vgl. Sanders & Epstein, 1998). Sie reichen vom allgemeinen Interesse und regelmässigen Gesprächen über den Schulalltag bis hin zur aktiven Mitgestaltung der Schule als Institution (z. B. durch Engagement in Elternvertretungen).

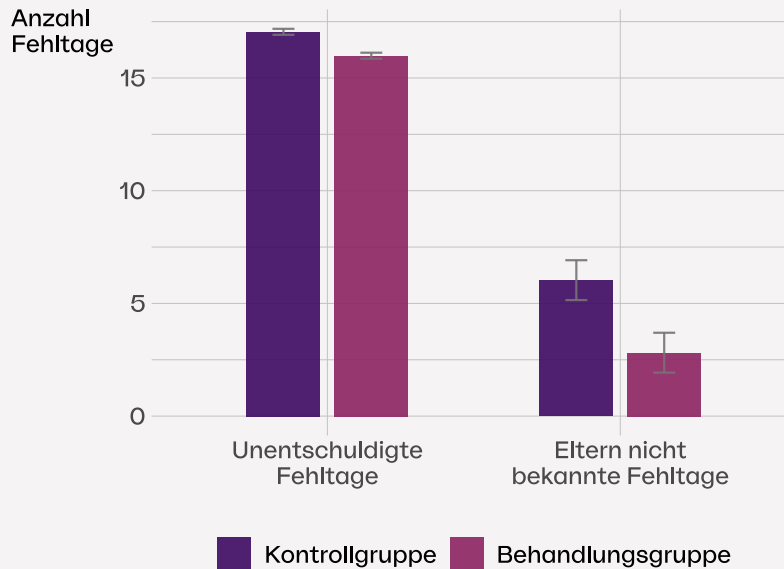


Abbildung 39: Unentschuldigte Fehltage mit und ohne Information der Eltern

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis von Rogers & Feller (2018, S. 338-339). Daten aus den dortigen Abbildungen wurden mit Hilfe eines Extraktionswerkzeugs (Larsen, 2020) ausgelesen. Daher kommt es zu leichten Abweichungen zwischen der oberen Darstellung und den Darstellungen in Rogers & Feller (2018). Ergebnisse basieren auf Informationen von 20'080 Schülerinnen und Schüler aus dem Schuldistrikt von Philadelphia, USA.

5.5 Kosteneffizienz der Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht

Möchte man isoliert verstehen, welche Wirkung der Einsatz digitaler Ressourcen auf Lernmotivation und Lernerfolg hat, sind Informationen über die Effektstärke solcher Interventionen hilfreich. Diese Kennzahlen ermöglichen Aussagen darüber, wie nützlich ihr Einsatz für den Erwerb verschiedener Kompetenzen durch Schülerinnen und Schüler ist. Allerdings beinhalten sie keine Informationen zu den (finanziellen und zeitlichen) Ressourcen, die aufgewendet werden mussten, um diese Wirkungen auf den Kompetenzerwerb zu erzielen. Daher kann auf Basis von Effektstärken nicht gesagt werden, ob Interventionen ökonomisch sinnvoll und politisch relevant sind (Harris, 2009; Kraft, 2020). Dazu müssen Effektstärken zu den Kosten einer Intervention in Beziehung gesetzt werden und – idealerweise – mit dem Kosten-Effektivitäts-Verhältnis alternativer Mittelverwendungen verglichen werden (vgl. Kapitel 3.5.3).

Kosten für den Einsatz digitaler Technologien im Unterricht sind zum einen direkter Natur. Sie umfassen die finanziellen Aufwendungen für die Ausstattung von Schulen mit digitalen Endgeräten, Software und einer passenden techni-

schen Infrastruktur (u. a. Internetanschluss, Sicherheitsarchitektur etc.), für die Instandhaltung und Aktualisierung dieser Einrichtungen, sowie für die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen. Daneben entstehen durch die Nutzung im Klassenzimmer Opportunitätskosten. Werden digitale Ressourcen im Unterricht auch dort eingesetzt, wo sie traditionellen Unterrichtsmethoden unterlegen sind, so ist diese Zeit für Aktivitäten, die effektiver wären verloren (vgl. Falck, Mang, & Woessmann, 2018). Auch die Weiterbildung von Lehrpersonen beansprucht Zeit, die für alternative, potentiell produktivere Weiterbildungen oder Aktivitäten verwendet werden könnte.

Nicht zuletzt aufgrund ihrer Komplexität bleiben Kostenschätzungen und -vergleiche in der überwiegenden Mehrheit der Studien zur Wirkung digitaler Ressourcen unberücksichtigt (vgl. Harris, 2009; Luschei, 2013; Hollands, et al., 2016). Informationen zu Kosten sowie dem Kosten-Nutzen-Verhältnis von Bildungstechnologien stammen in der Regel aus Evaluierungsstudien einzelner Projekte oder Applikationen. Die wenigen bestehenden Ergebnisse legen vor allem nahe, dass die Kosteneffizienz ähnlich wie die Effektivität in hohem Masse von der konkreten Anwendung und deren effektiver Nutzung abhängt. So finden Studien mit Fokus auf die Ausstattung von Schulen mit digitalen Endgeräten in der Regel, dass die verbundenen hohen direkten Kosten und der nicht nachweisbare Effekt solche Projekte extrem ineffizient machen (z. B. Angrist & Lavy, 2002). Allerdings ist die Aussagekraft dieser Evaluationen beschränkt. Sie bezieht sich allein auf die Effizienz (und Effektivität) der Präsenz digitaler Endgeräte, nicht auf deren Nutzung (vgl. Russell, 2010; Luschei, 2013). Andere Studien zeigen, dass die Nutzung digitaler Lernprogramme zwar weniger effektiv als alternative Interventionen ist. Aufgrund der vergleichsweise geringeren, direkten Kosten ist sie aber oft deutlich kosteneffizienter (z. B. Levin, Glass, & Meister, 1987). Neuere Studien zeigen zudem, dass es erhebliche Unterschiede in der Kosteneffizienz zwischen einzelnen, funktional ähnlichen Anwendungen wie Lernapplikationen für Mathematik bestehen (Hollands & Pan, 2018; Baker & Gowda, 2018). Dabei haben sich Unterschiede in der Effektivität der Anwendungen als wichtiger für die Bewertung der Kosteneffizienz erwiesen als Unterschiede in Aufwendungen für die Implementierung der Anwendungen (Softwarelizenzen, anteilige Aufwendungen für Hardwarebeschaffungen, Weiterbildungsmaßnahmen, Projektmanagementkosten etc.). Dies trotz der teilweise erheblichen Unterschiede in den Aufwendungen für diese Lernapplikationen (vgl. Abbildung 40).⁴⁸

48 Beispielsweise variieren die Kosten je Lernendem in der Untersuchung von Hollands & Pan (2018) zwischen 57 und 261 US-Dollar.

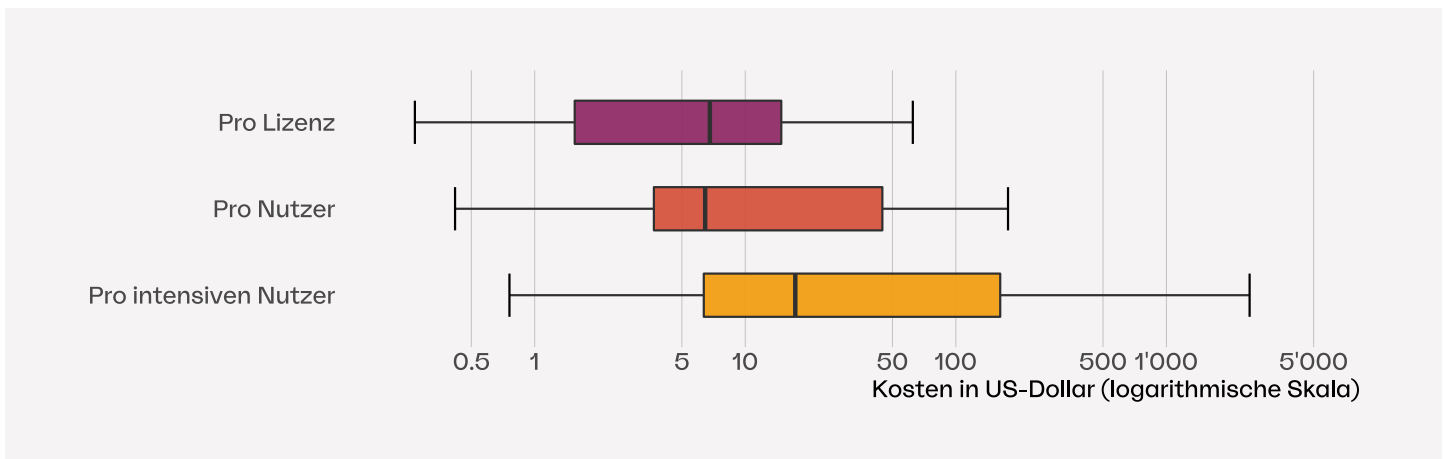


Abbildung 40: Verteilung der Kosten von Lernapplikationen nach Nutzer und Lizenz

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis von Baker & Gowda (2018, S. 22-24). Daten aus den dortigen Abbildungen wurden mit Hilfe eines Extraktionswerkzeugs (Larsen, 2020) ausgelesen. Daher kommt es zu leichten Abweichungen zwischen der oberen Darstellung und den Darstellungen in Baker & Gowda (2018). Die Länge der farbigen Balken beschreibt die Differenz zwischen dem 75. und dem 25. Perzentil. Der Median wird durch die schwarze vertikale Linie innerhalb der Balken angezeigt. Antennen zeigen die Lage des 5. (links) und des 95. Perzentils (rechts). Der Begriff «Lizenz» bezieht sich auf alle durch die 48 Schulbezirke erworbenen individuellen Nutzungsrechte eines Lernprogramms (Mediankosten je Lizenz US\$ 6.79). «Nutzer» meint diejenigen Lizenzen, die mindestens einmal genutzt wurden, um sich bei einer Lernapplikation einzuloggen (Mediankosten je Nutzer: US\$ 6.45). «Intensive Nutzer» meint diejenigen Lizenzen, die im Laufe eines Schulhalbjahres mindestens 10 Stunden bei einer Applikation eingeloggt waren (Mediankosten je intensivem Nutzer US\$ 17.28).

Studien zur (relativen) Kosteneffizienz digitaler Geräte oder Anwendungen liegen in der Schweiz bis anhin nicht vor. Auch die internationale Literatur ist viel zu spärlich um eine valide Bewertung vornehmen zu können. Allerdings deutet die grosse Streuung der wenigen bestehenden Resultate darauf hin, dass – ähnlich wie bei der Bewertung der Effektivität – eine globale Evaluation digitaler Ressourcen an sich nur von beschränkter Aussagekraft ist.

Ein weniger stringentes Kriterium zur Bewertung der Kosteneffizienz der Nutzung digitaler Ressourcen, besteht darin aktuell entstehende Kosten mit (diskontierten) Renditen zu vergleichen, die aus der Nutzung dieser Ressourcen zukünftig erwachsen (vgl. Kraft, 2020). Beispielsweise, weil der Einsatz digitaler Ressourcen Lernleistungen verbessert oder den Erwerb anderer Fähigkeiten wie Computerkenntnisse ermöglicht, die ihrerseits zu einer Verbesserung der Chancen auf dem Arbeitsmarkt oder einer Erhöhung des Einkommens beitragen (vgl. Kapitel 9). Dieser Vergleich setzt aktuelle Kosten mit dem Gegenwartswert zukünftiger Erträge in Beziehung, und erlaubt daher eine Annäherung an die Frage, ob heutige Investitionen einen positiven oder negativen Ertrag erwarten lassen.

Studien, die einen Effekt der Nutzung digitaler Ressourcen auf zukünftige Arbeitsergebnisse explizit berechnen liegen bislang nicht vor. Die Ergebnisse verschiedener internationaler Studien zeigen allerdings, dass selbst scheinbar geringe

Verbesserungen der Lernleistungen – vergleichbar mit denen, die durch den Einsatz digitaler Ressourcen hervorgerufen werden – zu vergleichsweise grossen Einkommenszuwächsen im Laufe des Erwerbslebens führen. So zeigen Chetty, Friedman, & Rockoff (2014) in einer Untersuchung verknüpfter US-amerikanischer Registerdaten, dass eine Verbesserung der Leistungen (in Mathematik und Englisch) innerhalb eines beliebigen Schuljahres (in den Klassenstufen 7 bis 10 nach HarmoS-Zählung) um etwas über 0.1 Standardabweichungen zu einer Erhöhung des Einkommens (im Alter von 28 Jahren) von etwa 1.5 % führt.⁴⁹ Unter der Annahme, dass ähnliche Effekte höherer Schulleistungen auf Arbeitsmarktergebnisse auch für die Schweiz gelten,⁵⁰ wären für eine identische Steigerung von Schulleistungen ein Zuwachs des mittleren abgezinnten Lebenseinkommens zwischen 24'000 Franken (für Personen mit Abschluss auf Sekundarstufe) und 34'000 Franken (für Personen mit Universitätsabschluss) zu erwarten (vgl. SKBF, 2018).⁵¹

Der Umfang der dafür nötigen Verbesserungen von Lernleistungen (0.1 Standardabweichungen) bewegt sich am Median der Effektschätzungen für den Einsatz intelligenter Tutorenprogramme oder bestimmter Nutzungen digitaler Endgeräte, wenn Leistungen mittels standardisierter Tests gemessen werden (siehe Abschnitt 5.2). Entsprechend liesse sich beispielsweise auf Basis der Effektivität intelligenter Tutorensysteme zur Unterstützung von Schülerinnen und Schülern bei der eigenständigen Arbeit (unteres Ende der gemessenen Effektstärken langfristiger Studien 0.05 Standardabweichungen, siehe Abschnitt 5.2) extrapolieren, dass ein positiver Ertrag zu erwarten ist, solange die Kosten je Schülerin bzw. Schüler unter 12'000 Franken liegen. Ebenso, liesse sich auf Basis der Ergebnisse von Comi, et al. (2017) prognostizieren, dass die Nutzung von Computern durch Lehrpersonen zur Wissensvermittlung (z. B. zur Veranschaulichung von Problemen) dann einen positiven Ertrag erwarten liesse, solange sich die Kosten je Lernendem auf weniger als 90'000 Franken belaufen.

Bei der Verwendung dieser Prognosen ist Vorsicht geboten. Sie beruhen auf einer Reihe von Annahmen, deren Geltung nicht gesichert ist. So, berechnen Chetty, Friedman, & Rockoff (2014) die Effekte einer durch eine Verbesserung der Qualität der Lehrperson ausgelösten Steigerung der Schulleistungen auf das Einkommen. Eine Übertragung dieser Effekte auf die Einkommenswirksamkeit schulischer

49 Dies beträgt etwa ein Fünftel der Rendite eines zusätzlichen Bildungsjahrs (vgl. z.B. Card, 1999), und korrespondiert damit gut mit der Schätzung, dass ab etwa Klasse 7 (HarmoS-Zählung) die Leistungen von Schülerinnen und Schülern sich im Laufe eines Schuljahres um bis zu 0.4 Standardabweichungen verbessern (Bloom, Hill, Black, & Lipsey, 2008).

50 Studien, die den kausalen Effekt höherer Schulleistungen auf Arbeitsmarktergebnisse in der Schweiz untersuchen sind uns nicht bekannt. Allerdings sind die Renditen eines zusätzlichen Bildungsjahrs in der Schweiz und den Vereinigten Staaten sehr ähnlich (vgl. Card, 1999; SKBF, 2018).

51 Die Berechnung beruhen auf den im Bildungsbericht 2018 angegebenen, mittleren kumulierten Erwerbseinkommen (SKBF, 2018, S. 312) für Personen mit und ohne Universitätsabschluss in der Schweiz. Sie folgen der Annahme, dass das kumulierte Lebenseinkommen aufgrund einer Steigerung schulischer Leistungen um 0.1 Standardabweichungen ebenfalls um 1.5 % zunimmt. D. h mögliche Wachstumseffekte werden ignoriert.

Leistungen, die durch den Einsatz digitaler Ressourcen herbeigeführt wurde, erfordert daher die Annahme, dass Einkommenseffekte zusätzlicher schulischer Leistungen unabhängig von der auslösenden Intervention eintreten. Es ist nicht bekannt, ob dies tatsächlich der Fall ist. Auch basieren die verwendeten Effektstärken auf Studien bzw. Metaanalysen, deren Daten nicht in der Schweiz gesammelt wurden. Aufgrund fehlender Daten und Studien kann nicht gesagt werden, ob und in welchem Umfang Effektstärken im Schweizer Bildungssystem sich von Effektstärken aus internationalen Studien unterscheiden. Zudem muss betont werden, dass die hohen Erträge vorrangig der enormen Einkommenswirksamkeit von formaler Bildung geschuldet sind.

5.6 Skalierbarkeit digitaler Lernapplikationen

Unabhängig von ihrer Effektivität und Effizienz, ist ein wichtiges Kriterium für die Bewertung von digitalen Ressourcen ihre Skalierbarkeit, d. h. die Frage wie einfach eine solche Intervention im ganzen Bildungssystem implementiert werden kann. Dafür sind u. a. relevant, in welchem Umfang «[they] entail substantial behavioral changes, require a skill level greater than that possessed by typical educators, face considerable opposition among the public or practitioners, are prohibitively costly, or depend on the charisma of a single person or a small corps of highly-trained and dedicated individuals» (Kraft, 2020, S. 6).

All diese Faktoren können dazu beitragen, dass sich die Effekte von Interventionen, die in begrenzten Stichproben und Projekten getestet wurden, nicht eins-zu-eins reproduzieren lassen, wenn sie im gesamten Bildungssystem implementiert werden (Slavin & Smith, 2009). Ein wichtiger Grund dafür ist, dass Ressourcen im Schulalltag oft gar nicht oder nicht so eingesetzt werden wie beabsichtigt. Dies scheint insbesondere dann der Fall zu sein, wenn Informationen zu Einsatzmöglichkeiten und Nutzen ungenügend sind, und pädagogische Unterstützung fehlt (Arnett, 2018).

Während – aufgrund fehlender Daten – keine Aussagen über die Verbreitung und den Grad der Nutzung digitaler Ressourcen in der Schweiz gemacht werden können, zeigen Studien aus den Vereinigten Staaten, dass viele digitale Ressourcen, insbesondere Lernprogramme nach der Anschaffung ungenutzt bleiben (vgl. Abbildung 41). So finden Baker & Gowda (2018) in einer Analyse von Protokoll-daten aus 48 Schulbezirken in den Vereinigten Staaten, dass je nach Applikation zwischen 9,4 % und 99,9 % (Median: 70,1 %) der gekauften Lizenzen überhaupt nicht genutzt werden (d. h. dass im Laufe eines Schulhalbjahres sich kein Lernender in die Applikation eingeloggt). Eine intensive Nutzung (d. h. mehr als 10

Stunden in einem Schulhalbjahr) lässt im Median sogar nur für 2,4 % der Lizenzen beobachten. Sehr viele Anschaffungen erweisen sich damit als Verschwendung von Ressourcen.

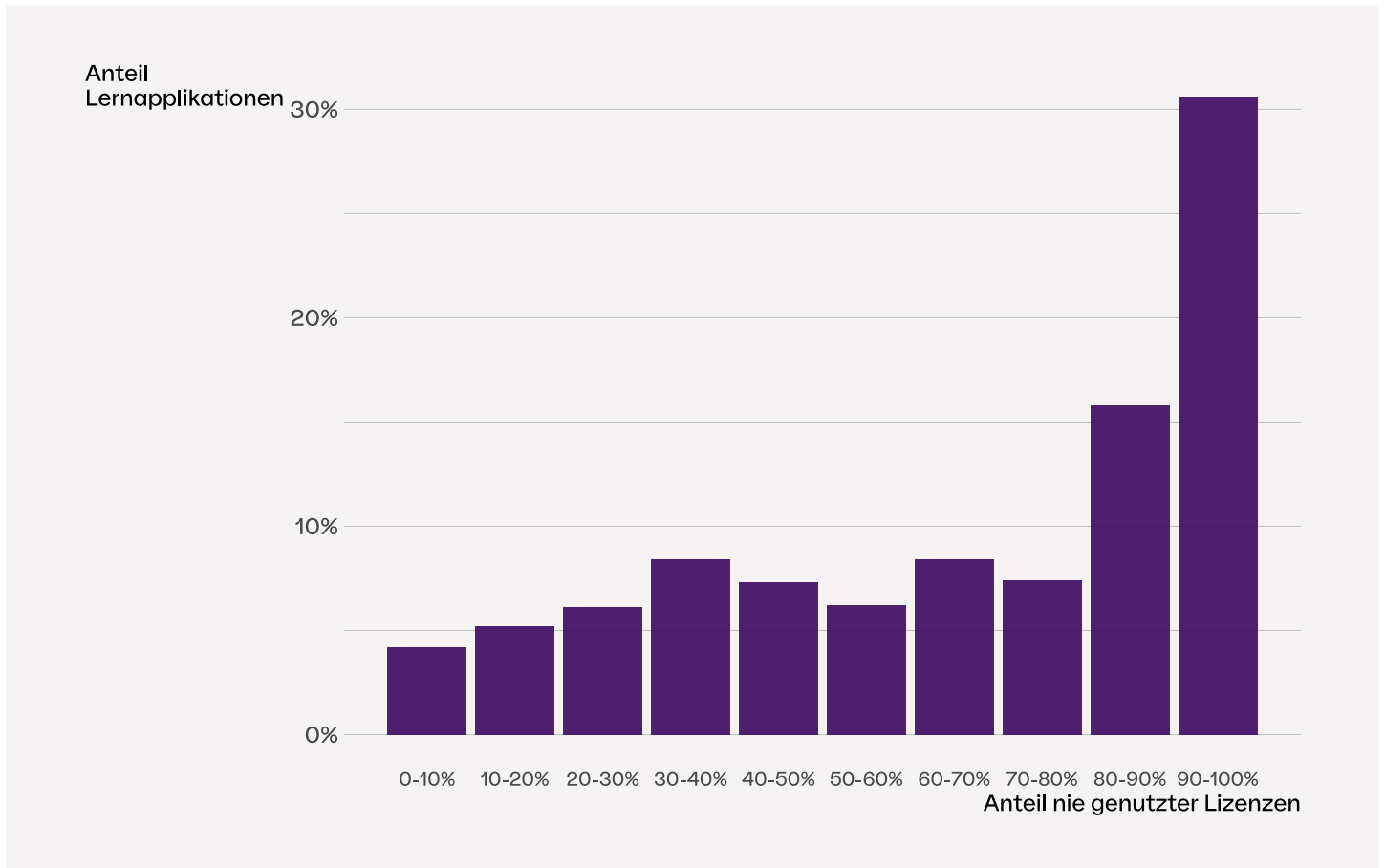


Abbildung 41: Verteilung nie genutzter Applikationslizenzen

Anmerkungen: Quelle: Baker & Gowda (2018, S. 19). Daten aus der dortigen Abbildung wurden mit Hilfe eines Extraktionswerkzeugs (Larsen, 2020) ausgelesen. Daher kommt es zu leichten Abweichungen zwischen der oberen Darstellung und der Darstellung in Baker & Gowda (2018). Die Auswertungen basieren auf der Analyse von Protokoll-daten aus 48 Schuldistrikten in den Vereinigten Staaten.

Lesbeispiel: Bei über 30% der berücksichtigten 150 Applikationen werden mehr als 90% der gekauften Lizenzen niemals verwendet. Das bedeutet, die Applikationen werden zu keinem Zeitpunkt während des Beobachtungszeitraums (etwa 6 Monate) genutzt.

5.7 Nutzung von Robotern im Unterricht und Kompetenzaufbau

Genau wie bei Computern im Allgemeinen reicht der Einsatz von Robotern für Bildungszwecke mindestens bis in die 1980er Jahre zurück (vgl. Karim, Lemaignan, & Mondada, 2015). Ursprünglich wurden diese Maschinen v. a. im Unterricht naturwissenschaftlicher Fächer beispielsweise zur (spielerischen) Untersuchung von physikalischen Gesetzmässigkeiten oder zur Visualisierung von

Programmierungsübungen eingesetzt. Aufgrund der schnellen technischen Entwicklung auf dem Gebiet der Robotik, hat das Angebot und die Art an Robotern für den pädagogischen Einsatz in den vergangenen zehn Jahren stark zugenommen (vgl. Karim, Lemaignan, & Mondada, 2015). Neben fixierten Varianten (z. B. Roboterarmen) dominieren heute kleine bewegliche Einheiten. Zudem hat die Entwicklung im Bereich der künstlichen Intelligenz in den vergangenen Jahren eine neue Form von Robotern, sogenannte «soziale Roboter», hervorgebracht (Berghe, Verhagen, Oudgenoeg-Paz, Ven, & Leseman, 2018; Kanero, et al., 2018). Soziale Roboter sind Roboter, die speziell für die Interaktion und Kommunikation mit Menschen entwickelt wurden, indem sie Normen menschlichen Kommunikationsverhaltens imitieren (Berghe, et al., 2018).

Es wird oft angenommen, dass insbesondere für jüngere Kinder soziale Roboter das Lernen eher unterstützen können als andere Technologien. Der Grund ist, dass soziale Roboter einen physischen, meist an einen Menschen oder ein Tier erinnernden Körper besitzen und so Kindern ein Niveau der Interaktion ermöglichen, das die Interaktion mit anderen Menschen deutlich besser simuliert als eine Technologie, die lediglich virtuell über einen Bildschirm zugänglich ist (Berghe, et al., 2018; Kanero, et al., 2018).

Allerdings ist der effektive Beitrag den Roboter für die Kompetenzbildung leisten bislang nicht hinreichend untersucht. In der empirischen Literatur besteht weitgehend Einigkeit dahingehend, dass ihr Einsatz zumindest kurzfristig die Lernmotivation, die Lernfreude und das Interesse von Kindern und Jugendlichen erhöht, sowie deren Einstellung gegenüber digitalen Technologien im Allgemeinen und Robotern im Besonderen verbessert (Nugent, et al., 2010; Westlund & Breazeal, 2015). Zudem zeigt sich, dass Kinder und Jugendliche, die über Erfahrung mit programmierbaren Robotern verfügen, diese Roboter in der Regel auch besser programmieren können (vgl. Mubin, Stevens, Shahid, Al Mahmud, & Dong, 2013; Alimisis, 2013). Neben dem offensichtlichen Einfluss von Routine, scheint hier auch die Tatsache eine Rolle zu spielen, dass der regelmässige Umgang mit diesen Technologien die Kompetenzen von Kindern und Jugendlichen im Bereich «Computational Thinking» verbessert (Kazakoff & Bers, 2012; Kazakoff, Sullivan, & Bers, 2013; Bers, et al., 2014; Angeli & Valanides, 2020; Sullivan & Bers, 2016; Ioannou & Makridou, 2018).⁵²

Dagegen ist der Einfluss der Nutzung von Robotern auf die Kompetenzbildung in klassischen Schulfächern, wie Mathematik, Physik, Fremdsprachen oder Musik

⁵² D.h. Kinder und Jugendliche, die programmierbare Roboter nutzen, sind tendenziell eher in der Lage Probleme so zu strukturieren und zu analysieren, dass ihre Lösung theoretisch durch ein Computerprogramm ermöglicht wird. Beispielsweise, indem Probleme in kleinere individuell lösbare Teilprobleme zerlegt werden.

unsicher. Internationale Metaanalysen (z. B. Benitti, 2012; Benitti & Spolaôr, 2017; Berghe, et al., 2018; Kanero, et al., 2018; Zhong & Liying, 2020) zeigen, dass auch hier grosse Unterschiede zwischen einzelnen Studien bestehen. Dies liegt u. a. daran, dass die Qualität der Einbettung der Ressourcen in den Unterricht und die Anleitung der Schülerinnen und Schüler zur Nutzung der Technologien einen entscheidenden Einfluss auf deren Beitrag zur Kompetenzbildung zu haben scheint (Angeli & Valanides, 2020). Zudem sind Interaktionen zwischen Robotern und Lernenden anfällig für eine ganze Reihe von Problemen, wie wahrgenommene Inkonsistenzen, missverständliche Anleitungen oder die Unfähigkeit von Robotern, Missverständnisse und semantische Nuancen zu interpretieren. Dies kann schnell zu einem hohen Mass an Frustration bei Schülerinnen und Schülern und einer frühzeitigen Beendigung der Nutzung führen (Serholt, 2018).

5.8 Selbsteinschätzung, wahrgenommene Selbstwirksamkeit und tatsächliche Kompetenzen im Umgang mit digitalen Geräten und Inhalten

Digitale Geräte und Inhalte sind ein fester Bestandteil der heutigen Lebenswirklichkeit. Der kompetente und eigenverantwortliche Umgang mit den Angeboten und Möglichkeiten dieser Technologien gilt als zentral für die Teilhabe am wirtschaftlichen und sozialen Leben. Zudem wird die Fähigkeit mit neuen Technologien, digitalen Inhalten und Kommunikationsformen kompetent und selbstbestimmt umzugehen als Grundvoraussetzung dafür gesehen, sich in einer immer volatileren, komplexeren, unsicheren und ambivalenten Lebens- und Arbeitswelt zurecht zu finden (vgl. SKO, 2016; Pellegrino & Hilton, 2012).

Die Annahme, dass Kinder und Jugendliche aufgrund der Tatsache, dass sie seit frühesten Kindheit von diesen Technologien umgeben sind als sogenannte «digital natives» aufwachsen, und damit automatisch hohe Kompetenzen im Umgang damit aufweisen, hat sich als nicht richtig erwiesen (Jones & Shao, 2011; Margaryan, Littlejohn, & Vojt, 2011; Kirschner & De Bruyckere, 2017). Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass das Gros der schulpflichtigen Kinder und Jugendlichen diese Fähigkeiten en passant in ihrem privaten Umfeld erlernt. Entsprechend wichtig ist die Vermittlung dieser Kompetenzen durch das Bildungssystem.

Eine grosse Herausforderung für die Bewertung der Kompetenzen unter Schülerinnen und Schülern und damit einer Bewertung des Beitrags des Bildungssys-

tems zur Bildung dieser Kompetenzen, liegt in ihrer Messung. Sowohl in internationalen Leistungsvergleichsstudien als auch in der wissenschaftlichen Literatur werden Kompetenzen im Umgang mit digitalen Geräten und Inhalten häufig auf Basis von Selbsteinschätzungen bzw. der wahrgenommenen Selbstwirksamkeit erhoben. Allerdings sind tatsächliche Fertigkeiten und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen nicht gleichbedeutend. Selbstwirksamkeit bezieht sich ausschliesslich auf die Wahrnehmung bzw. Überzeugung einer Person, die notwendigen Fähigkeiten zu besitzen, um eine Aufgabe erfolgreich zu erledigen (Bandura, 1997). Aus vergleichenden Studien ist bekannt, dass Selbsteinschätzungen und tatsächliche Leistungen im Umgang mit digitalen Ressourcen nur schwach miteinander korrelieren (Ballantine, McCourt Larres, & Oyelere, 2007; Ihme & Senkbeil, 2017; Aesaert, et al., 2017; Porat, Blaub, & Barak, 2018). Personen aller Altersgruppen weisen dabei eine klare Tendenz zur Überschätzung der eigenen Fähigkeiten auf. Dies gilt im Besonderen für fortgeschrittene kognitive Fähigkeiten, wie die Beurteilung der Glaubwürdigkeit von im Internet gefundenen Informationen (Porat, Blaub, & Barak, 2018; Aesaert, et al., 2017; Palczyńska & Rynko, 2020). Für technische Fähigkeiten, wie das Ablegen von Dokumenten oder das Herunterladen von Dateien, korrelieren Selbsteinschätzungen stärker mit erbrachten Leistungen, und mit der für die Erbringung der Leistung aufgewendeten Zeit (van Deursen, 2010). Allerdings ist der Zusammenhang auch hier bestenfalls moderat (Korrelationskoeffizient: $r < |0.5|$).

Überschätzungen der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Ressourcen sind unter Knaben verbreiteter als unter Mädchen (Ihme & Senkbeil, 2017; Palczyńska & Rynko, 2020). Während Querschnittsanalysen oft einen positiven Zusammenhang zwischen der Einschätzung der eigenen Fähigkeiten und der Lernleistung aufzeigen (Multon, Brown, & Lent, 1991; Bandura & Locke, 2003; Ihme & Senkbeil, 2017), legen die Ergebnisse von Längsschnittanalysen nahe, dass dieser Zusammenhang auf dem positiven Effekt von erbrachten Leistungen auf Selbsteinschätzungen beruht (Vancouver, Thompson, & Williams, 2001). Insbesondere deutliche Überschätzungen (und Unterschätzungen) der eigenen Fähigkeiten wirken sich negativ auf zukünftiges Verhalten (Ausdauer, Anstrengung) und zukünftige Leistungen aus (Stone, 1994; Moores & Chang, 2009; Vancouver, Thompson, & Williams, 2001). Dies scheint primär der Tatsache geschuldet zu sein, dass zu schwere Aufgaben gewählt werden, was zu einer Häufung von entmutigenden Misserfolgen und sinkender Motivation führt (Schunk & DiBenedetto, 2016).

Abweichungen zwischen Selbsteinschätzungen und tatsächlichen Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Technologien und Inhalten schrumpfen, je höher die tatsächlichen Kompetenzen einer Person sind (Aesaert, et al., 2017; Palczyńska & Rynko,

2020). Für kompetente Schülerinnen und Schüler sind Selbsteinschätzungen damit deutlich näher an der objektiv messbaren Wirklichkeit als für weniger kompetente Schülerinnen und Schüler. Dies verzerrt nicht nur die Einschätzung der Bedeutung einzelner Faktoren für die Ausbildung digitaler Kompetenzen. Es führt auch dazu, dass auf Selbsteinschätzungen basierende Ungleichheitsmasse für digitale Kompetenzen, die tatsächliche Ungleichheit in erheblichem Masse unterschätzt.

Zudem neigen Schülerinnen und Schüler, die digitale Medien intensiver nutzen eher zu einer Überschätzung der eigenen Fähigkeiten (Aesaert, et al., 2017). Ein positiver Zusammenhang zwischen Mediennutzung und wahrgenommener Selbstwirksamkeit – wie beispielsweise aus den Daten der ÜGK-Erhebung ableitbar (vgl. Kapitel 6.3.1.2) – bedeutet daher nicht zwingend, dass auch tatsächliche Fähigkeiten und Mediennutzung in ähnlichem Umfang positiv korrelieren.

Ein wichtiger Grund für die hohe Prävalenz von Selbstüberschätzungen in Bezug auf den Umgang mit digitalen Geräten und Inhalten liegt in den dominanten Nutzungsmustern dieser Technologien im Alltag. Schülerinnen und Schüler nutzen digitale Endgeräte und Inhalte überwiegend für Unterhaltungszwecke in der Freizeit (Waller, et al., 2019; Bernath, et al., 2020). Werden digitale Ressourcen für diese Zwecke beherrscht und fehlen gleichzeitig Erfahrungen im Umgang mit digitalen Ressourcen für weiterführende funktionelle Anforderungen, entsteht leicht die Illusion einer hohen allgemeinen Kompetenz im Umgang mit digitalen Ressourcen (Ihme & Senkbeil, 2017). Schülerinnen und Schüler glauben sie seien generell kompetent, sind es aber nur in den sehr eingeschränkten, für die Freizeitnutzung relevanten Teilbereichen. Die hohe Selbstwirksamkeitserfahrung reduziert zudem die wahrgenommene Notwendigkeit und Motivation, Kompetenzen aktiv zu erwerben, Rückmeldungen zu den eigenen Fähigkeiten einzuholen oder sich Unterstützung für den Kompetenzerwerb zu sichern (Lazonder & Rouet, 2008).

Da Rückmeldungen jedoch notwendig sind, um zu einer realistischeren Selbsteinschätzung zu kommen (Labuhn, Zimmerman, & Hasselhorn, 2010; Schunk & DiBenedetto, 2016), ist die Vermittlung medienspezifischer Kompetenzen im Rahmen der formalen Bildung angezeigt (Ihme & Senkbeil, 2017). Ansonsten besteht die Gefahr, dass fehlende Kompetenzen im Umgang mit digitalen Ressourcen erst dann auffallen, wenn sie sich nachteilig auf die Partizipationsmöglichkeiten von Schülerinnen und Schülern auswirken. Beispielsweise durch einen beschränkten Zugang zum Ausbildungsmarkt aufgrund mangelnder funktionaler Kompetenzen, wie dem sicheren Umgang mit Office Programmen (de Hoyos, et al., 2013). Auch einer weiteren Vertiefung der bestehenden, sozial bedingten Unterschiede beim Erwerb medienspezifischer Kompetenzen, kann

eine Vermittlung durch das Bildungssystem im Idealfall entgegenwirken (Ihme & Senkbeil, 2017).

5.9 Weiterbildungsbemühungen von Lehrpersonen

Lehrpersonen und Schulleitende in der Schweiz können heute auf ein breites Angebot an Weiterbildungsmöglichkeiten zur Integration digitaler Ressourcen in den Unterricht zurückgreifen (swissuniversities, 2020). Die Gesamtzahl der Lehrpersonen die dieses Angebot wahrnehmen, bzw. in den vergangenen Jahren wahrgenommen haben, ist nicht bekannt. Zumindest für die Deutschschweiz lässt sich annehmen, dass mit der Einführung des Lehrplans Medien und Informatik eine grosse Mehrheit der Lehrpersonen mindestens einen Weiterbildungskurs oder Weiterbildungsstudiengang belegt hat. Dies auch deshalb, weil deren Teilnahme in einigen Kantonen verpflichtend war.

Allerdings erlaubt die Anzahl der Lehrpersonen, die eine Weiterbildung im Bereich digitale Ressourcen absolviert haben nicht notwendig einen Rückschluss darauf, dass dies zu einer intensiveren und den Lernerfolg verbessernden Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht führt. Es ist weitgehend unbekannt, ob die Inhalte dieser Weiterbildungen eine gute Passung mit den tatsächlichen Bedürfnissen der Lehrpersonen aufweisen. So korreliert der Besuch von Weiterbildungskursen nur schwach mit selbsteingeschätzten Kompetenzen zur Integration digitaler Kompetenzen durch im Rahmen der Schweizer ICILS Erhebung 2013 befragten Lehrpersonen (Konsortium icils.ch, 2015).⁵³

Eine Erhebung mit Rund 1800 Lehrpersonen aus Frankreich zeigt zudem (éduscol, 2019), dass ein erheblicher Anteil der Lehrpersonen (45 %), die Weiterbildungen zur Integration digitaler Ressourcen in den Unterricht besucht haben, mit den Inhalten ihrer Ausbildung nicht zufrieden ist (vgl. Abbildung 42). Ob dieser Befund auch für die Schweiz zutrifft, lässt sich auf Basis der vorhandenen Datenbestände nicht valide sagen. Erfahrungen der pädagogischen Hochschulen aus den Abschlussevaluationen der angebotenen Kurse legen zwar nahe, dass teilnehmende Lehrpersonen mit Format, Inhalt und Durchführung der Kurse weitgehend zufrieden sind (Kommission Weiterbildung/Dienstleistungen, Kammer Pädagogische Hochschulen, swissuniversities, persönliche Kommunikation, 16. Oktober 2020). Allerdings wird von den ausbildenden Institutionen nicht

⁵³ Unter den befragten Lehrpersonen ist lediglich etwa 3% der Varianz in selbsteingeschätzten Kompetenzen aus Unterschieden im Besuch von Aus- bzw. Weiterbildungen vorhersagbar (Korrelationskoeffizient $r=0.18$, Konsortium icils.ch, 2015, S. 60).

untersucht, ob und in welchem Umfang diese Zufriedenheit auch über einen längeren Zeitraum weiterbesteht, und wie sich der Besuch von Weiterbildungsangeboten auf den Einsatz digitaler Ressourcen durch Lehrpersonen auswirkt.

Wurde Ihr Schulungsbedarf durch diese Schulungen oder Veranstaltungen abgedeckt?

■ Ja, voll und ganz ■ Eher ja ■ Eher nicht ■ Absolut nicht



Abbildung 42: Zufriedenheit von Lehrpersonen mit Weiterbildungsinhalten, Frankreich 2018

Anmerkungen: Quelle: éducol (2019, S. 42). Antwortverteilung auf die Frage: «Vos besoins de formation ont-ils été couverts par ces formations ou animations institutionnelles ?». Die Auswertung basiert auf der Befragung von 1830 Lehrpersonen, die in Jahren 2016 und 2017 einer mindestens eintägigen Weiterbildung zur Integration digitaler Medien in den Unterricht teilgenommen haben.

6 Primarstufe

6.1	Digitalisierung beschreiben: Nutzung digitaler Ressourcen für Lehren und Lernen	149
6.2	Digitalisierung erklären: Vorbedingungen für die Nutzung digitaler Ressourcen	153
6.3	Digitalisierung bewerten: Effektivität, Effizienz und Equity	154

Die Effekte der Nutzung digitaler Endgeräte in der Primarschule und der frühkindlichen Betreuung sind umstritten. Einerseits wird diesen Geräten ein grosses Potenzial für (spielerisches) Lernen attestiert (Aldhafeeri, Palaiologou, & Folorunso, 2016; Dunn, et al., 2016). Zudem bestehen Hinweise, dass sich eine frühzeitige Heranführung von Kindern an die Verwendung von digitalen Endgeräten positiv auf spätere Einstellungen, Interessen und Kompetenzen im Umgang mit digitalen Technologien auswirkt (Hatlevik, et al., 2018; Juhaňák, et al., 2019).⁵⁴ Andererseits, bestehen erhebliche Bedenken in Bezug auf mögliche negative Effekte der Nutzung dieser Geräte auf die kognitive, emotionale und soziale Entwicklung von Kindern im Primarschulalter (vgl. Dunn, et al., 2016; Gottschalk, 2019). Das aktuelle Kapitel beschreibt die Nutzungsmuster digitaler Ressourcen in der Primarschule und stellt dar, in welchem Umfang sich damit verbundene Hoffnungen und Befürchtungen durch die bestehende Literatur untermauern oder widerlegen lassen.

In Bezug auf die Nutzung digitaler Ressourcen für Lehren und Lernen stehen auf Ebene der Primarstufe aktuell kaum aussagekräftige Informationen aus der Schweiz zur Verfügung. Einzig aus der ÜGK-Erhebung 2017 lassen sich einzelne, schweizweit gültige Aussagen zur Nutzung digitaler Ressourcen in der Schule auf Klassenstufe 8 (HarmoS-Zählung) ableiten.

6.1 Digitalisierung beschreiben: Nutzung digitaler Ressourcen für Lehren und Lernen

6.1.1 Die Nutzung digitaler Ressourcen in der Schule am Ende der Primarstufe selten

Zum Ende der Primarstufe werden digitale Endgeräte in allen Landesteilen nur von einer Minderheit der Schülerinnen und Schüler in der Schule genutzt (vgl. Abbildung 43). Lediglich zwischen 6 % (italienische Schweiz) und 15 % (Romandie) der im Rahmen der ÜGK-Erhebung 2017 befragten Schülerinnen und Schülern geben an, digitale Endgeräte mindestens einmal täglich in der Schule zu nutzen. Allerdings ist nicht bekannt, ob sich Schülerinnen und Schüler bei ihrer Antwort auf die private Nutzung (z. B. für die Pflege privater Kontakte in sozialen Netzwerken), die schulbezogene Nutzung (z. B. für die Recherche von unterrichtsrelevanten Informationen) oder eine Kombination beider Nutzungsformen

⁵⁴ Allgemein ist bekannt, dass der Erwerb von Kompetenzen kumulativer Natur ist: Das Erlernen von Fähigkeiten in einer Phase des Lebens erleichtert und beschleunigt den Erwerb von Fähigkeiten in späteren Phasen (u. a. Cunha, et al., 2006). Dies gilt auch für Kompetenzen im Bereich Mathematik, Naturwissenschaften und Informatik (Japel, 2007; Rangel & Shi, 2019).

beziehen. Es lässt sich daher nicht sagen, in welchem Umfang Antworten, die eine regelmässige Verwendung digitaler Endgeräte in der Schule implizieren auch Rückschlüsse darauf erlauben wie intensiv diese Geräte für die Unterrichtsorganisation oder das Lernen eingesetzt werden.⁵⁵

Die Nutzung digitaler Endgeräte für schulische Zwecke lässt sich jedoch für diejenigen Schülerinnen und Schüler gesichert ausschliessen, die digitale Geräte nie oder fast nie selbst in der Schule einsetzen. Dies betrifft 65 % der im Rahmen der ÜGK-Erhebung 2017 befragten Achtklässlerinnen und Achtklässler in der Deutschschweiz, 64 % in der Romandie und 85 % in der Italienischen Schweiz.

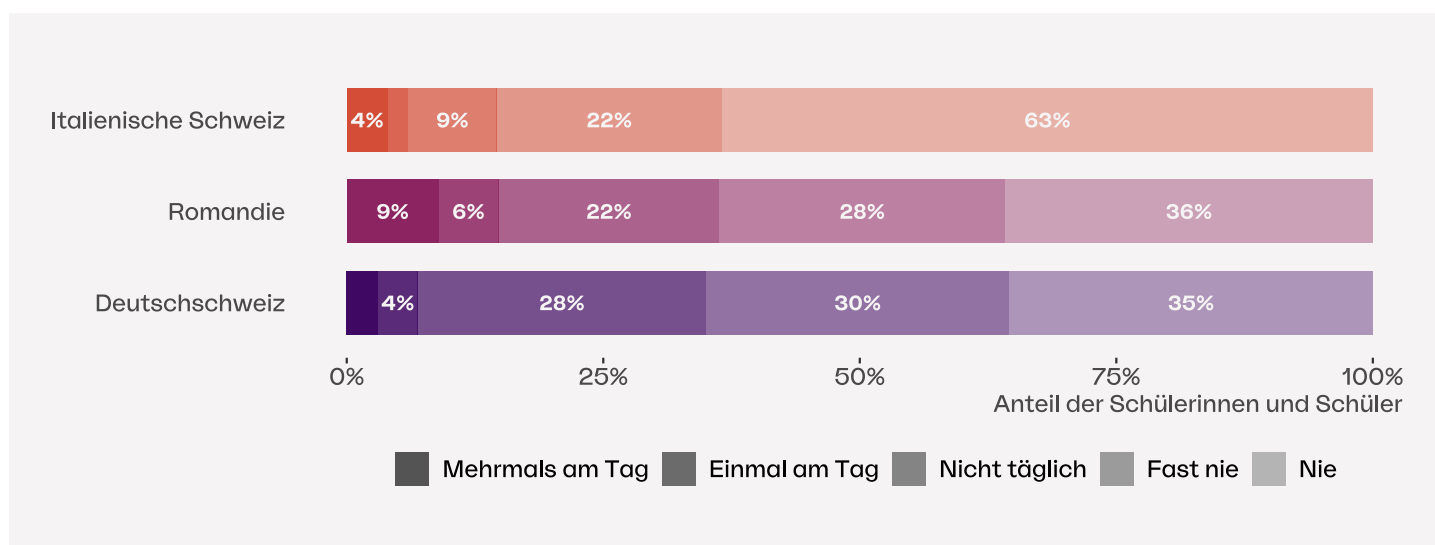


Abbildung 43: Nutzungshäufigkeit digitaler Endgeräte in der Schule, Klassenstufe 8 (HarmoS-Zählung)

Anmerkungen: Eigene Berechnungen auf Basis der ÜGK-Erhebung 2017. Balken zeigen den Anteil an Schülerinnen und Schülern je Sprachregion, nach deren Antwort auf die Frage: «Wie häufig nutzt du einen Computer (inkl. Notebook, Tablet oder Smartphone) in der Schule?». Anteile unter 4 % wurden aus Platzgründen nicht beschriftet. Dies betrifft den Anteil der Schülerinnen und Schüler in der Deutschschweiz, die angeben digitale Endgeräte mehrmals am Tag in der Schule zu nutzen (3 %), sowie den Anteil italienischsprachiger Schülerinnen und Schüler, die angeben digitale Endgeräte einmal am Tag in der Schule zu verwenden (2 %). Aufgrund von Rundungsfehlern kann die Summe aller Anteile von 100 % abweichen. Der Fehlerbereich der berechneten Anteile (Breite des 95 % Vertrauensintervalls) liegt zwischen 0,6 % (Deutschschweiz, «Einmal am Tag») und 3,9 % (Italienische Schweiz, «Nie»).

Lesebeispiel: In der französischsprachigen Schweiz nutzen 15 % der Schülerinnen und Schüler in der 8. Klasse (HarmoS-Zählung) digitale Endgeräte (Computer, Notebooks, Tablets oder Smartphones) mindestens einmal täglich in der Schule. Davon 9 % mehrmals täglich und 6 % einmal am Tag. Weitere 22 % verwenden digitale Endgeräte unregelmässig (d.h nicht täglich). 28 % nutzen digitale Geräte fast nie und 36 % niemals in der Schule.

⁵⁵ Allerdings tendieren Schülerinnen und Schüler, die digitale Endgeräte intensiv ausserhalb der Schule nutzen auch dazu, diese Geräte intensiv in der Schule zu verwenden. Dies spricht dafür, dass Nutzungshäufigkeiten in den beiden Kontexten nicht komplett unabhängig voneinander sind. Schülerinnen und Schüler berücksichtigen bei der Beantwortung der Frage nach der Häufigkeit der Nutzung digitaler Endgeräte in der Schule zumindest in Teilen auch Nutzungen für private, nicht-unterrichtsbezogene Zwecke. Die Korrelation zwischen der Nutzungshäufigkeit digitaler Endgeräte in der Schule und der Nutzungshäufigkeit ausserhalb der Schule ist allerdings klein. So lässt sich auf Basis einer bivariaten Korrelation weniger als 0,3 % der Varianz in der Nutzungshäufigkeit in der Schule aus der Nutzungshäufigkeit ausserhalb der Schule erklären. Dies liegt v.a. daran, dass digitale Endgeräte ausserhalb der Schule deutlich intensiver genutzt werden (zwischen 70 % und 80 % der Schülerinnen und Schüler nutzen digitale Geräte mindestens einmal pro Tag ausserhalb der Schule). Dies spricht dafür, dass Angaben zur Nutzungshäufigkeit in der Schule zu einem erheblichen Teil von schulspezifischen Faktoren bestimmt wird und sich daher hauptsächlich auf Nutzungen für Lernen und Unterricht beziehen.

Dass digitale Endgeräte nicht in der Schule genutzt werden, schliesst allerdings nicht aus, dass diese Geräte nicht doch für die Schule eingesetzt werden. So geben in einer Erhebung aus dem Jahr 2020 (Oggenfuss & Wolter, 2021) lediglich zwei Prozent der befragten Primarschülerinnen und Primarschüler an,⁵⁶ digitale Endgeräte nie für schulspezifische Aufgaben zu nutzen und 15 % berichten dies seltener als einmal pro Woche zu tun (vgl. Abbildung 29). Dabei unterscheidet diese Erhebung allerdings nicht zwischen der Nutzung in der Schule und der Nutzung für die Schule. Es lässt sich daher nicht mit Bestimmtheit sagen, wie sehr sich die Unterschiede zwischen den Ergebnissen der ÜGK-Erhebung von 2017 und der Erhebung aus dem Jahr 2020 aus abweichenden Fragestellungen oder Entwicklungen zwischen den beiden Erhebungszeitpunkten erklären. Allerdings geben auch in der ÜGK-Erhebung 2017 80 % der Primarschülerinnen und -schüler an, digitale Endgeräte ausserhalb der Schule täglich zu nutzen. Dies spricht dafür, dass abweichende Frageabsichten (Ort der Nutzung vs. Zweck der Nutzung) eine wichtige Rolle bei der Erklärung der unterschiedlichen Ergebnisse spielen.

6.1.2 Schülerinnen und Schülern, die digitale Geräte häufig in der Schule nutzen unterscheiden sich von Ihren Mitschülerinnen und Mitschülern

Schülerinnen und Schüler, die digitale Endgeräte intensiv, das heisst mindestens einmal am Tag, in der Schule zu nutzen, berichten in stärkerem Masse über schulische Probleme, wie die Repetition vorangehender Klassenstufen, die Inanspruchnahme von Nachhilfe oder einen geringeren schulischen Selbstwert. Im Vergleich zu Mitschülerinnen und Mitschülern, die digitale Endgeräte seltener in der Schule einsetzen, sind sie der Schule gegenüber signifikant negativer eingestellt und fühlen sich dort auch tendenziell weniger wohl (vgl. Abbildung 44).

⁵⁶ Die Erhebung erfasst die Nutzung digitaler Geräte und Anwendungen ab August 2020, d.h die Phase nach den pandemiebedingten Schulschliessungen.

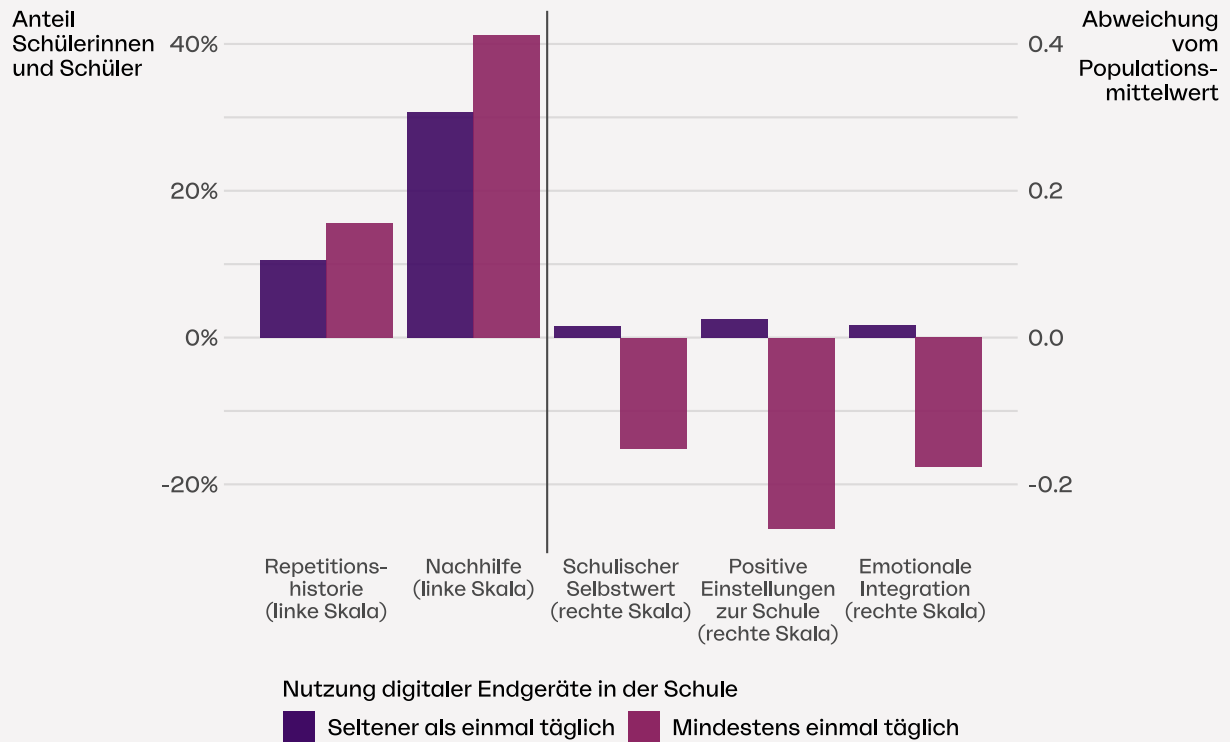


Abbildung 44: Einstellungen gegenüber Schule und schulische Leistungen zum Ende der Primarschule nach Intensität der Nutzung digitaler Endgeräte in der Schule

Anmerkungen: Eigene Berechnungen auf Basis der ÜGK-Erhebung 2017. Balken zeigen den Anteil an Schülerinnen und Schülern getrennt nach Nutzungsintensität digitaler Endgeräte in der Schule (linke Skala) bzw. die Abweichung der beiden Nutzungsgruppen vom jeweiligen Durchschnitt aller Schülerinnen und Schüler in der Schweiz (jeweils normiert auf 0, rechte Skala). Die Variable «Nutzungsintensität» teilt Schülerinnen und Schüler in zwei Gruppen: (1) diejenigen, die digitale Endgeräte ein- oder mehrmals pro Tag in der Schule nutzen (etwa 9% aller Achtklässlerinnen und Achtklässler), und (2) alle übrigen Achtklässlerinnen und Achtklässler. Unterschiede zwischen diesen Gruppen werden für fünf Eigenschaften dargestellt:

- **Repetitions-historie:** Misst ob ein Schüler bzw. eine Schülerin im Laufe ihrer Schulkarriere an der Primarstufe (Klassenstufe 3 bis 8, HarmoS-Zählung) mindestens eine Klassenstufe wiederholen musste. Balken stellen den Anteil der Schülerinnen und Schüler je Gruppe dar.
- **Nachhilfe:** Identifiziert Schülerinnen und Schüler, die im Laufe der achten Klasse (HarmoS-Zählung) ausserschulische Nachhilfe in Anspruch genommen haben. Balken stellen den Anteil der Schülerinnen und Schüler je Nutzungsgruppe dar.
- **Schulischer Selbstwert:** Selbstbewertete akademische Leistungsfähigkeit. Sie wird auf Basis der Zustimmung zu vier Aussagen (z.B. «Ich bin zufrieden, wie gut ich in der Schule bin.») gemessen (vgl. Hascher, Hagenauer, & Schaffer, 2011; Erzinger, et al., 2019; Hascher & Hagenauer, 2020). Populationsmittelwert auf Null normiert. Balken stellen die durchschnittliche Abweichung je Gruppe vom Populationsmittelwert dar.
- **Positive Einstellungen zur Schule:** Grad der Zustimmung zu sechs positiven Aussagen über Schule allgemein (z.B. «Ich gehe gerne in die Schule.»), vgl. Hascher, Hagenauer, & Schaffer, 2011; Erzinger, et al., 2019; Hascher & Hagenauer, 2020). Populationsmittelwert auf Null normiert. Balken stellen die durchschnittliche Abweichung je Gruppe vom Populationsmittelwert dar.
- **Emotionale Integration:** Emotionales Verhältnis zur Schule. Wird auf Basis der Zustimmung zu vier Aussagen (z.B.: «Die Schule macht Spass») ermittelt (vgl. Venetz, Zurbruggen, & Eckhart, 2014; Erzinger, et al., 2019). Populationsmittelwert auf Null normiert. Balken stellen die durchschnittliche Abweichung je Gruppe vom Populationsmittelwert dar.

Anteile bzw. Durchschnitte sind das Ergebnis bivariater linearer Regressionen. Unterschiede zwischen Schülerinnen und Schülern, die digitale Endgeräte täglich nutzen, und ihren Mitschülerinnen und Mitschülern sind für alle dargestellten Eigenschaften statistisch signifikant. Sie bleiben statistisch signifikant (und substantiell bedeutend) wenn zusätzlich für weitere Eigenschaften der Schülerinnen und Schüler kontrolliert wird, einschliesslich dem Geschlecht, Migrationshintergrund, der Nutzung digitaler Endgeräte ausserhalb der Schule, dem sozialen Status der Eltern, dem kulturellen Kapital (z.B. der Anzahl der Bücher), dem Umfang positiver Beziehungen zu Mitschülern und Mitschülerinnen innerhalb der Schulklasse, der Konzentration und Motivation während Tests und Ausfüllen des Fragebogens sowie für schulspezifische, nicht beobachtbare Effekte («school fixed effects»).

Lesebeispiel 1: 16% der Achtklässlerinnen und Achtklässlern, die digitale Endgeräte täglich in der Schule nutzen, berichten, dass sie mindestens eine der vergangenen Klassenstufen (3 bis 8, HarmoS-Zählung) wiederholen mussten. Unter Schülerinnen und Schülern, die digitale Endgeräte in der achten Klasse seltener nutzen, sind dies nur 10%.

Lesebeispiel 2: Achtklässlerinnen und Achtklässlern, die digitale Endgeräte täglich in der Schule nutzen, sind der Schule gegenüber deutlich negativer eingestellt (durchschnittliche Abweichung vom Mittelwert aller Schülerinnen und Schüler -0.26 Standardabweichungen), als ihre Mitschülerinnen und Mitschüler, die diese Geräte seltener in der Schule nutzen (durchschnittliche Abweichung vom Mittelwert aller Schülerinnen und Schüler 0.03 Standardabweichungen).

Aussagen zum kausalen Zusammenhang zwischen diesen Eigenschaften der Schülerinnen und Schüler und ihrer Nutzung digitaler Endgeräte in der Schule lassen sich auf Basis der vorhandenen Daten nicht sicher ableiten. Allerdings bleiben die in Abbildung 44 aufgezeigten Unterschiede substantiell bestehen, wenn für schulspezifische Effekte kontrolliert wird. D. h. die beobachtbaren Differenzen in schulischen Problemen sowie in den Einstellungen gegenüber der Schule lassen sich nicht dadurch erklären, dass Schülerinnen und Schülern verschiedener Schulen unterschiedlich oft digitale Endgeräte nutzen und dies zu tendenziell schlechteren Leistungen und Einstellungen führt. Auch zeigt eine neue Untersuchung aus dem Kanton Bern und Luxemburg (Morinaj & Hascher, 2020), dass schulische Leistungen in unteren Klassenstufen die Einstellungen gegenüber der Schule in späteren Klassenstufen positiv beeinflusst, während die umgekehrten Effekte nicht zu beobachten sind. Dies spricht eher dafür, dass hier individuelle Eigenschaften von Schülerinnen und Schülern am Ende der Primarstufe zu einer Selektion von Schülerinnen und Schülern in die intensive Nutzung digitaler Endgeräte in der Schule führt. Schülerinnen und Schüler mit Problemen bei Lernleistungen und Lernmotivation scheinen diese Geräte häufiger zu nutzen. Warum dies der Fall ist und durch wen diese Selektion vorgenommen wird, lässt sich auf Basis der vorhandenen Datenbestände nicht bestimmen. So ist es möglich, dass fehlende Motivation oder Schwierigkeiten, dem Unterricht zu folgen, Schülerinnen und Schüler dazu verleiten digitale Geräte im Unterricht häufiger zur Ablenkung und Unterhaltung einzusetzen, was im schlimmsten Fall einer weiteren Verschlechterung schulischer Leistungen Vorschub leistet (vgl. Kapitel 5.3). Gleichzeitig ist nicht auszuschliessen, dass Lehrpersonen digitale Endgeräte einsetzen, um schwächere Schülerinnen und Schüler für Unterrichtsinhalte zu begeistern, ihnen ein individuelleres Lerntempo zu ermöglichen, oder sie von der Störung anderer Schülerinnen und Schüler abzuhalten.⁵⁷

6.2 Digitalisierung erklären: Vorbedingungen für die Nutzung digitaler Ressourcen

Informationen über die Ausstattung der Schulen, den Stand der digitalen Kompetenzen und Einstellungen von Lehrpersonen der Primarstufe oder die Verbreitung und Ausprägung schulischer Richtlinien im Umgang mit digitalen Ressourcen, liegen für die Schweiz bis anhin nicht vor. Untersuchungen aus einzelnen

⁵⁷ Es wäre auch denkbar, dass Unterschiede in der Nutzung digitaler Endgeräte in der Schule v.a. durch die Nutzung ausserhalb des Unterrichts bestimmt werden. Beispielsweise, weil Schülerinnen und Schüler, digitale Endgeräte ausserhalb des Unterrichts dann vermehrt nutzen, wenn sie sozial nicht in den Klassenverband integriert sind, und z.B. die Pausen alleine verbringen. Allerdings zeigt sich in den Daten der ÜGK-Erhebung 2017 kein Zusammenhang zwischen der selbstwahrgenommenen sozialen Integration (d.h. der Anzahl der Freunde und sozialen Kontakte in Klasse und Schule) und der Intensität der Nutzung digitaler Endgeräte in der Schule.

Kantone zeigen, dass teilweise grosse Unterschiede zwischen Primarschulen eines Kantons bestehen können. Bspw. zeigt eine Untersuchung aus dem Kanton Thurgau, dass erhebliche Unterschiede zwischen Primarschulen in der Ausstattung mit Computern für den Unterricht bestehen (Petko, Prasse, & Cantieni, 2013). Dieselbe Untersuchung zeigt, dass Lehrpersonen digitale Ressourcen primär als Motivationsinstrument sowie als Hilfsmittel zur Individualisierung und Durchführung offener Unterrichtsformen schätzen. Deutlich weniger halten sie für geeignet, um das Lernen besser oder effizienter zu gestalten.

Eine Umfrage zur ICT-Infrastruktur des Volksschulamts des Kantons Graubünden zeigt, dass sich im Jahr 2016 durchschnittlich etwa 50 Kindergartenkinder bzw. 7 Primarschülerinnen und -schüler je einen schuleignen Computer teilen (Buchli, 2017). Auch hier finden sich erhebliche Unterschiede zwischen einzelnen Institutionen. Während 75 % der Kindergärten und 22 % der Primarschulen über keine digitalen Endgeräte für ihre Schülerinnen und Schüler verfügen, gibt es einzelne Einrichtungen die annähernd jedem Kind ein digitales Endgerät zur Verfügung stellen.

Ähnliche Resultate finden sich auch in den Erhebungen «Informatikausrüstung und deren Unterhalt in den Freiburger Schulen», die jährlich von der kantonalen Fachstelle Fritic durchgeführt werden. Neben einer kontinuierlichen Verbesserung der Ausstattungssituation an Primarschulen, zeigen sich im Zeitverlauf anhaltend hohe Unterschiede zwischen den Primarschulen innerhalb des Kantons (vgl. Abbildung 45). Unterschiede betreffen auch die Qualität der zur Verfügung stehenden Geräte. So waren 2017 an Primarschulen im deutschsprachigen Teil des Kantons etwa ein Drittel aller Computer älter als fünf Jahre, während dies im französischsprachigen Teil auf mehr als die Hälfte der Computer zutrifft (Fritic, 2019).

6.3 Digitalisierung bewerten: Effektivität, Effizienz und Equity

6.3.1 Effektivität

6.3.1.1 Digitale Kompetenzen und Einstellungen am Ende der Primarstufe

Eine valide Quantifizierung der digitalen Kompetenzen und Einstellungen von Lernenden der Primarstufe ist auf Basis der vorhandenen Datenbestände nicht möglich. Dies ist zum einen der fehlenden, allgemein akzeptierten Definition des Konzepts «Digitale Kompetenzen» geschuldet (vgl. Kapitel 3.3.2). Zum anderen

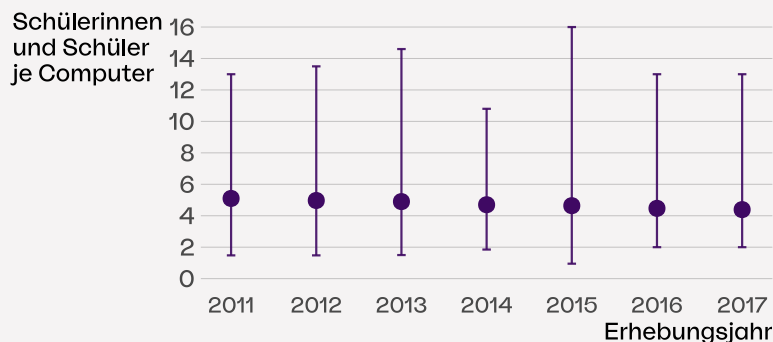


Abbildung 45: Verteilung Computerausstattung an Primarschulen des Kantons Freiburg, 2011 bis 2017

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Erhebungen «Informatikausrüstung und deren Unterhalt in den Freiburger Schulen» der Fachstelle Fritic aus den Jahren 2012 bis 2018. Punkte stellen die Mittelwerte, Antennen die Spannbreite der Verteilung dar.

erfassen bestehende Datenbestände digitale Kompetenzen von Primarschülerinnen und Primarschülern ausschliesslich auf Basis von Selbsteinschätzungen, was zu erheblichen und systematischen Verzerrungen bei deren Messung führen kann (vgl. Kapitel 5.8).

Durchschnittliche Selbsteinschätzungen der Schülerinnen und Schüler – sowohl in Bezug auf die Kompetenzen im Umgang mit digitalen Endgeräten (ICT Kompetenzen),⁵⁸ als auch auf das Interesse an der Arbeit mit ICT⁵⁹ – unterscheiden sich in den wenigsten Kantonen signifikant vom gesamtschweizerischen Mittelwert (vgl. Abbildung 46). Dies liegt vor allem daran, dass die Werte zwischen Schülerinnen und Schülern innerhalb der Kantone erheblich streuen. Bestehende Unterschiede in (selbsteingeschätzten) Kompetenzen und Interesse lassen sich daher eher auf individuelle Unterschiede zwischen Schülerinnen und Schülern, und weniger auf strukturelle Unterschiede zwischen den Kantonen zurückführen.

Einzig Primarschülerinnen und Primarschüler im Kanton Solothurn schätzen ihre Kompetenzen und ihr Interesse deutlich höher ein, als Schülerinnen und Schüler in den übrigen Kantonen. Achtklässlerinnen und Achtklässler in den Kantonen Appenzell-Innerrhoden und Tessin bewerten ihre Kompetenzen da-

58 ICT-Kompetenzen werden auf Basis der Zustimmung (4-stufige Skala, von «stimme gar nicht zu» bis «stimme völlig zu») zu vier Aussagen gemessen («Es ist sehr wichtig für mich, mit diesen Geräten [Computer, Notebook, Tablet und Smartphone] zu arbeiten.», «Ich konnte schon immer gut mit diesen Geräten arbeiten.», «Ich weiss mehr über diese Geräte als die meisten Personen in meinem Alter.», «Ich kann anderen Ratschläge geben, wenn sie Probleme mit diesen Geräten haben.»). Antworten auf alle vier Aussagen werden summiert und anschliessend z-standardisiert um einen einzigen Wert für ICT-Kompetenzen zu erhalten.

59 Interesse an ICT wird auf Basis der Zustimmung (4-stufige Skala, von «stimme gar nicht zu» bis «stimme völlig zu») zu vier Aussagen gemessen («Es fällt mir leicht, den Umgang mit neuen Programmen auf diesen Geräten zu lernen.», «Ich finde, dass die Nutzung dieser Geräte Spass macht.», «Ich benutze diese Geräte, weil mich die Technik sehr interessiert.», «Es gefällt mir, neue Dinge an diesen Geräten zu lernen.»). Antworten auf alle vier Aussagen werden summiert und anschliessend z-standardisiert um einen einzigen Wert für Interesse an ICT zu erhalten.

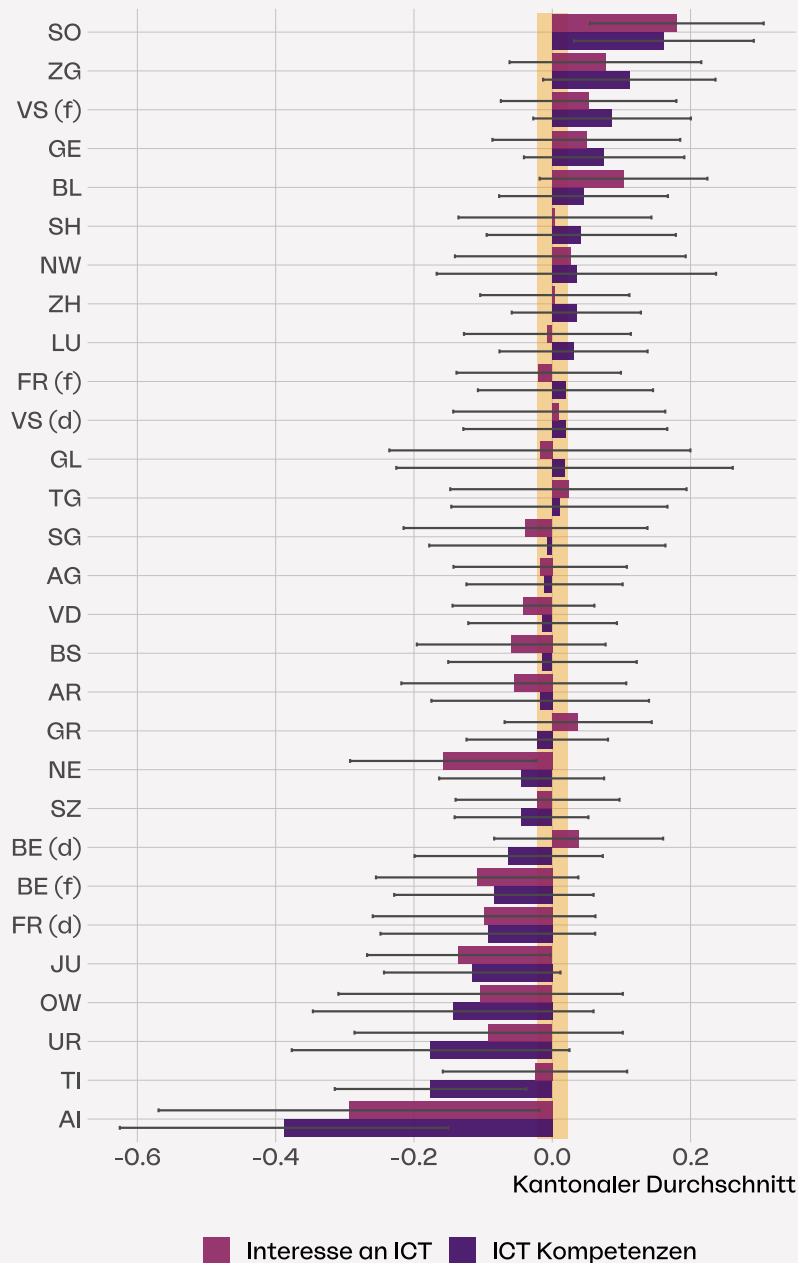


Abbildung 46: Selbsteingeschätzte ICT-Kompetenzen und Interesse an digitalen Technologien nach Kanton bzw. Kantonsteil

Anmerkungen: Eigene Berechnungen auf Basis der ÜGK-Erhebung 2017. Balken zeigen die kantonalen Durchschnitte für ICT Kompetenzen (linke Balken, Definition siehe Fussnote 58) und Interesse an ICT (rechte Balken, Definition siehe Fussnote 59) der Schülerinnen und Schüler. Antennen zeigen das entsprechende 95% Vertrauensintervall (korrigiert mittels Bonferroni-Methode für 29 unabhängige Tests). Die gelbe, horizontale Fläche zeigt den 95% Vertrauensbereich des gesamtschweizerischen Mittelwerts. Kantone bzw. Kantonsteile sind in der Reihenfolge der durchschnittlichen ICT Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler angeordnet.

Lesebeispiel: Die durchschnittliche Selbsteinschätzung von ICT Kompetenzen durch Achtklässlerinnen und Achtklässler liegt im Kanton Solothurn 0.16 Standardabweichungen über dem Schweizer Durchschnitt. Der Unterschied ist statistisch signifikant, aber substantiell eher gering.

gegen signifikant schlechter als Schülerinnen und Schüler in der übrigen Schweiz. Mit Ausnahme der Werte des Kanton Appenzell-Innerrhoden beträgt die Differenz zum nationalen Mittelwert allerdings weniger als 0.2 Standardabweichungen. Die Unterschiede sind damit substantiell eher gering.

Im Allgemeinen sind selbsteingeschätzte Kompetenzen und bekundetes Interesse an der Nutzung digitaler Endgeräte eng miteinander verknüpft. Dies gilt sowohl auf Ebene der Schülerinnen und Schüler, als auch aggregiert auf Kantonsebene. Allerdings ist nicht bekannt, ob und wenn ja in welcher kausalen Beziehung Interesse und Kompetenzen zueinanderstehen. Während in der empirischen Literatur der Einfluss von Einstellungen, Interesse und Überzeugungen auf Kompetenzen in der Regel theoretisch hergeleitet wird (vgl. Knezek & Christensen, 2018; Hatlevik, Ottestad, & Throndsen, 2015; Hatlevik, et al., 2018; Rohatgi, Scherer, & Hatlevik, 2016), ist auch denkbar, dass eine Verbesserung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Technologien zu einer Erhöhung des Interesses an ihnen führt.

6.3.1.2 Nutzung digitaler Endgeräte in der Schule und selbsteingeschätzte digitale Kompetenzen

Lernende, die digitale Endgeräte häufiger in der Schule nutzen, schätzen sowohl ihre Kompetenzen im Umgang mit digitalen Technologien als auch ihr Interesse an diesen Technologien deutlich höher ein, als Lernende, die diese Geräte seltener in der Schule nutzen (vgl. Abbildung 47). Dieser Zusammenhang ist für Knaben wie Mädchen stark ausgeprägt und gilt auch, wenn Unterschiede in der Nutzung digitaler Endgeräte ausserhalb der Schule berücksichtigt werden. Ob die häufigere Nutzung zu höheren selbsteingeschätzten Kompetenzen und grösserem Interesse führen, oder ob umgekehrt grösseres Interesse und Kompetenzen eine intensivere Nutzung bewirkt, lässt sich auf Basis der vorhandenen Querschnittsdaten nicht abschliessend klären. Zudem besteht die Möglichkeit einer wechselseitigen Verstärkung beider Mechanismen. Auch internationale Studien beschränken sich in der Regel auf die Beschreibung von Zusammenhängen und leiten Kausalitäten aus diesen Zusammenhängen theoretisch her. Sie finden sowohl negative (Hatlevik, Ottestad, & Throndsen, 2015), als auch positive Zusammenhänge (Aesaert, et al., 2015; Galos, 2018) zwischen der Nutzung digitaler Endgeräte im Schulkontext und den digitalen Kompetenzen und Interessen von Schülerinnen und Schülern der Primarstufe.

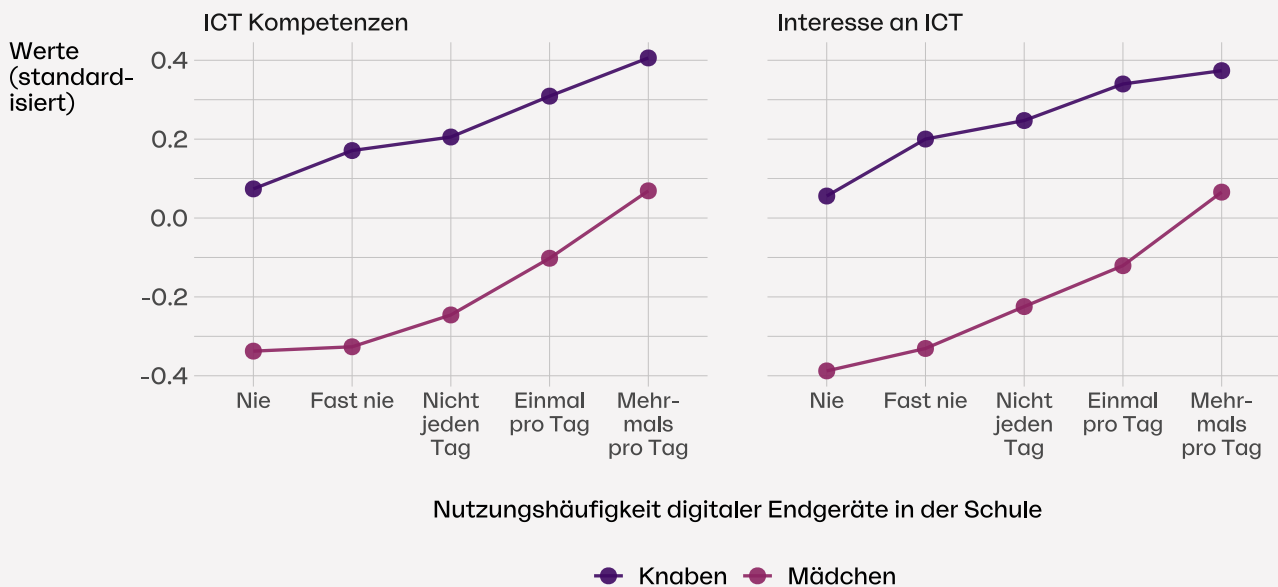


Abbildung 47: Nutzungshäufigkeit digitaler Endgeräte in der Schule und selbsteingeschätzte Kompetenzen und Interesse an ICT nach Geschlecht

Anmerkungen: Eigene Berechnungen auf Basis der ÜGK-Erhebung 2017. Kurven zeigen die Veränderung der selbsteingeschätzten Kompetenzen (linke Teilabbildung) und des Interesses an ICT (rechte Teilabbildung) mit zunehmender Häufigkeit der Nutzung digitaler Endgeräte in der Schule für Knaben (oberen, lilafarbene Linien) und Mädchen (untere, pinke Linien). Angegebene Werte sind die Vorhersagen multivariater Regressionen, die neben der Nutzungshäufigkeit in der Schule und dem Geschlecht (und deren Interaktion), auch für die Nutzungshäufigkeit zu Hause, den Migrationsstatus, den beruflichen Status der Eltern, das kulturelle Kapital (z. B. der Anzahl der Bücher) der Familie, sowie deren Besitz an digitalen Endgeräten (Computer, Laptops, Tablets und Smartphones) kontrolliert. Vorhersagen gelten für den modalen Schüler bzw. die modale Schülerin. D. h. ein Kind mit Schweizer Staatsbürgerschaft in mindestens dritter Generation, das digitale Geräte mindestens einmal täglich ausserhalb der Schule nutzt, dessen Familie neben einem durchschnittlichem kulturellem Kapital, über mindestens drei Computer, Laptops oder Tablets sowie über mindestens drei Mobiltelefone verfügt, und von dem mindestens ein Elternteil einen Arbeitsplatz mit durchschnittlichem sozialen Status bekleidet.

Lesebeispiel: Knaben, die digitale Endgeräte nie in der Schule nutzen und Mädchen, die digitale Endgeräte mehrmals pro Tag in der Schule nutzen weisen vergleichbare Werte für ICT Kompetenzen und Interesse an ICT auf. Für beide Gruppen liegen Werte leicht oberhalb des gesamtschweizerischen Durchschnitts, der auf Null normiert ist.

Abbildung 47 zeigt auch, dass erhebliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern bestehen. Schülerinnen schätzen ihre eignen Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Technologien signifikant schlechter ein als Schüler. Sie zeigen zudem ein deutlich geringeres Interesse an der Arbeit mit digitalen Technologien. Unterschiede sind so stark ausgeprägt, dass selbsteingeschätzte Kompetenzen und Interessen an ICT von Mädchen, die digitale Endgeräte mehrmals täglich in der Schule nutzen, in etwa denjenigen von Knaben entsprechen, die digitale Endgeräte nie in der Schule nutzen. Unterschiede in Interesse und Kompetenzen zwischen Mädchen und Knaben schrumpfen tendenziell mit zunehmend intensiver Nutzung digitaler Endgeräte in der Schule, bleiben aber selbst bei intensiver Nutzung gross.

Auch internationale Studien finden in der Regel, dass Schüler digitalen Technologien gegenüber deutlich positiver eingestellt sind als Schülerinnen und ihre

Kompetenzen und Fähigkeiten im Umgang mit diesen Technologien auch höher einschätzen (Meelissen, 2008; Fraillon, et al., 2014; 2019a; Gebhardt, et al., 2019; ACARA, 2015). Allerdings zeigen die Ergebnisse standardisierter Tests, dass diese Unterschiede in der Wahrnehmung von Kompetenzen sich in vielen Fällen nicht in ähnlichen Unterschieden in gemessenen Leistungen niederschlagen. Vielmehr schneiden Mädchen bei leistungsbasierten Bewertungen digitaler Kompetenzen, insbesondere der Suche, Aufarbeitung und Kommunikation von Informationen, besser ab als Knaben (Fraillon et al., 2014; Aesaert, et al., 2015; Gebhardt et al., 2019; Punter, Meelissen, & Glas, 2017),⁶⁰ wobei der Leistungsvorsprung von Mädchen in der Primarschule tendenziell ausgeprägter ist (Siddiq & Scherer, 2019).

6.3.1.3 Nutzung digitaler Ressourcen und Kompetenzentwicklung in der Primarschule

Untersuchungen zu den Effekten des Einsatzes digitaler Ressourcen auf Lernleistungen in der Primarschule liegen für die Schweiz nur in sehr begrenztem Umfang vor. Vergleichbar zu den Ergebnissen der stufenübergreifenden Literatur (vgl. Kapitel 5.2) scheinen auch die Effekte in der Primarschule in hohem Masse abhängig von der untersuchten Applikation, dem Fach bzw. der Fachrichtung, den Anwendungsmodalitäten, den Fähigkeiten und Kompetenzen der Lehrpersonen und dem Studiendesign zu sein (vgl. Lim & Oakley, 2013; Haßler, Major, & Hennessy, 2016; Arndt, 2016). Entsprechend unterschiedlich und teilweise auch widersprüchlich fallen die Ergebnisse der einzelnen Studien aus. Beispielsweise zeigen experimentelle Studien zum Effekt der Nutzung digitaler Lernhilfen auf den Erwerb von Lese- und Schreibkompetenzen, dass Schülerinnen und Schüler, die diese Ressourcen nutzen besser (Genlott & Grönlund, 2016; Butler, Pimenta, et al., 2019) oder schlechter (Kiefer, et al., 2015; Gerth, et al., 2016; Mayer, et al., 2020) abschneiden können, als Schülerinnen und Schüler, die Lesen und Schreiben auf traditionelle Form mit Stift und Papier lernen. Auch hier scheint demnach eine globale Betrachtung der Effektivität digitaler Lernressourcen jenseits der einzelnen Applikation wenig aufschlussreich zu sein.

Allerdings zeigt sich deutlich, dass gerade in der Primarschule und der vorschulischen Betreuung Kinder in hohem Masse auf die Unterstützung und Begleitung durch die Lehrpersonen oder andere erwachsene Bezugspersonen angewiesen sind, um digitale Lernressourcen erfolgreich für den Aufbau eigener Kompetenzen nutzen zu können (Office of Educational Technology, 2016). So findet eine US-Amerikanische Studie, dass 15 Monate alte Kleinkinder eine 22-fach erhöhte

⁶⁰ Keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern finden sich in der Regel für technische Kompetenzen, die Fähigkeit mit einem, in einer E-Mail angegebenen Link eine Website zu öffnen (Punter, Meelissen, & Glas, 2017).

Wahrscheinlichkeit aufweisen am Touchscreen gelernte Mechanismen auf ein reales Objekt zu übertragen, wenn sie beim Erlernen am Bildschirm intensiv von ihren Müttern begleitet werden (Zack, 2010). Auch Untersuchungen zur Entwicklung des Lernstands während der Corona-bedingten Schulschliessungen in der Schweiz im Frühjahr 2020, deuten darauf hin, dass Schülerinnen und Schüler der Primarstufe selbst adaptive Lernressourcen nur sehr bedingt ohne persönliche Anleitung und Begleitung nutzen können (Tomasik, Helbling, & Moser, 2021). Die Integration digitaler Ressourcen in den Unterricht und das Lernen auf Primarstufe und in der frühkindlichen Erziehung stellt damit höhere Anforderungen an die Kompetenzen und den Ausbildungsstand von Lehrpersonen als in den darauffolgenden Schulstufen (Hernandez, et al., 2015).

Auf Ebene der Gesamtschweiz erzielen Schülerinnen und Schüler, die digitale Endgeräte häufiger in der Schule nutzen im Durchschnitt deutlich schlechtere Leistungen als Lernende, die digitale Endgeräte nie oder nur unregelmässig in der Schule einsetzen. Dies gilt sowohl für Lesen und Rechtschreibung in der Unterrichtssprache (Abbildung 48) als auch für das Lese- und Hörverstehen in der ersten Fremdsprache (Abbildung 49). Der deskriptive Zusammenhang sagt allerdings nichts darüber aus, ob diese Beziehung kausal ist. Insbesondere da Hinweise bestehen, dass es zu einer Selektion von a priori leistungsschwächeren, weniger motivierten Schülerinnen und Schülern in eine intensivere Nutzung digitaler Ressourcen in der Primarschule kommt (vgl. Abbildung 44). Dass die Nutzung digitaler Endgeräte nicht per se schädlich für den Kompetenzerwerb zu sein scheint, wird auch daran deutlich, dass Schülerinnen und Schüler, die diese Geräte zumindest gelegentlich ausserhalb der Schule einsetzen deutlich bessere Leistungen in allen im Rahmen der ÜGK-Erhebung 2017 getesteten Kompetenzen erzielen, als Lernende, die diese Geräte nie oder fast nie privat brauchen. Dabei lassen sich keine Unterschiede in den schulischen Leistungen zwischen denjenigen, die digitale Endgeräte unregelmässig, täglich oder mehrmals täglich ausserhalb der Schule nutzen feststellen. Allerdings bleibt auch hier unklar in welchem kausalen Zusammenhang schulische Leistungen und die Nutzung digitaler Endgeräte ausserhalb der Schule stehen. So zeigt eine Längsschnittstudie mit 843 Tessiner Primarschülerinnen und Primarschülern, dass eine Verbesserung des Internetzugangs zu einer intensiveren Nutzung digitaler Endgeräte für private Kommunikation und Unterhaltung und einer Verschlechterung der durchschnittlichen Jahresendnoten führt (Camerini, Schulz, & Jeannet, 2017).

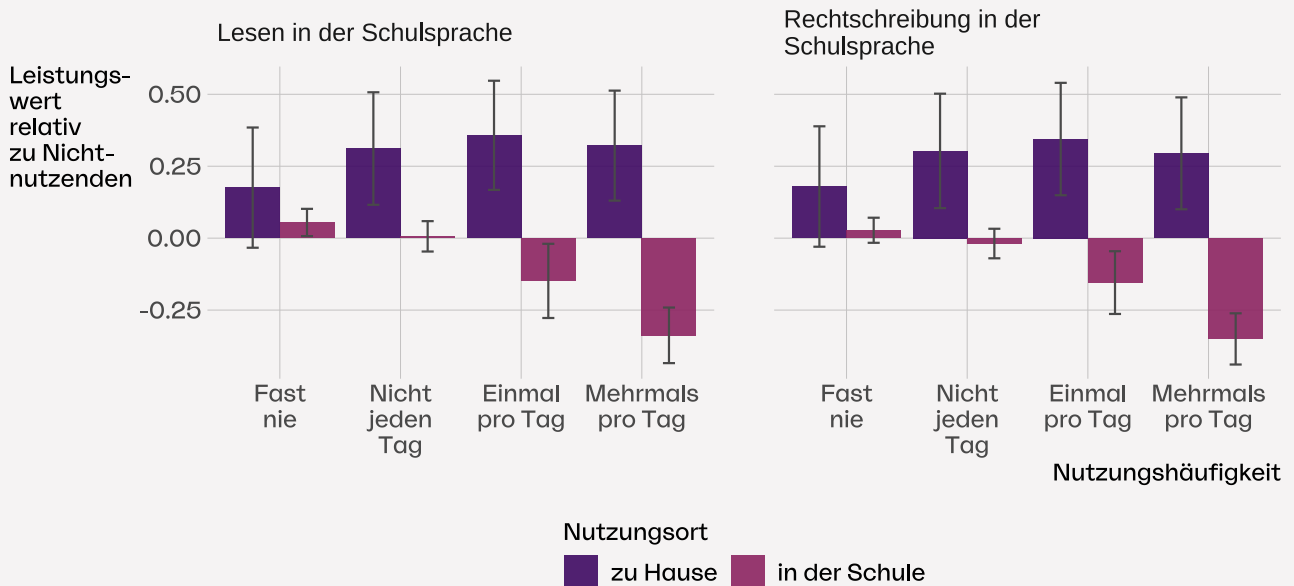


Abbildung 48: Nutzung digitaler Endgeräte und Leistungen in Lesen und Rechtschreibung in der Schulsprache nach Ort der Nutzung

Anmerkungen: Eigene Berechnungen auf Basis der ÜGK-Erhebung 2017. Balken zeigen den durchschnittlichen Unterschied in gemessenen Leistungen in Lesen in der Schulsprache (linke Abbildung) und Rechtschreibung in der Schulsprache (rechte Abbildung) zwischen Schülerinnen und Schülern einer Nutzungskategorie und der Referenzgruppe (d. h. Schülerinnen und Schüler, die digitale Endgeräte nie einsetzen). Lilafarbene Balken zeigen diese Unterschiede für die Nutzung digitaler Endgeräte ausserhalb der Schule. Pinkfarbene Balken zeigen den jeweiligen Unterschied für die Nutzungshäufigkeit in der Schule. Antennen zeigen das 95% Vertrauensintervall dieses Wertes. Balken und Antennen sind aus den Ergebnissen multivariater, linearer Regressionsmodelle abgeleitet, die neben der Nutzungshäufigkeit an beiden Orten für das Geschlecht und den Migrationsstatus der/des Lernenden, den beruflichen Status der Eltern, das kulturelle Kapital (z. B. der Anzahl der Bücher) der Familie, sowie deren Besitz an digitalen Endgeräten (Computer, Laptops, Tablets und Smartphones) kontrollieren. Die Schulsprache unterscheidet sich nach Sprachregionen.

Lesebeispiel: Schülerinnen und Schüler, die angeben digitale Endgeräte mehrmals täglich in der Schule zu nutzen, weisen deutlich schlechtere Leistungen in Lesen und Rechtschreibung in der Schulsprache auf, als Schülerinnen und Schüler, die angeben digitale Endgeräte nie in der Schule zu nutzen. Der Unterschied beträgt für Lesen und Rechtschreibung jeweils etwa einen Drittel der Standardabweichung. Er ist in beiden Fällen statistisch signifikant.

Auf Basis der Daten der ÜGK-Erhebung 2017 lässt sich nicht abschätzen, weshalb die Nutzungshäufigkeit im privaten Umfeld positiv mit schulischen Leistungen korreliert, während die Nutzung in der Schule in einem negativen Zusammenhang mit schulischen Leistungen steht. Allerdings ist dieses Phänomen aus Studien mit Leistungsvergleichsdaten auf Ebene der Sekundarstufe I bekannt (vgl. Kapitel 7.3.1.4). Dort werden eine Reihe von methodischen und theoretischen Erklärungen insbesondere für den negativen Zusammenhang zwischen schulischer Nutzung und Lernleistungen angeboten (vgl. Kapitel 5.2). Dazu zählen neben einer mangelhaften Berücksichtigung komplexer Kausalitätsbeziehungen v. a. auch die Tatsache, dass globale Häufigkeitsmasse es nicht erlauben Unterschiede darin zu berücksichtigen, wie Technologien in der Schule genutzt werden (vgl. Petko, Cantieni, & Prasse, 2017). Der Gebrauch digitaler Ressourcen in Bereichen, in denen sie traditionellen Formen des Unterrichts überlegen sind, lassen

sich nicht von Einsatzbereichen trennen, wo dies nicht der Fall ist. Ebenso lassen sich Lehrpersonen oder Schulen, die digitale Ressourcen erfolgreich in ihren Unterricht integrieren, nicht von Lehrpersonen oder Schulen trennen, denen das nicht gelungen ist.

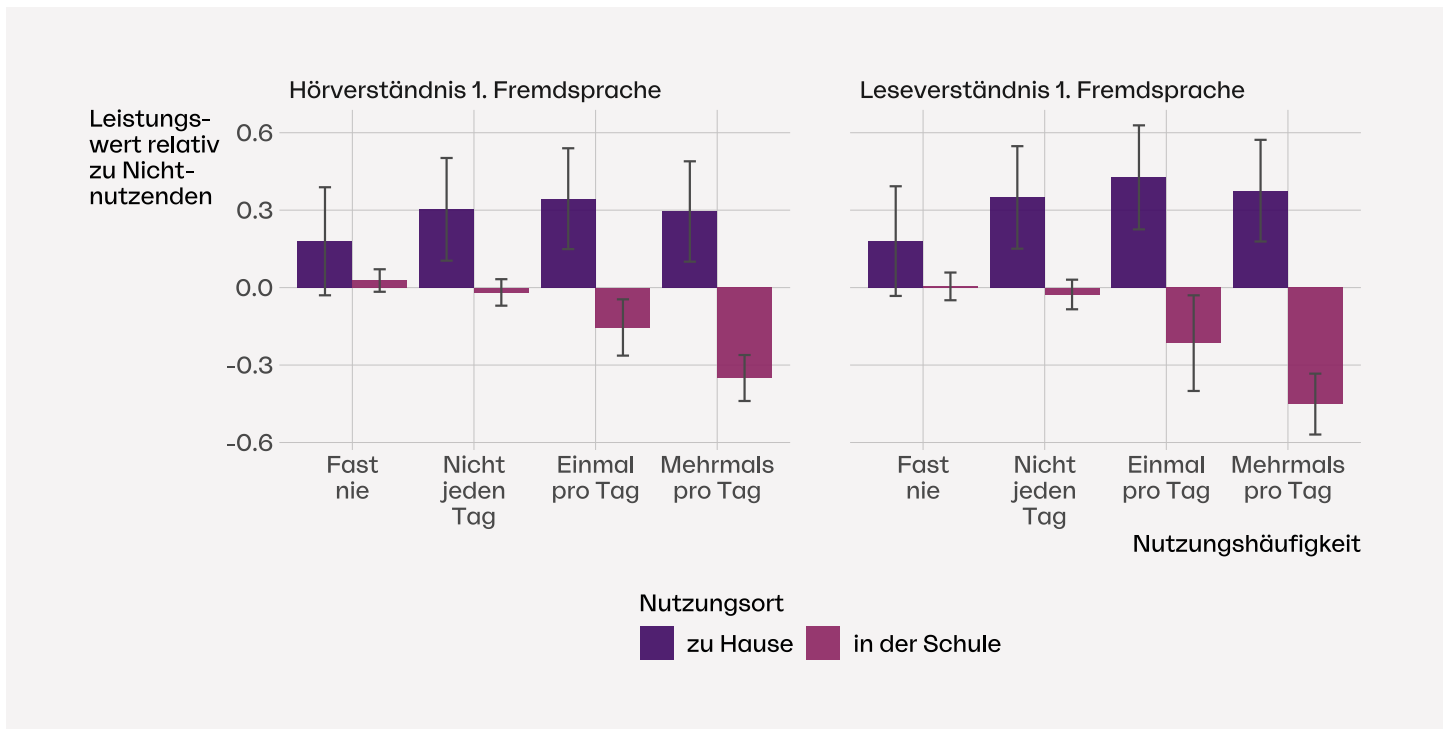


Abbildung 49: Nutzung digitaler Endgeräte und Leistungen in Hör- und Leseverständnis der ersten Fremdsprache nach Ort der Nutzung

Anmerkungen: Eigene Berechnungen auf Basis der ÜGK-Erhebung 2017. Grundpopulation sind diejenigen Achtklässlerinnen und Achtklässler, deren 1. Fremdsprache Deutsch, Französisch oder Englisch ist. Balken zeigen den durchschnittlichen Unterschied in gemessenen Leistungen im Hörverständnis in der 1. Fremdsprache (linke Abbildung) und dem Leseverständnis in der 1. Fremdsprache (rechte Abbildung) zwischen Schülerinnen und Schülern einer Nutzungskategorie und der Referenzgruppe (d. h. Schülerinnen und Schüler, die digitale Endgeräte nie einsetzen). Lilafarbene Balken zeigen diese Unterschiede für die Nutzung digitaler Endgeräte ausserhalb der Schule. Pinkfarbene Balken zeigen den jeweiligen Unterschied für die Nutzungshäufigkeit in der Schule. Antennen zeigen das 95% Vertrauensintervall dieses Wertes. Balken und Antennen sind aus den Ergebnissen multivariater, linearer Regressionsmodelle abgeleitet, die neben der Nutzungshäufigkeit an beiden Orten für das Geschlecht und den Migrationsstatus der/des Lernenden, den beruflichen Status der Eltern, das kulturelle Kapital (z. B. der Anzahl der Bücher) der Familie, sowie deren Besitz an digitalen Endgeräten (Computer, Laptops, Tablets und Smartphones) kontrollieren. Zudem kontrollieren sie für die 1. Fremdsprache (Deutsch, Englisch oder Französisch).

Lesebeispiel: Schülerinnen und Schüler, die angeben digitale Endgeräte mehrmals täglich in der Schule zu nutzen, weisen deutlich schlechtere Leistungen im Lese- und Hörverständnis der 1. Fremdsprache auf, als Schülerinnen und Schüler, die angeben digitale Endgeräte nie in der Schule zu nutzen. Der Unterschied beträgt 0.35 Standardabweichungen für Leseverstehen, und 0.45 Standardabweichungen für Hörverstehen. Er ist in beiden Fällen statistisch signifikant.

Dass nicht beobachtbare Unterschiede zwischen Lehrpersonen oder Schulen aber eine wichtige Rolle für den Zusammenhang zwischen der Nutzung digitaler Endgeräte in der Schule und Leistungen in Sprachen spielen, wird auch deutlich, wenn man dieses Verhältnis auf Ebene der einzelnen Schulen betrachtet. Abbildung 50 stellt exemplarisch die durchschnittlichen Leistungen in Lesen und Orthografie in der Schulsprache dem Anteil der Schülerinnen und Schüler gegenüber, die angeben digitale Geräte mindestens einmal täglich in der Schule einzusetzen. Ähnlich wie in Abbildung 48 und Abbildung 49 finden sich auch hier in der Tendenz ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen dem Anteil Schülerinnen und Schüler, die digitale Geräte täglich brauchen und den gemessenen Leistungen in der Schulsprache (jeweils illustriert durch die graue Linie).⁶¹ Dabei zeigt sich zum einen, dass nur in wenigen Schulen digitale Endgeräte intensiv von den Schülerinnen und Schülern gebraucht werden. In lediglich in fünf von 1214 teilnehmenden Schulen nutzen mehr als 75 % der befragten Schülerinnen und Schüler digitale Endgeräte täglich. Zum anderen finden sich einzelne Schulen, deren Schülerinnen und Schüler weit überdurchschnittliche Leistungen in der Schulsprache aufweisen und digitale Endgeräte vergleichsweise intensiv in der Schule nutzen. Die Existenz solcher Ausreiser spricht dafür, dass im Jahr 2017 zumindest in einigen Primarschulen digitale Ressourcen sehr erfolgreich in der Schule eingesetzt wurden.⁶² Warum diese Schulen vom insgesamt beobachtbaren Trend so deutlich abweichen, wäre eine zentrale Fragestellung für weiterführende Forschungen. Diese würde es auch erlauben zu eruieren, in wie fern es sich hier tatsächlich um gelungene Beispiele für die Integration digitaler Ressourcen in das Lehren und Lernen in der Schule handelt. Allerdings wäre dazu – insbesondere für qualitative Forschungen – eine Identifikation der Schulen nötig. Dies ist gemäss den Bedingungen der Nutzungsvereinbarung der ÜGK-Erhebung aktuell nicht möglich.

6.3.1.4 Bildschirmzeitempfehlungen für Kinder unter 8 Jahren

Die frühe Kindheit ist zentral für die soziale, emotionale, kognitive und psychische Entwicklung von Kindern. Dies ist v. a. der Tatsache geschuldet, dass in dieser Entwicklungsphase Gehirnstrukturen angelegt und Fähigkeiten ausgebildet werden, die als Basis für jede weiterführende Entwicklung dienen (vgl. Bales,

61 Das zugehörige Regressionsmodell besagt, dass der Unterschied zwischen Schulen, in denen Schülerinnen und Schüler grundsätzlich keine digitalen Endgeräte brauchen, und Schulen, in denen alle Schülerinnen Schüler digitale Endgeräte täglich einsetzen, etwa 0,4 Standardabweichungen für Rechtschreibung und 0,2 Standardabweichungen für Lesen beträgt.

62 Eigenschaften der Schule finden sich nur begrenzt in den Public-Use-Daten der ÜGK-Erhebung 2017. Daher lässt sich nicht ausschliessen, dass nicht beobachtete Eigenschaften der Schule einen Teil der Abweichungen der einzelnen Schulen vom insgesamt beobachteten Trend erklären. Wird die Zusammensetzung der Schülerschaft in Bezug auf Migrationshintergrund und Wohlstand berücksichtigt, ergeben sich Darstellungen, die sich nur unwesentlich von derjenigen in Abbildung 50 unterscheiden.

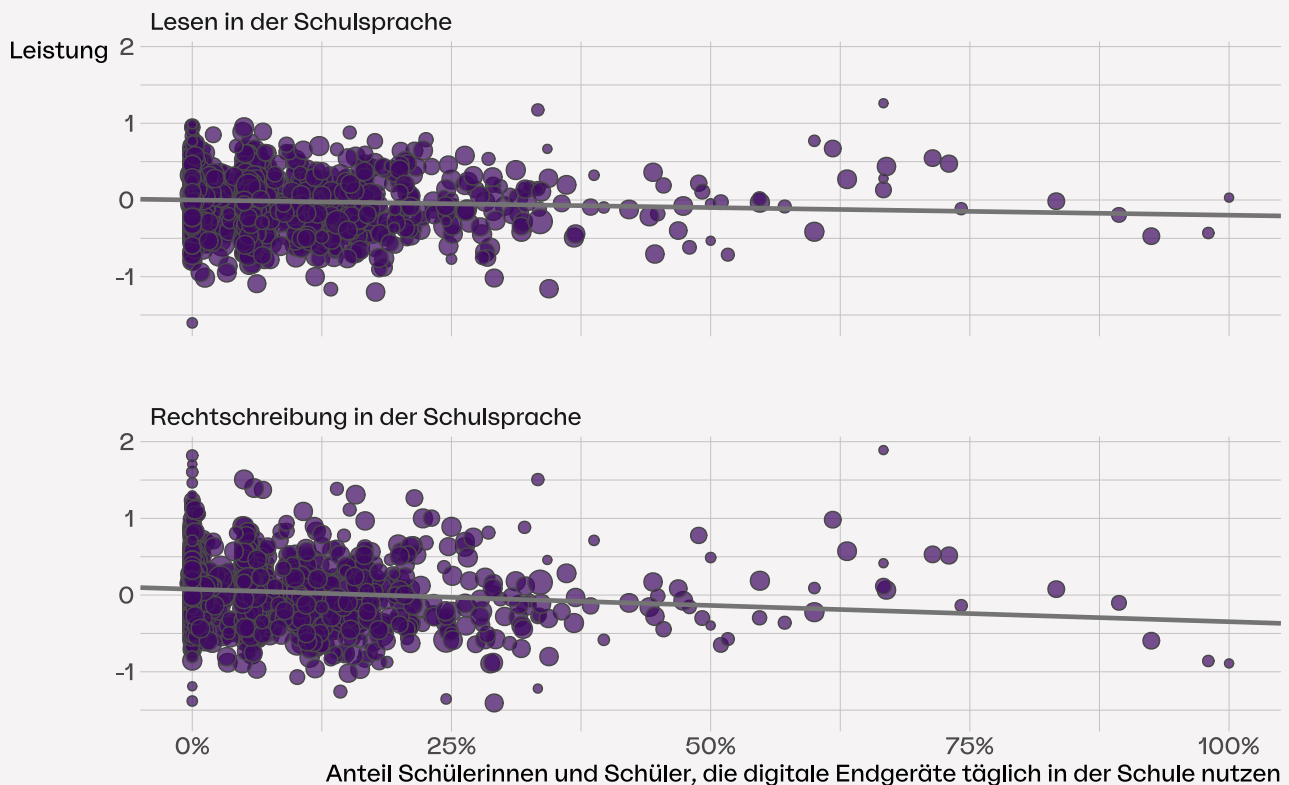


Abbildung 50: Akademische Leistungen in der Schulsprache und Nutzung digitaler Endgeräte auf Schulebene
 Anmerkungen: Eigene Berechnung auf Basis der ÜGK-Erhebung 2017. Die Schulsprache ist abhängig von der Sprachregion. Die Grösse der Punkte zeigt die Anzahl der befragten Schülerinnen und Schüler je Schule. Die graue Linie verdeutlicht den linearen Zusammenhang zwischen Anteil Schülerinnen und Schüler, die digitale Geräte nutzen, und durchschnittlichen, gewichteten Leistungen in der Schulsprache je Schule.

et al., 2007). Positive wie negative Einflüsse in der frühen Kindheit können daher erhebliche langfristige Konsequenzen für eine breite Palette an Lebensbereichen, einschliesslich der Gesundheit, der Lebenszufriedenheit oder der akademischen Leistungsfähigkeit nach sich ziehen.

Die zunehmende Nutzung digitaler Endgeräte und der wachsende Konsum digitaler Inhalte durch Kinder (vgl. Kapitel 4.1.4) werfen daher die Frage auf, welche Auswirkungen diese Nutzungsmuster langfristig haben. In vielen Ländern wurden aus diesem Grund Empfehlungen für den Umgang mit digitalen Inhalten und Geräten herausgegeben (vgl. Gottschalk, 2019). In der Schweiz beispielsweise gibt die nationale Plattform «Jugend und Medien» des Bundesamtes für Sozialversicherungen solche Empfehlungen heraus. Sie beinhalten allgemeine Verhaltenshinweise, wie die Tatsache, dass Medieninhalte sich nicht als Kinderbetreuungsersatz eignen oder dass die Zeit, die Kinder vor dem Bildschirm verbringen können in Rücksprache mit dem Kind und unter Berücksichtigung seines Entwicklungszustands limitiert wird (Jugend und Medien, 2020). Allerdings ist die Validität der Empfehlungen häufig schwierig einzuschätzen, da die Ergebnisse

der empirischen Literatur widersprüchlich und oft nicht kausal interpretierbar sind (vgl. Stiglic & Viner, 2019). Zudem fehlen, auch in der internationalen Literatur, bis heute Studien, die langfristige Effekte der Nutzung digitaler Ressourcen im frühen Kindesalter auf das spätere Leben quantifizieren (vgl. Gottschalk, 2019; Bavelier, Green, & Dye, 2010).

Kurz- und mittelfristige Effekte der Nutzung digitaler Medien auf junge Kinder scheinen weniger durch die Zeit, die vor dem Bildschirm verbracht wird bestimmt zu werden, als mehr durch die dabei gemachten Erfahrungen (z. B. die Konfrontation mit gewalttätigen Inhalten), die parallel dazu ausgeführten Aktivitäten (z. B. Naschen) und den Kontext der Nutzung (z. B. die Begleitung durch Eltern und Erziehungsberechtigte; Przybylski & Weinstein, 2017b). Entsprechend scheinen allgemeine Verhaltensempfehlungen, wie in der Schweiz vorgenommen, sinnvoller als die Definition fester Schwellenwerte, wie sie anderen Ländern teilweise vorherrscht (vgl. Marciano & Camerini, 2019; Gottschalk, 2019).

6.3.2 Effizienz

Eine Bewertung der Effizienz des Einsatzes digitaler Ressourcen auf Primarstufe ist im Rahmen dieses Berichts nicht möglich. Dazu fehlen zum einen valide Messungen des kausalen Effekts der Nutzung digitaler Ressourcen auf Unterrichtsqualität und Lernleistungen (vgl. Kapitel 6.3.1.3 und 7.3.1). Zum anderen liegen keine verlässlichen Informationen zu den finanziellen und materiellen Aufwendungen für diese Ressourcen vor (vgl. Kapitel 3.5.3), die zu gemessenen Effekten in Beziehung gesetzt werden könnten.

6.3.3 Equity

Aufgrund fehlender Informationen lassen sich Fragen der Equity für diese Stufe nur in sehr begrenztem Umfang beantworten. Insbesondere fehlen Daten und Untersuchungen zur Heterogenität der Effekte digitaler Ressourcen auf den Lernerfolg und die Entwicklung von Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Technologien. Aber auch in Bezug auf die Ausstattung der Schulen mit digitalen Endgeräten liegen keine verwertbaren Zahlen vor.

6.3.3.1 Entwicklung digitaler Kompetenzen und sozio-ökonomische Eigenschaften

Die Entwicklung digitaler Kompetenzen in der Primarschule verläuft in hohem Masse heterogen. Eine aktuelle Längsschnittuntersuchung aus den Niederlanden zeigt beispielsweise, dass Schülerinnen und Schüler im Laufe von drei Schuljahren zwar stetig kompetenter werden Informationen zu sammeln, zu erstellen, zu verändern und zu nutzen (Lazonder, et al., 2020). Allerdings entwickeln sich die Fertigkeiten einzelner Schülerinnen und Schüler nicht konstant, sondern verbessern sich sprunghaft mit erheblichen Zugewinnen in einem Jahr und minimalen Fortschritten im nächsten (oder umgekehrt). Zudem korrelieren Leistungen in verschiedenen Kompetenzbereichen nur schwach miteinander. D. h Kinder, die ihren Mitschülerinnen und Mitschülern beispielsweise bei der Suche von Informationen im Internet voraus sind, können bei der Bearbeitung von Textdokumenten oder der Erstellung von Präsentationen mittelmäßig sein. Die Verbesserung ihrer Fähigkeiten lässt sich anhand ihres tatsächlichen Leistungsniveaus nicht vorhersagen.

Die Ergebnisse der Studie legen auch nahe, dass die Entwicklung digitaler Kompetenzen weitgehend unabhängig vom Geschlecht und Migrationsstatus der Kinder erfolgt, und nur begrenzt mit dem sozio-ökonomischen Status der Eltern in Beziehung steht. Allerdings scheinen insbesondere die Suche nach Informationen und die sichere Nutzung des Internets bei Kindern aus Familien mit höherem sozio-ökonomischen Status ausgeprägter zu sein.

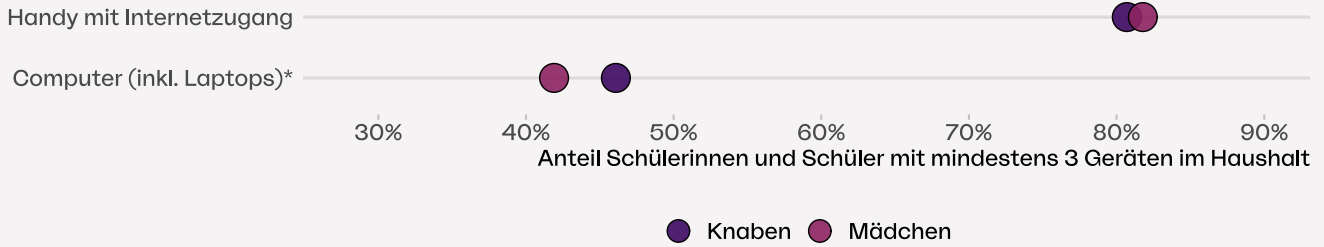
6.3.3.2 Private Ausstattung mit digitalen Endgeräten nach soziodemographischen Eigenschaften

Aussagen zum Zusammenhang zwischen der soziodemographischen Zusammensetzung einer Schule und ihrer Ausstattung mit digitalen Endgeräten sind auf Basis der vorhandenen Daten für die Primarstufe nicht möglich. Ergebnisse der Sekundarstufe I liefern allerdings keinen Hinweis auf einen systematischen Zusammenhang zwischen der Ausstattungssituation von Schulen und der sozio-ökonomischen Zusammensetzung der Schülerschaft (vgl. Kapitel 7.3.3.2).

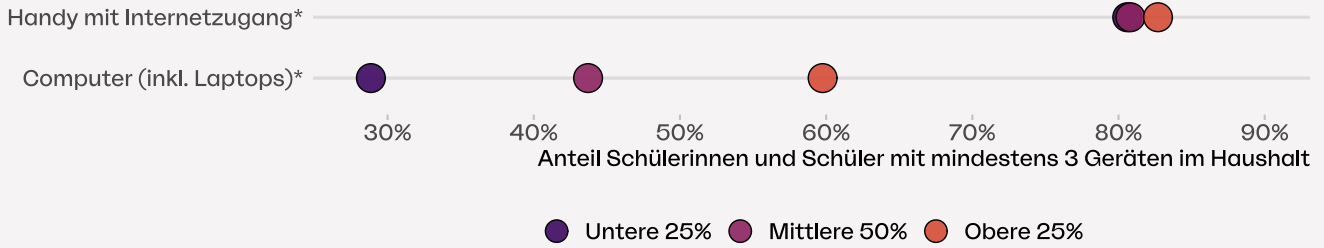
Im privaten Kontext bestehen dagegen deutliche Ausstattungsunterschiede zwischen Familien, in denen Primarschülerinnen und Primarschüler leben (vgl. Abbildung 51). Dies gilt insbesondere für Computer und Laptops. So stehen in 60 % der Haushalte aus dem oberen Viertel der Statusverteilung mindestens drei Computer oder Laptops zur Verfügung. Im unteren Viertel der Statusverteilung trifft dies nur auf etwa 20 % der Haushalte zu. Auch ist die Ausstattungsichte

mit Computern in Haushalten ohne Migrationshintergrund höher als in Haushalten, die sich aus Zugewanderten der ersten und zweiten Generation zusammensetzen. Allerdings erklären sich diese Unterschiede vollständig durch sozioökonomische Unterschiede zwischen Haushalten mit und ohne Migrationshintergrund. D. h Haushalte ohne Migrationshintergrund sind tendenziell wohlhabender und besitzen daher mehr Computer. Werden Wohlstandsdifferenzen berücksichtigt findet sich unter Haushalten mit Zugewanderten der ersten Generation sogar eine leicht höhere Ausstattung mit Computern. Eine hohe Ausstattung mit Computern im privaten Umfeld findet sich eher unter Primarschülerinnen und Primarschülern aus der Deutschschweiz. Unterschiede nach Geschlecht sind statistisch signifikant, aber klein (42 % der Schülerinnen leben in Haushalten mit mindestens drei Computern, unter den Schülern sind dies 46 %). Internetfähige Mobiltelefone scheinen dagegen unabhängig von der sozialen Zusammensetzung der Familie eine weite Verbreitung zu haben. Mindestens drei dieser Geräte stehen in 80 % der Haushalte zur Verfügung. Diese Ergebnisse ähneln den Befunden der MIKE-Studie (Waller, et al., 2019), die ebenfalls eine umfangreichere Verfügbarkeit von Mobiltelefonen in Haushalten mit 6- bis 13-jährigen Kindern dokumentiert und von deutlichen sozioökonomischen Gefällen in der Verfügbarkeit von Computern und Laptops berichtet.

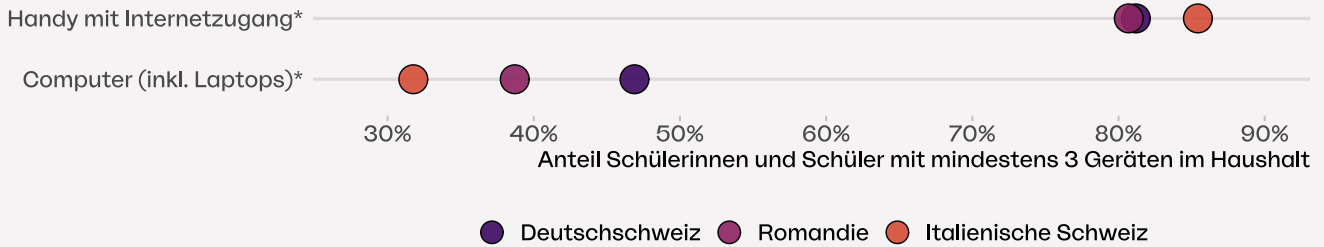
Ausstattungsunterschiede nach Geschlecht



Ausstattungsunterschiede nach sozioökonomischem Status



Ausstattungsunterschiede nach Sprachregion



Ausstattungsunterschiede nach Migrationshintergrund

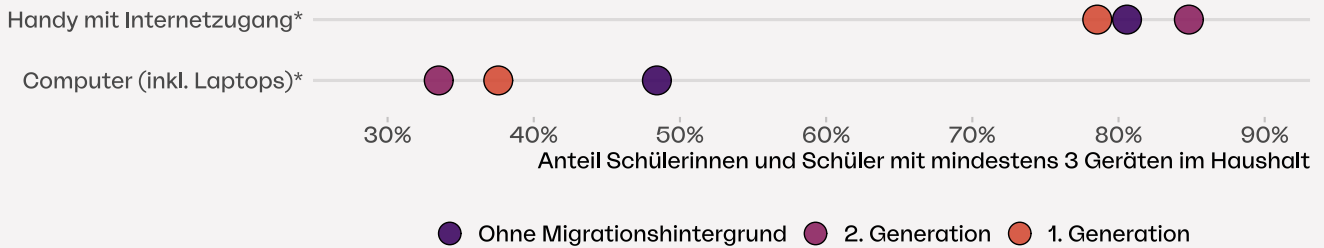


Abbildung 51: Private Ausstattung mit digitalen Endgeräten nach sozio-demographischen Merkmalen

Anmerkungen: Eigene Berechnungen auf Basis der ÜGK-Erhebung 2017. Punkte zeigen den durchschnittlichen Anteil der Haushalte, die über mindestens drei Endgeräte verfügen. Mit einem * gekennzeichnete Bezeichnungen besagen, dass die Unterschiede zwischen der Gruppe mit dem höchsten Anteil an Haushalten und der Gruppe mit dem geringsten Anteil statistisch signifikant ist ($p \leq 0.05$). Unterschiede basieren auf gewichteten Häufigkeitsauszählungen. Sozialer Status ist ein Kombinationsmass, das den höchsten Bildungsabschluss und den höchsten beruflichen Status (gemäss International Socio-Economic Index of Occupational Status) der Eltern sowie die Anzahl der Bücher im Haushalt kombiniert (vgl. Pham, et al., 2019b).

Lesebeispiel: 47% der Primarschülerinnen und Primarschüler in der Deutschschweiz leben in Haushalten, in denen mindestens drei Computer oder Laptops zur Verfügung stehen. In der italienischen Schweiz trifft dies lediglich auf 32% der Schülerinnen und Schüler der Primarstufe zu.

7 Sekundarstufe I

7.1	Digitalisierung beschreiben: Nutzung digitaler Ressourcen für Lehren und Lernen	170
7.2	Digitalisierung erklären: Vorbedingungen für die Nutzung digitaler Ressourcen	183
7.3	Digitalisierung bewerten: Effektivität, Effizienz und Equity	196

Im Vergleich zu anderen Schulstufen stehen auf Ebene der Sekundarstufe I relativ umfangreiche Informationen zur Nutzung digitaler Ressourcen für Lehren und Lernen zur Verfügung. Dies ist vor allem den bestehenden nationalen und internationalen Leistungsvergleichsstudien geschuldet, deren Zielgruppe oft auf dieser Schulstufe angesiedelt ist. Im Vergleich zu den übrigen Schulstufen, lassen sich daher für die Sekundarstufe I relativ detaillierte Aussagen zur Ausstattung mit digitalen Ressourcen und deren Nutzung für Lehren und Lernen treffen. Allerdings besteht auch hier ein Mangel an aussagekräftigen Untersuchungen zum Effekt dieser Nutzungen auf den Aufbau medienspezifischer Kompetenzen, sowie Leistungen in weiteren schulischen Kompetenzbereichen wie Mathematik oder Naturwissenschaften.

7.1 Digitalisierung beschreiben: Nutzung digitaler Ressourcen für Lehren und Lernen

7.1.1 Nutzung digitaler Ressourcen für Lehren und Lernen nimmt zu

Die Bedeutung digitaler Ressourcen für Lehren und Lernen ist in den vergangenen Jahren auf Sekundarstufe I gewachsen. Digitale Ressourcen werden heute in der Tendenz häufiger für eine Reihe schulbezogener Aktivitäten eingesetzt als noch vor 10 Jahren (Abbildung 52). Dies trifft insbesondere auf die Nutzung dieser Ressourcen als Kommunikationsinstrument zu (z. B. Chat und E-Mail). Im Rahmen der PISA- Erhebung 2018 gaben 39 % aller Schülerinnen und Schüler in der Schweiz an Chatprogramme mindestens einmal wöchentlich in der Schule zu verwenden. Im Jahr 2009 traf dies auf nur 10 % zu. Auch als Möglichkeit neue Informationsquellen zu erschliessen (z. B. für Schulaufgaben im Internet surfen oder von der Webseite der Schule etwas herunterladen bzw. diese Webseite durchsuchen), haben diese Technologien an Bedeutung gewonnen. In jüngster Zeit lässt sich zudem beobachten, dass digitale Ressourcen vermehrt als Instrument zum Üben und Wiederholen von Fachwissen verwendet werden. So nutzten 2018 knapp ein Drittel aller Schülerinnen und Schüler in der Schweiz digitale Ressourcen mindestens einmal wöchentlich zum Üben (z. B. für Fremdsprachen oder Mathematik). Dies sind 9 % mehr als in der Erhebung von 2015. Auch die Nutzung von Simulationsprogrammen hat sich zwischen den Erhebungen 2015 und 2018 deutlich ausgeweitet, wenn auch auf niedrigem Niveau (von 11 % im Jahr 2015 auf 15 % im Jahr 2018). Für die Nutzung digitaler Ressourcen im Rahmen anderer Aktivitäten, wie beispielsweise Gruppenarbeiten oder für die Kollaboration mit anderen Schülerinnen und Schülern, weisen die Zahlen der PISA-Erhebungen nur geringe Veränderungen über die Zeit auf. Allgemein lässt sich

beobachten, dass die Verwendung digitaler Ressourcen in den vergangenen Jahren in der Schweiz weniger stark gewachsen ist als in den übrigen OECD-Ländern.

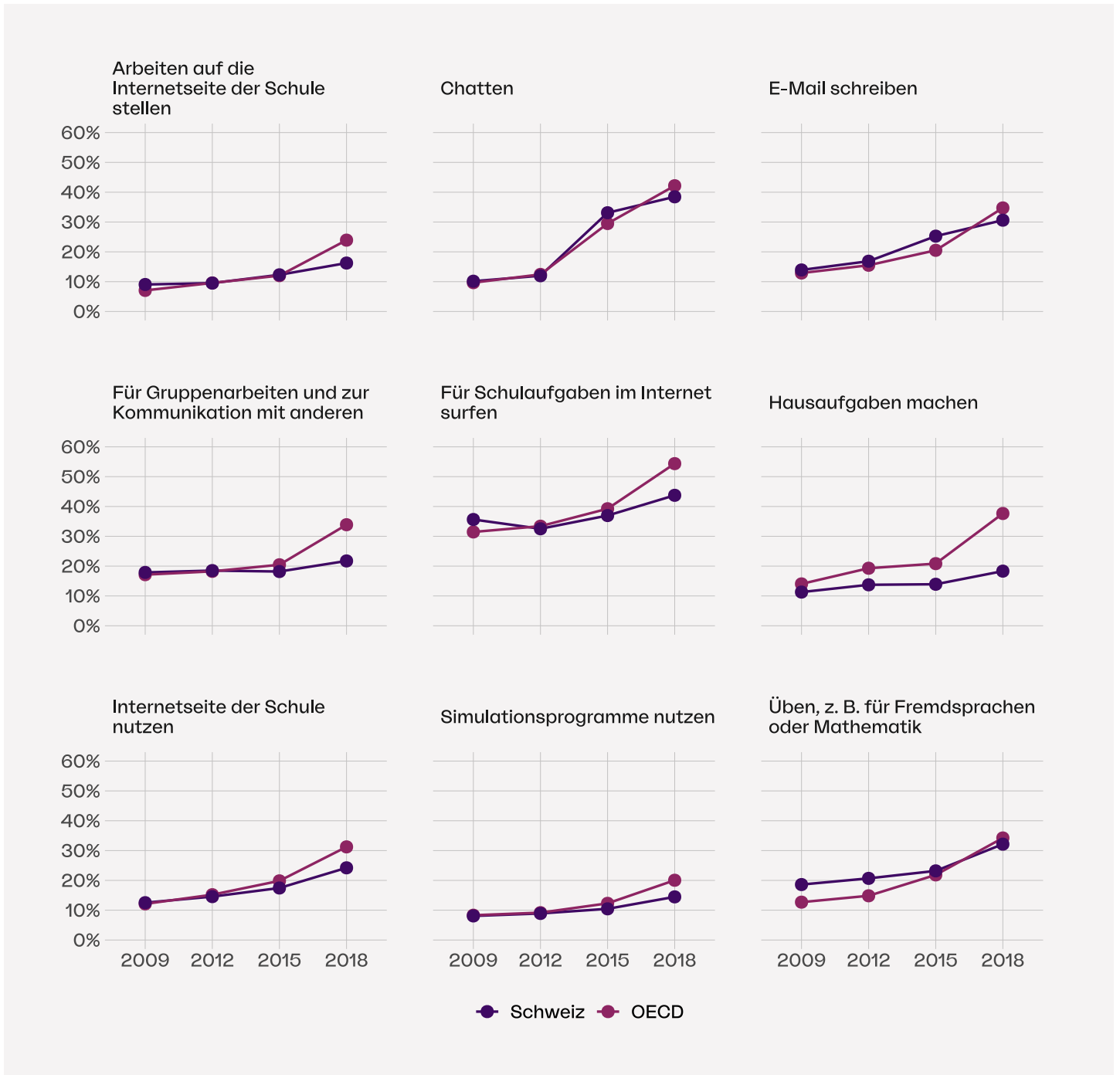


Abbildung 52: Veränderung der Nutzungshäufigkeit digitaler Endgeräte für schulbezogene Aktivitäten in der Schule, 2009 bis 2018

Anmerkungen: Eigene Berechnungen auf Basis der Schweizer Teilstichproben der PISA-Erhebungen 2009 bis 2018. Die Kurven bilden jeweils den Anteil der Schülerinnen und Schüler ab, die angeben, Aktivitäten in der Schule mindestens einmal pro Woche durchzuführen. Schulen mit 10 Lernenden oder weniger in der Zielklasse der PISA-Erhebung wurden nicht berücksichtigt (vgl. (OECD, 2020).

Aus den PISA-Daten geht auch hervor, dass die schulbezogene Nutzung des Internets an Bedeutung gewonnen hat (Abbildung 53). Zwischen 2012 und 2018 hat sich beispielsweise die Zahl der Schülerinnen und Schüler, die das Internet an einem normalen Wochentag gar nicht für schulbezogene Zwecke nutzen fast halbiert. Dagegen lassen sich deutliche Zunahmen bei mittleren (über 30 Minuten) und langen Nutzungsdauern (über 2 Stunden) feststellen. Dies deutet darauf hin, dass das Internet insbesondere als Informationsquelle eine zunehmende Verbreitung in den Schulen der Schweiz erfährt. Die Zahlen weisen auch darauf hin, dass über die Hälfte aller Schülerinnen und Schüler in der Schweiz das Internet an einem gewöhnlichen Schultag weniger als 30 Minuten für schulbezogene Aufgaben verwendet.

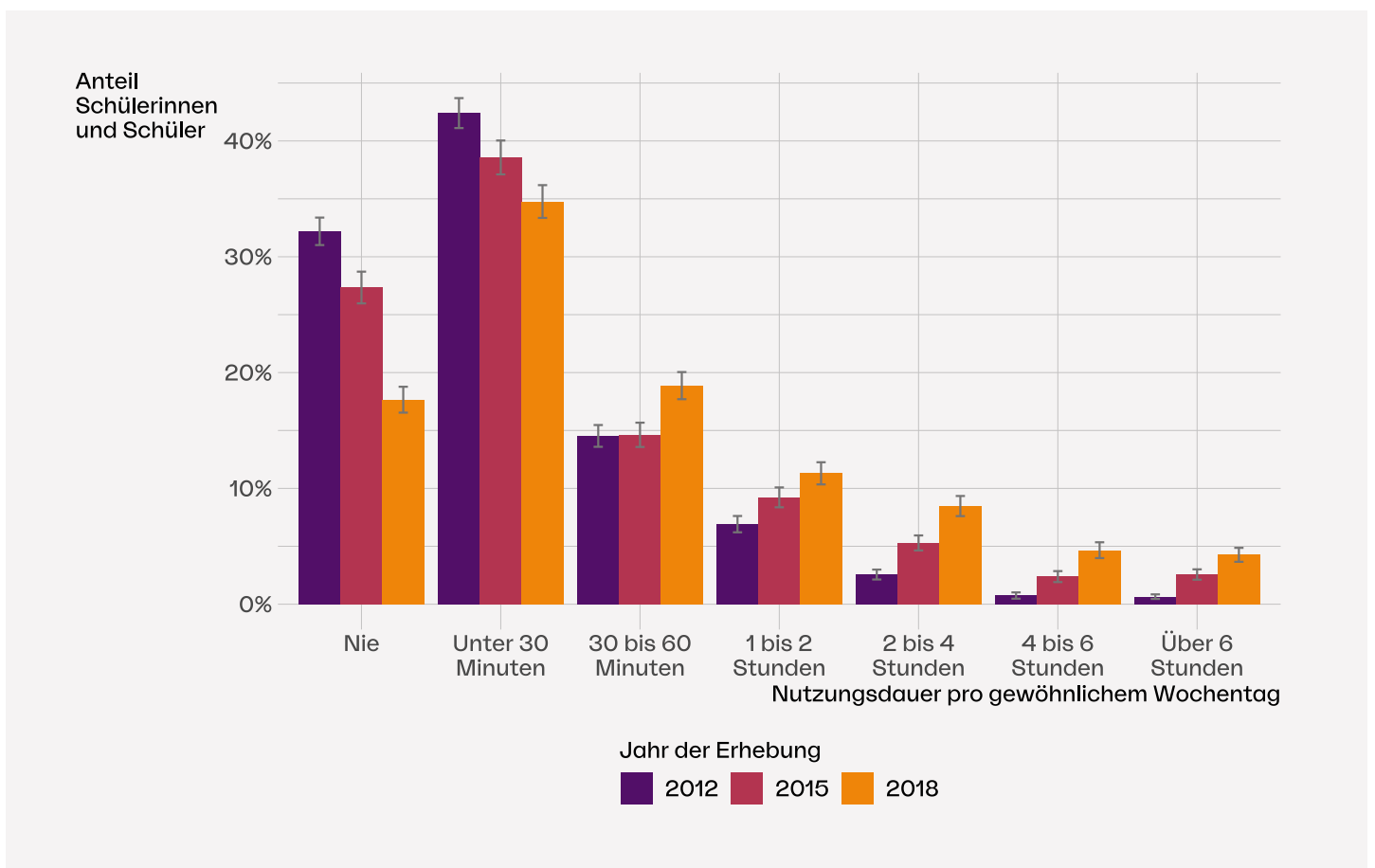


Abbildung 53: Veränderung der Internetnutzungsdauer in der Schule, 2012 bis 2018

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Schweizer Teilstichproben der PISA-Erhebungen 2012, 2015 und 2018. Schulen mit 10 Lernenden oder weniger in der Zielklasse der PISA-Erhebung wurden nicht berücksichtigt (vgl. OECD, 2020).

Die Nutzung digitaler Geräte für den fachspezifischen Unterricht ist bis anhin ebenfalls eher gering (linke Balken, Abbildung 54). Mehr als die Hälfte der Schülerinnen und Schüler in der Schweiz geben an, niemals digitale Geräte im Fachunterricht in einem der neun bei PISA 2018 abgefragten Fächer oder Fachbereichen zu nutzen. Am häufigsten kommen digitale Geräte im Sprachenunterricht zum Einsatz. Selten dagegen im Musikunterricht, in Darstellender Kunst, oder in Sport. Aber auch in Mathematik und Naturwissenschaften werden digitale Geräte nur von einer kleinen Minderheit der Schülerinnen und Schüler in grösserem Umfang eingesetzt. 5 % der Schülerinnen und Schüler nutzen digitale Geräte mehr als 60 Minuten pro Woche im Mathematikunterricht. Im Unterricht in Naturwissenschaften (Physik, Chemie, Biologie etc.) sind dies knapp 6 %.



Abbildung 54: Wöchentliche Nutzungsdauer digitaler Geräte im Unterricht und ausserhalb des Unterrichts nach Fachbereich

Anmerkungen: Eigene Berechnungen auf Basis der Schweizer Teilstichproben der PISA-Erhebung 2018. Antworten auf die Fragen (a) «Wie viel Zeit verbringst du in einer normalen Schulwoche damit, digitale Geräte während des Unterrichts für folgende Schulfächer zu benutzen?» (linke Balken) und (b) «Wie viel Zeit verbringst du in einer normalen Schulwoche damit, digitale Geräte ausserhalb des Unterrichts für folgende Schulfächer zu benutzen (egal ob zu Hause oder in der Schule)?» (rechte Balken). Es wurden nur diejenigen Schülerinnen und Schüler berücksichtigt, die angeben, dass Fach auch zu belegen. Die Reihung der Fächer erfolgt auf Basis des Anteils der Schülerinnen und Schüler, die angeben digitale Ressourcen nie im Unterricht zu verwenden.

Ausserhalb der eigentlichen Unterrichtsstunden werden digitale Ressourcen häufiger verwendet (rechte Balken, Abbildung 54), wenn auch nur geringfügig. Allerdings ist nicht bekannt zu welchem Zweck die Geräte ausserhalb des Unterrichts genutzt werden. So ist einerseits denkbar, dass sie für die Repetition oder Vertiefung der Inhalte des Fachunterrichts genutzt werden. Andererseits ist nicht auszuschliessen, dass sie (auch) zur Suche nach vorgefertigten Lösungen für Hausaufgaben im Internet dienen. Schliesslich ist den Daten nicht zu entnehmen, ob die Nutzung auf Eigeninitiative der Schülerinnen und Schüler beruht oder auf Auftrag der Lehrperson erfolgt.

7.1.2 Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht: Ein Röstigraben

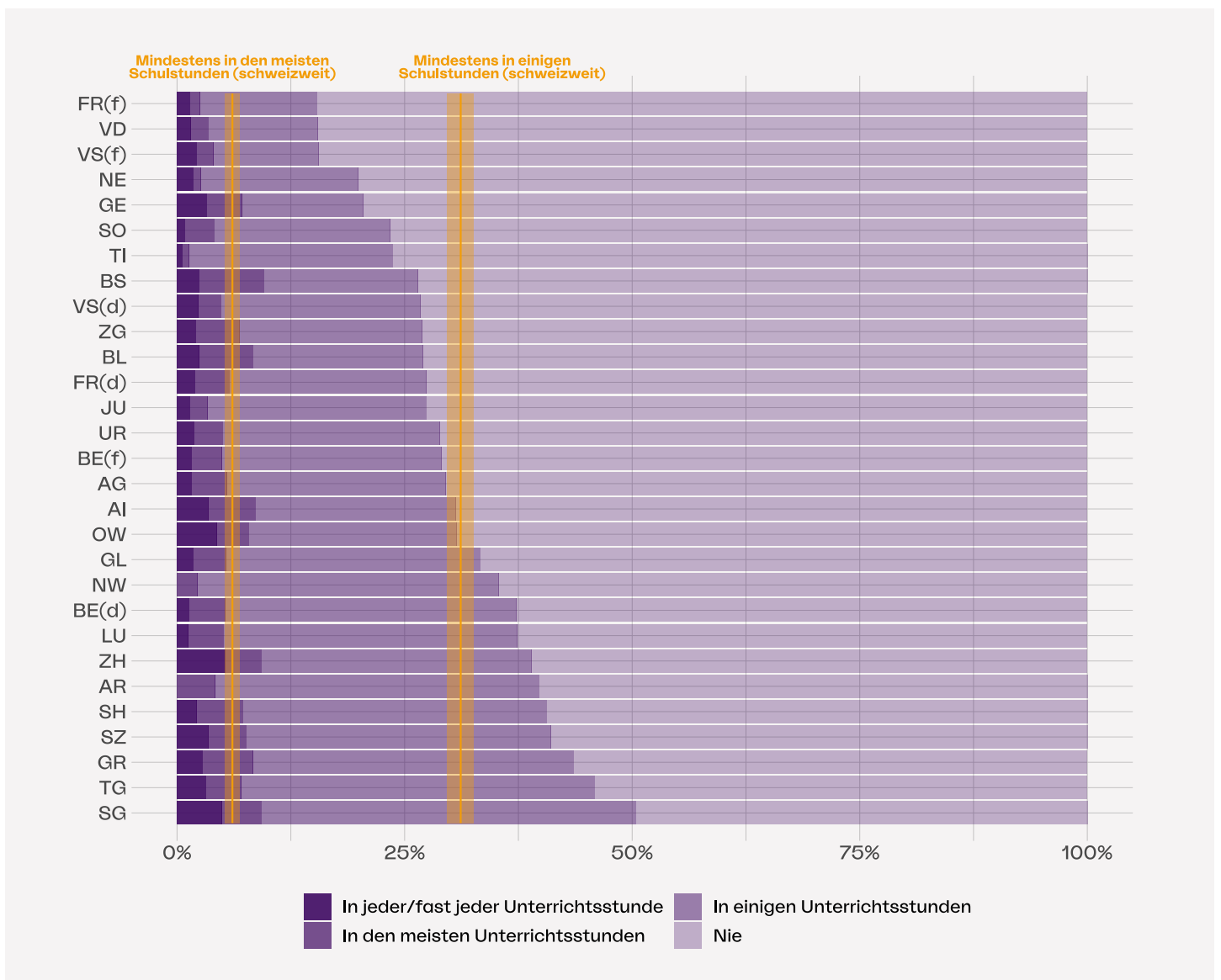


Abbildung 55: Nutzungshäufigkeit digitaler Endgeräte in Mathematik nach Kanton bzw. Kantonsteil

Anmerkungen: Eigene Berechnungen auf Basis der Mathematik-Teilstichprobe der ÜGK-Erhebung 2016. Antwortverteilung auf die Frage: «Wie häufig nutzt du während des Unterrichts einen Computer (oder ein Notebook, Tablet, Smartphone) in den folgenden Fächern oder Fachbereichen?: Mathematik». Auswertung nach Kanton (Balken). Nationaler Anteil der Schülerinnen und Schüler, die angeben Computer mindestens gelegentlich (d.h. öfter als nie) für den Mathematikunterricht zu nutzen (gelbe vertikale Linie, rechts) bzw. die angeben Computer in den meisten oder in jeder/fast jeder Unterrichtsstunde zu nutzen (gelbe vertikale Linie, links). Liniendicke zeigt das 95% Vertrauensintervall. Sortiert nach Anteil der Schülerinnen und Schüler, die Computer nie für den Unterricht in der Schulsprache einsetzen.

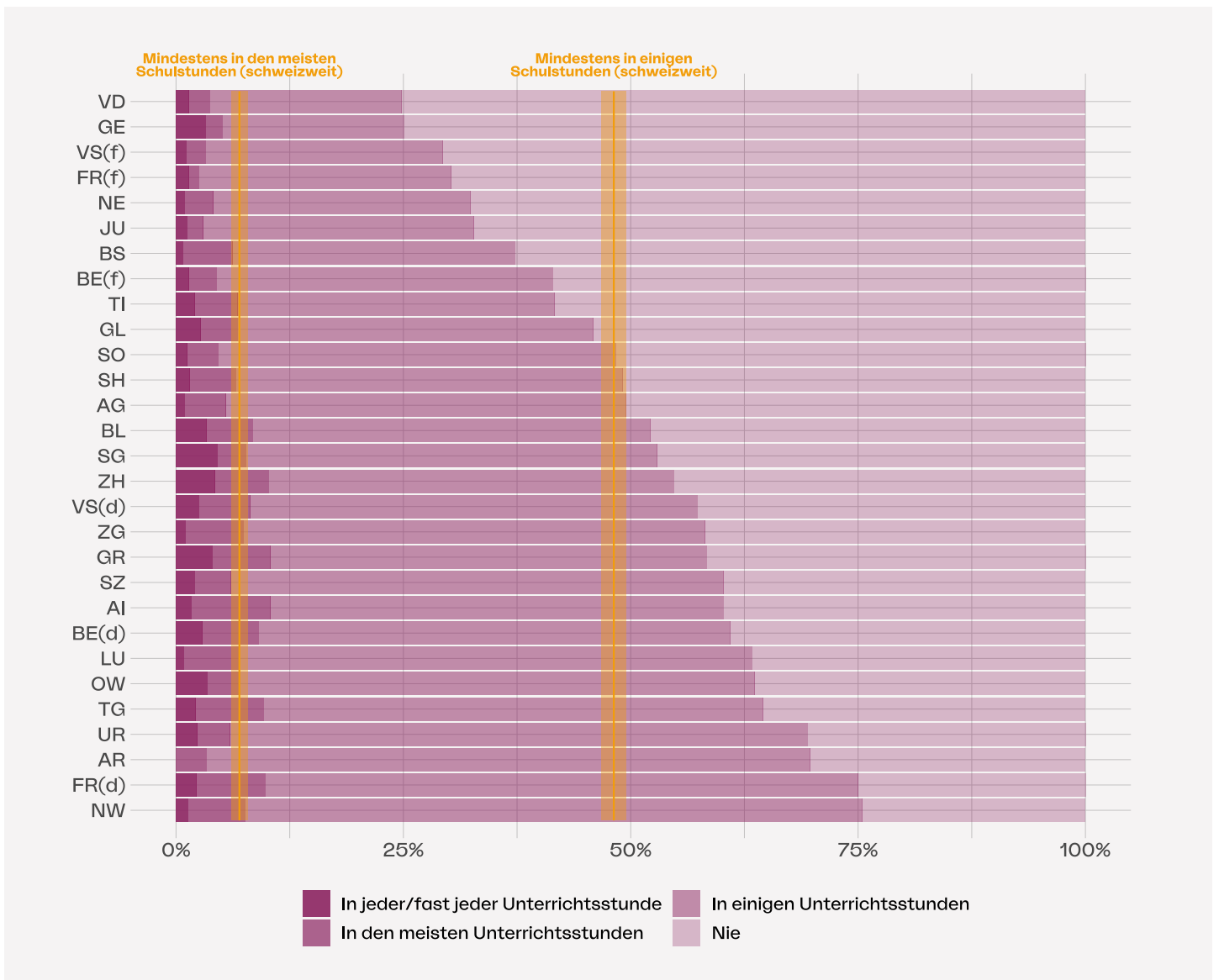


Abbildung 56: Nutzungshäufigkeit digitaler Endgeräte in der Schulsprache nach Kanton bzw. Kantonsteil

Anmerkungen: Eigene Berechnungen auf Basis der Mathematik-Teilstichprobe der ÜGK-Erhebung 2016. Antwortverteilung auf die Frage: «Wie häufig nutzt du während des Unterrichts einen Computer (oder ein Notebook, Tablet, Smartphone) in den folgenden Fächern oder Fachbereichen?: Unterrichtssprache». Die Unterrichtssprache unterscheidet sich nach Sprachregion. Auswertung nach Kanton (Balken). Nationaler Anteil der Schülerinnen und Schüler, die angeben Computer mindestens gelegentlich (d.h. öfter als nie) für die Unterrichtssprache zu nutzen (gelbe vertikale Linie, rechts) bzw. die angeben Computer in den meisten oder in jeder/fast jeder Unterrichtsstunde zu nutzen (gelbe vertikale Linie, links). Liniendicke zeigt das 95% Vertrauensintervall. Sortiert nach Anteil der Schülerinnen und Schüler, die Computer nie für den Unterricht in der Schulsprache einsetzen.

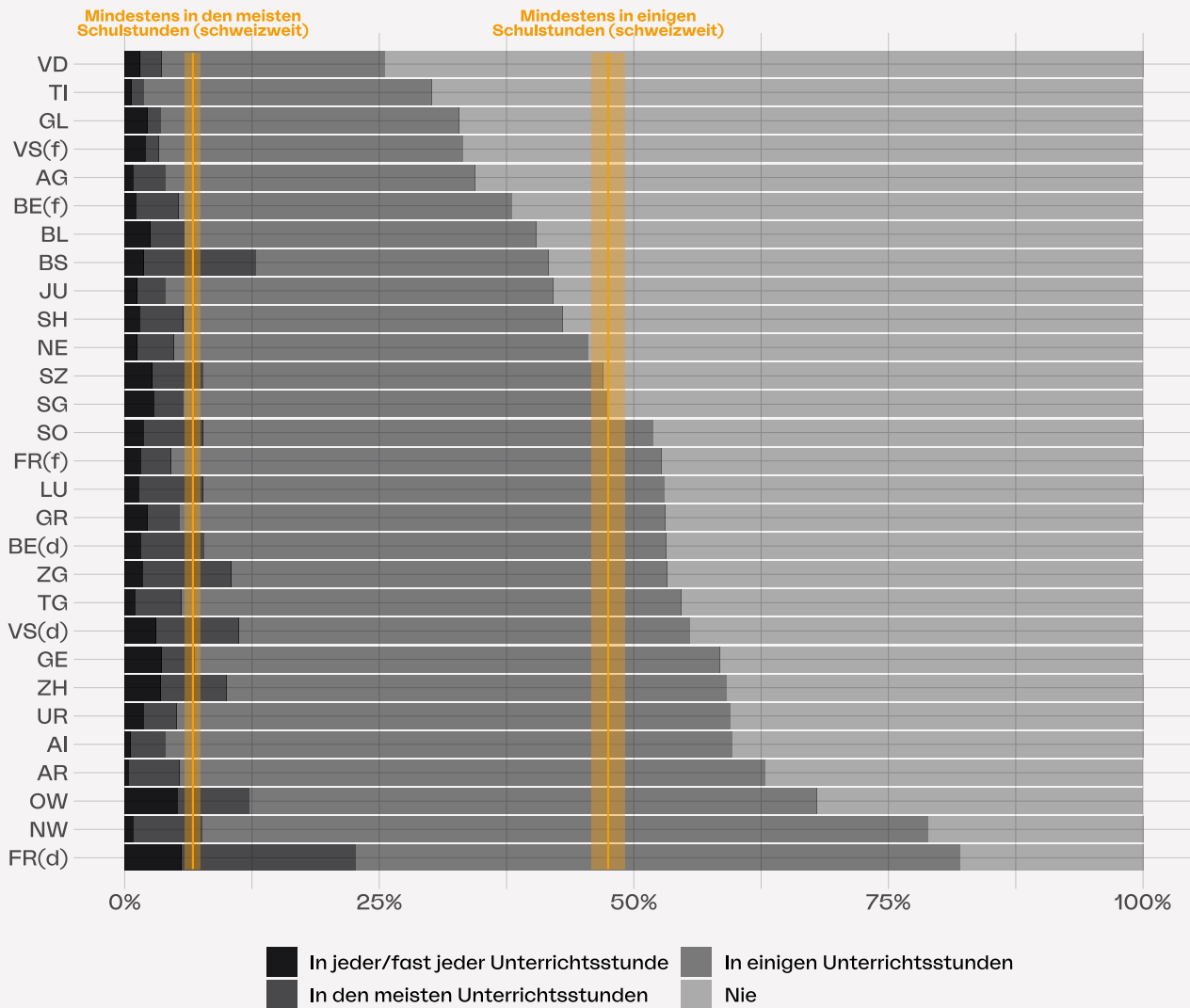


Abbildung 57: Nutzungshäufigkeit digitaler Endgeräte im Fremdsprachenunterricht nach Kanton bzw. Kantonsteil
 Anmerkungen: Eigene Berechnungen auf Basis der Mathematik-Teilstichprobe der ÜGK-Erhebung 2016. Antwortverteilung auf die Frage: «Wie häufig nutzt du während des Unterrichts einen Computer (oder ein Notebook, Tablet, Smartphone) in den folgenden Fächern oder Fachbereichen?: Fremdsprachen». Fremdsprachen können sich nach Kanton, Gemeinde und Schule unterscheiden. Auswertung nach Kanton (Balken). Nationaler Anteil der Schülerinnen und Schüler, die angeben Computer mindestens gelegentlich (d. h. öfter als nie) für den Fremdsprachenunterricht zu nutzen (gelbe vertikale Linie, rechts) bzw. die angeben Computer in den meisten oder in jeder/fast jeder Unterrichtsstunde zu nutzen (gelbe vertikale Linie, links). Liniendicke zeigt das 95 % Vertrauensintervall. Sortiert nach Anteil der Schülerinnen und Schüler, die Computer nie für den Unterricht in der Schulsprache einsetzen.

Auch aus den Ergebnissen der Erhebung zur Überprüfung des Erreichens der Grundkompetenzen (ÜGK) aus dem Jahr 2016 ergibt sich, auf die gesamte Schweiz gesehen, ein ähnliches Bild. Mehr als die Hälfte der Schülerinnen und Schüler nutzen digitale Endgeräte nie in Mathematik (Abbildung 55), Unterrichtssprache (Abbildung 56) oder Fremdsprachen (Abbildung 57). Der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die angeben digitale Geräte niemals im Unterricht einzusetzen reicht von 52 % für den Unterricht der Schulsprache bis zu 69 % für Mathematik. Die Werte sind annähernd identisch mit denjenigen der PISA-Erhebung 2018 für dieselben Fachbereiche.

In jeder bzw. fast jeder Unterrichtsstunde werden digitale Endgeräte schweizweit von einem sehr kleinen Anteil der Schülerinnen und Schüler genutzt (etwa 2,5 % über alle Fächer). Werte in den Kantonen variieren je Fachbereich zwischen 0 % und etwa 5,5 %. Allerdings unterscheiden sich diese Werte aufgrund der relativ grossen Stichprobenfehler in der Regel statistisch nicht signifikant vom Gesamtschweizer Anteil. Dies spricht dafür, dass die vereinzelt zu beobachteten hohen Nutzungsintensitäten primär auf die Priorisierung dieser Ressourcen durch einzelne Gemeinden, Schulen oder Lehrpersonen zurückzuführen sind. Die Bedeutung die diesen Akteuren im Detail zukommt, lässt auf Basis der gegebenen Daten nicht isolieren. Allerdings lässt sich beobachten, dass Nutzungshäufigkeiten über die einzelnen Fachbereiche positiv korrelieren. D. h. Schülerinnen und Schüler, die von einer höheren Nutzungshäufigkeit in Mathematik berichten, berichten in der Tendenz auch von einer höheren Nutzungshäufigkeit in Fremdsprachen oder im Unterricht der Schulsprache. Dieser Zusammenhang ist robust. Er ist weitgehend unabhängig von Einflussfaktoren auf Ebene des Kantons und der Schule.⁶³ Dies lässt vermuten, dass intensive Nutzungen auf einzelne Lehrpersonen oder Gruppen von Lehrpersonen zurückgehen. Es findet sich aber kein Hinweis darauf, dass diese Lehrpersonen in einzelnen Kantonen konzentriert auftreten.

Während sich in Bezug auf den Anteil der Schülerinnen und Schüler, die digitale Geräte besonders häufig einsetzen kaum Unterschiede zwischen den Kantonen erkennbar sind, treten für weniger häufige Einsätze deutlichere Unterschiede zwischen den Kantonen zu Tage. Dabei fällt auf, dass in den Kantonen der lateinischen Schweiz überdurchschnittlich viele Schülerinnen und Schüler angeben, digitale Endgeräte niemals während des Unterrichts zu nutzen. Vor allem im schul- und fremdsprachlichen Unterricht aber auch in Mathematik sind diese Unterschiede zwischen der deutschsprachigen und der lateinischen Schweiz deutlich ausgeprägt. Sie betreffen auch die sprachregionalen Teile der zweisprachigen Kantone Bern, Wallis und Freiburg. Beispielsweise, geben knapp 70 % der befragten französischsprachigen Schülerinnen und Schüler des Kantons Freiburg an digitale Endgeräte nie im Französischunterricht zu verwenden. Demgegenüber berichtet nur etwa ein Viertel der deutschsprachigen Lernenden desselben Kantons digitale Endgeräte niemals im Deutschunterricht zu verwenden (Abbildung 56).

63 Schülerinnen und Schüler lassen sich je Fach in eine Gruppe mit intensiver Nutzung (in jeder/fast jeder Unterrichtsstunde oder in den meisten Stunden) und geringer Nutzungshäufigkeit (in einigen Stunden oder nie) einteilen. Wird der Zusammenhang zwischen der Zugehörigkeit zur Gruppe mit intensiver Nutzung in den beiden Fächern mittels linearer oder nicht-linearer Wahrscheinlichkeitsmodelle geschätzt (siehe u. a. (Greene, 2002), ändert sich der bedingte Korrelationskoeffizient nicht (signifikant) wenn für jeden Kanton und jede Schule eine zusätzliche Kontrollvariable eingeführt wird.

Auch die Daten der PISA-Erhebung von 2018 lassen für die Schweiz sprachregionale Unterschiede in der Nutzung digitaler Endgeräte durch Schülerinnen und Schüler während des Unterrichts vermuten (Abbildung 58). So berichtet, über die verschiedenen Sprachversionen des ICT-Fragebogens hinweg, zwar ein vergleichbarer Anteil der Schülerinnen und Schüler, dass im letzten Monat kein digitales Gerät im Fachunterricht eingesetzt wurde.⁶⁴ Doch im Vergleich zu ihren deutschsprachigen Mitschülerinnen und Mitschülern berichtet ein deutlich grösserer Anteil der französischsprachigen Schülerinnen und Schüler, dass wenn digitale Geräte eingesetzt wurden, diese ausschliesslich durch die Lehrperson genutzt wurden. Einschränkend muss darauf hingewiesen werden, dass die Stichprobe der PISA-Erhebung in der Schweiz nicht so gezogen wurde, dass sie valide Rückschlüsse auf Ebene der Sprachregionen erlauben. Trotzdem sind die Ergebnisse ein Indiz dafür, dass in der ÜGK 2016 identifizierte sprachregionale Unterschiede in der Nutzung digitaler Endgeräte durch Schülerinnen und Schüler im Unterricht kein statistisches Artefakt darstellen.

64 Etwa jede/r vierte Befragte gibt dies für Schulsprache und Fremdsprachen an. Etwa jede/r dritte Befragte für den Mathematikunterricht.

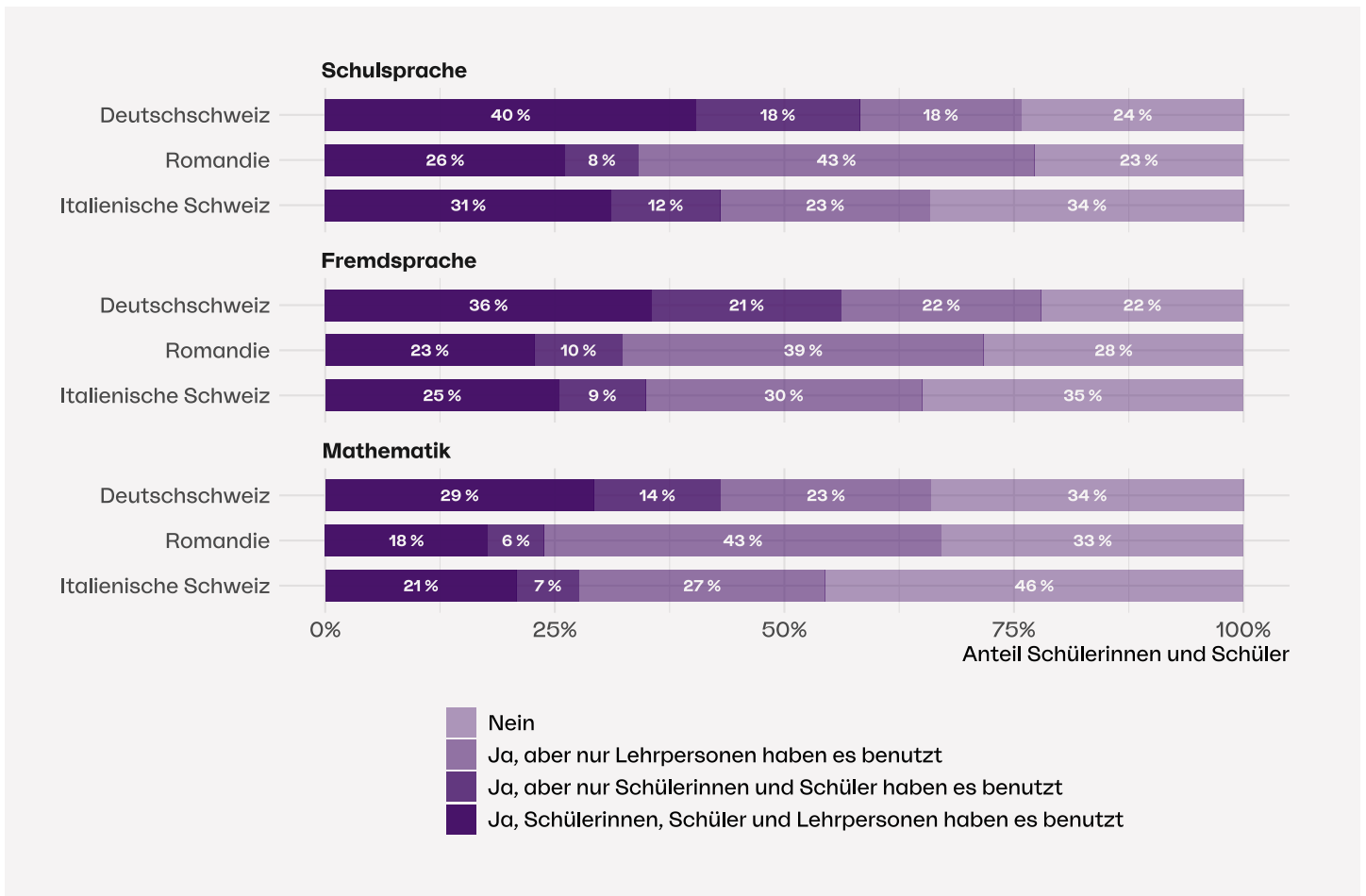


Abbildung 58: Nutzung von digitalen Geräten im Unterricht nach Rolle, Fachbereich und Fragebogensprache
 Anmerkungen: Eigene Berechnungen auf Basis der Schweizer Teilstichprobe der PISA-Erhebung 2018. Antworten auf die Frage «Wurde im letzten Monat in den folgenden Schulfächern ein digitales Gerät zum Lernen oder Unterrichten benutzt?». Schul- und Fremdsprachen unterscheiden sich nach Gemeinde, Kanton und Sprachregion. Da die PISA-Erhebung 2018 keine Rückschlüsse auf die Population der 15-jährigen in den Sprachregionen erlaubt, sind hier nicht gewichtete Anteile dargestellt.

Eine Reihe von Erklärungen für dieses Phänomen sind denkbar. Zum einen ist es möglich, dass die Ausstattung mit passender Hardware nicht in allen Kantonen oder Sprachregionen in gleicher Weise gegeben ist (siehe Abbildung 81). Die vergleichsweise deutliche sprachregionale Aufteilung, die sich auch innerhalb der zweisprachigen Kantone beobachten lässt, spricht zudem dafür, dass Unterschiede in sprachregionalen Lehrplänen zumindest teilweise für die beobachtbaren Unterschiede verantwortlich sind (vgl. Kapitel 4.4.4).⁶⁵ Schliesslich, ist nicht auszuschliessen, dass sprachregionale Unterschiede in pädagogischen Ansätzen und Vorstellungen von Lehrpersonen in den beobachteten Nutzungsmustern zum Ausdruck kommen. Lehrerzentrierte pädagogische Ansätze scheinen in der lateinischen Schweiz verbreiteter zu sein als in der Deutschschweiz (Waldis, et al., 2010; Pauli & Reusser, 2011). Diese Muster können zudem durch weitere

⁶⁵ Allerdings ist nicht davon auszugehen, dass die beobachteten Unterschiede auf Abweichungen zwischen dem Lehrplan 21 und dem Plan d'études romand bzw. dem Piano di Studio zurückzuführen sind. Daten der ÜGK-Erhebung stammen aus dem Jahr 2016. Zu diesem Zeitpunkt hatte die Einführung des Lehrplans 21 erst in einem Kanton begonnen und war in keinem Kanton abgeschlossen.

strukturelle Unterschiede verstärkt werden. So weisen Schulen der Sekundarstufe I in Deutschschweizer Kantonen tendenziell geringere Klassengrößen auf (SKBF, 2018, S. 94), was die Anwendung schüler-zentrierter Unterrichtsformen erleichtert (Prosser & Trigwell, 1997; Lund & Stains, 2015). In der Tat besteht auf kantonaler Ebene ein positiver Zusammenhang zwischen der durchschnittlichen Anzahl der Schülerinnen und Schüler pro Klasse und dem Anteil der Lernenden, die berichten digitale Ressourcen niemals im Unterricht zu verwenden (Abbildung 59). Dies bedeutet jedoch nicht, dass die abgebildete Beziehung notwendig kausal ist. Zudem ist die Beziehung zu schwach, um die interkantonale Varianz in der Nichtnutzung digitaler Ressourcen hinreichend zu erklären. In welchem Umfang strukturelle, pädagogische und kulturelle Unterschiede, die beobachtbaren kantonalen Differenzen in der Nutzungshäufigkeit digitaler Geräte tatsächlich erklären, ist auf Basis der bestehenden Datenbestände nicht valide einschätzbar. Es muss betont werden, dass die Daten für diese Analysen aus dem Jahr 2016 (ÜGK) und 2018 (PISA) stammen. Seither eingetretene Änderungen können aufgrund fehlender Daten nicht berücksichtigt werden.

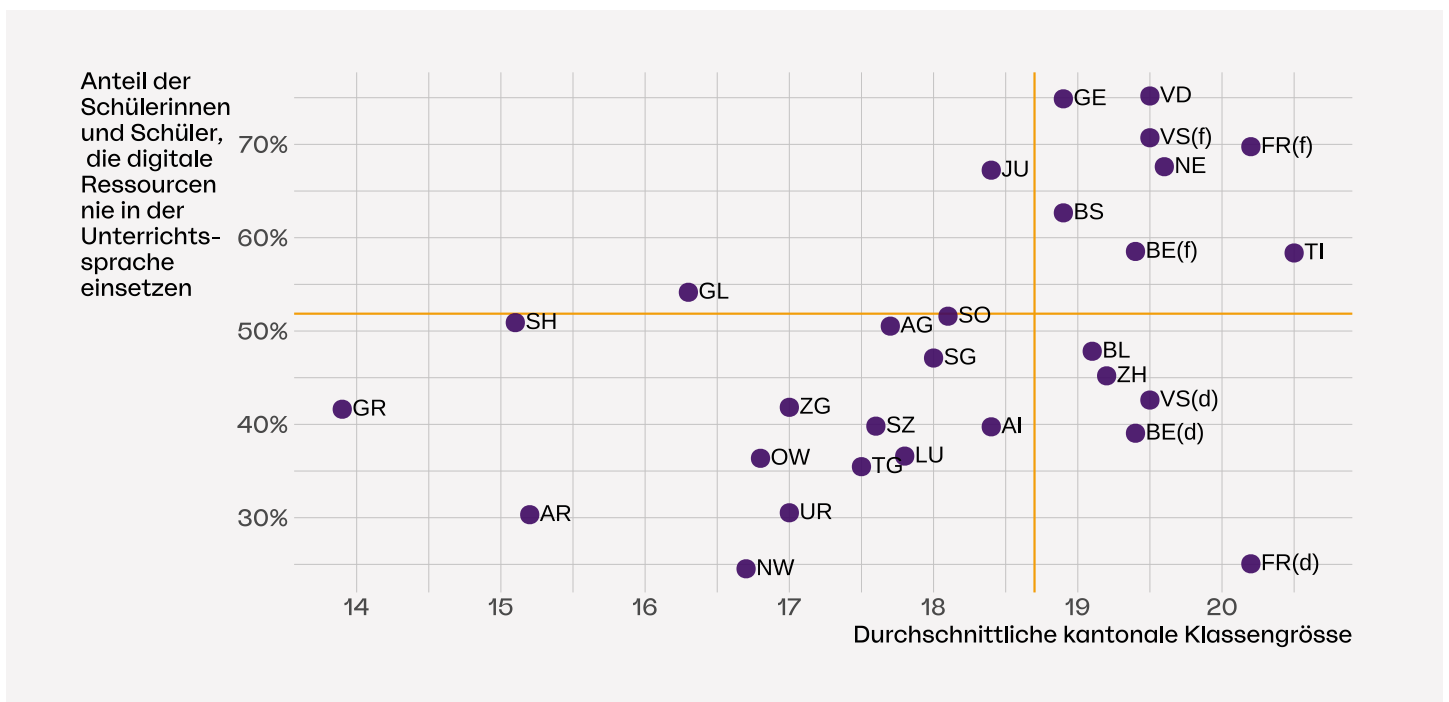


Abbildung 59: Durchschnittliche kantonale Klassengrößen und Anteil Schülerinnen und Schüler, die niemals digitale Geräte im Unterricht in der Schulsprache verwenden

Anmerkungen: Eigene Berechnung auf Basis der Mathematik Teilstichprobe der ÜGK-Erhebung 2016. Unterrichtssprache unterscheidet sich nach Sprachregion. Gelbe Linien zeigen den Gesamtschweizer Durchschnitt. Klassengrößen beziehen sich auf die durchschnittliche Klassengröße nach Kanton in der Sekundarstufe I für das Schuljahr 2015/2016.

7.1.3 Digitale Ressourcen werden primär zur Unterstützung des Frontalunterrichts eingesetzt

Informationen darüber zu welchen Zwecken und mit welchen Zielen digitale Ressourcen für Unterricht und Lernen eingesetzt werden liegen für die gesamte Schweiz nicht vor. Aus der Lehrpersonenbefragung der Schweizer Teilstichprobe der ICILS Erhebung von 2013 geht hervor, dass zum Zeitpunkt der Befragung eine Mehrheit der Lehrpersonen digitale Ressourcen zumindest gelegentlich in ihrem Unterricht einsetzte (60 % der Befragten). Allerdings nutzte unter denjenigen Lehrpersonen, die digitale Ressourcen im Unterricht verwendeten nur eine kleine Minderheit, diese Ressourcen auch intensiv (Abbildung 60). Vier von zehn befragten Lehrpersonen, nutzten alle 25 abgefragten Anwendungsmöglichkeiten (13 davon beziehen sich auf Nutzungen durch Schülerinnen und Schüler, 12 auf Nutzungen durch die Lehrperson selbst) höchstens gelegentlich. Und lediglich 13 von 496 befragten Lehrpersonen gaben an, einen Viertel oder mehr der abgefragten Anwendungsmöglichkeiten im Unterricht einzusetzen. Lehrpersonen, die digitale Ressourcen selbst häufiger im Unterricht nutzen, lassen diese Ressourcen in der Tendenz auch häufiger durch ihre Schülerinnen und Schüler nutzen. Allerdings, zeigt sich klar, dass die befragten Lehrpersonen digitale Ressourcen im Unterricht deutlich intensiver selbst einsetzen, als sie durch Schülerinnen und Schüler nutzen lassen. 70 % derjenigen befragten Lehrpersonen, die angeben digitale Ressourcen für mindestens einen Zweck oft zu nutzen, finden sich oberhalb der «Linie gleicher Nutzungsintensität» (siehe Abbildung 60).

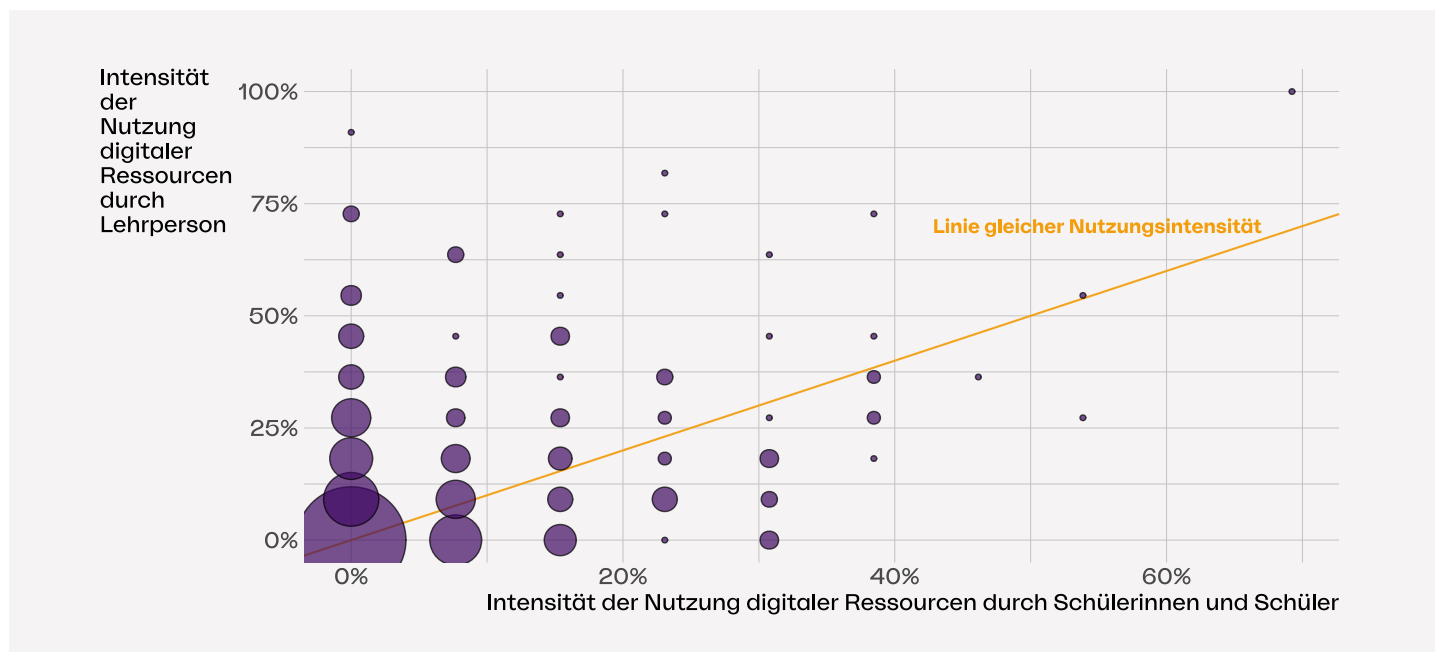


Abbildung 60: Intensität der Nutzung digitaler Ressourcen durch Lehrpersonen, Schülerinnen und Schüler im Unterricht
Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Schweizer Lehrpersonenstichprobe der ICILS Erhebung 2013. Nutzungsintensität wird durch den Anteil der oft genutzten Anwendungszwecke gemessen. Basierend auf den 13 Items der Frage «Wie oft verwendet Ihre Referenzklasse ICT bei den folgenden Aktivitäten?» (horizontale Achse) und den 12 Items der Frage «Wie oft verwenden Sie IKT in den folgenden Praktiken beim Unterrichten Ihrer Referenzklasse?» (vertikale Achse). Die Grösse der Kreise ist proportional zum Anteil der Lehrpersonen.

Mit Abstand am häufigsten wurden digitale Ressourcen für das Präsentieren von Informationen durch die Lehrperson im Rahmen des Klassenunterrichts eingesetzt (31 % der Lehrpersonen nutzten dies oft, 58 % gelegentlich). Am seltensten wurden digitale Ressourcen verwendet, um Schülerinnen und Schüler einen Austausch mit Lernenden anderer Schulen zu ermöglichen (88 % der Lehrpersonen gaben an digitale Ressourcen nie für einen solchen Zweck einzusetzen). Entsprechend ist wenig verwunderlich, dass computergestützte Informationsressourcen und Office-Programme zu den häufigst genutzten Anwendungen zählen (Abbildung 61).

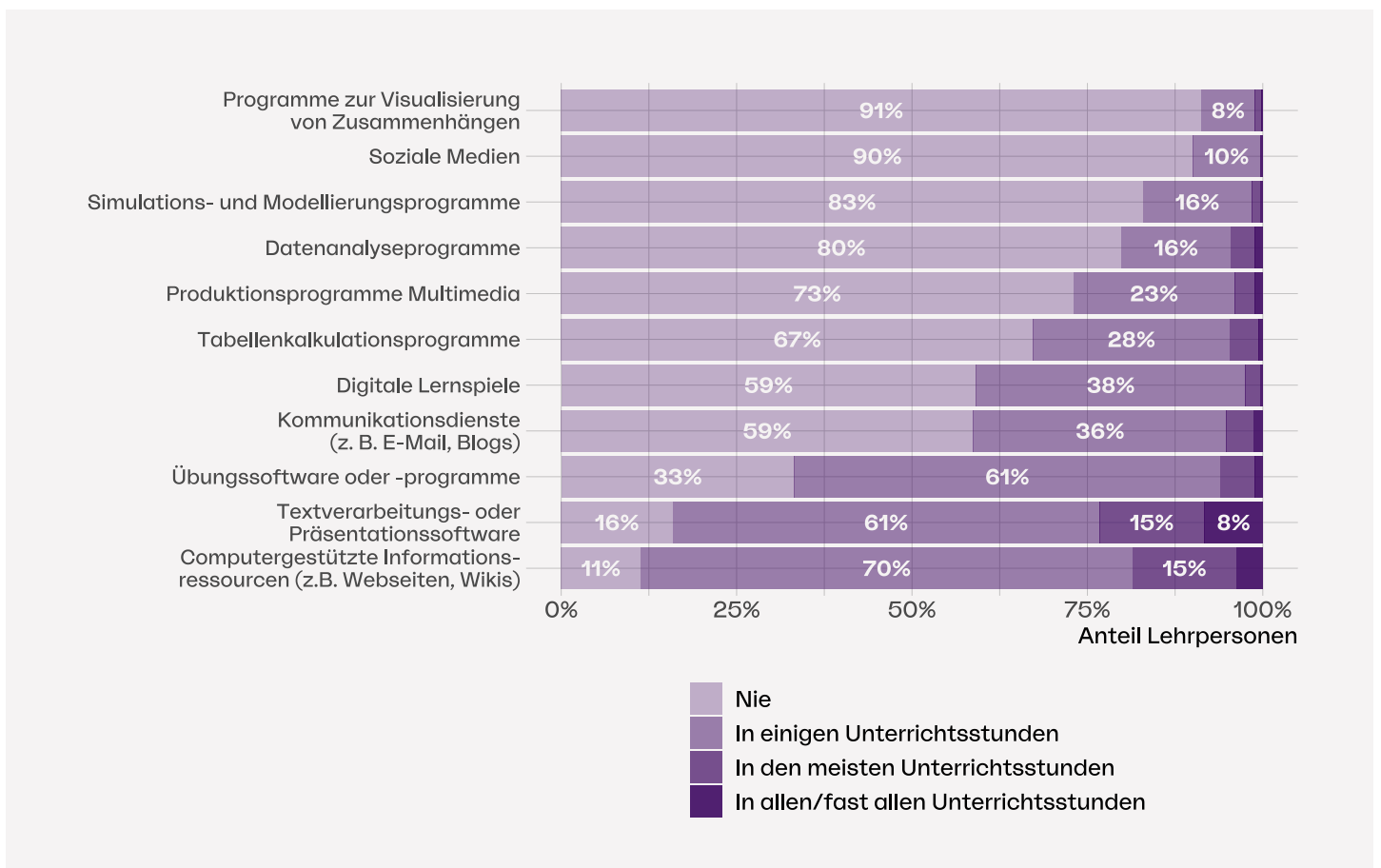


Abbildung 61: Nutzungshäufigkeit von Programmen und Anwendungen durch Lehrpersonen im Unterricht
 Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Schweizer Lehrpersonenstichprobe der ICILS Erhebung 2013. Dargestellt sind die 11 häufigst genutzten Programmen und Anwendungen. Basierend auf 14 Items zur Frage «Wie oft haben Sie in diesem Schuljahr die folgenden Hilfsmittel im Unterricht der Referenzklasse eingesetzt?»

7.2 Digitalisierung erklären: Vorbedingungen für die Nutzung digitaler Ressourcen

7.2.1 Ausstattung der Schulen mit digitalen Endgeräten und Technologien

Informationen zur Ausstattung der Schulen der Sekundarstufe I mit digitalen Endgeräten und Technologien sind nur in sehr begrenztem Umfang vorhanden. Insbesondere lassen sich keine Aussagen zu Unterschieden zwischen Kantonen oder innerkantonalen Sprachregionen treffen. Ob und in welchem Umfang aus der ÜGK-Erhebung beobachtbare Unterschiede in der Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht auf Unterschiede in der Ausstattung der Schulen zurückzuführen sind, lässt sich damit mit den vorhandenen Datenbeständen nicht beantworten.

Auf gesamtschweizerischer Ebene, liegen dagegen einzelne Informationen zum Stand der Ausstattung von Schulen der Sekundarstufe I vor. Diese beziehen sich vordringlich auf die Ausstattung mit digitalen Endgeräten (Computer, Laptops, Tablets) und die Verfügbarkeit des Internet.

Es lässt sich festhalten, dass die durchschnittliche Ausstattung der Schulen mit digitalen Endgeräten gut ist, auch im internationalen Vergleich. Sie entspricht im Wesentlichen dem Durchschnitt aller OECD Länder (vgl. Crotta, Ambrosetti, & Salvisberg, 2019; Konsortium icils.ch, 2015).

7.2.2 Die Ausstattungssituation der Schulen driftet auseinander

Die Ausstattung der Schulen mit Computern ist in den vergangenen Jahren stetig gewachsen. Gemäss PISA-Erhebungen hat sich die Anzahl der Schülerinnen und Schüler, die sich einen Computer teilen müssen im Laufe der vergangenen zehn Jahre von durchschnittlich 1,7 im Jahr 2009 auf knapp unter 1,3 Schülerinnen bzw. Schüler im Jahr 2018 reduziert (schwarze Linie, Abbildung 62).⁶⁷ Unabhängig vom Jahr der Erhebung lässt sich feststellen, dass alle vorhandenen Computer auch einen Internetzugang haben. Der Anteil ans Internet angeschlossener Geräte liegt seit 2009 konstant bei fast 100 %.

⁶⁷ Die hier angegebenen Zahlen sind die Umkehrwerte, der in Abbildung 62 dargestellten Werte. Abbildung 62 stellt Ergebnisse als Verhältnis von Computer zu Schülerinnen bzw. Schülern dar. Dieses Verhältnis wurde gewählt, da zwar alle Schulen über Lernende (d. h. eine Zahl grösser Null), aber nicht alle Schulen auch über Computer verfügen (d. h. für einige Schule ist dieser Wert Null). Die Berechnung des Verhältnisses Computer zu Lernende garantiert damit die Existenz definierter Verhältniswerte für Schulen ohne Computer. Das Verhältnis Lernende zu Computer wäre für Schulen ohne Computer mathematisch nicht definiert. Um eine intuitivere Interpretation der Lagemasse der empirischen Verteilungen zu ermöglichen werden Mittelwerte und Perzentile mit Hilfe der Umkehrfunktion umgerechnet. Die im Text angegebenen Werte beziehen sich damit auf die Anzahl der Schülerinnen und Schüler, die sich einen Computer teilen müssen.

Allerdings hat dieses Wachstum nicht zu einem gleichmässigen Anstieg der Verfügbarkeit von Computern für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I geführt, was sich in einer wachsenden Heterogenität der Ausstattungssituation niederschlägt. So lässt sich einerseits ein starkes Wachstum der Ausstattung am oberen Ende der Ausstattungsverteilung beobachten (vgl. Abbildung 62): Etwa ein Viertel der Schülerinnen und Schüler besuchte 2018 eine Schule der Sekundarstufe I, die über mindestens ein Gerät je Schülerin/Schüler verfügt. Im Jahr 2009 traf dies nur auf 10 % der Schülerinnen und Schüler zu. Gleichzeitig stagniert die Ausstattungssituation am unteren Ende der Verteilung: So besuchte im Jahr 2018 jede dritte Schülerin/jeder dritte Schüler eine Schule, in der sich mindestens drei Lernende einen Computer teilen. Dies entspricht dem Anteil von 2009. Auf Basis der vorhandenen Daten lässt sich nicht klären, welche Faktoren primär dafür verantwortlich sind, dass die Unterschiede zwischen Schulen im Hinblick auf die Ausstattung mit digitalen Endgeräten in den vergangenen zehn Jahren so stark gewachsen ist. Es liegt allerdings nahe zu vermuten, dass insbesondere ein verstärkter Trend zu 1:1 Ausstattungen das Wachstum am oberen Ende der Ausstattungsverteilung beschleunigt hat.

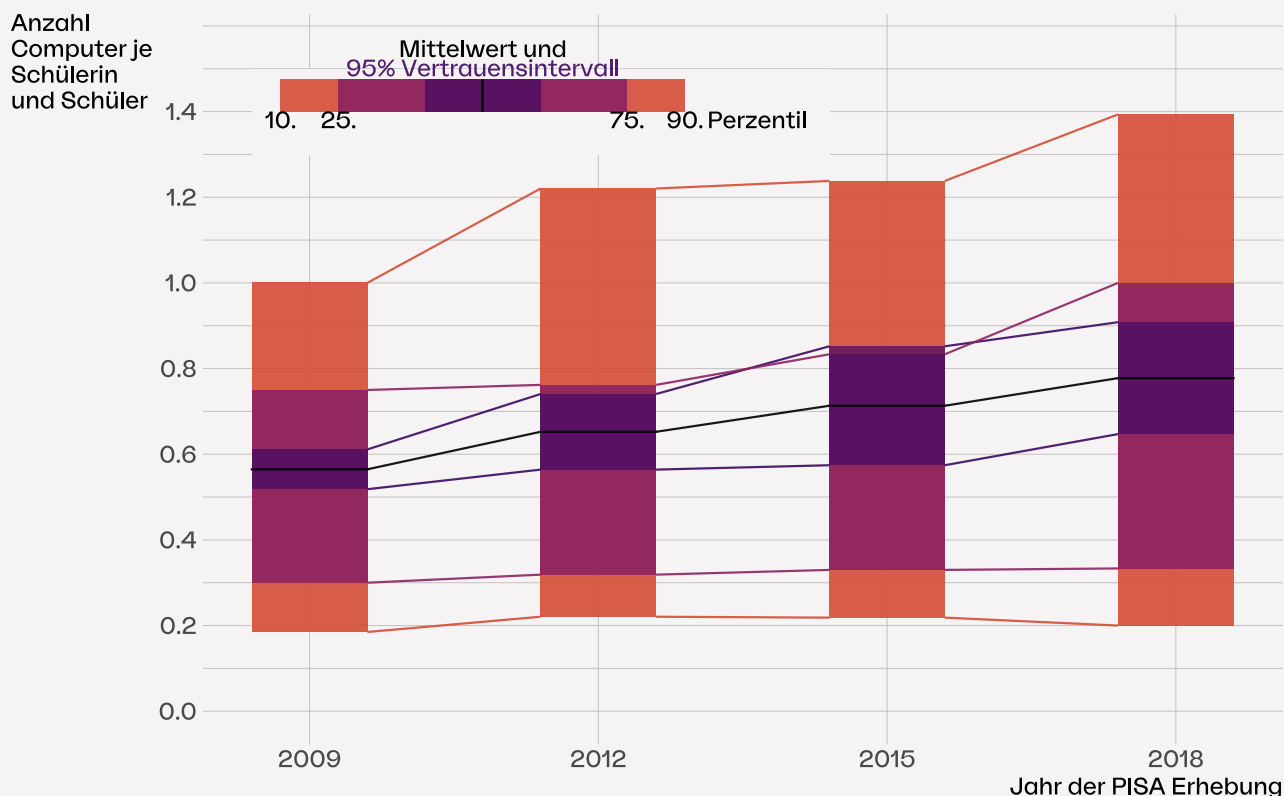


Abbildung 62: Entwicklung der Verteilung der Computerausstattung an Schulen der Sekundarstufe I, 2009 bis 2018

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Schweizer Teilstichproben der PISA-Erhebungen 2009, 2012, 2015 und 2018. Schulen mit 10 Lernenden oder weniger in der Zielklasse der PISA-Erhebung wurden nicht berücksichtigt (vgl. OECD, 2020). Beobachtungseinheit ist der Lernende (vgl. OECD, 2009).

Lesebeispiel: Im Jahr 2009 lag das Verhältnis Computer zu Lernende bei etwas unter 0,6 in der vom durchschnittlichen Lernenden besuchten Schule. Dies bedeutet, dass im Jahr 2009 der bzw. die durchschnittliche Lernende eine Schule besuchten, in der sich etwa 1,7 (\approx) 15-Jährige einen Schulcomputer teilen mussten. Im gleichen Jahr besuchten 10 % der Schülerinnen und Schüler Schulen mit einer Rate von unter 0,19, während 10 % der Lernenden an Schulen unterrichtet wurden, die ein Verhältnis Computer zu Lernenden von mindestens 1 aufwies. Dies bedeutet, dass 10 % der Lernenden eine Schule besuchten, in der mindestens 5 Lernende auf einen Computer kamen, während 10 % der Schülerinnen und Schüler eine Schule besuchten, die eine 1:1-Ausstattung bereitstellte.

Auch für andere digitale Endgeräte lassen sich vergleichsweise grosse Unterschiede in der Ausstattungssituation der Schulen feststellen (Abbildung 63). Beispielsweise besuchten gemäss PISA-Erhebung 2018 annähernd 60 % der Schülerinnen und Schüler Schulen der Sekundarstufe I, die über kein einziges digitales Whiteboard verfügten. Demgegenüber standen jedem zehnten Lernenden digitale Whiteboards in allen Klassenzimmern ihrer Schule zur Verfügung.⁶⁸ Während digitale Projektoren deutlich häufiger in Klassenzimmern der Sekundarstufe I vertreten sind (im Durchschnitt etwa vier bis fünfmal so häufig wie digitale Whiteboards) zeigen sich auch hier deutliche Unterschiede im Vergleich

⁶⁸ Die Anzahl der Klassenzimmer wird hier durch die Anzahl der Klassen angenähert, d. h. durch die Anzahl der Schüler einer Schule geteilt durch durchschnittliche Klassengrösse. Da die Anzahl der Klassenzimmer die Anzahl der Klassen einer Schule in der Regel übersteigt, handelt es sich damit um eine vergleichsweise grobe Unterschätzung der Anzahl der Räume und daher um eine Überschätzung der Geräte je Raum.

der Schulen: Etwa einem Viertel der Schülerinnen und Schüler stehen in weniger als jedem zweiten Klassenzimmer ein digitaler Projektor zur Verfügung steht, während einem weiteren Viertel mehr als ein Gerät je Klasse bereitgestellt wird.⁶⁹

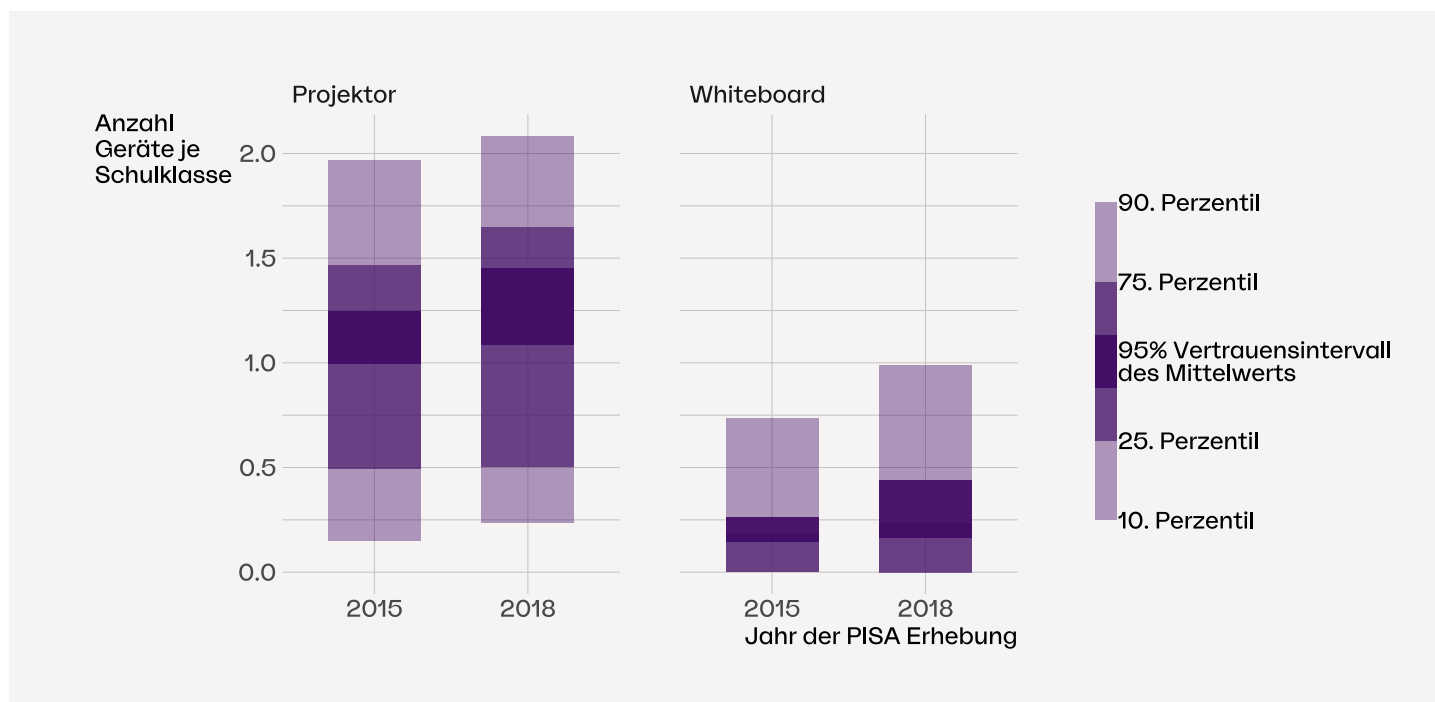


Abbildung 63: Entwicklung der Verteilung der Ausstattung von Schulen mit digitalen Projektoren und Whiteboards je Klasse, 2015 bis 2018

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Schweizer Teilstichprobe der PISA-Erhebung 2018. Schulen mit 10 Lernenden oder weniger in der Zielklasse der PISA-Erhebung wurden nicht berücksichtigt (vgl. OECD, 2020). Beobachtungseinheit ist der Lernende (vgl. OECD, 2009). Klassenanzahl wurde auf Basis der durchschnittlichen Klassengröße und der Gesamtanzahl der Schülerinnen und Schüler einer Schule geschätzt.

Lesbeispiel: In 2018 lag das Verhältnis Whiteboards zu Klassenzimmern bei 0,3 in der vom durchschnittlichen Lernenden besuchten Schule. Dies bedeutet, dass der bzw. die durchschnittliche Lernende eine Schule besuchte, in der ein digitales Whiteboard in fast jedem dritten Klassenzimmer zur Verfügung stand ($\approx 1/0,3$). Im selben Jahr besuchten mindestens 25 % der Schülerinnen und Schüler Schulen, in der gar keine Whiteboards vorhanden waren (effektiv sind es knapp über 60 %), während 10 % der Lernenden an Schulen unterrichtet wurden, die in fast jedem Klassenzimmer in Whiteboard zur Verfügung hatten.

Die beobachtbaren Unterschiede in der Ausstattung der Schulen schlagen sich auch in der Bewertung der Ausstattungssituation durch die Schulleitenden im Rahmen der PISA-Erhebung 2018 nieder (Abbildung 64). So bewerten die Schul-

⁶⁹ Schätzungen der Anzahl der Geräte beruhen auf Antworten aus der Befragung von Schulleitenden. Aus der Verteilung der Antworten wird deutlich, dass Schulleitende oft nur approximative Antworten bezüglich der Anzahl an Geräten, die in ihren Schulen effektiv zur Verfügung steht geben. So geben unabhängig vom Gerätetyp (Computer für Schülerinnen und Schüler, Computer für Lehrpersonen, Whiteboards oder Projektoren) jeweils 50 % (oder mehr) der Schulleitenden Geräteanzahlen an, die durch 10 ohne Rest teilbar sind (z. B. 10, 50 oder 120). Ob dies zu systematischen Verzerrungen der daraus abgeleiteten Statistiken führt, kann auf Basis der vorliegenden Daten nicht ermittelt werden. Allerdings deuten sie, auch unter Annahme, dass Geräte häufiger in Stückzahlen von 10er Vielfachen erworben werden, auf ein Problem der Datenqualität hin (vgl. Zinn & Würbach, 2016; UN, 1990).

leitenden die Ausstattungssituation im Allgemeinen mehrheitlich als ausreichend oder eher ausreichend. Gleichzeitig weicht aber ein erheblicher Anteil von diesen Bewertungen ab. Beispielsweise bewerteten die Schulleitenden von knapp einem Drittel der Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I die Anzahl digitaler Geräte für den Unterricht als nicht oder eher nicht ausreichend, und für den Unterricht von 53 % der Schülerinnen und Schülern steht keine effektive Lernplattform zur Verfügung. Tendenziell zeigen sich grössere Übereinstimmungen bei der Bewertung vorhandener Geräte und Dienste, beispielsweise bei der Rechenleistung von Computern oder der Verfügbarkeit von geeigneter Software. Unterschiede zwischen Schulen werden demgegenüber markanter, wenn es um die Bewertung der Ausstattungssituation geht (d. h. bei der Frage, ob ausreichend Geräte zur Verfügung stehen).

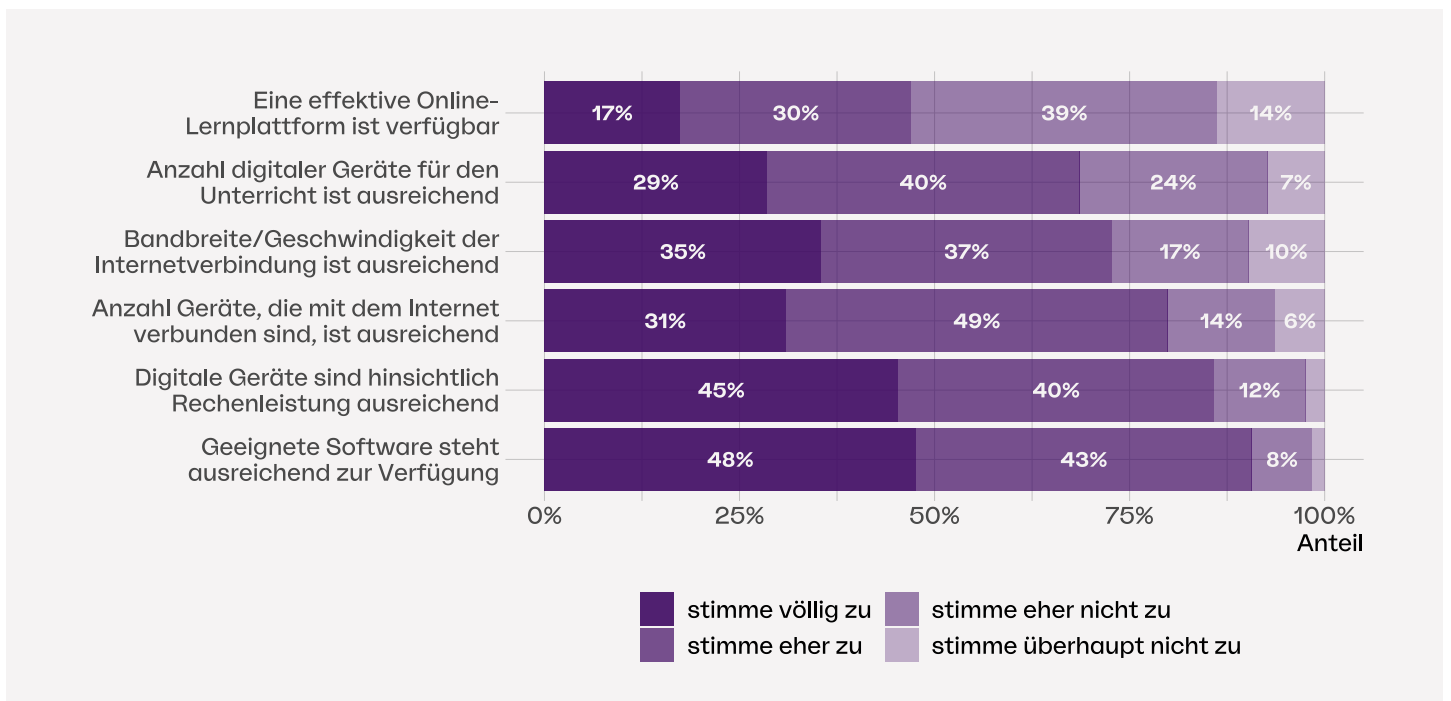


Abbildung 64: Bewertung der Verfügbarkeit und Qualität digitaler Ressourcen durch Schulleitende
 Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Schweizer Teilstichprobe der PISA-Erhebung 2018. Schulen mit 10 Lernenden oder weniger in der Zielklasse der PISA-Erhebung wurden nicht berücksichtigt (vgl. OECD, 2020). Beobachtungseinheit ist der Lernende (vgl. OECD, 2009). Die gestellte Frage lautete: «Wie sehr stimmen Sie den folgenden Aussagen über die Kapazitäten Ihrer Schule zu, das Lehren und Lernen durch die Verwendung digitaler Geräte zu verbessern?». Die Summe der gezeigten Anteile entspricht wegen Rundungsfehlern oder aufgrund der Tatsache, dass Werte unter 3 % nicht gesondert ausgewiesen wurden nicht immer 100 %.

Zusammenfassend lässt sich daher feststellen, dass die Ausstattung mit digitalen Endgeräten der Schulen in der Schweiz – wie sie aus bestehenden Daten ablesbar ist – heterogen ist. Neben umfassend ausgestatteten Institutionen gibt es nicht wenige Schulen mit vergleichsweise niedrigem Ausstattungsstand. Zudem lässt sich im Verlauf der vergangenen Jahre beobachten, dass die Schere zwischen gut und weniger gut ausgestatteten Schulen auseinander geht.

7.2.3 Ausstattung mit Software und Applikationen für Unterricht und Lernen

Hinsichtlich der Ausstattung mit digitalen Ressourcen für Unterricht und Lernen lassen sich keine schweizweit repräsentativen Aussagen treffen. Die Daten der Schweizer Teilstichprobe der ICILS Erhebung von 2013 weisen allerdings auf eine hohe bis sehr hohe Verbreitung dieser Ressourcen hin. Gemäss den befragten Schulverantwortlichen der 73 teilnehmenden Schulen standen zum Erhebungszeitpunkt Übungs- und Trainingsprogramme an 71, interaktive digitale Lehrmittel an 61, Computerlernspiele an 50, und Simulations- und Modellierungsprogramme immerhin an 22 zur Verfügung (Konsortium icils.ch, 2015). Allerdings, lässt sich aufgrund von Problemen bei der Umsetzung des Stichprobendesigns im Laufe der Erhebung (siehe Anhang C) nicht sagen, in welchem Umfang diese Ergebnisse für die Gesamtschweiz repräsentativ sind.

7.2.4 Einstellungen und Kompetenzen der Lehrpersonen

Informationen zu Kompetenzen und Überzeugungen von Lehrpersonen der Sekundarstufe I im Hinblick auf die Integration und Nutzung digitaler Ressourcen für Unterricht und Lernen liegen bislang nur sehr rudimentär vor. Vorliegende Informationen sind in der Regel auf wenige Teilaspekte beschränkt, basieren auf ad-hoc Messungen anstatt auf etablierten Modellen, erfassen Kompetenzen und Einstellungen auf Basis von Selbstbewertungen, und lassen oft keine Rückschlüsse auf alle Schweizer Lehrpersonen zu.

Die wissenschaftliche Literatur hat Einstellungen und Kompetenzen von Lehrpersonen als einen zentralen Engpass auf dem Weg zu einer effizienten Integration von digitalen Ressourcen im Unterricht und beim Lernen beschrieben (Ertmer, 1999; 2005; Eickelmann, et al., 2014b; Eickelmann & Vennemann, 2017).

Allerdings bewerten Lehrpersonen ihre Kompetenzen in der Regel als gut bis sehr gut. Beispielsweise gibt eine deutliche Mehrheit der etwa 900 Lehrpersonen, die im Rahmen der Schweizer Teilstichprobe der ICILS Erhebung 2013 befragt wurden an, kompetent in der Nutzung digitaler Ressourcen für allgemeine Zwe-

cke,⁷⁰ wie das Verfassen von Briefen mittels Textverarbeitungsprogrammen zu sein.⁷¹ Zudem glaubt die Mehrheit der Lehrpersonen digitale Ressourcen kompetent für schulspezifische Zwecke einsetzen zu können.⁷² Beispielsweise geben 62 % der Befragten an, Schulstunden vorbereiten zu können, die den Einsatz digitaler Ressourcen durch Schülerinnen und Schüler beinhalten.⁷³ Im Durchschnitt geben die Lehrpersonen an 2,5 von 4 schulspezifischen Nutzungszwecken zu beherrschen und über 7,5 von 10 generellen Kompetenzen im Umgang mit digitalen Ressourcen zu verfügen (vgl. auch Konsortium icils.ch, 2015). Selbstbewertete Kompetenzen sinken mit dem Alter der Lehrperson, wenn auch nicht stark. Über 60-Jährige berichten durchschnittlich 2,4 von 4 schulspezifischen Nutzungszwecke zu beherrschen. Bei den unter 30-Jährigen sind es 2,7. Dies entspricht auch dem Unterschied zwischen weiblichen (Durchschnitt 2,4) und männlichen (Durchschnitt: 2,7) Lehrpersonen. Allerdings ist es wahrscheinlich, dass diese Selbstbewertungen die tatsächlichen Kompetenzen überschätzen (vgl. Kapitel 5.8).

Interessant ist daher, dass im Rahmen der PISA-Erhebung 2018 Schulleitende gebeten wurden, die Kompetenzen von Lehrpersonen im Umgang mit digitalen Ressourcen im Unterricht einzuschätzen. Während Eigen- und Fremdbewertungen positiv korrelieren, legen systematische Vergleich nahe, dass Selbstbewertungen generell positiver ausfallen als Fremdbewertungen, was für eine bessere Validität von Fremdbewertungen bei Kompetenzmessungen spricht (vgl. Ross, 2006).

Schulleitende der Sekundarstufe I bewerten die Kompetenzen der Lehrpersonen im Umgang mit digitalen Ressourcen tendenziell ebenfalls positiv (Abbildung 65). Allerdings wird etwa ein Drittel der Schülerinnen und Schüler durch Lehrpersonen unterrichtet, die – laut Schulleitung – überhaupt nicht oder eher nicht über die erforderlichen technischen und pädagogischen Kompetenzen verfügen, um digitale Geräte im Unterricht nutzen zu können.

70 Allgemeine Zwecke beschreiben eine Reihe technischer Anwendungsfähigkeiten. Dazu zählen: (1) einen Brief mittels Textverarbeitungsprogramm erstellen, (2) einen Anhang per E-Mail zu verschicken, (3) Bilder digital auf dem Computer speichern, (4) Ordner und Unterordner auf einem Computer erstellen und mit Dokumenten füllen, (5) ein Tabellenkalkulationsprogramm zur Speicherung oder Analyse von Daten verwenden, (6) Präsentationen mit einfachen Animationen erstellen, (7) Im Internet einkaufen und Rechnungen bezahlen, (8) mit Dritten über gemeinsame Ressourcen zusammenarbeiten und (10) Software installieren. Der Itemtext lautet: «Wie gut können Sie diese Aufgaben auf einem Computer selbst erledigen?»

71 93% geben an, dass sie dies können und weitere 4% trauen sich zu dies selbstständig herausfinden zu können.

72 Schulspezifische Zwecke umfassen Fertigkeiten zur Nutzung digitaler Ressourcen für die Vorbereitung und die Durchführung von Unterricht. Dazu zählen: (1) den Lernfortschritt von Schülern überwachen, (2) Schulstunden vorbereiten, die den Einsatz digitaler Ressourcen durch Schülerinnen und Schüler beinhalten, (3) nützliche Lehrmittel im Internet finden und (4) Schülerinnen und Schüler testen und bewerten. Der Itemtext lautet: «Wie gut können Sie diese Aufgaben auf einem Computer selbst erledigen?»

73 Da es sich bei der Befragung der Lehrpersonen der ICILS 2013 in der Schweiz um eine anfallende Stichprobe handelt, beziehen sich alle Angaben auf ungewichtete Werte.

Lehrpersonen verfügen über die erforderlichen technischen und pädagogischen Kompetenzen, um die digitalen Geräte im Unterricht zu nutzen.

■ stimme völlig zu ■ stimme eher zu ■ stimme eher nicht zu ■ stimme überhaupt nicht zu



Abbildung 65: Bewertung der Kompetenzen der Lehrpersonen für die Integration digitaler Ressourcen im Unterricht durch Schulleitende

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Schweizer Teilstichprobe der PISA-Erhebung 2018. Schulen mit 10 Lernenden oder weniger in der Zielklasse der PISA-Erhebung wurden nicht berücksichtigt (vgl. OECD, 2020). Beobachtungseinheit ist der Lernende (vgl. OECD, 2009). Die gestellte Frage lautete: «Wie sehr stimmen Sie den folgenden Aussagen über die Kapazitäten Ihrer Schule zu, das Lehren und Lernen durch die Verwendung digitaler Geräte zu verbessern?». Die Summe der gezeigten Anteile entspricht nicht 100 %, da der Anteil der Schülerinnen und Schüler, deren Schulleitende der Aussage überhaupt nicht zustimmen (2 %) aus Platzgründen nicht ausgeschrieben ist.

Dabei korreliert die Bewertung der Kompetenz der Lehrpersonen durch die Schulleitungen stark mit deren Bewertung der Rahmenbedingungen für die Kompetenzaneignung. Schulleitungen, die den Aussagen:

- «Die Lehrpersonen haben ausreichend Zeit, jene Unterrichtsstunden vorzubereiten, in denen digitale Geräte integriert sind»,
- «Die Lehrpersonen haben Zugang zu effizienten professionellen Mitteln, um den Gebrauch digitaler Geräte zu erlernen» und
- «Die Schule verfügt über ausreichend qualifiziertes Personal zur technischen Unterstützung»

zustimmen, haben eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit auch anzugeben, dass Lehrpersonen über ausreichende Kompetenzen verfügen, um digitale Geräte im Unterricht zu nutzen (Abbildung 66). Dies bedeutet, dass aus Sicht der Schulleitungen, mangelnde Kompetenzen der Lehrpersonen zu einem erheblichen Anteil dem Fehlen adäquater Unterstützung und passender Möglichkeiten der Kompetenzaneignung geschuldet sind.

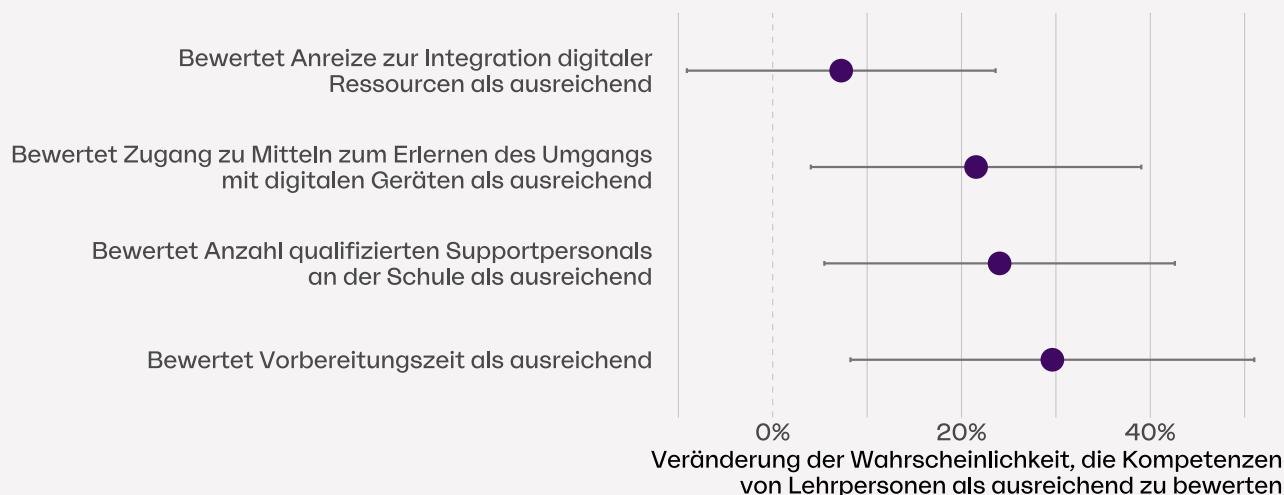


Abbildung 66: Zusammenhang zwischen Kompetenzen der Lehrperson und Bedingungen der Kompetenzaneignung

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Schweizer Teilstichprobe der PISA-Erhebung 2018. Schulen mit 10 Lernenden oder weniger in der Zielklasse der PISA-Erhebung wurden nicht berücksichtigt (vgl. OECD, 2020). Beobachtungseinheit ist der Schulleitende. Dargestellte Werte basieren auf den Koeffizienten eines linearen Wahrscheinlichkeitsmodells (Greene, 2002), das die (dichotomisierten) Antworten auf die Frage nach der Kompetenz der Lehrpersonen auf die (dichotomisierten) Antworten auf Fragen nach Vorbereitungszeit, Zugang zu Lehrmitteln, Supportpersonal und Anreizsystemen regressiert. Antennen stellen das 95% Vertrauensintervall der Punktschätzer dar.

Lesebeispiel: Ein Schulleiter, der der Aussage «Die Lehrpersonen haben ausreichend Zeit, jene Unterrichtsstunden vorzubereiten, in denen digitale Geräte integriert sind.» zustimmt oder eher zustimmt, hat eine 30 % höhere Wahrscheinlichkeit auch der Aussage «Die Lehrpersonen verfügen über die erforderlichen technischen und pädagogischen Kompetenzen, um die digitalen Geräte im Unterricht zu nutzen» zu zustimmen, als ein Schulleiter, der der ersten Aussage nicht oder eher nicht zustimmt.

7.2.5 Lehrpersonen sehen Vor- und Nachteile des Einsatzes digitaler Ressourcen für Unterricht und Lernen

In Bezug auf Einstellungen der Lehrpersonen zum Einsatz digitaler Ressourcen liegen keine schweizweit repräsentativen Daten vor. Aus der Schweizer Teilstichprobe der ICILS Erhebung von 2013 geht hervor, dass zum Zeitpunkt der Befragung die befragten Lehrpersonen ein ambivalentes Verhältnis zu digitalen Ressourcen im Unterricht hatten. Einerseits berichtet eine Mehrheit von ihnen, dass sich diese Ressourcen positiv auf die Lernmotivation der Schülerinnen und Schüler auswirken sowie deren Möglichkeiten verbessern Informationen ihrem Lernbedürfnis entsprechend zu erarbeiten und zu vertiefen. Andererseits sehen sie eine Reihe von Risiken und Gefahren, wie ein Verlust von Schreibfähigkeiten oder einen Anreiz zum Abschreiben von im Internet verfügbaren Informationen (vgl. Konsortium icils.ch, 2015). Auch in einer Erhebung von 105 Lehrpersonen in der Deutschschweiz und der Romandie findet eine ähnlich differenzierte Bewertung der Nutzung digitaler Medien im Unterricht statt (Suter, et al., 2019).

Unter den teilnehmenden Lehrpersonen der ICILS Befragung 2013 zeigt sich zudem eine enge Verbindung zwischen der Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht und der Bewertung ihres Mehrwerts durch die Lehrperson (Abbildung 67). Dieser Zusammenhang findet sich auch in der internationalen Literatur (z. B. Ertmer, 2005; Eickelmann & Vennemann, 2017) oder in Untersuchungen in einzelnen Kantonen, beispielsweise Schwyz (Petko, 2012). Allerdings lässt sich weder aus der vorhandenen Literatur noch aus den gegebenen Daten ableiten in welchem kausalen Zusammenhang Einstellungen und Nutzungen miteinander stehen.

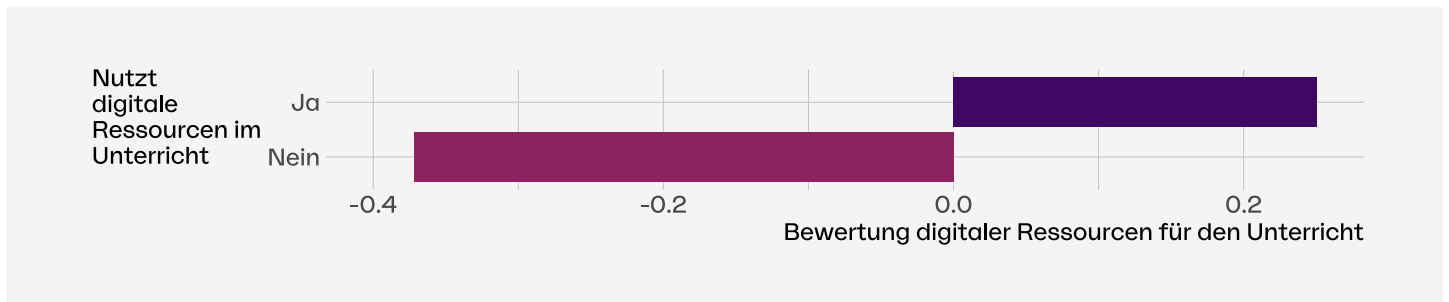


Abbildung 67: Bewertung und Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht durch Lehrpersonen

Anmerkungen: Eigene Berechnung auf Basis der Schweizer Teilstichprobe der ICILS Erhebung 2013. Bewertung digitaler Ressourcen wurde mittels Hauptkomponentenanalyse aus 15 Items ermittelt, die nach der Bewertung der Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht fragen.

7.2.6 Schulkultur und Vision

Neben einer hinreichenden technischen Ausstattung hat sich ein aufgeschlossenes Schulumfeld als zentral dafür erwiesen, dass Lehrpersonen vorhandene Ressourcen tatsächlich im Unterricht einsetzen (vgl. Kapitel 3.2.3.2). Eine einheitliche Operationalisierung des Konzepts fehlt allerdings bis anhin. In der bestehenden Literatur besteht wenig Übereinstimmung dahingehend, welche Faktoren und Zusammenhänge hierfür relevant sind (Petko, Prasse, & Cantieni, 2018).

Daten der PISA-Erhebung 2018 legen nahe, dass allgemeine schriftliche Regelungen zur Verwendung digitaler Geräte in der Schule vergleichsweise weit verbreitet sind (Abbildung 68). Acht von zehn Schülerinnen und Schülern in der Schweiz besuchen Schulen, die die Verwendung digitaler Endgeräte in der Schule generell regeln (z. B. die Benutzung in Pausenzeiten). Dies sind 10 % mehr als der Durchschnitt aller OECD Länder. Eine Mehrheit der Schülerinnen und Schüler (64 %) besucht zudem Schulen, die über ein spezifisches Konzept zur Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler im verantwortungsvollen Umgang mit dem Internet verfügen (vgl. auch Abbildung 71).

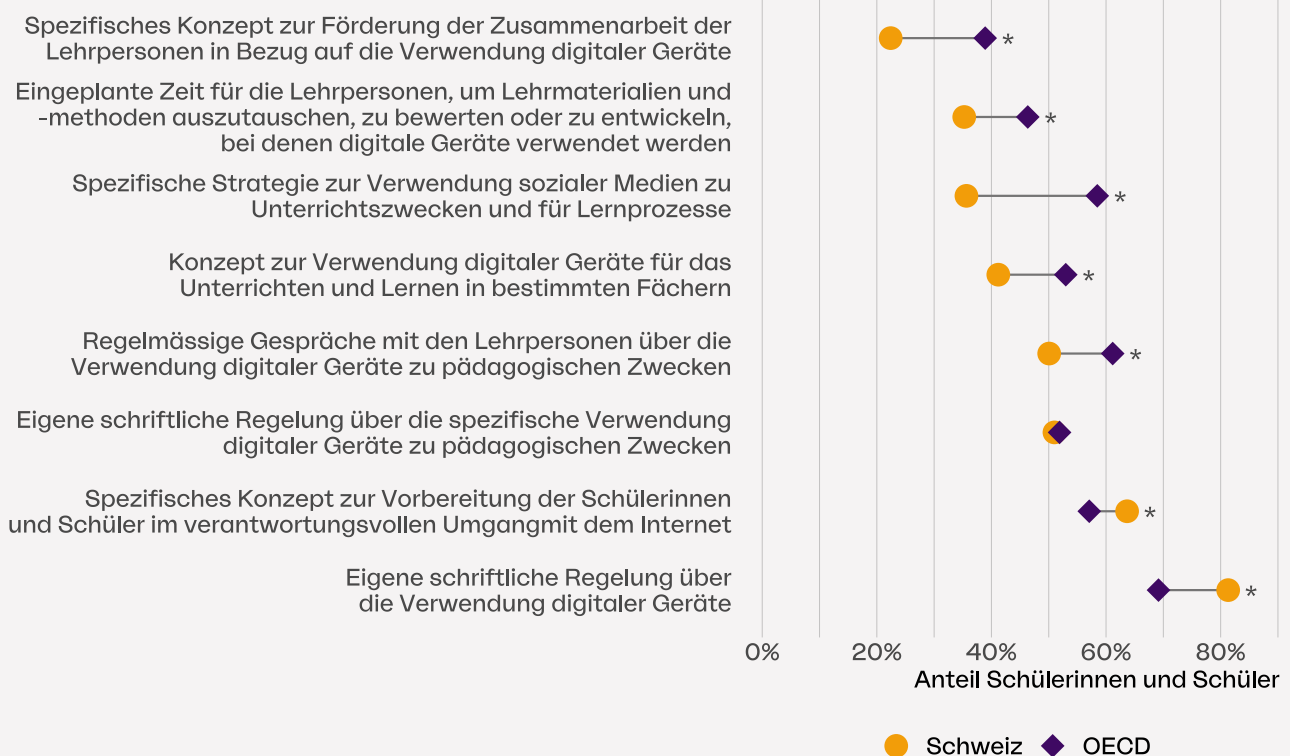


Abbildung 68: Strategischer Umgang mit digitalen Ressourcen in den Schulen

Anmerkungen: Eigene Berechnung auf Basis der Schweizer Teilstichprobe der PISA-Erhebung 2018. Strategien in der Reihenfolge der relativen Häufigkeit in der Schweiz. Für mit * bezeichnete Strategien ist der Unterschied zwischen der Schweiz und den übrigen OECD-Ländern statistisch signifikant ($p \leq 0.1$). Beobachtungseinheit ist die/der Lernende (vgl. OECD, 2009).

Dagegen besuchen weniger als 4 von 10 Schülerinnen und Schülern Schulen, in denen Lehrpersonen explizit Zeit eingeräumt wird, digitale Lehrmaterialien und -methoden untereinander auszutauschen und zu bewerten. Und nur etwa jede fünfte Schülerin/jeder fünfte Schüler besucht eine Schule, die über spezifische Konzepte zur Förderung der Zusammenarbeit von Lehrpersonen in Bezug auf die Verwendung digitaler Geräte verfügt.

Dies ist nicht ganz unproblematisch, da die formelle und informelle Zusammenarbeit von Lehrpersonen ein zentrales Vorhersagekriterium für das Einbinden digitaler Ressourcen in den Unterricht ist (Prasse, 2012; Petko, Prasse, & Cantieni, 2018). Auch Ergebnisse der PISA-Erhebung 2018 zeigen, dass primär diejenigen schulischen Strategien eine Nutzung digitaler Geräte durch Schülerinnen und Schüler im Unterricht vorhersagen, die sich auf die Zusammenarbeit zwischen den Lehrpersonen bzw. zwischen Lehrpersonen und der Schulleitung beziehen (Abbildung 69). Strategien, die auf Formen der formellen und informellen Zusammenarbeit Bezug nehmen, sind allerdings in der Schweiz tendenziell weniger weit verbreitet als in den übrigen OECD Ländern.

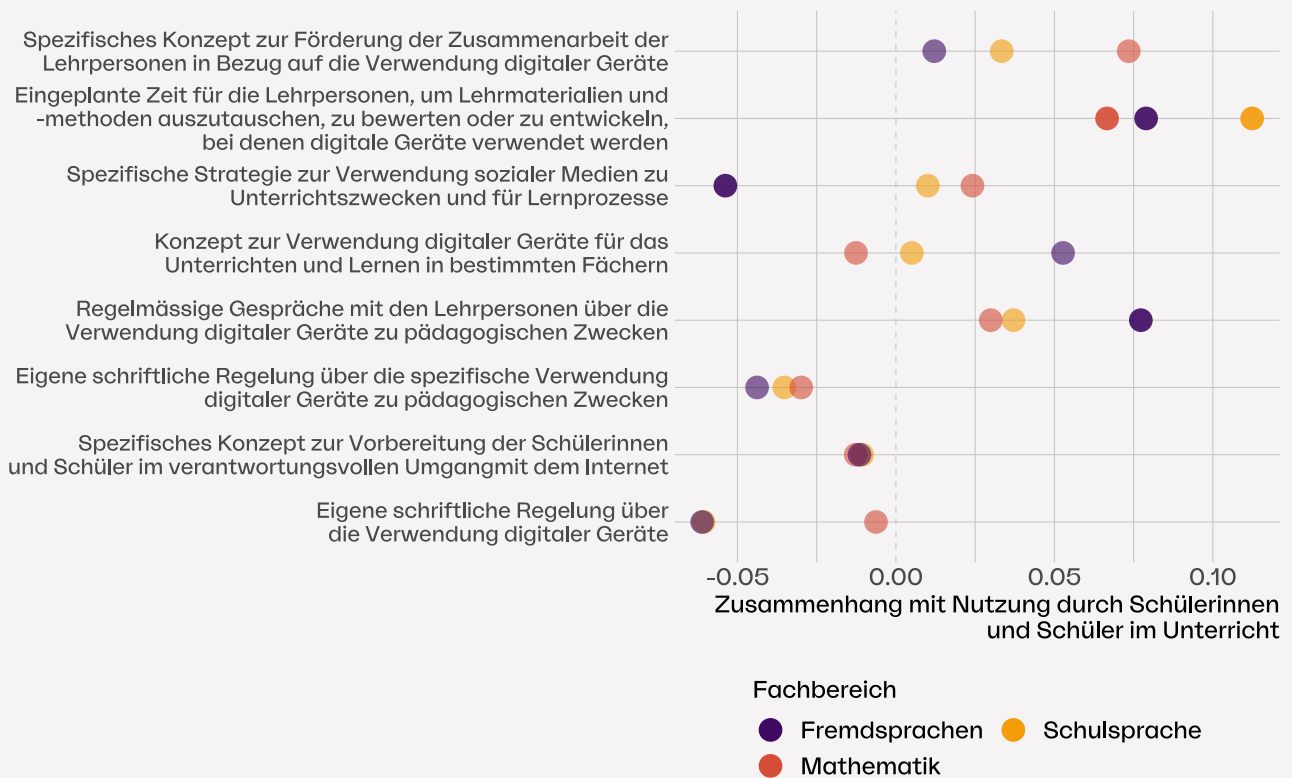


Abbildung 69: Zusammenhang zwischen Strategien und Nutzung digitaler Ressourcen durch Schülerinnen und Schüler im Unterricht nach Fachbereich

Anmerkungen: Eigene Berechnung auf Basis der Schweizer Teilstichprobe der PISA-Erhebung 2018. Strategien in der Reihenfolge der relativen Häufigkeit in der Schweiz. Beobachtungseinheit ist die/der Lernende (vgl. OECD, 2009). Punkte zeigen bedingte Zusammenhänge je Fachgruppe (Koeffizienten eines linearen Wahrscheinlichkeitsmodells; Greene, 2002). Abhängige Variablen nehmen den Wert 1 an, wenn Schülerinnen und Schüler berichten digitale Geräte in einer normalen Schulwoche zu verwenden, und andernfalls 0. Neben dem Vorhandensein der verschiedenen Strategien kontrollieren Regressionen für Schul- und Klassengrössen, sowie für die Anzahl an Computern je Schülerin/Schüler, den Schultyp, sowie das Geschlecht und den sozio-ökonomischen Status der Familie der/des antwortenden Schüler/in. Aufgehellte Punkte zeigen statistisch nicht signifikante Zusammenhänge ($p > 0.1$).

Lesebeispiel: Schülerinnen und Schüler an Schulen, die explizit Zeit für die Kollaboration von Lehrpersonen für Entwicklung und Austausch von digitalen Lehrmitteln bereitstellen, weisen eine 6% (Mathematik) bis 11% (Schulsprache) höhere Wahrscheinlichkeit auf, selbst digitale Endgeräte im Unterricht zu nutzen.

Auch die Ergebnisse der ICILS Befragung 2013 zeigen, dass – zumindest bis 2013 – der Austausch unter Lehrpersonen zum Thema Einsatz digitaler Ressourcen im Unterricht begrenzt war. In lediglich etwa 2 % der befragten Schulen, gaben Schulleitende an, dass alle oder fast alle Lehrpersonen an informellen Austausch mit Kolleginnen und Kollegen zum Einsatz digitaler Ressourcen im Unterricht beteiligt waren (Abbildung 70). Dies ist vergleichbar mit den Ergebnissen aus Deutschland. In den teilnehmenden skandinavischen Ländern lag diese Quote allerdings bei 20 % (Dänemark) bzw. 13 % (Norwegen). Eine Erklärung für die vergleichsweise geringe Beteiligung Schweizer Lehrpersonen am informellen Austausch bietet die Erhebung nicht. Etwa derselbe Anteil der befragten Lehrpersonen in jedem Land (50 %) stimmt der Aussage voll bzw. eher zu, dass ihnen

nicht genügend Zeit zur Verfügung steht, um Lektionen vorzubereiten, in denen digitale Ressourcen verwendet werden. Allerdings zeigt sich ein deutlicher Unterschied in der Bewertung der Bedeutung digitaler Ressourcen durch die Schule. Zwei Drittel der befragten Lehrpersonen in der Schweiz stimmen der Aussage zu, dass die Verwendung digitaler Ressourcen an ihrer Schule keine Priorität darstellt. In Dänemark hingegen stimmen dieser Aussage nur gerade 11 % der befragten Lehrpersonen zu.

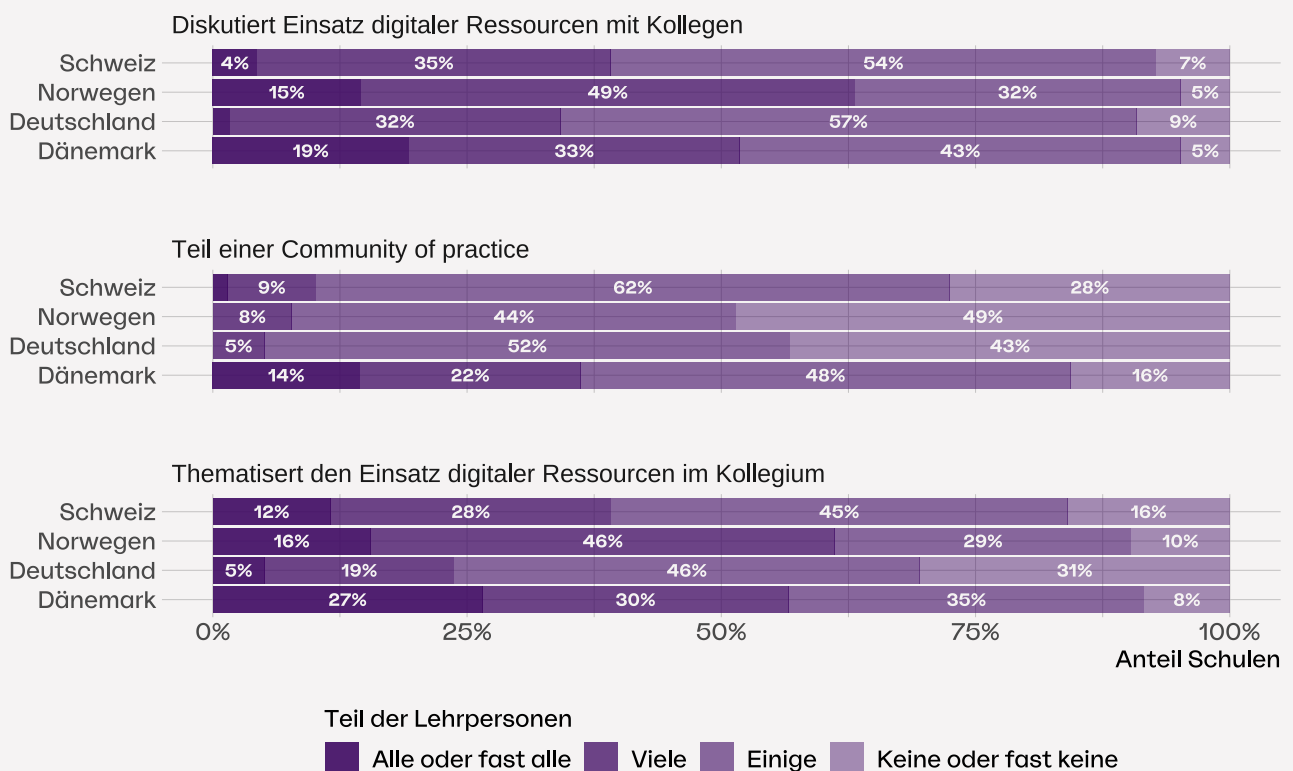


Abbildung 70: Engagement der Lehrpersonen beim informellen und formellen Austausch zur Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht, nach Land

Anmerkungen: Eigene Berechnung auf Basis der Befragung der Schulleitenden der ICILS Erhebung 2013 für die Länder Schweiz (ohne die Kantone GE, SO, SH, TG und VD), Deutschland, Dänemark und Norwegen. Weder Dänemark noch die Schweiz haben die nötigen Stichprobenanforderungen erfüllt.

7.3 Digitalisierung bewerten: Effektivität, Effizienz und Equity

7.3.1 Effektivität

Zur tatsächlichen Beurteilung der Effektivität der Nutzung müsste überprüft werden, ob die Ziele, die mit der Nutzung dieser Ressourcen verbunden sind erreicht wurden. Dies setzt eine operationalisierte oder zumindest operationalisierbare Zielformulierung in den sprachregionalen Lehrplänen voraus. Zielvorstellungen liegen bislang aber nur in groben Zügen vor. Sie beinhalten den Anspruch, dass Schulen der Sekundarstufe I zur Ausbildung spezifischer und allgemeiner Kompetenzen im Umgang mit digitalen Endgeräten und Anwendungen (digitale Kompetenzen) beitragen. Zudem sollen die Möglichkeiten dieser Technologien zur Förderung fachlicher Kompetenzen ausgeschöpft werden. Eine umfassende Bewertung des Erreichens dieser Anforderungen ist schon deshalb schwierig, weil bis anhin weder geklärt ist, was unter digitalen Kompetenzen zu verstehen ist, noch bekannt ist, wo die Grenzen für den Einsatz digitaler Technologien im Lerngeschehen liegen (vgl. Kapitel 3).

Trotzdem kann auf Basis der bestehenden Leistungsvergleichsstudien eine Annäherung an einzelne Fragestellungen vorgenommen werden. Es muss dabei betont werden, dass diese Querschnitterhebungen Aussagen zum kausalen Effekt des Einsatzes digitaler Technologien nur sehr eingeschränkt zulassen.

7.3.1.1 Digitale Kompetenzen als Unterrichtsthema

Der Erwerb basaler Kompetenzen im Umgang mit digitalen Medien und ihrer Inhalte ist eine zentrale Forderung in den sprachregionalen Lehrplänen. Dazu zählen, u. a. die Fähigkeiten Informationen aus dem Internet zu sammeln, kritisch hinterfragen und bewerten zu können. Ein grundlegendes Kriterium für die Effektivität der Sekundarstufe I ist daher, ob diese Kompetenzen tatsächlich auch gelehrt werden. Aufgrund fehlender klarer Zielvorgaben in den sprachregionalen Lehrplänen, ist es allerdings schwierig zu definieren, welche konkreten Fähigkeiten aus Sicht des Bildungssystems relevant sind (siehe Kapitel 4.4.4.1). Im Rahmen der PISA-Erhebung 2018 wurden Schülerinnen und Schüler befragt, ob sie in der Schule bestimmte – durch das PISA-Konsortium definierte – Kompetenzen im Umgang mit Informationen aus digitalen Medien und dem Internet erworben haben (Abbildung 71). Für die Schweiz zeigt sich, dass der sichere Umgang mit persönlichen Daten in sozialen Netzwerken ein zentrales Thema im Unterricht ist. Sieben von zehn Schülerinnen und Schüler sind im Laufe ihrer Schulkarriere mit diesem Thema konfrontiert worden. Über die Hälfte der

Schülerinnen und Schüler gibt zudem an, dass das Sammeln 52 % und Bewerten von Informationen aus dem Internet (57 %) im Rahmen des Unterrichts erlernt wurde. Deutlich seltener werden andere Sicherheitsaspekte der Nutzung digitaler Ressourcen diskutiert. So geben lediglich drei von zehn Schülerinnen und Schülern an, in der Schule zu lernen, wie gefälschte E-Mails (Spam oder Phishing) erkannt werden können.

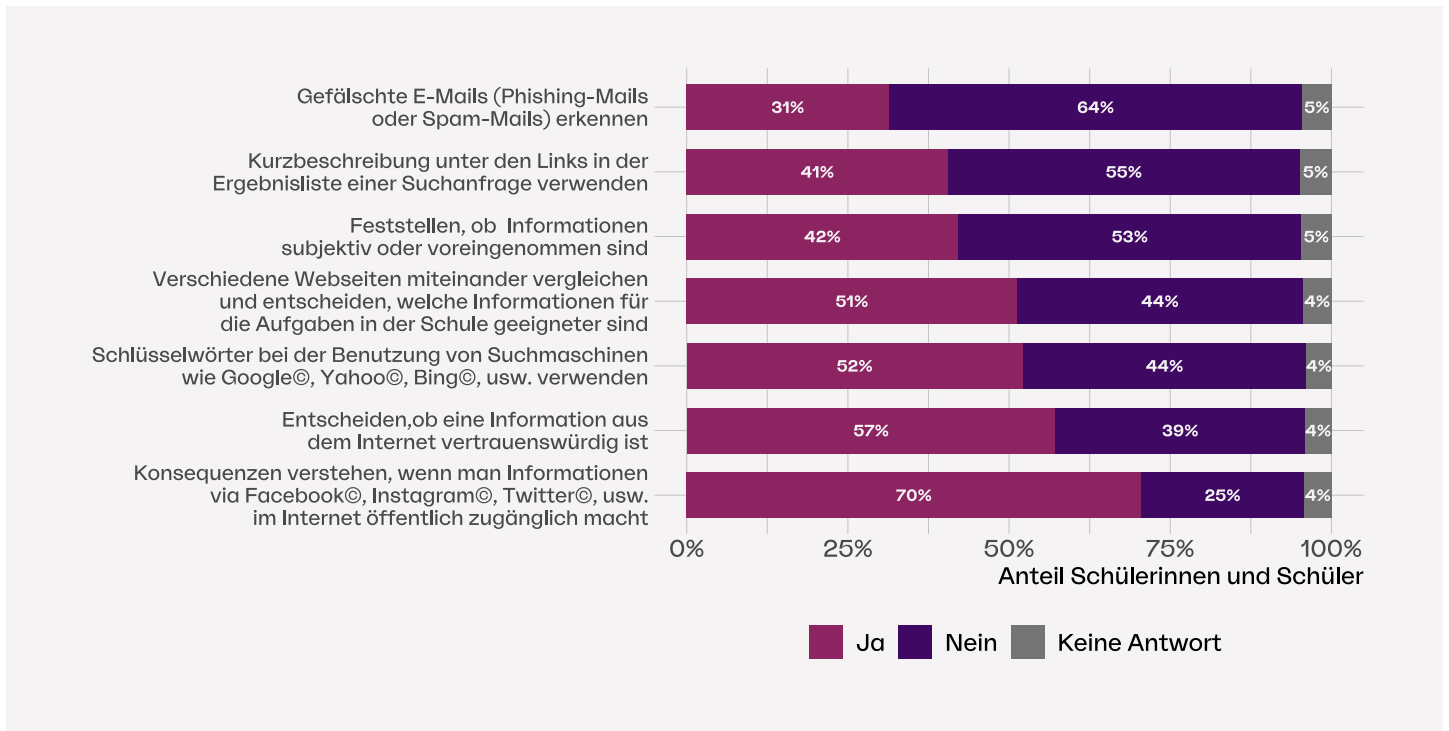


Abbildung 71: Vermittlung medienpezifischer Kompetenzen im Unterricht nach Kompetenz
 Anmerkungen: Eigene Auswertung auf Basis der PISA-Erhebung 2018. Items sind nach absteigendem Anteil der Schülerinnen und Schüler geordnet, die angeben Fähigkeiten in der Schule gelernt zu haben.

Vergleicht man die Häufigkeit des Erlernens medienpezifischer Kompetenzen in den Ländern der OECD (Abbildung 72), so fällt auf, dass Aspekte der Daten- und Informationssicherheit in der Schweiz signifikant häufiger im Unterricht diskutiert werden als im Mittel aller OECD Staaten. Ein Drittel der Schweizer Schülerinnen und Schüler gibt an, mindestens fünf der sieben abgefragten Themen in der Schule erlernt zu haben. In der gesamten OECD trifft dies nur auf 22 % der Lernenden zu.

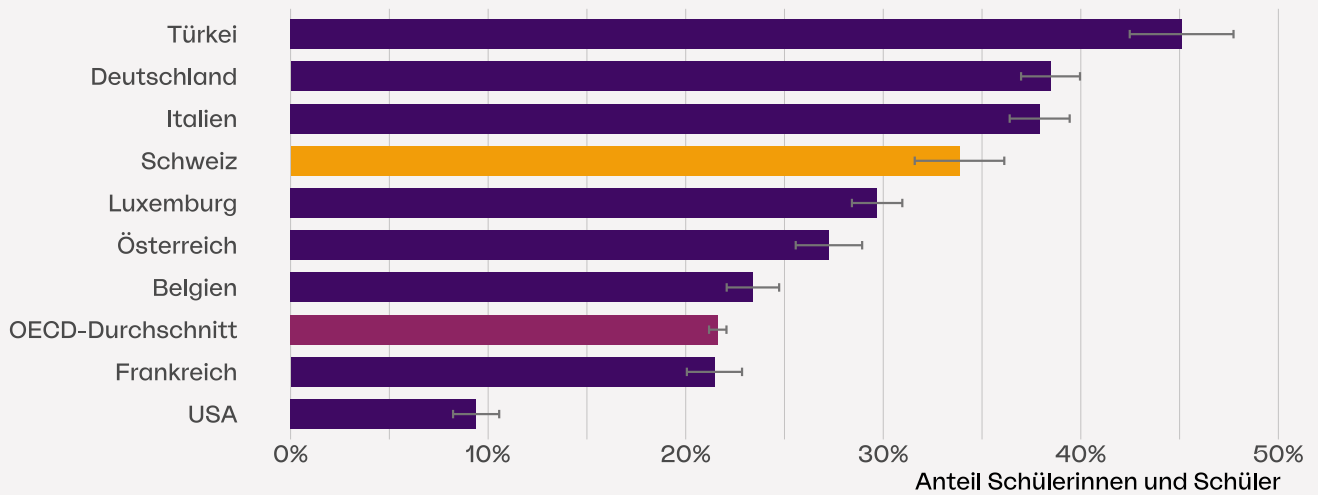


Abbildung 72: Intensität der Vermittlung medienpezifischer Kompetenzen im Unterricht, Schweiz und Referenzländer
 Anmerkungen: Eigene Auswertung auf Basis der Daten der PISA-Erhebung 2018. Balken zeigen den Anteil der Schülerinnen und Schüler, die angeben mindestens 5 von 7 Themen im Bereich Daten- und Informationssicherheit in der Schule erlernt zu haben. Als Referenzländer dienen die Nachbarländer der Schweiz (Deutschland, Frankreich, Italien und Österreich), Belgien und Luxemburg als Länder mit ebenfalls mehrsprachigem Schulsystem, sowie diejenigen Länder mit dem höchsten (Türkei) und niedrigsten Anteil (USA) aller OECD Staaten.

7.3.1.2 Digitale Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler

Dass Fähigkeiten und Kompetenzen im Umgang mit digitalen Ressourcen in den Schulen vermittelt wird, heisst nicht notwendig, dass Schülerinnen und Schüler auch über entsprechende Kompetenzen verfügen. Selbst wenn sie darüber verfügen, bedeutet dies nicht zwingend, dass die Thematisierung in der Schule ursächlich für die Ausbildung dieser Kompetenzen ist.

Eine valide Quantifizierung der digitalen Kompetenzen unter Lernenden der Sekundarstufe I ist nicht möglich. Dies hat zum einen damit zu tun, dass eine allgemein akzeptierte und validierte Definition «digitaler Kompetenzen» sowohl für die Schweiz als auch auf internationaler Ebene bis heute fehlt. In bestehenden Definitionen umfasst das Konzept zudem eine breite Palette unterschiedlichster Fähigkeiten – von der technischen Fertigkeit digitale Geräte und Anwendungen bedienen zu können bis hin zur kritischen Einschätzung von Informationen aus digitalen Medien. Dementsprechend bestehen vergleichsweise grosse Abweichungen zwischen existierenden Studien in Bezug auf die Operationalisierung dieses Konzepts und die Gewichtung der einzelnen Fähigkeiten (vgl. Kapitel 3.3.2.2). Gleichzeitig messen die meisten Studien digitale Kompetenzen auf Basis von Selbsteinschätzungen der Studienteilnehmenden. Diese können in erheblichem Umfang von tatsächlichen Kompetenzen bzw. gemessenen Leistungen abweichen (vgl. Kapitel 5.8).

Auch im Rahmen der ÜGK-Erhebung 2016 werden digitale Kompetenzen ausschliesslich mittels Selbsteinschätzungen erfasst. Dabei wird das Konzept «Computernutzung: Fähigkeiten» basierend auf der Zustimmung zu drei Aussagen zu eigenen Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Endgeräten bewertet.⁷⁴ Selbsteingeschätzte Kompetenzen variieren stark, und weisen innerhalb der Kantone bzw. Kantonsteile eine ähnlich hohe Streuung auf wie auf Ebene der gesamten Schweiz. Durchschnittliche Unterschiede zwischen Kantonen sind daher klein und statistisch nicht signifikant (vgl. Abbildung 73).⁷⁵

74 Folgende Aussagen werden berücksichtigt: «Ich konnte schon immer gut mit Computern arbeiten.», «Ich weiss mehr über Computer als die meisten Personen in meinem Alter.», «Ich kann anderen Ratschläge geben, wenn sie Probleme mit Computern haben.». Antwortmöglichkeiten für jede Aussage reichen von 1 (stimme gar nicht zu) bis 4 (stimme völlig zu). Antworten auf alle drei Aussagen werden mittels eines statistischen Modells zu einem einzigen Mass kombiniert (Sacchi & Oesch, 2017).

75 Abweichungen vom Gesamtschweizer Durchschnitt übersteigen für keinen Kanton oder Kantonsteil 0.16 Standardabweichungen.

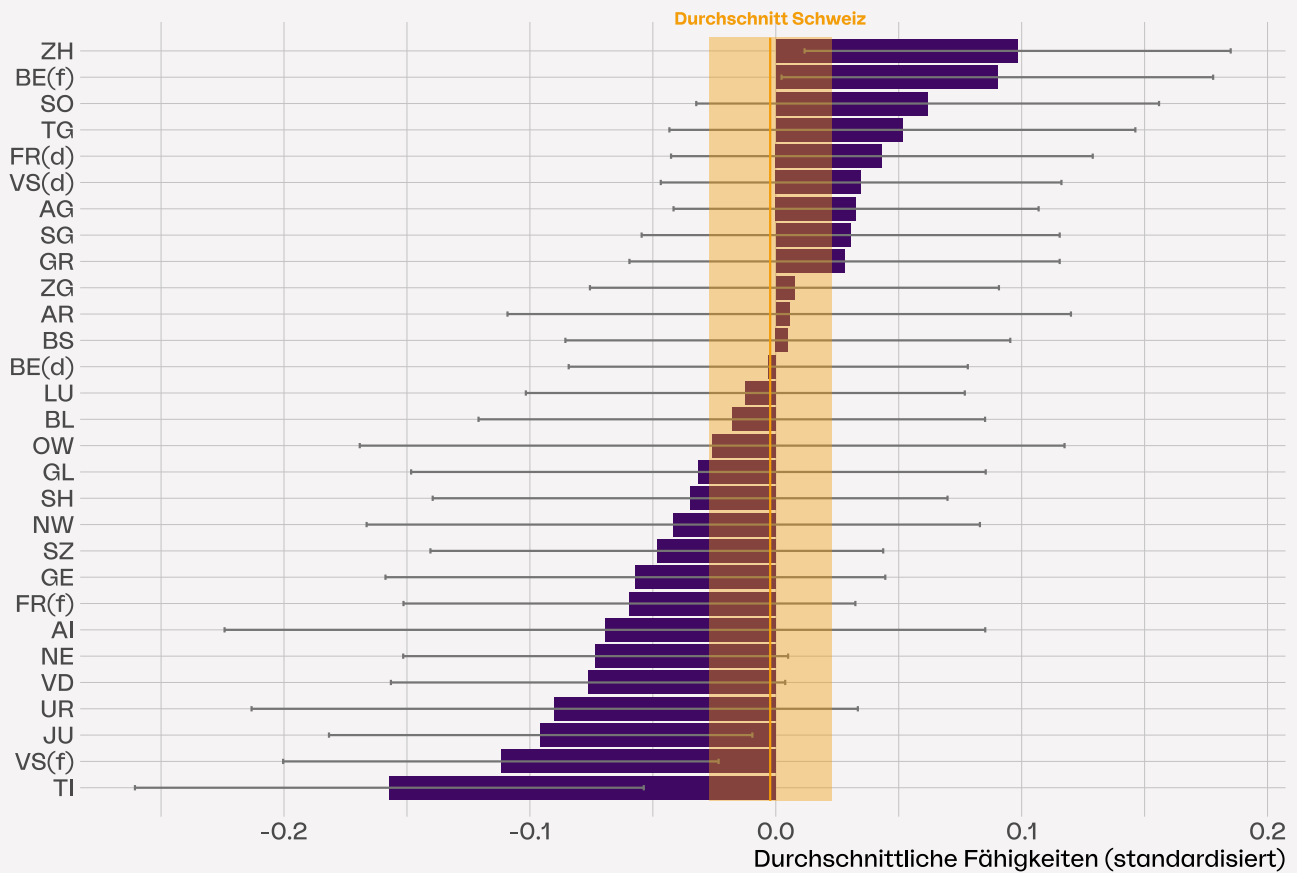


Abbildung 73: Selbsteinschätzung der Fähigkeiten Computernutzung durch Schülerinnen und Schüler nach Kanton

Anmerkungen: Eigene Berechnung auf Basis der ÜGK-Erhebung 2016. Die Höhe der Balken zeigt die durchschnittlichen selbsteingeschätzten Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler je Kanton bzw. Kantonsteil. In der gesamten Mathematik-Teilstichprobe der ÜGK-Erhebung 2016 hat die Verteilung des Kompetenzmasses einen Durchschnitt von 0 und eine Standardabweichung von 1 (Sacchi & Oesch, 2017). Antennen zeigen die Breite des 95% Vertrauensintervalls (nicht korrigiert für Fehlerkumulierung) nach Kanton oder Kantonsteil. Das gelbe Band zeigt das 95% Vertrauensintervall des gesamtschweizerischen Mittelwerts. Unterschiedliche Färbungen der Balken ergeben sich aus der Überlagerung mit dem Vertrauensintervall des gesamtschweizerischen Mittelwerts. Das Mass «Computernutzung: Fähigkeiten» beruht auf der linearen Kombination der Zustimmung von Schülerinnen und Schülern zu den Aussagen: «Ich konnte schon immer gut mit Computern arbeiten.», «Ich weiss mehr über Computer als die meisten Personen in meinem Alter.», «Ich kann anderen Ratschläge geben, wenn sie Probleme mit Computern haben.»

Lesebeispiel: Selbsteingeschätzte Kompetenzen im Umgang mit digitalen Endgeräten liegen im Kanton Zürich etwa 0.1 Standardabweichungen über dem gesamtschweizerischen Durchschnitt. Allerdings ist der Unterschied statistisch nicht signifikant. Aus den Daten lässt sich daher nicht folgern, dass Schülerinnen und Schüler im Kanton Zürich durchschnittlich ihre Kompetenzen höher einschätzen, als Schülerinnen und Schüler in der übrigen Schweiz.

Die für die Messung des Konstrukts «Computernutzung: Fähigkeiten» verwendeten Fragen, entsprechen drei von elf Fragen, die im Rahmen der ICILS Erhebungen 2013 als Prädiktoren für die Schätzung der Kompetenzen verwendet wurden. Die Testbatterie der ICILS-Erhebung 2013 dient allerdings nicht der Messung von Kompetenzen, sondern dem Interesse der Schülerinnen und Schülern an digitalen Technologien (Frailon, et al., 2015, S. 274).⁷⁶

Betrachtet man den Zusammenhang dieser Items mit den gemessenen Leistungen in der ICILS Erhebung von 2013 für die Schweiz so zeigt sich, dass höhere

Selbsteinschätzungen tendenziell auch mit höheren Leistungen einhergehen (Abbildung 74).⁷⁷ Allerdings ist der Zusammenhang schwach ausgeprägt.⁷⁸

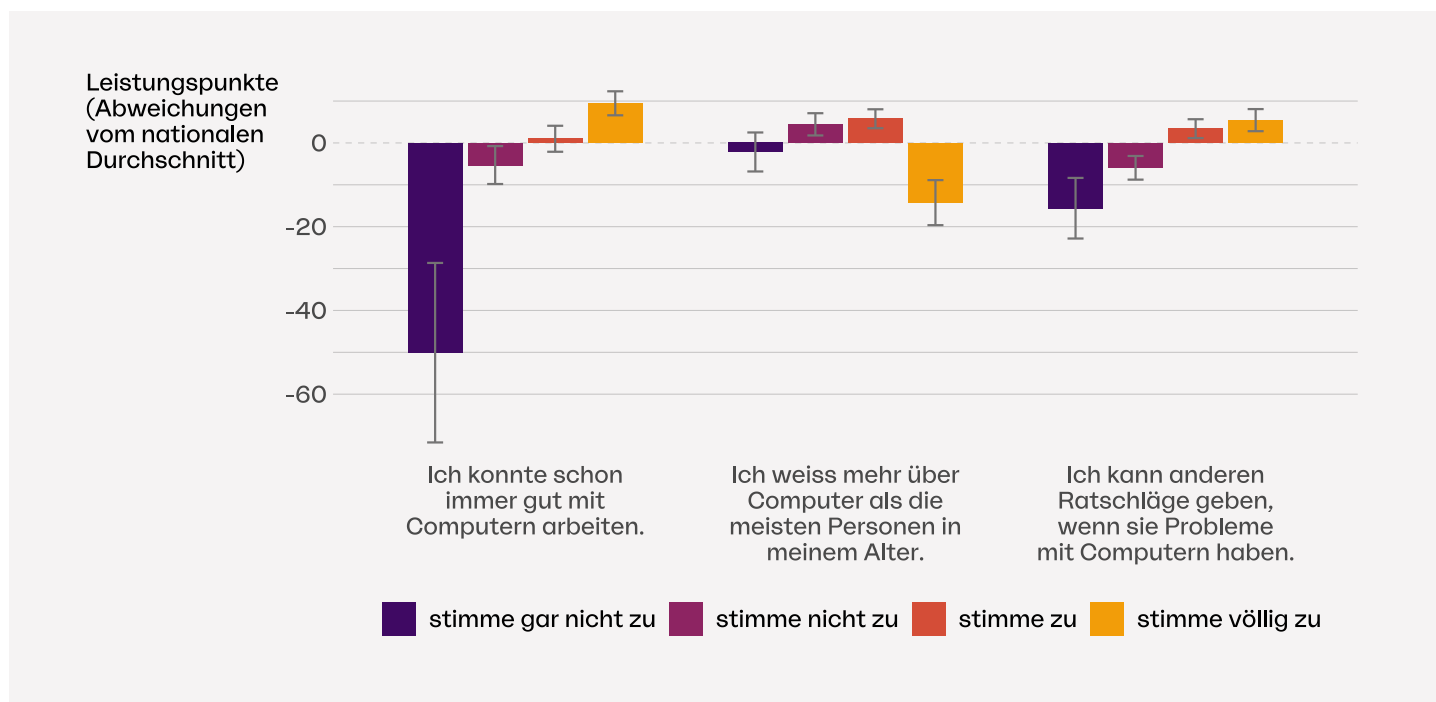


Abbildung 74: Zusammenhang zwischen Selbsteinschätzungen und gemessenen Leistungen von Schülerinnen und Schülern in der Schweiz

Anmerkungen: Eigene Auswertungen auf Basis der Lernendenstichprobe der Schweizer ICILS-Erhebung aus dem Jahr 2013. Balken zeigen die durchschnittliche Abweichung vom nationalen Leistungsdurchschnitt der ICILS Erhebung 2013 (526 Punkte) nach Antwortkategorie. Antennen stellen das 95% Vertrauensintervalle der Punktschätzer dar. Beide sind das Ergebnis dreier linearer Regressionsmodelle, die jeweils ausschliesslich die faktorisierten Antwortkategorien als Vorhersagekriterien berücksichtigen.

Die Ergebnisse der ICILS Erhebung 2013 für die Schweiz legen nahe, dass die in der Schweiz befragten Schülerinnen und Schüler über digitale Kompetenzen verfügen, die über dem Durchschnitt der Schülerinnen und Schüler aller teilnehmenden Länder liegt (Konsortium icils.ch, 2015). Dabei zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Sprachregionen. Wobei deutsch- und französischsprachige Schülerinnen und Schüler signifikant bessere Ergebnisse erzielen als ihre italienischsprachigen Mitschülerinnen und Mitschüler. Diese Unterschiede finden sich auch, wenn man die Ergebnisse der beiden Kantone Wallis und Tessin miteinander vergleicht, für die beide repräsentative Stichproben auf Kantonsebene vorliegen (Salzmann, 2016; Calvo & Zampieri, 2017).

76 In der ICILS-Erhebung von 2018 werden sie nicht abgefragt.

77 Ähnliche Ergebnisse finden sich auch für Deutschland.

78 Ein lineares Regressionsmodell, das alle drei Selbsteinschätzungen in faktorisierter Form enthält, erklärt etwa 8,5% der Varianz der gemessenen CI-Kompetenzen der Schweizer Schülerinnen und Schüler in der ICILS-Erhebung von 2013.

7.3.1.3 Digitale Kompetenzen als Unterrichtsthema und Kompetenzbildung

Bislang liegen weder auf internationaler Ebene noch für die Schweiz Untersuchungen vor, die eine Aussage darüber erlauben, in welchem kausalen Zusammenhang die Vermittlung digitaler Kompetenzen in der Schule und die Kompetenzbildung der Schülerinnen und Schüler steht. Ergebnisse der internationalen Querschnittserhebung ICILS aus dem Jahr 2018 zeichnen ein uneinheitliches Bild dieses Zusammenhangs (Abbildung 75). In fünf von 13 teilnehmenden Ländern und Regionen, haben Schülerinnen und Schüler, die über eine intensivere Vermittlung von computer- und informationsspezifischen Kompetenzen in der Schule berichten, auch statistisch signifikant höhere Kompetenzen in diesem Bereich. In den übrigen findet sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang. Dagegen findet sich ein statistisch signifikanter, negativer Zusammenhang zwischen der Intensität der schulischen Vermittlung von Kompetenzen im Bereich «Computational Thinking» und den tatsächlichen Kompetenzen der Lernenden in allen sieben teilnehmenden Ländern und Regionen.⁷⁹ Allerdings sind Zusammenhangsmasse in beide Richtungen klein, was für eine vergleichsweise geringe Bedeutung der schulischen Vermittlung beim Erwerb digitaler Kompetenzen spricht (vgl. auch Fraillon, et al., 2014; Hatlevik, Throndsen, et al., 2018; Fraillon, et al., 2019; Livingstone, 2012).

79 Im Rahmen der ICILS-Erhebung 2018 haben 14 Länder und Regionen am Modul «Computer und Information Literacy», aber lediglich acht am Modul «Computational Thinking» teilgenommen. Ergebnisse für Luxemburg wurden ausgeklammert, da dort nur eine geringe Anzahl an Schulen an der Erhebung teilgenommen hat.

80 Die eine Ausnahme ist der Zusammenhang zwischen der Verfügbarkeit von digitalen Ressourcen und den gemessenen Kompetenzen im Bereich «Computational Thinking», die in 4 von 8 am Modul teilnehmenden Länder auf einem Fehlerniveau von $\alpha < 0.05$ signifikant ist. Generell gilt: Das verwendete Fehlerniveau ($\alpha < 0.05$) entspricht demjenigen von Fraillon, et al. (2019a). Es korrigiert nicht für die mehrfache Durchführung derselben Schätzung, und ist damit potentiell anfällig für die Kumulierung von statistischen Fehlern. Eine solche Korrektur auf Basis der Bonferroni-Methode (vgl. Shaffer, 1995) führt zu einem fast kompletten Verlust aller in Tabelle 5 aufgeführten signifikanten Zusammenhänge.

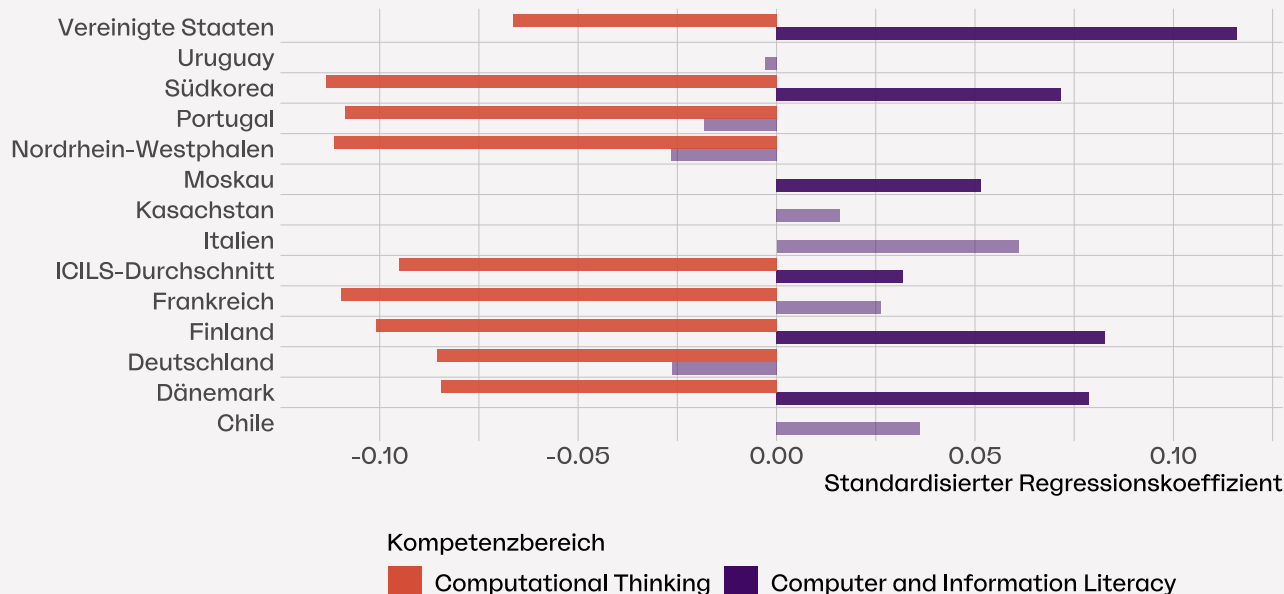


Abbildung 75: Vermittlung digitaler Kompetenzen in der Schule und Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler, nach Land

Anmerkungen: Sechs von 13 Ländern haben sowohl am Modul «Computer und informationsbezogene Kompetenzen», als auch am Modul «Computational Thinking» teilgenommen. Die Schweiz hat an der Erhebung 2018 nicht teilgenommen. Die Balken geben die Werte standardisierter Regressionskoeffizienten für die Masse der Intensität der Vermittlung digitaler Kompetenzen im Unterricht an. Diese wurden aus einer Sammlung von acht Items gebildet, die Schülerinnen und Schüler über die Intensität des Erlernens bestimmter digitaler Fähigkeiten im Unterricht befragen (vgl. Fraillon, et al., 2019a). Alle Regressionsmodelle kontrollieren zusätzlich für persönliche und sozio-demographische Eigenschaften von Schülerinnen und Schülern, sowie ICT-Nutzung und -Ausstattung zuhause und in der Schule. Aufgehellte Balken bedeuten, dass der Zusammenhang statistisch nicht signifikant ist.

Lesebeispiel: In Deutschland besteht ein negativer Zusammenhang zwischen der Intensität der Vermittlung von Kompetenzen im Bereich «Computational Thinking» im Unterricht und den gemessenen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in diesem Bereich. Der Zusammenhang ist statistisch signifikant, aber klein. Er entspricht etwa 8,5% der nationalen Standardabweichung der Kompetenzen.

Ein ähnliches Bild ergibt sich für eine Mehrzahl der im Rahmen des ICILS erhobenen Eigenschaften auf Ebene von Schule und Unterricht. Auch hier finden sich Korrelationen, die auf einen geringen Einfluss der Schule auf die Ausbildung digitaler Kompetenzen schliessen lassen. Tabelle 5 zeigt den Anteil derjenigen Länder und Regionen für die ein signifikanter Zusammenhang zwischen Faktoren auf Schulebene und den gemessenen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler gefunden wurde (vgl. Fraillon, et al., 2019a, S. 222 ff.). Während für keines der teilnehmenden Länder ein negativer Zusammenhang gefunden wurde, finden sich positive Zusammenhänge in der Regel für weniger als ein Drittel der Länder und Regionen.⁸⁰

⁸⁰ Die eine Ausnahme ist der Zusammenhang zwischen der Verfügbarkeit von digitalen Ressourcen und den gemessenen Kompetenzen im Bereich «Computational Thinking», die in 4 von 8 am Modul teilnehmenden Ländern auf einem Fehlerniveau von $\alpha < 0.05$ signifikant ist. Generell gilt: Das verwendete Fehlerniveau ($\alpha < 0.05$) entspricht demjenigen von Fraillon, et al. (2019a). Es korrigiert nicht für die mehrfache Durchführung derselben Schätzung, und ist damit potentiell anfällig für die Kumulierung von statistischen Fehlern. Eine solche Korrektur auf Basis der Bonferroni-Methode (vgl. Shaffer, 1995) führt zu einem fast kompletten Verlust aller in Tabelle 5 aufgeführten signifikanten Zusammenhänge.

Tabelle 5: Zusammenhang zwischen digitalen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern, und der schulischen Ausstattung sowie Nutzung digitaler Ressourcen

Quelle: Fraillon, et al. (2019a, Kapitel 7)

Richtung des Zusammenhangs	Computer und informations- bezogene Kompetenzen		Computational Thinking	
	Positiv	Negativ	Positiv	Negativ
Intensität der Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht ^a	1/13	0/13	2/8	0/8
Durchschnittliche Lehrerfahrung der Lehrpersonen mit digitalen Ressourcen ^b	2/13	0/13	1/8	0/8
Verfügbarkeit digitaler Ressourcen in der Schule ^c	4/13	0/13	4/8	0/8
Erwartung der Schule bezüglich der Nutzung digitaler Ressourcen als Kommunikationskanal ^d	1/13	0/13	2/8	0/8

- a Zusammenfassung einer Reihe von Fragen an Lehrpersonen bezüglich Intensität der Nutzung digitaler Ressourcen durch ihre Schülerinnen und Schüler im Unterricht (z. B. für die individuelle Arbeit mit Lehrmitteln).
- b Durchschnittliche Anzahl an Jahren, die das Lehrerkollegium einer Schule, bereits digitale Ressourcen im Unterricht einsetzt.
- c Zusammenfassung der Verfügbarkeit von 13 verschiedenen digitalen Ressourcen.
- d Ausmass, zu dem Lehrpersonen die Nutzung digitaler Kanäle zur Zusammenarbeit mit anderen Lehrpersonen, Eltern, Schülerinnen und Schülern vorgeschrieben wird.

Da die Schweiz an der zweiten Erhebungsrunde des ICILS nicht teilgenommen hat, lässt sich nicht einschätzen, ob der generelle Befund, dass digitale Kompetenzen durch Schülerinnen und Schüler primär im privaten Umfeld erworben werden, auch für die Schweiz zutrifft. Allerdings lässt sich feststellen, dass in anderen internationalen Studien, an denen die Schweiz beteiligt ist, der Zusammenhang zwischen der Nutzung digitaler Ressourcen in der Schule und den digitalen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern oft schwach ausgeprägt ist (u. a. Livingstone, 2012; Zhong, 2011).

Die Gründe für das Fehlen eines Zusammenhangs zwischen der Nutzung digitaler Ressourcen in der Schule und den digitalen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern sind nicht abschliessend geklärt. Eine Vermutung ist, dass digitale Technologien in Schulen bis anhin noch in zu geringem Umfang eingesetzt werden, um sich in beobachtbaren Kompetenzen niederzuschlagen (Petko, et al., 2017; Schmid & Petko, 2019). Weitere Erklärungsansätze lauten, dass digitale Ressourcen primär zur Förderung von Schülerinnen und Schülern mit geringen Kompetenzen genutzt werden (Fraillon, et al., 2019) oder dass digitale Ressourcen bislang überwiegend im Rahmen von Lehr- und Lernmethoden verwendet werden, die eine qualitativ befriedigende Nutzung nicht gewährleisten (Schmid & Petko, 2019; Eickelmann, et al., 2014; Falck, Mang, & Woessmann, 2018). Neuere Analysen lassen zudem vermuten, dass die Nutzung digitaler Ressourcen insbesondere in Lernzusammenhängen, die von einer mittleren Selbstständigkeit der Lernenden geprägt sind (z. B. in Form von projektbezogenen Arbeiten) eher zu einer Förderung digitaler Kompetenzen beitragen als die

Nutzung in Situation, die eine hohe Eigenständigkeit der Lernenden erfordern, beispielsweise selbstständig Lerninhalte zu definieren (Schmid & Petko, 2019).

7.3.1.4 Zusammenhang zwischen der Nutzung digitaler Ressourcen und schulischen Leistungen

Bund und Kantone betonen in ihren Strategien zum Umgang mit der Digitalisierung in der Bildung, dass der Einsatz digitaler Ressourcen für die Individualisierung des Lernens, die Verbesserung von Lehrqualität und damit die Steigerung der Lernleistungen ein wichtiges Ziel für den Einsatz dieser Technologien in der Schule ist (vgl. Kapitel 4.4.1).

Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Literatur zu diesem Zusammenhang sind in hohem Masse heterogen (vgl. Kapitel 5.2). Allerdings hat sich relativ deutlich herauskristallisiert, dass die Ausstattung von Schulen mit digitalen Geräten allein keine – oder tendenziell sogar negative – Effekte nach sich zieht (vgl. Bulman & Fairlie, 2016). Auch scheint der Effekt der Nutzung digitaler Technologien auf den Lernerfolg in hohem Masse kontextabhängig zu sein (Falck, Mang, & Woessmann, 2018; Comi, et al., 2017) und mit erheblicher zeitlicher Verzögerung einzutreten (Hull & Duch, 2019; Somekh, et al., 2007). Um den Effekt digitaler Ressourcen auf den Lernerfolg korrekt bewerten zu können, bedürfte es demnach umfangreicher Informationen zu Häufigkeit und Art des Einsatzes spezifischer digitaler Ressourcen sowie zu den Rahmenbedingungen unter denen dieser Einsatz erfolgt. Diese Informationen müssten nach Fachgebiet getrennt vorliegen. Zudem wäre es nötig, sowohl Unterschiede im Einsatz digitaler Ressourcen als auch Leistungen von Schülerinnen und Schülern langfristig zu verfolgen, beispielsweise in Form einer Kohortenstudie. Schliesslich bleibt selbst in prospektiven Kohortenstudien die Identifikation eines kausalen Zusammenhangs zwischen der Nutzung digitaler Ressourcen und Lernleistungen eine grosse Herausforderung, weil die Entscheidung, digitale Ressourcen zu nutzen, ein selektiver Prozess ist. Zum Beispiel können Schülerinnen und Schüler oder deren Eltern Schulen auf Basis des Stands der Integration digitaler Ressourcen wählen. Auch können Lehrpersonen den Einsatz digitaler Ressourcen von den Leistungen der Schülerinnen und Schüler abhängig machen. Um unter diesen Umständen gesicherte Aussagen über kausale Zusammenhänge machen zu können, müssten Schülerinnen und Schüler oder zumindest Klassen oder Schulen zusätzlich randomisiert zu Nutzungsmustern zugeteilt werden.

Grosse Kohortenstudien mit einer randomisierten Zuteilung von Schülerinnen und Schülern zu Nutzungsformen digitaler Ressourcen gibt es in der Schweiz nicht. Stattdessen lassen sich aus bestehenden Leistungsvergleichsstudien wie

der PISA oder der ÜGK-Erhebung neben gemessenen fachlichen Leistungen einzelne, unspezifische Informationen zu Nutzungshäufigkeit und Nutzungsdauer digitaler Ressourcen entnehmen. Diese Daten erlauben die Darstellung eines deskriptiven Zusammenhangs zwischen einzelnen Nutzungsverhalten und schulischen Leistungen. Die Ergebnisse lassen sich aber nicht kausal interpretieren. Selbst wo eine Annäherung an kausale Zusammenhänge mittels statistischer Methoden möglich ist, fehlen spezifische Informationen, um zwischen dem Effekt einer Technologie an sich und dem Effekt des Einsatzes dieser Technologie zu unterscheiden. Beispielsweise lässt sich nicht sagen, ob ein negativer Zusammenhang das Resultat des Einsatzes der Technologie an sich ist (weil Lernen mit digitalen Technologien lernmindernd wirkt) oder ob die Art und Weise, wie die Technologie eingesetzt wird, problematisch ist (weil so Lernen mit digitalen Technologien lernmindernd wirkt). Umgekehrt lassen sich positive Zusammenhänge nicht als Ergebnis des Einsatzes der digitalen Technologie interpretieren, da Informationen über weitere Unterschiede zwischen Lehrpersonen, die digitale Ressourcen im Unterricht einsetzen, und Lehrpersonen, die es nicht tun, fehlen.

Betrachtet man den deskriptiven Zusammenhang zwischen Nutzungshäufigkeiten und Lernleistungen auf Basis der Daten der ÜGK-Erhebung von 2016 (Abbildung 76), zeigt sich auf Ebene der Gesamtschweiz ein U-förmiger Zusammenhang. Schülerinnen und Schüler, die angeben, diese Geräte in einigen oder den meisten Unterrichtsstunden zu nutzen, erzielen signifikant geringere Leistungen in Mathematik als diejenigen, die angeben, diese Geräte nie einzusetzen. Dagegen, schneiden Schülerinnen und Schüler, die digitale Geräte in jeder oder fast jeder Stunde nutzen, mindestens ebenso gut ab, wie Schülerinnen und Schüler der Referenzgruppe (d. h. diejenigen, die digitale Geräte nie einsetzen). Auf Basis der gegebenen Daten der ÜGK-Erhebung 2016 lässt sich nicht abschliessend einschätzen, wie dieser nicht lineare Zusammenhang zu erklären ist. Eine Hypothese lautet, dass ein Teil der Lehrpersonen, der digitale Endgeräte sehr häufig einsetzt andere Formen der pädagogischen Integration digitaler Endgeräte in den Unterricht wählt als Kolleginnen und Kollegen, die dies nur selten tun. Beispielsweise ist denkbar, dass digitale Endgeräte bei seltener Nutzung primär zur Förderung der Lernmotivation und Lernleistungen lernschwacher Schülerinnen und Schüler eingesetzt wurden. Wäre dies der Fall, so zeichneten die dargestellten deskriptiven Zusammenhänge zwischen Computernutzung und Lernleistung ein verzerrtes Bild des kausalen Beitrags digitaler Ressourcen für die Ausbildung fachlicher Kompetenzen. Da die ÜGK keine Informationen zu den pädagogischen Ansätzen der Integration digitaler Endgeräte durch Lehrpersonen erhoben hat, lässt sich diese Hypothese nicht überprüfen.

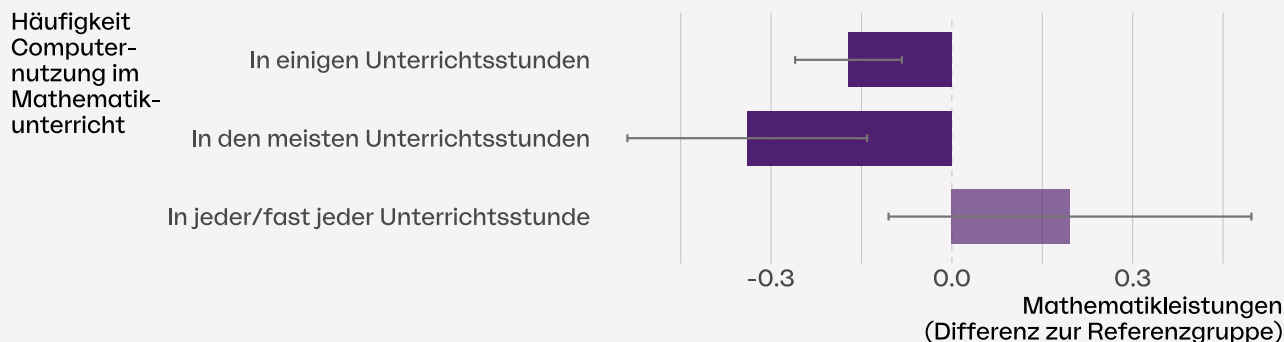


Abbildung 76: Abweichung der durchschnittlichen Leistungen in Mathematik nach Nutzungshäufigkeit von digitalen Endgeräten im Mathematikunterricht

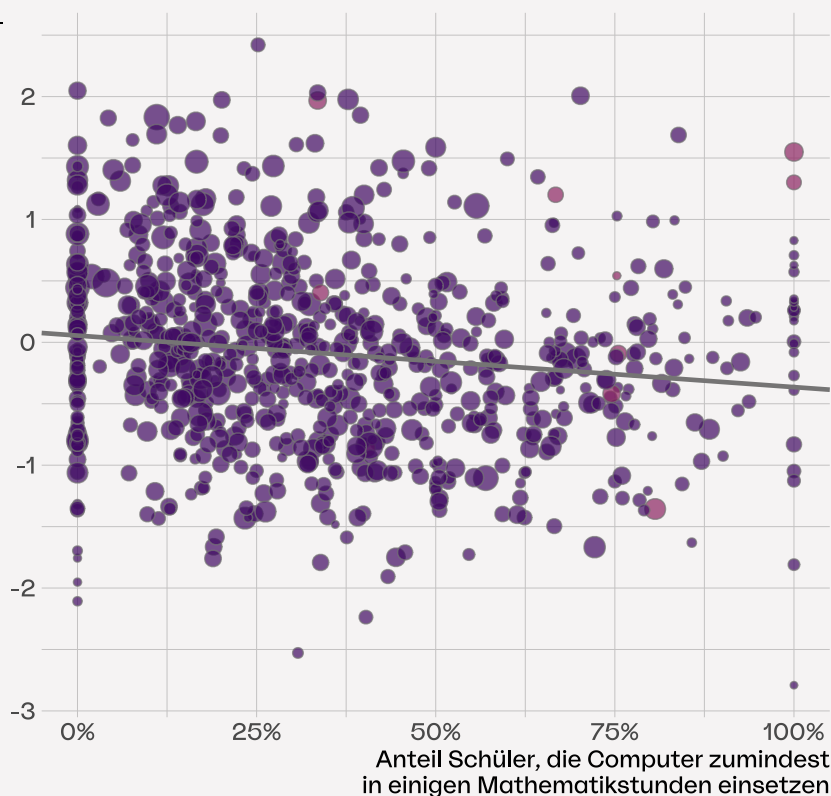
Anmerkungen: Eigene Berechnungen auf Basis der ÜGK-Erhebung 2016. Referenzgruppe: Schülerinnen und Schüler, die digitale Geräte nie im Mathematikunterricht einsetzen. Bedingte Abweichungen (Balken) und 95% Vertrauensintervall (Antennen). Aufgehellte Balken zeigen nicht signifikante Abweichungen. Kontrollvariablen: Geschlecht und Immigrationsstatus des Lernenden, vergangene Klassenrepetitionen, der höchste Bildungsabschluss der Eltern, die Anzahl an Büchern im Elternhaus, die Bewertung der Interaktion mit der Lehrperson für Mathematik, sowie die Nutzungshäufigkeit digitaler Geräte in Fremdsprachen und dem schulsprachlichen Unterricht.

Dass nicht beobachtbare Unterschiede zwischen Lehrpersonen oder Schulen aber eine wichtige Rolle für den Zusammenhang zwischen der Nutzung digitaler Endgeräte im Mathematikunterricht und Leistungen in Mathematik spielen, wird auch deutlich, wenn man dieses Verhältnis auf Ebene der einzelnen Schulen betrachtet. Abbildung 77 stellt die durchschnittliche Leistung in Mathematik dem Anteil der Schülerinnen und Schüler gegenüber, die angeben, digitale Geräte zumindest gelegentlich im Unterricht einzusetzen. Ähnlich wie in Abbildung 76 findet sich auch hier in der Tendenz ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen dem Anteil Schülerinnen und Schüler, die digitale Geräte zumindest gelegentlich brauchen, und den gemessenen Leistungen im Fach Mathematik (illustriert durch die graue Linie).⁸¹ Allerdings lässt sich an jedem Punkt entlang der horizontalen Achse eine erhebliche Streuung der Mathematikleistungen beobachten.⁸² So finden sich auch Schulen, in denen alle befragten Lernenden angeben digitale Geräte in jeder oder fast jeder Mathematikstunde einzusetzen, unter den besten 10 % der Schulen in der Schweiz. Die Existenz solcher Ausreisser spricht dafür, dass im Jahr 2016 zumindest in einigen Sekundarschulen digitale Ressourcen sehr erfolgreich für den fachspezifischen Unterricht in Mathematik eingesetzt wurden. Warum diese Schulen vom insgesamt beobachtbaren Trend so deutlich abweichen, wäre eine zentrale weiterführende Forschungsfrage. Allerdings wäre dazu – insbesondere für die qualitative Forschung – eine Identifikation bestimmter Schulen nötig. Dies ist gemäss den Bedingungen der Nutzungsvereinbarung der ÜGK-Erhebung aktuell nicht möglich.

81 Das zugehörige Regressionsmodell besagt, dass der Unterschied zwischen Schulen, in denen Schülerinnen und Schüler grundsätzlich keine digitalen Endgeräte brauchen, und Schulen, in denen alle Schülerinnen und Schüler digitale Endgeräte zumindest gelegentlich einsetzen, etwa 0,4 Skaleneinheiten beträgt. Dies entspricht etwas mehr als der Hälfte der Standardabweichung auf Schulebene.

82 Ein fast identisches Bild ergibt sich, wenn zusätzlich für Geschlecht, Immigrationsstatus und Repetitions Geschichte der Schülerinnen und Schüler, für den höchsten Bildungsabschluss ihrer Eltern, die Anzahl der Bücher im Haushalt, sowie dafür, wie Schülerinnen und Schüler das Niveau individueller Unterstützung, das Klassenmanagement der Lehrperson und die Unterrichtsqualität des Mathematikunterrichts allgemein bewerten, kontrolliert wird.

Durchschnittliche
Mathematik-
leistungen



Anteil Schülerinnen
und Schüler,
die digitale Geräte in
jeder/fast jeder
Unterrichtsstunde
einsetzen:

- über 33%
- unter 33%

Abbildung 77: Mathematikleistungen und Nutzung digitaler Geräte im Mathematikunterricht auf Schulebene

Anmerkungen: Eigene Berechnung auf Basis der ÜGK-Erhebung 2016. Grösse der Punkte zeigt die Anzahl der befragten Schülerinnen und Schüler je Schule. Die graue Linie verdeutlicht den linearen Zusammenhang zwischen Anteil Schülerinnen und Schülern, die digitale Geräte nutzen, und durchschnittlichen, gewichteten Mathematikleistungen je Schule. Hellere Punkte (in Pink) identifizieren Schulen, in denen ein hoher Anteil der Schülerinnen und Schüler (einen Drittel oder mehr) digitale Endgeräte intensiv im Mathematikunterricht einsetzt (d.h. in jeder oder fast jeder Unterrichtsstunde). Der Schwellenwert wurde opportunistisch gewählt.

7.3.1.5 Digitale Hilfsmittel werden häufiger zur Förderung lernschwacher Schülerinnen und Schüler eingesetzt

Grundsätzlich ist bei der Interpretation des Zusammenhangs zwischen gemessenen Leistungen und der Nutzung digitaler Ressourcen im Mathematikunterricht Vorsicht geboten. Aus den oben angeführten Gründen können die in Abbildung 76 dargestellten Korrelationen nicht als kausaler Effekt der Nutzung digitaler Geräte auf Leistungen in Mathematik interpretiert werden. Dies insbesondere, weil Daten der ÜGK-Erhebung von 2016 nahelegen, dass a priori leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler digitale Ressourcen im Mathematikunterricht häufiger nutzen. Abbildung 78 zeigt die relative Häufigkeit von Schülerinnen und Schülern, die angeben digitale Geräte in den meisten bzw. in jeder/fast jeder Mathematikstunde einzusetzen in Abhängigkeit von deren Repetitionsgegeschichte in vorhergehenden Klassenstufen (Klassenstufe 3 bis 10 nach HarmoS-Zählung). Es zeigt sich, dass insbesondere Knaben, die in der Primarschule mindestens einmal eine Klasse repetiert haben, signifikant häufiger digitale Geräte

im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I brauchen, als ihre Mitschülerinnen und Mitschüler, die keine Repetition in ihrer Primarschulkarriere aufweisen. Dies deutet darauf hin, dass digitale Geräte auch als Mittel zur Förderung und Motivation leistungsschwacher Schüler (und in einem geringen Umfang auch Schülerinnen) eingesetzt wurden (und allenfalls werden).⁸³ Der negative Zusammenhang zwischen Nutzungshäufigkeit und Mathematikleistungen wie in Abbildung 76 dargestellt, ist in diesem Fall nicht mit einem negativen Einfluss gleichzusetzen, weil nicht klar ist, wie die betroffenen Schüler bzw. Schülerinnen ohne die Nutzung digitaler Geräte abgeschnitten hätten.

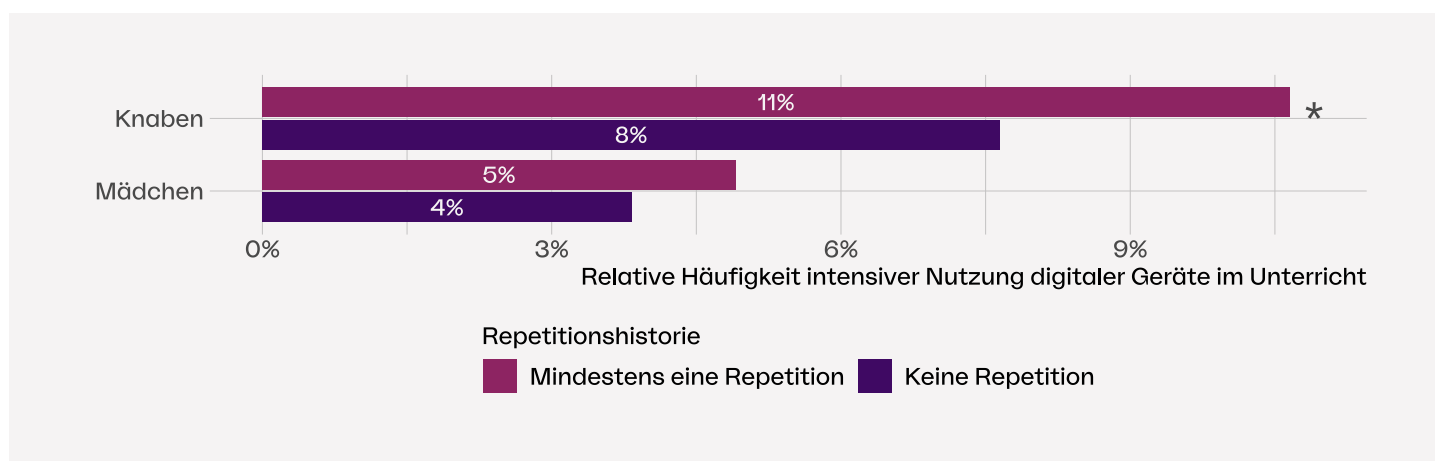


Abbildung 78: Repetitionsgeschichte und relative Häufigkeit der Nutzung digitaler Ressourcen im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I

Anmerkungen: Eigene Berechnungen auf Basis der ÜGK-Erhebung 2016. Balken zeigen die relative Häufigkeit der Nutzung digitaler Ressourcen in den meisten bzw. in jeder/fast jeder Mathematikstunde nach Repetitionsgeschichte in der Primarschule. Die Repetitionshistorie unterscheidet Schülerinnen und Schüler, die mindestens eine Klasse in den Klassenstufen 3 bis 10 (HarmoS-Zählung) repetiert haben, von denen die keine Klasse repetiert haben. Mit * gekennzeichnete Gruppen weisen statistisch signifikante Unterschiede in der Nutzung digitaler Ressourcen im Mathematikunterricht aus ($p < 0.1$).

Die Tatsache, dass digitale Endgeräte auch häufig mit dem Versuch eingesetzt werden Schülerinnen und Schüler für Schule und Unterrichtsinhalte zu motivieren wird auch klar, wenn man querschnittlich die relative Häufigkeit der Nutzung im Unterricht mit der Häufigkeit anderer Verhaltensauffälligkeiten, wie unentschuldigtem Absenzen (Schulschwänzen) in Beziehung setzt (Abbildung 79). Es zeigt sich, dass Schülerinnen und Schüler, die angeben in den vergangenen zwei Wochen mindestens einen ganzen Tag geschwänzt zu haben, in etwa dreimal so häufig berichten, Computer in den meisten Unterrichtsstunden oder öfter

⁸³ Repetitionen können auch aus Gründen erfolgen, die nicht auf die Leistungen in Mathematik zurückzuführen sind (Bless, Bonvin, & Schüpbach, 2004). Insofern ist die Repetitionsgeschichte einer Schülerin oder eines Schülers ein fehlerbehaftetes Mass für die Leistungsstärke in Mathematik zu Beginn der Sekundarstufe I. Da aber Informationen zu Leistungen in Mathematik in der Primarstufe im Rahmen der ÜGK Erhebung 2016 nicht erhoben wurden, wird hier auf die Repetitionsgeschichte als Näherung für schulische Leistungsfähigkeit zurückgegriffen. Dies erfordert die Annahme, dass Leistungsfähigkeiten in Mathematik mit Repetitionswahrscheinlichkeiten korrelieren.

zu nutzen, wie ihre Mitschülerinnen und Mitschüler, die nicht von einer unentschuldigter Abwesenheit in diesem Zeitraum berichten. Diese Angabe ist unabhängig von Fach oder Fächerkombination.⁸⁴

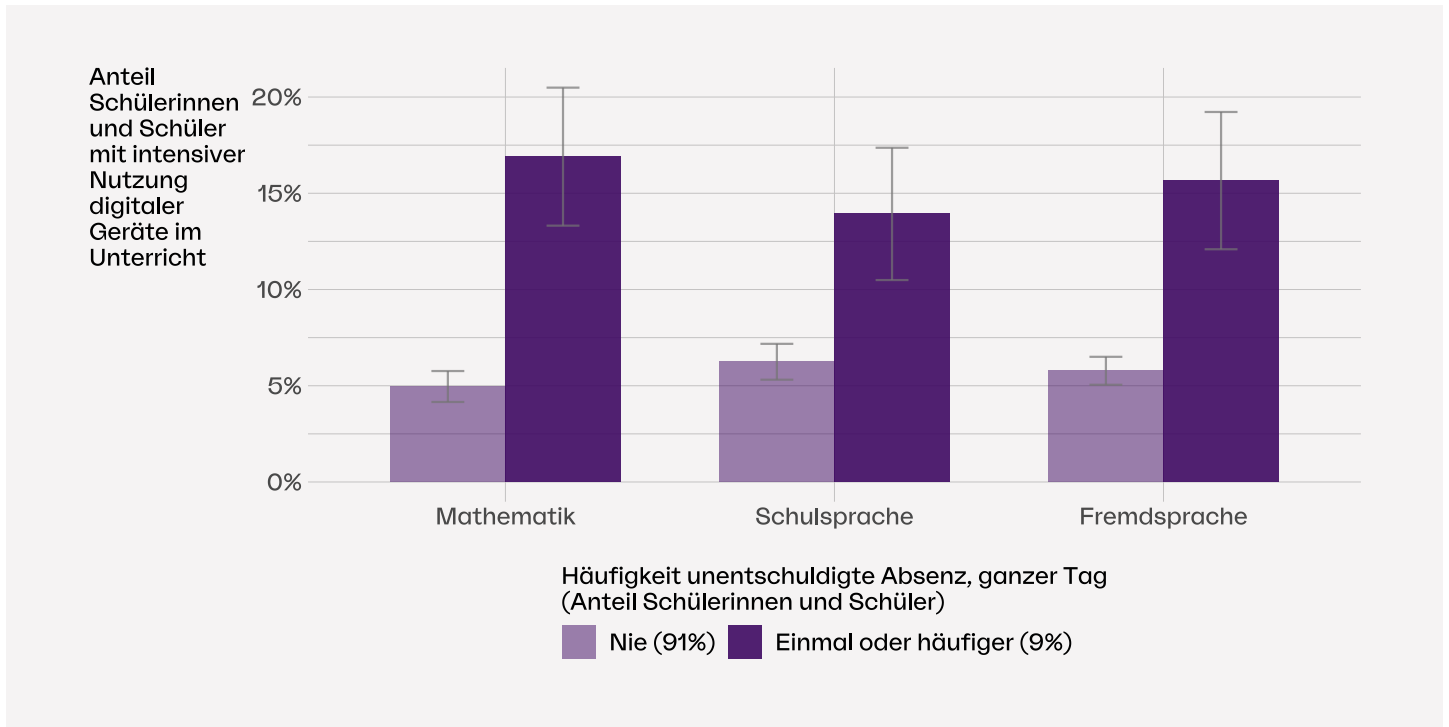


Abbildung 79: Unentschuldigte Absenzen und Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht

Anmerkungen: Eigene Berechnung auf Basis der ÜGK-Erhebung 2016. Relative Häufigkeit der Nutzung digitaler Ressourcen in den meisten bzw. in jeder/fast jeder Unterrichtsstunde nach Anzahl unentschuldigter Fehltage in den vergangenen zwei Wochen und Fach. Unterschiede zwischen den beiden Gruppen sind für jedes Fach bzw. jede Fachgruppe statistisch signifikant.

Lesebeispiel: 17% der Schülerinnen und Schüler, die in den vergangenen 14 Tagen an mindestens einem Tag unentschuldigter der Schule ferngeblieben sind, geben an digitale Endgeräte in jeder oder fast jeder Unterrichtsstunde zu nutzen. Unter Schülerinnen und Schülern, die keinen unentschuldigter Fehltag aufweisen, sind dies lediglich 5%.

Auch Lehrpersonen, die im Rahmen der Schweizer Teilstichprobe der ICILS-Erhebung 2013 befragt wurden, geben vergleichsweise häufig an, digitale Ressourcen zur Förderung einzelner Lernenden oder Gruppen von Schülerinnen und Schülern einzusetzen. Etwa die Hälfte der befragten Lehrpersonen geben an, dies gelegentlich zu tun. Und etwa jede fünfte befragte Lehrperson gibt an digitale Ressourcen oft für diesen Zweck einzusetzen. Der Einsatz digitaler Ressourcen als Motivations- und Förderungsinstrument ist damit, nach der Nutzung als Präsentationswerkzeug (siehe oben), der am zweithäufigsten genannte Nutzungszweck unter den befragten Lehrpersonen.

⁸⁴ Sowohl für die Repetitions Geschichte als auch im Fall der Absenzen ist nicht klar, wie der kausale Zusammenhang zwischen beiden Faktoren und der Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht ist.

7.3.2 Effizienz

Eine Bewertung der Effizienz des Einsatzes digitaler Ressourcen auf Sekundarstufe I ist im Rahmen dieses Berichts nicht möglich. Dazu fehlen zum einen valide Messungen des kausalen Effekts der Nutzung digitaler Ressourcen auf Unterrichtsqualität und Lernleistungen (vgl. Kapitel 7.3.1). Zum anderen liegen keine verlässlichen Informationen zu den finanziellen und materiellen Aufwendungen für diese Ressourcen vor (vgl. Kapitel 3.5.3), die zu gemessenen Effekten in Beziehung gesetzt werden könnten.

7.3.3 Equity

Equity lässt im Hinblick auf den Zugang zu digitalen Endgeräten definieren (first-level digital divide), auf Nutzungsmuster und Fertigkeiten im Umgang mit diesen Geräten (second-level digital divide) und auf Unterschiede in den Fähigkeiten, diese Geräte so einzusetzen, dass sie einen Mehrwert in der analogen Welt generieren (third-level digital divide).

7.3.3.1 Effektivität digitaler Ressourcen nach soziodemographischen Merkmalen

Während Informationen zu Ungleichheiten im Hinblick auf die Fähigkeiten digitale Ressourcen erfolgreich für das Lernen einzusetzen besonders aussagekräftig für die Bewertung des Bildungssystems wären, liegen zu dieser Frage bislang kaum belastbare empirische Forschungsergebnisse vor. In einer Untersuchung der Daten der TIMSS Erhebung 2011 finden Falck, Mang, & Woessmann (2018) wenig Hinweise für systematische Unterschiede im Einfluss der Nutzung digitaler Geräte im Unterricht auf schulische Leistungen der Schülerinnen und Schüler. Die Verwendung digitaler Geräte zeigt ähnliche Effekte für Lernende mit unterschiedlichem Leistungsniveau oder zwischen Schülerinnen und Schülern aus wohlhabenden und weniger wohlhabenden Familien (Abbildung 80). Auch in der weiteren empirischen Literatur finden sich kaum Hinweise darauf, dass die Verfügbarkeit und der Einsatz digitaler Ressourcen im Unterricht sich unterschiedlich auf verschiedene Teilgruppen der Schülerschaft auswirkt (vgl. Bulman & Fairlie, 2016). Allerdings wird der Frage nach der Heterogenität von Effekten bislang noch relativ wenig Beachtung geschenkt. Auswertungen der Befragung «Schul-Barometer» von Schülerinnen und Schülern in Deutschland, Österreich und der Schweiz legen allerdings nahe, dass ältere Schülerinnen und Schüler, die über grössere Selbstständigkeit und Selbstmotivation verfügen, während des Corona-bedingten Fernunterrichts tendenziell einen höheren Lernaufwand betrieben und über bessere Lernzuwächse berichteten (Huber & Helm, 2020a).⁸⁵

Dies korrespondiert mit Ergebnissen internationaler Studien, die ebenfalls zeigen, dass digitale Lernressourcen in höheren Schulstufen bessere Ergebnisse produzieren (vgl. Kapitel 5.2) und dass Selbstdisziplin und Lernmotivation zwei entscheidende Faktoren für die Erklärung für den Lernerfolg sind (z. B. Waschull, 2005; Gorbunovs, Kapeniaks, & Cakula, 2016; Duckworth & Seligman, 2005). Diese Befunde deuten darauf hin, dass mit dem Einsatz digitaler Ressourcen im Unterricht die Gefahr verbunden ist, dass sich Leistungslücken zwischen denjenigen Schülerinnen und Schülern vertiefen, die bereits jetzt über umfassende nicht-kognitive Kompetenzen verfügen und denjenigen Schülerinnen und Schülern, die dies nicht tun (Patterson & Patterson, 2017).

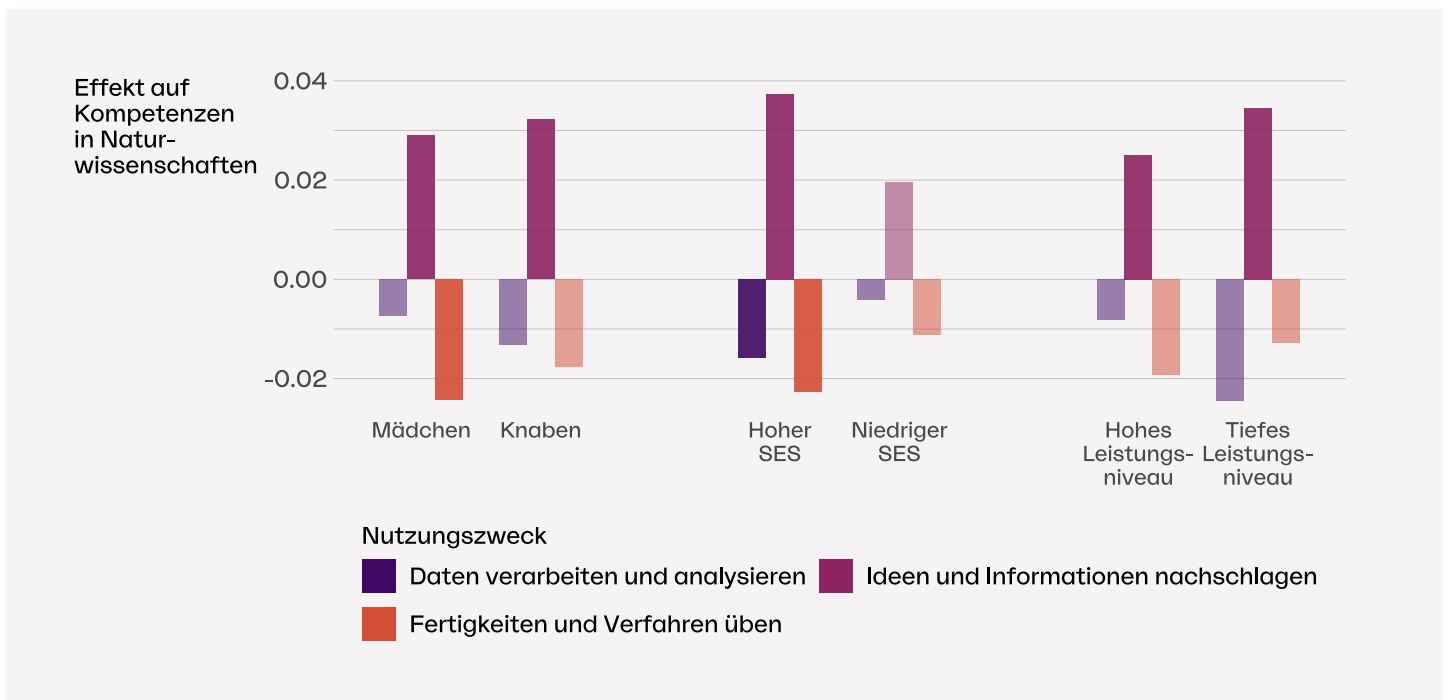


Abbildung 80: Einfluss der Nutzung digitaler Ressourcen auf Leistungen, nach Geschlecht, SES und Leistungsniveau
 Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Ergebnisse von Falck, Mang, & Woessmann (2018). SES (sozio-ökonomischer Status) wird über die Anzahl an Büchern im Haushalt gemessen. Schülerinnen und Schüler aus den 50% der Haushalte mit der höchsten Anzahl an Büchern (nach Teilnahmeland) fallen in die Gruppe mit hohem SES. Schülerinnen und Schüler über (unter) dem Leistungsmedian des Teilnahmelandes werden dem hohen (tiefen) Leistungsniveau zugeordnet. Effekte entsprechen den Punktschätzern aus den korrelierten Zufallseffektmodellen (correlated random effects). Von Null nicht statistisch signifikant unterschiedliche Effekte sind aufgehellt dargestellt.

85 Die Repräsentativität der Daten für die Schweiz ist fraglich, da lediglich 71 Schülerinnen und Schüler aus der Deutschschweiz an der Befragung teilgenommen haben. Dies im Vergleich zu 6102 Schülerinnen und Schülern aus der Romandie.

7.3.3.2 Ausstattung der Schulen und Zusammensetzung der Schülerschaft

Umfassendere Aussagen zu Unterschieden zwischen sozialen Gruppen lassen sich im Hinblick auf die Ausstattung mit digitalen Endgeräten treffen. Während der Besitz dieser Geräte allein nicht garantiert, dass diese auch mehrwertgenerierend eingesetzt werden, lässt sich umgekehrt sagen, dass der Nichtbesitz diese Einsatzmöglichkeiten sicher ausschliesst. Informationen zu sozioökonomischen Unterschieden in der Ausstattung sind damit relevant für die Beurteilung des Bildungssystems.

In den Daten der PISA-Erhebungen 2015 und 2018 finden sich keine Hinweise auf systematische Zusammenhänge zwischen der soziodemografischen Zusammensetzung einer Schule und ihrer Ausstattung mit digitalen Endgeräten wie Computern (Abbildung 81), Whiteboards oder Projektoren.⁸⁶ Die erheblichen Unterschiede in der Ausstattung der Schulen in der Schweiz (Abbildung 62 und Abbildung 63), lassen sich daher nicht aus Unterschieden in der sozio-demografischen Zusammensetzung der Schule erklären. Probleme der Equity kommen nicht entlang der klassischen Dimensionen digitaler Ungleichheit (Geschlecht, Migrationsstatus, sozioökonomischem Status und Stadt-Land-Unterschieden) zum Tragen (vgl. Rudolph, 2019). Allerdings deuten die Ergebnisse aus beiden Jahren der PISA-Erhebung auf eine geringere Ausstattung der Schulen in der lateinischen Schweiz, insbesondere der Romandie, hin. Über beide Erhebungswellen lässt sich feststellen, dass die befragten, französischsprachigen Schülerinnen und Schüler Schulen besuchen, die über etwa 0,2 Computer je Schülerin/Schüler weniger verfügen als Schulen, die von deutschsprachigen Befragten besucht wurden. Da das Stichprobendesign der PISA-Erhebungen 2015 und 2018 repräsentative Aussagen über Teile der Schweiz nicht erlaubt, ist bei der Interpretation dieser Ergebnisse Vorsicht geboten. Sie korrespondieren allerdings gut mit den repräsentativen Ergebnissen der ÜGK-Erhebung 2016 zur Nutzung digitaler Endgeräte durch Schülerinnen und Schüler (vgl. Abbildung 55 bis Abbildung 57).

⁸⁶ Lediglich für Schulen in der französischen Sprachregion findet sich über beide Erhebungswellen ein signifikant und konsistent negativer Zusammenhang mit der Ausstattung der Schulen verbunden.

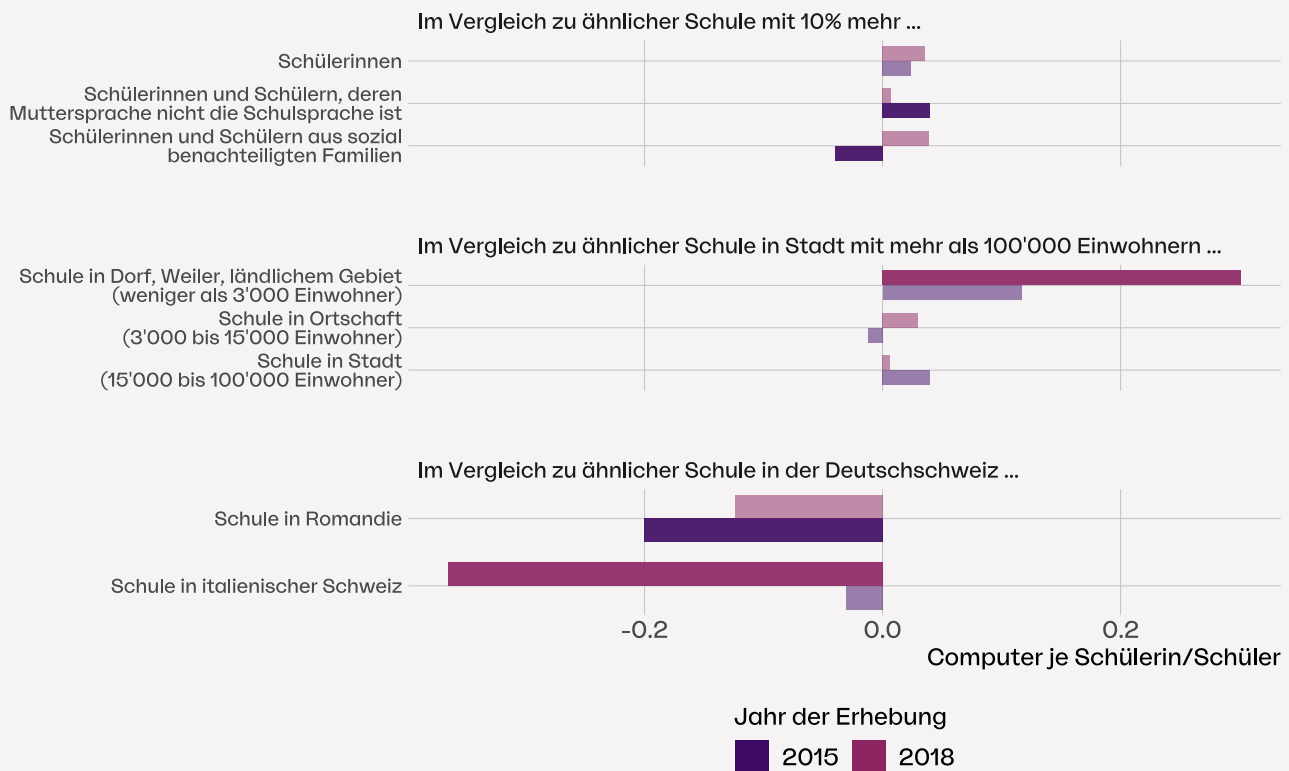


Abbildung 81: Zusammenhang zwischen der soziodemografischen Zusammensetzung der Schule und der Ausstattung mit Computern

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Schweizer Teilstichprobe der PISA-Erhebungen 2015 und 2018. Schulen mit 10 Lernenden oder weniger in der Zielklasse der PISA-Erhebung wurden nicht berücksichtigt (vgl. OECD, 2020). Zudem wurden die oberen und unteren 1% der Computer-pro-Lernenden Verteilung ausgeschlossen, um den Einfluss von Ausreissern auf bedingte Mittelwerte zu minimieren. Beobachtungseinheit ist der Lernende (vgl. OECD, 2009). Dargestellte Werte basieren auf den Koeffizienten eines linearen Regressionsmodells, das die Anzahl der Computer je Lernendem auf Dimensionen der sozio-demografischen Zusammensetzung der Schülerschaft schätzt. Aufgehellte Balken zeigen statistisch nicht signifikante Zusammenhänge ($p > 0.1$).

Lesebeispiel: Eine Erhöhung des Anteils von Schülerinnen und Schülern mit von der Schulsprache abweichenden Muttersprache um 10% war in der Erhebung von 2015 mit einem statistisch signifikanten Rückgang der Anzahl der Computer je Schülerin bzw. Schüler um 0.04 verbunden. D. h. um etwa einen Computer je 26 Schülerinnen und Schüler. In der Erhebung von 2018 findet sich ein marginal positiver aber statistisch nicht signifikanter Zusammenhang zwischen dem Anteil der Schülerinnen und Schüler mit von der Schulsprache abweichender Muttersprache und dem Anteil der Computer je Lernendem.

7.3.3.3 Ausstattung der Schülerinnen und Schüler zu Hause nach soziodemografischen Merkmalen

Im Gegensatz zur schulischen Ausstattung mit digitalen Endgeräten, weist der private Zugang zu diesen Geräten in der Schweiz ein klares sozio-ökonomisches Gefälle auf (vgl. Kapitel 4.1.1). Auch in den Leistungsvergleichsstudien zeigt sich, dass Schülerinnen und Schüler aus wohlhabenderen Haushalten über eine signifikant bessere Ausstattung mit digitalen Endgeräten und Lernsoftware, verfügen (Abbildung 81). Die substantiellen Unterschiede zwischen Schülerinnen und Schülern sind gering. Dabei muss aber berücksichtigt werden, dass keine Informationen zur Qualität und konkrete Anzahl der Geräte und Lernressourcen

vorliegen.⁸⁷ Auch muss sowohl in der ÜGK als auch in den PISA-Erhebungen ökonomischer Wohlstand über weitere Charakteristika des Elternhauses angenähert werden (z. B. Anzahl der Autos, Häufigkeit von Urlaubsreisen, höchster Bildungsabschluss und sozioökonomischer Status der Eltern). Der Grund dafür ist, dass eine direkte Messung (z. B. des Haushaltseinkommens) nicht vorliegt.⁸⁸ Entsprechend ist davon auszugehen, dass die dargestellten Unterschiede, die tatsächlichen Unterschiede unterschätzen.

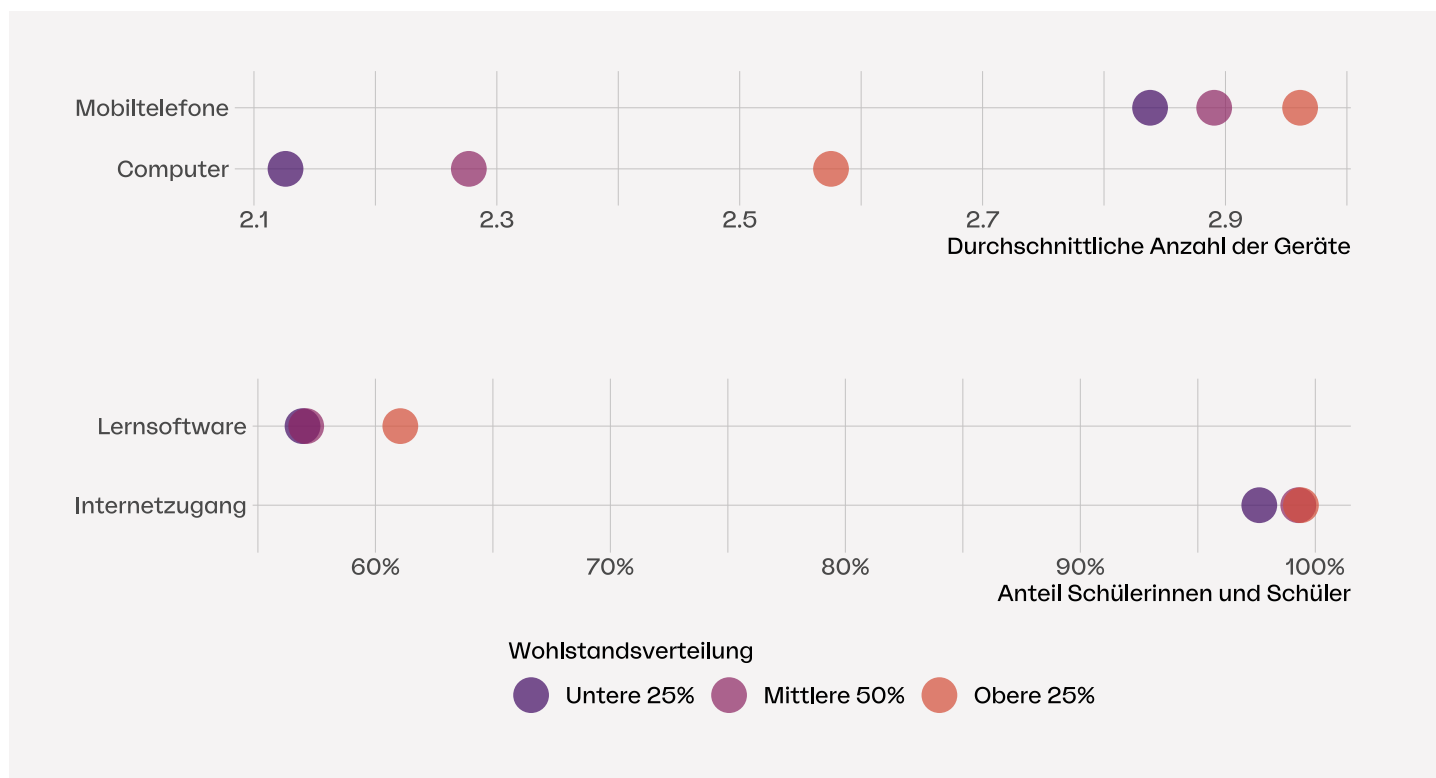


Abbildung 82: Private Ausstattung mit digitalen Endgeräten und Lernressourcen nach Wohlstand des Elternhauses
 Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der ÜGK-Erhebung 2016. Die Wohlstandsverteilung ist ein Kombinationsmass, das mittels Hauptkomponentenanalyse aus Informationen zur Anzahl der Fernsehgeräte, Autos, Badezimmer der Familie, Familienferien im vergangenen Jahr, dem Besitz einer Spülmaschine, eines eigenen Zimmers, dem höchsten formalen Bildungsabschluss der Eltern und deren beruflichen Status (ISEI-08) konstruiert wurde. Die interne Kohärenz des Wohlstandsmasses ist eher schlecht (Cronbachsches $\alpha=0,6$). Unterschiede in der Ausstattung mit Mobiltelefonen und Computer sind statistisch signifikant für alle möglichen Gruppenvergleiche. Unterschiede im Zugang zu Lernsoftware unterscheiden sich signifikant zwischen Schülerinnen und Schülern aus dem obersten Quartil der Wohlstandsverteilung und den übrigen Schülerinnen und Schülern. Der Anteil der Schülerinnen und Schüler mit Internetzugang aus dem untersten Quartil der Wohlstandsverteilung liegt signifikant unter dem Anteil in der übrigen Bevölkerung.

Lesebeispiel: Schülerinnen und Schüler aus dem ärmsten Viertel der Haushalte («Untere 25%») verfügen im Schnitt über 2.1 Computer je Haushalt (auf einer bei drei Enden Skala). Unter Schülerinnen und Schülern aus dem reichsten Viertel der Haushalte sind dies 2.6 Computer.

87 Anzahl an Computern und Mobiltelefonen wird in der ÜGK-Erhebung zwar abgefragt. Allerdings ist die Messung nicht kontinuierlich, da die abgefragte Anzahl bei mehr als zwei Geräten gekappt wird.

88 Die Annahme, dass die Ausstattung der Haushalte mit digitalen Endgeräten und Lernressourcen mit ihrem Wohlstand zusammenhängt, wird bereits dadurch deutlich, dass der Besitz dieser Güter als Teil der Wohlstandsmessung in die Leistungsvergleichserhebungen einfließt.

Unterschiede im ökonomischen Wohlstand erklären zu einem erheblichen Teil Unterschiede in der privaten Ausstattungssituation zwischen Schülerinnen und Schülern mit und ohne Migrationshintergrund (Abbildung 83). So zeigt sich, dass die Ausstattung mit digitalen Endgeräten in Familien mit Migrationshintergrund der 1. und 2. Generation im Allgemeinen schlechter ist als in Familien ohne Migrationshintergrund. Beispielsweise verfügen Migrantinnen und Migranten der 2. Generation durchschnittlich über etwa 0,4 Computer weniger als Schülerinnen und Schüler, deren Familien seit mindestens drei Generationen in der Schweiz leben. Dieser Unterschied halbiert sich allerdings, wenn zusätzlich Unterschiede im ökonomischen Wohlstand berücksichtigt werden. Dies spricht dafür, dass Ausstattungsunterschiede zwischen Haushalten mit und ohne Migrationshintergrund eher darauf zurückzuführen sind, dass ein breiteres Wohlstandsgefälle zwischen diesen Haushalten besteht, als dass Unterschiede in Präferenzen bestehen.

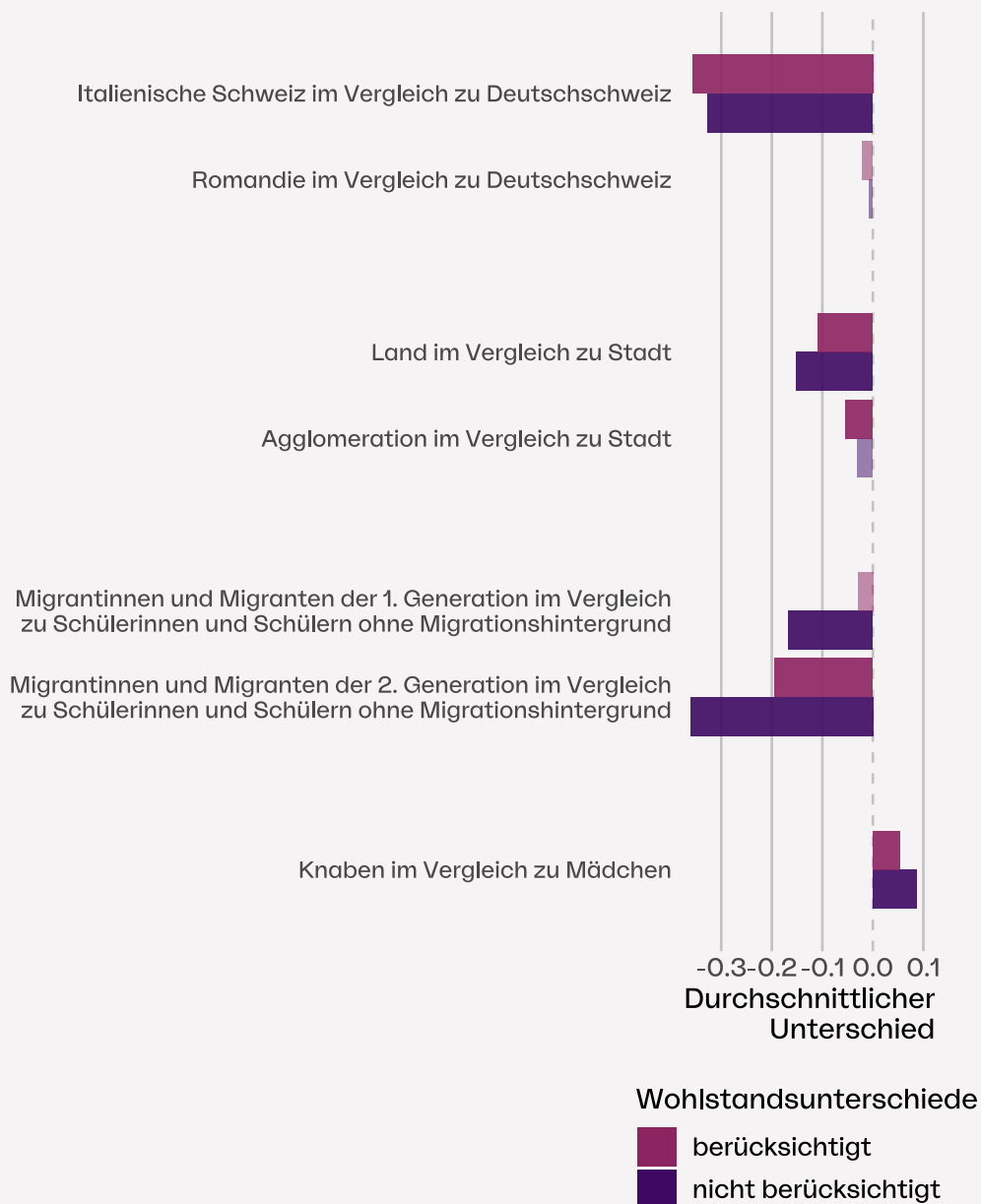


Abbildung 83: Private Ausstattung mit Computern nach sozio-demografischen Merkmalen

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der ÜGK-Erhebung 2016. Dargestellte Werte basieren auf den Koeffizienten eines linearen Regressionsmodells, das die Anzahl der Computer zu Hause auf sozio-demografische Eigenschaften der Schülerin bzw. des Schülers schätzt. Ökonomischer Wohlstand wird durch die Anzahl der Fernsehgeräte, Autos, Badezimmer und Familienferien im vergangenen Jahr, dem Besitz einer Spülmaschine, eines eigenen Zimmers, dem höchsten formalen Bildungsabschluss der Eltern und deren beruflichen Status (ISEI-08) angenähert. Aufgehellte Balken zeigen statistisch nicht signifikante Zusammenhänge ($p > 0.1$).

Vergleichbar mit den Ergebnissen der JAMES-Studien (Suter, et al., 2018; Bernath, et al., 2020) finden sich auch in den Ergebnissen der PISA-Erhebung 2018 und der ÜGK-Erhebung 2016 nur geringe Ausstattungsunterschiede zwischen Knaben und Mädchen. Insbesondere lassen sich keine systematischen Unterschiede in Bezug auf die Anzahl Mobiltelefone mit Internetanschluss, Computer, Tablets oder E-Books feststellen.⁸⁹ Auch beim Zugang zum Internet oder der Verfügbarkeit von Lernsoftware berichten Knaben und Mädchen nicht über konsistente Unterschiede in der Ausstattung ihrer Familien.⁹⁰

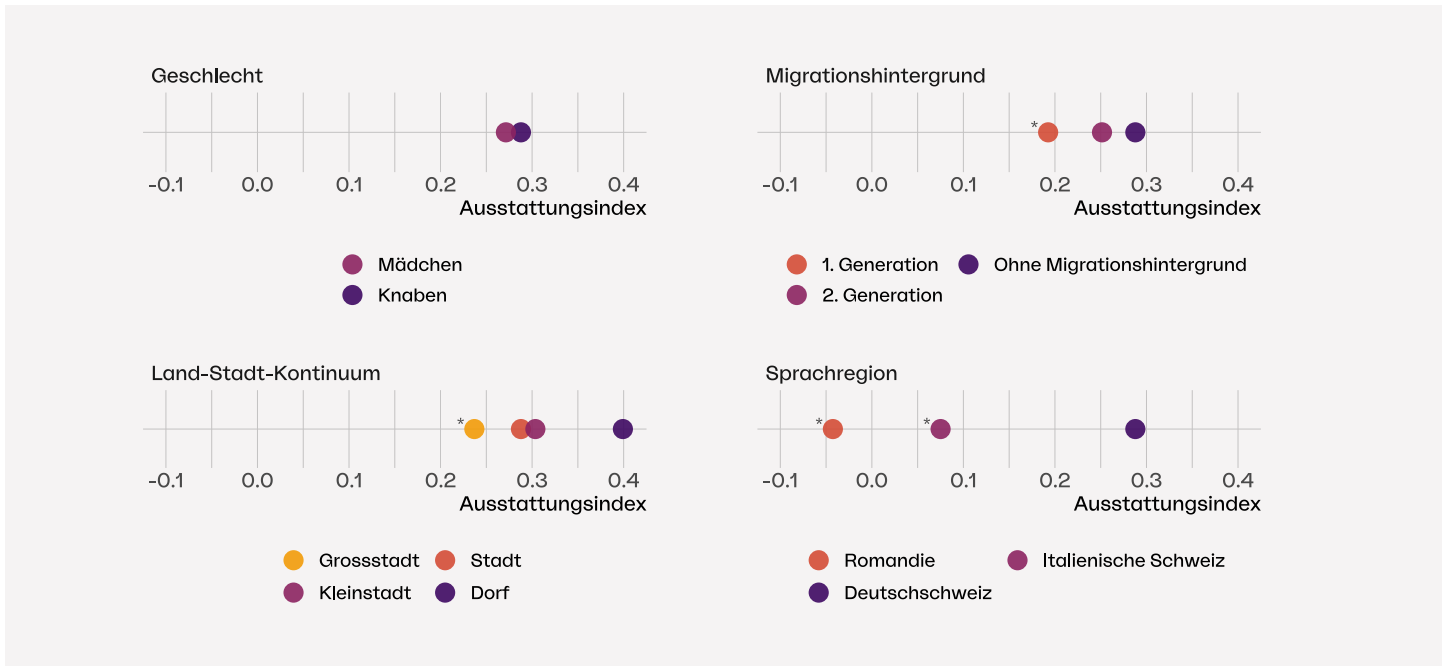


Abbildung 84: Private Ausstattung mit digitalen Ressourcen nach sozio-demographischen Merkmalen

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Schweizer Teilstichprobe der PISA-Erhebung 2018. Punkte zeigen Vorhersagewerte eines linearen Regressionsmodells, das den Zusammenhang zwischen dem Index der privaten Ausstattung mit digitalen Ressourcen (ICTRES) und den sozio-demographischen Eigenschaften der Schülerin bzw. des Schülers schätzt. ICTRES ist ein Index, der Informationen zur Anzahl an Computern, Tablets, Mobiltelefonen und E-Books, sowie zum Besitz von Lernsoftware und eines Internetzugangs kombiniert (OECD, 2020). Mit * gekennzeichnete Punkte zeigen an, dass die Ausstattung dieser Gruppe mit digitalen Ressourcen statistisch signifikant schlechter ist als die Ausstattung derjenigen Gruppe mit dem höchsten Ausstattungsstand (jeweils rechte Punkte).

89 In der ÜGK Erhebung 2016 finden sich signifikante, aber substantiell kleine Unterschiede in der Ausstattung mit Computern (Abbildung 83). Ähnliche Unterschiede finden sich auch in den Daten der PISA-Erhebung 2018.

Allerdings sind sie hier - wahrscheinlich aufgrund der geringeren Stichprobengrösse - nicht statistisch signifikant.

90 Der Anteil Knaben, der über häuslichen Zugang zu Lernsoftware berichtet liegt in der Erhebung vom 2018 knapp 5% höher als der Anteil Mädchen. In der Erhebung von 2015 sind es allerdings signifikant häufiger Mädchen, die über Zugang zu Lernsoftware berichten. In beiden Erhebungswellen verschwindet der Zusammenhang, wenn zusätzlich für den ökonomischen Wohlstand der Familie kontrolliert wird (Anzahl der Bücher, höchster sozio-ökonomischer Status der Eltern, höchster Ausbildungsstand der Eltern).

In Bezug auf Ausstattungsunterschiede zwischen Schülerinnen und Schülern aus ländlichen und städtischen Gegenden, lassen sich keine eindeutigen Aussagen treffen. Daten der ÜGK-Erhebung 2016 legen nahe, dass Schülerinnen und Schüler aus ländlichen Gemeinden tendenziell über weniger Computer verfügen, als ihre Mitschülerinnen und Mitschüler stärker städtisch geprägten Gemeinden. Daten der PISA-Erhebung 2018 zeigen dagegen, dass Schülerinnen und Schüler, die Schulen in ländlichen Gebieten besuchen, eher über eine bessere Ausstattung mit digitalen Endgeräten und Lernressourcen verfügen. In beiden Datensätzen berichten Schülerinnen und Schüler aus der lateinischen Schweiz über einen niedrigeren Ausstattungsstand.

Einschränkend muss angefügt werden, dass die Verwendung von Befragungsdaten für die Bewertung soziodemografischer Unterschiede in der Ausstattungssituation von Haushalten und Individuen nicht unproblematisch ist. Auswertungen früherer PISA-Befragungen legen beispielsweise nahe, dass Verzerrungen des Antwortverhaltens, wie soziale Erwünschtheit, Auswahl extremer Antwortmöglichkeiten oder eine Tendenz zu einer generell zustimmenden Beantwortung von Fragen mit dem kulturellen Hintergrund, dem Wohlstand und dem Geschlecht der antwortenden Person zusammenhängt (Buckley, 2009; Markos, Dramalidis, & Menexes, 2013; OECD, 2020).

8 Sekundarstufe II

8.1	Digitalisierung beschreiben: Nutzung digitaler Ressourcen für Lehren und Lernen	224
8.2	Digitalisierung erklären: Vorbedingungen für die Nutzung digitaler Ressourcen	229
8.3	Digitalisierung bewerten: Effektivität, Effizienz und Equity	232

Beim Übertritt von der Sekundarstufe I in die Sekundarstufe II entscheiden sich Schülerinnen und Schüler für einen Ausbildungstyp, d. h. entweder für eine berufliche Grundbildung oder eine Allgemeinbildung.⁹¹ Erstere werden sowohl vollschulisch als auch dual (d. h. sowohl an einem schulischen wie einem betrieblichen Lernort) angeboten. Die Existenz unterschiedlicher Ausbildungstypen mit unterschiedlichen Lernschwerpunkten und -orten, ermöglicht weitere Nutzungsmöglichkeiten digitaler Technologien, die über die in den bisherigen Kapiteln besprochenen Funktionen hinausgehen. Insbesondere lassen sich digitale Technologien einsetzen, um Organisation und Austausch von Lerninhalten zwischen Lernorten zu erleichtern (siehe Textfeld: Leading House Dual-T).

Allerdings lassen der bestehende Datenbestand und die Literatur wenig Spielraum für eine umfassende, schultypenspezifische Analyse zum Einsatz digitaler Ressourcen und deren Erfolg. Dies liegt u. a. auch daran, dass die duale Form der beruflichen Bildung nur in wenigen Ländern ausserhalb der Schweiz ebenfalls existiert. Ergebnisse internationaler Literatur beziehen sich daher oft auf die Nutzung digitaler Hilfsmittel im allgemeinbildenden nachobligatorischen Bereich, der gewöhnlich auch Ausbildungen umfasst, die in der Schweiz berufsbildend unterrichtet werden. Auch aus diesem Grund werden für den aktuellen Bericht Informationen zu beiden Ausbildungstypen in einem Kapitel zusammengefasst.

91 Etwa 30% der Schulabgänger der Sekundarstufe I finden nicht unmittelbar einen Übergang in die Sekundarstufe II, sondern sind entweder auf Zwischenlösungen angewiesen oder verlassen zeitweise das Bildungswesen (SKBF, 2018, S. 105).

Projekt: The digital transformation at the upper secondary education level

Das Projekt «Digital transformation in upper secondary schools: Identifying directions and key factors for technology-related school development, teaching and learning» erhebt den aktuellen Stand der Integration digitaler Ressourcen in Lernen und Schulorganisation an allen Schulformen der Sekundarstufe II (Gymnasiale Maturitätsschulen, Fachmaturitätsschulen, Berufsfachschulen, Berufsmaturitätsschulen und Fachmittelschulen) in der ganzen Schweiz. Dazu werden repräsentative Befragungen von Schulleitenden, Lehrpersonen sowie Schülerinnen und Schüler, mit der qualitativen Analyse von 20 Fallstudien an besonders weit fortgeschrittenen Schulen kombiniert. Die gesammelten Daten sollen:

- Aussagen über die Verbreitung und Nutzung digitaler Ressourcen in den Schulen der Sekundarstufe II, sowie deren Vorbedingungen (bspw. die Einstellungen und Kompetenzen der Lehrpersonen) ermöglichen,
- Veränderungen seit den letzten Erhebungen aus den Jahren 2001 und 2007 abbilden,
- Einschätzungen der Situation in der Schweiz relativ zu internationalen Referenzgrössen ermöglichen, sowie
- die Identifikation von Faktoren erlauben, die für eine gelingende Integration digitaler Ressourcen in die Schule entscheidend sind.

Das Projekt wird von der Universität Zürich (Dominik Petko, Philipp Gonon) und dem Eidgenössischen Hochschulinstitut für Berufsbildung (Alberto Cattaneo) gemeinsam durchgeführt. Es wird im Rahmen des Moduls «Bildung, Lernen und digitaler Wandel» des Nationalen Forschungsprogramms 77 «Digitale Transformation» durch den Schweizerischen Nationalfond gefördert. Es startete am 01.08.2020 mit einer Laufzeit von vier Jahren. Die Erhebung der Daten beginnt mit einer Pilotstudie im Kanton Zürich im Frühjahr 2021. Die nationale Datenerhebung ist für den Frühling 2022 geplant.

Quelle: Petko (2020)

Während bis anhin Informationen zur Verbreitung und Nutzung digitaler Ressourcen auf Ebene der Sekundarstufe II limitiert und fragmentarisch sind, laufen aktuell mehrere Projekte, die die Wissensbasis zum Stand der Digitalisierung auf dieser Schulstufe in absehbarer Zeit erheblich vereinheitlichen und vergrössern dürften. Dazu zählen unter anderem das Projekt «The digital transformation at the upper secondary education level» (vgl. Projekt: The digital transformation at the upper secondary education level) oder das Projekt «Digitale Kompetenzen von Berufsfachschullehrkräften», das eine schweizweit vergleichbare Erfassung der digitalen Kompetenzen von Lehrpersonen der Berufsfachschulen vornimmt.

Projekt: Digitale Kompetenzen von Berufsfachschullehrkräften

Das Projekt «Digitale Kompetenzen von Berufsfachschullehrkräften», untersucht den Stand und die Entwicklung der digitalen Kompetenzen von Lehrpersonen in der beruflichen Bildung im Zeitraum zwischen Juni 2020 und Juni 2022. Zudem zielt es auf die Identifikation und Diffusion von «Good Practices» zur digitalen Transformation an Berufsschulen ab.

Das Projekt wird vom SBFi finanziert und von Forschern des Eidgenössischen Hochschulinstituts für Berufsbildung (Alberto Cattaneo und Team) in Zusammenarbeit mit der HES-SO (Serge Imboden) durchgeführt. Das Projekt startete im Januar 2020 und eine erste Datenerhebung mittels selbstadministrierter Online-Umfragen wurde im September 2020 abgeschlossen. Ein erster Bericht wurde im April 2021 veröffentlicht. Vorläufige Ergebnisse einer Stichprobe von 1692 Lehrkräften aus 101 berufsbildenden Schulen deuten darauf hin, dass:

- Lehrpersonen ihre digitalen Kompetenzen als etwa durchschnittlich einschätzen. Dies deutet darauf hin, dass es noch immer einen erheblichen Verbesserungsspielraum gibt.
- selbsteingeschätzte Kompetenzen entlang verschiedener soziodemographischer Dimensionen variieren, beispielsweise dem Geschlecht, Anstellungsgrad, Unterrichtsprofil und Alter.
- im Allgemeinen die Zufriedenheit mit der Entwicklung der digitalen Transformation und der Unterstützung durch die Schule hoch ist.
- die Covid-19-Pandemie die Entwicklung positiver Einstellungen und Überzeugungen über die Nützlichkeit digitaler Werkzeuge im Unterricht gefördert hat. Viele Lehrpersonen wollen digitale Werkzeuge weiterhin verwenden und die Möglichkeiten des Fernunterrichts auch nach Beendigung der Pandemie teilweise weiter nutzen.

Quelle: Rauseo, et al. (2021)

8.1 Digitalisierung beschreiben: Nutzung digitaler Ressourcen für Lehren und Lernen

8.1.1 Die Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht der Sekundarstufe II

Digitale Lernressourcen werden in den Schulen der Sekundarstufe II häufiger eingesetzt als in der obligatorischen Schule (vgl. Kapitel 5.1). Unter den im Rahmen des Mikrozensus Aus- und Weiterbildung 2016 (BFS, 2020d) befragten Personen in Ausbildung auf Sekundarstufe II berichtet etwa die Hälfte, dass digitale Lernmittel häufig oder sehr häufig zum Einsatz kommen (vgl. Abbildung 85). Weniger als jede/r Fünfte gibt an, dass digitale Lernressourcen nie im Rahmen der Ausbildung eingesetzt werden. Dabei zeigt sich ein leichter Unterschied zwischen berufsbildenden und allgemeinbildenden Schulen. Schülerinnen und Schüler in allgemeinbildenden Schulen⁹² berichten tendenziell etwas häufiger, dass digitale Lernressourcen im Rahmen der Ausbildung eingesetzt werden, als Lernende an berufsbildenden Schulen.⁹³ Insbesondere ist der Anteil derjenigen Schülerinnen und Schüler, die angeben digitale Ressourcen nie im Rahmen der Ausbildung einzusetzen an berufsbildenden Schulen in etwa doppelt so hoch wie an allgemeinbildenden Schulen. Weshalb diese Unterschiede bestehen, ist auf Basis der bestehenden Daten nicht erklärbar. Allerdings ist nicht unwahrscheinlich, dass die deutlich grössere Heterogenität der Ausbildungsmöglichkeiten im Bereich der beruflichen Grundbildung (vgl. SKBF, 2018, S. 107 ff.) zu einer höheren Streuung der Nutzungsintensität digitaler Lernressourcen beiträgt.⁹⁴

8.1.2 Nutzung digitaler Ressourcen für informelles Lernen

Informelles Lernen bezeichnet eine Sammlung von Verhaltensweisen, die einem Lernziel dienen, aber ausserhalb eines organisierten Lernsettings ausgeführt werden (SKBF, 2018, S. 291). Es umfasst damit Lernen, das ausserhalb des institutionalisierten Bildungssystems stattfindet und ohne externe Anweisungen und Strukturen auskommt (vgl. Noy, James, & Bedley, 2016). Informelles Lernen ist selbstinitiiert, -gesteuert und -kontrolliert. Es ist darauf ausgerichtet Ziele zu erreichen, die vom Lernenden selbst gesetzt werden (Cerasoli, et al., 2018).

92 Unter allgemeinbildende Schulen werden hier Berufs- und Fachmaturitätsschulen, gymnasiale Maturitätsschulen, sowie Schulen mit einer drei-jährigen allgemeinbildenden Ausbildung (Fachmittelschulen) verstanden.

93 Personen werden einer berufsbildenden Ausbildung zugeordnet, wenn sie Schulen der beruflichen Grundbildung besuchen, entweder vollschulisch (Vollzeitberufsschule, Handelsschule, Informatikmittelschule, Lehrwerkstatt) oder parallel zu einer betrieblichen Ausbildung (duales Modell).

94 Auch ist es möglich, dass Schülerinnen und Schüler in der dualen Ausbildung die Nutzung digitaler Ressourcen in den Ausbildungsbetrieben bei der Beantwortung der Frage nicht berücksichtigen.

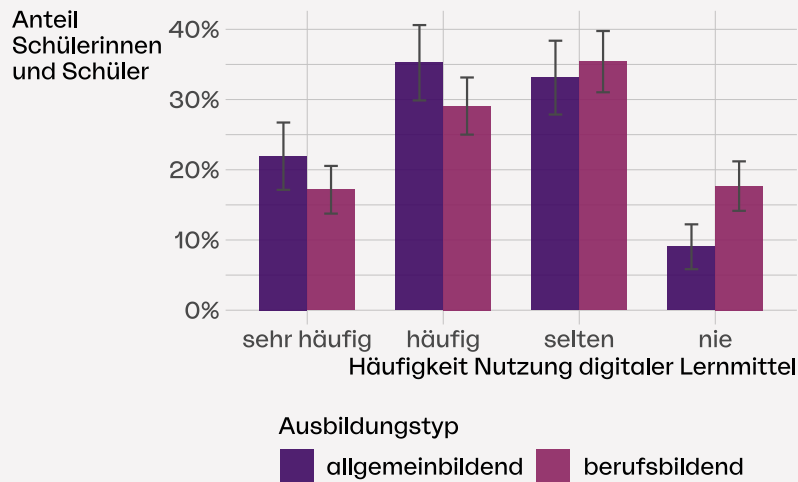


Abbildung 85: Nutzungshäufigkeit digitaler Lernressourcen auf Sekundarstufe II nach Ausbildungstyp

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Ergebnisse des Mikrozensus Aus- und Weiterbildung 2016 (Auswertung zuhanden des Berichts). Balken zeigen die relative Häufigkeit der Nutzungsintensität digitaler Lernmittel (z. B. audiovisuelle Medien, elektronisches Textbuch, Online-Software etc.) nach Ausbildungstyp. Die jeweils linken Balken zeigen die Anteile für Schülerinnen und Schüler in allgemeinbildenden Schulen (n = 358). Die jeweils rechten Balken stellen die Anteile für Schülerinnen und Schüler in allgemeinbildenden Schulen (n = 594) dar. Antennen zeigen die 95% Vertrauensintervalle der relativen Häufigkeitswerte. Ausbildungstypen unterscheiden sich statistisch signifikant nur für die Antwortkategorie «nie».

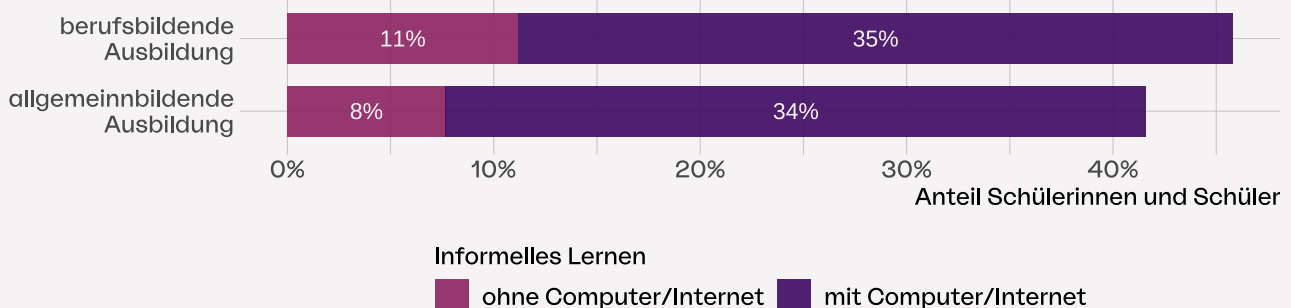


Abbildung 86: Computer/Internetnutzung für informelles Lernen nach Ausbildungstyp

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Ergebnisse des Mikrozensus Aus- und Weiterbildung 2016 (Auswertung zuhanden des Vertiefungsberichts). Balken zeigen den Anteil der Schülerinnen und Schüler, die die Frage «Haben Sie in den letzten 12 Monaten am Arbeitsplatz oder in der Freizeit bewusst versucht, in einem bestimmten Gebiet etwas zu lernen oder sich etwas beizubringen?» mit «Ja» beantwortet haben. Der linke (pinke) Teil der Balken zeigt den Anteil der Lernenden, die dafür nicht auf Computer bzw. das Internet zurückgegriffen haben. Der rechte (lila) Teil zeigt den Anteil der Lernenden die ausschliesslich oder zusätzlich zu anderen Methoden Computer bzw. das Internet für das eigene informelle Lernen eingesetzt haben. Fehlerbereich (95% Vertrauensintervall): $\pm 3\%$ für informelles Lernen ohne Computer bzw. Internet und $\pm 5\%$ für informelles Lernen mit Computer bzw. Internet.

Lesebeispiel: 42% der Schülerinnen und Schüler an allgemeinbildenden Schulen der Sekundarstufe II haben in den vergangenen 12 Monaten versucht informell Kompetenzen aufzubauen. 34% haben dies auch mit Hilfe von Computern und dem Internet getan. 11% haben ausschliesslich andere Methoden angewendet (z.B. das Lesen von Fachliteratur, Gespräche mit oder die Beobachtung von Freunden, Familienmitgliedern oder Kolleginnen und Kollegen).

Die zunehmende Verbreitung digitaler Endgeräte und der wachsende Zugang zum Internet für breite Bevölkerungsschichten haben auch die Möglichkeiten Kompetenzen über informelle, nicht traditionelle Wege zu erwerben stark anwachsen lassen (Cox, 2013; Latchem, 2016; Clough, et al., 2008). So besteht heute eine breite Palette an nicht staatlichen, informellen, und oft kostenfreien Weiterbildungsangeboten im Internet, beispielsweise in Form sogenannter «Massive Open Online Courses (MOOC)» (Lin & Cranton, 2015; Cha & So, 2020) oder Videoplattformen (Antonio & Tuffley, 2015; DeWitt, et al., 2013). Der Zugriff auf digitale Endgeräte ist eine zentrale Voraussetzung für den Zugang zu diesen Angeboten.

Auf Niveau der Sekundarstufe II nutzt eine grosse Mehrheit derjenigen Schülerinnen und Schüler, die sich selbstständig weiterbilden, den Computer bzw. das Internet für diese Zwecke (vgl. Abbildung 86). Mehr als drei von vier Lernenden, die sich informell weiterbilden, greifen zu diesem Zweck auch auf computer- bzw. Internetbasierte Angebote zurück.⁹⁵ Unterschiede zwischen Lernenden allgemeinbildender Schulen und Lernenden berufsbildender Schulen liegen innerhalb des statistischen Fehlerbereichs.

Während insbesondere informelles Lernen am Arbeitsplatz sich klar positiv auf dort relevante Kompetenzen und die Produktivität von Arbeitnehmenden auswirkt (De Grip & Sauermann, 2012; De Grip, Sauermann, & Sieben, 2016; Noy, James, & Bedley, 2016; Bentsen, Munch, & Schaur, 2019), ist nicht bekannt, in welchem Umfang sich informelle Bildungsbemühungen auf schulische Kompetenzen auswirken (Cox, 2013). Einerseits können informelle Weiterbildungen auch eine breite Palette von nicht notwendig schulisch relevanten Inhalten umfassen, was unter Umständen zu einer Verdrängung von schulbezogenen Aktivitäten führen kann. Andererseits, gelten Unterschiede in der informellen Lernumgebung (beispielsweise der Zugang zu Büchern und Lernmaterialien zu Hause, oder die regelmässige Interaktion mit Eltern und Geschwistern zu schulischen Themen) als ein zentraler Grund für die ausgeprägten sozio-ökonomischen Gradienten im Kompetenzerwerb (Fehrmann, Keith, & Reimers, 1987; Gerber, Cavallo, & Marek, 2001; Broer, Bai, & Fonseca, 2019). Auch für den Erwerb digitaler Kompetenzen scheint informelles Lernen bislang eine zentrale Rolle zu spielen. So zeigen Untersuchungen auf der Sekundarstufe I, dass Kompetenzen im Umgang mit digitalen Endgeräten und Inhalten primär ausserhalb des formalen Bildungsbereichs erworben werden (Fraillon, et al., 2014; Fraillon, et al., 2019).

⁹⁵ Im Rahmen des informellen Lernens können mehrere Methoden des Wissenserwerbs parallel zum Einsatz kommen. Neben dem Computer bzw. Internet können Personen auch Fachliteratur lesen oder Wissen durch Gespräche mit oder die Beobachtung von Freunden, Familienmitgliedern oder Kolleginnen und Kollegen erwerben. Da die Nutzung dieser Methoden sich zwar zeitlich konkurrenziert, aber nicht wechselseitig ausschliesst, sind im Rahmen des Mikrozensus Aus- und Weiterbildung Mehrfachnennungen in Bezug auf die zur Weiterbildung verwendete Methode möglich.

Leading House Dual-T

Das Leading House Dual-T ist ein seit 2006 bestehendes vom Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation finanziertes Forschungsprojekt. Am Projekt, das aktuell in einer dritten Phase läuft, sind Forschende der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Lausanne, des Eidgenössischen Hochschulinstituts für Berufsbildung und der Universität Freiburg beteiligt. Die Universität Genf war bis 2013 Partner des Projekts. Das Leading House untersucht welche Rolle digitale Ressourcen dabei spielen können, Brüche zwischen schulischem und betrieblichem Lernen in der Berufsbildung zu verringern und so das Lernen in der Berufsbildung insgesamt effektiver zu gestalten. Mittels digitaler Technologien soll der wechselseitige Austausch von Informationen zwischen den Lernorten der Berufsbildung erleichtert und gefördert werden, beispielsweise indem die praktische Relevanz schulischer Inhalte verdeutlicht oder die Integration von Erfahrungen im Ausbildungsalltag in den theoretischen Unterricht vereinfacht wird.

Dass digitalen Technologien eine zentrale Funktion als Bindeglied zwischen den verschiedenen Lernorten und -kontexten der Berufsbildung zukommt, ist die Kernaussage des pädagogischen «Erfahrraum» Modells (Schwendimann, Cattaneo, Dehler Zufferey, Gurtner, & Bétrancourt, 2015). Das Modell, das in den frühen Projektphasen entwickelt wurde, bildet die Grundlage für die Arbeiten des Leading House. Gemäss «Erfahrraum» erfüllen digitale Technologien die Bindegliedfunktion, indem sie die einfache Übertragung und den Austausch von Informationen und Erfahrungen zwischen den Kontexten und Lernorten ermöglichen («boundary crossing»). Aufgrund seines Fokus auf Funktionalität ist das Modell nicht an eine bestimmte Technologie gebunden. Teilprojekte und Phasen des Leading House beschäftigen sich daher mit einem relativ breiten Spektrum an technischen und pädagogischen Ansätzen: von der Nutzung digitaler von Mobiltelefonapplikationen für die einfache Dokumentation und das Teilen eigener Routinen und Produkte am Arbeitsplatz bis hin zum Einsatz von Augmented-Reality-Umgebungen, z. B. computerüberwachten physischen Modellen, die die Konsequenzen von am Modell vorgenommenen Veränderungen in Echtzeit beurteilen (vgl. Aprea & Cattaneo, 2019; Schwendimann, et al., 2015). Ein Beispiel ist der Einsatz von Applikationen, die es Koch- und Bäckerlehrlingen erlauben eigene Rezepte und Kreationen mittels Mobiltelefon zu fotografieren und in ein digitales Rezeptbuch zu übertragen, anstatt ein analoges Rezeptbuch parallel zu den Arbeiten im Ausbildungsbetrieb zu führen (Mauroux, et al., 2014; Cattaneo, Motta, & Gurtner, 2015).

Begleitende empirische Forschung hat gezeigt, dass Schülerinnen und Schüler, die diese digitalen Hilfsmittel zur Unterstützung von Lernen und Kommunikation über verschiedene Lernorte einsetzen, schulisch häufig besser abschneiden als Schülerinnen und Schüler, denen diese Technologien nicht zur Verfügung stehen (vgl. Schwendimann, et al., 2015; Cattaneo, Motta, & Gurtner, 2015; Aprea & Cattaneo, 2019, für ein gegenteiliges Ergebnis siehe Cuendet, Jermann, & Dillenbourg, 2012). Allerdings beruhen diese Studien meist auf kleinen Stichproben aus einzelnen Klassen. Es ist daher nicht auszuschliessen, dass die Ergebnisse darauf zurückzuführen sind, dass besonders motivierte oder interessierte Teilnehmende bzw. deren Lehrpersonen an den Begleitstudien teilgenommen haben (Aprea & Cattaneo, 2019).

Zudem zeigt sich, dass auch hier der Beitrag digitaler Technologien für den Kompetenzaufbau kein inhärentes Merkmal der Technologie ist, sondern wesentlich von der Art ihrer Einbindung in Lernprozesse und den Unterricht abhängt (Aprea & Cattaneo, 2019; Kim, et al., 2020). Dementsprechend wichtig sind neben der Ausbildung von Lehrpersonen sowie Ausbilderinnen und Ausbildern im Umgang mit diesen Technologien, auch die effektive Ausgestaltung digitaler Lernressourcen. Im Rahmen der Projekte des Leading House wurden daher fünf Leitprinzipien für die Gestaltung digitaler Lernressourcen entwickelt (Cuendet, et al., 2013). Dazu zählen:

- die einfache Integrierbarkeit der Technologie in das übrige analoge Unterrichtsgeschehen («integration principle»),
- die Möglichkeit für Lehrperson Interaktionen zwischen Technologie und Lernenden zu leiten, zu kontrollieren und allenfalls einzuschränken, um so Ablenkungspotenziale zu minimieren («empowerment principle»),
- die Bereitstellung von Information zum Lernstand und -fortschritt der Lernenden («awareness principle»),
- die Sicherstellung von ausreichend Flexibilität in technischem und pädagogischem Konzept, um auf spontane, nicht vorhersehbare Entwicklungen im Unterrichtsgeschehen reagieren zu können («flexibility principle»),
- die Reduzierung technischer Funktionalitäten und durch das System aufbereiteter Informationen auf das notwendige Minimum («minimalism principle»).

Für die Berufsbildung insgesamt hat sich das «Erfahrraum-Modell» zudem als geeigneter Ansatz erwiesen, um Brüche zwischen den Lernorten zu identifizieren, zu veranschaulichen sowie Möglichkeiten zur Überbrückung dieser Brüche aufzuzeigen (Caruso, Cattaneo, & Gurtner, 2020; Cattaneo, Gurtner, & Felder, 2021).

8.2 Digitalisierung erklären: Vorbedingungen für die Nutzung digitaler Ressourcen

In Bezug auf die schulische Ausstattung mit digitalen Endgeräten und Lernressourcen, auf die Einstellungen und Kompetenzen von Lehrpersonen sowie auf die Kultur und die dominanten pädagogischen Konzepte der Schulen im Hinblick auf die Nutzung digitaler Ressourcen für das Lernen liegen kaum Daten oder Untersuchungen jüngerer Datums vor. Eine Erhebung aus dem Jahr 2007 (Barras & Petko, 2007), zeigt, dass zum damaligen Zeitpunkt Schulen auf Sekundarstufe II durchschnittlich über eine höhere Ausstattungsdichte mit digitalen Endgeräten verfügten als Schulen der Sekundarstufe I bzw. der Primarstufe. So standen in Schulen der beruflichen Grundbildung ein Computer je 5.4 Lernenden zur Verfügung, während an Primarschulen sich je 10 Schülerinnen und Schüler einen Computer teilen mussten. Trotz der vergleichsweise hohen Ausstattungsdichte verfügte lediglich etwa jede fünfte berufsbildende Sekundarschule und jede zehnte allgemeinbildende über ein spezifisches Leitbild, das Ziele und Visionen einer Nutzung digitaler Ressourcen definiert. Kompetenzen und Einstellungen der Lehrpersonen wurden von den Lehrpersonen und ihren Schulleitenden sehr unterschiedlich beurteilt. Während Schulleitende mangelnde Kompetenzen und ablehnende Einstellungen der Lehrpersonen als wichtigstes Hindernis bei der Integration digitaler Ressourcen in den Unterricht sahen, glaubte knapp die Hälfte der Lehrpersonen über genügend Kenntnisse zu verfügen, um digitale Endgeräte sinnvoll im Unterricht einzusetzen. Es ist unwahrscheinlich, dass diese Zahlen den aktuellen Zustand noch korrekt wiedergeben. Eine neue Erhebung auf Sekundarstufe II ist aktuell in Arbeit (vgl. Textfeld: Projekt: The digital transformation at the upper secondary education level).

Eine Umfrage unter Fach- und Führungspersonen für das Fach Informatik an Gymnasien aus dem Jahr 2019 zeigt, dass die Ausstattung von Gymnasien mit digitaler Infrastruktur relativ heterogen ausfällt (Hoff & Brandes, 2019). So bieten mehr als 90 % der Schulen ihren Schülerinnen und Schüler schuleigene E-Mail-Konten oder WLAN im Schulhaus. Dagegen stehen nur in etwa 50 % der Schulen allen Lernenden ein Laptop oder Notebook zur Verfügung. 20 % der Schulen haben keinen Zugriff auf digitale Plattformen. (vgl. Abbildung 87). Die vergleichsweise geringe Ausstattung mit tragbaren digitalen Endgeräten lässt sich teilweise damit erklären, dass Schülerinnen und Schüler ihre persönlichen Geräte für den Unterricht mitbringen müssen. An 40 % der befragten Schulen ist dies bereits der Fall. In weiteren 39 % der Schulen ist die Einführung eines solchen Bring-Your-Own-Device-Konzepts in Planung.

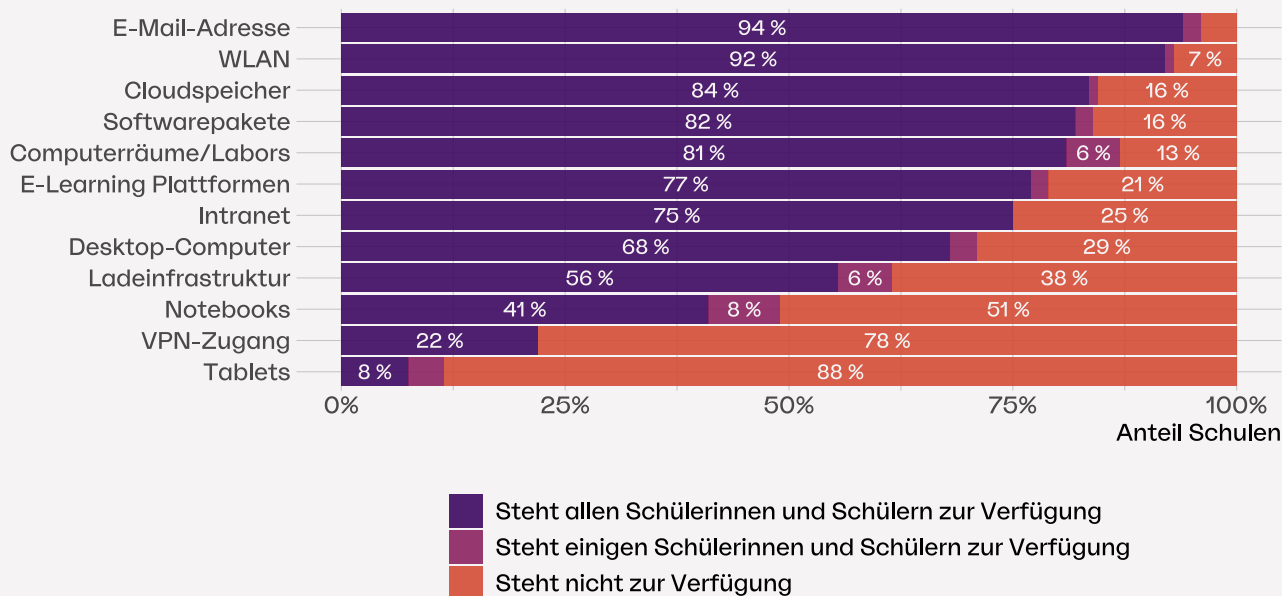


Abbildung 87: Infrastrukturausstattung an Gymnasien

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Ergebnisse von Hoff & Brandes (2019, S. 44). Ergebnisse einer Onlinebefragung von 166 Fach- und Führungspersonen für Informatik an Gymnasien in der Gesamtschweiz. Es ist unklar, in welchem Umfang die Ergebnisse repräsentativ für alle Gymnasien der Schweiz sind.

Auch in Berufsfach- und Berufsmaturitätsschulen der Deutschschweiz zeigen sich vergleichsweise grosse Unterschiede in der Bewertung der digitalen Infrastruktur. So stimmen etwas mehr als 60 % der im Rahmen der Standardisierten Abschlussklassenbefragungen der Fachagentur IFES IPES befragten Berufsschülerinnen und Berufsschüler der Aussage «Die IT-Ausstattung der Schule (WLAN, Computerräume, Support u. ä.) ist gut.» zu oder eher zu. Gut jede/r zwanzigste Lernende hält die IT-Ausstattung der Schulen dagegen für überhaupt nicht gut (vgl. Abbildung 88). Dabei ist zu beachten, dass trotz erheblicher Fallzahlen die Standardisierten Abschlussklassenbefragungen keine repräsentative Stichprobe der Berufsfach- und Berufsmaturitätsschulen in der Deutschschweiz darstellen.

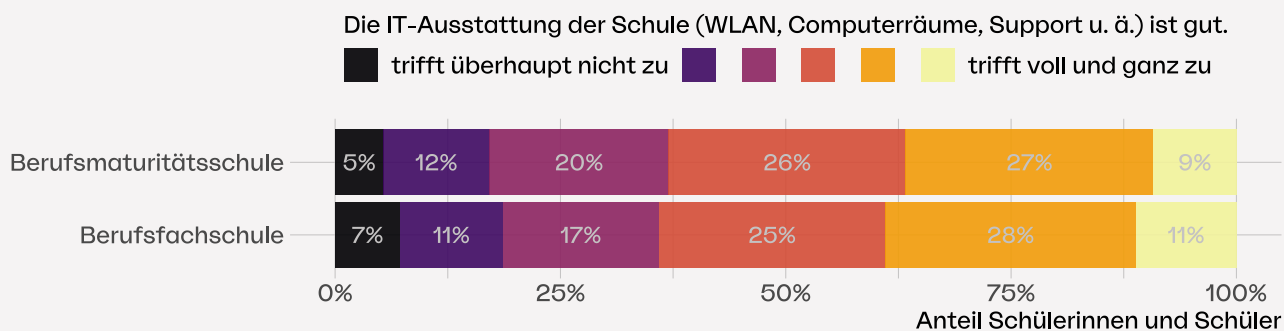


Abbildung 88: Bewertung der Ausstattungssituation an berufsbildendenden Schulen durch Schülerinnen und Schüler
 Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Daten der Standardisierten Abschlussklassenbefragung 2019 der Fachagentur IFES IPES (Auswertung zuhanden des Berichts). Die Abbildung beruht auf Angaben von 11'436 Berufsfachschülerinnen und -schülern in den Kantonen ZH, BE, SZ, GL, SO, AR, GR, sowie von 1927 Berufsmaturitätsschülerinnen und -schülern in den Kantonen ZH, BE, SZ, GL, SO, AR, GR und dem Fürstentum Liechtenstein. Fragebogenskalen waren nur für die beiden Randwerte gegeben. Die Erhebung ist nicht für alle beteiligten Kantone repräsentativ. Auch lassen sich aufgrund der Stichprobenzusammensetzung keine Rückschlüsse auf die Ausstattungssituation an berufsbildendenden Schulen in der Gesamtschweiz ziehen.

8.2.1 Einführung obligatorisches Fach Informatik am Gymnasium der Deutschschweiz

Mit der Teilrevision von Maturitätsanerkennungsreglement (MAR) und Maturitätsanerkennungsverordnung (MAV), die am 1. August 2018 in Kraft getreten sind, wurde die Einführung von Informatik als obligatorisches Fach am Gymnasium festgeschrieben. Spätestens ab dem Schuljahr 2022/2023 muss das Fach in allen Kantonen verbindlich angeboten werden (vgl. Kapitel 4.4.4.3.1).

Gemäss einer im Oktober 2019 durchgeführten Umfrage des Generalsekretariats der EDK (Koordinationsbereich Sek II Allgemeinbildung) unter den Kantonen war zum Schuljahr 2019/2020 das Fach in acht Kantonen und damit für knapp 28 % der Gymnasiastinnen und Gymnasiasten eingeführt (vgl. Abbildung 89).⁹⁶ In einer Befragung von Fach- und Führungspersonen für das Fach Informatik an Gymnasien aus dem Jahr 2019 (Hoff & Brandes, 2019) geben 45 % der Teilnehmenden an, dass die Einführung an ihrer Schule zum Schuljahr 2019/2020 abgeschlossen ist.

Gemäss derselben Erhebung führt die Einführung des Obligatoriums bei knapp einem Drittel der Befragten zu einer Erhöhung der Wochenlektionen für Schülerinnen und Schüler im Umfang der Lektionen für das neue Fach. Etwa ein Viertel der befragten Fachpersonen gibt dagegen an, dass an ihren Schulen die Einführung vollständig durch die Kürzung von Lektionen in anderen Fächern kompensiert

⁹⁶ Der Anteil der Schülerinnen und Schüler bezieht sich auf das Schuljahr 2018/2019.

wird. Die übrigen geben an, dass die Einführung des Obligatoriums sowohl mit einer Erhöhung der Wochenstunden als auch einer Kürzung in anderen Fächern verbunden ist, oder berichten, dass eine dahingehende Entscheidung noch nicht getroffen wurde. Unter Schulen, die eine Kürzung der Lektionenzahl anderer Fächer vorsehen, reichen die betroffenen Fächer von Grundlagenfächern wie Mathematik oder Naturwissenschaften über Schwerpunktfächer wie Wirtschaft bis hin zu Ethik/Religion.

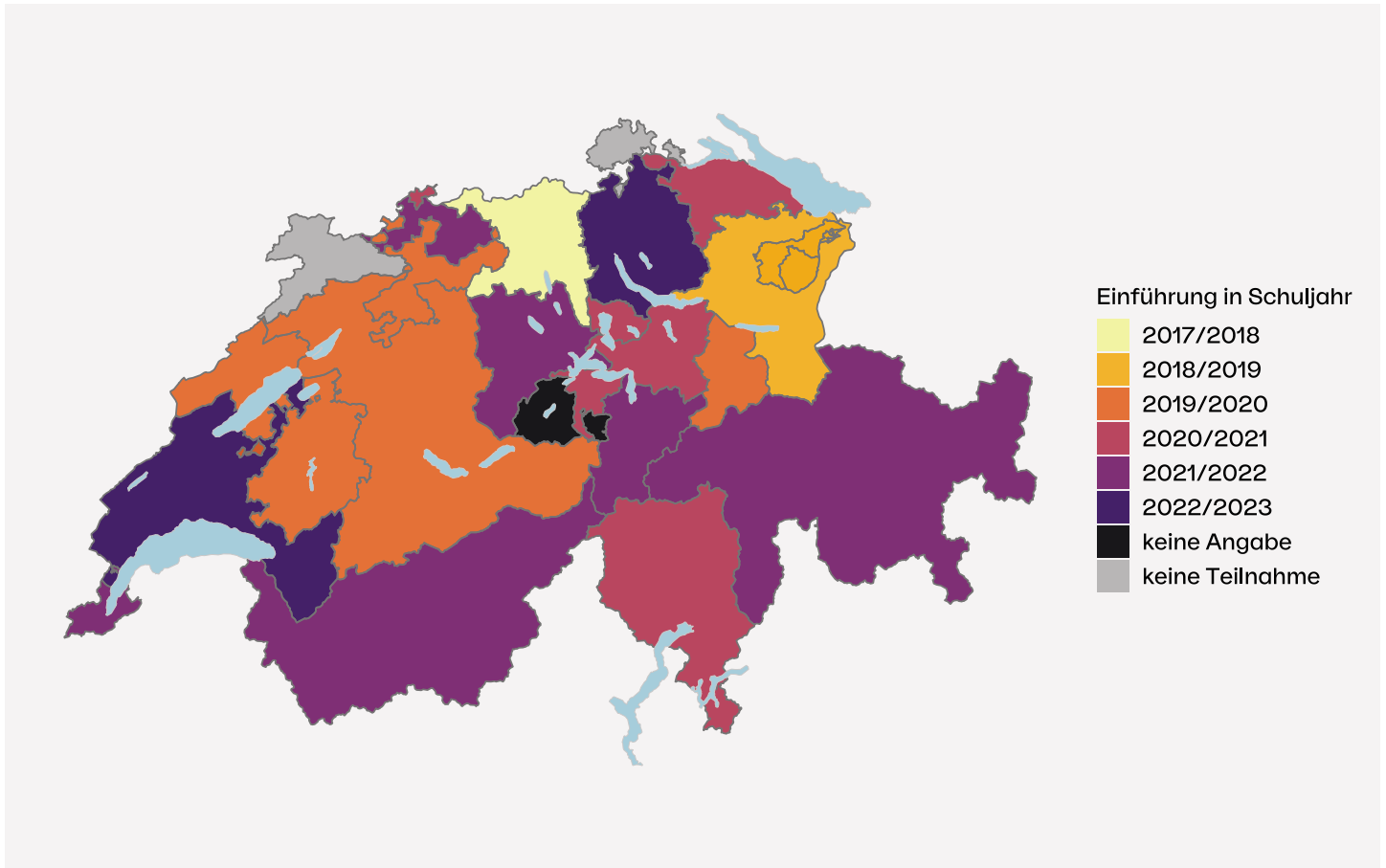


Abbildung 89: Stand der Einführung des Fachs Informatik am Gymnasium

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Erhebung des Generalsekretariats der EDK (Koordinationsbereich Sek II Allgemeinbildung). Stand: Oktober 2019. Die Kantone SH und JU haben nicht an der Befragung teilgenommen. Im Kanton OW war das Schuljahr der Einführung zum Zeitpunkt der Befragung noch offen.

8.3 Digitalisierung bewerten: Effektivität, Effizienz und Equity

Für die Bewertung des Beitrags digitaler Ressourcen auf Sekundarstufe II liessen sich neben einem Vergleich von Kompetenzen und Kompetenzentwicklung auch untersuchen, ob Unterschiede in gewählten Bildungsgängen und Fachrichtungen oder Variationen im Übertritt an die Hochschule auf Unterschiede in der Nutzung digitaler Ressourcen zurückzuführen

ren sind. Beispielsweise, ob die intensivere Nutzung digitaler Ressourcen im Gymnasium die Aufnahme von und die Erfolgchancen für ein Studium im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologien erhöht. Allerdings wäre für eine valide Bewertung des kausalen Beitrags dieser Ressourcen eine zufällige Zuteilung von Schülerinnen und Schüler zu Gruppen nötig, die mit und ohne Rückgriff auf digitale Technologien lernen. Diese Bedingung ist, ausser im Rahmen einzelner experimenteller Studien, im Bildungssystem nicht erfüllt. Zudem sind bestehende Datenbestände beispielsweise aus den ÜGK-Erhebungen relativ neu und Verknüpfungsmöglichkeiten mit bestehenden Registerdaten erst in den vergangenen Jahren systematisch umgesetzt worden. Mögliche Effekte der Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht, wie in den ÜGK-Daten erfasst, auf Ausbildungs- oder Studienplatzwahl, wie in den Registerdaten festgehalten, konnten daher bis anhin entweder noch nicht beobachtet werden oder wurden noch nicht untersucht.

Für die Bewertung des Einflusses der Nutzung digitaler Ressourcen auf den Lernerfolg besteht zudem die Herausforderung, dass eine schweizweit einheitliche Erfassung von Kompetenzen auf Ebene der Sekundarstufe II nicht vorgenommen wird. Aussagen zu Kompetenzen und Einflussfaktoren auf den Kompetenzerwerb beruhen daher entweder auf thematisch vergleichsweise engen, experimentellen Studien mit relativ wenigen Probandinnen und Probanden, oder auf Selbsteinschätzungen durch Lernende (vgl. Textfeld: Leading House Dual-T). Zusätzlich stammen Selbsteinschätzungen in der Regel aus anfallenden Stichproben, die zumindest für die Ebene der Gesamtschweiz nicht repräsentativ sind.

8.3.1 Effektivität

8.3.1.1 Selbstbewertete Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Ressourcen

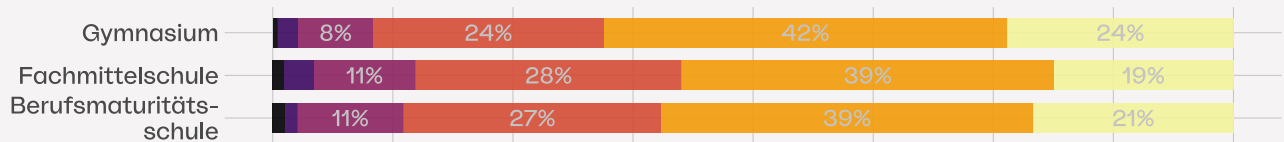
Eine valide Quantifizierung digitaler Kompetenzen für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II ist schweizweit derzeit nicht möglich. Im Rahmen der standardisierten Abschlussklassenbefragung der Fachagentur IFES IPES bewerten Schülerinnen und Schüler der letzten Jahrgangsstufe ihre Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Inhalten und Anwendungen. Informationen aus diesen Befragungen sind nicht unproblematisch. Die teilnehmenden Schulen stammen nicht aus allen Kantonen, und sind – zumindest in einigen Kantonen – selbst in die Stichprobe selektiert. Valide Aussagen zur Verteilung selbsteingeschätzter Kompetenzen in der Gesamtschweiz lassen sich daher nicht daraus ableiten. Zudem muss berücksichtigt werden, dass selbsteingeschätzte Kompetenzen von der tatsächlichen Leistungsfähigkeit abweichen (vgl. Kapitel 5.8). Trotzdem bieten diese Daten zumindest einen ersten Anhaltspunkt für die wahrgenommene Selbst-

wirksamkeit im Umgang mit digitalen Ressourcen durch Schülerinnen und Schüler in Teilen der Deutschschweiz am Ende der Sekundarstufe II.

Schülerinnen und Schüler aller Schulformen in der Stichprobe bewerten ihre digitalen Kompetenzen tendenziell gut bis sehr gut (vgl. Abbildung 90). Unter den von der Fachagentur IFES IPES im Jahr 2019 befragten Schülerinnen und Schülern der Abschlussklassen stimmen neun von zehn der Aussage «Es fällt mir leicht, Informationen aus Medien (Bücher, Internet etc.) zu entnehmen und zusammenzustellen.» zu oder eher zu. Acht von zehn (Gymnasien und Fachmittelschulen) bzw. neun von zehn (Berufsmaturitätsschulen) sind zudem der Meinung, dass sie gut (oder eher gut) mit gängigen IT-Anwendungen umgehen können. Nur ein sehr kleiner Anteil der Absolventinnen und Absolventen gibt an, dass sie diese Fähigkeit überhaupt nicht besitzen.⁹⁷ Schülerinnen und Schüler an Berufsmaturitätsschulen schätzen ihre Fähigkeiten im Umgang mit gängigen IT-Programmen tendenziell höher ein als Schülerinnen und Schüler der übrigen Schultypen. Allerdings sind Vergleiche zwischen Schultypen aufgrund der unterschiedlichen kantonalen Zusammensetzung der Stichproben nur bedingt möglich. Zudem ist unklar ob höhere Selbsteinschätzungen auf höheren Kompetenzen oder höherer Selbstüberschätzung unter Berufsmaturandinnen und -maturanden fusst.

⁹⁷ Lediglich etwa 1% gibt an, dass die Aussage «Es fällt mir leicht, Informationen aus Medien (Bücher, Internet etc.) zu entnehmen und zusammenzustellen.» überhaupt nicht auf sie zutrifft. Bei der Aussage «Ich kann gut mit IT-Anwendungen (Word, Excel, Internet- und E-Mailprogramme etc.) umgehen.» sind es etwa 3% in Gymnasien und Fachmittelschulen, und 1% an Berufsmaturitätsschulen.

Es fällt mir leicht, Informationen aus Medien (Bücher, Internet, etc.) zu entnehmen und zusammenzustellen.



Ich kann gut mit IT-Anwendungen (Word, Excel, Internet- und E-Mailprogramme etc.) umgehen.

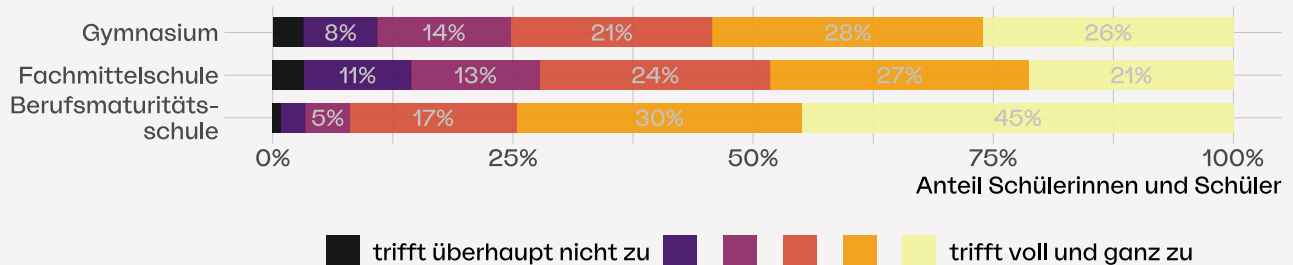


Abbildung 90: Selbstbewertete digitale Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der Fachmittelschulen und Gymnasien in der Deutschschweiz und dem Tessin nach Schultyp

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Daten der Standardisierten Abschlussklassenbefragung 2019 der Fachagentur IFES IPES (Auswertung zuhanden des Berichts). Werte unter 4% sind aufgrund der Übersichtlichkeit nicht dargestellt. Abbildungen beruhen auf Angaben von 4593 Schülerinnen und Schülern aus Abschlussklassen von Gymnasien in den Kantonen ZH, BE, LU, UR, SZ, ZG, SO, BS, AI, GR und dem Fürstentum Liechtenstein, von 672 Absolventinnen und Absolventen von Fachmittelschulen in den Kantonen BE, LU, ZG, SO, BS, GR, TG, sowie von 236 Absolventinnen und Absolventen von Berufsmaturitäts- bzw. Handels-, Wirtschafts- und Informatikmittelschulen in den Kantonen ZH, BE, LU, ZG, BS und TG. Fragebogenskalen waren nur für die beiden Randwerte gegeben. Die Erhebung ist nicht für alle beteiligten Kantone repräsentativ. Auch lassen sich aufgrund der Stichprobenzusammensetzung keine Rückschlüsse auf die selbsteingeschätzten Kompetenzen von Absolventinnen und Absolventen in der Gesamtschweiz ziehen.

8.3.1.2 Erwerb digitaler Kompetenzen an den Schulen

Dass Absolventinnen und Absolventen über bestimmte Kompetenzen im Umgang mit digitalen Ressourcen verfügen, heisst nicht notwendig, dass sie diese Kompetenzen auch im Rahmen ihrer Schullaufbahn erworben haben. So zeigen internationale Untersuchungen auf Ebene der Sekundarschule I, dass digitale Kompetenzen in der Regel ausserschulisch erworben werden (Frailon, et al., 2014; Frailon, et al., 2019a).

Werden Schülerinnen und Schüler dazu befragt, ob sie digitale Kompetenzen an der Schule erlernt haben, zeigt sich jedoch ein eher positives Bild (vgl. Abbildung 91). So legen Ergebnisse der standardisierten Ehemaligenbefragungen der Fachagentur IFES IPES nahe, dass für 80 % der ehemaligen Gymnasiasten, Fachmittelschülerinnen und Berufsmaturanden in der Deutschschweiz die Schule eine

98 Beim Vergleich der Ergebnisse von Abschlussklassen- und Ehemaligenbefragung ist Vorsicht geboten. Die beiden Erhebungen wurden zu unterschiedlichen Zeiten und nicht durchgängig in denselben Kantonen durchgeführt.

wichtige Rolle beim Erwerb von informationsspezifischen Kompetenzen spielt, wie der Fähigkeit Informationen aus Medien zu entnehmen. Allerdings ist der Anteil Schülerinnen und Schüler an allgemeinbildenden Schulen, die angeben Kompetenzen nicht oder eher nicht an der Schule erlernt zu haben zwischen doppelt und fünfmal zu hoch, wie der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die im Rahmen der Abschlussklassenbefragung angeben nicht oder eher nicht über bestimmte Kompetenzen zu verfügen (vgl. Abbildung 90).⁹⁸ Insbesondere ehemalige Gymnasiastinnen und Gymnasiasten bewerten den Beitrag der Schule für ihre Fähigkeit im Umgang mit gängigen Softwareanwendungen kritisch. Knapp die Hälfte stimmt zwei Jahre nach der Matura der Aussage «Ich habe [an der Schule] gelernt mit IT-Anwendungen (Word, Excel, Internet- und E-Mail-Programme etc.) umzugehen» eher nicht zu.

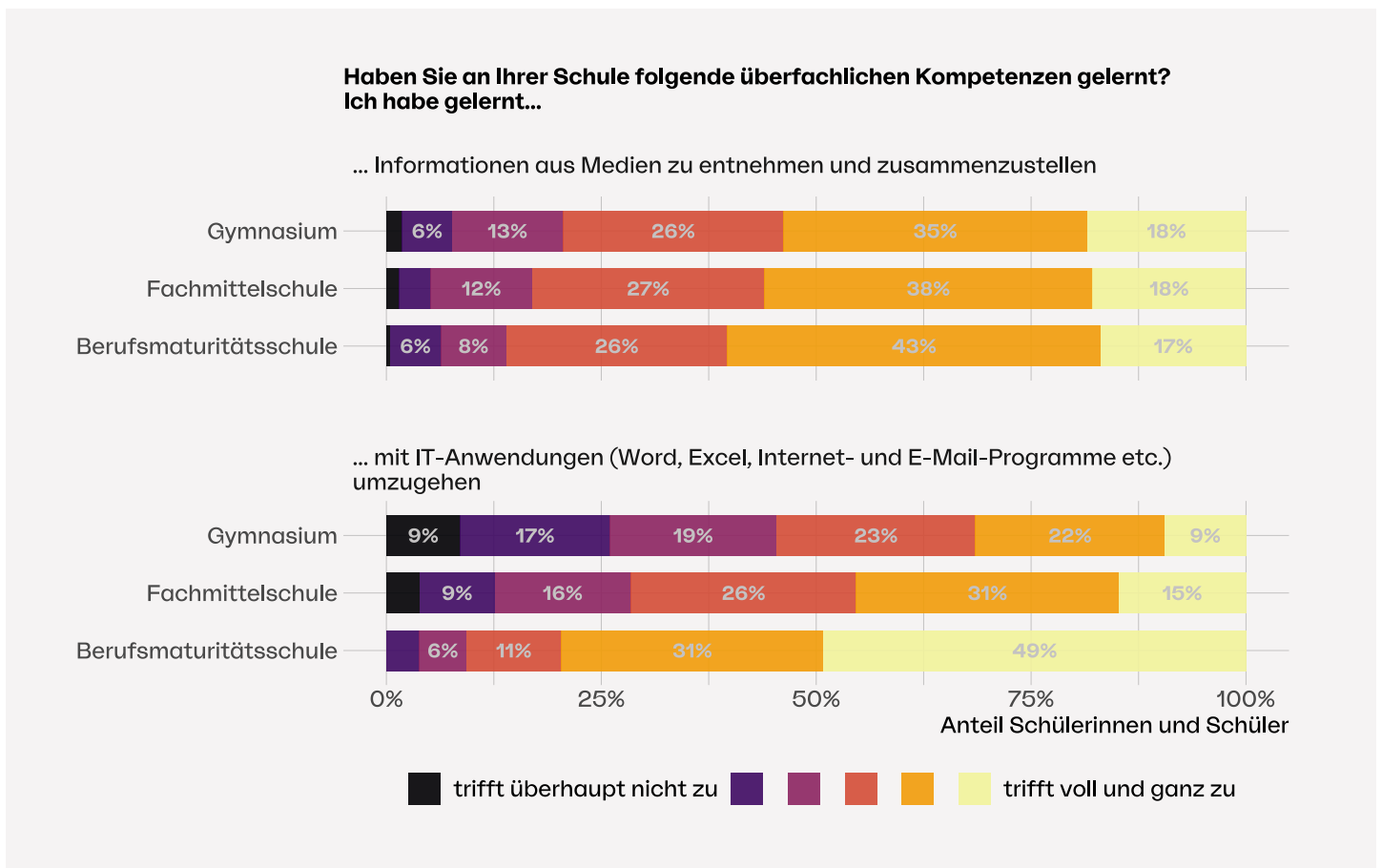


Abbildung 91: Bedeutung der Schule für den Erwerb digitaler Kompetenzen durch Schülerinnen und Schülern der Fachmittelschulen und Gymnasien in der Deutschschweiz und dem Tessin nach Schultyp
 Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Daten der Standardisierten Ehemaligenbefragung 2018 der Fachagentur IFES IPES (Auswertung zuhanden des Berichts). Werte unter 4% sind aufgrund der Übersichtlichkeit nicht dargestellt. Abbildungen beruhen auf Angaben von 4537 Maturandinnen und Maturanden von Schulen aus den Kantonen ZH, BE, LU, UR, SZ, OW, GL, ZG, SO, BS, BL, SG, GR, AG, TG, TI und dem Fürstentum Liechtenstein, 678 Absolventinnen und Absolventen von Fachmittelschulen aus den Kantonen ZH, BE, LU, ZG, SO, BS, BL, SG, AG, TG, sowie 237 Berufsmaturandinnen und -maturanden aus den Kantonen ZH, BE, LU, ZG, BS, BL, SG, AG, TG. Befragungen wurden jeweils zwei Jahre nach Schulabschluss durchgeführt. Fragebogenskalen waren nur für die beiden Randwerte gegeben. Erhebungen sind nicht für alle beteiligten Kantone repräsentativ. Auch lassen sich aufgrund der Stichprobensammensetzung keine Rückschlüsse auf alle Gymnasien, Fachmittelschulen oder berufsbildenden Schulen der Schweiz ziehen.

Schülerinnen und Schüler im Abschlussjahrgang an berufsbildenden Schulen bewerten den Beitrag der Schule zum Erwerb digitaler Kompetenzen allgemein eher positiv. Etwa 70 % der Schülerinnen und Schüler der Abschlussklassen von Berufsfachschulen stimmen der Aussage zu oder eher zu, dass sie den Umgang mit persönlichen Daten, mit für den Beruf relevanten Computerprogrammen sowie mit allgemeinen Softwareanwendungen an der Schule erlernt haben (vgl. Abbildung 92). Unter Schülerinnen und Schülern in den Abschlussklassen der Berufsmaturitätsschulen sind dies 50 %.

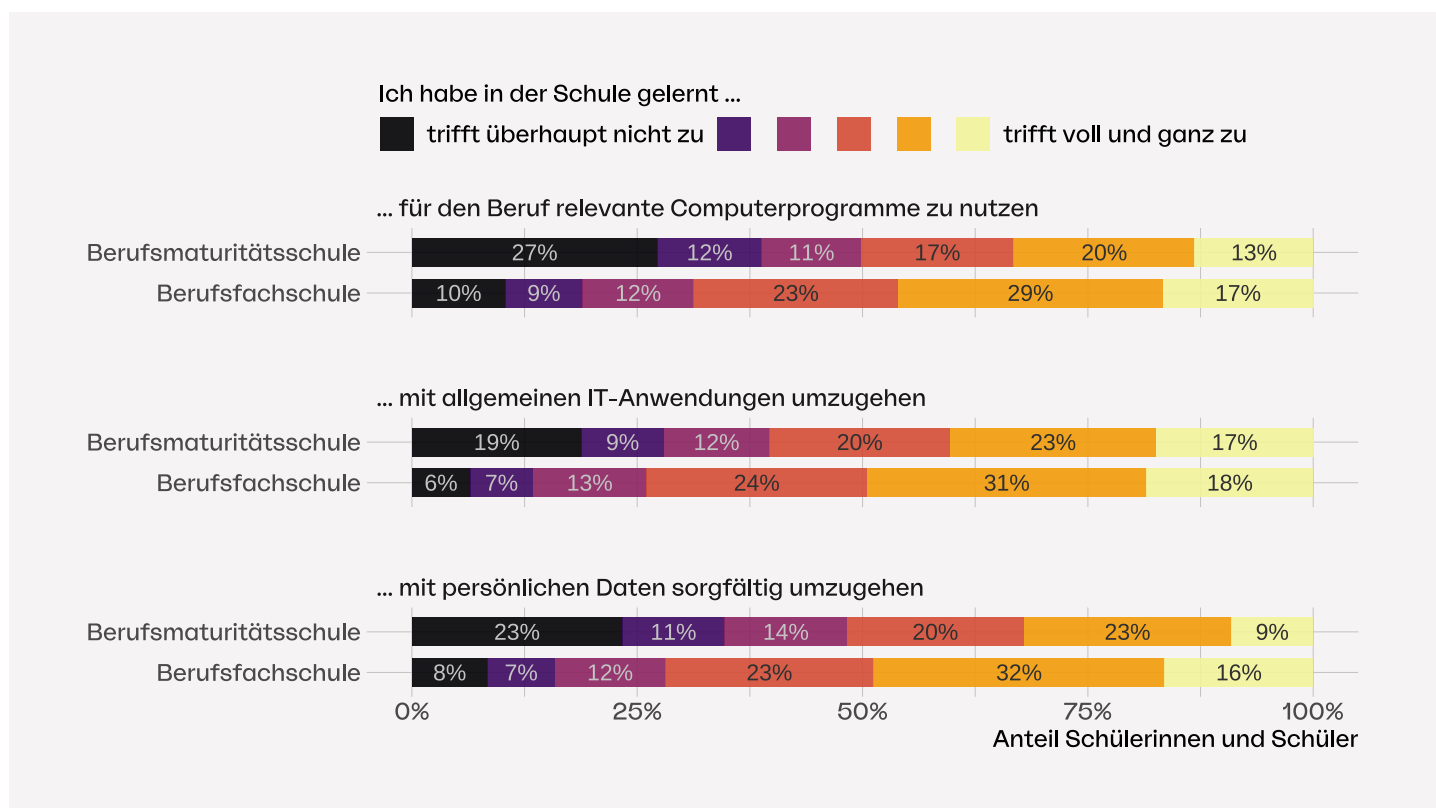


Abbildung 92: Bedeutung der Schule für den Erwerb digitaler Kompetenzen an berufsbildenden Schulen

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Daten der Standardisierten Abschlussklassenbefragung 2019 der Fachagentur IFES IPES (Auswertung zuhanden des Berichts). Abbildungen beruhen auf Angaben von zwischen 11'082 (Umgang mit persönlichen Daten) und 12'463 (Umgang mit allgemeinen IT-Anwendungen) Schülerinnen und Schülern an Abschlussklassen von Berufsfachschulen aus den Kantonen ZH, BE, SZ, GL, SO, AR und GR, sowie zwischen 1553 (Umgang mit für den Beruf relevante Computerprogramme) und 1790 (Umgang mit allgemeinen IT-Anwendungen) Schülerinnen und Schülern an Abschlussklassen von Berufsmaturitätsschulen aus den Kantonen ZH, BE, SZ, GL, SO, AR, GR und dem Fürstentum Liechtenstein. Fragebogenskalen waren nur für die beiden Randwerte gegeben. Erhebungen sind nicht für alle beteiligten Kantone repräsentativ. Auch lassen sich aufgrund der Stichprobenszusammensetzung keine Rückschlüsse auf alle Berufsfach- und Berufsmaturitätsschulen der Schweiz ziehen.

Die vergleichsweise geringe Anzahl an Gymnasiastinnen und Gymnasiasten mit hoher Selbstwirksamkeitswahrnehmung im Fach Informatik ist nicht ganz unproblematisch, da der wahrgenommene Ausbildungsstand bzw. die Selbsteinschätzung der eigenen Fähigkeiten am Ende der Schulzeit die Wahl der weiterführenden Ausbildung bzw. die Berufswahl in technischen Fächern allgemein beeinflusst (vgl. Tripney, et al., 2010), und in Computerwissenschaften und Informationstechnologie im Besonderen (McInerney, et al., 2006; Cohen & Parsotam, 2010; Lenox, Jesse, & Woratschek, 2012; Google, 2014; Säde, et al., 2019). Auch in den Daten der Standardisierten Ehemaligenerhebungen findet sich ein Zusammenhang zwischen der durchschnittlichen Einschätzung der eigenen Fähigkeiten in Informatik am Ende der Sekundarstufe II, und der Bedeutung, die fachlichen Kompetenzen in Informatik für die Tätigkeit bzw. Ausbildung zwei Jahre nach Schulabschluss zukommt (vgl. Abbildung 94). Für beide berücksichtigten Schultypen⁹⁹ steigt die Bedeutung von Kompetenzen in Informatik für die Tätigkeit bzw. Ausbildung zwei Jahre nach Schulabschluss mit der Einschätzung der eigenen Fähigkeiten in Informatik am Ende der Schulzeit. Allerdings sind Abweichungen innerhalb der einzelnen Kompetenzgruppen hoch. Durchschnittliche Unterschiede zwischen den Kompetenzgruppen liegen im Rahmen einer Standardabweichung der jeweiligen Gruppenmittelwerte.

⁹⁹ Aufgrund geringer Fallzahlen wurden die Ergebnisse für Berufsmaturitätsschulen bei dieser Auswertung nicht berücksichtigt.

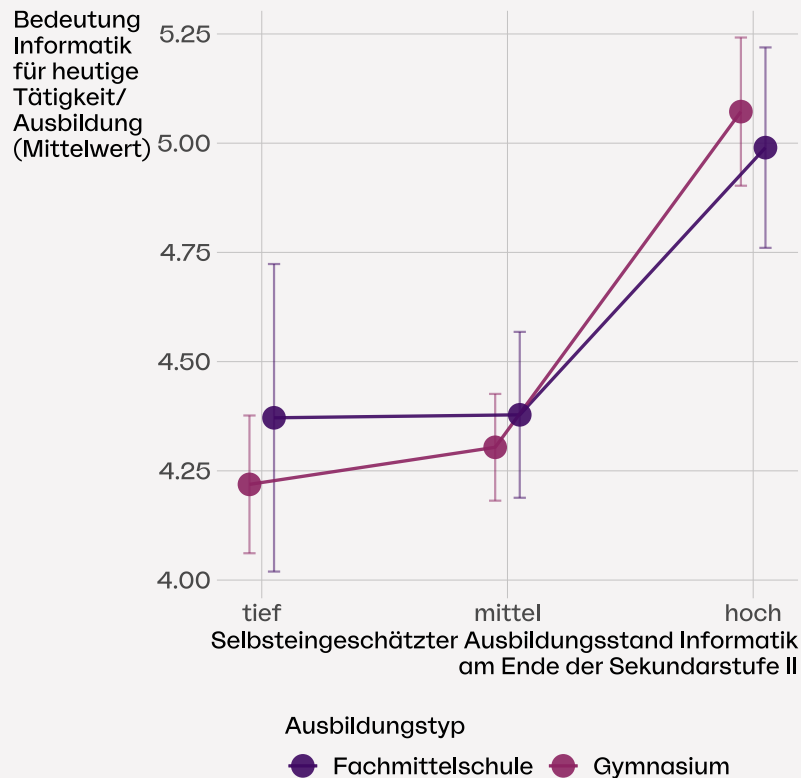


Abbildung 94: Zusammenhang zwischen Selbsteinschätzung Fähigkeiten in Informatik am Ende der Schule, und der Relevanz von Informatik für Beruf und weitere Ausbildung nach Schultyp

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Daten der Standardisierten Ehemaligenbefragung 2018 der Fachagentur IFES IPES (Auswertung zuhanden des Berichts). Punkte zeigen Mittelwerte je Kompetenzgruppe; Antennen das zugehörige 95% Vertrauensintervall des Mittelwerts. Zur besseren Übersichtlichkeit sind die Werte der Selbsteinschätzung des Ausbildungsstands Informatik (horizontale Achse) für die beiden Schultypen leicht versetzt dargestellt. Sie beziehen sich aber auf identische Werte. Abbildungen beruhen auf Angaben von 1166 Maturandinnen und Maturanden von Schulen aus den Kantonen ZH, BE, LU, UR, SZ, OW, GL, ZG, SO, BS, BL, SG, GR, AG, TG, TI und dem Fürstentum Liechtenstein, sowie 487 Absolventinnen und Absolventen von Fachmittelschulen in den Kantonen ZH, BE, LU, ZG, SO, BS, BL, SG, AG, TG. Es wurden nur Personen berücksichtigt, die das Fach «Informations- und Kommunikationstechnologien» bzw. «Informatik» in der Sekundarstufe belegt haben. Befragungen wurden jeweils zwei Jahre nach Schulabschluss durchgeführt. Fragebogenskalen waren nur für die beiden Randwerte gegeben (1 = «sehr tief», 6 = «sehr hoch»). Erhebungen sind nicht für alle beteiligten Kantone repräsentativ. Auch lassen sich aufgrund der Stichprobenzusammensetzung keine Rückschlüsse auf alle Gymnasien und Fachmittelschulen der Schweiz ziehen.

Lesebeispiel: Personen, mit einer Tätigkeit bzw. in einer tertiären Ausbildung mit einer geringen Bedeutung von Informatik bewerten ihren Ausbildungsstand am Ende des Gymnasiums bzw. der Fachmittelschule mit durchschnittlich 4,2 bzw. 4,4 auf einer Skala von 1 (sehr unwichtig) bis 6 (sehr wichtig). Dies sind 0,5 (Fachmittelschulen) bis 0,8 (Gymnasium) Skalenpunkte weniger als der Durchschnitt von Personen, die einer Tätigkeit oder Ausbildung nachgehen, für die informatische Kenntnisse eine grosse Bedeutung haben.

8.3.2 Effizienz

Eine Bewertung der Effizienz des Einsatzes digitaler Ressourcen auf Sekundarstufe II ist im Rahmen dieses Berichts nicht möglich. Dazu fehlen zum einen valide Messungen des kausalen Effekts der Nutzung digitaler Ressourcen auf Unterrichtsqualität und Lernleistungen (vgl. Kapitel 8.3.1). Zum anderen liegen keine verlässlichen Informationen zu den finanziellen und materiellen Aufwendungen für diese Ressourcen vor (vgl. Kapitel 3.5.3), die zu gemessenen Effekten in Beziehung gesetzt werden könnten.

8.3.3 Equity

8.3.3.1 Geschlechterspezifische Entwicklung von Interesse an Informatik über die Schullaufbahn

Die Entwicklung und Förderung des Interesses von Kindern und Jugendlichen an Informatik und anderen MINT-Fächern ist ein zentrales Anliegen der gemeinsamen bildungspolitischen Ziele von Bund und Kantonen (WBF & EDK, 2015; 2019). Eine wichtige Frage ist es daher in wie weit es gelingt dieses Interesse über die gesamte Schulzeit hinweg zu stärken und auszubauen.

Betrachtet man die Ergebnisse der Standardisierten Abschlussklassenbefragungen der Fachagentur IFES IPES, so zeigen sich, insbesondere am Gymnasium, deutliche geschlechterspezifische Unterschiede in der Interessensentwicklung im Verlauf der Sekundarstufe II. Während das Interesse an Informatik bei über einem Drittel der Gymnasiasten zunimmt, gilt dasselbe nur für jede zehnte Gymnasiastin. Gleichzeitig nimmt das Interesse an Informatik unter Schülerinnen im Verlauf des Gymnasiums deutlich stärker ab als unter Schülern (vgl. Abbildung 95). Das Fachgebiet Informations- und Kommunikationstechnologien bzw. Informatik ist damit das Fach mit der stärksten geschlechterspezifischen Interessenspolarisierung im Gymnasium (vgl. Abbildung 96). Aus den Daten lässt sich nicht ableiten, warum es zu einer solchen geschlechtsspezifischen Interessenspolarisierung kommt. Auch die internationale Literatur liefert bislang keine eindeutige Erklärung für den Zusammenhang zwischen Geschlecht und Interesse an Informations- und Kommunikationstechnologien, auch wenn die Existenz dieser Unterschiede gut dokumentiert ist (Gebhardt, et al., 2019). Es bestehen Hinweise darauf, dass Technik im Allgemeinen und digitale Technologien im Besonderen als stereotypisch männliche Domänen wahrgenommen werden (Cheryan, et al., 2013; Fleischmann, et al., 2016), und dass diese Stereotypisierung die Interessensentwicklung bei Schülerinnen negativ beeinflussen kann (Koch, Müller, & Sieverding, 2008; Master, Cheryan, & Meltzoff, 2016). Allerdings ist sowohl die Verbrei-

tung negativer Stereotype als auch deren Bedeutung für die geschlechtsspezifische Entwicklung von Interesse an digitalen Technologien umstritten. So zeigen Untersuchungen aus der Schweiz und dem Ausland, dass Schülerinnen und Schüler hohe computerbezogene Kompetenzen unabhängig vom Geschlecht der kompetenten Person ähnlich bewerten (Botturi, Bramani, & McCusker, 2012; Sáinz, et al., 2016). Eine neuere Untersuchung bei knapp 5500 deutschen Jugendlichen zwischen dem 15. und dem 18. Lebensjahr findet zudem keinen Einfluss von Geschlechterstereotypen auf die Entwicklung selbsteingeschätzter oder gemessener digitaler Kompetenzen (Gnams, 2021). Auch scheint die Freude an der Nutzung digitaler Technologien für das Lernen unter Schweizerischen Schülerinnen und Schüler ähnlich weit verbreitet zu sein (vgl. Kapitel 5.1).

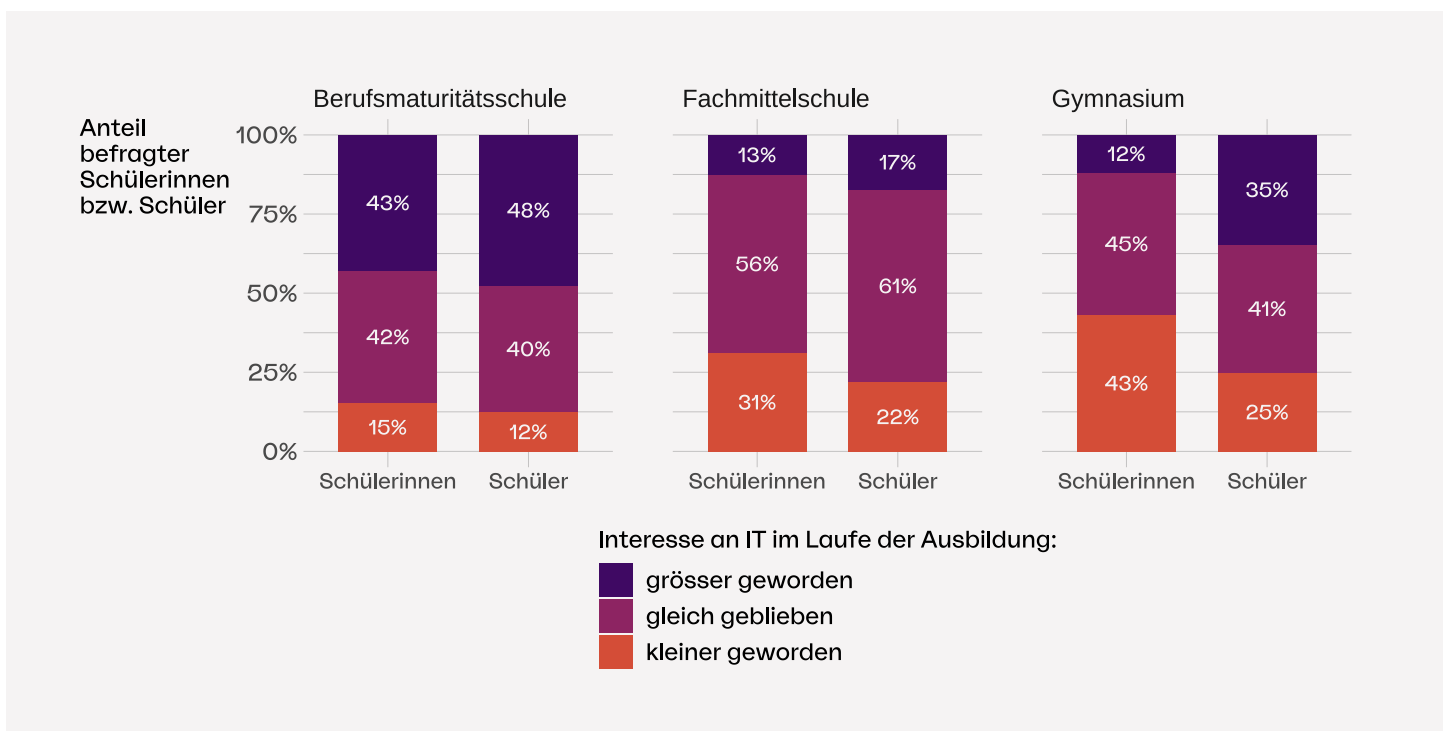


Abbildung 95: Entwicklung des Interesses an Informatik im Verlauf der Sekundarstufe II nach Schultyp und Geschlecht

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Daten der Standardisierten Abschlussklassenbefragung 2019 der Fachagentur IFES IPES (Auswertung zuhanden des Berichts). Abbildungen beruhen auf Angaben von 886 Gymnasiasten und 1016 Gymnasiastinnen aus den Kantonen ZH, BE, UR, ZG, SO, BS, AI, GR, TG und dem Fürstentum Liechtenstein, 87 Schülern und 373 Schülerinnen in Abschlussklassen von Fachmittelschulen in den Kantonen BE, ZG, SO, BS, GR und TG, sowie 227 Schülern und 170 Schülerinnen in Abschlussklassen von Berufsmaturitätsschulen in den Kantonen ZH, BE, ZG, BS und TG. Es wurden nur Personen berücksichtigt, die das Fach «Informations- und Kommunikationstechnologien» bzw. «Informatik» oder «Information und Kommunikation» in der Sekundarstufe II belegt haben. »). Erhebungen sind nicht für alle beteiligten Kantone repräsentativ. Auch lassen sich aufgrund der Stichprobensummenzusammensetzung keine Rückschlüsse auf alle Gymnasien, Fachmittel- und Berufsmaturitätsschulen der Schweiz ziehen.

Auch an den übrigen Schultypen der Sekundarstufe II lässt sich eine geschlechterspezifische Interessensdifferenzierung beobachten. Allerdings ist sie deutlich geringer ausgeprägt als an Gymnasien, insbesondere in Informatik. Ein Grund für diesen Unterschied könnte darin liegen, dass geschlechterspezifische Interessensunterschiede bereits bei der Wahl des Berufsfelds zum Tragen kommen, und daher eine weitere Verschiebung der Interessen im Anschluss an diese Wahl geringer ausfällt.

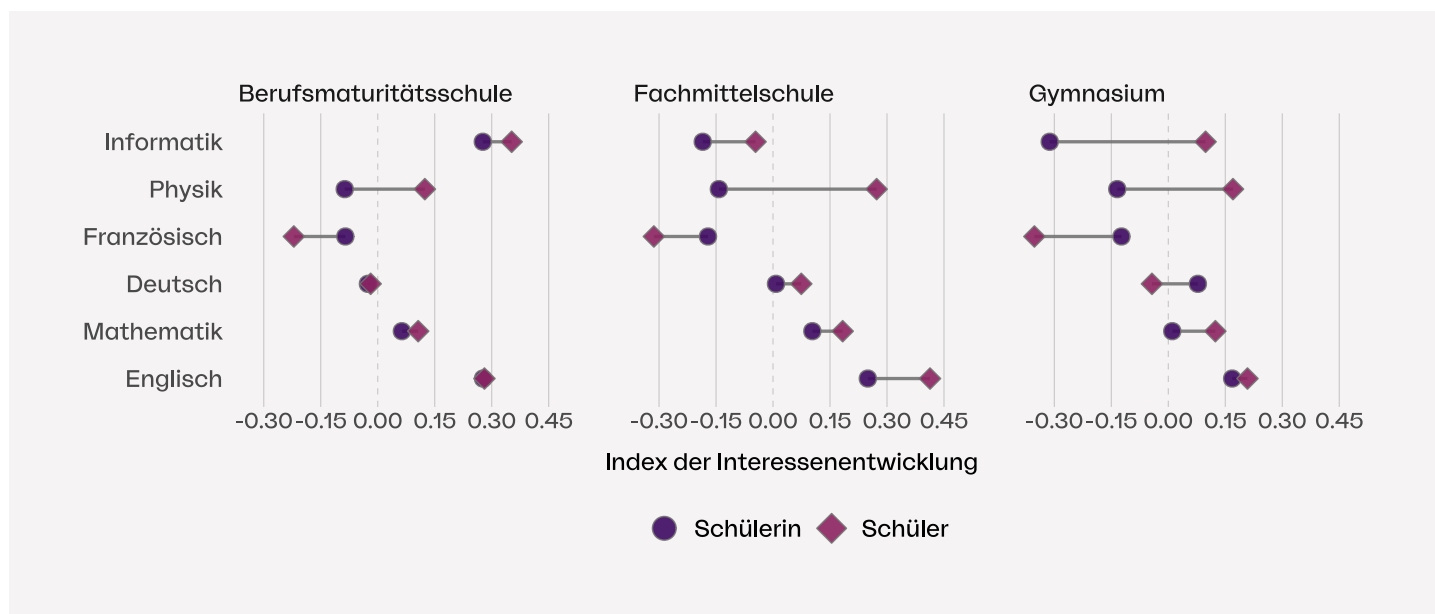


Abbildung 96: Interessensentwicklung in der Sekundarstufe II nach Schultyp, Fach und Geschlecht

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Daten der Standardisierten Abschlussklassenbefragung 2019 der Fachagentur IFES IPES (Auswertung zuhanden des Berichts). Punkte zeigen den Index der Interessensentwicklung nach Fachgebiet für Schülerinnen und Schüler getrennt. Punkte im positiven Bereich (rechts der gestrichelten Linie) bedeuten, dass das Interesse an einem Fachgebiet im Lauf der Schulzeit bei mehr Personen zu- als abgenommen hat. Punkte im negativen Bereich bedeuten, dass mehr Befragte über ein abnehmendes als über ein zunehmendes Interesse an einem Fachbereich berichten. Die unterschiedliche Interessensentwicklung (Interessensdifferenzierung) von Schülerinnen und Schülern wird durch den horizontalen Abstand der beiden Punkte beschrieben. Fachbereiche sind in absteigender Reihung der Interessensdifferenzierung am Gymnasium geordnet. Die Anzahl der Beobachtungen schwankt in Abhängigkeit von Geschlecht, Fachbereich und Schultyp. Befragt wurden Gymnasiastinnen und Gymnasiasten aus den Kantonen ZH, BE, UR, ZG, SO, BS, AI, GR, TG und dem Fürstentum Liechtenstein, Fachmittelschülerinnen und -schüler in den Kantonen BE, ZG, SO, BS, GR und TG, sowie Berufsmaturitätsschülerinnen und -schüler in den Kantonen ZH, BE, ZG, BS und TG. Es wurden nur Personen berücksichtigt, die das betreffende Fach in der Sekundarschule belegt haben. Erhebungen sind nicht für alle beteiligten Kantone repräsentativ. Auch lassen sich aufgrund der Stichprobenszusammensetzung keine Rückschlüsse auf alle Gymnasien und Fachmittelschulen der Schweiz ziehen.

Lesebeispiel: Unter Gymnasiasten beträgt der Index der Interessenentwicklung in Informatik 0,1. Dies bedeutet, dass der Anteil Gymnasiasten, die von einem grösser werdenden Interesse in Informatik berichten den Anteil der Gymnasiasten, die von einem abnehmenden Interesse berichten um 10 % übersteigt. Bei Gymnasiastinnen beträgt der Index der Interessenentwicklung in Informatik -0,31. Dies bedeutet, dass der Anteil Gymnasiastinnen, der von abnehmendem Interesse an Informatik berichtet, den Anteil Gymnasiastinnen, der von grösser werdendem Interesse berichtet um 31 % übersteigt (vgl. Abbildung 95). Das Interesse an Französisch hat bei beiden Geschlechtern im Lauf des Gymnasiums abgenommen. Allerdings unter Gymnasiasten (Index der Interessenentwicklung -0,27) deutlich stärker als unter Gymnasiastinnen (Index der Interessenentwicklung -0,12).

Bei der Betrachtung der Ergebnisse sollte einschränkend berücksichtigt werden, dass die abgefragten Informationen sich nur auf die Veränderung der Interessen über die Zeit beziehen und keine Informationen zur Ausprägung der Interessen am Beginn oder Ende der Ausbildung enthalten. Sie sagen daher nur etwas darüber aus, wie sich Interessen geschlechterspezifisch im Laufe der Sekundarschule II verändern.¹⁰⁰ Die gefundenen Unterschiede in der Interessensentwicklung entsprechen aber durchaus den Unterschieden in geschlechtsspezifischen Studienpräferenzen (vgl. SKBF, 2018, S. 222). Zudem sollte berücksichtigt werden, dass die Befragungen der Fachagentur IFES IPES aufgrund der Selbstselektion von Schulen bzw. Kantonen in die Stichprobe (vgl. Anhang C) keine gesicherte Aussage über die Interessensentwicklung in der gesamten Schweiz ermöglicht.

100 So wäre es zumindest theoretisch möglich, dass trotz der beobachtbaren Entwicklungen das Interesse an Informatik am Ende der Sekundarstufe II unter Schülerinnen grösser ist als unter Schülern.

9 Kumulative Effekte

9.1	Der monetäre Nutzen digitaler Kompetenzen	247
9.2	Nicht-monetäre Nutzen digitaler Kompetenzen	254

In der Bildungsberichterstattung der Schweiz wird der Nutzen von Bildung bzw. Kompetenzen auf Sachverhalte ausserhalb des Bildungswesens (Outcomes), beispielsweise auf Einkommen, Lebenserwartung, Lebenszufriedenheit und Gesundheit als «kumulative Effekte» bezeichnet (vgl. SKBF, 2007; 2018; Kapitel 3.3.4). Analog dazu wird in diesem Kapitel vordringlich der private Nutzen digitaler Kompetenzen beleuchtet. Der Begriff der «digitalen Kompetenzen» wird dabei bewusst weit gefasst. Er reicht von technischen Kompetenzen im Umgang mit digitalen Applikationen und Werkzeugen bis hin zu medienspezifischen Kompetenzen, wie der Fähigkeit Informationen im Internet zu finden, korrekt einzuordnen und wiederzugeben (vgl. Kapitel 3.3.2). Der Nutzen dieser Kompetenzen kann monetär (z. B. für das Einkommen) und nichtmonetär (z. B. für die Gesundheit) sein. Auf gesellschaftlicher Ebene treten neben den aggregierten Effekten individueller Nutzen, beispielsweise einer höheren Wohlfahrt aufgrund höherer Einkommen, auch deren Implikationen für das Funktionieren von Wirtschaft und Gemeinwesen. Beispiele dafür sind ein höheres Steueraufkommen, eine geringere Arbeitslosigkeit oder die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit.

Die Messung des kausalen Beitrags digitaler Kompetenzen zu Wohlfahrt und Wohlbefinden von Personen ist nicht trivial (vgl. auch Hanushek, et al., 2015; Hampf, Wiederhold, & Woessmann, 2017). Erstens werden in der Literatur unterschiedliche Konzepte und Konstrukte digitaler Kompetenzen verwendet, die unterschiedliche Fähigkeiten erfassen, beispielsweise das Schreiben von Programmcodes oder die Bewertung im Internet gefundener Informationen. Sie sind daher nicht notwendig vergleichbar (vgl. Kapitel 3.3.2). Zweitens, können tatsächliche Kompetenzen empirisch nur angenähert werden,¹⁰¹ so dass gemessene und tatsächliche Kompetenzen notwendig voneinander abweichen (vgl. Kapitel 5.8). Drittens unterscheiden sich Personen mit hohen und niedrigen Kompetenzen in der Regel noch durch weitere Eigenschaften, die nicht unbedingt beobachtet werden können. Beispielsweise verfügen Personen mit hohen computerspezifischen Kompetenzen auch über hohe mathematische Fähigkeiten oder Intelligenz (Hampf, Wiederhold, & Woessmann, 2017). Beide Eigenschaften wirken sich ebenfalls positiv auf Arbeitsmarkterfolg oder Gesundheitsverhalten aus (Gottfredson & Deary, 2004; Wraw, et al., 2018; Lin, Lutter, & Ruhm, 2018). Beobachtbare Unterschiede in Outcomes zwischen Personen mit hohen und niedrigen digitalen

101 Kompetenzen beschreiben intrinsische, abstrakte Eigenschaften, deren Ausprägung in der Regel weder durch den Träger oder die Trägerin der Kompetenzen noch durch Dritte exakt erfasst werden kann. Sie werden stattdessen über empirische Testmethoden angenähert. Diese Methoden sind nicht fehlerfrei, so dass es zu zufälligen Abweichungen zwischen gemessenen und tatsächlichen Kompetenzen kommt (vgl. Hanushek, Schwerdt, Wiederhold, & Woessmann, 2015). Sowohl fragebogenbasierte Selbsteinschätzungen als auch leistungsbasierte Tests unterliegen dieser Form zufälliger Messfehler. Werden zufällige Messfehler statistisch nicht korrigiert, können sie zu einer Unterschätzung des kausalen Effekts digitaler Kompetenzen auf Wohlfahrt und Wohlbefinden führen. Die Messung mittels fragebogenbasierter Selbsteinschätzungen wird zusätzlich durch nicht zufällige, systematische Fehler verzerrt (vgl. Kapitel 5.8).

Kompetenzen können daher der Effekt der Kombination vieler verschiedener Eigenschaften sein. Viertens können Outcomes einen Einfluss auf digitale Kompetenzen haben. Beispielsweise könnten gesunde Personen eher über Energie und Zeit verfügen sich digitale Kompetenzen zu erarbeiten. Auch können besser bezahlte Personen eher das Geld aufbringen für eine berufliche Weiterbildung im Bereich ICT.

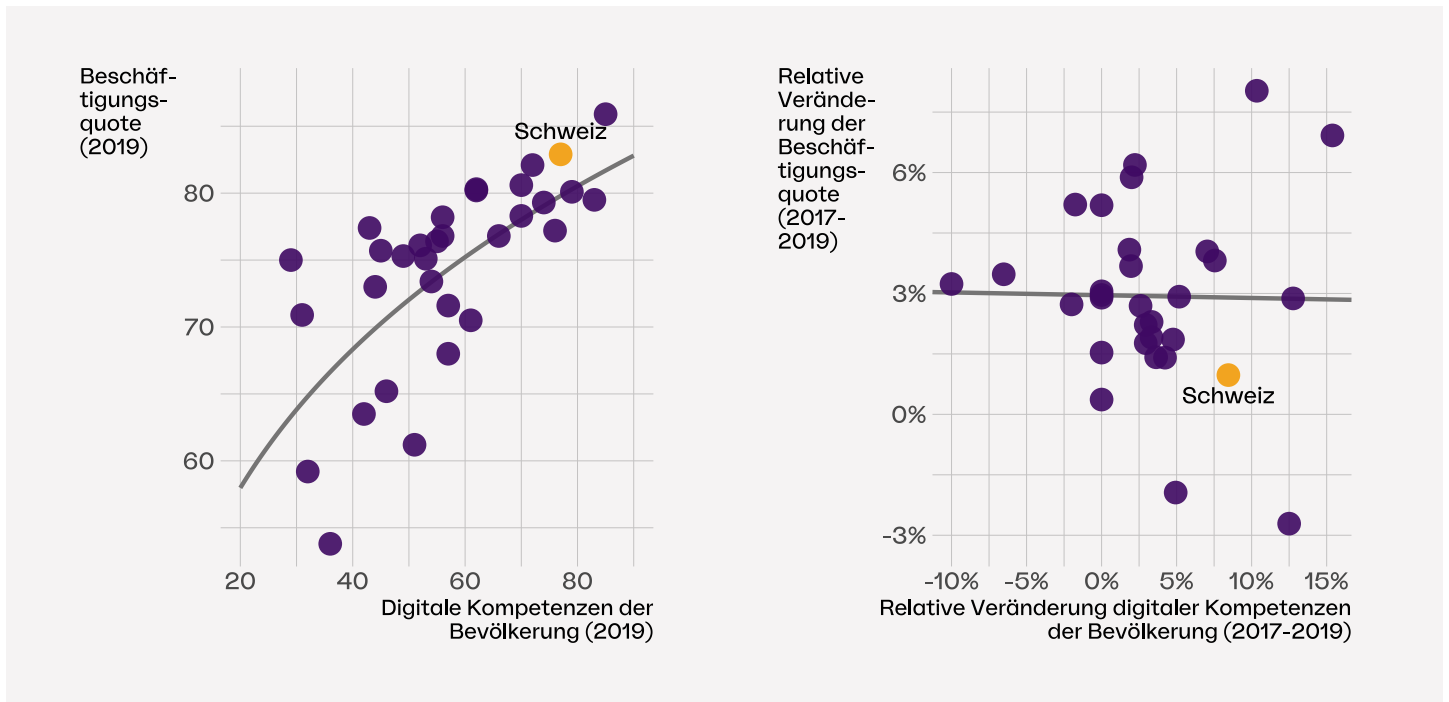


Abbildung 97: Beschäftigungsquote und selbsteingeschätzte digitale Kompetenzen der Gesamtbevölkerung
 Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis von Eurostat-Daten. Die linke Abbildung zeigt Beschäftigungsquote und digitale Kompetenzen der Bevölkerung im Jahr 2019. Die rechte Abbildung gibt die Veränderung der beiden Statistiken zwischen 2017 und 2019 wieder. Graue Linien zeigen den geschätzten linearen Zusammenhang auf Basis bivariater Regressionen (Niveau: $R^2=0,42$, relative Veränderung: $R^2=0,01$) der logarithmierten Werte. Die Beschäftigungsquote beschreibt den Anteil der Bevölkerung im Alter von 20 bis 64 Jahren, die einer auf wirtschaftlichen Erwerb ausgerichteten Arbeit (selbstständig oder abhängig beschäftigt) in Teil- oder Vollzeit nachgeht. Digitale Kompetenzen der Bevölkerung beschreibt den Anteil der Bevölkerung im Alter von 16 bis 74 Jahren, die angeben über mindestens basale Kompetenzen bei der Nutzung digitaler Geräte und Anwendungen bei der Suche, Manipulation und Wiedergabe von Informationen sowie beim Lösen technischer Probleme zu haben (vgl. Eurostat, 2019a)

Das Problem scheininkorrelativer Zusammenhänge lässt sich auch auf der Makroebene beobachten. So findet sich auf nationaler Ebene ein ausgeprägter Zusammenhang zwischen digitalen Kompetenzen der Bevölkerung und der Beschäftigungsquote (Bejaković & Mrnjavac, 2020; Abbildung 97, linkes Panel). Dieser Zusammenhang verschwindet allerdings, wenn statt der Niveaus die Veränderungen von Beschäftigungsquote und digitalen Kompetenzen über die Zeit betrachtet werden (Abbildung 97, rechtes Panel). Dies spricht dafür, dass nicht berücksichtig-

te Faktoren (z. B. der generelle Ausbildungsstand der Bevölkerung) den bivariaten Zusammenhang zwischen Arbeitsmarktergebnissen und digitalen Kompetenzen auf aggregierter Ebene erheblich verzerren können.¹⁰²

9.1 Der monetäre Nutzen digitaler Kompetenzen

Der monetäre Nutzen digitaler Kompetenzen auf individueller Ebene betrifft neben arbeitsmarktrelevanten Faktoren, wie dem Risiko von Erwerbslosigkeit, der geleisteten Arbeitszeit oder dem erzielten Lohn je Zeiteinheit, vor allem die Möglichkeit zusätzliche Konsumentenrenten aus dem erheblichen Wachstum an Informationsangeboten und Produkten im Internet zu generieren.

102 Da bei hoher Beschäftigungsquote zusätzliche Verbesserungen des Kompetenzniveaus theoretisch nur wenig zur weiteren Verbesserung der Beschäftigungsquote beitragen können, sind negative Zusammenhänge zwischen dem Wachstum der Beschäftigungsquote und dem Wachstum des allgemeinen Kompetenzniveaus auch rein formell erklärbar. Allerdings findet sich ein nicht signifikanter negativer Zusammenhang zwischen dem Wachstum des Kompetenzniveaus und dem Wachstum der Beschäftigungsquote auch, wenn zusätzlich für die Beschäftigungsquote im Jahr 2017 kontrolliert wird, oder wenn ausschliesslich Länder in der unteren Hälfte der Beschäftigungsverteilung berücksichtigt werden.

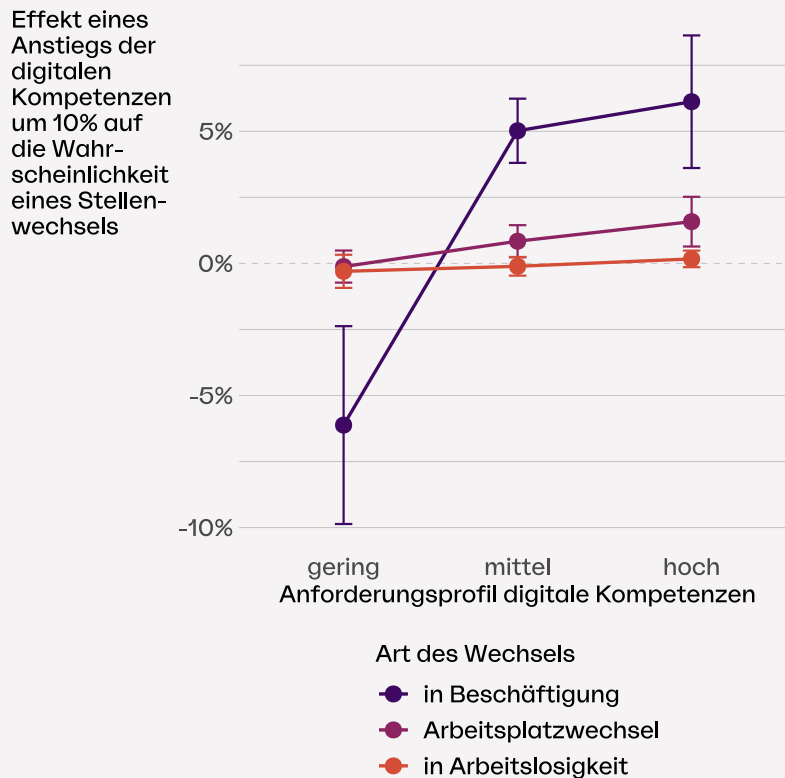


Abbildung 98: Digitale Kompetenzen und Übergänge auf dem Arbeitsmarkt

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Ergebnisse von Pichler & Stehrer (2021, S. 22 ff.). Punkte stellen marginale Effekte eines linearen Wahrscheinlichkeitsmodells dar, das zusätzlich für soziodemografische und arbeitsmarktspezifische Eigenschaften kontrolliert. Antennen geben das 95% Vertrauensintervall dieser Effekte wieder. Digitale Kompetenzen der Personen und digitale Anforderungen von Berufen werden auf Basis der PIAAC Erhebungen geschätzt. Arbeitsmarktübergänge werden in Survey of Income and Living Conditions beobachtet. Ergebnisse berücksichtigen Daten aus neun EU-Mitgliedstaaten und dem Vereinigten Königreich.

Lesebeispiel: Eine Zunahme der digitalen Kompetenzen um 10% verringert die Wahrscheinlichkeit einer arbeitslosen Person einen Arbeitsplatz in Berufen mit geringen Anforderungen an digitale Kompetenzen zu finden um 6.1%. In Berufen mit hohen Anforderungen dagegen erhöht eine Steigerung der digitalen Kompetenzen um 10% die Wahrscheinlichkeit eine Anstellung zu bekommen um 6.1%.

9.1.1 Erwerbstätigkeit und Löhne

Bislang bestehende Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen digitalen Kompetenzen und der Teilnahme am Arbeitsmarkt liefern ein uneinheitliches Bild. Einige Untersuchungen legen nahe, insbesondere aus weniger entwickelten Ländern, dass bereits geringe Kenntnisse im Umgang mit digitalen Technologien mit einer höheren Arbeitsmarktbeteiligung und einer geringen Arbeitslosigkeit verbunden sind (z. B. Walton, Putnam, Johnson, & Kolko, 2009; Atasoy, Banker, & Pavlou, 2021). Jedoch ist oft nicht klar, ob dieser Zusammenhang dadurch entsteht, dass Personen mit höheren Kenntnissen eher eine Stelle finden, oder ob Personen im Rahmen ihrer beruflichen Tätigkeit ausgebildet werden und deshalb über höhere Kompetenzen verfügen.

Eine aktuelle längsschnittliche Untersuchung auf Basis des Survey of Income and Living Conditions in Ländern der Europäischen Union findet ebenfalls eine höhere Arbeitslosigkeit unter Personen mit geringeren digitalen Kompetenzen (Pichler & Stehrer, 2021). Gleichzeitig zeigt die Studie, dass höhere Kenntnisse im Umgang mit digitalen Technologien zwar nicht vor dem Verlust einer Stelle schützen, dass aber Arbeitslose mit höheren digitalen Kompetenzen tendenziell eher wieder eine Anstellung finden. Auch scheinen Personen mit höheren digitalen Kompetenzen allgemein mehr Chancen auf dem Arbeitsmarkt zu haben, was sich in einer signifikant höheren Wahrscheinlichkeit niederschlägt den Arbeitsplatz zu wechseln. Dabei ist – wenig überraschend – das Anforderungsprofil des Berufes entscheidend: Je wichtiger digitale Fähigkeiten für das Ausführen der Aufgaben in einem Beruf, desto grösser ist der Effekt hoher digitaler Kompetenzen auf die Wahrscheinlichkeit eine neue Stelle in diesem Beruf zu finden (vgl. Abbildung 99). Die Ergebnisse beruhen auf Beobachtungen von Arbeitsmarktübergängen. Es ist davon auszugehen, dass der negative Effekte höherer digitaler Kompetenzen auf die Wahrscheinlichkeit eine Stelle in Berufen mit geringer Anforderungen an digitale Kompetenzen zu finden, primär durch die Selektion von Arbeitssuchenden auf Stellen zu erklären ist, deren Anforderungen ihrem Qualifikationsniveau entsprechen.

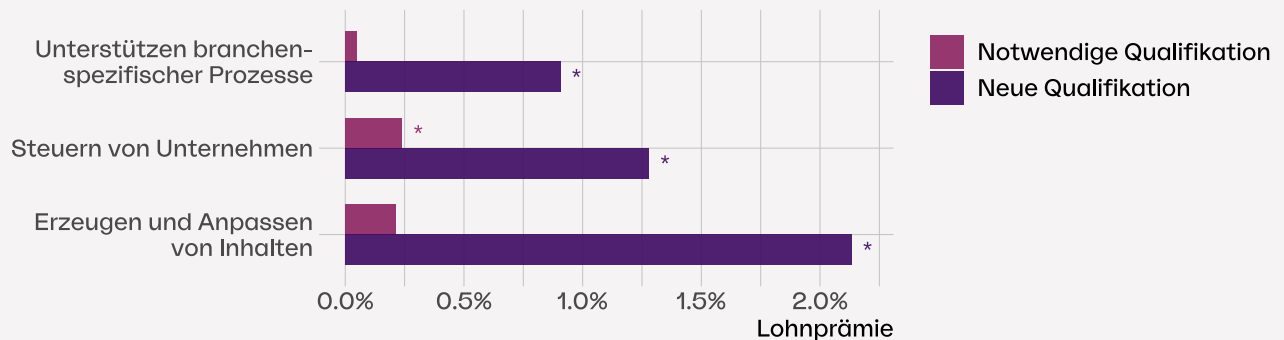


Abbildung 99: Lohnprämie für digitale Anwendungskompetenzen nach Qualifikationsprofil

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Ergebnisse von Buchmann, Buchs, & Gnehm (2020a, S. 476 ff.) für die Jahre 2015 bis 2017. Balken zeigen Lohnprämien (relativ zum Schweizer Medianstundenlohn im 2016) für einen Anstieg der Nachfrage nach einer Kompetenz um eine Standardabweichung für Berufe, in denen diese Kompetenzen zum etablierten Qualifikationsprofil zählen (linke Balken) und Berufe für die diese Kompetenz neu ist (rechte Balken). Die Nachfrage nach einer Kompetenz wird durch den Anteil der Stelleninserate im Stellenmarktmonitor Schweiz gemessen, die diese Kompetenz von Bewerberinnen und Bewerbern einfordern. Dargestellte Kompetenzen beziehen sich auf (vgl. Buchmann, Buchs, & Gnehm, 2020b):

- Erzeugen und Anpassen von Inhalten: Anwendungskompetenzen von Programmen zur Erzeugung und Bearbeitung von Inhalten, wie Office-Anwendungen oder Bildbearbeitungsprogramme.
- Steuern von Unternehmen: Anwendungskompetenzen von Programmen zur Steuerung von Unternehmen in Bereichen wie Finanzen, Buchhaltung, Lagerhaltung oder Human Resources.
- Unterstützen branchenspezifischer Prozesse: Anwendungskompetenzen von Programmen zur Unterstützung branchenspezifischer Aufgaben und Arbeitsabläufe wie CAD, CNC oder Patientendatenbanken.

Auch auf erzielte Erwerbseinkommen haben digitale Kompetenzen einen positiven Einfluss. So zeigen Untersuchungen auf Basis der PIAAC-Erhebungen,¹⁰³ dass eine Erhöhung digitaler Kompetenzen abhängig Beschäftigter im Umfang einer Standardabweichung mit einem Lohnvorteil von etwa 8 % verbunden ist (Hampf, Wiederhold, & Woessmann, 2017; Grundke, et al., 2018; Falck, Heimisch-Roecker, & Wiederhold, 2020). Einige Studien finden aber auch deutlich grössere Effekte. Einer Untersuchung aus Deutschland zufolge kann ein Anstieg digitaler Kompetenzen um eine Standardabweichung zu einer Erhöhung des Stundenlohns um bis zu 50 % führen (Falck, Heimisch-Roecker, & Wiederhold, 2020). Diese grossen Renditen ergeben sich aber primär aus der Tatsache, dass Personen mit hohen digitalen Kompetenzen Berufe mit einem hohen Anteil abstrakter, nicht repetitiver Aufgaben wählen. Diese Berufe weisen ein überdurchschnittliches Lohnniveau auf.

Untersuchungen auf Basis von Stelleninseraten und Lehrplänen der Berufsbildung in der Schweiz zeigen ebenfalls, dass Arbeitnehmende in Berufen mit höheren Anforderungen an digitale Kompetenzen, durchschnittlich auch höhere Löhne bezahlt werden (Kiener, et al., 2019; Buchmann, Buchs, & Gnehm, 2020a). Die Höhe der zusätzlichen Lohnprämie scheint allerdings davon abhängig, ob Kenntnisse im Umgang mit bestimmten digitalen Technologien bereits fester Bestandteil der für einen Beruf notwendigen Qualifikationen sind oder ob sie ein neues Element im Qualifikationsprofil darstellen (vgl. Abbildung 99). Sind Fähigkeiten in einem Beruf neu und damit noch nicht weit verbreitet, führen diese Kenntnisse tendenziell zu einer höheren Entlohnung in diesen Berufen. Sind diese Kompetenzen bereits ein fester Bestandteil des Berufs, sind keine Lohnprämien beobachtbar. Dies bedeutet auch, dass es mit zunehmender Verbreitung digitaler Kompetenzen zu einer schleichenden Entwertung dieser Fähigkeiten auf dem Arbeitsmarkt kommt. Sie werden zu basalen Anforderungen, die für die Ausübung eines Berufs grundlegend sind.

Es bestehen zudem deutliche Hinweise, dass das Fehlen grundlegend notwendiger digitaler Kompetenzen für die Ausübung eines Berufs, sich negativ auf Lohn, Weiterbildungswahrscheinlichkeit sowie den Verbleib innerhalb des ursprünglichen Wirtschaftszweiges auswirken (Acemoglu, 1998; Beaudry, Doms, & Lewis, 2010; Lewis, 2011). So zeigen Janssen & Mohrenweiser (2018), dass die verpflichtende Integration von CNC-Technologien in die Lehrlingsausbildung von Maschi-

103 Digitale Kompetenzen – definiert als «using digital technology, communication tools and networks to acquire and evaluate information, communicate with others and perform practical tasks» bzw. «problem solving in a technology rich environment» (OECD, 2012, S. 47) – werden im Rahmen der PIAAC-Erhebungen über das Lösen von informationsbezogenen Aufgaben (z.B. der Suche nach Stellenangeboten im Internet) in simulierten Applikationen (z.B. Internetbrowser, Webseiten, Textverarbeitungs- und Tabellenkalkulationsprogramme) standardisiert gemessen.

nen- und Anlagenführer/-innen in Deutschland einen erheblichen Einfluss auf die berufliche Laufbahn von Arbeitnehmenden hatte, die ihren Abschluss kurz vor der Implementierung dieser Lehrplanänderung machten. Die Konkurrenz durch nachfolgende Lehrlinge mit umfassenderen CNC-Kenntnissen führte bei diesen Arbeitenden zu langfristigen Lohneinbußen, reduzierte ihre Wahrscheinlichkeit eine Weiterbildung zum Meister zu absolvieren und trug zu einer anhaltenden Abwanderung aus dem ursprünglich erlernten Beruf bei (vgl. Abbildung 100).

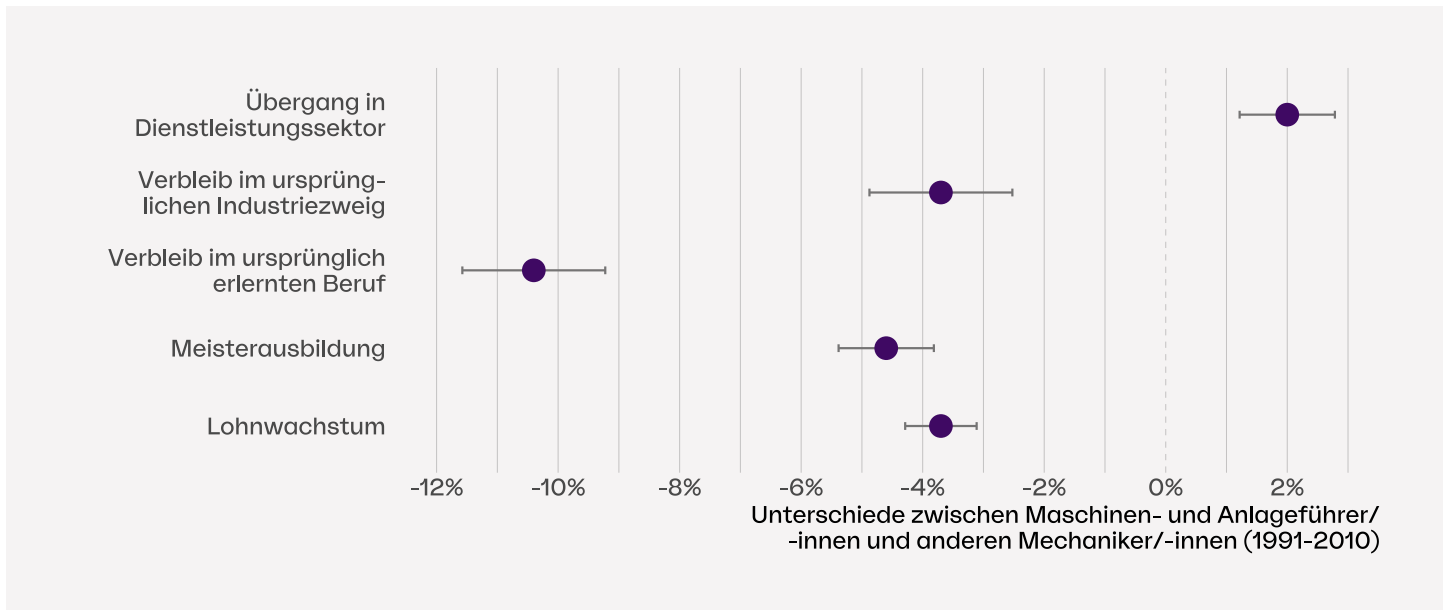


Abbildung 100: Effekt der CNC-bezogenen Lehrplanänderung für Maschinen- und Anlagenführer/-innen in der metallverarbeitenden Industrie, Deutschland

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Ergebnisse von Janssen & Mohrenweiser (2018). Punkte zeigen die relativen Unterschiede zwischen Maschinen- und Anlagenführer/-innen sowie anderen Mechaniker/-innen im metallverarbeitenden Gewerbe, die ihre Ausbildung vor der Aufnahme von CNC-Technologien in die Lehrpläne der Lehrlingsausbildung für Maschinen- und Anlagenführer/-innen im Jahr 1990 abgeschlossen haben. Antennen bilden das 95%-Vertrauensintervall dieser Werte ab. Der Hauptunterschied zwischen beiden Gruppen von Arbeitenden ist, dass Maschinen- und Anlageführer/-innen Metallteile herstellen, während die übrigen Mechaniker/-innen diese Teile zusammensetzen. Die Werte stammen aus einer Panel-Regression («fixed effects»). Die Ergebnisse berücksichtigen die berufliche Entwicklung von 1991 bis 2010.

Lesebeispiel: Maschinen- und Anlagenführer/-innen, die ihre Lehrlingsausbildung in den Jahren 1984 bis 1989 abgeschlossen haben, weisen ein 4% geringeres Lohnwachstum auf als übrige Mechaniker/-innen desselben Industriezweigs. Zudem haben sie eine um 5% geringere Wahrscheinlichkeit eine Weiterbildung zum Meister zu durchlaufen und wechseln im späteren Berufsleben deutlich häufiger (10%) in einen nicht ursprünglich erlernten Beruf.

Aufgrund der positiven Effekte digitaler Kompetenzen auf Arbeitsmarktbeteiligung und Einkommen kann davon ausgegangen werden, dass digitale Kompetenzen auch einen gesamtgesellschaftlichen Nutzen bringen. Dieser äussert sich zum einen in geringeren Aufwendungen für staatliche Transferleistungen und einem höheren Steueraufkommen. Zum andern gelten fehlende digitale Kompetenzen der Erwerbsbevölkerung als eine zentrale Erklärung für erhebliche Verzögerungen zwischen Investitionen in digitale Technologien innerhalb von Industriezweigen, Sektoren oder Volkswirtschaften und dem beobachtbaren Wachstum der Produktivität auf diesen Ebenen (Stiroh, 2002; Remes, 2019; Brynjolfsson, Rock, & Syverson, 2019; Baker, et al., 2020). Entsprechend werden fehlende Fachkräfte, u. a. im Bereich IT, als eine zentrale Gefahr für das zukünftige Wirtschaftswachstum angesehen (Wunsch, Buchmann, & Wedel, 2014; Müller, 2020). Allerdings liegen für diese Hypothese bislang wenig eindeutige empirischen Belege vor. Es ist daher nicht bekannt, welchen Einfluss die Diffusion digitaler Kompetenzen auf die Entwicklung von Produktivität und Wirtschaftswachstum effektiv hat.

9.1.2 Konsumentenrenten¹⁰⁴

Die Fähigkeit digitale Endgeräte und Inhalte selbstbestimmt nutzen zu können, ist wesentlich dafür von den verschiedenen Möglichkeiten zu profitieren, die insbesondere das Internet für die Suche nach und den Vergleich von Produkten, Preisen und Anbietern bietet (Goldfarb & Tucker, 2019). Da viele Informationen im Internet kostenfrei zur Verfügung stehen, können Angaben zu Veränderung von Arbeitsmarktbeteiligung, Produktivität oder Lohn diese Konsumentenrenten nur ungenügend erfassen (Greenstein & McDevitt, 2011; Brynjolfsson, et al., 2019).

Frühe Studien aus den USA, die die Zeitverwendung von Personen für das Internet ins Verhältnis zu den Opportunitätskosten der Zeitverwendung setzen (d. h. zu den Einkommen, die diese Personen aus ihrer aktuellen Beschäftigung mit demselben Zeitaufwand erzielen könnten), schätzen die Konsumentenrente des Zugangs zum Internet auf 3000 bis 4000 US-Dollar pro Person und Jahr (Goolsbee & Klenow, 2006; Greenstein & McDevitt, 2011; Brynjolfsson & Oh, 2012). Jüngere Untersuchungen kommen zum Schluss, dass bereits einzelne Onlineangebote wie Uber oder Facebook aggregierte Konsumentenrenten von mehreren Milliarden US-Dollar pro Jahr generieren (Cohen, et al., 2016; Brynjolfsson, et al., 2019; Brynjolfsson, Collis, & Eggers, 2019).

Werden Personen direkt gefragt, wie viel Geld man ihnen bieten müsste, um ein Jahr auf bestimmte Onlineangebote zu verzichten, zeigen sich ebenfalls deutlich höhere Bewertungen (vgl. Abbildung 101).¹⁰⁵ So, beträgt der mittlere Gegenwert der Nutzung von Suchmaschinen gut 17'350 US-Dollar pro Person und Jahr (Brynjolfsson, Collis, &

Eggers, 2019). In einem weiteren Experiment derselben Studie, in der Teilnehmende tatsächlich finanziell entschädigt wurden, wenn sie nachweislich einen Monat auf Facebook verzichteten, betrug die mittlere geforderte Entschädigung knapp 38 US-Dollar pro Monat. Allerdings bestehen Hinweise darauf, dass es – aufgrund des potentiellen Suchtcharakters insbesondere der sozialen Medien (vgl. Shahnawaz & Rehman, 2020) – Personen schwerfällt, den Effekt der Nutzung dieser Angebote auf die eigene Wohlfahrt korrekt einzuschätzen. Der Wert der Angebote wird dabei tendenziell überschätzt (Sagioglou & Greitemeyer, 2014). So reduziert eine einmonatige, erzwungene Pause die anschliessende Nutzungsdauer von Facebook um etwa 12 Minuten pro Tag, und den eingeschätzten, monetären Gegenwert der Nutzung von Facebook um knapp 20 % (Allcott, et al., 2020).

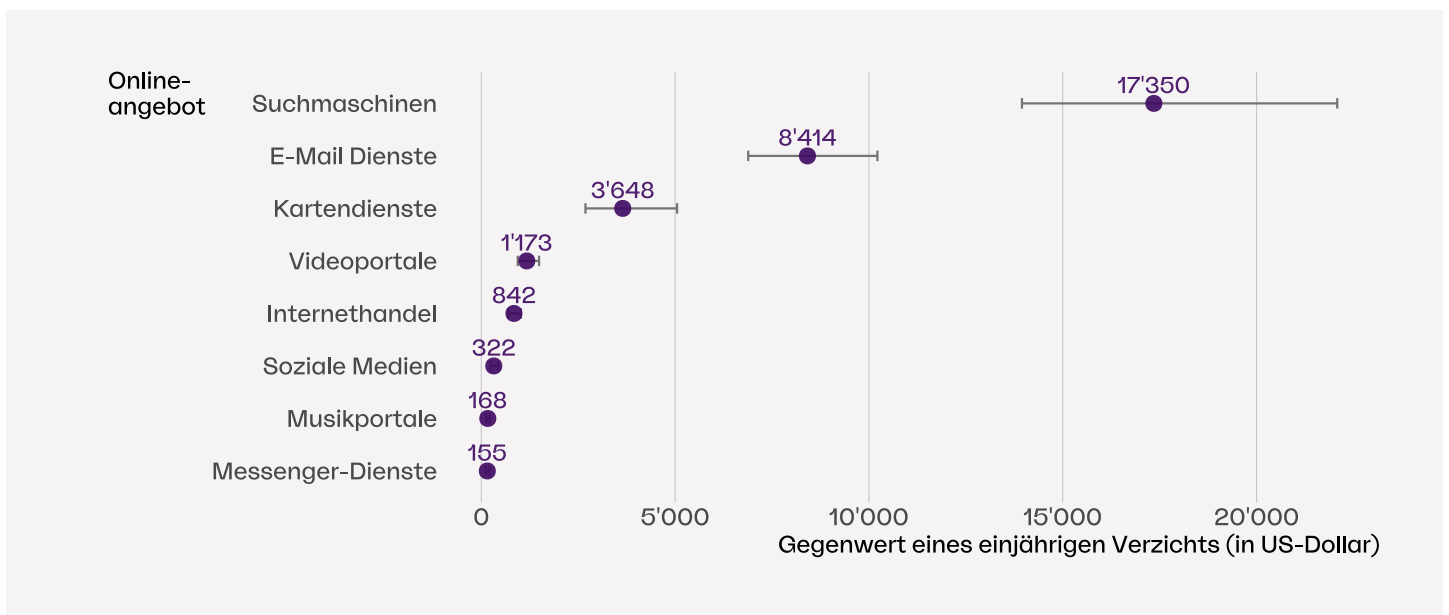


Abbildung 101: Mittlerer monetärer Gegenwert kostenfreier Onlineangebote pro Jahr

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Ergebnisse von Brynjolfsson, Collis, & Eggers (2019, S. 7252). Punkte zeigen den Median der «willingness to accept» (WTA) in einer anfallenden Online-Stichprobe von 6007 (Musikportale) bis 11'902 (Videoportale) US-Amerikaner/-innen aus dem Jahr 2017. Antennen bilden das 95% Vertrauensintervall des Medians ab. Ihre Schätzung beruht auf Bootstrapping. Vertrauensintervalle für Onlineangebote mit niedrigem WTA, sind zu schmal, um in der Abbildung dargestellt zu werden.

Lesebeispiel: Für die Summe von 3648 US-Dollar wäre die Hälfte der Versuchspersonen bereit ein Jahr auf die Nutzung von allen Online-Kartendiensten zu verzichten. Für einen ebenso langen Verzicht auf alle sozialen Medien würden lediglich 322 US-Dollar anfallen.

- 104 Der Begriff Konsumentenrente meint den Unterschied zwischen der Zahlungsbereitschaft einer konsumierenden Person für ein Gut und dem Betrag, der tatsächlich für das Gut bezahlt wird. Wenn, beispielsweise eine Person bereit wäre 1000 Franken für ein Tablet zu bezahlen, das Tablet aber für 800 Franken erwirbt, dann hat diese Person 200 Franken Konsumentenrente aus dieser Transaktion gewonnen.
- 105 In diesen diskreten Entscheidungsexperimenten (discrete choice experiments) werden Personen in der Regel nicht direkt nach der Summe gefragt, die man ihnen anbieten müsste, um auf ein Onlineangebot zu verzichten. Stattdessen werden sie gefragt, ob sie bereit wären gegen einen vorgegebenen Geldbetrag auf ein Onlineangebot zu verzichten. Man spricht daher von der «willingness to accept». Werden Geldbeträge zwischen Studienteilnehmenden variiert, lässt sich aus dem Antwortverhalten aller Teilnehmenden eine durchschnittliche Bewertung des Angebots schätzen (Becker, Degroot, & Marschak, 1964; Carson, Groves, & List, 2014).

9.2 Nichtmonetäre Nutzen digitaler Kompetenzen

Nichtmonetäre Nutzen digitaler Kompetenzen beziehen sich auf Aspekte des Lebens, ausserhalb von Schule und Arbeitsmarkt, die durch digitale Kompetenzen beeinflusst werden. Sie sind nicht monetärer Natur, weil ihr Nutzen nur indirekt in Geldwerten gemessen werden kann. Nichtsdestotrotz kann ein positiver Einfluss auf nicht monetäre Eigenschaften, wie die physische Gesundheit oder die verbesserte Position zur weiteren Akkumulation von Wissen, sich auch nach Ende der formalen Bildungslaufbahn, positiv auf die wirtschaftliche Situation von Personen auswirken.

9.2.1 Gesundheit und subjektives Wohlbefinden

Der Nettoeffekt der Nutzung digitaler Geräte und Inhalte auf die körperliche Gesundheit und das physische Wohlbefinden ist umstritten (Castellacci & Tveito, 2018). So legen grosse querschnittliche Untersuchungen zwar nahe, dass insbesondere sehr lange Nutzungsdauern mit einer geringeren Lebenszufriedenheit und einem schlechteren Gesundheitszustand einhergehen (vgl. Kapitel 4.1.4). Allerdings ist die Natur dieses Zusammenhangs bislang weitgehend ungeklärt. Es bestehen deutliche Hinweise dafür, dass Gesundheit, subjektives Wohlbefinden und die Nutzung digitaler Dienste sich wechselseitig beeinflussen können (vgl. OECD, 2019a; Odgers & Jensen, 2020).

Aus theoretischer Perspektive kann die Nutzung digitaler Ressourcen die psychische und physische Gesundheit durch direkte und indirekte Mechanismen beeinflussen (vgl. Castellacci & Tveito, 2018; McDool, et al., 2020). Indirekte Effekte entstehen dadurch, dass die Nutzung dieser Angebote Zeit beansprucht und diese Zeit dann nicht mehr für andere, potenziell nützlichere Aktivitäten zur Verfügung steht. Direkte Effekte erwachsen vor allem dadurch, dass mit der Nutzungsdauer auch die Wahrscheinlichkeit steigt mit negativen, potenziell gefährlichen Inhalten wie Falschinformationen oder Cybermobbing und problematischen sozialen Vergleichen konfrontiert zu werden (Sabatini & Sarracino, 2018). Wie stark sich diese Effekte ausprägen, hängt allerdings von der Persönlichkeit der nutzenden Person, der Art der Nutzung, sowie den Kompetenzen beim Umgang mit digitalen Inhalten ab. Beispielsweise zeigen internationale Untersuchungen, dass die Nutzung sozialer Medien die Lebenszufriedenheit von Menschen negativ beeinflusst, die diese Medien vordringlich passiv nutzen (Krasnova, et al., 2013; Tandoc, Ferrucci, & Duffy, 2015) und stärker zu sozialen Vergleichen neigen (Tromholt, 2016; Sabatini & Sarracino, 2018; Zhou & Zhang, 2019). Dagegen scheinen Menschen, die die soziale Medien bzw. das Internet aktiv nutzen einen Zugewinn von Lebenszu-

friedenheit und einen Zuwachs an Sozialkapital zu erfahren (Oh, Ozkaya, & LaRose, 2014; Bauernschuster, Falck, & Woessmann, 2014). Auch Untersuchungen auf Basis von Schweizer Daten des World Internet Projects (Latzer, Büchi, & Festic, 2019) legen nahe, dass Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Technologien und Inhalten, z. B. bewusst Informationsquellen im Internet zu wählen, eine deutlich wichtigere Rolle bei der Vorhersage von allgemeiner Lebenszufriedenheit spielen als Nutzungsintensitäten per se (Büchi, Festic, & Latzer, 2018; 2019).

Schliesslich finden sich Hinweise darauf, dass Personen, die über höhere Kompetenzen bei der Beschaffung und Bewertung von Informationen verfügen, besser in der Lage sind Informationen im Internet zur Krankheitsprävention und -vorsorge zu nutzen (James, Boyle, Yu, & Bennett, 2013; Xavier, et al., 2013; Forsman & Nordmyr, 2017; Estacio, Whittle, & Protheroe, 2019). Allerdings beruhen auch diese Studien zum Grossteil auf querschnittsbasierten Korrelationen. Sie erlauben daher nur in Ausnahmefällen eine kausale Interpretation ihrer Ergebnisse.

9.2.2 Lebenslanges Lernen

Die grossen Erwartungen an digitale Technologien für die Transformation und Unterstützung lebenslanger Lernprozesse (u. a. Beblavý, et al., 2019), haben sich bislang nur bedingt als berechtigt erwiesen. Zwar hat das Angebot an Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten in den letzten 10 Jahren durch die Einführung von oft kostenfrei verfügbaren digitalen Lernressourcen wie Open Educational Resources (OERs) oder Massive Online Open Courses (MOOCs) erheblich zugenommen (vgl. Abbildung 102). Aber dieses Angebot wird nicht von allen Bevölkerungsgruppen gleich intensiv nachgefragt. Studien aus den vergangenen Jahren zeigen, dass Personen mit hohem sozioökonomischen Status und hohem Bildungsstand überproportional häufig an Online-Kursen teilnehmen (Christensen, et al., 2013; Hansen & Reich, 2015; Reich & Ruipérez-Valiente, 2019). Ausdauer und Erfolg der Teilnahme, d. h. der Abschluss mit Zertifikat, korrelieren zudem ebenfalls mit dem bisherigen Bildungsstand und dem ökonomischen Wohlstand einer Person (Morris, Hotchkiss, & Swinnerton, 2015; Greene, Oswald, & Pomerantz, 2015; Luik, et al., 2019; Rizvi, Rienties, & Khoja, 2019).¹⁰⁶ Aktuell tragen Online-Weiterbildungsangebote daher tendenziell eher zu einer Vertiefung als zu einer Nivellierung bestehender sozioökonomischer Gradienten in der Bildung bei (Escueta, et al., 2017).

¹⁰⁶ Allgemein ist die Abbruchquote von MOOCs hoch. Eine Untersuchung von Daten zu 5,6 Mio. Lernenden mit knapp 13 Mio. Kursanmeldungen von zwei grossen MOOC-Anbietern fand, dass durchschnittlich nur zwischen 3% und 6% der registrierten Teilnehmenden einen Online-Kurs erfolgreich abschliessen (Reich & Ruipérez-Valiente, 2019). Allerdings kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich Personen auch dann Kompetenzen aneignen, wenn sie Online-Kurse nur teilweise verfolgen. Beispielsweise, weil für sie nur ausgewählte Themen interessant sind, oder sie nicht bereit sind für eine Zertifizierung zu bezahlen. Ob und in welchem Umfang dies zutrifft, ist bis anhin nicht bekannt.

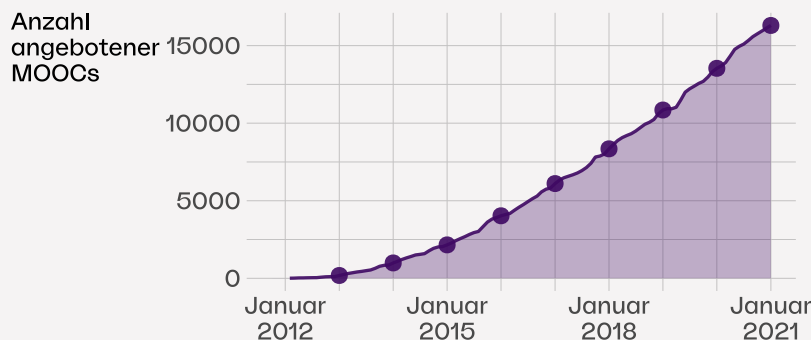


Abbildung 102: Anzahl monatlich angebotener MOOCs, weltweit, 2012-2021

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Ergebnisse von Shah (2015; 2020). Daten aus der Abbildung in Shah (2020) wurden mit Hilfe eines Extraktionswerkzeugs (Larsen, 2020) ausgelesen. Daher kommt es zu leichten Abweichungen zwischen dieser Darstellung und der Darstellung in Shah (2020). Abbildung beinhaltet keine Informationen zu MOOCs chinesischer Anbieter.

Auch für die Schweiz lässt sich ein Zusammenhang zwischen Bildungsstand und Teilnahme an Online-Kursen beobachten. So, haben gemäss einer Erhebung von OECD und EuroStat (OECD, 2015c) im Jahr 2019 17,6 % der Schweizer Bevölkerung mit Hochschulabschluss einen Online-Kurs belegt. Unter Personen mit einem obligatorischen Schulabschluss waren dies lediglich 6,6 % (vgl. Abbildung 103). Mit der Ausnahme Italiens, sind Unterschiede in den Teilnahmewahrscheinlichkeiten zwischen Personen mit Hochschulabschluss und Personen mit obligatorischem Schulabschluss in der Schweiz leicht höher als in den Nachbarländern. Gleichzeitig nehmen, unabhängig vom Ausbildungsabschluss, in der Schweiz proportional mehr Personen an Online-Weiterbildungskursen teil, als in den Nachbarländern oder der gesamten Europäischen Union.

Ob digitale Kompetenzen einen Teil der Unterschiede in der Teilnahme und dem erfolgreichen Abschluss von Online-Kursen über den Beitrag allgemeiner Fähigkeiten und des formalen Bildungsstands hinaus erklären können, ist bislang kaum erforscht. Zwar bestehen erste Hinweise darauf, dass Personen mit höheren digitalen Kompetenzen mehr Online-Kurse belegen (Blank & Groselj, 2014; Castaño-Muñoz, Kreijns, Kalz, & Punie, 2017) und Online-Kurse auch eher erfolgreich abschliessen (van Deursen & Helsper, 2015; 2018; Blank & Lutz, 2018; Romero-Rodríguez, Ramírez-Montoya, & Valenzuela González, 2020). Allerdings erheben diese Untersuchungen selbsteingeschätzte digitale Kompetenzen entweder im Nachgang der Kursteilnahme oder präsentieren ausschliesslich Korrelationen. Aussagen zum kausalen Effekt digitaler Kompetenzen auf Weiterbildungsbemühungen im Internet sind daher auf Basis dieser Ergebnisse nicht möglich.

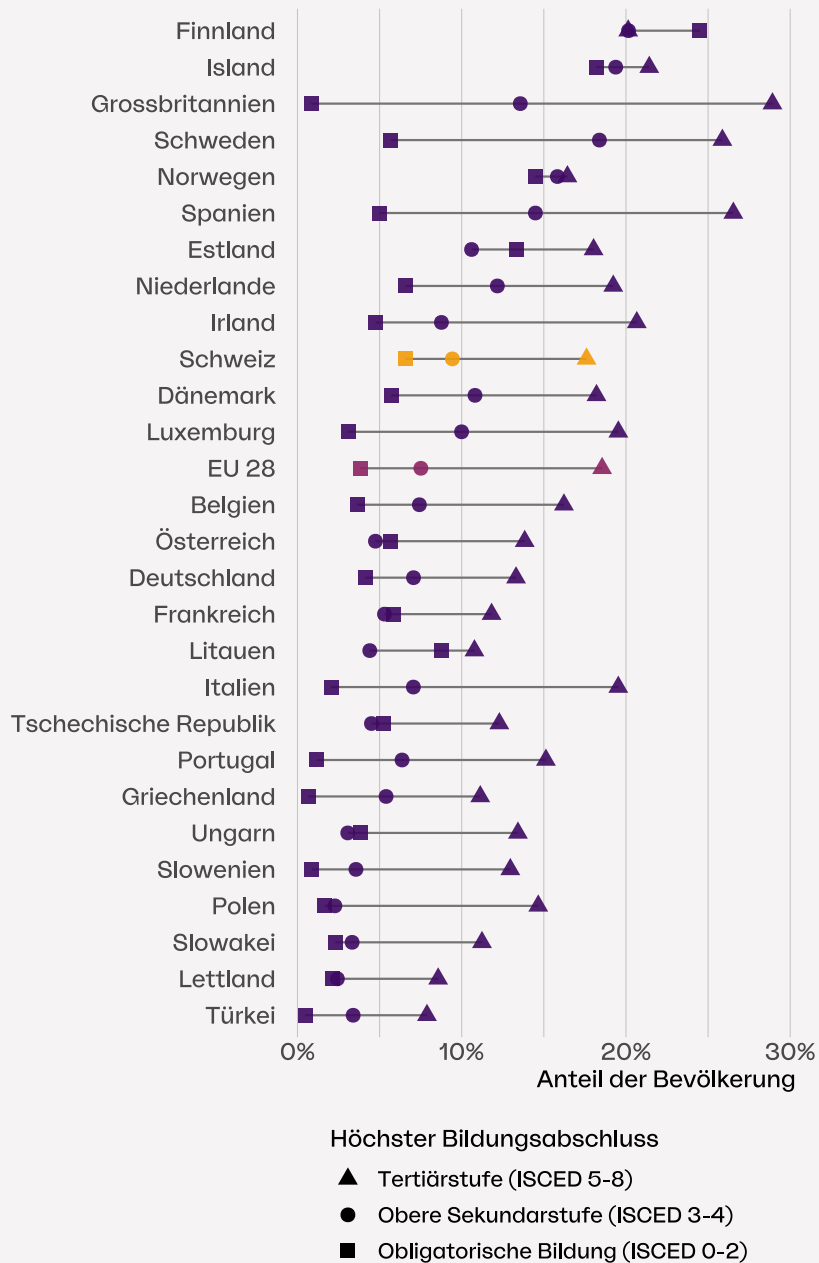


Abbildung 103: Anteil Personen, die in den letzten drei Monaten das Internet für die Teilnahme an einem Online-Kurs genutzt haben nach höchstem Bildungsabschluss
 Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Daten der Datenbank «ICT Access and Usage by Households and Individuals» der OECD (basierend auf OECD, 2015c) für das Jahr 2019. Länder sind in abnehmender Reihenfolge der Häufigkeit der Teilnahme an Online-Kursen in der Gesamtbevölkerung dargestellt. Der Stichprobenfehler der Erhebungen beträgt $\pm 1.5\%$.

9.2.3 Umgang mit Desinformation («fake news») und Cyberkriminalität

Ein weiterer positiver Nutzen digitaler Kompetenzen ergibt sich aus der – mit der (schulischen) Vermittlung intendierten – Befähigung die Konsequenzen der Nutzung digitaler Dienste besser einschätzen und dort gefundenen Inhalte kritisch hinterfragen zu können (vgl. Kapitel 3.3.2.2).

Obwohl systematische Untersuchungen darüber bis anhin fehlen, ob Falschinformationen heute verbreiteter sind als in der Vergangenheit, ist bekannt, dass Falschinformationen im Internet und in sozialen Medien weit verbreitet sind (u. a. Allcott & Gentzkow, 2017; Grinberg, et al., 2019). Auch weisen internationale Untersuchungen darauf hin, dass sich Falschinformationen in sozialen Medien schneller ausbreiten, mehr Personen erreichen und häufiger wiederholt werden als inhaltlich korrekte Nachrichten (Vosoughi, Roy, & Aral, 2018). Dies scheint u. a. der Tatsache geschuldet, dass ihre Inhalte oft überraschender und emotional aufgeladener sind.

Interventions- und Beobachtungsstudien aus jüngerer Zeit deuten darauf hin, dass Personen mit höheren medienpezifischen Kompetenzen eher in der Lage sind, Inhalte im Internet als sachlich richtig oder falsch zu klassifizieren (Tully, Vraga, & Bode, 2020; Hameleers, 2020; Guess, et al., 2020; Craft, Ashley, & Maks, 2017). Allerdings scheinen nicht alle Formen von medienpezifischen Kompetenzen gleich relevant zu sein. Während Personen, die über weitergehendes Wissen über die Herstellung und Verbreitung von Nachrichten verfügen eher in der Lage sind Falschinformationen im Netz zu erkennen, verbessern höhere technische Kompetenzen im Umgang mit digitalen Geräten die Fähigkeit Desinformation zu identifizieren nicht (Jones-Jang, Mortensen, & Liu, 2021). Zudem scheinen Interventionen zur Verbesserung medienpezifischer Kompetenzen den Effekt von Desinformationen auf Verhalten und Präferenzen nur begrenzt abmildern zu können, zumindest im Erwachsenenalter (van der Meer & Hameleers, 2020; Nyhan, et al., 2020). So zeigt eine experimentelle Untersuchung im Zusammenhang mit den französischen Präsidentschaftswahlen im Jahr 2017 (Barrera et al., 2020), dass Studienteilnehmende, die mit Falschinformationen über Migration konfrontiert wurden, eher dazu tendierten einwanderungskritische Parteien wählen zu wollen. Dieser Effekt blieb bestehen, wenn die Falschinformationen als solche bezeichnet und zusätzlich faktisch richtige Informationen bereitgestellt wurden («fact checking»). Dies obwohl sich das Faktenwissen der Studienteilnehmenden durch diese Intervention signifikant verbesserte (vgl. Abbildung 104).

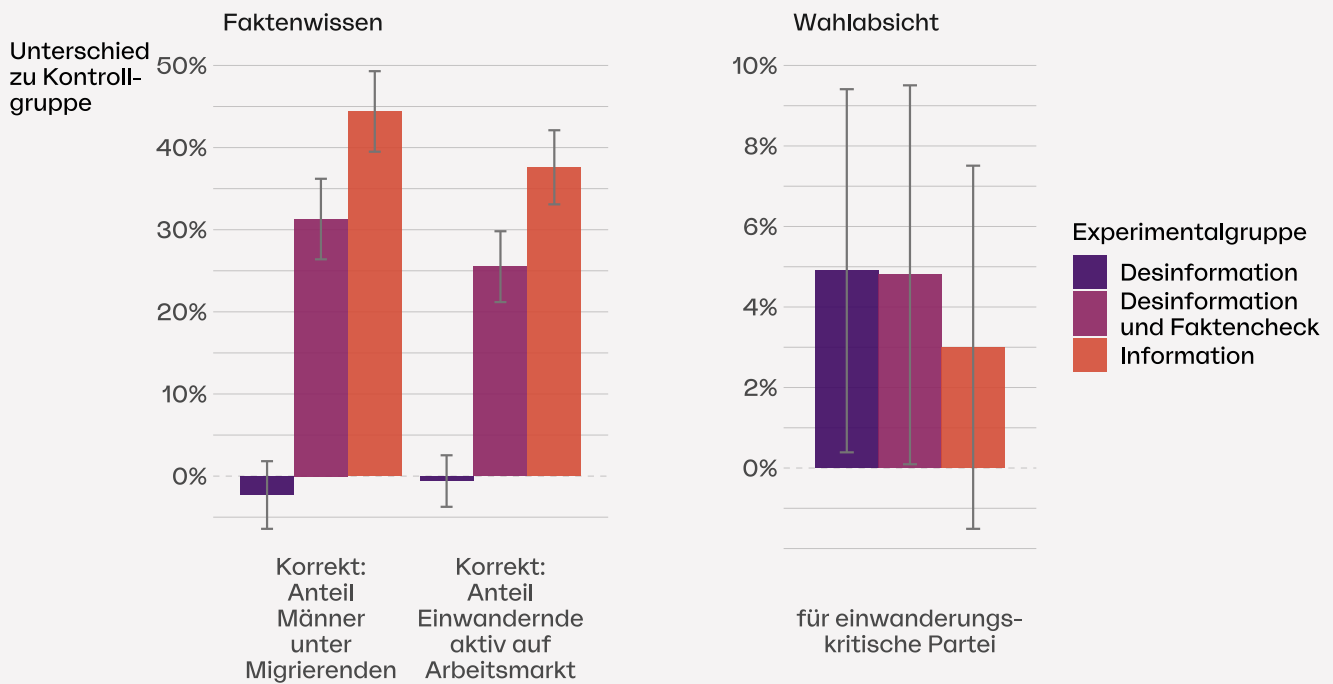


Abbildung 104: Effekt von Desinformationen auf Faktenwissen und Wahlabsichten in Frankreich, 2017

Anmerkungen: Eigene Darstellung auf Basis der Ergebnisse von Barrera, et al., (2020, S. 10). Ergebnisse stammen aus einem Experiment mit 2480 Teilnehmenden im Vorfeld der französischen Präsidentschaftswahlen im Jahr 2017. Die «Informationsgruppe» erhielt Aussagen über zentrale Migrationstreiber, die Zusammensetzung von Zuwandernden nach Geschlecht, sowie die Arbeitsmarktbelastung von Zuwandernden nach Frankreich auf Basis von Informationen des UNHCR und des französischen Nationalen Statistikinstituts (INSEE). Die «Desinformationsgruppe» erhielt ausschliesslich Aussagen von Marine Le Pen zu diesen drei Sachverhalten. Die «Faktencheck-Gruppe» erhielt zunächst die Aussagen von Le Pen und anschliessend die Aussagen der «Informationsgruppe». Herkunft der Informationen wurde für alle Gruppen kenntlich gemacht. Balken zeigen den Unterschied der einzelnen Behandlungsgruppen relativ zu einer Kontrollgruppe, die lediglich zu Wissen und politischen Präferenzen befragt wurden. Antennen zeigen das zugehörige 95% Vertrauensintervall. Beide sind das Ergebnis linearer Wahrscheinlichkeitsmodelle, die neben der Zugehörigkeit zu den Behandlungsgruppen, das Alter, Geschlecht, Einkommen, den Bildungs- und Familienstand, die Region, Religion und das Wahlverhalten für die Präsidentschaftswahl im Jahr 2012 berücksichtigen.

Lesebeispiel: Personen, die neben den Aussagen von Marine Le Pen auch Informationen des UNHCR und des INSEE erhielten («Fact-Check-Gruppe»), hatte eine gut 25% höhere Wahrscheinlichkeit als die Kontroll- oder die Desinformationsgruppe den Anteil an Migrierenden korrekt einzuschätzen, die im Jahr 2015 aktiv im französischen Arbeitsmarkt waren (d. h. das richtige 10-Prozentpunkte-Intervall anzugeben). Diese Veränderung von faktischem Wissen hatte allerdings keinen Einfluss auf die Wahlabsichten. Im Vergleich zur Kontrollgruppe, gaben die Teilnehmenden der «Faktencheck-Gruppe» nach Abschluss des Experiments knapp 5% häufiger an, in der kommenden Wahl für Marine Le Pen stimmen zu wollen. Dies entspricht dem Wert der «Desinformationsgruppe».

Ob die Vermittlung medienpezifischer Kompetenzen im Rahmen der obligatorischen Bildung eine höhere Effektivität bei der Identifizierung und dem Schutz vor Falschinformationen bietet, ist bis anhin nur ungenügend erforscht. Zwar heben internationale Organisationen wie EU, UNESCO oder die OECD die Förderung des Bewusstseins für Desinformation und «Fake News» unter Lernenden als Teil eines umfassenderen Medienkompetenzansatzes hervor (vgl. Wardle & Derakhshan, 2017; McDougall, et al., 2018). Auch internationale Experimentalstudien mit Lernenden weisen darauf hin, dass die Vermittlung medienpezifischer Kompetenzen dazu führt, dass Risiken im Internet (einschliesslich Falschinformationen) besser erkannt und vermieden werden (Jeong, Cho, & Hwang, 2012; Kahne & Bowyer, 2017). Allerdings, ist weitgehend unbekannt wie nachhaltig solche Effekte sind.

Ergebnisse von Beobachtungsstudien aus der Schweiz und dem Ausland legen zudem nahe, dass höhere, selbsteingeschätzte Fähigkeiten im Umgang mit digitalen Technologien zwar mit stärkeren Anstrengungen einhergehen, eigene Daten bei der Nutzung des Internets zu schützen (Park, 2013; Büchi, Just, & Latzer, 2016). Gleichzeitig steigt mit höheren selbsteingeschätzten Kompetenzen aber auch die Wahrscheinlichkeit Opfer von Datenschutzverletzungen oder Cyberkriminalität wie Onlinebetrug, Hacking oder Identitätsdiebstahl zu werden (Büchi, Just, & Latzer, 2016; Cheng, Chan, & Chau, 2020). Dieser scheinbare Widerspruch erklärt sich einerseits dadurch, dass Personen mit höheren digitalen Kompetenzen digitale Geräte tendenziell häufiger und länger nutzen. Auch überschätzen gerade Personengruppen, die digitale Technologien intensiv nutzen, ihre digitalen Kompetenzen stärker als Personen, die Geräte seltener nutzen (vgl. Kapitel 5.8). Ob diese Selbstüberschätzung zusätzlich zur Verzerrung der gemessenen Zusammenhänge auch zu einer höheren Risikobereitschaft führt, lässt sich auf Basis der vorhandenen Literatur bislang nicht sagen.

9.2.4 Politische Teilhabe

Der Zusammenhang zwischen digitalen Technologien und der politischen Teilhabe der Bevölkerung hat vor dem Hintergrund der markanten geopolitischen Entwicklungen der vergangenen 20 Jahre zunehmend an Bedeutung gewonnen. Neuere Übersichtsstudien (Farrell, 2012; Zhuravskaya, Petrova, & Enikolopov, 2020) legen nahe, dass der Zusammenhang zwischen der Verbreitung von Internet sowie sozialen Medien und der politischen Teilhabe nicht homogen ist, sondern sowohl von Eigenschaften des politischen Systems als auch persönlichen Faktoren abhängt.

So zeigen Studien aus entwickelten Demokratien, dass in Regionen mit einer früheren und weiteren Verbreitung von Breitband-Internet die Wahlbeteiligung tendenziell stärker rückläufig ist (Falck, Gold, & Heblich, 2014; Gavazza, Nardotto, & Valletti, 2019; Campante, Durante, & Sobbrío, 2018). Auch ist die Unterstützung populistischer politischer Parteien grösser (Schaub & Morisi, 2020; Guriev, Melnikov, & Zhuravskaya, 2021), als in Regionen mit einer späteren und schwächeren Verbreitung. Ein Grund dafür ist, dass besonders unter weniger gebildeten und jüngeren Personen eine stärkere Nutzung digitaler Technologien zu einer Verdrängung von traditionellen Medien und politischen Nachrichten durch Unterhaltungsinhalte im Netz führt. Gleichzeitig scheint in weniger entwickelten Demokratien und in autokratisch regierten Staaten eine weitere Verbreitung digitaler Technologien zu einem stärkeren politischen Engagement der Bevölkerung zu führen (Donati, 2018). Insbesondere scheinen soziale Medien durch die Erleichterung der Koordination zwischen den Nutzenden die Verbreitung und Grösse von Protesten und politischen Demonstrationen zu begünstigen (Steinert-Threlkeld, et al., 2015; Acemoglu, Hassan, & Tahoun, 2018; Enikolopov, Makarin, & Petrova, 2020).

10 Entwicklungsansätze

10.1	Handlungsfeld 1: Digitalisierung in der Bildung zielgerichtet stärken	263
10.2	Handlungsfeld 2: Monitoring der Digitalisierung in der Bildung sinnvoll ausbauen	270

Die fortschreitende Digitalisierung stellt auch das Bildungswesen vor weitreichende Herausforderungen. Sie verändert die Anforderungen und Ansprüche die seitens Wirtschaft und Gesellschaft an das Bildungswesen herangetragen werden. Gleichzeitig eröffnet die Digitalisierung Möglichkeiten zu einer effektiven, effizienten und gerechten Ausgestaltung des Bildungswesens beizutragen. Aus den vorhergehenden Abschnitten ergeben sich eine Reihe von Entwicklungsansätzen. Diese betreffen zum einen die Ausgestaltung und Integration digitaler Technologien und Ressourcen in Schule und Unterricht (Handlungsfeld 1) sowie Möglichkeiten zur Verbesserung des Monitorings der Digitalisierung (Handlungsfeld 2). Die in den beiden Handlungsfeldern skizzierten Ansätze und Optionen sind nicht immer trennscharf. Sie schliessen sich nicht wechselseitig aus und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Vielmehr stellen sie eine Reihe von Schlussfolgerungen dar, die sich aus den oben dargestellten Beobachtungen ergeben.

10.1 Handlungsfeld 1: Digitalisierung in der Bildung zielgerichtet stärken

Eine zentrale Herausforderung für die Beschreibung und Bewertung der Digitalisierung im Bildungswesen ist, dass viele relevante Informationen nicht aus bestehenden Datenbeständen entnommen oder aus der bestehenden Literatur abgeleitet werden können. In einigen Bereichen ermöglichen die Analysen, der im Bericht verwendeten Sekundärdatenquellen, und die bestehende wissenschaftliche Literatur trotzdem Aussagen zu möglichen Entwicklungsansätzen für eine zielgerichtete Stärkung der Digitalisierung in der Bildung.

10.1.1 Position der Schulen als zentralen Akteur für die Vermittlung digitaler Kompetenzen festigen und ausbauen

Empirische Untersuchungen zeigen klar, dass ohne institutionalisierte Unterstützung digitale Kompetenzen oft selektiv erworben werden und daher sehr ungleich in der Bevölkerung verteilt sind (vgl. Kapitel 5.8). Sollen alle Kinder und Jugendlichen dieselben Möglichkeiten haben, Kompetenzen im Umgang mit digitalen Geräten und Inhalten zu erwerben, müssen diese Fähigkeiten als Teil der obligatorischen Bildung vermittelt werden.

Mit der Einführung bzw. Überarbeitung der sprachregionalen Lehrpläne für die obligatorische Schule sowie der Lehrpläne der post-obligatorischen Ausbildungen (vgl. Kapitel 4.4.4.3) wird eine weitere Stärkung der Vermittlung digitaler Kompetenzen in der obligatorischen Bildung angestrebt. Die Einführung dieser Massnahmen hat entweder noch nicht begonnen oder wurde noch nicht abgeschlossen.

Deshalb ist bislang noch nicht abschätzbar, ob diese Massnahmen ausreichen werden, um die Schule als zentralen Akteur bei der Vermittlung digitaler Kompetenzen zu positionieren. Eine solche Einschätzung wird schwierig bleiben solange (a) keine schweizweit einheitliche, schulstufenübergreifend gültige Definition und intersubjektiv nachvollziehbare Operationalisierung digitaler Kompetenzen besteht, und (b) keine standardisierte Leistungsüberprüfung stattfindet.

Mögliche Handlungsoptionen:

- Die von den Akteuren des Bildungssystems bereits vorgesehene Entwicklung eines schweizweit gültigen Kompetenzrahmens für digitale Kompetenzen vorantreiben (z. B. durch die Schaffung einer «Forschungsstelle Digitale Kompetenzen»¹⁰⁷).
- Kompetenzen schweizweit vergleichbar prüfen. Dies erfordert die Entwicklung von Items für die leistungsbasierte Messung digitaler Kompetenzen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Nutzung auf der Selbstbewertung beruhender Instrumente, die Gefahr beinhaltet, stark verzerrte Ergebnisse zu liefern (vgl. Kapitel 5.8). Dies ermöglicht letztlich wenig Erkenntnisgewinn. Komplementär lässt sich die Anwendung statistischer Modelle für die Vorhersage digitaler Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern prüfen.

Eine weitere Herausforderung besteht darin, dass aktuell auf vielen Ebenen Projekte zur Definition digitaler Kompetenzen laufen. Neben Arbeiten an den Lehrplänen, finden vergleichbare Anstrengungen im Rahmen verschiedener NFP-77 Projekte und durch diverse Organisationen der Arbeit statt. Eine stärkere Koordination der Bemühungen auf Seiten von Verwaltung und Forschung scheint angezeigt, soll die Entwicklung insularer, schwer vergleichbarer Definitionen im Bildungsraum Schweiz verhindert werden.

Mögliche Handlungsoption:

- Koordination und Vernetzung der laufenden Projekte zur Definition digitaler Kompetenzen in den verschiedenen Landesteilen und für die unterschiedlichen Schulstufen stärken.

¹⁰⁷ Die Entwicklung eines gemeinsamen Kompetenzrahmens für digitale Kompetenzen von Schulen (Massnahme 2.1), Schülerinnen und Schülern (Massnahme 3.1) ist als Teil der Massnahmenplanung zur Digitalisierungsstrategie der EDK vorgesehen. Auch für die berufliche und die gymnasiale Bildung bestehen Bestrebungen digitale Kompetenzen, die im Bildungssystem vermittelt werden sollen, zu vereinheitlichen und zu stärken (vgl. Kapitel 4.4).

10.1.2 Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen stärken und evaluieren

Es ist unbestritten, dass die Kompetenzen und Einstellungen von Lehrpersonen eine zentrale Rolle bei der Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht spielen (vgl. Kapitel 3.2.2). Das strategische Ziel 4, der Digitalisierungsstrategie der EDK, betont aus diesem Grund die Bedeutung für das Realisieren der Potenziale der Digitalisierung im Bildungswesen, die Lehrpersonen bzw. deren Aus- und Weiterbildung zukommt. Um Lehrpersonen zur Nutzung digitaler Ressourcen zu befähigen, haben Institutionen der Lehrerinnen- und Lehrerbildung in den vergangenen Jahren zahlreiche technische, pädagogische und fachdidaktische Weiterbildungsangebote lanciert sowie Ausbildungsinhalte angepasst (vgl. Kapitel 4.5).

Allerdings ist bis anhin weitgehend unbekannt, ob die aktuellen Angebote für Aus- und Weiterbildung dem tatsächlichen Bedarf der Lehrpersonen entsprechen. Zudem lassen sich kaum Aussagen zur Wirkung bzw. Wirkungsunterschieden der heterogenen Angebotspalette treffen. Potenziale werden damit teilweise verschenkt, die sich aus der föderalen Struktur der Lehrerinnen- und Lehrerbildung ergeben.

Mögliche Handlungsoption:

- Bestehende Angebote der Lehrerinnen- und Lehrerbildung im Bereich «Digitalisierung» systematisch evaluieren: Um die bestehende Heterogenität in der Bildung von Lehrpersonen für die Identifikation von «best practices» und einer nachfrageorientierten Weiterentwicklung des Angebots nutzen zu können, bedarf es Informationen zur Wirkung der Teilnahme. Dies betrifft neben der Zufriedenheit der Lehrpersonen mit Ausbildungsinhalten, auch die Wirkung der Angebote auf die Nutzung digitaler Ressourcen unter teilnehmenden Lehrpersonen und letztlich auf die Lernmotivation und -leistung ihrer Schülerinnen und Schüler.

Eine weitere Herausforderung besteht im Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse zur Nutzung digitaler Ressourcen in die Schulpraxis. Dieses Problem ist einerseits der mangelnden Erforschung digitaler Ressourcen, deren Einsatzmöglichkeiten und Wirkungen im Bildungssystem Schweiz geschuldet (siehe unten). Zum anderen, besteht ein grundsätzliches Problem des Transfers generischer, wissenschaftlicher Ergebnisse in die konkrete Schul- und Unterrichtspraxis, wie zahlreiche Berichte und Tagungen der vergangenen Jahre belegen. Bei der Verbesserung der Übertragung wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Schulpraxis wird der Lehrerinnen- und Lehrerbildung ebenfalls eine zentrale Rolle zugesprochen.

Mögliche Handlungsoption:

- Wissenschaftliche Effektliteratur für Dozierende der Lehrerinnen- und Lehrerbildung sowie für Lehrpersonen systematisch aufarbeiten: Um den Transfer der bestehenden wissenschaftlichen Erkenntnisse in die Unterrichtspraxis zu erleichtern, sollten die Ergebnisse der wissenschaftlichen Effektliteratur für Dozierende der Lehrerinnen- und Lehrerbildung sowie für Lehrpersonen leicht zugänglich gemacht werden. Diese Ergebnisse müssen für Dozierende und Lehrpersonen verständlich aufbereitet und einfach abrufbar sein. Im internationalen Kontext existieren solche Initiativen bereits. So fasst beispielsweise das Clearing House Unterricht der Technischen Universität München die Befunde aktueller Metaanalysen zu relevanten Unterrichtsthemen auf Basis eines definierten Bewertungsrahmens in Kurzreviews zusammen. Das Center for Research and Reform in Education der Johns-Hopkins-Universität sammelt und bewertet Studien zu einzelnen Anwendungen und bereitet diese Informationen auf der Webseite «Evidence for ESSA» auf.

10.1.3 Rahmenbedingungen in den Schulen beobachten und anpassen

Neben Kompetenzen und Einstellungen von Lehrpersonen, legt die bestehende Literatur nahe, dass Rahmenbedingungen auf Ebene der Schulen wichtig dafür sind, dass digitale Ressourcen für Unterricht und Lernen eingesetzt werden (vgl. Kapitel 3.2.3). Während Informationen zu diesen Rahmenbedingungen bis anhin rar sind, insbesondere jenseits der Ausstattung von Schulen mit digitalen Endgeräten, lassen sich auf Basis der Ergebnisse auf Sekundarstufe I (vgl. Kapitel 7.2.6) sowie den Informationen zur Wirksamkeit digitaler Lernressourcen auf den Lernerfolg (vgl. Kapitel 5.2) einige Entwicklungsansätze ableiten.

Mögliche Handlungsoptionen:

- Definition von Ausstattungsstandards für Schulen vorantreiben: Ergebnisse der PISA-Erhebungen zeigen, dass sich die Ausstattungssituation in den Schulen der Sekundarstufe I in den vergangenen Jahren zunehmend auseinanderentwickelt hat (vgl. Kapitel 7.2.2). Erhebungen in einzelnen Kantonen weisen ebenfalls auf eine grosse Heterogenität in der Ausstattungssituation von Schulen der Primarstufe und der Sekundarstufe II hin (vgl. Kapitel 6.2; 8.2). Soll allen Schülerinnen und Schülern schweizweit ein vergleichbarer Zugang zu digitalen Ressourcen in der Schule ermöglicht werden, ist die Definition einer Mindestausstattung der Schulen mit digitalen Endgeräten zeitnah wünschenswert, wie im Rahmen der Massnahmenplanung der Digitalisierungsstrategie der EDK vorgesehen (Massnahme 2.2). Dies sollte unter Einbezug aller betroffenen Anspruchsgruppen erfolgen.

- Lehrpersonen Zeitressourcen für Entwicklung, Austausch und Bewertung digitaler Ressourcen einräumen: Ergebnisse der PISA-Erhebung 2018 legen auch nahe, dass digitale Endgeräte dann häufiger durch Schülerinnen und Schüler genutzt werden, wenn Lehrpersonen explizit Zeit für Entwicklung, Austausch und Bewertung von Lehrmethoden und -mitteln eingeräumt wird. Dies ist allerdings in einer Minderheit der Sekundarschulen der Fall (vgl. Kapitel 7.2.6). Kantonale, kommunale und schulische Konzepte sollten daher einen stärkeren Schwerpunkt auf den Austausch von Lehrmitteln und -methoden zwischen Lehrpersonen legen sowie zeitliche Ressourcen für diese Aktivität bereitstellen.
- Strategien langfristig anlegen: Langzeitstudien zum Effekt digitaler Lernressourcen weisen darauf hin, dass nachhaltige positive Wirkungen auf den Lernerfolg oft erst nach verhältnismässig langer Nutzungsdauer auftreten (vgl. Kapitel 5.2). In der Konsequenz bedeutet dies, dass es für die Einführung digitaler Ressourcen in der Schule einen langen Atem braucht. Gleichzeitig ist damit zu rechnen, dass bei zu häufigen Wechseln von Anwendungen anfängliche, disruptive Effekte, mögliche lernsteigernde Effekte verdrängen. Strategien und schulische Konzepte sollten daher langfristig angelegt und ausgerichtet sein. Es ist grundsätzlich zu empfehlen, dass da, wo Schulen noch keine Strategien zum Einsatz erarbeitet haben, dies nun nachgeholt wird.
- Bei Fernunterricht und BYOD-Ansätzen Unterschiede in der Ausstattung von Haushalten berücksichtigen: Es bestehen noch immer erhebliche sozioökonomische Gefälle in der Ausstattung von Familien mit digitalen Endgeräten (vgl. Kapitel 4.1.1). Im Besonderen bei der Durchführung von digital unterstütztem Fernunterricht oder bei der Implementierung von Bring-Your-Own-Device-Ansätzen (BYOD) muss daher zwingend bedacht werden, dass ein nicht unerheblicher Anteil der Schülerinnen und Schüler nicht konkurrenzfrei auf ein digitales Endgerät (insbesondere einen Computer, Tablet oder Laptop) zugreifen kann.¹⁰⁸

108 Zusätzlich bedeuten BYOD-Ansätze in der Regel eine erhebliche Zusatzbelastung für Lehrpersonen, die sich mit unterschiedlichen Geräten und Betriebssystemen konfrontiert sehen und stellen Herausforderungen bei der Sicherstellung des Datenschutzes und dem Schutz der Privatsphäre. Aus diesen Gründen rät das US-amerikanische Office of Educational Technology in der Zwischenzeit von BYOD-Ansätzen als primäre Methode zur Bereitstellung digitaler Endgeräte für Schülerinnen und Schüler ab.

10.1.4 Wirksamkeit digitaler Lernressourcen auf Ebene der einzelnen Ressource evaluieren

Die Wirkung digitaler Lernressourcen auf Lernleistungen hängen von einer Reihe von Bedingungen auf Ebene der Lehrperson, des Lernenden und der Lernressource selbst ab (vgl. Kapitel 5.2). Untersuchungen aus den Vereinigten Staaten zeigen, dass die Wirksamkeit technisch ähnlicher Produkte (bspw. adaptiven Lernsystemen) sehr unterschiedlich ausfällt. Diese grossen Unterschiede in der Qualität anderweitig ähnlicher Produkte legen den Schluss nahe, dass eine generelle Bewertung der Wirksamkeit digitaler Technologien aus schulpraktischer Sicht wenig hilfreich ist.¹⁰⁹ Um fundierte Entscheidungen über die Anschaffung und den Einsatz digitaler Ressourcen treffen zu können, bedarf es demnach der wissenschaftlichen Bewertung der Qualität bzw. Effektivität auf Ebene der einzelnen Lernressource.

Mögliche Handlungsoptionen

- Einführung von Regulierungsmechanismen, die Anreize für Hersteller schaffen, die Wirksamkeit angebotener Produkte nachzuweisen: Eine Möglichkeit dem Problem der Informationsasymmetrie auf dem Markt für digitale Lernressourcen zu begegnen, ist es Anreizsysteme zu implementieren, die Hersteller dazu bewegen, die Wirksamkeit digitaler Lernressourcen selbst zu prüfen und die Ergebnisse dieser Prüfungen öffentlich zugänglich zu machen. Neben der Definition bindender Anforderungskataloge für die Beschaffung digitaler Lernressourcen durch die öffentliche Verwaltung,¹¹⁰ wird im internationalen Kontext in den letzten Jahren verstärkt auf freiwillige Zertifizierungsprogramme gesetzt. Beispielsweise bietet die öffentlich und privat finanzierte US-amerikanische Initiative «Digital Promise» seit 2019 Zertifizierungen digitaler Lernressourcen an.¹¹¹

109 Werden Bewertungen zur Effektstärke auf Ebene der einzelnen Technologie (bspw. intelligente Lernsysteme, Lernspiele, ...) vorgenommen, lässt sich – unter bestimmten Annahmen – lediglich sagen wie hoch die erwartete durchschnittliche Wirkung ist, wenn ein Produkt zufällig gewählt wird.

110 Beispielsweise durch die Definition von Kriterien, die zwingend erfüllt sein müssen damit ein digitales Lehrmittel durch die öffentliche Bildungsverwaltung beschafft bzw. durch Lehrpersonen an öffentlichen Schulen verwendet werden darf. Neben dem wissenschaftlichen Nachweis des Effekts auf Lernleistungen (vgl. Kapitel 5), sollten dazu auch Kriterien der Skalierbarkeit der Ressource (z.B. in welchem Umfang sind Änderungen der gängigen Lehrpraxis nötig, um die wissenschaftlich ausgewiesenen Leistungen zu erreichen) oder Informationen zur erwarteten Effektverteilung (d.h wann, unter welchen Bedingungen und für welche Lernendengruppe mit einer Verbesserung von Lernleistungen zu rechnen ist) gehören.

111 Zertifizierungskriterien wurden in Zusammenarbeit mit Lehrpersonen, Unternehmen und Forschenden ausgearbeitet und Zertifizierungen werden durch Beteiligte aus allen drei Sektoren Schulpraxis, Bildungsforschung und Ed-Tech durchgeführt. Die Initiative dient damit auch als Austauschplattform zwischen diesen Akteuren. Sie übernimmt somit einen Teil der Funktionen, die in der Schweiz heute im Rahmen der Veranstaltungen «Dialog mit den Akteuren» von SBFI und von SBFJ und EDK erfüllt wird.

- Werkzeuge bereitstellen, die es Schulen oder Lehrpersonen selbst ermöglichen, die Wirksamkeit digitaler Lehrmittel im Unterricht zu bewerten. Eine weitere Möglichkeit Personen der Bildungspraxis bei der Auswahl digitaler Lernressourcen zu unterstützen, besteht darin sie zu befähigen, Produkte selbstständig und systematisch auf Ihre Relevanz und Effektivität zu überprüfen. Statt Informationen zentral aufzubereiten, ermöglicht dieser Ansatz Schulen oder Lehrpersonen eigene Evaluationen des Einsatzes digitaler Ressourcen durchzuführen und Kriterien gemäss den eigenen Bedürfnissen und Anforderungen zu formulieren. Ähnliche Ansätze werden in der Schweiz bereits verfolgt. So bietet die Fachhochschule Nordwestschweiz mit dem Projekt LUUISE eine Methode, den Erfolg von Unterrichtsinterventionen für die durchführende Lehrperson sowie ihre Schülerinnen und Schüler sicht- und überprüfbar zu machen. Und auch international stehen Lehrpersonen und Schulleitenden eine wachsende Anzahl an Werkzeugen zur Verfügung, die es ihnen erlauben Interventionen mittels wissenschaftlicher Methoden selbst zu untersuchen und zu evaluieren.
- Informationen zu Nutzungshäufigkeiten technisch sammeln und mit standardisierten Leistungsdaten verknüpfen: Aussagen zur Wirksamkeit einzelner Lernressourcen lassen sich auch ableiten, wenn Informationen über Nutzungshäufigkeiten und -muster mit standardisierten Leistungsdaten verknüpft werden. Evaluationen, die diesbezüglich auf internationaler Ebene durchgeführt wurden, verwenden entweder allgemeine Informationen zum Vorhandensein bestimmter Ressourcen oder zeichnen Interaktionen mit Ressourcen via Protokolldaten technisch auf. Die technische Aufzeichnung hat dabei den Vorteil, dass neben möglichen Ursachen von Wirkungsunterschieden (bspw. der Nichtnutzung bestimmter Ressourcen) auch die Vielfalt tatsächlich eingesetzter Ressourcen erfasst werden kann, ohne diese Ressourcen a priori zu kennen. Auch liefert sie zeitnah Informationen zu anderweitig nicht oder nur begrenzt erfassen Informationen, wie den Nutzungshäufigkeiten und -mustern digitaler Lernressourcen. Technisch aufgezeichnete Nutzungsdaten erlauben damit eine erste, einfache Qualitätsbewertung digitaler Ressourcen, ob eine Ressource überhaupt verwendet wird. Werden Informationen zu Nutzungsverhalten zusätzlich mit den Ergebnissen standardisierter Leistungstests verknüpft, lassen sich Wirkungseffekte einzelner Ressourcen zumindest annähern. Eine solche Informationssammlung muss und kann unter Wahrung von Datenschutz und Privatsphäre durchgeführt werden.

10.1.5 Das hohe Ablenkungspotenzial digitaler Medien berücksichtigen

Wissenschaftliche Untersuchungen zeigen deutlich, dass Lernende, denen digitale Endgeräte im Unterricht zur Verfügung stehen, diese Geräte häufig auch für private Zwecke nutzen. Die parallele Nutzung für schulische und private Zwecke führt dabei mittel- und langfristig zu teilweise deutlichen Leistungsabfällen (vgl. Kapitel 5.3).

Mögliche Handlungsoptionen:

- Schulische Konzepte sollten klare Regeln für die private Nutzung digitaler Inhalte an der Schule umfassen. Gemäss Ergebnissen der PISA Erhebung besuchen mehr als 80 % der Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I Schulen, die über eine solche Regelung verfügen.
- Im Sinne des Bildungsauftrags sollten Schülerinnen und Schüler in die Lage versetzt werden, mit dem hohen Ablenkungspotential selbstbestimmt umzugehen.
- Als ultimatives Mittel sollte aber auch in Betracht gezogen werden, den Zugriff auf bestimmte Anwendungen, Angebote und Inhalte wie soziale Netzwerke an Schulen technisch zu begrenzen, zu verhindern oder zumindest zu erschweren.

10.2 Handlungsfeld 2: Monitoring der Digitalisierung in der Bildung sinnvoll ausbauen

Ein informatives und zielführendes Monitoring der Digitalisierung in der Bildung muss – in Anlehnung an den konzeptionellen Rahmen (vgl. Kapitel 3) – Antworten auf zwei Arten von Fragen bereitstellen. Erstens muss das Monitoring in der Lage sein, Auskunft über einen Ist-Zustand der Digitalisierung auf verschiedenen Ebenen des Bildungssystems liefern («Digitalisierung beschreiben»). Diese Informationen erlauben letztlich die Beschreibung von digitalisierungsspezifischen Zuständen für jeden Typ von Akteur auf jeder Stufe des Bildungssystems. Zum zweiten sollte ein Monitoring der Digitalisierung Antworten auf Fragen zum Zusammenhang zwischen den Ist-Zuständen der verschiedenen Ebenen des Bildungssystems geben können. Das heisst, ob und wie sich die Zustände auf Ebene der einzelnen Akteure wechselseitig beeinflussen («Digitalisierung bewerten»).

Die Beantwortung beider Fragen setzt voraus, dass Grundkonzepte schweizweit einheitlich verstanden werden, dass Ziele übergreifend und operationalisierbar definiert sind und dass vorhandene Datenbestände strukturell so angelegt sind, dass sie im Hinblick auf diese Ziele valide ausgewertet werden können.

10.2.1 Informationslücken schliessen

In Bezug auf die Verfügbarkeit von Informationen bzw. Daten zur Beschreibung und Bewertung der Digitalisierung bestehen erhebliche Unterschiede zwischen Schulstufen, Themen und Bildungsakteuren. Auf Basis der aktuell bestehenden Datenbestände lassen sich nur kursorische Aussagen zum Zustand der Digitalisierung an den Schulen in der Schweiz machen.¹¹²

Mögliche Handlungsoptionen:

- Intensivere Bewirtschaftung bestehender Datenbestände ermöglichen: Die Potenziale der bestehenden Datenbestände bzw. deren Verknüpfung für die Beschreibung und Bewertung der Digitalisierung werden bislang noch nicht vollumfänglich ausgeschöpft. Dies ist einerseits der Tatsache geschuldet, dass Verknüpfungen zwischen Datenbeständen erst in jüngerer Zeit möglich wurden. Andererseits schränken Reglemente die Nutzung der Datenbestände für die Beantwortung relevanter Fragestellungen teilweise stark ein (vgl. Kapitel 6.3.1.3; 7.3.1.4). Eine Anpassung der Nutzungsbedingungen – beispielsweise das Ermöglichen der Identifikation von Schulen für die weitere Beforschung – wäre daher angezeigt.
- Vorhandene administrative (kommunale, kantonale und institutionelle) Datenbestände erfassen, katalogisieren, standardisieren und zugänglich machen: Informationen zu Ausstattung von Schulen mit digitalen Ressourcen und Aufwendungen für deren Anschaffung und Unterhalt stammen bis anhin vor allem aus Schulbefragungen. Dies verursacht eine erhebliche und zunehmende Belastung für die Befragten und hat Konsequenzen für die Validität und Reliabilität der erhobenen Daten. Um die zusätzliche Belastung für Schulleitende und Lehrpersonen möglichst gering zu halten, sollten Datenbestände zur Ausstattung mit digitalen Ressourcen von Schulen sowie zu den Aufwendungen, die auf kommunaler und kantonaler Ebene häufig bereits bestehen, kata-

112 Insbesondere auf Primarstufe und Sekundarstufe II liegen Informationen aktuell nur in sehr begrenztem Umfang vor.

logisiert, standardisiert und mit bestehenden Erhebungen bzw. Verknüpfungsprojekten zusammengeführt werden.¹¹³

- An bestehenden internationalen Datenerhebungen teilnehmen: Sowohl auf europäischer als auch auf internationaler Ebene laufen verschiedene Anstrengungen die Nutzung digitaler Ressourcen in Schulen und Unterricht, deren Vorbedingungen und deren Konsequenzen in regelmässigen Abständen standardisiert zu erheben (vgl. Kapitel 2). Eine Teilnahme an diesen Erhebungen steht der Schweiz in der Regel offen. Dazu zählen z. B. die Erhebungen «Survey of Schools: ICT in Education» oder die «International Computer and Information Literacy Study».
- Bestehende nationale Datenerhebungen ergänzen: Mit der öffentlichen Statistik (z. B. die Statistik der Lernenden) und den regelmässig durchgeführten Leistungsvergleichsstudien (PISA, ÜGK) verfügt das Bildungssystem bereits heute über ein etabliertes Instrumentarium für das Monitoring. Eine vergleichsweise einfache Möglichkeit zusätzliche Informationen zum Stand der Digitalisierung an den Schulen zu gewinnen, bestünde darin zusätzliche Fragen oder Tests in die Instrumente dieser Erhebungen zu integrieren.
- Eigenständige Datenerhebung(en) lancieren bzw. bestehende Projekte ausweiten und verstetigen: In einer Vielzahl der Nachbarländer der Schweiz werden in regelmässigen Abständen eigenständige Erhebungen zum Stand der Digitalisierung in den Schulen durchgeführt (vgl. Kapitel 2). Eine schweizweit koordinierte, stufenübergreifende, repräsentative und in regelmässigen Abständen durchgeführte Erhebung wäre eine sinnvolle Erweiterung des bestehenden Monitorings und eine wertvolle Quelle für die umfassende Beschreibung der Digitalisierung in den Schulen. Bestehende bzw. laufende Erhebungen (z. B. im Rahmen des NFP-77-Programms) stellen dabei einen sehr guten Ausgangspunkt für die Entwicklung eines solchen nationalen «Digitalisierungsmonitoring Bildung» dar.
- «Neue» Datenquellen erschliessen: Nicht alle zur Beschreibung und Bewertung der Digitalisierung an den Schulen relevanten Informationen lassen sich sinnvoll über Befragungen erfassen. Insbesondere die Erfassung von Informationen zu Häufigkeit und Dauer der Nutzung einzelner digitaler Ressourcen durch Befragungen ist mit grossen Messungenauigkeiten verbunden. Sollen Entscheidungen über die Anschaffung und den Einsatz digitaler Ressourcen zukünftig besser

112 Insbesondere auf Primarstufe und Sekundarstufe II liegen Informationen aktuell nur in sehr begrenztem Umfang vor.

113 Mit dem Programm «Nationale Datenbewirtschaftung» hat das Bundesamt für Statistik ein solches Projekt auf nationaler Ebene bereits lanciert. Allerdings sieht das Programm in einem ersten Schritt lediglich die Sicherstellung der Interoperationalisierung von Daten auf Bundesebene vor. Es ist bis anhin nicht abzusehen, wann kantonale und kommunale Statistikstellen hier einbezogen werden.

informiert getroffen werden, so bedarf es der technischen Erfassung von Nutzungsmustern und allenfalls deren Verknüpfung mit standardisierten Leistungserhebungen. Zudem stellen Informationen zum Zusammenhang zwischen Nutzungshäufigkeiten und schulischen Leistungen eine wichtige Quelle für weiterführende Analysen und die Identifikation von Beispielen qualitativ guter Integration digitaler Ressourcen in Lernen und Unterricht dar.

10.2.2 Wirkungsforschung mit Daten aus dem Bildungswesen Schweiz fördern

Aus der empirischen Literatur wird deutlich, dass der Effekt digitaler Ressourcen auf Unterrichtsqualität und Lernleistung von einer Reihe intervenierender Faktoren abhängt (vgl. Kapitel 5.2). Allerdings ist die Wissensbasis zu klein, um daraus konkrete Handlungsanweisungen für den Einsatz digitaler Ressourcen abzuleiten. Das heisst, es lässt sich bis anhin nicht konkret sagen, für welchen Schüler oder welche Schülerin, in welcher Situation, der Einsatz welcher Ressource nach welcher Logik und in Kombination mit welcher zusätzlichen Intervention die Lernmotivation und -leistung effektiv erhöht.

Dies liegt einerseits an der der Komplexität der Technologien und den daraus erwachsenden grossen Qualitätsunterschieden zwischen technisch ähnlichen Produkten (siehe oben). Zum anderen, basiert ein Grossteil der bestehenden Untersuchungen auf Daten, die aus Bildungssystemen im asiatischen und angelsächsischen Raum stammen und deren Validität für das Bildungswesen Schweiz fraglich ist (vgl. Kapitel 3.5.2). Zudem stellt der empirische Nachweis kausaler Wirkungsketten hohe Anforderungen an die Gewinnung und Beschaffenheit der dafür verwendeten Daten. Diese Anforderungen werden durch die bestehenden Datenbestände in der Schweiz bestenfalls partiell erfüllt.

Mögliche Handlungsoptionen

- **Forschung mit Daten aus der Schweiz fördern:** Um valide Informationen zur Wirkung digitaler Ressourcen im Bildungsraum Schweiz zu erhalten, sind verstärkte Anstrengungen zur Erforschung dieser Kausalzusammenhänge und ihrer Heterogenität im Bildungswesen Schweiz nötig. Dies bedeutet die gezielte Förderung von Forschungsvorhaben, deren Ziel die empirisch valide Bewertung des Mehrwerts digitaler Ressourcen für die Entwicklung von Unterrichtsqualität und Lernleistungen in der Schweiz ist.
- **Einführung digitaler Ressourcen wissenschaftlich evaluieren:** Bei der Einführung digitaler Ressourcen durch die Bildungsverwaltung sollte eine Evaluation

dieser Ressourcen auf Basis experimentell-wissenschaftlicher Grundsätze mitgedacht werden. Beispielsweise durch die explizite Schaffung von Kontrollgruppen, also Schulen oder Klassen in denen die Einführung nicht oder verzögert stattfindet.

- Schaffung eines Panel-Datensatzes: Ein Faktor, der die Erforschung der Wirkung digitaler Ressourcen auf die Bildung bremst, ist das Fehlen von Datenbeständen, die sich zur Identifikation solcher kausalen Wirkungszusammenhänge eignen.¹¹⁴ Jede zukünftig aufgelegte Datenerhebung sollte so aufgebaut werden, dass sie die Analyse kausaler Wirkungszusammenhänge ermöglicht. Dies erfordert zum einen die längsschnittliche Verfolgung über längere Zeiträume derselben Beobachtungseinheiten (Lernende, Lehrperson, Schule, ...), die standardisierte Messung von Kompetenzen dieser Einheiten sowie die Nutzung digitaler Ressourcen durch diese Einheiten.

114 Bestehende Querschnittsdaten, wie PISA oder die ÜGK-Erhebungen liefern zwar wichtige Erkenntnisse zur Beschreibung des Zustands der Digitalisierung, eignen sich aber nur sehr beschränkt für die Bewertung von deren Wirkung. Existierende Kohortenstudien von Schülerinnen und Schülern wie TREE oder Verknüpfungsprojekte wie LABB erlauben zwar die Analyse von Entwicklungen und Übergängen von der obligatorischen Schule ins Erwerbsleben, beinhalten aber keine Informationen zur Evolution der Nutzung digitaler Ressourcen oder der Entwicklung von Kompetenzen im Verlauf der Schule.

Verzeichnisse

Literaturverzeichnis

Abberger, K. (Oktober 2016). Wie Ökonomen in der Schweiz die vierte industrielle Revolution beurteilen. KOF Bulletin, 100. Zürich: ETH Zürich, Konjunkturforschungsstelle.

Abbiati, G., Azzolini, D., Piazzalunga, D., Rettore, E., & Schizzerotto, A. (2018). MENTEP Evaluation Report, Results of the field trials: The impact of the technology-enhanced self-assessment tool (TET-SAT). Brüssel: European Schoolnet, FBK- IRVAPP.

ACARA. (2015). National Assessment Program - ICT literacy years 6 & 10: Report 2014. Sydney: Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority (ACARA). Abgerufen am 3. November 2020 von https://www.nap.edu.au/_resources/D15_8761__NAP-ICT_2014_Public_Report_Final.pdf

Acemoglu, D. (1998). Why Do New Technologies Complement Skills? Directed Technical Change and Wage Inequality. *The Quarterly Journal of Economics*, 113(4), 1055-1089.

Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2018). The Race between Man and Machine: Implications of Technology for Growth, Factor Shares, and Employment. *American Economic Review*, 108(6), 1488-1542.

Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2020). Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets. *Journal of Political Economy*, 128(6), 2188–2244.

Acemoglu, D., Hassan, T. A., & Tahoun, A. (2018). The Power of the Street: Evidence from Egypt's Arab Spring. *The Review of Financial Studies*, 31(1), 1-42.

Aeppli, M., Angst, V., Iten, R., Kaiser, H., Lüthi, I., & Schweri, J. (2017). Die Entwicklung der Kompetenzanforderungen auf dem Arbeitsmarkt im Zuge der Digitalisierung: Schlussbericht. Zollikofen & Zürich: Eidgenössisches Hochschulinstitut für Berufsbildung & Infrac.

Aesaert, K., & van Braak, J. (2018). Information and Communication Competences for Students. In J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Hrsg.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (S. 255-267). Cham: Springer.

Aesaert, K., Van Nijlen, D., Vanderlinde, R., Tondeur, J., Devlieger, I., & van Braak, J. (2015). The contribution of pupil, classroom and school level characteristics to primary school pupils' ICT competences: A performance-based approach. *Computers & Education*, 87, 55-69.

Aesaert, K., Van Nijlen, D., Vanderlinde, R., Tondeur, J., Devlieger, I., & van Braak, J. (2015). The Contribution of Pupil, Classroom and School Level Characteristics to PrimarySchool Pupils' ICT Competences: A Performance-based Approach. *Computers & Education*, 87, 55-69.

Aesaert, K., Voogt, J., Kuiper, E., & van Braak, J. (2017). Accuracy and bias of ICT self-efficacy: An empirical study into students' over- and underestimation of their ICT competences. *Computers in Human Behavior*, 75, 92-102.

Aldhafeeri, F., Palaiologou, I., & Folorunsho, A. (2016). Integration of digital technologies into play-based pedagogy in Kuwaiti early childhood education: teachers' views, attitudes and aptitudes. *International Journal of Early Years Education*, 24(3), 342-360.

Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71.

Allcott, H., & Gentzkow, M. (2017). Social Media and Fake News in the 2016 Election. *Journal of Economic Perspectives*, 31(2), 211-236.

- Allcott, H., Braghieri, L., Eichmeyer, S., & Gentzkow, M. (2020). The Welfare Effects of Social Media. *American Economic Review*, 110(3), 629-676.
- Angeli, C., & Valanides, N. (2020). Developing young children's computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy. *Computers in Human Behavior*. doi:10.1016/j.chb.2019.03.018
- Angelone, D., & Keller, F. (2019). Überprüfung des Erreichens der Grundkompetenzen (ÜGK) in den Fächern Schulsprache und erste Fremdsprache im 8. Schuljahr: Technische Dokumentation zur Testentwicklung und Skalierung. Aarau: Geschäftsstelle der Aufgabendatenbank der EDK.
- Anger, C., Plünnecke, A., & Schüler, R. (2018). INSM-Bildungsmonitor 2018: Teilhabe, Wohlstand und Digitalisierung. Köln: Institut der deutschen Wirtschaft.
- Angrist, J., & Lavy, V. (2002). New Evidence on Classroom Computers and Pupil Learning. *The Economic Journal*, 112(482), 735-765.
- Antonio, A., & Tuffley, D. (15. Januar 2015). YouTube a valuable educational tool, not just cat videos. *The Conversation*. Abgerufen am 23. November 2020 von <https://theconversation.com/youtube-a-valuable-educational-tool-not-just-cat-videos-34863>
- Appel, M., Marker, C., & Gnambs, T. (2019). Are Social Media Ruining Our Lives? A Review of Meta-Analytic Evidence. *Review of General Psychology*, 24(1), 60-74.
- Apra, C., & Cattaneo, A. A. (2019). Designing Technology-Enhanced Learning Environments in Vocational Education and Training. In D. Guile, & L. Unwin (Hrsg.), *The Wiley Handbook of Vocational Education and Training* (S. 373-394). New York & London: Wiley.
- Arbeitsgruppe ICT und Medien. (2015). Schlussbericht der Arbeitsgruppe zu Medien und Informatik im Lehrplan 21. Luzern: D-EDK.
- Arndt, P. A. (2016). Computer usage for learning how to read and write in primary school. *Trends in Neuroscience and Education*, 5(3), 90-98.
- Arnett, T. (30. November 2018). There's a Reason Why Teachers Don't Use the Software Provided By Their Districts. Abgerufen am 13. August 2020 von EducationNext: <https://www.educationnext.org/theres-reason-teachers-dont-use-software-provided-districts/>
- Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (2017). Revisiting the risk of automation. *Economics Letters*, 159, 157-160.
- Atasoy, H., Banker, R. D., & Pavlou, P. A. (2021). Information Technology Skills and Labor Market Outcomes for Workers. *Information Systems Research*. doi:<https://doi.org/10.1287/isre.2020.0975>
- Austin, R., & Hunter, W. (2013). ICT Policy and Implementation in Education: Cases in Canada, Northern Ireland and Ireland. *European Journal of Education*, 48(1), 178-192.
- Autor, D. h (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3-30.
- Autor, D., & Salomons, A. (2018). Is Automation Labor Share-Displacing? Productivity Growth, Employment, and the Labor Share. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1-63.
- Ayub, A. F., Bakar, K. A., & Ismail, R. (2015). Factors predicting teachers' attitudes towards the use of ICT in teaching and learning. *The 22nd National Symposium on Mathematical Sciences (SKSM22)*. Selangor: American Institute of Physics.
- Baacke, D. (1997). *Medienpädagogik*. Tübingen: Niemeyer.

- Baker, N. B., Boustany, M. S., Khater, M., & Haddad, C. (2020). Measuring the indirect effect of the Internet on the relationship between human capital and labor productivity. *International Review of Applied Economics*, 34(6), 821-838.
- Baker, R. S., & Gowda, S. M. (2018). *The 2018 Technology & Learning Insights Report: Towards Understanding App Effectiveness and Cost*. San Francisco: BrightBytes.
- BAKOM & swisstopo. (14. August 2020). Breitbandatlas. Von geo.admin.ch - das Geoportal des Bundes: <https://map.geo.admin.ch/?topic=nga&lang=de&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-grau&catalogNodes=15066,15041> abgerufen
- BAKOM. (2018). *Strategie Digitale Schweiz*. Biel/Bienne: Bundesamt für Kommunikation & Bundesrat.
- BAKOM. (2020). *Strategie Digitale Schweiz*. Biel/Bienne: Bundesamt für Kommunikation & Bundesrat.
- Balanskat, A., Bannister, D., Hertz, B., Sigillò, E., & Vuorikari, R. (2013). *Overview and Analysis of 1:1 Learning Initiatives in Europe*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Bales, S. N., Heckman, J. J., McEwen, B. S., & Rolnick, A. J. (2007). *The Science of Early Childhood Development*. Cambridge, MA: National Scientific Council on the Developing Child.
- Ballantine, J. A., McCourt Larres, P., & Oyelere, P. (2007). Computer usage and the validity of self-assessed computer competence among first-year business students. *Computers & Education*, 49(4), 976-990.
- Balsmeier, B., & Woerter, M. (2019). Is this time different? How digitalization influences job creation and destruction. *Research Policy*, 48(8), 103765.
- Bandemer, H., & Bellmann, A. (1994). *Statistische Versuchsplanung*. Stuttgart, Leipzig: B. G. Teubner Verlagsgesellschaft.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- Bandura, A., & Locke, E. A. (2003). Negative self-efficacy and goal effects revisited. *Journal of Applied Psychology*, 88(1), 87-99.
- Banerjee, A., Cole, S., Duflo, E., & Linden, L. (2007). Remedying Education: Evidence from Two Randomized Experiments in India. *Quarterly Journal of Economics*, 122(3), 1235-1264.
- Barras, J.-L., & Petko, D. (2007). Computer und Internet in Schweizer Schulen: Bestandsaufnahme und Entwicklung von 2001 bis 2007. In B. Hotz-Hart (Hrsg.), *ICT und Bildung: Hype oder Umbruch?* (S. 77-133). Bern: hep.
- Barrense-Dias, Y., Berchtold, A., Akre, C., & Surís, J.-C. (2016). The relation between internet use and overweight among adolescents: a longitudinal study in Switzerland. *International Journal of Obesity*, 40, 45-50.
- Barrera, O., Guriev, S., Henry, E., & Zhuravskaya, E. (2020). Facts, alternative facts, and fact checking in times of post-truth politics. *Journal of Public Economics*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2019.104123>
- Bauernschuster, S., Falck, O., & Woessmann, L. (2014). Surfing alone? The internet and social capital: Evidence from an unforeseeable technological mistake. *Journal of Public Economics*, 117, 73-89.
- Bavelier, D., Green, C. S., & Dye, M. W. (2010). Children, Wired: For Better and for Worse. *Neuron*, 67(5), 692-701.

- Beaudry, P., Doms, M., & Lewis, E. (2010). Should the Personal Computer Be Considered a Technological Revolution? Evidence from U.S. Metropolitan Areas. *Journal of Political Economy*, 118(5), 988-1036.
- Beblavý, M., Baiocco, S., Kilhoffer, Z., Akgüç, M., & Jacquot, a. M. (2019). *Index of Readiness for Lifelong Learning: Changing How Europeans Upgrade Their Skills*. Brüssel: Centre for European Policy Studies & Grow with Google.
- Becker, G. M., Degroot, M. H., & Marschak, J. (1964). Measuring utility by a single-response sequential method. *Behavioral Science*, 9(3), 226-232.
- Bejaković, P., & Mrnjavac, Ž. (2020). The importance of digital literacy on the labour market. *Employee Relation*, 42(4), 921-932.
- Bell, V., Bishop, D. V., & Przybylski, A. K. (12. August 2015). The debate over digital technology and young people needs less shock and more substance. Editorial: *British Medical Journal*.
- Benitti, F. B. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.
- Benitti, F. B., & Spolaôr, N. (2017). How Have Robots Supported STEM Teaching? In M. S. Khine (Hrsg.), *Robotics in STEM Education: Redesigning the Learning Experience* (S. 103-129). Cham: Springer.
- Bentsen, K. H., Munch, J. R., & Schaur, G. (2019). Education spillovers within the workplace. *Economics Letters*, 175, 57-59.
- Berchtold, A., Akre, C., Barrense-Dias, Y., Zimmermann, G., & Surís, J.-C. (2018). Daily internet time: towards an evidence-based recommendation? *European Journal of Public Health*, 28(4), 647-651.
- Berghe, R. v., Verhagen, J., Oudgenoeg-Paz, O., Ven, S. v., & Leseman, P. (2018). Social Robots for Language Learning: A Review. *Review of Educational Research*, 89(2), 259-295.
- Bergman, P., & Chan, E. W. (Mai 2017). Leveraging Parents through Low-Cost Technology: The Impact of High-Frequency Information on Student Achievement. CESifo Working Paper Series No. 6493. München: Munich Society for the Promotion of Economic Research □ CESifo.
- Bergman, P., & Rogers, T. (19. June 2017). Is This Technology Useless? How Seemingly Irrelevant Factors Affect Adoption and Efficacy. HKS Working Paper No. RWP17-021. Cambridge: Harvard Kennedy School.
- Bernath, J., Suter, L., Waller, G., Külling, C., Willemse, I., & Süß, D. (2020). *JAMES – Jugend, Aktivitäten, Medien – Erhebung Schweiz*. Zürich: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145-157.
- Beyens, I., Valkenburg, P. M., & Piotrowski, J. T. (2018). Screen media use and ADHD-related behaviors: Four decades of research. *PNAS*, 115(40), 9875-9881.
- BFS. (2016). *Landesindex der Konsumentenpreise (Dezember 2015 = 100): Methodische Grundlagen*. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.
- BFS. (7. April 2020a). *Gesamtindikatoren - Haushalte und Bevölkerung*. Informationsgesellschaft [Tabellen]. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik. Von <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kultur-medien-informationsgesellschaft-sport/informationsgesellschaft/gesamtindikatoren.html> abgerufen

BFS. (7. April 2020b). IKT-Ausstattung und Ausgaben, Internationaler Vergleich. Abgerufen am 18. August 2020 von Bundesamt für Statistik: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kultur-medien-informationsgesellschaft-sport/informationsgesellschaft/gesamtindikatoren/haushalte-bevoelkerung/ikt-ausstattung-ausgaben.html>

BFS. (4. April 2020c). Internetnutzung [Tabelle]. Abgerufen am 20. August 2020 von Gesamtindikatoren Informationsgesellschaft: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kultur-medien-informationsgesellschaft-sport/informationsgesellschaft/gesamtindikatoren/haushalte-bevoelkerung/internetnutzung.html>

BFS. (17. Juli 2020d). Steckbrief – Erhebung / Statistik: Mikrozensus Aus- und Weiterbildung (MZB). Abgerufen am 23. März 2021 von BFS Webseite: <https://www.bfs.admin.ch/bfsstatic/dam/assets/13647955/master>

Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining Twenty-First Century Skills. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Hrsg.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (S. 17-66). Dordrecht: Springer.

Blank, G., & Grosej, D. (2014). Dimensions of Internet use: amount, variety, and types. *Information, Communication & Society*, 17(4), 417-435.

Blank, G., & Lutz, C. (2018). Benefits and harms from Internet use: A differentiated analysis of Great Britain. *New Media & Society*, 20(2), 618-640.

Bless, G., Bonvin, P., & Schüpbach, M. (2004). *Klassenwiederholung: Determinanten, Wirkungen und Konsequenzen*. Bern: Haupt.

Bloom, H. S., Hill, C. J., Black, A. R., & Lipsey, M. W. (2008). Performance Trajectories and Performance Gaps as Achievement Effect-Size Benchmarks for Educational Interventions. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 1(4), 289-328.

Botturi, L., Bramani, C., & McCusker, S. (2012). Boys are like Girls: Insights in the Gender Digital Divide in Higher Education in Switzerland and Europe. *Journal of Universal Computer Science*, 18(3), 353-376.

Bower, M. (2017). *Design of Technology-Enhanced Learning: Integrating Research and Practice*. Bingley: Emerald Publishing.

Brinda, T., Diethelm, I., Gemulla, R., Romeike, R., Schöning, J., Schulte, C., . . . Ho, J. (2016). *Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der digitalen vernetzten Welt*. Berlin: Gesellschaft für Informatik e.V.

Broer, M., Bai, Y., & Fonseca, F. (2019). *Socioeconomic Inequality and Educational Outcomes: Evidence from Twenty Years of TIMSS*. Cham: Springer.

Brütsch, E. (2017). *Lernmedien in den Kantonen der Nordwestschweiz*. Baden: Nordwestschweizerische Erziehungsdirektorenkonferenz (NW EDK).

Brynjolfsson, E., & Oh, J. H. (2012). The Attention Economy: Measuring the Value of Free Digital Services on the Internet. *International Conference on Information Systems*. Orlando: Association for Information Systems.

Brynjolfsson, E., Colli, A., Diewert, W. E., Eggers, F., & Fox, K. J. (März 2019). *GDP-B: Accounting for the Value of New and Free Goods in the Digital Economy*. NBER Working Paper 25695. Cambridge: National Bureau of Economic Research.

Brynjolfsson, E., Collis, A., & Eggers, F. (2019). Using massive online choice experiments to measure changes in well-being. *PNAS*, 116(15), 7250-7255.

Brynjolfsson, E., Rock, D., & Syverson, C. (2019). Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: A Clash of Expectations and Statistics. In A. Agrawal, J. Gans, & A. Goldfarb (Hrsg.), *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda* (S. 23-57). Chicago: University of Chicago Press.

BSS. (2020). *Fachkräfteindex 2020*. Basel: BSS Volkswirtschaftliche Beratung AG .

Bucher, M., & Zemp, B. (2019). *Studentafeln zum Lehrplan 21*. Luzern: BKZ. Abgerufen am 27. November 2020 von https://regionalkonferenzen.ch/sites/default/files/2019-09/Studentafeln_2017-2019_Stand%202019-09-05_2.pdf

Büchi, M., Festic, N., & Latzer, M. (2018). How Social Well-Being Is Affected by Digital Inequalities. *International Journal of Communication*, 12, 3686-3706.

Büchi, M., Festic, N., & Latzer, M. (2019). Digital Overuse and Subjective Well-Being in a Digitized Society. *Social Media + Society*, 5(4). doi:<https://doi.org/10.1177/2056305119886031>

Büchi, M., Just, N., & Latzer, M. (2016). Caring is not enough: the importance of Internet skills for online privacy protection. *Information, Communication & Society*, 20(8), 1261-1278.

Buchli, J. A. (2017). *Umfrage bezüglich ICT-Infrastruktur an der Bündner Volksschule: Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse*. Chur: Amt für Volksschule und Sport, Kanton Graubünden.

Buchmann, M., Buchs, H., & Gnehm, A.-S. (2020). Die Nachfrage nach IT-Kenntnissen auf dem schweizerischen Arbeitsmarkt. *Social Change in Switzerland*(24). doi:10.22019/SC-2020-00008

Buchmann, M., Buchs, H., & Gnehm, A.-S. (2020a). Occupational Inequality in Wage Returns to Employer Demand for Types of Information and Communications Technology (ICT) Skills: 1991–2017. *KZfSS Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 72, 455-482.

Buchmann, M., Buchs, H., & Gnehm, A.-S. (2020b). Die Nachfrage nach IT-Kenntnissen auf dem schweizerischen Arbeitsmarkt. *Social Change in Switzerland*(24). doi:10.22019/SC-2020-00008

Buckley, J. (2. Juni 2009). *Cross-National Response Styles in International Educational Assessments: Evidence from PISA 2006*. New York: New York University. Von https://edsurveys.rti.org/PISA/documents/Buckley_PISAresponsestyle.pdf abgerufen

Buechel, E., & Berger, J. (2012). Facebook Therapy? Why People Share Self-Relevant Content Online. In Z. Gürhan-Canli, C. Otnes, & R. Zhu (Hrsg.), *Advances in Consumer Research* (S. 203-208). Duluth: Association for Consumer Research.

Bughin, J., Ziegler, M., Mischke, J., Wenger, F., Reich, A., Läubli, D., . . . Schmidt, M. (2018). *The Future of Work: Switzerland's Digital Opportunity*. Zürich & Genève: McKinsey & Company Switzerland.

Bulman, G., & Fairlie, R. W. (May 2016). *Technology and Education: Computers, Software, and the Internet*. NBER Working Paper No. 22237. Washington: National Bureau of Economic Research.

Bundesrat. (2017). *Auswirkungen der Digitalisierung auf Beschäftigung und Arbeitsbedingungen – Chancen und Risiken: Bericht des Bundesrates in Erfüllung der Postulate 15.3854 Reynard vom 16.09.2015 und 17.3222 Derder vom 17.03.2017*. Bern: Bundesrat der Schweizerischen Eidgenossenschaft.

Butler, C., Pimenta, R., Tommerdahl, J., Fuchs, C. T., & Caçola, P. (2019). Using a handwriting app leads to improvement in manual dexterity in kindergarten children. *Research in Learning Technology*, 27. doi:10.25304/rlt.v27.2135

- Byrne, D., Dunn, W., & Pinto, E. (5. Dezember 2016). Prices and Depreciation in the Market for Tablet Computers. Von FEDS Notes: <https://www.federalreserve.gov/econresdata/notes/feds-notes/2016/prices-and-depreciation-in-the-market-for-tablet-computers-20161205.html> abgerufen
- Caeli, E. N., & Bundsgaard, J. (2019). Datalogisk tænkning og teknologiforståelse i folkeskolen tur-retur. *Tidsskriftet Læring Og Medier (LOM)*, 11(19), 30.
- Caena, F. (2011). Literature review Quality in Teachers' continuing professional development. Brüssel: European Commission.
- Caena, F., & Redecker, C. (2019). Aligning teacher competence frameworks to 21st century challenges: The case for the European Digital Competence Framework for Educators (Digcompedu). *European Journal of Education*, 54(3), 356-369.
- Calo, R. (2017). Artificial Intelligence Policy: A Primer and Roadmap. doi:<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3015350>
- Calvo, S., & Zampieri, S. (2017). ICILS 2013: Come comunicano gli adolescenti ticinesi con le nuove tecnologie. Locarno: Centro innovazione e ricerca sui sistemi educativi.
- Camerini, A.-L., Quinto, S., & Cafaro, T. (2015). L'uso dei media, il rendimento scolastico e il comportamento sociale degli alunni a scuola. *Scuola Ticinese*, 322, 69–73.
- Camerini, A.-L., Schulz, P. J., & Jeannet, A.-M. (2017). The social inequalities of Internet access, its use, and the impact on children's academic performance: Evidence from a longitudinal study in Switzerland. *New Media & Society*, 20(7), 2489-2508.
- Campante, F., Durante, R., & Sobbrino, F. (2018). Politics 2.0: The Multifaceted Effect of Broadband Internet on Political Participation. *Journal of the European Economic Association*, 16(4), 1094–1136.
- Campuzano, L., Dynarski, M., Agodini, R., & Rall, K. (2009). Effectiveness of Reading and Mathematics Software Products: Findings From Two Student Cohorts. Washington D.C.: U.S. Department of Education, Institute of Education Sciences.
- Card, D. (1999). Chapter 30 - The Causal Effect of Education on Earnings. In O. C. Ashenfelter, & D. Card (Hrsg.), *Handbook of Labour Economics* (S. 1801-1863). Amsterdam, u. a. : North Holland.
- Carretero, S., Vuorikari, R., & Punie, Y. (2017). DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens - With Eight Proficiency Levels and Examples of Use. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Carson, R. T., Groves, T., & List, J. A. (2014). Consequentiality: A Theoretical and Experimental Exploration of a Single Binary Choice. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 1(1/2), 171-207.
- Carter, S. P., Greenberg, K., & Walker, M. S. (2017). The impact of computer usage on academic performance: Evidence from a randomized trial at the United States Military Academy. *Economics of Education Review*, 56, 118-132.
- Caruso, V., Cattaneo, A. A., & Gurtner, J.-L. (2020). Exploring the Potential of Learning Documentation as a Boundary Object in the Swiss Vocational Education and Training System. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, 29, 213-232.
- Castaño-Muñoz, J., Kreijns, K., Kalz, M., & Punie, Y. (2017). Does digital competence and occupational setting influence MOOC participation? Evidence from a cross-course survey. *Journal of Computing in Higher Education*, 29, 28-46.

- Castellacci, F., & Tveito, V. (2018). Internet use and well-being: A survey and a theoretical framework. *Research Policy*, 47(1), 308-325.
- Cattaneo, A. (2018). Wie können digitale Technologien im Unterricht effektiv eingesetzt werden? In J. Schweri, I. Trede, & I. Dauner (Hrsg.), *Digitalisierung und Berufsbildung. Herausforderungen und Wege in die Zukunft. OBS EHB Trendbericht 3* (S. 18-21). Zollikofen: Eidgenössisches Hochschulinstitut für Berufsbildung EHB.
- Cattaneo, A. A., Gurtner, J.-L., & Felder, J. (2021). Digital tools as boundary objects to support connectivity in dual vocational education: Towards a definition of design principles. In E. Kyndt, & S. Beusaert (Hrsg.), *At the intersection of (continuous) education and work: Practices and underlying principles*. London: Routledge.
- Cattaneo, A. A., Motta, E., & Gurtner, J.-L. (2015). Evaluating a Mobile and Online System for Apprentices' Learning Documentation in Vocational Education: Usability, Effectiveness and Satisfaction. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 7(3), 40-58.
- Cecchini, A., & Dutrévis, M. (2020). *Le Baromètre de l'école: Enquête sur l'école à la maison durant la crise sanitaire du Covid-19*. Genève: Service de la recherche en éducation (SRED).
- Cerasoli, C. P., Alliger, G. M., Donsbach, J. S., Mathieu, J. E., Tannenbaum, S. I., & Orvis, K. A. (2018). Antecedents and Outcomes of Informal Learning Behaviors: a Meta-Analysis. *Journal of Business and Psychology*, 33, 203-230.
- Cha, H., & So, H.-J. (2020). Integration of Formal, Non-formal and Informal Learning Through MOOCs. In D. Burgos (Hrsg.), *Radical Solutions and Open Science. Lecture Notes in Educational Technology* (S. 135-158). Singapore: Springer.
- Chang, I.-H. (2012). The effect of principals' technological leadership on teachers' technological literacy and teaching effectiveness in Taiwanese elementary schools. *Educational Technology & Society*, 15(2), 328-340.
- Chatterji, A. K. (2018). Innovation and American K-12 Education. In J. Lerner, & S. Stern (Hrsg.), *Innovation Policy and the Economy, Volume 18* (S. 27-51). Chicago: University of Chicago Press.
- Chauhan, S. (2017). A meta-analysis of the impact of technology on learning effectiveness of elementary students. *Computers & Education*, 105, S. 14-30.
- Chen, R.-J. (2010). Investigating models for preservice teachers' use of technology to support student-centered learning. *Computers & Education*, 55(1), 32-42.
- Chen, W., & Wellman, B. (2005). Charting Digital Divides: Comparing Socioeconomic, Gender, Life Stage, and Rural-Urban Internet Access and Use in Five Countries. In W. H. Dutton, B. Kahin, R. O'Callaghan, & A. W. Wyckoff (Hrsg.), *Transforming Enterprise: The Economic and Social Implications of Information Technology* (S. 467-497). Cambridge, MA: MIT Press.
- Cheng, C., Chan, L., & Chau, C.-I. (2020). Individual differences in susceptibility to cybercrime victimization and its psychological aftermath. *Computers in Human Behavior*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106311>
- Cheryan, S., Plaut, V. C., Handron, C., & Hudson, L. (2013). The Stereotypical Computer Scientist: Gendered Media Representations as a Barrier to Inclusion for Women. *Sex Roles*, 69, 58-71.
- Chetty, R., Friedman, J. N., & Rockoff, J. E. (2014). Measuring the Impacts of Teachers II: Teacher Value-Added and Student Outcomes in Adulthood. *American Economic Review*, 104(9), 2633-2679.

- Chiacchio, F., Petropoulos, G., & Pichler, D. (18. April 2018). The impact of industrial robots on EU employment and wages: A local labour market approach . Bruegel Working Paper No. 2018/02. Brussels: Bruegel.
- Christensen, G., Steinmetz, A., Alcorn, B., Bennett, A., Woods, D., & Emanuel, E. (6. November 2013). The MOOC Phenomenon: Who Takes Massive Open Online Courses and Why? Philadelphia: University of Pennsylvania. doi:<https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2350964>
- Christensen, R. (2002). Effects of technology integration education on the attitudes of teachers and students. *Journal of Research on Technology in Education*, 34(4), 411–433.
- Christensen, R. W., & Knezek, G. A. (2009). Construct Validity for the Teachers' Attitudes Toward Computers Questionnaire. *Journal of Computing in Teacher Education*, 25(4), 143-155.
- Christensen, R., Eichhorn, K., Prestridge, S., Petko, D., Sligte, H., Baker, R., . . . Knezek, G. (2018). Supporting Learning Leaders for the Effective Integration of Technology into Schools. *Technology, Knowledge and Learning*, 23(3), 457-472.
- CIIP. (2014). Accès aux ressources numériques : identification, authentification et navigation entre les plateformes et les portails officiels : recommandations de la CORENE. Neuchâtel: Conférence intercantonale de l'instruction publique de Suisse romande et du Tessin.
- CIIP. (2018). Adoption d'un plan d'action et lancement des travaux de coopération en faveur de l'éducation numérique dans l'espace latin de la formation : décision de l'assemblée plénière de la CIIP du 22 novembre 2018. Neuchâtel: Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin.
- Clough, G., Jones, A., McAndrew, P., & Scanlon, E. (2008). Informal learning with PDAs and smart-phones. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24, 359-371.
- Cochran, W. G., & Cox, G. M. (1992). *Experimental Designs*. New York: John Wiley and Sons.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Hillsdale: Erlbaum.
- Cohen, J. F., & Parsotam, P. (2010). Intentions to Pursue a Career in Information Systems and Technology: An Empirical Study of South African Students. In N. Reynolds, & M. Turcsányi-Szabó (Hrsg.), *KCKS: IFIP International Conference on Key Competencies in the Knowledge Society* (S. 56-66). Brisbane: Springer.
- Cohen, P., Hahn, R., Hall, J., Levitt, S., & Metcalfe, R. (September 2016). Using Big Data to Estimate Consumer Surplus: The Case of Uber. NBER Working Paper 22627. Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- Comi, S. L., Argentin, G., Gui, M., Origo, F., & Pagani, L. (2017). Is it the way they use it? Teachers, ICT and student achievement. *Economics of Education Review*, 56, 24-39.
- Conard, M. A., & Marsh, R. F. (2014). Interest level improves learning but does not moderate the effects of interruptions: An experiment using simultaneous multitasking. *Learning and Individual Differences*, 30, 112-117.
- Conrads, J., Rasmussen, M., Winters, N., Geniet, A., Langer, L., Redecker, C., . . . Punie, Y. (2017). *Digital Education Policies in Europe and Beyond: Key Design Principles for More Effective Policies*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Conway, P. F., Murphy, R., Rath, A., & Hall, K. (2009). *Learning to teach and its implications for the continuum of teacher education: A nine-country cross-national study*. Cork: University College Cork and Teaching Council of Ireland.

Cosgrove, J., Moran, E., Feerick, E., & Duggan, A. (2019). Digital Learning Framework (DLF) national evaluation – starting off: Baseline report. Dublin: Educational Research Centre.

Costello, K., & Rimol, M. (9. Juli 2020). Gartner Says Worldwide PC Shipments Grew 2.8% in Second Quarter of 2020. Abgerufen am 29. September 2020 von Gartner: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-07-09-gartner-says-worldwide-pc-shipments-grew-2point8-percent-in-second-quarter-of-2020>

Cox, M. J. (2013). Formal to informal learning with IT: research challenges and issues for e-learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(1), 85-105.

Craft, S., Ashley, S., & Maksl, A. (2017). News media literacy and conspiracy theory endorsement. *Communication and the Public*, 2(4), 388-401.

Cresswell, J., Schwantner, U., & Waters, C. (2015). *A Review of International Large-Scale Assessments in Education: Assessing Component Skills and Collecting Contextual Data*. Washington: PISA, The World Bank.

Crotta, F., Ambrosetti, A., & Salvisberg, M. (2019). Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT) in Schulen. In K. PISA.ch, *PISA 2018: Schülerinnen und Schüler der Schweiz im internationalen Vergleich* (S. 39-58). Bern und Genf: SBFI/EDK und Konsortium PISA.ch.

Cuban, L. (2001). *Oversold and Underused: Computers in the Classroom*. Cambridge, London: Harvard University Press.

Cuendet, S., Bonnard, Q., Do-Lenh, S., & Dillenbourg, P. (2013). Designing augmented reality for the classroom. *Computers & Education*, 68, 557-569.

Cuendet, S., Jermann, P., & Dillenbourg, P. (2012). Tangible interfaces: when physical-virtual coupling may be detrimental to learning. In C. Bowers (Hrsg.), *Proceedings of HCI 2012: The 26th BCS Conference on Human Computer Interaction*. Birmingham: British Informatics Society.

Cukurova, M., & Luckin, R. (2018). Measuring the Impact of Emerging Technologies in Education: A Pragmatic Approach. In J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Hrsg.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (S. 1181-1199). Cham: Springer.

Cunha, F., Heckman, J. J., Lochner, L., & Masterov, D. V. (2006). Interpreting the Evidence on Life Cycle Skill Formation. In E. Hanushek, & F. Welch (Hrsg.), *Handbook of the Economics of Education* (Bd. 1, S. 697-812). Elsevier.

Dauth, W., Findeisen, S., Suedekum, J., & Woessner, N. (2021). The Adjustment of Labor Markets to Robots. *Journal of the European Economic Association*, im Erscheinen.

Davies, R. S., & West, R. E. (2014). Technology Integration in Schools. In M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. Bishop (Hrsg.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (S. 841-853). New York: Springer.

Davis, F. A. (20. Dezember 1985). A technology acceptance model for empirically testing new end-users information systems: Theory and results. Dissertation. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology.

De Grip, A., & Sauermann, J. (2012). The Effects of Training on Own and Co-worker Productivity: Evidence from a Field Experiment. *The Economic Journal*, 122(560), 376-399.

De Grip, A., Sauermann, J., & Sieben, I. (2016). The role of peers in estimating tenure-performance profiles: Evidence from personnel data. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 126(Part A), 39-54.

de Hoyos, M., Green, A. E., Barnes, S.-A., Behle, H., Baldauf, B., & Owen, D. (2013). ICT and Employability. JRC Technical Reports: Literature Review on Employability, Inclusion and ICT - Report 2. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

De Witte, K., & López-Torres, L. (2017). Efficiency in education: a review of literature and a way forward. *Journal of the Operational Research Society*, 68(4), 339-363. doi:10.1057/jors.2015.92

D-EDK. (29. Februar 2016). Modul Medien und Informatik. Abgerufen am 23. April 2020 von Lehrplan 21: <https://v-ef.lehrplan.ch/index.php?code=b%7C10%7C0&da=yes>

D-EDK. (2020). Lehrplan 21: Kantone. Abgerufen am 22. Mai 2020 von Lehrplan 21: <https://lehrplan21.ch/kantone>

Degen, K., Ragni, T., Bieri, D., & Marti, S. (2016). Fachkräftemangel in der Schweiz: Indikatorensystem zur Beurteilung der Fachkräftenachfrage. Bern: Staatssekretariat für Wirtschaft SECO.

Deloitte & Ipsos MORI. (2019). 2nd Survey of Schools: ICT in Education - Objective 1: Benchmark progress in ICT in schools. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Dengler, K., & Matthes, B. (14. Dezember 2015). Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt: Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland. IAB-Forschungsbericht No. 11/2015. Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit.

Devine, J. (14. März 2019). The story of SELFIE: from conceptual framework to practical tool. Abgerufen am 6. März 2020 von European Commission: SELFIE News: https://ec.europa.eu/education/schools-go-digital/selfie_news/the-story-of-selfie-from-conceptual-framework-to-practical-tool_en

DeWitt, D., Alias, N., Siraj, S., Yaakub, M. Y., Ayob, J., & Ishak, R. (2013). The potential of Youtube for teaching and learning in the performing arts. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 103, 1118-1126.

Dexter, S. (2018). The Role of Leadership for Information Technology in Education: Systems of Practices. In J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Hrsg.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (S. 484-498). Cham: Springer.

Dickerson Mayes, S., Calhoun, S. L., Bixler, E. O., & Zimmerman, D. N. (2009). IQ and neuropsychological predictors of academic achievement. *Learning and Individual Differences*, 19(2), 238-241.

Dimaggio, P., Hargittai, E., Celeste, C., & Shafer, S. (2004). Digital inequality: From unequal access to differentiated use. In K. Neckerman (Hrsg.), *Social Inequality* (S. 355-400). New York: Russell Sage Foundation.

Döbeli Honegger, B., Hielscher, M., & Hartmann, W. (2018). Lehrmittel in einer digitalen Welt. Expertenbericht im Auftrag der Interkantonalen Lehrmittelzentrale (ilz). Rapperswil: Interkantonale Lehrmittelzentrale ilz.

Donati, D. (2018). Mobile Internet access and political outcomes: Evidence from South Africa. The 11th Digital Economics Conference. Toulouse: Toulouse School of Economics.

Duckworth, A. L., & Seligman, M. E. (2005). Self-Discipline Outdoes IQ in Predicting Academic Performance of Adolescents. *Psychological Science*, 16(12), 939-944.

Dunn, J., Gray, C., Moffett, P., & Mitchell, D. (2016). 'It's more funner than doing work': children's perspectives on using tablet computers in the early years of school. *Early Child Development and Care*, 188(6), 819-831.

- Durff, L., & Carter, M. (2019). Overcoming Second-Order Barriers to Technology Integration in K–5 Schools. *Journal of Educational Research and Practice*, 9(1), 246–260.
- Dwyer, D. C., Ringstaff, C., & Sandholtz, J. H. (1989). *The evolution of teachers' instructional beliefs and practices in high-access-to-technology classrooms: First–fourth year findings*. Cupertino: Apple Computer, Inc.
- EDK. (2007). *Strategie der EDK im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT) und Medien*. Bern: Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren.
- EDK. (16. Juni 2011). *Nationale Bildungsziele*. Abgerufen am 16. Juni 2021 von Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren: https://www.edk.ch/de/themen/harmos/nationale-bildungsziele?set_language=de
- EDK. (2018a). *Digitalisierungsstrategie: Strategie der EDK vom 21. Juni 2018 für den Umgang mit Wandel durch Digitalisierung im Bildungswesen*. Bern: Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren.
- EDK. (2018b). *Reglement über die Anerkennung der Abschlüsse von Fachmittelschulen*. Bern: Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren.
- EDK. (2019). *Massnahmen zur Digitalisierungsstrategie der EDK: EDK-Arbeitsplan zur Strategie vom 21. Juni 2018 für den Umgang mit Wandel durch Digitalisierung im Bildungswesen*. Bern: Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren.
- educa.ch (2019): *Daten in der Bildung – Daten für die Bildung. Grundlagen und Ansätze zur Entwicklung einer Datennutzungspolitik für den Bildungsraum Schweiz*. Bern
- edudoc.ch. (Dezember 2020). *Digitalisierung im Bildungssystem: kantonale Konzepte*. Abgerufen am 3. Dezember 2020 von edudoc.ch Schweizerischer Dokumentenserver Bildung: <https://edudoc.ch/search?ln=de&cc=digitalisierungskonzepte>
- éduscol. (21. März 2019). *PROFITEC 2018: Connaître les pratiques numériques des enseignants*. Abgerufen am 11. September 2020 von L'enquête PROFETIC sur les pratiques numériques des enseignants: https://cache.media.eduscol.education.fr/file/ETIC_et_PROFETIC/51/8/Rapport_PROFE-TIC_2018_v8_1098518.pdf
- Eickelmann, B. (2018). *Cross-National Policies on Information and Communication Technology in Primary and Secondary Schools: An International Perspective*. In J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Hrsg.). Cham: Springer.
- Eickelmann, B., & Vennemann, M. (2017). *Teachers' attitudes and beliefs regarding ICT in teaching and learning in European countries*. *European Educational Research Journal*, 16(6), 733-761.
- Eickelmann, B., Bos, W., Gerick, J., & Kahnert, J. (2014a). *Anlage, Durchführung und Instrumentierung von ICILS 2013*. In W. Bos, B. Eickelmann, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, . . . H. Wendt (Hrsg.), *ICILS 2013: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich* (S. 336). Münster: Waxmann.
- Eickelmann, B., Schaumburg, H., Drossel, K., & Lorenz, R. (2014b). *Schulische Nutzung von neuen Technologien in Deutschland im internationalen Vergleich*. In W. Bos, B. Eickelmann, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, . . . H. Wendt (Hrsg.), *ICILS 2013: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich* (S. 197-229). Münster: Waxmann.
- Enikolopov, R., Makarin, A., & Petrova, M. (2020). *Social Media and Protest Participation: Evidence from Russia*. *Econometrica*, 88(4), 1479-1514.

- ENLACES. (2011). SIMCETIC: Sistema Nacional de Medición de Competencias TIC en Estudiantes: Documentación Técnica 2011. Santiago de Chile: Ministerio de Educación, Centro de Educación y Tecnología.
- Erstad, O., & Voogt, J. (2018). The Twenty-First Century Curriculum: Issues and Challenges. In J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Hrsg.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (S. 20-36). Cham, Springer.
- Ertmer, P. A. (1999). Addressing first- and second order barriers to change: Strategies for technology integration. *Educational Technology Research and Development*, 47(4), 47-61.
- Ertmer, P. A. (2005). Teacher pedagogical beliefs: The final frontier in our quest for technology integration? *Educational Technology Research and Development*, 53, 25–39.
- Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2010). Teacher Technology Change: How Knowledge, Confidence, Beliefs, and Culture Intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(3), 255-284.
- Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. T., Sadik, O., Sendurur, E., & Sendurur, P. (2012). Teacher beliefs and technology integration practices: A critical relationship. *Computers & Education*, 59(2), 423-435.
- Erzinger, A. B., Hauser, M., Dutrevis, M., Hascher, T., Keller, R., Lenz, P., & Soucis, A. (2019). Erläuterungen zu den Skalen des Kontextfragebogens der ÜGK Sprachen 2017: Theoretischer Hintergrund, Inhalte und Konstrukte. Bern und St. Gallen: Universität Bern, Pädagogische Hochschule St. Gallen, Service de la recherche en éducation (SRED), Universität Fribourg.
- Escueta, M., Quan, V., Nickow, A. J., & Oreopoulos, P. (August 2017). *Education Technology: An Evidence-Based Review*. NBER Working Paper No. 23744. Washington: National Bureau of Economic Research.
- Estacio, E. V., Whittle, R., & Protheroe, J. (2019). The digital divide: Examining socio-demographic factors associated with health literacy, access and use of internet to seek health information. *Journal of Health Psychology*, 24(12), 1668-1675.
- EUN Working Group [EUN-WG] on ICT in education Indicators. (2017). Comparative analysis of the European surveys on ICT at school. Brussels: European Schoolnet. Von <http://www.eun.org/documents/411753/817341/European+Schoolnet+Indicators+WG+-+FINAL+REPORT.pdf/cdb21816-b151-47ca-9b85-243e314c0525> abgerufen
- European Commission. (2013a). Supporting teacher competence development for better learning outcomes. Brüssel: European Commission.
- European Commission. (2013b). Survey of Schools: ICT in Education. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- European Commission/EACEA/Eurydice. (2011). Schlüsselzahlen zum Einsatz von IKT für Lernen und Innovation an Schulen in Europa 2011. Brüssel: Exekutivagentur Bildung, Audiovisuelles und Kultur.
- European Commission/EACEA/Eurydice. (2019). Digital Education at School in Europe: Eurydice Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- European Schoolnet. (2010). Tool 2.1 - Future Classroom Model. Abgerufen am 5. März 2020 von Future Classroom Lab: <http://fcl.eun.org/tool2p1>

- Eurostat. (11. März 2019a). ESMS Indicator Profile: Individuals who have basic or above basic overall digital skills by sex (tepsr_sp410). Abgerufen am 5. Februar 2021 von Eurostat Metadata: https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/tepsr_sp410_esmsip2.htm
- Eurostat. (11. März 2019b). Individuals who have basic or above basic overall digital skills by sex (tepsr_sp410). Euro SDMX Metadata Structure Indicator Profile. Luxembourg: Eurostat, the statistical office of the European Union.
- Evangelista, R., Guerrieri, P., & Meliciani, V. (2014). The Economic Impact of Digital Technologies in Europe. *Economics of Innovation and New Technology*, 23(8), 802-824.
- Falck, O., Gold, R., & Heblich, S. (2014). E-lections: Voting Behavior and the Internet. *American Economic Review*, 104(7), 2238-2265.
- Falck, O., Heimisch-Roecker, A., & Wiederhold, S. (2020). Returns to ICT skills. *Research Policy*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.104064>
- Falck, O., Mang, C., & Woessmann, L. (2018). Virtually No Effect? Different Uses of Classroom Computers and their Effect on Student Achievement. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 80(1), 1-38.
- Farrell, H. (2012). The Consequences of the Internet for Politics. *Annual Review of Political Science*, 15, 35-52.
- Fauquet-Alekhine, P. (2015). Harmful threshold of ICT distraction on the learning process. *International Journal of Science and Engineering Investigations*, 4(43), 62-69.
- FDK. (2017). Handbuch Harmonisiertes Rechnungslegungsmodell für die Kantone und Gemeinden HRM2. Bern: Konferenz der kantonalen Finanzdirektorinnen und Finanzdirektoren.
- Fehrmann, P. G., Keith, T. Z., & Reimers, T. M. (1987). Home Influence on School Learning: Direct and Indirect Effects of Parental Involvement on High School Grades. *The Journal of Educational Research*, 80(6), 330-337.
- Ferguson, C. J. (2015). Do Angry Birds Make for Angry Children? A Meta-Analysis of Video Game Influences on Children's and Adolescents' Aggression, Mental Health, Prosocial Behavior, and Academic Performance. *Perspectives on Psychological Science*, 10(5), 646-666.
- Fernández-Macías, E. (2018). Automation, digitalisation and platforms: Implications for work and employment . Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Fishbein, M. A., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behaviour: An introduction to theory and research*. Reading: Addison-Wesley.
- Flamholtz, E., & Randle, Y. (2014). Implications of organizational Life Cycles for Corporate Culture and Climate. In B. Schneider, & K. M. Barbera (Hrsg.), *The Oxford Handbook of Organizational Climate and Culture* (S. 235-256). Oxford: Oxford University Press.
- Fleischmann, A., Sieverding, M., Hespeneide, U., Weiß, M., & Koch, S. C. (2016). See feminine – Think incompetent? The effects of a feminine outfit on the evaluation of women's computer competence. *Computers & Education*, 95, 63-74.
- Forman, C., Goldfarb, A., & Greenstein, S. (2012). The Internet and Local Wages: A Puzzle. *American Economic Review*, 102(1), 556-575.
- Forsman, A. K., & Nordmyr, J. (2017). Psychosocial Links Between Internet Use and Mental Health in Later Life: A Systematic Review of Quantitative and Qualitative Evidence. *Journal of Applied Gerontology*, 36(12), 1471-1518.

- Frailon, J., Ainley, J., Schulz, W., Duckworth, D., & Friedman, T. (2019b). IEA International Computer and Information Literacy Study 2018: Assessment Framework. Amsterdam: International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
- Frailon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T., & Duckworth, D. (2019a). Preparing for Life in a Digital World: IEA International Computer and Information Literacy Study 2018, International Report. Amsterdam: The International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
- Frailon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T., & Gebhardt, E. (2014). Preparing for Life in a Digital Age: The IEA International Computer and Information Literacy Study International Report. Cham: Springer.
- Frailon, J., Schulz, W., Friedman, T., Ainley, J., & Gebhardt, E. (2015). ICILS 2013: Technical Report. Amsterdam: International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280.
- Fritic. (2019). Informatikausrüstung und deren Unterhalt in den Freiburger Schulen 2017: Ergebnisse der im Jahr 2018 durchgeführten Umfrage. Freiburg i. Ü.: Fachstelle Fritic, Staat Freiburg.
- Furman, J., & Seamans, R. (2019). AI and the Economy. In J. Lerner, & S. Stern (Hrsg.), *Innovation Policy and the Economy* (S. 161-191). Washington, DC: National Bureau of Economic Research.
- Furuya-Kanamori, L., & Doi, S. A. (2016). Angry Birds, Angry Children, and Angry Meta-Analysts: A Reanalysis. *Perspectives on Psychological Science*, 11(3), 408-414.
- Galos, S. K. (April 2018). Investigating Students' Perceptions of the Learning Environment, Use of ICT, Self-Efficacy, and Enjoyment in Primary School Classrooms: Effects and Determinants. Doctoral Thesis. Perth: Curtin University.
- Garland, K., & Noyes, J. (2005). Attitudes and confidence towards computers and books as learning tools: a cross-sectional study of student cohorts. *British Journal of Educational Technology*, 36(1), 85-91.
- Gaudreau, P., Miranda, D., & Gareau, A. (2014). Canadian university students in wireless classrooms: What do they do on their laptops and does it really matter? *Computers & Education*, 70, 245-255.
- Gavazza, A., Nardotto, M., & Valletti, T. (2019). Internet and Politics: Evidence from U.K. Local Elections and Local Government Policies. *The Review of Economic Studies*, 86(5), 2092-2135.
- Gebhardt, E., Ainley, J., Thomson, S., & Hillman, K. (2019). Gender Differences in Computer and Information Literacy: An In-depth Analysis of Data from ICILS. Cham: Springer.
- Genlott, A. A., & Grönlund, Å. (2016). Closing the gaps – Improving literacy and mathematics by ict-enhanced collaboration. *Computers & Education*, 99, 68-80.
- Gerber, B. L., Cavallo, A. M., & Marek, E. A. (2001). Relationships among informal learning environments, teaching procedures and scientific reasoning ability. *International Journal of Science Education*, 23(5), 535-549.
- Gerth, S., Klassert, A., Dolk, T., Fliesser, M., Fischer, M. H., Nottbusch, G., & Festman, J. (2016). Is Handwriting Performance Affected by the Writing Surface? Comparing Preschoolers', Second Graders', and Adults' Writing Performance on a Tablet vs. Paper. *Frontiers in Psychology*, 7, 1308. doi:10.3389/fpsyg.2016.01308
- Giering, B., & Obermöller, M. (2017). Lernförderliche IT-Ausstattung für Schulen: Orientierungshilfe für Schulträger und Schulen in NRW. Düsseldorf: Medienberatung NRW.

Girnat, B., & Linneweber-Lammerskitten, H. (2019). Schlussbericht zur Entwicklung mathematischer Testitems für die Überprüfung der Grundkompetenzen der Jahrgangsstufe 11 in Mathematik auf der Grundlage des HarmoS Kompetenzmodells Mathematik. Bern & Genf : EDK & SRED.

Glass, A. L., & Kang, M. (2019). Dividing attention in the classroom reduces exam performance. *Educational Psychology*, 39(3), 395-408.

Gnambs, T. (2021). The development of gender differences in information and communication technology (ICT) literacy in middle adolescence. *Computers in Human Behavior*, 104. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106533>

Gnambs, T., Stasielowicz, L., Wolter, I., & Appel, M. (2020). Do computer games jeopardize educational outcomes? A prospective study on gaming times and academic achievement. *Psychology of Popular Media*, 9(1), 69–82.

Goldfarb, A., & Tucker, C. (2019). Digital Economics. *Journal of Economic Literature*, 57(1), 3-43.

Google. (2014). Women Who Choose Computer Science - What Really Matters. Google. Abgerufen am 23. November 2020 von <https://static.googleusercontent.com/media/edu.google.com/de//pdfs/women-who-choose-what-really.pdf>

Goolsbee, A., & Klenow, P. J. (2006). Valuing Consumer Products by the Time Spent Using Them: An Application to the Internet. *American Economic Review*, 96(2), 108-113.

Gorbunovs, A., Kapenieks, A., & Cakula, S. (2016). Self-discipline as a key indicator to improve learning outcomes in e-learning environment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 231, 256-262.

Gottfredson, L. S., & Deary, I. J. (2004). Intelligence Predicts Health and Longevity, but Why? . *Current Directions in Psychological Science*, 1-4.

Gottschalk, F. (31. Januar 2019). Impacts of technology use on children: Exploring literature on the brain, cognition and well-being. OECD Education Working Papers No. 195. Paris: OECD.

Goundar, S. (2014). The Distraction of Technology in the Classroom. *Journal of Education & Human Development*, 3(1), 211-229.

Graetz, G., & Michaels, G. (2018). Robots at Work. *The Review of Economics and Statistics*, 100(5), 753–768.

Greene, J. A., Oswald, C. A., & Pomerantz, J. (2015). Predictors of Retention and Achievement in a Massive Open Online Course. *American Educational Research Journal*, 52(5), 925-955.

Greene, W. H. (2002). *Econometric Analysis*. Upper Saddle River: Prentice Hall.

Greenstein, S., & McDevitt, R. C. (2011). The broadband bonus: Estimating broadband Internet's economic value. *Telecommunications Policy*, 35(7), 617-632.

Gregory, T., Salomons, A., & Zierahn, U. (September 2019). Racing With or Against the Machine? Evidence from Europe. IZA Discussion Papers 12063. Bonn: IZA – Institute of Labor Economics.

Grinberg, N., Joseph, K., Friedland, L., Swire-Thompson, B., & Lazer, D. (2019). Fake news on Twitter during the 2016 U.S. presidential election. *Science*, 363(6425), 374-378.

Grundke, R., Marcolin, L., Nguyen, T. L., & Squicciarini, M. (2018). Which skills for the digital era? Returns to skills analysis. Paris: OECD.

Guess, A. M., Lerner, M., Lyons, B., Montgomery, J. M., Nyhan, B., Reifler, J., & Sircar, N. (2020). A digital media literacy intervention increases discernment between mainstream and false news in the United States and India. *PNAS*, 117(27), 15536-15545.

- Gupta, N., & Irwin, J. D. (2016). In-class distractions: The role of Facebook and the primary learning task. *Computers in Human Behavior*, 55(B), 1165-1178.
- Guriev, S., Melnikov, N., & Zhuravskaya, E. (2021). 3G Internet and Confidence in Government. *The Quarterly Journal of Economics*. doi:<https://doi.org/10.1093/qje/qjaa040>
- Hagenaars, A. J., de Vos, K., & Asghar Zaidi, M. (1994). Poverty statistics in the late 1980s: Research based on micro-data. Luxemburg: EuroStat und Office for Official Publications of the European Communities.
- Hall, G. E., Dirksen, D. J., & George, A. A. (2006). *Measuring Implementation in Schools: Levels of Use*. Austin: SEDL.
- Hall, G. E., Loucks, S. F., Rutherford, W. L., & Newlove, B. W. (1975). Levels of Use of the Innovation: A Framework for Analyzing Innovation Adoption. *Journal of Teacher Education*, 26(1), 52-56.
- Hameleers, M. (2020). Separating truth from lies: comparing the effects of news media literacy interventions and fact-checkers in response to political misinformation in the US and Netherlands. *Information, Communication & Society*. doi:<https://doi.org/10.1080/1369118X.2020.1764603>
- Hampf, F., Wiederhold, S., & Woessmann, L. (2017). Skills, earnings, and employment: exploring causality in the estimation of returns to skills. *Large-scale Assessments in Education*, 5, Artikel 12.
- Hancock, R., Knezek, G., & Christensen, R. (2007). Cross-Validating Measures of Technology Integration: A First Step Toward Examining Potential Relationships Between Technology Integration and Student Achievement. *Journal of Computing in Teacher Education*, 24(1), 15-21.
- Hansen, H. (2010). *ICT und Medienbildung in der Lehrpersonenausbildung. Fallstudie über das Studienangebot an Pädagogischen Hochschulen*. Bern: Hasler Stiftung.
- Hansen, J. D., & Reich, J. (2015). Democratizing education? Examining access and usage patterns in massive open online courses. *Science*, 350(6265), 1245-1248.
- Hanushek, E. A. (1987). Educational Production Functions. In G. Psacharopoulos (Hrsg.), *Economics of Education: Research and Studies* (S. 33-42). New York u. a.: Pergamon Books.
- Hanushek, E. A. (2021). Addressing cross-national generalizability in educational impact evaluation. *International Journal of Educational Development*, 80. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijedu-dev.2020.102318>
- Hanushek, E. A., Schwerdt, G., Wiederhold, S., & Woessmann, L. (2015). Returns to skills around the world: Evidence from PIAAC. *European Economic Review*, 73, 103-130.
- Hao, Y., & Lee, K. S. (2015). Teachers' concern about integrating Web 2.0 technologies and its relationship with teacher characteristics. *Computers in Human Behavior*, 48, 1-8.
- Harmes, J. C., Welsh, J. L., & Winkelman, R. J. (2016). A framework for defining and evaluating technology integration in the instruction of real-world skills. In Y. Rosen, S. Ferrara, & M. Mosharraf (Hrsg.), *Handbook of Research on Technology Tools for Real-World Skill Development* (S. 137-162). Hershey: IGI Global.
- Harris, D. N. (2009). Toward Policy-Relevant Benchmarks for Interpreting Effect Sizes: Combining Effects With Costs. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 31(1), 3-29.
- Hascher, T., & Hagenauer, G. (2020). Swiss adolescents' well-being in school. *Swiss Journal of Educational Research*, 42(2), 367-390.

- Hascher, T., Hagenauer, G., & Schaffer, A. (2011). Wohlbefinden in der Grundschule. *Erziehung und Unterricht*, 161(3-4), 381-392.
- Haßler, B., Major, L., & Hennessy, S. (2016). Tablet use in schools: a critical review of the evidence for learning outcomes. *Journal of Computer Assisted Learning*, 32(2), 139-156.
- Hatlevik, O. E., Throndsen, I., Loi, M., & Gudmundsdottir, G. B. (2018). Students' ICT self-efficacy and computer and information literacy: Determinants and relationships. *Computers & Education*, 118, 107-119.
- Hatlevik, O., Ottestad, G., & Throndsen, I. (2015). Predictors of digital competence in 7th grade: a multilevel analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31, 220-231.
- Hattie, J., & VisibleLearningMeta. (2020). Global Research Database. Abgerufen am 5. August 2020 von Visible Learning Metax: <http://www.visiblelearningmetax.com/Influences>
- Hennessy, S., Ruthven, K., & Brindley, S. (2005). Teacher perspectives on integrating ICT into subject teaching: commitment, constraints, caution, and change. *Journal of Curriculum Studies*, 37(2), 155-192.
- Hermans, R., Tondeur, J., van Braak, J., & Valcke, M. (2008). The impact of primary school teachers' educational beliefs on the classroom use of computers. *Computers & Education*, 51(4), 1499-1509.
- Hermida, M. (2019). EU Kids Online Schweiz. Schweizer Kinder und Jugendliche im Internet: Risiken und Chancen. Goldau: Pädagogische Hochschule Schwyz.
- Hernandez, M. W., Estrera, E., Markovitz, C. E., Muyskens, P., Bartley, G., Bollman, K., . . . Silbergliitt, B. (2015). *Uses of Technology to Support Early Childhood Practice*. Washington, D.C.: Office of Planning, Research and Evaluation, Administration for Children and Families, U.S. Department of Health and Human Services.
- Hillmayr, D., Reinhold, F., Ziernwald, L., & Reiss, K. (2017). *Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe: Einsatzmöglichkeiten, Umsetzung und Wirksamkeit*. Münster: Waxmann.
- Hindman, D. B. (2000). The Rural-Urban Digital Divide. *Journalism & Mass Communication Quarterly*, 77(3), 549-560.
- Hoff, O., & Brandes, J. (2019). Einführung des Obligatorischen Fachs Informatik (OFI): Befragung von SchulleiterInnen, FachvorsteherInnen und Informatik-Lehrpersonen in der Schweiz. Zürich: Rütter Sococo, Sozioökonomische Forschung und Beratung & SVIA Schweizerischer Verein für Informatik in der Ausbildung.
- Hollands, F. M., & Pan, Y. (2018). Evaluating Digital Math Tools in the Field. *Middle Grades Review*, 4(1), Article 8. Von <https://scholarworks.uvm.edu/mgreview/vol4/iss1/8> abgerufen
- Hollands, F. M., Kieffer, M. J., Shand, R., Pan, Y., Cheng, H., & Levin, H. M. (2016). Cost-Effectiveness Analysis of Early Reading Programs: A Demonstration With Recommendations for Future Research. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 9(1), 30-53.
- Huang, C. (2010). Internet use and psychological well-being: a meta-analysis. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 13(3), 241-249.
- Huang, C. (2017). Time Spent on Social Network Sites and Psychological Well-Being: A Meta-Analysis. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 20(6), 346-354.
- Huber, S. G., & Helm, C. (2020a). Lernen in Zeiten der Corona-Pandemie: Die Rolle familiärer Merkmale für das Lernen von Schüler*innen: Befunde vom Schul-Barometer in Deutschland,

Österreich und der Schweiz. In D. Fickermann, & B. Edelstein (Hrsg.), „Langsam vermissе ich die Schule ...“: Schule während und nach der Corona-Pandemie. DDS – Die Deutsche Schule, Beiheft 16 (S. 37–60). Münster: Waxmann.

Huber, S. G., Günther, P. S., Schneider, N., Helm, C., Schwander, M., Schneider, J. A., & Pruitt, J. (2020b). COVID-19 und aktuelle Herausforderungen in Schule und Bildung: Erste Befunde des Schul-Barometers in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Münster: Waxmann.

Hull, M., & Duch, K. (2019). One-to-One Technology and Student Outcomes: Evidence From Mooresville's Digital Conversion Initiative. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 41(1), 79-97.

Hupka-Brunner, S., Jann, B., Meyer, T., Imdorf, C., Sacchi, S., Müller, B., . . . Becker, R. (2016). Erläuterungen zum Kontextfragebogen der ÜGK 2016: Allgemeiner Teil. Bern: Universität Bern.

IFES IPES. (2. Dezember 2020). Produktblatt Standardisierte Ehemaligenbefragung SEB. Abgerufen am 14. Januar 2021 von IFES IPES Webseite: https://www.ifes-ipes.ch/fileadmin/content/public_downloads/2_Standardisierte_Befragungen/Operatives_SEB/Produktblatt_IFES_SEB_201006.pdf

IFES IPES. (3. März 2021). Produktblatt Standardisierte Abschlussklassenbefragung SAB. Abgerufen am 25. März 2021 von IFES IPES Webseite: https://www.ifes-ipes.ch/fileadmin/content/public_downloads/2_Standardisierte_Befragungen/Operatives_SAB/Produktblatt_IFES_SAB_210303.pdf

Ihme, J. M., & Senkbeil, M. (2017). Warum können Jugendliche ihre eigenen computerbezogenen Kompetenzen nicht realistisch einschätzen? *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 49, 24-37.

ilz. (2020). Arbeitshypothese «Lehrmittel 2030». Rapperswil: Interkantonale Lehrmittelzentrale.

Imbens, G., & Rubin, D. B. (2015). *Causal Inference for Statistics, Social, and Biomedical Sciences*. New York: Cambridge University Press.

Ioannou, A., & Makridou, E. (2018). Exploring the potentials of educational robotics in the development of computational thinking: A summary of current research and practical proposal for future work. *Education and Information Technologies*, 23, 2531–2544.

IRDP. (2020a). Formation générale - MITIC (Médias, Images, Technologies de l'Information et de la Communication) : année scolaire 2019-2020, Degré primaire (cycles 1 et 2) : nombre de périodes par semaine. Neuchâtel: IRDP/Secteur Documentation. Abgerufen am 27. November 2020 von https://www.irdp.ch/data/documents/13mitic_cycle_1_cycle_2_1920.pdf

IRDP. (2020b). Formation générale - MITIC (Médias, Images, Technologies de l'Information et de la Communication) : année scolaire 2019-2020, secondaire I (cycle 3) : nombre de périodes par semaine. Neuchâtel: IRDP/Secteur Documentation.

Iriti, J., Bickel, W., Schunn, C., & Stein, M. K. (2016). Maximizing research and development resources: identifying and testing “load-bearing conditions” for educational technology innovations. *Educational Technology Research and Development*, 64, 245–262.

ISTE. (2008). *ISTE Standards for Teachers*. Washington, D.C.: International Society for Technology in Education.

IWSB. (2018). *ICT-Fachkräftesituation: Bedarfsprognose 2026*. Bern: CT-Berufsbildung Schweiz.

Izmestiev, D. (2012). *Personalized learning: a new ICT-enabled education approach*. Moskau: UNESCO Institute for Information Technologies in Education.

Jäckel, M., Lenz, T., & Zillien, N. (2005). Stadt-Land-Unterschiede der Internetnutzung – eine empirische Untersuchung der regionalen digitalen Spaltung. *merz | medien + erziehung | zeitschrift für medienpädagogik*, 6, 17-28.

- Jacob, B., Berger, D., Hart, C., & Loeb, S. (2016). Can Technology Help Promote Equality of Educational Opportunities? RSF: The Russell Sage Foundation Journal of the Social Sciences, 2(5), 242-271.
- Jaggars, S. S. (Januar 2011). Online Learning: Does It Help Low-Income and Underprepared Students? CCRC Working Paper No. 26. New York: Teachers College, Columbia University.
- James, B. D., Boyle, P. A., Yu, L., & Bennett, D. A. (2013). Internet use and decision making in community-based older adults. *Frontiers in Psychology*. doi:<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00605>
- Janssen, S., & Mohrenweiser, J. (Februar 2018). The Shelf Life of Incumbent Workers during Accelerating Technological Change: Evidence from a Training Regulation Reform. IZA Discussion Paper No. 11312. Bonn: IZA Institute of Labor Economics.
- Japel, C. (2007). School Readiness and Later Achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428-1446.
- Jara, I., Claro, M., Hinostroza, J. E., Martín, E. S., Patricio, R., Cabello, T., . . . Labbé, C. (2015). Understanding factors related to Chilean students' digital skills: A mixed methods analysis. *Computers & Education*, 88, 387-398.
- Järvelä, S. (2006). Personalised Learning? New Insights into Fostering Learning Capacity. In OECD (Hrsg.), *Personalising Education* (S. 31-46). Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Jeong, S.-H., Cho, H., & Hwang, Y. (2012). Media Literacy Interventions: A Meta-Analytic Review. *Journal of Communication*, 62(3), 454-472.
- Jones, C., & Shao, B. (2011). *The Net Generation and Digital Natives - Implications for Higher Education: A literature review commissioned by the Higher Education Academy*. Milton Keynes: The Open University.
- Jones-Jang, M., Mortensen, T., & Liu, J. (2021). Does Media Literacy Help Identification of Fake News? Information Literacy Helps, but Other Literacies Don't. *American Behavioral Scientist*, 65(2), 371-388.
- Jugend und Medien. (2020). *Empfehlungen für den Umgang mit digitalen Medien für Eltern von Kindern bis 7 Jahre*. Bern: Bundesamt für Sozialversicherungen. Von https://www.jugendundmedien.ch/fileadmin/user_upload_redesign/Brosch%C3%BCren_Flyer/Flyer_Medienkompetenz_2020_16_Sprachen_0-7_Jahre/JuM_Flyer_0-7_DE.pdf abgerufen
- Juhaňák, L., Zounek, J., Záleská, K., Bárta, O., & Vlčková, K. (2019). The relationship between the age at first computer use and students' perceived competence and autonomy in ICT usage: A mediation analysis. *Computers & Education*, 141, 103614.
- Jung, M., & Carstens, R. (Hrsg.). (2015). *ICILS 2013 User Guide for the International Database*. Amsterdam: IEA Secretariat.
- Kahne, J., & Bowyer, B. (2017). Educating for Democracy in a Partisan Age: Confronting the Challenges of Motivated Reasoning and Misinformation. *American Educational Research Journal*, 54(1), 3-34.
- Kampylis, P., Devine, J., Punie, Y., & Newman, T. (2016). Supporting Schools to go Digital: From a Conceptual Model Towards the Design of a Self-Assessment Tool for Digital-Age Learning. 9th International Conference of Education, Research and Innovation (S. 0816-0825). Sevilla: IATED Academy.
- Kampylis, P., Punie, Y., & Devine, J. (2015). *Promoting Effective Digital-Age Learning: A European Framework for Digitally-Competent Educational Organisations*. Brüssel: Joint Research Centre, European Commission.

- Kanero, J., Geçkin, V., Oranç, C., Mamus, E., Küntay, A. C., & Göksun, T. (2018). Social Robots for Early Language Learning: Current Evidence and Future Directions. *Child Development Perspectives*, 12(3), 146-151.
- Kardefelt-Winther, D. (2019). Chapter 8: Children's time online and well-being outcomes. In T. Burns, & F. Gottschalk (Hrsg.), *Educating 21st Century Children: Emotional Well Being in the Digital Age* (S. 141-162). Paris: OECD.
- Karim, M. E., Lemaignan, S., & Mondada, F. (2015). A review: Can robots reshape K-12 STEM education? 2015 IEEE International Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO). Lyon: IEEE.
- Kazakoff, E. R., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2013). The Effect of a Classroom-Based Intensive Robotics and Programming Workshop on Sequencing Ability in Early Childhood. *Early Childhood Education*, 41, 245-255.
- Kazakoff, E., & Bers, M. (2012). Programming in a Robotics Context in the Kindergarten Classroom: The Impact on Sequencing Skills. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 21(4), 371-391.
- Kiefer, M., Schuler, S., Mayer, C., Trumpp, N. M., Hille, K., & Sachse, S. (2015). Handwriting or Typewriting? The Influence of Pen- or Keyboard-Based Writing Training on Reading and Writing Performance in Preschool Children. *Advances in Cognitive Psychology*, 11(4), 136-146.
- Kiener, F., Gnehm, A.-S., Clematide, S., & Backes-Gellner, U. (Februar 2019). Different Types of IT Skills in Occupational Training Curricula and Labor Market Outcomes. Swiss Leading House on Economics of Education, Firm Behavior and Training Policies Working Paper No. 159. Zürich: Universität Zürich.
- Kim, I., Jung, G., Jung, H., Ko, M., & Lee, U. (2017). Let's FOCUS: Mitigating Mobile Phone Use in College Classrooms. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, Article 63.
- Kim, K. G., Oertel, C., Dobricki, M., Olsen, J. K., Coppi, A. E., Cattaneo, A., & Dillenbourg, P. (2020). Using immersive virtual reality to support designing skills in vocational education. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2199-2213.
- Kirschner, P. A., & De Bruyckere, P. (2017). The myths of the digital native and the multitasker. *Teaching and Teacher Education*, 67, 135-142.
- Kluzer, S., Pujol Priego, L., Carretero Gomez, S., Punie, Y., Vuorikari, R., Cabrera Giraldez, M., & Okeeffe, W. (2018). *DigComp into Action: Get inspired, make it happen. A user guide to the European Digital Competence Framework*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Knezek, G., & Christensen, R. (1997). *Attitudes Toward Information Technology at Two Parochial Schools in North Texas: Technical Report 97.2*. Denton: Texas Center for Educational Technology. Abgerufen am 27. April 2020 von <https://courseweb.lt.unt.edu/gknezek/studies/techrept/TR97-2.htm>
- Knezek, G., & Christensen, R. (2016). Extending the will, skill, tool model of technology integration: adding pedagogy as a new model construct. *Journal of Computing in Higher Education*, 28, 307-325.
- Knezek, G., & Christensen, R. (2018). The Evolving Role of Attitudes and Competencies in Information and Communication Technology in Education. In J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Hrsg.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (S. 239-254). Cham: Springer.

- Koch, S. C., Müller, S. M., & Sieverding, M. (2008). Women and computers. Effects of stereotype threat on attribution of failure. *Computers & Education*, 51(4), 1795-1803.
- Koedinger, K. R., & Anderson, J. R. (1993). Effective Use of Intelligent Software in High School Math Classrooms. *Conference on Artificial Intelligence in Education*. Charlottesville: AACE.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Konsortium icils.ch. (2015). Internationale Computer- und Informationskompetenzstudie (ICIS 2013): Schweiz First Findings. Unveröffentlichter Bericht. Konsortium icils.ch.
- Konsortium PISA.ch. (2019). PISA 2018: Schülerinnen und Schüler der Schweiz im internationalen Vergleich. Bern & Genf: SBFI/EDK und Konsortium PISA.ch.
- Konsortium ÜGK (Hrsg.). (2019a). Überprüfung der Grundkompetenzen - Nationaler Bericht der ÜGK 2016: Mathematik 11. Schuljahr. Bern & Genf: EDK & SRED.
- Konsortium ÜGK (Hrsg.). (2019b). Überprüfung der Grundkompetenzen - Nationaler Bericht der ÜGK 2017: Sprachen 8. Schuljahr. Bern & Genf: EDK & SRED.
- Koster, B., & Dengerink, J. (2008). Professional standards for teacher educators: how to deal with complexity, ownership and function. Experiences from the Netherlands. *European Journal of Teacher Education*, 31(2), 135-149.
- Kozma, R. B. (Hrsg.). (2003). *Technology, innovation and educational change: A global perspective*. Eugene: International Society for technology in Education.
- Kozma, R. B. (2011). A Framework for ICT Policies to Transform Education. In UNESCO, *Transforming Education: The Power of ICT Policies* (S. 19-36). Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Kraft, M. A. (2020). Interpreting Effect Sizes of Education Interventions. *Educational Researcher*, 49(4), 241-253.
- Kraft, M., & Rogers, T. (2015). The underutilized potential of teacher-to-parent communication: Evidence from a field experiment. *Economics of Education Review*, 47, 49-63.
- Krasnova, H., Wenninger, H., Widjaja, T., & Buxmann, P. (2013). Envy on Facebook: A Hidden Threat to Users' Life Satisfaction? *Wirtschaftsinformatik 2013*. Leipzig.
- Kraushaar, J. M., & Novak, D. C. (2010). Examining the Affects of Student Multitasking with Laptops During the Lecture. *Journal of Information Systems Education*, 21(2), 241-252.
- Kreiner, S., & Christensen, K. B. (2013). Analyses of Model Fit and Robustness. A New Look at the PISA Scaling Model Underlying Ranking of Countries According to Reading Literacy. *Psychometrika*, 79, 210-231.
- Kulik, J. A., & Fletcher, J. D. (2016). Effectiveness of Intelligent Tutoring Systems: A Meta-Analytic Review. *Review of Educational Research*, 86(1), 42-78.
- Kvasny, L. (2006). Cultural (Re)production of digital inequality in a US community technology initiative. *Information, Communication & Society*, 9(2), 160-181.
- Labuhn, A. S., Zimmerman, B. J., & Hasselhorn, M. (2010). Enhancing students' self-regulation and mathematics performance: the influence of feedback and self-evaluative standards. *Metacognition Learning*, 5, 173-194.

- Lai, J. W., & Bower, M. (2019). How is the Use of Technology in Education Evaluated? A Systematic Review. *Computers & Education*, 133, 27-42.
- Langford, S., Narayan, A., & Von Glahn, N. (2016). Revisiting the Technology and Student Learning Debates: Critical Issues and Multiple Perspectives. *Technology and Student Learning*, 9(2), 1-15.
- Larsen, K. P. (16. Juli 2020). Graph Reader. Abgerufen am 10. August 2020 von <http://www.graphreader.com/>
- Latchem, C. (2016). Learning Technology and Lifelong Informal, Self-directed, and Non-formal Learning. In N. Rushby, & D. W. Surry (Hrsg.), *The Wiley Handbook of Learning Technology* (S. 180-199). Chichester: Wiley Blackwell.
- Latzer, M., Büchi, M., & Festic, N. (2019). Internetverbreitung und digitale Bruchlinien in der Schweiz 2019. Themenbericht aus dem World Internet Project – Switzerland. Zürich: Universität Zürich.
- Latzer, M., Büchi, M., & Festic, N. (2020). Internet Use in Switzerland 2011–2019: Trends, Attitudes and Effects. Summary Report from the World Internet Project – Switzerland. Zürich: University of Zürich.
- Laxman, K., & Holt, C. (2017). Bring Your Own Device or Bring Your Own Distraction. *International Journal on E-Learning*, 16(3), 245-263.
- Lazonder, A. W., & Rouet, J.-F. (2008). Information problem solving instruction: Some cognitive and metacognitive issues. *Computers in Human Behavior*, 24(3), 753-765.
- Lazonder, A. W., Walraven, A., Gijlers, H., & Janssen, N. (2020). Longitudinal assessment of digital literacy in children: Findings from a large Dutch single-school study. *Computers & Education*, 143, 103681.
- Lei, J. (2010). Quantity versus quality: A new approach to examine the relationship between technology use and student outcomes. *British Journal of Educational Technology*, 41(3), 455–472.
- Lenox, T. L., Jesse, G., & Woratschek, C. R. (2012). Factors Influencing Students' Decisions To Major In A Computer-Related Discipline. *Information Systems Education Journal*, 10(6), 63-71.
- Levin, H. M., Glass, G. V., & Meister, G. R. (1987). Cost-Effectiveness of Computer-Assisted Instruction. *Evaluation Review*, 11(1), 50-72.
- Lewis, E. (2011). Immigration, Skill Mix, and Capital Skill Complementarity. *The Quarterly Journal of Economics*, 126(2), 1029-1069.
- Liao, Y. C., & Hao, Y. (2008). Large-scale studies and quantitative methods. In J. Voogt, & G. Knezek, *International handbook of information technology in primary and secondary* (S. 1019-1036). London: Springer.
- Liao, Y.-K. C., & Lai, W.-C. (2018). Meta-analyses of Large-Scale Datasets: A Tool for Assessing the Impact of Information and Communication Technology in Education. In J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai, *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (S. 1125-1142). Cham: Springer.
- Lim, C. P., & Oakley, G. (2013). Information and Communication Technologies (ICT) in Primary Education: Opportunities and Supporting Conditions. In L. Y. Tay, & C. P. Lim (Hrsg.), *Creating Holistic Technology-Enhanced Learning Experiences: Tales from a Future School in Singapore* (S. 1-18). Rotterdam: SensePublishers.
- Lin, D., Lutter, R., & Ruhm, C. J. (2018). Cognitive performance and labour market outcomes. *Labour Economics*, 51, 121-135.

- Lin, L., & Cranton, P. (2015). Informal and Self-Directed Learning in the Age of Massive Open Online Courses (MOOCs). In O. Taiwo, P. Cranton, & O. Mejiuni (Hrsg.), *Measuring and Analyzing Informal Learning in the Digital Age* (S. 91-105). Hershey: IGI Global.
- Link, S. (2013). *Institutional Determinants of Student Achievement: Microeconomic Evidence*. ifo Beiträge zur Wirtschaftsforschung. München: ifo Institut.
- Livingstone, S. (2012). Critical reflections on the benefits of ICT in education. *Oxford Review of Education*, 38(1), 9-24. doi:10.1080/03054985.2011.577938
- Lorenceau, A., Marec, C., & Mostafa, T. (7. May 2019). Upgrading the ICT questionnaire items in PISA 2021. OECD Education Working Papers No. 202. Paris: OECD.
- Loucks, S. F., & Hall, G. E. (1979). *Implementing Innovations in Schools: A Concerns-Based Approach*. Annual Meeting of the American Educational Research Association. San Francisco.
- Louis, K. S., Leithwood, K., Wahlstrom, K. L., Anderson, S. E., Michlin, M., Gordon, M., . . . Moore, S. (2010). *Learning from Leadership: Investigating the Links to Improved Student Learning: Final Report of Research Findings - Final Report of Research to the Wallace Foundation*. Minneapolis: University of Minnesota.
- Luik, P., Feklistova, L., Lepp, M., Tõnisson, E., Suviste, R., Gaiduk, M., . . . Palts, T. (2019). Participants and completers in programming MOOCs. *Education and Information Technologies*, 3689–3706.
- Lund, T. J., & Stains, M. (2015). The importance of context: an exploration of factors influencing the adoption of student-centered teaching among chemistry, biology, and physics faculty. *International Journal of STEM Education*, 2, Article number: 13.
- Luschei, T. F. (2013). Assessing the Costs and Benefits of Educational Technology. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop (Hrsg.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (S. 239–248). New York: Springer.
- Lutz, C. (2019). Digital inequalities in the age of artificial intelligence and big data. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 1(2), 141-148.
- Ma, X., Shen, J., Krenn, H., Hu, S., & Yuan, J. (2016). A Meta-Analysis of the Relationship Between Learning Outcomes and Parental Involvement During Early Childhood Education and Early Elementary Education. *Educational Psychology Review*, 28(4), 771–801.
- Marciano, L., & Camerini, A.-L. (2019). Screen time, sleep, and physical activity: Associations with academic achievement in Swiss students. 2nd International Conference on Well-being in Education Systems. Locarno.
- Marciano, L., Schulz, P., & Camerini, A.-L. (2019). Time online, time with friends: How do they influence depressive symptomatology over time? A random-intercept longitudinal panel model on adolescents in Switzerland. European Conference on Health Communication. Zürich.
- Margaryan, A., Littlejohn, A., & Vojt, G. (2011). Are digital natives a myth or reality? University students' use of digital technologies. *Computers & Education*, 56(2), 429-440.
- Marker, C., Gnambs, T., & Appel, M. (2018). Active on Facebook and Failing at School? Meta-Analytic Findings on the Relationship Between Online Social Networking Activities and Academic Achievement. *Educational Psychology Review*, 30, 651–677.
- Markos, A., Dramalidis, A., & Menexes, G. (2013). Student response patterns and scale usage heterogeneity in PISA 2006 science interest scale. *Data Analysis Bulletin*, 14(13), 72-89.

- Master, A., Cheryan, S., & Meltzoff, A. N. (2016). Computing Whether She Belongs: Stereotypes Undermine Girls' Interest and Sense of Belonging in Computer Science. *Journal of Educational Psychology*, 108(3), 424–437.
- Mauroux, L., Könings, K. D., Dehler Zufferey, J., & Gurtner, J.-L. (2014). Mobile and Online Learning Journal: Effects on Apprentices' Reflection in Vocational Education and Training. *Vocations and Learning*, 7, 215–239.
- Mayer, C., Wallner, S., Budde-Spengler, N., Braunert, S., Arndt, P. A., & Kiefer, M. (2020). Literacy Training of Kindergarten Children With Pencil, Keyboard or Tablet Stylus: The Influence of the Writing Tool on Reading and Writing Performance at the Letter and Word Level. *Frontiers in Psychology*, 10, 3054. doi:10.3389/fpsyg.2019.03054
- McCoy, B. R. (2016). Digital Distractions in the Classroom Phase II: Student Classroom Use of Digital Devices for Non-Class Related Purposes. *Journal of Media Education*, 7(1), 5-32.
- McDool, E., Powell, P., Roberts, J., & Taylor, K. (2020). The internet and children's psychological wellbeing. *Journal of Health Economics*, 69, 102274.
- McDougall, J., Zezulkova, M., van Driel, B., & Sternadel, D. (2018). Teaching media literacy in Europe: evidence of effective school practices in primary and secondary education: NESET II report. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- McFarlane, A., Harrison, C., Somekh, B., Scrimshaw, P., Harrison, A., & Lewin, C. (2000). Establishing the Relationship between Networked Technology and Attainment. London: Becta.
- McInerney, C. R., DiDonato, N. O., Giagnacova, R., & O'Donnell, A. M. (2006). Students' Choice of Information Technology Majors and Careers: A Qualitative Study. *Information Technology, Learning & Performance Journal*, 24(2), 35-53.
- Meelissen, M. (2008). Computer Attitudes and Competencies Among Primary and Secondary School Students. In J. Voogt, & G. Knezek (Hrsg.), *International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (S. 381-395). Boston: Springer.
- Meisel, F., Meier, U., Schwarb, U., Wüest, O., Schmid, A., & Erni, H. (2019). Grundlagen Medien, Informatik und Anwendungskompetenzen: Zyklus 1, 2 und 3 LP21: Medien, Informatik und Anwendung, Version 08/2019. MIA21. Abgerufen am 23. April 2020 von https://mia21.ch/pluginfile.php/286/mod_resource/content/1/MIA21_2019_Grundlagenmodul.pdf
- Mercer, A. W., Kreuter, F., Keeter, S., & Stuart, E. A. (2017). Theory and Practice in Nonprobability Surveys: Parallels between Causal Inference and Survey Inference. *Public Opinion Quarterly*, 81(S1), 250–271. doi: <https://doi.org/10.1093/poq/nfw060>
- Miller, R. G., Brady, J. T., & Izumi, J. T. (2016). Stripping the Wizard's Curtain: Examining the Practice of Online Grade Booking in K–12 Schools. *School Community Journal*, 26(2), 45-69.
- Ministerium für Bildung. (2019). Orientierungshilfe - Digitalinfrastruktur an Schulen. Mainz: Ministerium für Bildung, Rheinland-Pfalz.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- mmb Institut. (2017). Monitor Digitale Bildung - Materialsammlung: Begriffskonzepte und erkenntnisleitende Forschungsfragen. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Moores, T. T., & Chang, J. C.-J. (2009). Self-efficacy, overconfidence, and the negative effect on subsequent performance: A field study. *Information & Management*, 46(2), 69-76.

- Morales Velázquez, C. (Mai 2006). Cross-cultural Validation of the Will, Skill, Tool Model of Technology Integration. Dissertation. Denton, Texas: University of North Texas.
- Morinaj, J., & Hascher, T. (2020). Investigating the longitudinal association between student well-being and academic performance. SSRE Conference 2020: “Knowledge at the intersection of Research, Practices and Learning”. Online: HEP BEJEUNE.
- Morris, N. P., Hotchkiss, S., & Swinnerton, B. (2015). Can demographic information predict MOOC learner outcomes? Proceedings of the European MOOC Stakeholder. eMOOCs Conference 2015. Mons: White Rose University Consortium.
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A., & Dong, J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Technology For Education And Learning*, 1, 1-7.
- Müller, M. (2020). Corona-Krise und Fachkräftemangel bremsen das Wachstum. Frankfurt am Main: KfW Research.
- Multon, K. D., Brown, S. D., & Lent, R. W. (1991). Relation of self-efficacy beliefs to academic outcomes: A meta-analytic investigation. *Journal of Counseling Psychology*, 38(1), 30-38.
- Muralidharan, K., Singh, A., & Ganimian, A. J. (2019). Disrupting Education? Experimental Evidence on Technology-Aided Instruction in India. *American Economic Review*, 109(4), 1426-1460.
- Muro, M., Maxim, R., Whiton, J., & Hathaway, I. (2019). Automation and Artificial Intelligence: How Machines are Affecting People and Places. Washington, D.C.: Brookings.
- Nedelkoska, L., & Quintini, G. (2018). Automation, skills use and training. OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 202. Paris: OECD. doi:<https://dx.doi.org/10.1787/2e2f4eea-en>
- Niederhauser, D. S., & Lindstrom, D. L. (2018). Instructional Technology Integration Models and Frameworks: Diffusion, Competencies, Attitudes, and Dispositions. In J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Hrsg.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (S. 335-355). Cham: Springer.
- Noy, M. V., James, H., & Bedley, C. (2016). Reconceptualizing Learning: A Review of the Literature on Informal Learning. Piscataway: Education and Employment Research Center, Rutgers University & ACT Foundation.
- Nugent, G., Barker, B., Grandgenett, N., & Adamchuk, V. I. (2010). Impact of Robotics and Geospatial Technology Interventions on Youth STEM Learning and Attitudes. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(4), 391-408.
- Nyhan, B., Porter, E., Reifler, J., & Wood, T. J. (2020). Taking Fact-Checks Literally But Not Seriously? The Effects of Journalistic Fact-Checking on Factual Beliefs and Candidate Favorability. *Political Behavior*, 42, 939–960.
- Odgers, C. L., & Jensen, M. R. (2020). Annual Research Review: Adolescent mental health in the digital age: facts, fears, and future directions. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 61(3), 336-348. doi:<https://doi.org/10.1111/jcpp.13190>
- OECD. (2001). Understanding the Digital Divide. OECD Digital Economy Papers, No. 49. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2009). PISA Data Analysis Manual. Paris: OECD.
- OECD. (2012). Literacy, Numeracy and Problem Solving in Technology-Rich Environments: Framework for the OECD Survey of Adult Skills. Paris: OECD Publishing.

- OECD. (16. April 2013). What are Equivalence Scales? Abgerufen am 19. August 2020 von OECD Project on Income Distribution and Poverty: <http://www.oecd.org/els/soc/OECD-Note-Equivalence-Scales.pdf>
- OECD. (2014). TALIS 2013 Results: An International Perspective on Teaching and Learning. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2015a). Education Policy Outlook 2015: Making Reforms Happen. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2015b). Students, Computers and Learning: Making the connection. Paris: PISA, OECD Publishing.
- OECD. (2015c). The OECD Model Survey on ICT Access and Usage by Households and Individuals, 2nd Revision. Paris: OECD.
- OECD. (Dezember 2019). Fixed and mobile broadband subscriptions per 100 inhabitants. Abgerufen am 14. August 2020 von Broadband Portal: <http://www.oecd.org/sti/broadband/broadband-statistics/>
- OECD. (2019a). How's Life in the Digital Age? Opportunities and Risks of the Digital Transformation for People's Well-being. Paris: OECD.
- OECD. (2019b). PISA 2021 ICT Framework. Paris: Organisation of Economic Cooperation and Development.
- OECD. (1. Juli 2020). Scaling procedures and construct validation of context questionnaire data (text). Abgerufen am 3. September 2020 von PISA 2018 Technical Report: https://www.oecd.org/pisa/data/pisa2018technicalreport/PISA2018_Technical-Report-Chapter-16-Background-Questionnaires.pdf
- Office of Educational Technology. (Oktober 2016). Guiding Principles for Use of Technology with Early Learners. Abgerufen am 9. November 2020 von <https://tech.ed.gov/earlylearning/principles/>
- Office of Educational Technology. (2017). Building Technology Infrastructure for Learning. Washington, D.C.: U.S. Department of Education.
- Oggenfuss, C., & Wolter, S. C. (Mai 2021). Monitoring der Digitalisierung der Bildung aus der Sicht der Schülerinnen und Schüler. SKBF Staff Paper 22. Aarau: Schweizerische Koordinationsstelle für Bildungsforschung.
- Oh, H. J., Ozkaya, E., & LaRose, R. (2014). How does online social networking enhance life satisfaction? The relationships among online supportive interaction, affect, perceived social support, sense of community, and life satisfaction. *Computers in Human Behavior*, 30, 69-78.
- Orben, A. (2020). Teenagers, screens and social media: a narrative review of reviews and key studies. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*. doi:<https://doi.org/10.1007/s00127-019-01825-4>
- Orben, A., & Przybylski, A. K. (2019). The association between adolescent well-being and digital technology use. *Nature Human Behaviour*, 3, 173–182.
- Orben, A., & Przybylski, A. K. (2020). Teenage sleep and technology engagement across the week. *PeerJ - Life & Environment*, e8427. doi:<https://doi.org/10.7717/peerj.8427>
- Ottensbreit-Leftwich, A. T., Kopcha, T. J., & Ertmer, P. A. (2018). Information and Communication Technology Dispositional Factors and Relationship to Information and Communication Technology Practices. In J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Hrsg.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (S. 309-334). Cham: Springer.

Ottenbreit-Leftwich, A., Liao, J. Y.-C., Sadik, O., & Ertmer, P. A. (2018). Evolution of Teachers' Technology Integration Knowledge, Beliefs, and Practices: How Can We Support Beginning Teachers Use of Technology? *Journal of Research on Technology in Education*, 50(4), 282-304.

Pädagogische Hochschule Schwyz, u. a. (28. November 2017). MIA21. Abgerufen am 22. April 2020 von <https://mia21.ch/>

Pädagogische Hochschule Zürich, u. a. (2021). CAS Pädagogischer ICT Support 2021/2023 (EDK-anerkannt). Abgerufen am 9. März 2021 von Webseite der Pädagogischen Hochschule Zürich: [https://phzh.ch/de/Weiterbildung/Anlasssuche/Anlassdetail/CAS-Paedagogischer-ICT-Support-202123-EDK-anerkannt-n144367580.html#:~:text=CAS%20P%C3%A4dagogischer%20ICT%20Support%202021%2F2023%20\(EDK%2Danerkannt\)&text=Mit%20dem%20CAS%20PICTS%20werden,und%20In](https://phzh.ch/de/Weiterbildung/Anlasssuche/Anlassdetail/CAS-Paedagogischer-ICT-Support-202123-EDK-anerkannt-n144367580.html#:~:text=CAS%20P%C3%A4dagogischer%20ICT%20Support%202021%2F2023%20(EDK%2Danerkannt)&text=Mit%20dem%20CAS%20PICTS%20werden,und%20In)

Pajares, M. F. (1992). Teachers' Beliefs and Educational Research: Cleaning Up a Messy Construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.

Palczyńska, M., & Rynko, M. (2020). ICT skills measurement in social surveys: Can we trust self-reports? *Quality & Quantity*. doi:<https://doi.org/10.1007/s11135-020-01031-4>

Pane, J. F., Griffin, B. A., McCaffrey, D. F., & Karam, R. (2014). Effectiveness of Cognitive Tutor Algebra I at Scale. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 36(2), 127-144.

Pane, J. F., McCaffrey, D. F., Slaughter, M. E., Steele, J. L., & Ikemoto, G. S. (2010). An Experiment to Evaluate the Efficacy of Cognitive Tutor Geometry. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 3(3), 254-281.

Park, Y. J. (2013). Digital Literacy and Privacy Behavior Online. *Communication Research*, 40(2), 215-236.

Passey, D., Rogers, C., Machell, J., & McHugh, G. (2004). *The Motivational Effect of ICT on Pupils*. Lancaster: Department of Educational Research, Lancaster University.

Patterson, R. W., & Patterson, R. M. (2017). Computers and productivity: Evidence from laptop use in the college classroom. *Economics of Education Review*, 57, 66-79.

Pauli, C., & Reusser, K. (2011). Expertise in Swiss mathematics instruction. In Y. Liu, & G. Kaiser (Hrsg.), *Expertise in mathematics instruction: an international perspective* (S. 85-107). New York: Springer.

Pelgrum, W. J., & Anderson, R. E. (Hrsg.). (2001a). *ICT and the Emerging Paradigm: An IEA Educational Assessment of Infrastructure, Goals, and Practices in Twenty-Six Countries*. Amsterdam: International Association for the Evaluation of Educational Achievement.

Pelgrum, W. J., & Plomp, T. (1991). *Use of computers in education worldwide: Results from the IEA "Computers in Education."*. Oxford: Pergamon Press.

Pelgrum, W. J., & Plomp, T. (Hrsg.). (1993). *The IEA study of computers in education: Implementation of an innovation in 21 education systems*. Oxford: Pergamon Press.

Pelgrum, W. J., Janssen Reinen, I., & Plomp, T. (Hrsg.). (1993). *Schools, teachers, students, and computers: A cross-national perspective*. The Hague: International Association for the Evaluation.

Pellegrino, J. W., & Hilton, M. L. (Hrsg.). (2012). *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. Washington, DC: The National Academies Press.

Petko, D. (2012). Teachers' pedagogical beliefs and their use of digital media in classrooms: Sharpening the focus of the 'will, skill, tool' model and integrating teachers' constructivist orientations. *Computers & Education*, 58(4), 1351-1359.

Petko, D. (4. Februar 2020). Projekt: Digital transformation in upper secondary schools: Identifying directions and key factors for technology-related school development, teaching and learning. Abgerufen am 12. November 2020 von Forschungsdatenbank SNF: <http://p3.snf.ch/project-187277>

Petko, D., Cantieni, A., & Prasse, D. (2017). Perceived Quality of Educational Technology Matters: A Secondary Analysis of Students' ICT Use, ICT-Related Attitudes, and PISA 2012 Test Scores. *Journal of Educational Computing Research*, 54(8), 1070–1091.

Petko, D., Cantieni, A., & Prasse, D. (2018). Was beeinflusst die Einstellungen von Schülerinnen und Schülern zum Lernen mit digitalen Medien? Eine Analyse der Befragungen von PISA 2012 in der Schweiz. *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*, 40(2), 373-390.

Petko, D., Döbeli Honegger, B., & Prasse, D. (2018). Digitale Transformation in Bildung und Schule: Facetten, Entwicklungslinien und Herausforderungen für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 36(2), 157-174.

Petko, D., Egger, N., Cantieni, A., & Wespi, B. (2015). Digital media adoption in schools: Bottom-up, top-down, complementary or optional? *Computers & Education*, 84, 49-61.

Petko, D., Prasse, D., & Cantieni, A. (2013). ICT im Unterricht der Primarstufe: Ergebnisse einer empirischen Bestandsaufnahme im Kanton Thurgau. Goldau: Pädagogische Hochschule Schwyz, Institut für Medien und Schule .

Petko, D., Prasse, D., & Cantieni, A. (2018). The Interplay of School Readiness and Teacher Readiness for Educational Technology Integration: A Structural Equation Model. *Computers in the Schools*, 35(1), 1-18.

Petko, D., Schmid, R., Pauli, C., Stebler, R., & Reusser, K. (2017). Personalisiertes Lernen mit digitalen Medien: Neue Potenziale zur Gestaltung schülerorientierter Lehr- und Lernumgebungen. *Journal für Schulentwicklung*, 3, 31-39.

Pham, G., Helbling, L., Verner, M., & Ambrosetti, A. (2019b). ÜGK – COFO – VeCoF 2017 results: Technical appendices. St. Gallen & Genève: Pädagogische Hochschule St. Gallen (PHSG) & Service de la recherche en éducation (SRED).

Pham, G., Helbling, L., Verner, M., Petrucci, F., Angelone, D., & Ambrosetti, A. (2019a). ÜGK – COFO – VECOF 2016 results: Technical appendices. St. Gallen & Genf: Pädagogische Hochschule St. Gallen (PHSG) & Service de la recherche en éducation (SRED).

Phillips, M. (2015). Models of technology integration. In M. Henderson, & G. Romeo (Hrsg.), *Teaching and digital technologies: big issues and critical questions* (S. 318-331). Melbourne: Cambridge University Press.

Pianta, M. (2006). Innovation and Employment. In J. Fagerberg, & D. C. Mowery (Hrsg.), *The Oxford Handbook of Innovation* (S. 568-598). Oxford: Oxford University Press.

Pichler, D., & Stehrer, R. (Februar 2021). Breaking Through the Digital Ceiling: ICT Skills and Labour Market Opportunities. *wiiw Working Paper 193*. Wien: Wiener Institut für Internationale Wirtschaftsvergleiche.

Plomp, T., Pelgrum, W. J., & Carstens, R. (2009). Technical Overview of SITES 2006. In R. Carstens, & W. J. Pelgrum (Hrsg.), *Second Information Technology in Education Study: SITES 2006 Technical Report* (S. 11-17). Amsterdam: International Association for the Evaluation of Educational Achievement.

Porat, E., Blaub, I., & Barak, A. (2018). Measuring digital literacies: Junior high-school students' perceived competencies versus actual performance. *Computers & Education*, 126, 23-36.

- Prasse, D. (2012). *Bedingungen innovativen Handelns in Schulen: Funktion und Interaktion von Innovationsbereitschaft, Innovationsklima und Akteursnetzwerken am Beispiel der IKT-Integration an Schulen*. Münster: Waxmann.
- Prosser, M., & Trigwell, K. (1997). Relations between perceptions of the teaching environment and approaches to teaching. *British Journal of Educational Psychology*, 67(1), 25-35.
- Przybylski, A. K. (2019). Digital Screen Time and Pediatric Sleep: Evidence from a Preregistered Cohort Study. *The Journal of Pediatrics*, 205, 218-223.
- Przybylski, A. K., & Weinstein, N. (2017a). A Large-Scale Test of the Goldilocks Hypothesis: Quantifying the Relations Between Digital-Screen Use and the Mental Well-Being of Adolescents. *Psychological Science*, 28(2), 204-215.
- Przybylski, A. K., & Weinstein, N. (2017b). Digital Screen Time Limits and Young Children's Psychological Well-Being: Evidence From a Population-Based Study. *Child Development*, 90(1), e56-e65.
- Puentedura, R. R. (2006). *Transformation, Technology, and Education*. Abgerufen am 5. März 2020 von <http://www.hippasus.com/resources/tte/>
- Punter, R. A., Meelissen, M. R., & Glas, C. A. (2017). Gender differences in computer and information literacy: An exploration of the performances of girls and boys in ICILS 2013. *European Educational Research Journal*, 16(6), 762-780.
- Puukko, K., Hietajärvi, L., Maksniemi, E., Alho, K., & Salmela-Aro, K. (2020). Social Media Use and Depressive Symptoms — A Longitudinal Study from Early to Late Adolescence. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), 5921. doi:10.3390/ijerph17165921
- Ragan, E. D., Jennings, S. R., Massey, J. D., & Doolittle, P. E. (2014). Unregulated use of laptops over time in large lecture classes. *Computers & Education*, 78, 78-86.
- Rangel, M. A., & Shi, Y. (2019). Early patterns of skill acquisition and immigrants' specialization in STEM careers. *PNAS*, 116(2), 484-489.
- Rat der Europäischen Union. (4. Juni 2018). Empfehlung des Rates vom 22. Mai 2018 zu Schlüsselkompetenzen für lebenslanges Lernen. *Amtsblatt der Europäischen Union*. Europäische Union. Von [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN) abgerufen
- Rauseo, M., Antonietti, C., Amenduni, F., Dobricki, M., & Cattaneo, A. (2021). *Digitale Kompetenzen von Berufsfachschullehrkräften: Übersicht über die im Sommer 2020 durchgeführte Umfrage*. Lugano: Istituto Universitario Federale per la Formazione Professionale.
- Ravitch, D. (23. Mai 1998). The great technology mania. Abgerufen am 8. Juni 2020 von Forbes: <https://www.forbes.com/forbes/1998/0323/6106134a.html>
- Ravizza, S. M., Uijtvlugt, M. G., & Fenn, K. M. (2016). Logged In and Zoned Out: How Laptop Internet Use Relates to Classroom Learning. *Psychological Science*, 28(2), 171-180.
- Redecker, C., & Punie, Y. (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Reich, J., & Ruipérez-Valiente, J. A. (2019). The MOOC pivot: What happened to disruptive transformation of education? *Science*, 363(6423), 130-131.
- Remes, J. (2019). *Solving the Productivity Puzzle: The Role of Demand and the Promise of Digitization*. In D. E. Adler, & L. B. Siegel (Hrsg.), *The Productivity Puzzle: Restoring Economic Dynamism* (S. 173-196). Charlottesville: CFA Research Foundation.

- Rideout, V., & Fox, S. (2018). Digital Health Practices, Social Media Use, and Mental Well-Being Among Teens and Young Adults in the U.S. Providence St. Joseph Health Digital Commons: Articles, Abstracts, and Reports #1093. Hopelab & Well Being Trust. Von <https://digitalcommons.psjhealth.org/publications/1093> abgerufen
- Rizvi, S., Rienties, B., & Khoja, S. A. (2019). The role of demographics in online learning; A decision tree based approach. *Computers & Education*, 137, 32-47.
- Rogers, T., & Feller, A. (2018). Reducing student absences at scale by targeting parents' misbeliefs. *Nature Human Behaviour*, 2, 335–342.
- Rohatgi, A., Scherer, R., & Hatlevik, O. E. (2016). The role of ICT self-efficacy for students' ICT use and their achievement in a computer and information literacy test. *Computers & Education*, 102, 103-116.
- Romero-Rodríguez, L. M., Ramírez-Montoya, M. S., & Valenzuela González, J. R. (2020). Incidence of Digital Competences in the Completion Rates of MOOCs: Case Study on Energy Sustainability Courses. *IEEE Transactions on Education*, 63(3), 183-189.
- Rosen, L. D., Lim, A. F., Carrier, L. M., & Cheever, N. A. (2011). An Empirical Examination of the Educational Impact of Text Message-Induced Task Switching in the Classroom: Educational Implications and Strategies to Enhance Learning. *Psicología Educativa*, 17(2), 163-177.
- Ross, J. A. (2006). The reliability, validity, and utility of self-assessment. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 11(10), 1-13.
- Rost, J. (2004). *Lehrbuch Testtheorie - Testkonstruktion*. Bern: Huber.
- Rudolph, S. (2019). *Digitale Medien, Partizipation und Ungleichheit: Eine Studie zum sozialen Gebrauch des Internets*. Wiesbaden: Springer.
- Russell, M. (2010). Examining the Effects of Educational Technology Programs: Challenges and Strategies. In P. Peterson, E. Baker, & B. McGaw (Hrsg.), *International Encyclopedia of Education (Third Edition)* (S. 88-94). Oxford: Elsevier.
- Rutkowski, L., & Rutkowski, D. (2016). A Call for a More Measured Approach to Reporting and Interpreting PISA Results. *Educational Researcher*, 45(4), 252-257.
- Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (2003). A holistic model of competence. In D. S. Rychen, & L. H. Salganik (Hrsg.), *Key competencies for a successful life and a well-functioning society* (S. 41-62). Göttingen: Hogrefe & Huber.
- Sabatini, F., & Sarracino, F. (25. Mai 2018). Keeping up with the e-Joneses: do online social networks raise social comparisons? *Economics Discussion Papers*, No 2018-43. Kiel: Kiel Institute for the World Economy.
- Sacchi, S., & Oesch, D. (2017). *ÜGK 2016: Assessment of mathematics skills: Documentation of questionnaire-based scales*. Bern: Universität Bern.
- Sadaf, A., Newby, T. J., & Ertmer, P. A. (2012). Exploring factors that predict preservice teachers' intentions to use web 2.0 technologies using decomposed theory of planned behavior. *Journal of Research on Technology in Education*, 45(5), 171-195.
- Säde, M., Suviste, R., Luik, P., Tõnisson, E., & Lepp, M. (2019). Factors That Influence Students' Motivation and Perception of Studying Computer Science. *SIGCSE '19: Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (S. 873–878). Minneapolis: Association for Computing Machinery.

Sagioglou, C., & Greitemeyer, T. (2014). Facebook's emotional consequences: Why Facebook causes a decrease in mood and why people still use it. *Computers in Human Behavior*, 35, 359-363.

Sáinz, M., Meneses, J., López, B.-S., & Fàbregues, S. (2016). Gender Stereotypes and Attitudes Towards Information and Communication Technology Professionals in a Sample of Spanish Secondary Students. *Sex Roles*, 74, 154–168.

Salzmann, C. (2016). Computer- und Informationskompetenz von Walliser Schülerinnen und Schülern (CIL-VS): Oversampling des Kantons Wallis im Rahmen der Schweizerischen Studie zu ICILS 2013. Brig: Pädagogische Hochschule Wallis.

Sana, F., Weston, T., & Cepeda, N. J. (2013). Laptop multitasking hinders classroom learning for both users and nearby peers. *Computers & Education*, 62, 24-31.

Sancho, J. M. (2010). Digital Technologies and Educational Change. In H. A., L. A., F. M., & H. D. (Hrsg.), *Second International Handbook of Educational Change* (S. 433-444). Dordrecht: Springer.

Sanders, M., & Epstein, J. L. (1998). International Perspectives on School-Family-Community Partnerships. *Childhood Education*, 74(6), 340–341.

SBFI & SBBK. (2020). Allgemeinbildung 2030. Abgerufen am 20. Januar 2021 von Berufsbildung 2030 Projektwebseite: <https://berufsbildung2030.ch/de/projekte/21-projekte-de/67-allgemeinbildung-2030>

SBFI. (2017a). Herausforderungen der Digitalisierung für Bildung und Forschung in der Schweiz. Bern: Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation.

SBFI. (5. Juli 2017b). Aktionsplan Digitalisierung im BFI-Bereich in den Jahren 2019 und 2020. Abgerufen am 14. Mai 2020 von Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation: <https://www.sbfi.admin.ch/sbfi/de/home/bfi-politik/bfi-2017-2020.html>

Schaub, M., & Morisi, D. (2020). Voter mobilisation in the echo chamber: Broadband internet and the rise of populism in Europe. *European Journal of Political Research*, 59(4), 752-773.

Schaumburg, H., & Prasse, D. (2019). *Medien und Schule: Theorie – Forschung – Praxis*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.

Scherer, R., & Hatlevik, O. E. (2017). “Sore eyes and distracted” or “excited and confident”? – The role of perceived negative consequences of using ICT for perceived usefulness and self-efficacy. *Computers & Education*, 115, 188-200.

Scherer, R., & Teo, T. (2019). Unpacking teachers' intentions to integrate technology: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 27, 90-109.

Schmid, R., & Petko, D. (2019). Does the use of educational technology in personalized learning environments correlate with self-reported digital skills and beliefs of secondary-school students? *Computers & Education*, 136, 75-86. doi:10.1016/j.compedu.2019.03.006

Schoch, P., Waller, G., Domdey, P., & Süß, D. (2018). *ADELE – Activités – Digitales – Education – Loisirs – Enfants: Digitale Medien im Kontext von Familien mit Kindern im Alter von 4 bis 7 Jahren*. Zürich: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.

Schultz, P. W., Nolan, J. M., Cialdini, R. B., Goldstein, N. J., & Griskevicius, V. (2007). The Constructive, Destructive, and Reconstructive Power of Social Norms. *Psychological Science*, 18(5), 429-434.

- Schunk, D. h., & DiBenedetto, M. K. (2016). Self-Efficacy Theory in Education. In K. R. Wentzel, & D. B. Miele (Hrsg.), *Handbook of Motivation at School* (S. 34-54). London: Routledge.
- Schütz, G., Ursprung, H. W., & Woessmann, L. (2008). Education Policy and Equality of Opportunity. *Kyklos*, 61(2), 279-308.
- Schwarz, D., Fivaz, J., & Neuron, A. C. (4. März 2020). Digitalisierungsmonitor 2019. Dataset. Bern: Bern University of Applied Sciences - BFH - Department of Business, Health and Social Work - Business Division - Institute Public Sector Transformation - IPST.
- Schweizer Bundesrat. (24. Februar 2016). Botschaft zur Förderung von Bildung, Forschung und Innovation in den Jahren 2017–2020. Bern.
- Schweizer Bundesrat. (26. Februar 2020). Botschaft zur Förderung von Bildung, Forschung und Innovation in den Jahren 2021–2024. Bern.
- Schweizer, A., Berchtold, A., Barrense-Dias, Y., Akre, C., & Surís, J.-C. (2017). Adolescents with a smartphone sleep less than their peers. *European Journal of Pediatrics*, 176, 131–136.
- Schwendimann, B. A., Cattaneo, A. A., Dehler Zufferey, J., Gurtner, J.-L., & Bétrancourt, M. (2015). The 'Erfahrraum': a pedagogical model for designing educational technologies in dual vocational systems. *Journal of Vocational Education & Training*, 67(3), 367-396.
- Secades-Villa, R., Calafat, A., Fernández-Hermida, J. R., Juan, M., Duch, M., Skärstrand, E., . . . Talic, S. (2014). Duration of Internet use and adverse psychosocial effects among European adolescents. *Adicciones*, 26(3), 247-253.
- Selwyn, N., Banaji, S., Hadjithoma-Garstka, C., & Clark, W. (2011). Providing a platform for parents? Exploring the nature of parental engagement with school Learning Platforms. *Journal of Computer Assisted Learning*, 27(4), 314-323.
- Senkbeil, M., Eickelmann, B., Vahrenhold, J., Goldhammer, F., Gerick, J., & Labusch, A. (2019). Das Konstrukt der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen und das Konstrukt der Kompetenzen im Bereich 'Computational Thinking' in ICILS 2018. In B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, . . . J. Vahrenhold (Hrsg.), *ICILS 2018 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 79-111). Münster: Waxmann.
- Serholt, S. (2018). Breakdowns in children's interactions with a robotic tutor: A longitudinal study. *Computers in Human Behavior*, 81, 250-264.
- SFIB. (2006). *Infrastruktur: Beschaffung und Betrieb von ICT-Infrastruktur*. Bern: educa.ch.
- Shaffer, J. P. (1995). Multiple Hypothesis Testing. *Annual Review of Psychology*, 46, 561-584.
- Shah, D. (21. Dezember 2015). *By The Numbers: MOOCS in 2015*. Abgerufen am 22. Februar 2021 von The Report by class central: <https://www.classcentral.com/report/moocs-2015-stats/>
- Shah, D. (30. November 2020). *By The Numbers: MOOCs in 2020*. Abgerufen am 22. Februar 2021 von The Report by class central: <https://www.classcentral.com/report/mooc-stats-2020/>
- Shahnawaz, M. G., & Rehman, U. (2020). Social Networking Addiction Scale. *Cogent Psychology*, 7(1). doi:<https://doi.org/10.1080/23311908.2020.1832032>
- Sickles, R. C., & Zelenyuk, V. (2019). *Measurement of Productivity and Efficiency: Theory and Practice*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Siddiq, F., & Scherer, R. (2019). Is there a gender gap? A meta-analysis of the gender differences in students' ICT literacy. *Educational Research Review*, 27, 205-217.
- Sjøberg, S. (2019). The PISA-syndrome – How the OECD has hijacked the way we perceive pupils, schools and education. *Confero*, 7(1), 12-65.
- SKBF. (2007). *Bildungsbericht Schweiz 2006*. Aarau: Schweizerische Koordinationsstelle für Bildungsforschung.
- SKBF. (2018). *Bildungsbericht Schweiz 2018*. Aarau: Schweizerische Koordinationsstelle für Bildungsforschung.
- SKO. (2016). *SKO-Ratgeber «Führen in der digitalen Arbeitswelt»*. Zürich: Schweizer Kader Organisation.
- Skryabin, M., Zhang, J., Liu, L., & Zhang, D. (2015). How the ICT development level and usage influence student achievement in reading, mathematics, and science. *Computers & Education*, 85, 49-58.
- Slavin, R., & Smith, D. (2009). The Relationship Between Sample Sizes and Effect Sizes in Systematic Reviews in Education. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 31(4), 500-506.
- Smahel, D., Machackova, H., Mascheroni, G., Dedkova, L., Staksrud, E., Ólafsson, K., . . . Hasebrink, U. (2020). *EU Kids Online 2020: Survey results from 19 countries*. London: London School of Economics. doi:10.21953/lse.47fdeqj01of0
- SMM. (2020). *Fachkräftemangel Ranking Gesamtschweiz 2020*. Zürich: Stellenmarkt-Monitor Schweiz, Universität Zürich.
- Somekh, B. (2008). Factors Affecting Teachers' Pedagogical Adoption of ICT. In J. Voogt, & G. Knezek (Hrsg.), *International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (S. 449–460). Boston, MA: Springer.
- Somekh, B., Underwood, J., Convery, A., Dillon, G., Jarvis, J., Lewin, C., . . . Woodrow, D. (2007). *Evaluation of the ICT Test Bed project*. Coventry: Becta.
- Spitzer, M. (2018). *Die Smartphone-Epidemie: Gefahren für Gesundheit, Bildung und Gesellschaft*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- SRS-CSPCP. (2020). *Modalitäten der Umsetzung von HRM2*. Lausanne: Schweizerischen Rechnungslegungsgremium für den öffentlichen Sektor. Abgerufen am 27. Mai 2020 von https://www.srs-cspcp.ch/sites/default/files/pages/2019-12_modalitaeten_umsetzung_hrm2.pdf
- Staatsministerium für Kultus. (2019). *Orientierungshilfe zur grundlegenden Digitalinfrastruktur an Schulen 2019 - 2021*. Dresden: Sächsisches Staatsministerium für Kultus, Freistaat Sachsen.
- Städteinitiative Bildung. (2019). *Digitalisierung in der Volksschule : Themenpapier der Städteinitiative Bildung*. Winterthur: Städteinitiative Bildung.
- StatsCounter. (August 2020). *Operating System Market Share Switzerland: Jan 2009 - May 2019*. Abgerufen am 29. September 2020 von StatsCounter GlobalStats: <https://gs.statcounter.com/os-market-share/all/switzerland#monthly-200901-201905>
- Steenbergen-Hu, S., & Cooper, H. (2013). A meta-analysis of the effectiveness of intelligent tutoring systems on K–12 students' mathematical learning. *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 970–987. doi:10.1037/a0032447
- Steinert-Threlkeld, Z. C., Mocanu, D., Vespignani, A., & Fowler, J. (2015). Online social networks and offline protest. *EPJ Data Science*, 4(19). doi:<https://doi.org/10.1140/epjds/s13688-015-0056-y>

- Stiglic, N., & Viner, R. M. (2019). Effects of screentime on the health and well-being of children and adolescents: a systematic review of reviews. *BMJ Open*, 9. doi:10.1136/bmjopen-2018-0231
- Stiroh, K. J. (2002). Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do the Industry Data Say? *American Economic Review*, 92(5), 1559-1576.
- Stone, D. N. (1994). Overconfidence in Initial Self-Efficacy Judgments: Effects on Decision Processes and Performance. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 59(3), 452-474.
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Robotics in the Early Childhood Classroom: Learning Outcomes from an 8-Week Robotics Curriculum in Pre-Kindergarten through Second Grade. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 3-20.
- Surís, J.-C., Akre, C., Piguët, C., Ambresin, A.-E., Zimmermann, G., & Berchtold, A. (2014). Is internet use unhealthy? A cross-sectional study of adolescent internet overuse. *Swiss Medical Weekly*, 144.
- Suter, L., Külling, C., Bernath, J., Waller, G., Wilemse, I., & Süß, D. (2019). *JAMESfocus - Digitale Medien im Unterricht*. Zürich: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.
- Suter, L., Waller, G., Bernath, J., Külling, C., Wilemse, I., & Süß, D. (2018). *JAMES – Jugend, Aktivitäten, Medien – Erhebung Schweiz*. Zürich: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.
- swissuniversities. (2020). *Massnahmen zur Digitalisierungsstrategie der EDK im Bereich der Lehrerinnen- und Lehrerbildung*. Bern: swissuniversities.
- Tandoc, E. C., Ferrucci, P., & Duffy, M. (2015). Facebook use, envy, and depression among college students: Is facebooking depressing? *Computers in Human Behavior*, 43, 139-146.
- Taylor, E. S. (January 2018). *New Technology and Teacher Productivity*. Working Paper. Cambridge: Harvard University Graduate School of Education.
- ten Brummelhuis, A., & Amerongen, M. v. (2011). *Four in Balance Monitor 2011*. Zoetermeer: Kennisnet.
- Tennant, R., Hiller, L., Fishwick, R., Platt, S., Joseph, S., Weich, S., . . . Stewart-Brown, S. (2007). The Warwick-Edinburgh Mental Well-being Scale (WEMWBS): development and UK validation. *Health and Quality of Life Outcomes*. doi:https://doi.org/10.1186/1477-7525-5-63
- Thorisdottir, I. E., Sigurvinsdottir, R., Asgeirsdottir, B. B., Allegrante, J. P., & Sigfusdottir, I. D. (2019). Active and Passive Social Media Use and Symptoms of Anxiety and Depressed Mood Among Icelandic Adolescents. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 22(8), 535-542.
- Tiede, J., Grafe, S., & Hobbs, R. (2015). Pedagogical Media Competencies of Preservice Teachers in Germany and the United States: A Comparative Analysis of Theory and Practice. *Peabody Journal of Education*, 90(4), 533-545.
- Tomasik, M. J., Helbling, L. A., & Moser, U. (2021). Educational Gains of In-Person vs. Distance Learning in Primary and Secondary Schools: A Natural Experiment During the COVID-19 Pandemic School Closures in Switzerland. *International Journal of Psychology*. doi:https://doi.org/10.1002/ijop.12728
- Tondeur, J., Devos, G., Van Houtte, M., van Braak, J., & Valcke, M. (2009). Understanding structural and cultural school characteristics in relation to educational change: the case of ICT integration. *Educational Studies*, 35(2), 223-235.
- Tondeur, J., Van Braak, J., & Valcke, M. (2007). Curricula and the use of ICT in education: Two worlds apart? *British Journal of Educational Technology*, 38(6), 962-976.

- Tripney, J., Newman, M., Bangpan, M., Niza, C., MacKintosh, M., & Sinclair, J. (2010). Factors Influencing Young People (Aged 14-19) in Education about STEM Subject Choices: A systematic review of the UK literature. London: Wellcome Trust & University of London.
- Tromholt, M. (2016). The Facebook Experiment: Quitting Facebook Leads to Higher Levels of Well-Being. *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking*, 19(11), 661-666.
- Trucano, M. (2016). SABER-ICT Framework Paper for Policy Analysis: Documenting national educational technology policies around the world and their evolution over time. World Bank Education, Technology & Innovation: SABER-ICT Technical Paper Series . Washington, DC: The World Bank.
- Tully, M., Vraga, E. K., & Bode, L. (2020). Designing and Testing News Literacy Messages for Social Media. *Mass Communication and Society*, 23(1), 22-46.
- Twenge, J. M., Joiner, T. E., Rogers, M. L., & Martin, G. N. (2018). Increases in Depressive Symptoms, Suicide-Related Outcomes, and Suicide Rates Among U.S. Adolescents After 2010 and Links to Increased New Media Screen Time. *Clinical Psychological Science*, 6(1), 3-17.
- U.S. Department of Education. (2016). Future Ready Learning: Reimagining the Role of Technology in Education. Washington, D.C.: Office of Educational Technology.
- U.S. Department of Education. (10. Oktober 2018). Developer Toolkit: Creating Educational Technology for English Learners. National Study of English Learners and Digital Learning Resources. Washington: U.S. Department of Education, Office of Planning, Evaluation and Policy Development, Policy and Program Studies Service. Abgerufen am 4. Februar 2020 von <https://tech.ed.gov/files/2018/10/18-0158-DeveloperToolkit-2018-10-12.pdf>
- UIS. (2009). Guide to Measuring Information and Communication Technologies (ICT) in Education: Technical Paper No. 2. Montreal: UNESCO Institute for Statistics.
- UN. (1990). United Nations Demographic Yearbook 1988. New York: United Nations.
- UNESCO. (2011). Transforming Education: The Power of ICT Policies. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- van Braak, J. (2001). Individual Characteristics Influencing Teachers' Class Use of Computers. *Journal of Educational Computing Research*, 25(2), 141-157.
- van der Meer, T. G., & Hameleers, M. (2020). Fighting biased news diets: Using news media literacy interventions to stimulate online cross-cutting media exposure patterns. *New Media & Society*. doi:<https://doi.org/10.1177/1461444820946455>
- van Deursen, A. J. (2010). Internet skills: Vital Assets in an information society. Enschede: Universiteit Twente.
- van Deursen, A. J., & Helsper, E. J. (2015). The Third-Level Digital Divide: Who Benefits Most from Being Online? In L. Robinson, S. R. Cotten, J. Schulz, T. M. Hale, & A. Williams (Hrsg.), *Communication and Information Technologies Annual (Studies in Media and Communications, Vol. 10)* (S. 29-52). Bingley: Emerald.
- van Deursen, A. J., & Helsper, E. J. (2018). Collateral benefits of Internet use: Explaining the diverse outcomes of engaging with the Internet. *New Media & Society*, 20(7), 2333-2351.
- van Dijk, J. A. (2005). The deepening divide: Inequality in the information society. London: Sage.
- van Laar, E., van Deursen, A. J., van Dijk, J. A., & de Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills or literacy: A systematic literature review. *Computers in Human Behavior*, 72, 577-588.

- Vancouver, J. B., Thompson, C. M., & Williams, A. A. (2001). The changing signs in the relationships among self-efficacy, personal goals, and performance. *Journal of Applied Psychology*, 86(4), 605-620.
- VanLehn, K., Lynch, C., Schulze, K., Shapiro, J. A., Shelby, R., Taylor, L., . . . Wintersgill, M. (2005). The andes physics tutoring system: Lessons learned. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 15(3), 147-204.
- Vannatta, R. A., & Fordham, N. (2004). Teacher Dispositions as Predictors of Classroom Technology Use. *Journal of Research on Technology in Education*, 36(3), 253-272.
- Vellacott, M. C., & Wolter, S. C. (2004). Equity in the Swiss education system: dimensions, causes and policy responses. National report from Switzerland contributing to the OECD's review of «Equity in Education». Aarau: Schweizer Koordinationsstelle für Bildungsforschung.
- Venez, M., Zurbriggen, C., & Eckhart, M. (2014). Entwicklung und erste Validierung einer Kurzversion des „Fragebogens zur Erfassung von Dimensionen der Integration von Schülern (FDI 4-6)“ von Haeberlin, Moser, Bless und Klaghofer. *Empirische Sonderpädagogik*(2), 99-111.
- Verner, M., & Helbling, L. (2019a). Sampling ÜGK 2016: Technischer Bericht zu Stichprobendesign, Gewichtung und Varianzschätzung bei der Überprüfung des Erreichens der Grundkompetenzen 2016. Zürich: Institut für Bildungsevaluation.
- Verner, M., & Helbling, L. (2019b). Sampling ÜGK 2017: Technischer Bericht zu Stichprobendesign, Gewichtung und Varianzschätzung bei der Überprüfung des Erreichens der Grundkompetenzen 2017. Zürich: Institut für Bildungsevaluation.
- Voogt, J., Fisser, P., Roblin, N. P., Tondeur, J., & Braak, J. v. (2013). Technological pedagogical content knowledge – a review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(2), 109-121.
- Voogt, J., Knezek, G., Christensen, R., & Lai, K.-W. (2018). Developing an Understanding of the Impact of Digital Technologies on Teaching and Learning in an Ever-Changing Landscape. In J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Hrsg.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (S. 3-12).
- Vosoughi, S., Roy, D., & Aral, S. (2018). The spread of true and false news online. *Science*, 359(6380), 1146-1151.
- Waldis, M., Grob, U., Pauli, C., & Reusser, K. (2010). Der schweizerische Mathematikunterricht aus der Sicht von Schülerinnen und Schülern und in der Perspektive hochinferenter Beobachterurteile. In K. Reusser, C. Pauli, & M. Waldis (Hrsg.), *Unterrichtsgestaltung und Unterrichtsqualität – Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Videostudie zum Mathematikunterricht* (S. 171-208). Münster: Waxmann.
- Waller, G., Suter, L., Bernath, J., Külling, C., Willemse, I., Martel, N., & Süss, D. (2019). MIKE – Medien, Interaktion, Kinder, Eltern: Ergebnisbericht zur MIKE-Studie 2019. Zürich: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.
- Walton, R., Putnam, C., Johnson, E., & Kolko, B. (2009). Skills Are Not Binary: Nuances in the Relationship Between ICT Skills and Employability. *Information Technologies & International Development*, 5(2), 1-18.
- Ward, L., & Parr, J. M. (2011). Digitalising our schools: Clarity and coherence in policy. *Australasian Journal of Educational Technology*, 27(2), 326-342.
- Wardle, C., & Derakhshan, H. (2017). *Information Disorder: Toward an interdisciplinary framework for research and policy making*. Strassbourg: Council of Europe.

- Waschull, S. B. (2005). Predicting Success in Online Psychology Courses: Self-Discipline and Motivation. *Teaching of Psychology*, 32(3), 190-192.
- Wastiau, P., Blamire, R., Kearney, C., Quittre, V., Gaer, E. V., & Monseur, C. (2013). The Use of ICT in Education: a survey of schools in Europe. *European Journal of Education*, 48(1), 11-27.
- WBF & EDK. (2015). Chancen optimal nutzen: Erklärung 2015 zu den gemeinsamen bildungspolitischen Zielen für den Bildungsraum Schweiz. Bern: Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung, Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren.
- WBF & EDK. (2019). Chancen optimal nutzen: Erklärung 2019 zu den gemeinsamen bildungspolitischen Zielen für den Bildungsraum Schweiz. Bern: Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung, Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren.
- Weis, R., & Cerankosky, B. C. (2010). Effects of Video-Game Ownership on Young Boys' Academic and Behavioral Functioning: A Randomized, Controlled Study. *Psychological Science*, 21(4), 463-470.
- Welsh, J., Harmes, J. C., & Winkelman, R. (2011). Tech tips: Florida's Technology Integration Matrix. *Principal Leadership*, 12(2), 69-71.
- Westlund, J. K., & Breazeal, C. L. (2015). The Interplay of Robot Language Level with Children's Language Learning during Storytelling. *HRI'15 Extended Abstracts: Proceedings of the Tenth Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction Extended Abstracts (S. 65-66)*. Portland: ACM/IEEE.
- Wexler, N. (19. Dezember 2019). How classroom technology is holding students back. Abgerufen am 8. Juni 2020 von MIT Technology Review: <https://www.technologyreview.com/2019/12/19/131155/classroom-technology-holding-students-back-edtech-kids-education/>
- Wilder, S. (2014). Effects of parental involvement on academic achievement: a meta-synthesis. *Educational Review*, 66(3), 377-397.
- Willemse, I., Waller, G., & Süß, D. (2010). JAMES - Jugend, Aktivitäten, Medien - Erhebung Schweiz. Zürich: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.
- Willimann, I., & Käppeli, S. (2017). Digitalisierung trifft Land härter als Stadt. *Die Volkswirtschaft*, 5, 50-52.
- Witt, U., & Gross, C. (2020). The rise of the "service economy" in the second half of the twentieth century and its energetic contingencies. *Journal of Evolutionary Economics*, 30(2), 231-246.
- Woessmann, L., & Fuchs, T. (November 2004). Computers and Student Learning: Bivariate and Multivariate Evidence on the Availability and Use of Computers at Home and at School. CESifo Working Paper Series No. 1321. München: CESifo.
- Wolter, S. C., Lüthi, S., & Zumbühl, M. (2020). Effizienz im Schweizer Bildungssystem: Expertenbericht. Bern: Universität Bern, Volkswirtschaftliches Institut, Forschungsstelle für Bildungsökonomie.
- Wraw, C., Der, G., Gale, C. R., & Deary, I. J. (2018). Intelligence in youth and health behaviours in middle age. *Intelligence*, 71-86.
- Wunsch, C., Buchmann, M., & Wedel, S. (2014). Arbeits- und Fachkräftebedarf der Schweiz bis 2060. Basel: Universität Basel.
- Xavier, A. J., d'Orsi, E., Wardle, J., Demakakos, P., Smith, S. G., & von Wagner, C. (2013). Internet use and cancer-preventive behaviors in older adults: findings from a longitudinal cohort study. *Cancer, Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, 22(11), 2066-2074.

- Yamamoto, K. (2008). Banning laptops in the classroom: is it worth the hassle? *Journal of Legal Education*, 57, 1-46.
- Zack, E. (2010). Infant transfer of learning across 2D/3D dimensions: a touch screen paradigm. PhD Thesis. Washington, D.C.: Georgetown University. Von <https://repository.library.georgetown.edu/handle/10822/553228> abgerufen
- Zenhäusern, P., & Vaterlaus, S. (2017). Digitalisierung und Arbeitsmarktfolgen: Metastudie zum Stand der Literatur und zu den Entwicklungen in der Schweiz. Luzern: Fondation CH2048.
- Zhong, B., & Liying, X. (2020). A Systematic Review on Exploring the Potential of Educational Robotics in Mathematics Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18, 79-101.
- Zhong, Z.-J. (2011). From access to usage: The divide of self-reported digital skills among adolescents. *Computers & Education*, 56(3), 736-746. doi:10.1016/j.compedu.2010.10.016
- Zhou, M., & Zhang, X. (2019). Online social networking and subjective well-being: Mediating effects of envy and fatigue. *Computers & Education*, 140. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103598>
- Zhuravskaya, E., Petrova, M., & Enikolopov, R. (2020). Political Effects of the Internet and Social Media. *Annual Review of Economics*, 12, 415-438.
- Zinn, S., & Würbach, A. (2016). A statistical approach to address the problem of heaping in self-reported income data. *Journal of Applied Statistics*, 43(4), 682-703

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Relative Veränderungen in Anzahl der Fragebogenitems PISA-Erhebung	10
Abbildung 2:	Gewichtung der Themenbereiche über Instrumente	22
Abbildung 3:	Relevante Bereiche in Schule und Unterricht	38
Abbildung 4:	Wie der Einsatz digitaler Ressourcen in Lehren und Lernen bewertet wird	42
Abbildung 5:	Konzeptioneller Rahmen des Berichts	51
Abbildung 6:	Ausgaben für Hard- und Software pro Schülerin/Schüler nach Kanton und Bildungsstufe (2018)	62
Abbildung 7:	Ausstattung der Haushalte mit digitalen Endgeräten	69
Abbildung 8:	Internetgeschwindigkeit nach Region	70
Abbildung 9:	Ausstattung der Haushalte mit Endgeräten nach Einkommensquartil	72
Abbildung 10:	Internetnutzung in der Schweiz 2005 bis 2019, nach Alter	73
Abbildung 11:	Selbstbewertete digitale Kompetenzen, nach Alter	75
Abbildung 12:	Konsequenzen der Internetnutzung unter Kindern und Jugendlichen, nach Altersklassen	76
Abbildung 13:	Zusammenhang zwischen Dauer der täglichen Internetnutzung, Verhaltensproblemen und Gesundheitsbeschwerden	77
Abbildung 14:	Dauer Nutzung digitaler Medien und Lebenszufriedenheit unter 15-Jährigen in Grossbritannien	80
Abbildung 15:	Anteil der von einem Risiko betroffenen Kindern und Jugendlichen, nach Altersgruppen	82
Abbildung 16:	Preisentwicklung digitale Endgeräte und Software, 2011 bis 2019	84
Abbildung 17:	Effekt von Investitionen in digitale Produktionstechnologien auf die Beschäftigung, nach Qualifikationsniveau	87
Abbildung 18:	Zusammensetzung des Textkorpus nach Sprachregion und Schulstufe	90
Abbildung 19:	Rahmendokumente des Textkorpus nach Typ und geographischem Geltungsbereich	91
Abbildung 20:	Einführung der kantonalen Konzepte relativ zur Einführung der sprachregionalen Lehrpläne	95
Abbildung 21:	Thematische Entwicklung kantonaler Konzepte	98
Abbildung 22:	Einführung Themenfelder zu digitalen Kompetenzen in sprachregionale Lehrpläne der obligatorischen Schule	100
Abbildung 23:	Digitale Kompetenzen in den sprachregionalen Lehrplänen der obligatorischen Schule	101
Abbildung 24:	Organisation der Vermittlung von medienspezifischen Kompetenzen und Informatik in der obligatorischen Schule, nach Kanton und Schuljahr	103
Abbildung 25:	Vorgegebene Unterrichtszeit für die Vermittlung digitaler Kompetenzen in Klassenstufen 5 bis 11 (HarmoS-Zählung), nach Kanton	104
Abbildung 26:	Anzahl und thematische Verteilung der digitalen Kompetenzen und Kompetenzanforderungen in den Lehrplänen der Sekundarschulen II	109
Abbildung 27:	Obligatorische ECTS-Punkte in der Ausbildung von Lehrpersonen je PH und nach Schulstufen	113
Abbildung 28:	Anzahl der angebotenen Weiterbildungskurse im Bereich Medien und Informatik je PH nach Schulstufe	114

Abbildung 29:	Nutzungshäufigkeit digitaler Endgeräte, nach Schulstufe	118
Abbildung 30:	Nutzungshäufigkeit digitaler Anwendungen, nach Schulstufe	119
Abbildung 31:	Bewertung von Lernen mit digitalen Ressourcen im Vergleich zum «analogen» Unterricht, nach Schulstufen	120
Abbildung 32:	Bewertung von Lernen mit digitalen Ressourcen im Vergleich zum «analogen» Unterricht, nach Geschlecht	121
Abbildung 33:	Nutzungshäufigkeit digitaler Endgeräte, nach Sprachregion	122
Abbildung 34:	Internetzugang an der Schule, nach Sprachregion	123
Abbildung 35:	Computernutzung durch Lehrpersonen und Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern	125
Abbildung 36:	Effekt digitaler Ressourcen auf Lernmotivation und Lernerfolg in Primar- und Sekundarschule nach Technologie	127
Abbildung 37:	Effekt des Einsatzes intelligenter Tutorensysteme im Mathematikunterricht nach Produktivität der Lehrperson	129
Abbildung 38:	Effekt von intelligenten Tutorensystemen auf Lernleistungen nach Eigenschaften von experimentellen Studien	130
Abbildung 39:	Fehltag mit und ohne Information der Eltern	136
Abbildung 40:	Verteilung der Kosten von Lernapplikationen	138
Abbildung 41:	Anteil nie genutzter Applikationslizenzen	141
Abbildung 42:	Zufriedenheit mit Weiterbildungsinhalten, Frankreich 2018	147
Abbildung 43:	Nutzungshäufigkeit digitaler Endgeräte in der Schule, Klassenstufe 8 (HarmoS-Zählung)	150
Abbildung 44:	Einstellungen gegenüber Schule und schulische Leistungen zum Ende der Primarschule, nach Intensität der Nutzung digitaler Endgeräte in der Schule	152
Abbildung 45:	Verteilung Computerausstattung an Primarschulen des Kanton Freiburg, 2012 bis 2018	155
Abbildung 46:	Selbsteingeschätzte ICT Kompetenzen und Interesse an digitalen Technologien, nach Kanton bzw. Kantonsteil	156
Abbildung 47:	Nutzungshäufigkeit digitaler Endgeräte in der Schule und selbsteingeschätzte Kompetenzen und Interesse an ICT, nach Geschlecht	158
Abbildung 48:	Nutzung digitaler Endgeräte und Leistungen in Lesen und Rechtschreibung in der Schulsprache, nach Nutzungsort	161
Abbildung 49:	Nutzung digitaler Endgeräte und Leistungen in Hör- und Leseverständnis der ersten Fremdsprache, nach Nutzungsort	162
Abbildung 50:	Akademische Leistungen in der Schulsprache und Nutzung digitaler Endgeräte auf Schulebene	164
Abbildung 51:	Private Ausstattung mit digitalen Endgeräten nach sozio-demographischen Merkmalen	168
Abbildung 52:	Veränderung der Nutzungshäufigkeit schulbezogener Aktivitäten in der Schule	171
Abbildung 53:	Veränderung der Internetnutzungsdauer in der Schule	172
Abbildung 54:	Wöchentliche Nutzungsdauer digitaler Geräte je Fachgebiet im Unterricht und ausserhalb des Unterrichts, PISA 2018	173

Abbildung 55:	Nutzungshäufigkeit digitaler Endgeräte in Mathematik je Kanton bzw. Kantonsteil	174
Abbildung 56:	Nutzungshäufigkeit digitaler Endgeräte in der Schulsprache je Kanton bzw. Kantonsteil	175
Abbildung 57:	Nutzungshäufigkeit digitaler Endgeräte im Fremdsprachenunterricht je Kanton bzw. Kantonsteil	176
Abbildung 58:	Einsatz von digitalen Geräten im Unterricht durch die Lehrperson und/oder Schülerinnen und Schüler nach Fachbereich und Fragebogensprache	179
Abbildung 59:	Durchschnittliche kantonale Klassengrößen und Anteil Schülerinnen und Schüler, die niemals digitale Geräte im Unterricht in der Schulsprache verwenden, ÜGK 2016	180
Abbildung 60:	Intensität der Nutzung digitaler Ressourcen durch Lehrpersonen, Schülerinnen und Schüler im Unterricht	181
Abbildung 61:	Nutzungshäufigkeit von Programmen und Anwendungen durch Lehrpersonen im Unterricht	182
Abbildung 62:	Verteilung der Computerausstattung an Schulen der Sekundarstufe I	185
Abbildung 63:	Digitale Projektoren und Whiteboards je Klasse	186
Abbildung 64:	Bewertung der Verfügbarkeit und Qualität digitaler Ressourcen durch Schulleitende	187
Abbildung 65:	Kompetenzen der Lehrpersonen für die Integration digitaler Ressourcen im Unterricht	190
Abbildung 66:	Zusammenhang zwischen Kompetenzen der Lehrperson und Bedingungen der Kompetenzerneuerung	191
Abbildung 67:	Bewertung und Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht	192
Abbildung 68:	Strategischer Umgang mit digitalen Ressourcen in den Schulen	193
Abbildung 69:	Zusammenhang zwischen Strategien und Nutzung digitaler Ressourcen durch Schülerinnen und Schüler im Unterricht nach Fachbereich	194
Abbildung 70:	Engagement der Lehrpersonen beim informellen und formellen Austausch zur Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht	195
Abbildung 71:	Erlernen medienspezifischer Kompetenzen im Unterricht in der Schweiz	197
Abbildung 72:	Anteil der Schülerinnen und Schüler, die angeben mindestens 5 von 7 Themen im Bereich Daten- und Informationssicherheit in der Schulerlernt zu haben, Schweiz und Referenzländer	198
Abbildung 73:	Selbsteinschätzung der Fähigkeiten Computernutzung nach Kanton	200
Abbildung 74:	Zusammenhang zwischen Zustimmung zu Selbsteinschätzungen und gemessenen Leistungen von Schülerinnen und Schülern in der Schweiz, ICILS 2013	201
Abbildung 75:	Vermittlung digitaler Kompetenzen in der Schule und Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler, ICILS 2018	203
Abbildung 76:	Abweichung der durchschnittlichen Leistungen in Mathematik nach Nutzungshäufigkeit von digitalen Endgeräten im Mathematikunterricht, ÜGK 2016	207
Abbildung 77:	Mathematikleistungen und Nutzung digitaler Geräte im Mathematikunterricht auf Schulebene	208
Abbildung 78:	Repetitionsgeschichte und relative Häufigkeit der Nutzung digitaler Ressourcen im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I, ÜGK 2016	209

Abbildung 79:	Unentschuldigte Absenzen und Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht	210
Abbildung 80:	Einfluss der Nutzung digitaler Ressourcen auf Leistungen, nach Geschlecht, SES und Leistungsniveau	212
Abbildung 81:	Zusammenhang zwischen der soziodemografischen Zusammensetzung der Schule und der Ausstattung mit Computern je Lernendem	214
Abbildung 82:	Private Ausstattung mit digitalen Endgeräten und Lernressourcen nach ökonomischem Wohlstand des Elternhauses	215
Abbildung 83:	Private Ausstattung mit Computern nach sozio-demografischen Merkmalen	217
Abbildung 84:	Private Ausstattung mit digitalen Ressourcen nach sozio-demographischen Merkmalen	218
Abbildung 85:	Nutzungshäufigkeit digitaler Lernressourcen nach Ausbildungstyp auf Sekundarstufe II	225
Abbildung 86:	Computer/Internetnutzung für informelles Lernen, nach Ausbildungstyp	225
Abbildung 87:	Infrastrukturausstattung an Gymnasien	230
Abbildung 88:	Bewertung der Ausstattungssituation an berufsbildenden Schulen durch Schülerinnen und Schüler, 2019	231
Abbildung 89:	Stand der Einführung des Fachs Informatik am Gymnasium (Stand Oktober 2019)	232
Abbildung 90:	Selbstbewertete digitale Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der Fachmittelschulen und Gymnasien in der Deutschschweiz, nach Schultyp	234
Abbildung 91:	Bedeutung der Schule für den Erwerb digitaler Kompetenzen durch Schülerinnen und Schülern der Fachmittelschulen und Gymnasien in der Deutschschweiz und dem Tessin, nach Schultyp	236
Abbildung 92:	Bedeutung der Schule für den Erwerb digitaler Kompetenzen an berufsbildenden Schulen	237
Abbildung 93:	Selbsteinschätzung Ausbildungsstand in Informatik am Ende der Sekundarstufe II in der Deutschschweiz, nach Schultyp	238
Abbildung 94:	Zusammenhang zwischen Selbsteinschätzung Fähigkeiten in Informatik am Ende der Schule, und der Relevanz von Informatik für Beruf und weitere Ausbildung, nach Schultyp	239
Abbildung 95:	Entwicklung des Interesses an Informatik im Verlauf der Sekundarstufe II, nach Schultyp und Geschlecht	241
Abbildung 96:	Interessenentwicklung in der Sekundarstufe II nach Schultyp, Fach und Geschlecht	242
Abbildung 97:	Beschäftigungsquote und selbsteingeschätzte digitale Kompetenzen der Gesamtbevölkerung	246
Abbildung 98:	Digitale Kompetenzen und Übergänge auf dem Arbeitsmarkt	248
Abbildung 99:	Lohnprämie für digitale Anwendungskompetenzen nach Qualifikationsprofil	249
Abbildung 100:	Effekt der CNC-bezogenen Lehrplanänderung für Maschinen- und Anlagenführer/-innen, metallverarbeitende Industrie, Deutschland	251
Abbildung 101:	Mittlerer monetärer Gegenwert kostenfreier Onlineangebote pro Jahr	253
Abbildung 102:	Anzahl monatlich angebotener MOOCs, weltweit, 2012-2021	256
Abbildung 103:	Anteil Personen, die in den letzten drei Monaten das Internet für die Teilnahme an einem Online-Kurs genutzt haben, nach höchstem Bildungsabschluss	257
Abbildung 104:	Effekt von Desinformationen auf Faktenwissen und Wahlabsichten in Frankreich	259

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Internationale Erhebungen zur Integration digitaler Ressourcen	16
Tabelle 2:	Inhaltliche Abdeckung der Fragebögen internationaler ICT-Erhebungen	19
Tabelle 3:	Stand der Einführung des HRM2 in Kantonen und Gemeinden (nach Jahr der Einführung)	63
Tabelle 4:	Integration digitaler Kompetenzen in den einzelnen Rahmenlehrplänen	110
Tabelle 5:	Zusammenhang zwischen digitalen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern, und der schulischen Ausstattung sowie Nutzung digitaler Ressourcen	204

Abkürzungsverzeichnis

BAKOM	Bundesamt für Kommunikation
BYOD	Bring-Your-Own-Device
CBAM	Concerns-Based Adoption Model
CIIP	Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin
EDK	Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren
EHB	Eidgenössisches Hochschulinstitut für Berufsbildung
ESSIE	European Survey of Schools: ICT in Education
EUN	European Schoolnet
ICILS	International Computer and Information Literacy Survey
ICT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IDES	Informations- und Dokumentationszentrum der EDK
IEA	International Association for the Evaluation of Educational Achievement
ISTE	International Society for Technology in Education
LP21	Lehrplan 21
LSA	Standardisierte Schulleistungsvergleichsstudie (Large-scale assessment)
MITIC	Médias, images et technologies de l'information et de la communication
MOOC	Massive Open Online Course
NFP	Nationales Forschungsprogramm
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
PdS	Piano di Studio
PER	Plan d'études romand
PIAAC	Programme for the International Assessment of Adult Competencies
PIRLS	Progress in International Reading Literacy Study
PISA	Programme for International Student Assessment
RLP	Rahmenlehrplan
SBBK	Schweizerische Berufsbildungsämter-Konferenz
SBFI	Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation
SELFIE	Self-reflection on Effective Learning by Fostering the Use of Innovative Educational Technologies
SITES	Second Information Technology in Education Studies
SKBF	Schweizerische Koordinationsstelle für Bildungsforschung
TET-SAT	Technology Enhanced Teaching Self-Assessment Tool
TIMSS	Trends in International Mathematics and Science Study

TPACK	Technological, Pedagogical and Content Knowledge Model
ÜGK	Überprüfung des Erreichens der Grundkompetenzen
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

Glossar

Bootstrapping

Das Bootstrapping ist eine Methode zur Bestimmung der statistischen Merkmale einer empirischen Verteilung, die auf der wiederholten Ziehung von Unterstichproben aus einer gegebenen Stichprobe erfolgt. Sie wird verwendet, wenn die theoretische Verteilung der interessierenden Statistik unbekannt ist.

Digitale Inhalte

Informationen, die in Form von digitalen Daten vorliegen, die in maschinenlesbaren Formaten kodiert und mit Hilfe von digitalen Endgeräten erstellt, angesehen, verändert, gespeichert und übertragen werden können. Dabei ist es egal, ob diese Inhalte kostenlos oder kostenpflichtig zur Verfügung stehen.

Digitale Kompetenzen

Eine allgemein akzeptierte Definition digitaler Kompetenzen gibt es nicht. Im deutschsprachigen wie im internationalen Umfeld, werden digitale Kompetenzen oft als Zusammenspiel technischer Anwendungs- und Gestaltungsfähigkeiten mit der Fähigkeit zu kritischer Reflexion der (individuellen und gesellschaftlichen) Möglichkeiten, Grenzen und Gefahren von Technik und Inhalten verstanden. Allerdings unterscheiden sich Terminologie und Schwerpunktsetzung der einzelnen Definitionen teilweise erheblich. Im vorliegenden Bericht wird auf eine übergreifende Definition verzichtet. Stattdessen werden einzelne Elemente, so sie aus der Literatur oder den vorhanden Datenquellen ableitbar sind, ohne festen Bezug zu diesen Frameworks dargestellt.

Digitale Lernressource

In Anlehnung an die Definition des U.S. Department of Education (2018) definiert der vorliegende Bericht «digitale Lernressource» als digitale Güter und Dienste wie Anwendungen (Apps), Software, Programme oder Webseiten, die Schülerinnen und Schüler in Lernaktivitäten einbinden und die Lernziele der Schülerinnen und Schüler unterstützen. Es lassen sich drei funktionelle Kategorien von digitalen Lernressourcen unterscheiden, wobei alle drei auch in einem Werkzeug integriert angeboten werden können:

- **digitale akademische Inhaltswerkzeuge**
Angebote, die durch Aufbau und Inhalte Schülerinnen und Schüler dabei unterstützen akademische Inhalte und Fähigkeiten zu erlernen. Neben dem Bereitstellen von Inhalten, kann dies durch das aktive Einbinden von Lernenden in Aktivitäten geschehen.
- **digitale Produktivitätswerkzeuge**
Angebote, die Schülerinnen und Schüler beim Planen, Dokumentieren, Organisieren und Analysieren von akademischen Inhalten unterstützen. Sie bieten selbst a priori keine akademischen Inhalte an.

- **digitale Kommunikationswerkzeuge**

Angebote, die von Lernenden für die Kommunikation, Zusammenarbeit, Vernetzung oder Präsentation von Informationen verwendet werden. Sie enthalten a priori keine akademischen Inhalte.

Diese Definition «digitaler Lernressourcen» umfasst ausdrücklich nicht die Hardware oder Infrastruktur, die für die Nutzung von digitalen Lernressourcen benötigt wird

Digitale Ressource

Im vorliegenden Bericht wird der Begriff «digitale Ressource» als Sammelbegriff für digitale Lernressourcen und digitale Endgeräte verwendet. Er umschreibt den Umfang digitaler Technologien (Hard- und Software), die für Schulorganisation, Lernen und Unterricht eingesetzt werden.

Digitale Technologie

Digitale Technologien sind elektronische Werkzeuge, Systeme, Endgeräte und Ressourcen, die dazu genutzt werden Daten zu erzeugen, zu verarbeiten, zu speichern und weiterzugeben bzw. mit diesen Daten Aktionen in digitalen und analogen Umgebungen und Systemen zu überwachen, zu beeinflussen und zu steuern.

Digitales Endgerät

Ein digitales Endgerät ist ein elektronisches Gerät, das digitale Informationen empfangen, verarbeiten, speichern, darstellen und übertragen kann. Im Rahmen des vorliegenden Berichts wird der Begriff «digitales Endgerät» primär als Sammelbegriff für individuelle Geräte wie Desktopcomputer, Laptops und Notebooks, Tablets, Smartphones, Media Player, E-Book-Reader, PDAs etc. verwendet, die zum Zugriff auf digitale Inhalte verwendet werden können.

Effektstärke

Die Effektstärke ist ein statistisches Umrechnungsmass zur Beschreibung der Stärke eines Zusammenhangs. Es wird verwendet, um die empirischen Ergebnisse quantitativer Studien, die sich unterschiedlicher Methoden, Messinstrumente und Zusammenhangsmasse bedienen vergleichbar zu machen. Es kann zudem dazu verwendet werden die praktische Relevanz statistisch signifikanter Ergebnisse zu verdeutlichen. Es existieren eine Reihe verschiedener Effektstärkemasse. Eines der verbreitetsten ist die Effektstärke d (auch Cohens d , siehe Kapitel 5).

Intelligente Tutorensysteme

Intelligente Tutorensysteme (intelligent tutoring systems, adaptive learning systems, adaptive learning platforms) sind technische, meist auf maschinellem Lernen basierende Plattformen, die auf Interaktionen mit Lernenden reagieren, indem sie Inhalte automatisiert an das Verhalten der Lernenden anpassen.

Korrelation

Das Konzept der Korrelation beschreibt die Richtung und Ausprägung eines linearen Zusammenhangs zwischen zwei Variablen. Es gibt an, ob hohe Werte einer Variablen tendenziell mit hohen (oder tiefen) Werten einer anderen Variablen einhergehen. Dieser Zusammenhang kann unabhängig von einer Ursache-Wirkungs-Beziehung bestehen. Er wird durch den Korrelationskoeffizienten quantifiziert.

Korrelationskoeffizient

Der Korrelationskoeffizient, im Bericht mit r bezeichnet, ist ein standardisiertes Mass für die Richtung und Ausprägung eines linearen Zusammenhangs zweier Variablen. Er kann Werte zwischen -1 und $+1$ annehmen. Ein Wert von $+1$ bedeutet, dass eine Abbildung der Werte beider Variablen eine positiv geneigte Gerade darstellt. Ein Wert von -1 bedeutet, dass diese Abbildung einer Gerade mit negativer Steigung entspricht. Abweichungen von den Extremwerten, bedeuten Abweichungen von diesem perfekten linearen Zusammenhang. Ein Wert von 0 bedeutet, dass kein linearer Zusammenhang zwischen zwei Variablen vorliegt. Der Korrelationskoeffizient ermöglicht keine quantitativen Vorhersagen des Werts einer Variablen auf Basis des Wertes einer anderen Variablen.

Lernende/r

In Abweichung von der übrigen Bildungsberichterstattung verwendet der vorliegende Bericht den Begriff «Lernende» synonym mit dem Begriff «Schülerin und Schüler». Er bezeichnet Schülerinnen und Schüler aller Schulstufen.

Lineares Wahrscheinlichkeitsmodell

Ein lineares Wahrscheinlichkeitsmodell ist ein Anwendungsfall der Methode der linearen Regression zur Vorhersage eines dichotomen Werts. Das heisst die abhängige Variable nimmt für jede Beobachtung einen Wert von eins oder von Null an. Der Vorhersagewert einer solchen Regression kann als Wahrscheinlichkeit interpretiert werden, dass die abhängige Variable bei gegebenen Werten der unabhängigen Variablen den Wert eins annimmt.

MOOC

Ein MOOC (Massive Open Online Course) ist eine Weiterentwicklung des Konzepts des Fernunterrichts, der auf unbegrenzte Teilnahme und weitgehend offenen Zugang über das Internet abzielt. Zusätzlich zu traditionellen Kursmaterialien wie gefilmten Vorlesungen, Lesestoff und Problemstellungen bieten viele MOOCs interaktive Funktionalitäten wie Benutzerforen, Diskussionen über soziale Medien oder automatisiertes Feedback auf Quizze und Aufgabenstellungen.

Paneldaten

Als Paneldaten (gelegentlich auch: Längsschnittdaten) werden Datensammlungen bezeichnet, die Informationen von denselben Einheiten über mehrere Zeitperioden erheben. Dies hebt sie von Querschnittsdaten, die Informationen von vielen Einheiten zu einem Zeitpunkt sammeln, und von Zeitreihendaten, die Informationen von einer Beobachtungseinheit über

viele Zeitpunkte erheben, ab. Paneldaten erlauben es der Entwicklung vieler Beobachtungseinheiten über die Zeit zu folgen. Sie eignen sich daher eher zur Identifikation kausaler Zusammenhänge als Querschnittsdaten.

Perzentil

Das Perzentil ist ein Mass für die Beschreibung von Eigenschaften einer statistischen Verteilung. Ein Perzentilwert gibt den Anteil an Beobachtungseinheiten an, die diesen Wert erreichen oder unterhalb dieses Wertes bleiben. Liegt beispielsweise das 50. Perzentil (der Median) der Lizenzkosten digitaler Lernressourcen bei 6,27 US-Dollar, so bedeutet dies, dass die Hälfte (50 %) aller digitalen Lernressourcen weniger als 6,28 US-Dollar je Lizenz kosten.

Regression (linear)

Die lineare Regression ist eine statistische Methode für die Modellierung und Schätzung des Zusammenhangs zwischen einer abhängigen und einer oder mehrerer unabhängiger Variablen. Modelle, die eine einzige unabhängige Variable berücksichtigen werden im Bericht als «bivariat» bezeichnet. Modelle, die mehrere unabhängige Variablen berücksichtigen als «multivariat». Bivariate wie multivariate Schätzungen erlauben es die Veränderung der abhängigen Variable auf Basis der Veränderung einer unabhängigen Variable vorherzusagen. Die Stärke dieses prädiktiven Zusammenhangs wird durch den Regressionskoeffizienten beschrieben. Der Koeffizient ist nicht notwendig ein Mass für den kausalen Einfluss der unabhängigen auf die abhängige Variable. Allerdings können lineare Regressionen bzw. auf lineare Regressionen aufbauende Methoden unter bestimmten Umständen zur Identifikation von Kausalbeziehungen verwendet werden.

Regressionskoeffizient

Der Regressionskoeffizient ist ein Mass für den prädiktiven Zusammenhang zwischen zwei Variablen. Er ist das Ergebnis der Schätzung dieses Zusammenhangs mittels eines (linearen) Regressionsmodells. Der Wert des Koeffizienten gibt an um wie viele Einheiten sich die abhängige Variable verändert, wenn die unabhängige Variable um eine Einheit grösser wird.

Skalierbarkeit

Die Skalierbarkeit einer Intervention beschreibt welcher Aufwand betrieben werden muss, damit eine in wissenschaftlichen Experimenten getestete Intervention im ganzen Bildungssystem implementiert werden kann. Die Skalierbarkeit wird von einer Reihe von Faktoren beeinflusst. Unter anderem davon, in welchem Umfang sie:

- Verhaltensänderungen auf Seiten der betroffenen Akteure erfordern.
- Ein höheres Qualifikationsniveau verlangen, als es der durchschnittliche Akteur besitzt.
- Auf beträchtlichen Widerstand in der Öffentlichkeit oder bei Praktikern stossen.
- Vom Charisma einer einzelnen Person oder einer kleinen Truppe von hochqualifizierten und engagierten Personen abhängen.

Standardisierte Schulleistungsuntersuchungen

Schulleistungsuntersuchungen (Englisch: Large-scale assessments, LSA) sind standardisierte, klassen-, schul- und oft auch bildungssystemübergreifende Erhebungen der Kenntnisse und Fertigkeiten von Schülerinnen und Schülern in bestimmten Kompetenzbereichen zu einem festgelegten Zeitpunkt ihrer Bildungslaufbahn. LSA können unterschiedliche Funktionen übernehmen. Für Schülerinnen und Schüler können sie als Orientierungshilfe und individuelle Standortbestimmung dienen. Lehrpersonen, Schulen und Bildungssysteme erhalten Informationen zum Wissenstand ihrer Schülerinnen und Schüler relativ zum Kompetenzniveau aller Lernenden derselben Klassenstufe. Informationen aus LSA können daher zur Evaluation und Qualitätsentwicklung der Schulsysteme dienen.

Statistische Signifikanz und praktische Relevanz

Als signifikant wird das Ergebnis eines statistischen Tests mit Stichprobendaten bezeichnet, das so deutlich von einer vorher festgelegten Annahme (der Nullhypothese) abweicht, dass ein Zustandekommen der Abweichung aufgrund von Zufall und Stichprobenfehler unwahrscheinlich ist. Dafür werden in der Regel Schwellenwerte festgelegt (z. B. 1 %, 5 %, 10 %). Sie geben an wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, dass die beobachtete Abweichung doch durch Zufall zustande gekommen ist.

Die statistische Signifikanz sagt nichts über die praktische Bedeutung einer Abweichung aus. Dies deshalb, weil bei grossen Stichproben auch sehr kleine Abweichungen statistisch signifikant sein können. Für die Bewertung eines statistischen Tests ist daher neben der Signifikanz auch die Grösse der Teststatistik (z. B. des Regressionskoeffizienten) von Bedeutung.

Vertrauensintervall

Ein Vertrauensintervall (auch: Konfidenzintervall oder Erwartungsbereich) ist eine statistische Angabe zur Präzision eines Schätzparameters, z. B. eines Regressionskoeffizienten, als Mass für den wahren Populationswert. Es berücksichtigt die Tatsache, dass Schätzungen auf Basis von Stichproben durch zufällige Fehler vom Populationswert abweichen können, indem es den Wertebereich angibt, in dem sich mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit der Populationswert befindet. Das 95 %-Vertrauensintervall gibt beispielsweise an, in welchen Wertebereich 95 % aller Stichprobenschätzer fallen würden, wenn eine Analyse in vielen identisch gezogenen Stichproben derselben Grundgesamtheit wiederholt würde. Liegt der Wert der Nullhypothese innerhalb des 95 %-Vertrauensintervalls, spricht man davon, dass ein Ergebnis nicht statistisch signifikant ist.

Verwendete Datenbestände

Zusätzlich zur Analyse der wissenschaftlichen Literatur, beruhen die Erkenntnisse aus dem vorliegenden Bericht auf der Auswertung einer Reihe von Datenbeständen. Um eine bessere Einordnung der Validität der Aussagen dieses Berichts zu ermöglichen, werden im folgenden Abschnitt diejenigen Datenbestände kurz beschrieben, die verwendet wurden um Stand und Effekte der Digitalisierung an den Schulen der Schweiz zu beschreiben, zu erklären und zu bewerten.

Zentrale Sekundärdaten: Sekundärdaten lagen dem Projektteam in der Form von public use files der Mikrodaten vor. Art und Tiefe der Auswertung konnte daher durch das Projektteam weitgehend unabhängig bestimmt werden.

1. **Überprüfung des Erreichens der Grundkompetenzen (ÜGK):** Die ÜGK sind eine schweizweite Erhebung der Kompetenzen von Schülerinnen und Schüler der obligatorischen Schule (Konsortium ÜGK, 2019a; 2019b). Kompetenzen werden dabei leistungsorientiert auf Basis von Tests erfasst, die sich explizit auf die harmonisierten Kompetenzbeschreibungen des Schweizerischen Bildungssystems beziehen (Girnat & Linneweber-Lammerskitten, 2019; Angelone & Keller, 2019). Mit den Resultaten sind repräsentative Aussagen zur Leistungsfähigkeit des schweizerischen Bildungssystems bis auf die Ebene der einzelnen Kantone möglich (SKBF, 2018, S. 37).
 - b. Die **ÜGK 2016** überprüfte das Erreichen der Grundkompetenzen in Mathematik für die Klassenstufe 11 (HarmoS-Zählung). Individuelle Kompetenzen werden in Form von je 20 sogenannten «plausible values» für Mathematik allgemein sowie für 10 Teilkompetenzen bereitgestellt. Für den vorliegenden Bericht wurden ausschliesslich die Werte für die übergreifende Kompetenz Mathematik verwendet. Informationen zu individuellen, schulischen und sozialen Faktoren wurden durch zwei, teilweise überlappende Kontextfragebögen erfasst, die jeweils von etwa der Hälfte der Schülerinnen und Schüler beantwortet wurde. Einer dieser Fragebögen erhebt Informationen zur Nutzung digitaler Endgeräte im Fachunterricht, sowie zu ICT-bezogenen Einstellungen und Kompetenzen. Die verwendeten Items wurden dabei weitgehend aus der ICILS-Erhebung 2013 übernommen (Hupka-Brunner, et al., 2016). Für die Berechnung von Schätzern und Schätzfehlern für die Zusammenhänge zwischen Variablen des Kontextfragebogens und Kompetenzen wurden, unter Verwendung von Kombinationsregeln für mehrfach imputierte Daten alle 20 plausible values verwendet (vgl. Pham, et al., 2019a). Zudem wurden alle Analysen mit Stichproben- und Replikationsgewichten durchgeführt, um die Erhebungsstruktur der ÜGK-2016 zu berücksichtigen (vgl. Verner & Helbling, 2019a). Für die Teilstichprobe derjenigen Lernenden die Fragen zur Nutzung digitaler Geräte beantworteten, stehen in der aktuellen Version des Datensatzes keine angepassten Replikationsgewichte zur Verfügung. Aus diesem Grund wurden die Replikationsgewichte für diese Teilstichprobe aus den

Replikationsgewichten der gesamten Stichprobe berechnet, indem letztere um das Verhältnis der beiden Stichprobengewichte korrigiert wurden.

- c. Im Rahmen der **ÜGK 2017** wurden Schülerinnen und Schüler der 8. Klassenstufe (HarmoS-Zählung) auf das Erreichen der Grundkompetenzen in der Schulsprache (Orthographie und Leseverstehen) und der ersten Fremdsprache (Hör- und Leseverstehen) geprüft. Wie für die ÜGK-Erhebung 2016 werden individuelle Kompetenzen auf Basis der gestellten Testitems (und weiterer Informationen) geschätzt und in Form von 20 «plausible values» zur Verfügung gestellt. Aufgrund des hohen Anteils fehlender Angaben aus dem Kontextfragebogen wurden zudem fehlende Werte wiederholt geschätzt und alle Angaben in Form von 20 leicht variierenden Datensätzen, sogenannten «multiply imputed datasets» bereitgestellt. In begrenztem Umfang sind Informationen zur Nutzungshäufigkeit digitaler Endgeräte (in der Schule und zuhause), zu Einstellungen und zu selbsteingeschätzten Kompetenzen sind in diesen Datensätzen enthalten (Erzinger, et al., 2019). Alle im Bericht aufgeführten Ergebnisse berücksichtigen Kombinationsregeln für mehrfach imputierte Daten und verwenden Stichproben- und Replikationsgewichte (vgl. Pham, et al., 2019b; Verner & Helbling, 2019b).
2. **Programme for International Student Assessment (PISA):** PISA ist eine internationale Vergleichsstudie schulischer Kompetenzen bei 15-jährigen Schülerinnen und Schülern. Die Studie wird seit dem Jahr 2000 im dreijährlichen Rhythmus im Auftrag der OECD durchgeführt. Ergebnisse der PISA-Erhebungen werden im vorliegenden Bericht im Kapitel zur Sekundarstufe I dargestellt. Dies ist nicht ganz unproblematisch, da der effektive Anteil an Schülerinnen und Schülern, die sich in der obligatorischen Schulzeit befinden zwischen den Sprachregionen stark variiert (z. B. Konsortium PISA.ch, 2019, S. 8). Entsprechend sind Vergleiche zwischen Sprachregionen mit Vorsicht zu interpretieren. Informationen zum Stichprobendesign, zur Grundgesamtheit und den Ergebnissen der Schweizer Teilstichprobe der Erhebung aus dem Jahr 2018 finden sich im Nationalen PISA Bericht des Konsortiums PISA.ch (2019). Für den vorliegenden Bericht wurden vordringlich Informationen aus den Begleitfragebögen für Lernende und Schulen der Erhebungen von 2009 bis 2018 verwendet. Dabei lag ein besonderer Fokus auf dem optionalen Fragebogen zur Vertrautheit mit Informationstechnologien («ICT familiarity questionnaire»), der vergleichsweise umfangreiche Informationen zur Nutzung digitaler Endgeräte durch Schülerinnen und Schüler im Fachunterricht, sowie zu Einstellungen und selbsteingeschätzten Kompetenzen enthält (vgl. Lorenceau, Marec, & Mostafa, 2019; OECD, 2019b). Umfang und Detaillierungsgrad des ICT-Fragebogens sind in den vergangenen Jahren stetig gewachsen (vgl. Abbildung 1). PISA-Daten wurden der internationalen PISA-Datenbank (<http://www.oecd.org/pisa/data/>) entnommen. Alle im Bericht aufgeführten Ergebnisse verwenden Stichproben- und Replikationsgewichte, wenn Rückschlüsse auf die Grundgesamtheit der PISA-Erhebung

und ihrer nationalen Stichproben gezogen werden. Zudem beruhen, der methodischen Empfehlung der OECD folgend (OECD, 2009, S. 145), alle Analysen auf Schülerinnen und Schülern als Beobachtungseinheit. Dies bedeutet, dass auch Variablen auf Schulebene als Attribute von Schülerinnen und Schülern analysiert werden, weshalb Schätzungen von Massen der zentralen Tendenz immer in Bezug die Grundgesamtheit der Schülerinnen und Schüler interpretiert werden müssen.

- 3. International Computer and Information Literacy Survey (ICILS):** Die ICILS ist eine internationale, leistungsorientierte Vergleichsstudie der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 10. Klasse (HarmoS-Zählung).¹ Zusätzlich erhebt sie in einer Reihe von Begleitfragebögen umfangreiche Informationen zur Ausstattung von Schulen mit digitalen Endgeräten, zur Nutzung dieser Endgeräte durch Lehrpersonen, Schülerinnen und Schüler sowie zu den Einstellungen von Schulleitenden, Lehrpersonen und Lernenden (Fraillon, et al., 2019b). Die Durchführung wird seit 2013 im fünfjährigen Rhythmus von der IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement) koordiniert. Die Schweiz hat erst- und letztmalig 2013 an der ICILS-Erhebung teilgenommen. Allerdings wurden aufgrund geringer Teilnahmequoten die vorgegebenen Stichprobenkriterien nicht erfüllt (vgl. Konsortium icils.ch, 2015). Zudem haben fünf Kantone, die im Schuljahr 2021/2013 zusammen knapp ein Viertel der Lernenden der Zielpopulation ausmachten, auf eine Teilnahme an der Erhebung verzichtet. Die Ergebnisse der Schweizer Stichprobe der ICILS 2013 sind damit nicht repräsentativ für Schülerinnen und Schüler der 10. Klasse (HarmoS-Zählung) an den Sekundarschulen der Schweiz. Aus drei Gründen wurden Daten aus der Schweizer Teilstichprobe der ICILS-Erhebung 2013 trotzdem für den vorliegenden Bericht herangezogen. Zum einen, ermöglicht der Rückgriff auf die Stichprobe der Lernenden selbsteingeschätzte und leistungsorientiert gemessene Kompetenzen in Beziehung zu setzen, und so die Validität der Kompetenzmasse in anderen Erhebungen (insbesondere der ÜGK) abzuschätzen, die auf Items aus der ICILS-Erhebung beruhen. Zum zweiten, lassen sich aufgrund des Übersamplings repräsentative Ergebnisse zumindest für die Kantone Wallis (Salzmann, 2016) und Tessin (Calvo & Zampieri, 2017) ableiten. Und schliesslich stellt mit über 900 teilnehmenden Lehrpersonen die ICILS 2013 eine der bis anhin umfangreichsten, anfallenden Stichproben zu Nutzungsmustern, Einstellungen selbsteingeschätzten Kompetenzen von Lehrerinnen und Lehrern aus der Schweiz dar. In Anbetracht der Tatsache, dass Informationen zu diesen Themenbereichen anderweitig nicht zu Verfügung stehen, wird daher im Kapitel zur Sekundarstufe I (vgl. Kapitel Sekundarstufe I) gelegentlich Rekurs auf die Erbe

1 Unter dem Begriff der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen (computer and information literacy) werden die «individuelle Fähigkeiten einer Person definiert, die es ihr erlauben, Computer und neue Technologien zum Recherchieren, Gestalten und Kommunizieren von Informationen zu nutzen und diese zu bewerten, um am Leben im häuslichen Umfeld, in der Schule, am Arbeitsplatz und in der Gesellschaft erfolgreich teilzuhaben» (Eickelmann, Gerick, & Bos, 2014, S. 10).

nisse dieser Erhebung genommen. Daten der Stichprobe von Schülerinnen und Schüler wurden der internationalen ICILS-Datenbank (<https://www.iea.nl/data-tools/repository/icils>) entnommen. Daten der Lehrpersonenstichprobe wurden durch das Konsortium icils.ch zur Verfügung gestellt. Da die Lehrpersonenstichprobe bereits in ihrer Anlage nicht repräsentativ ist, wird bei Analysen dieser Stichprobe auf die Verwendung von Stichprobengewichten verzichtet. Analysen auf Basis der Stichprobe der Schülerinnen und Schüler verwenden Stichproben- und Replikationsgewichte, sowie Kombinationsregeln bei der Nutzung der über «plausible values» geschätzten Kompetenzwerte (Jung & Carstens, 2015).

Datenbestände mit spezifischen Auswertungen zuhanden des Berichts: Neben den zentralen Sekundärdatenbeständen werden für den Bericht eine Reihe weiterer Datenquellen verwendet. Diese standen dem Projektteam selbst zwar nicht zur Verfügung. Allerdings wurden durch die datenerhebenden Institutionen spezifische Auswertungen zuhanden des Berichts durchgeführt.

1. **Standardisierte Ehemaligenbefragungen (SEB):** Die SEB sind eine Dienstleistung des Instituts für Externe Schulevaluation auf der Sekundarstufe II (IFES IPES). Im Rahmen dieser Befragungen werden Schulabgängerinnen und -abgänger von Schulen der Sekundarstufe II zwei Jahre nach Schulabschluss zur Zufriedenheit mit der Schulausbildung, zum eingeschätzten Ausbildungsstand bei Schulabschluss, sowie zum weiteren Werdegang nach Abschluss befragt (für detaillierte Informationen siehe IFES IPES, 2020). Die Erhebung wird schweizweit alle drei Jahre angeboten. Die Durchführung erfolgt online. Für den Bericht lagen Auswertungen der vergangenen beiden Erhebungswellen aus den Jahren 2015 und 2018 vor. Das Angebot wird nicht von allen Kantonen in jeder Erhebungswelle für jeden Schultyp wahrgenommen. Zudem steht die Teilnahme auch einzelnen Schulen offen, selbst wenn die Erhebung nicht kantonsweit durchgeführt wird. Es ist davon auszugehen, dass die vorliegenden Stichproben das Ergebnis eines Selbstselektionsprozesses auf Ebene der Kantone bzw. der Schulen sind. Daher können die Ergebnisse der Erhebungen nicht als repräsentativ für die Ansichten und Überzeugungen von Schulabgängerinnen und Schulabgängern der Sekundarstufe II der gesamten Schweiz betrachtet werden. Auch sind die SEB keine Erhebung, die spezifisch Informationen zum Stand der Digitalisierung an den Schulen erfasst. Vielmehr eignen sich einzelne Items zur Beschreibung und Bewertung dieses Stands aus Sicht von Schulabgängerinnen und -abgängern. Trotzdem bieten die SEB, allein aufgrund der grossen Zahl an Befragten, eine wertvolle Quelle für Informationen zu den Bewertungen der Qualität der Ausbildung durch ehemalige Schülerinnen und Schüler, vorwiegend der Deutschschweiz.

2. **Standardisierte Abschlussklassenbefragungen (SAB):** Die SAB sind eine Dienstleistung des Instituts für Externe Schulevaluation auf der Sekundarstufe II (IFES IPES). Im Rahmen dieser Befragungen werden Schülerinnen und Schüler der Abschlussklassen von Schulen der Sekundarstufe II zu ihrer Einschätzung der Qualität ihrer Ausbildung befragt (für detaillierte Informationen siehe (IFES IPES, 2021). Die Erhebung wird schweizweit alle drei Jahre angeboten, wobei – vergleichbar zu den SEB (siehe oben) – eine Teilnahme freiwillig ist. Für den Bericht standen ausgewählte Ergebnisse aus den vergangenen beiden Erhebungswellen der Jahre 2016 und 2019 zur Verfügung. Auch die Stichprobenszusammensetzung der SAB wird durch einen Selbstselektionsprozess von Kantonen und Schulen beeinflusst. Daher können die Ergebnisse der Erhebungen nicht als repräsentativ für die Ansichten und Überzeugungen von Schülerinnen und Schülern der Abschlussklassen der Sekundarstufe II der gesamten Schweiz betrachtet werden. Trotzdem liefern die SAB, allein aufgrund der grossen Zahl an Befragten, wertvolle Informationen zu den selbsteingeschätzten digitalen Kompetenzen, dem Beitrag der Schule für den Erwerb dieser Kompetenzen sowie zur Entwicklung des Interesses von Schülerinnen und Schülern an digitalen Technologien im Laufe ihrer Ausbildung.

3. **Mikrozensus Aus- und Weiterbildung (MZB):** Der Mikrozensus Aus- und Weiterbildung des Bundesamts für Statistik liefert im fünfjährigen Rhythmus Informationen zum Bildungsverhalten der Schweizer Wohnbevölkerung im Alter zwischen 15 und 74 Jahren (für detaillierte Informationen siehe (BFS, 2020d). Die Gesamtstichprobe umfasst etwas mehr 10'000 Personen in jeder Erhebungswelle. Aufgrund der grossen Altersspanne entfällt davon allerdings nur ein kleiner Teil auf Personen, die sich noch in Ausbildung befinden. Für die ausgewählten Ergebnisse aus der letzten Erhebungswelle von 2016, die im vorliegenden Bericht Verwendung finden, standen Informationen von knapp 1000 Personen zur Verfügung, die zum Erhebungszeitpunkt Schulen auf Sekundarstufe II besuchten. Die Ergebnisse sind repräsentativ auf Gesamtschweizer Ebene.

Anhang D

Danksagung

Wir danken folgenden Expertinnen, Experten, Auskunftspersonen und Organisationen (in alphabetischer Reihenfolge) für ihre Mitwirkung und Unterstützung:

André Abächerli	Jennifer Naef
Jürg Arpagaus	Pavel Novak
Marius Beerli	Jolanda Nydegger
Per Bergamin	Chantal Oggenfuss
Laurent Bernhard	Michel Perriard
Peter Bolliger	Dominik Petko
Flavia Bortolotto	Laetitia Progin
Sabine Brenner	Jürg Raschle
Adrian Brühlhart	Werner Rhyner
Gerda Buhl	Toni Ritz
Julien Clénin	Clito Roffler
Maria Colaïemma	Michel Rohrbach
Jessica Dehler-Zufferey	Régine Roulet
Silvia Deplazes	Stefan Sacchi
Beat Döbeli	Ivo Schorn
Jean-Luc Dorier	Anne Sgard
Vanessa Fornasier	Charlotte Sgier de Cerf
Claudia Fornera	Therese Steffen Gerber
Jeanine Füg	Peter Summermatter
Reto Furter	Martin Verner
Manuel Garzi	Martina Wälti
Hong Giang Pham	Egon Werlen
Reto Givel	Josef Widmer
Susanne Hardmeier	Monica Zaugg-Jsler
Thomas Hermann	
Reinhard Hölzl	
Andrea Hungerbühler	
Sandra Hupka-Brunner	
Lisette Imhof	
Barbara Kohlstock	
Katrin Kraus	
Ralph Kugler	
Alice Leibundgut	
Nadine Lindberg	
Guido McCombie	
Francesco Mondada	
Barbara Montereale	

Impressum

Educa – Fachagentur für
den digitalen Bildungsraum Schweiz
Erlachstrasse 21
3012 Bern

Zitationsvorschlag:
Educa (2021): Digitalisierung in der
Bildung, Educa, Bern.

Coverbild:
Christin Hume (unsplash)

Corporate Design und Layout:
noord.ch

© Educa CC BY-NC-ND
(creativecommons.org)
August 2021