
Bildung, Vertrauenswürdigkeit und Arbeitsmarkt im digitalen Wandel

Erkenntnisse und Überlegungen
aus dem Nationalen Forschungsprogramm
«Digitale Transformation» (NFP 77)



Bildung, Vertrauens- würdigkeit und Arbeitsmarkt im digitalen Wandel

Erkenntnisse und Überlegungen
aus dem Nationalen Forschungsprogramm
«Digitale Transformation» (NFP 77)

Inhaltsverzeichnis

			1	Vorwort	4
			2	Zusammenfassung	7
3	Einführung und Umfang des Programms	10	3.1	NFP 77: Forschung zur digitalen Transformation	11
			3.2	Geplante Untersuchung und Anpassung	13
			3.3	Synthese der Forschung	14
4	Wichtige Erkenntnisse und Impulse	15	4.1	Übergreifende Aspekte zur digitalen Transformation	17
				Impuls 1 – Ko-kreative Ansätze für digitale Lösungen verfolgen	18
				Impuls 2 – Inklusiv digitale Lösungen entwickeln und strukturelle Barrieren abbauen	20
				Impuls 3 – Entwicklungen der Mensch-Maschine- Interaktionen erkennen und darauf reagieren	23
				Impuls 4 – Verfügbarkeit und Zugänglichkeit von Daten erleichtern	25
			4.2	Bildung, Lernen und digitaler Wandel	27
				Impuls 5 – Digitale Kompetenzen lebenslang fördern	28
				Impuls 6 – Kontinuierliche digitale Weiterbildung von Lehrpersonen ermöglichen	31
				Impuls 7 – Strukturierte Ansätze für EdTech-Innovationen entwickeln	33
			4.3	Ethik, Vertrauenswürdigkeit und Governance	35
				Impuls 8 – Die Bevölkerung stärker in politische Prozesse einbeziehen	36
				Impuls 9 – Ethische Überlegungen und Standpunkte von Anspruchsgruppen in digitales Design integrieren	38
				Impuls 10 – Die unabhängige Medienlandschaft stärken	40
			4.4	Digitale Wirtschaft und Arbeitsmarkt	42
				Impuls 11 – Digitale Kompetenzen der Arbeitnehmenden besser nutzen	43
				Impuls 12 – Digitale Unterstützung für Stellensuchende und Beratende bereitstellen	44
5	Epilog	46	5.1	Jüngste Entwicklungen mit Auswirkungen auf den digitalen Wandel	47
			5.2	Erkenntnisse aus dem NFP 77 mit Relevanz für globale Herausforderungen	47
			5.3	Empfehlung für fortlaufende Finanzierung	48
			5.4	Ausblick und Fazit	48
6	Anhänge	49	6.1	Referenzen	49
			6.2	Glossar	55
			6.3	Abkürzungen und Akronyme	56
			6.4	Forschungsprojekte des NFP 77	57
			6.5	Organisation	62
			7	Impressum	64

1

Vorwort

Die Digitale Transformation – auch digitaler Wandel genannt – ist die Folge eines langfristigen und tiefgreifenden Prozesses: Bereits Ende der 1980er Jahre befassten sich Forschende mit der Frage, wie digitale Technologien die Wertschöpfung und die Strukturen von Organisationen veränderten. Mit dem Durchbruch des Internets in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre gewann diese Diskussion an politischer und wirtschaftlicher Relevanz. Immer mehr Unternehmen begannen damit, digitale Technologien systematisch in ihre Unternehmensstrategien einzubinden. Mit der Etablierung von Smartphones, sozialen Medien, Big-Data-Anwendungen und Cloud-Infrastrukturen hat sich der Begriff «Digitale Transformation» als feste Bezeichnung etabliert. Er beschreibt einen umfassenden gesellschaftlichen Wandel, der wirtschaftliche, soziale und politische Systeme nachhaltig beeinflusst.

Angesichts dieser Entwicklungen beauftragte der Bundesrat 2017 den Schweizerischen Nationalfonds mit der Umsetzung des Nationalen Forschungsprogramms «Digitale Transformation» (NFP 77). Ziel war es, wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse zu drängenden Fragen im Zusammenhang der digitalen Transformation zu liefern. Diese betrafen die Bereiche Bildung, demokratische Institutionen und Medien sowie den Arbeitsmarkt. Damit sollte die Evidenzbasis für die Entwicklung politischer Massnahmen gestärkt werden. Mit einem Budget von 30 Millionen Franken ermöglichte das Programm eine umfassende und interdisziplinäre Auseinandersetzung mit den Chancen und Herausforderungen, die mit diesem Wandel verbunden sind.

Das Tempo und das Ausmass der Veränderungen wurden bereits kurz nach Beginn der Forschungsprojekte deutlich: Die COVID-19-Pandemie im Jahr 2020 löste einen abrupten Wandel in der Arbeits- und Lebensweise aus, bei dem digitale Werkzeuge voll zum Tragen kamen. Home Office und digitale Formen der Interaktion wurden schnell zur Norm. Wesentliche gesellschaftliche Funktionen verlagerten sich vorübergehend – und in einigen Fällen dauerhaft – in digitale Umgebungen. Diese Erfahrungen wirkten als Katalysator für technologische, organisatorische und kulturelle Anpassungen. Sie hatten unmittelbare Auswirkungen auf Politik, Regulierung und die öffentliche Verwaltung.

Ende 2022 intensivierte sich diese Dynamik erneut: Generative künstliche Intelligenz (GenAI), darunter ChatGPT, wurde breit eingeführt und etablierte sich rasch als leicht zugängliche Alltags-technologie. Die rasante Verbreitung dieser Technologie in Gesellschaft und Wirtschaft zeigt, wie eng mittlerweile technologische Innovation und die öffentliche Erwartungshaltung miteinander verknüpft sind. Gleichzeitig wirkt sich dieser Wandel auch auf die Forschungslandschaft selbst aus: Methoden, Datengrundlagen und epistemische Praktiken verändern sich und entwickeln sich weiter, mit erheblichen Folgen auf die wissensbasierte Politikgestaltung.

Obwohl GenAI zum Zeitpunkt der Projektausschreibung im Jahr 2018 noch nicht verfügbar war, lässt sich ein Grossteil der Erkenntnisse aus der NFP-77-Forschung für die digitale Transformation, wie sie sich mit den heutigen technologischen Möglichkeiten gestaltet, übertragen.

Die Ergebnisse der 46 Forschungsprojekte des NFP 77 liegen nun vor. Für eine sinnvolle Interpretation, müssen sie in den Kontext der aktuellen technologischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen gestellt werden. Die Ergebnisse bieten differenzierte Einblicke in tiefgreifende gesellschaftliche Veränderungen, die weit über einzelne Sektoren hinausgehen. Sie bieten verantwortlichen Personen aus Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Zivilgesellschaft eine faktengestützte Orientierungshilfe, sozusagen einen Kompass, der unerlässlich ist, um sicherzustellen, dass der digitale Wandel sozial gerecht, demokratisch legitimiert und wirtschaftlich produktiv ist.

Diese Publikation bringt die wichtigsten Erkenntnisse aus den 46 Projekten in einen Zusammenhang und formuliert 12 konkrete Gestaltungsansätze, sogenannte Impulse. Diese sollen die politische Debatte unterstützen, informierte strategische Entscheidungen ermöglichen und zu zukunftsorientierten Rahmenbedingungen für die digitale Transformation in der Schweiz beitragen.



Abraham Bernstein

Präsident der Leitungsgruppe
des NFP 77 «Digitale Transformation»

2

Zusammenfassung

Die digitale Transformation verändert alle Bereiche der Gesellschaft. Sie bietet bedeutende Chancen und stellt uns zugleich vor komplexe Herausforderungen. Das Nationale Forschungsprogramm «Digitale Transformation» (NFP 77) untersuchte ein breites Spektrum von Fragen zur Integration digitaler Technologien. Der Fokus lag auf deren Auswirkungen auf die Bereiche «Bildung, Lernen und digitaler Wandel» (Bildung und Lernen), «Ethik, Vertrauenswürdigkeit und Governance» – im Bezug auf demokratische Institutionen und Medien – (Vertrauenswürdigkeit und Governance) sowie auf «Digitale Wirtschaft und Arbeitsmarkt» (Wirtschaft und Arbeitsmarkt). Die Ergebnisse zeigen: Es braucht einen ausgewogenen Ansatz, der Innovation fördert und gleichzeitig gesellschaftliche Werte schützt. Damit die Schweiz den digitalen Wandel weiterhin aktiv gestalten kann, sind gemeinsam abgestimmte Anstrengungen in mehreren Bereichen nötig, darunter Bildung, Regulierung, branchenweite Initiativen und Einbezug der Öffentlichkeit.

Die Schlussfolgerungen der Leitungsgruppe des NFP 77, die in diesem Dokument vorgestellt werden, basieren auf fünf Jahren interdisziplinärer Forschung und Analyse. Sie sollen die laufende Politikgestaltung unterstützen und als Richtschnur für künftige Massnahmen dienen. Forschung kann zwar Lösungen für spezifische Fragen vorschlagen. Die breiteren gesellschaftlichen Abwägungen und Prioritäten sollten jedoch durch demokratische Prozesse festgelegt werden. Es bleibt daher die Herausforderung von politischen Gremien, Bildungsinstitutionen, Regierungsgremien, Unternehmen und Zivilgesellschaft, zu bestimmen, wie diese am besten umgesetzt werden.

Die Ergebnisse des NFP 77 sind ein Beitrag zu einer sachkundigen öffentlichen Debatte. Sie bieten evidenzbasierte Orientierung für politisch verantwortliche Personen, für Wissenschaft und Wirtschaft. Die Ergebnisse des Programms können dazu beitragen, die digitale Landschaft der Schweiz so zu gestalten, dass technologischer Fortschritt mit gesellschaftlichem Wohlergehen und langfristiger wirtschaftlicher Resilienz im Einklang steht.

Im Bereich Bildung und Lernen betonen die Ergebnisse die Notwendigkeit einer lebenslangen Entwicklung digitaler Kompetenzen, der Weiterbildung von Lehrpersonen und strukturierter Lernrahmen. Im Bereich Vertrauenswürdigkeit und Governance beleuchtet das Programm Herausforderungen bezüglich Zuverlässigkeit und Desinformation und unterstreicht die Bedeutung transparenter digitaler Infrastrukturen. Im Bereich Wirtschaft und Arbeitsmarkt betont die Forschung, dass Automatisierung menschliche Fähigkeiten ergänzen, nicht ersetzen sollte und spricht sich insofern für politische Massnahmen aus, die inklusive Veränderungen in der Arbeitswelt fördern.

Einschneidende globale Entwicklungen während des fünfjährigen Programms – wie die COVID-19-Pandemie ab Anfang 2020 und die Veröffentlichung von OpenAIs ChatGPT Ende 2022 – unterstrichen die Dringlichkeit, mit der es gilt, die Strategie zur digitalen Transformation der Schweiz zu optimieren und das Thema intensiver zu behandeln. Diese Ereignisse beschleunigten den digitalen Wandel und verstärkten die Notwendigkeit einer Regulierung, die sowohl technologische Innovation fördert als auch gesellschaftliche und ethische Werte sichert.

In Verknüpfung mit den geopolitischen Entwicklungen unterstreichen diese Ereignisse die wachsende Dringlichkeit für die Schweiz, eine zukunftsweisende Politik für die digitale Transformation umzusetzen. Ein strategischer Ansatz ist dabei unerlässlich, damit sichergestellt werden kann, dass Einzelpersonen, Unternehmen und Institutionen nicht nur in der Lage sind, sich an technologische Veränderungen anzupassen, sondern den digitalen Fortschritt auch nutzen können, um Innovation, Wirtschaftswachstum und gesellschaftliches Wohlergehen voranzutreiben. Entscheidungstragende in Politik und Wirtschaft müssen in zukunftsweisende Forschung zur digitalen Transformation investieren,

um mit dem immer schneller werdenden technologischen Fortschritt Schritt zu halten – auch in den Bereichen Bildung und Lernen, Vertrauenswürdigkeit und Governance sowie Wirtschaft und Arbeitsmarkt.

Nationales Forschungsprogramm «Digitale Transformation» (NFP 77)

Digitalisierung und gesellschaftlicher Wandel stehen miteinander in einer stetigen Wechselwirkung und verändern nahezu alle Lebensbereiche in der Schweiz. Der digitale Wandel eröffnet zwar grosse Möglichkeiten – wie neue Geschäftsmodelle, effiziente Arbeitsprozesse und mehr Teilhabe –, wirft aber auch Bedenken in Bezug auf Arbeitsplätze, persönliche Freiheit, Demokratie oder künstliche Intelligenz auf.

Im Auftrag des Bundesrates untersuchte das Nationale Forschungsprogramm «Digitale Transformation» diese Dynamik, um Chancen zu erkennen, Risiken zu reduzieren und politisch relevante Lösungsansätze zu entwickeln. Mit einem Gesamtbudget von 30 Millionen Franken wurden zwischen 2020 und 2025 in drei Programmmodulen 46 Projekte durchgeführt.

Weitere Informationen und Ergebnisse aus den einzelnen Projekten finden Sie unter nfp77.ch.

3

Einführung und Umfang des Programms

Die rasante Entwicklung der digitalen Technologie hat viele Aspekte des täglichen Lebens in der Schweiz tiefgreifend verändert und sich auch auf folgende Bereiche ausgewirkt: 1) Bildung und Lernen, 2) Vertrauenswürdigkeit und Governance und 3) Wirtschaft und Arbeitsmarkt. Im Bildungsbereich betrifft der digitale Wandel Kinder und Erwachsene, indem er die Lehr- und Lernprozesse verändert. Das wirft die zentralen Fragen auf, welche Art von Bildung und welche Kompetenzen im Laufe des Lebens erforderlich sind. Im Fokus des zweiten Bereichs steht die Vereinbarkeit der digitalen Transformation mit öffentlichen Werten und Grundrechten, sowie das Schaffen der notwendigen Voraussetzungen für vertrauenswürdige digitale Infrastrukturen und Dienstleistungen. Denn die Digitalisierung bringt gleichermassen neue Chancen und neue Risiken für gesellschaftliche Kommunikation, Partizipation und Entscheidungsfindung hervor. Im dritten Bereich sehen sich Arbeitnehmende mit erheblichen Veränderungen in der Organisation und im Inhalt der Arbeit konfrontiert. Dies verlangt nach neuen Strategien und Ansätzen. Die neuen Formen von digital unterstützter Arbeit und Online-Arbeitsmarktplattformen verändern die traditionellen Beschäftigungsmodelle und schaffen neue wirtschaftliche Dynamiken.

Angesichts des sich beschleunigenden technologischen und gesellschaftlichen Wandels ist es für die Schweiz entscheidend, die Herausforderungen der zunehmenden Digitalisierung zu verstehen und anzugehen. Um die Chancen und Risiken der digitalen Transformation zu verstehen, den Nutzen zu maximieren und gleichzeitig negative Auswirkungen auf die Gesellschaft zu verringern, benötigen Entscheidungstragende evidenzbasierte Strategien. Als Thema von grosser Tragweite wird der digitale Wandel zurzeit in allen entwickelten Industrienationen im Rahmen spezieller Forschungs- und Investitionsprogramme intensiv erforscht – auch in der Schweiz (siehe Abschnitt zu Schweizer Programmen unter 3.1).

Tabelle 1: Digitale Begriffe und Beschreibungen

Begriff	Schwerpunkt	Beispiel
Digitisierung	Umwandlung analoger Informationen in digitale Formate.	Scannen von Dokumenten, um sie in einem digitalen Format zu speichern (z.B. als PDF oder Fotos als jpeg oder png).
Digitalisierung	Integration digitaler Technologien in bestehende Prozesse mit dem Ziel, die Effizienz und die Bereitstellung von Dienstleistungen zu verbessern.	Bereitstellung eines Online-Katalogs für die Suche nach Dienstleistungen. Bereitstellung einer App, die es den Nutzenden ermöglicht, online nach Verfügbarkeiten zu suchen.
Digitale Transformation / Digitaler Wandel	Umfassender gesellschaftlicher Wandel, bei dem digitale Technologien Prozesse, Strukturen, Praktiken und Denkweisen in Bereichen wie Wirtschaft, Bildung, Politik und Alltag grundlegend verändern und neu gestalten.	Schaffung einer vollständig digitalen Plattform, die die Art und Weise verändert, wie Menschen mit dem Anbieter von Waren oder Dienstleistungen interagieren – durch digitale Lösungen und strukturelle Abhängigkeiten.

3.1

NFP 77: Forschung zur digitalen Transformation

Der Ansatz der Schweiz ist in der Strategie Digitale Schweiz verankert. Diese ist für die Bundesverwaltung verbindlich und dient allen anderen von der Digitalisierung betroffenen Akteuren als Leitlinie. Die Vision der Strategie lautet: «Die Schweiz priorisiert digitale Angebote konsequent zum Nutzen aller Menschen, unabhängig von Geschlecht, Alter und Herkunft (digital first). Sie nutzt gezielt die Chancen eines nachhaltigen digitalen Wandels, sodass alle langfristig davon profitieren. Die Schweiz zählt zu den digital wettbewerbsfähigsten und innovativsten Ländern Europas.»

Die digitale Transformation ist für die Schweiz mit ihrer Hochlohnwirtschaft, ihren exportorientierten Industrien und ihren innovationsgetriebenen Sektoren von zentraler Bedeutung. Sie spielt eine entscheidende Rolle bei der Wahrung der globalen Wettbewerbsfähigkeit, der Erhaltung qualifizierter Arbeitsplätze und der nachhaltigen Sicherung der Stärken des Landes in Bereichen wie Feinmechanik, Finanz-

wesen und Life Sciences angesichts der sich entwickelnden globalen Dynamiken. Forschung dient als zentrales Instrument, um den verantwortlichen Personen und Organisationen die Evidenzgrundlagen zu liefern, die sie für wirksame, zukunftsorientierte Massnahmen benötigen.

Als Reaktion auf die wachsende Nachfrage nach evidenzbasierter Entscheidungsfindung in der digitalen Transformation hat die Schweizerische Eidgenossenschaft einen umfassenden Aktionsplan definiert. Dieser Plan steht im Einklang mit den globalen Bestrebungen zur digitalen Transformation und trägt durch Forschungs-, Innovations- und Bildungsinitiativen dazu bei. Weitere nationale strategische Programme zur Unterstützung der digitalen Transformation sind neben der Strategie Digitale Schweiz, die Digitale Verwaltung Schweiz und NFP 75 Big Data.

Der Schweizer Aktionsplan weist in vielerlei Hinsicht Parallelen zu den Plänen und Initiativen seiner Nachbarn und Verbündeten in der Europäischen Union auf, wie etwa zur EU-Digitalstrategie, zu Europas Digitaler Dekade und zum Digitalen Kompass 2030 der EU.

Im Rahmen dieses Aktionsplans beauftragte das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) 2018 den Schweizerischen Nationalfonds (SNF) mit der Entwicklung und Umsetzung des Nationalen Forschungsprogramms «Digitale Transformation» (NFP 77).

Der Forschungsrat des SNF ernannte eine international besetzte Leitungsgruppe, die das strategische Management des NFP 77 übernahm. Diese entwickelte das Programmkonzept, das der Bundesrat am 21. September 2018 genehmigte. Sie lancierte zwei Ausschreibungen für Forschungsgesuche, wählte die besten Eingaben aus und verwaltete die 30 Millionen Franken Fördermittel über einen Zeitraum von fünf Jahren, der im Dezember 2024 endete.

Das NFP 77 konzentrierte sich auf drei zentrale, miteinander verbundene thematische Module, die sich jeweils unmittelbar auf jene Bereiche und gesellschaftlichen Dynamiken bezogen, die der wirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit und sozialen Resilienz der Schweiz zugrunde liegen. Ziel war es zu erforschen, wie die digitale Transformation die Gesellschaft verändert:

- 1 Bildung, Lernen und digitaler Wandel.** In öffentlichen Schulen, Hochschulen und anderen Bildungseinrichtungen werfen neue Technologien die Fragen auf, wie Lehr- und Lernpraktiken neugestaltet werden können, um didaktische Ziele und Assessments zu erfüllen, und wie sich der Lehrplan ändern muss, damit die Menschen über das richtige Wissen und die in der heutigen Zeit erforderlichen Kompetenzen verfügen?
- 2 Ethik, Vertrauenswürdigkeit und Governance.** Im Justizwesen und bei demokratischen Prozessen gehören Themen wie Grundrechte, Verlässlichkeit, öffentliche Werte, Kommunikation und politische Beteiligung auf lokaler, kantonalen und Bundesebene zu den zentralen Fragen der digitalen Transformation.
- 3 Digitale Wirtschaft und Arbeitsmarkt.** In den Bereichen Beschäftigung, Produktivität und wirtschaftlichen Strukturen führt der digitale Wandel zu grossen Veränderungen in Bezug auf den Fachkräftebedarf, die Kompetenzbildung/-erhaltung und die Arbeitsorganisation.

Auf die Ausschreibungen des NFP 77 erfolgte die Auswahl von 46 Projekten, verteilt auf die drei thematischen Module (siehe Anhang). Viele Projekte enthielten bereichsübergreifende Aspekte und interdisziplinäre Ansätze. Das übergeordnete Ziel war es, akademische Forschung zur Entwicklung von Erkenntnissen für evidenzbasierte Massnahmen zu fördern, Impulse zur Gestaltung von rechtlichen Rahmenbedingungen anzubieten und zu einer verantwortungsvollen und erfolgreichen digitalen Transformation beizutragen.

3.2 Geplante Untersuchung und Anpassung

Das NFP 77 wurde 2018 initiiert, um den sich beschleunigenden digitalen Wandel und seine Auswirkungen auf die Schweizer Gesellschaft zu untersuchen. Zu diesem Zeitpunkt hatte die Digitalisierung bereits Einzug in das Bildungswesen, in die Verwaltung und Wirtschaft gehalten. Viele der Herausforderungen im Zusammenhang mit künstlicher Intelligenz (KI) und Mensch-Maschine-Interaktion waren jedoch noch im Entstehen begriffen oder für die breite Öffentlichkeit nicht erkennbar. Seither haben einschneidende Ereignisse die Lage verändert: die COVID-19-Pandemie und die sich anschliessende beschleunigte Einführung digitaler Kommunikations- und Koordinationstools sowie die Veröffentlichung und rasche Verbreitung generativer künstlicher Intelligenz (GenAI).

Im Laufe der dreijährigen Vorbereitungszeit, der Ausschreibungen und Projektauswahl sowie der fünfjährigen Forschungsphase richtete das NFP 77 sein Forschungsinteresse nicht nur auf die Themen der beiden ursprünglichen Ausschreibungen, sondern passte seine Fragestellungen soweit möglich an die grossen globalen Veränderungen an. Insofern liefern diese Forschungsarbeiten aktuelle Erkenntnisse für politische Entscheidungstragende, für Unternehmen und für den öffentlichen Sektor. Obwohl einige Faktoren durch das laufende Programm nicht vollständig abgedeckt werden konnten, sind die meisten Erkenntnisse auf den weiterhin stattfindenden digitalen Wandel übertragbar. Dies verdeutlicht den ständigen Fortschritt digitaler Technologien und unterstreicht die Notwendigkeit, eine kontinuierliche Finanzierung in zukunftsorientierte Forschung zu gewährleisten, um mit den künftigen Entwicklungen Schritt halten zu können (siehe Abschnitt 5 Epilog).

Der interdisziplinäre Ansatz des Programms brachte Technologieexpert:innen, Forschende und Interessensvertretende zusammen, um die effektivsten Lösungen für die digitale Transformation zu erforschen. Anstatt den technologischen Fortschritt aus seinem breiteren Kontext isoliert zu betrachten, untersuchten viele Projekte die Frage, wie digitale Systeme grundlegende Aspekte der Schweizer Gesellschaft verändern. Durch die Finanzierung von Forschung, die Auswirkungen des technologischen Fortschritts aus einer ethischen und gesellschaftlichen Perspektive betrachtet, förderte das NFP 77 ein umfassendes Verständnis der Rolle des digitalen Wandels für die Zukunft der Schweiz.

3.3 Synthese der Forschung

Mit dem vorliegenden Synthesebericht fasst die Leitungsgruppe des NFP 77 die wichtigsten Erkenntnisse aus den 46 Forschungsprojekten zusammen und stellt diese in den Kontext relevanter weiterer Forschungsergebnisse. Daraus leitet sie eine Reihe von Impulsen ab, die sich an verantwortliche Personen in Politik, Bildungswesen, Verwaltung, Wirtschaft und Zivilgesellschaft richten. Die Publikation soll ein Beitrag der Wissenschaft zur politischen, öffentlichen und fachlichen Debatte sowie zur Strategie- und Massnahmenplanung in Politik und Praxis sein. Weitere Informationen zum NFP 77 und die publizierten Ergebnisse seiner 46 Projekte können auf der Website www.nfp77.ch eingesehen werden.

Auch wenn dieses Dokument den potenziellen Nutzen dieser Erkenntnisse hervorhebt, obliegt die Entscheidung über deren Annahme und Umsetzung bei den verantwortlichen Personen in der Politik und bei betroffenen Organisationen sowie der Öffentlichkeit. Deren Aufgabe ist es, die Evidenz im Kontext gesellschaftlicher Prioritäten und des öffentlichen Interesses abzuwägen.

4

Wichtige Erkenntnisse und Impulse

Die NFP-77-Forschung liefert wichtige Erkenntnisse zu den vielfältigen Herausforderungen und Chancen des digitalen Wandels in den verschiedenen Bereichen. Die Ergebnisse betonen die Bedeutung kollaborativer und kontextspezifischer Ansätze zur Förderung digitaler Kompetenzen, zur verstärkten Entwicklung inklusiven Designs und zur Auseinandersetzung mit den Auswirkungen des technologischen Fortschritts auf die Gesellschaft. Bei der Auswertung der Forschungsergebnisse identifizierte die Leitungsgruppe neben den spezifischen Impulsen aus den drei Modulen vier modulübergreifende Impulse.

Insgesamt formulierte die Leitungsgruppe damit zwölf Impulse, jeder auf wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhend und als evidenzbasierte Anregung verstanden, die dazu dient, relevante Grundlagen für politische Debatten, Entscheidungsfindungen oder politisches Handeln zu liefern.

Lesehinweis:

Auf den folgenden Seiten sind am rechten Rand nummerierte Pfeile angebracht. Diese verweisen auf externe Webadressen und führen direkt zu den entsprechenden Publikationen. Durch Anklicken des jeweiligen Pfeils gelangen Sie zur verlinkten Quelle.

Impulse aus dem NFP 77

Modulübergreifende Impulse zur digitalen Transformation

IMPULS 1

Ko-kreative Ansätze für digitale Lösungen verfolgen

IMPULS 2

Inklusive digitale Lösungen entwickeln und strukturelle Barrieren abbauen

IMPULS 3

Entwicklungen der Mensch-Maschine-Interaktionen erkennen und darauf reagieren

IMPULS 4

Verfügbarkeit und Zugänglichkeit von Daten erleichtern

Bildung und Lernen

IMPULS 5

Digitale Kompetenzen lebenslang fördern

IMPULS 6

Kontinuierliche digitale Weiterbildung von Lehrpersonen ermöglichen

IMPULS 7

Strukturierte Ansätze für EdTech-Innovationen entwickeln

Vertrauenswürdigkeit und Governance

IMPULS 8

Die Bevölkerung stärker in politische Prozesse einbeziehen

IMPULS 9

Ethische Überlegungen und Standpunkte von Anspruchsgruppen in digitales Design integrieren

IMPULS 10

Die unabhängige Medienlandschaft stärken

Wirtschaft und Arbeitsmarkt

IMPULS 11

Digitale Kompetenzen der Arbeitnehmenden besser nutzen

IMPULS 12

Digitale Unterstützung für Stellensuchende und Beratende bereitstellen

4.1

Übergreifende Aspekte zur digitalen Transformation

Bei der Betrachtung der Ergebnisse aller drei Module kristallisierten sich neben den modulspezifischen Erkenntnissen eine Reihe übergreifender Aspekte heraus, die kritische Bedingungen für einen wirksamen digitalen Wandel aufzeigen. Erstens erfordert ein erfolgreicher digitaler Wandel einen ko-kreativen Ansatz, wobei Technologieexpert:innen, Forschende und Interessensvertretende gemeinsam an der Entwicklung und Umsetzung kontextspezifischer Lösungen arbeiten, im Bildungsbereich, aber auch in anderen Gebieten. Zweitens müssen Behörden und Organisationen eine inklusive und partizipative Gestaltung des digitalen Raums gewährleisten, um den Ausschluss bestimmter Gruppen zu vermeiden und Hindernisse für die Nutzung dieser neuen Technologien abzubauen. Drittens muss sich die Gesellschaft auf die sich ständig weiterentwickelnde Dynamik der Mensch-Maschine-Interaktionen und -Konfigurationen einstellen, insbesondere da die Abstützung auf diese Tools die Entscheidungsfindung beeinflussen kann. Und schliesslich ist der Zugang zu Daten für evidenzbasierte politische Entscheidungen von kritischer Relevanz, zumal die wachsende Macht privater Plattformen Anlass zu Bedenken hinsichtlich Zugänglichkeit, Datensicherheit und Nachhaltigkeit gibt. Daher sind Regulierungen erforderlich, die den offenen Austausch von Forschungsdaten fördern und gleichzeitig die Vertraulichkeit schützen. Auf diese übergreifenden Themen wird zuerst eingegangen, gefolgt von Erkenntnissen, die sich speziell auf die Bereiche Bildung und Lernen, Vertrauenswürdigkeit und Governance sowie Wirtschaft und Arbeitsmarkt beziehen.

IMPULS 1

Ko-kreative Ansätze für digitale Lösungen verfolgen

Im Rahmen des rasanten digitalen Wandels, in dem sich die Schweizer Gesellschaft befindet, halten technologische Fortschritte ein enormes Potenzial zur Verbesserung von Lernprozessen und Arbeitspraktiken bereit. Studien zeigen jedoch, dass die erfolgreiche Integration digitaler Werkzeuge keine Selbstverständlichkeit ist, da ihre Wirksamkeit davon abhängt, ob sie auf die Bedürfnisse der Nutzenden und die institutionellen Arbeitsabläufe abgestimmt sind. Um das Potenzial des digitalen Wandels auszuschöpfen, müssen viele Berufsfelder ihre Betriebsabläufe und Arbeitsprozesse anpassen und partizipative Ansätze verfolgen. Im Bildungsbereich beispielsweise haben sich Serious Games zur Unterstützung des Lernens als wirkungsvolle Instrumente zur Einbindung von Lernenden erwiesen. Im Journalismus führt die zunehmende Abhängigkeit von digitalen Werkzeugen zur Erstellung und Verbreitung von Inhalten zu einem Fokus auf neue Kompetenzen und neue Arten von Fachwissen sowie zur

Anpassung an eine neue Produktionslogik.¹ Auch im Hochschulbereich bieten Lernanalysetools datengestützte Erkenntnisse. Ihre Anwendung ist jedoch nach wie vor selten, da Lehrpersonen Schwierigkeiten haben, sie in ihre gewohnte Unterrichtspraxis zu integrieren.^{2,3} Im Gesundheitswesen wiederum verändert die Digitalisierung die Übermittlung von Informationen in medizinischen Versorgungsprozessen. Fragmentierte Systeme und Usability-Probleme behindern jedoch einen reibungslosen Informationsaustausch.⁴ Verantwortliche aus Innovation und Regulierung fördern zunehmend eine inklusive partizipative Entwicklung einer geteilten Vision als Voraussetzung für die Vergabe von Zusprachen und Fördermitteln und setzen dadurch Standards zur Unterstützung von Zusammenarbeit und Interoperabilität.⁵ Die Beispiele verdeutlichen eine entscheidende Tatsache: Ohne eine aktive Zusammenarbeit zwischen den relevanten, beteiligten Personen wie Lehrpersonen, Gesundheitsfachpersonen, Forschenden und Entwickler:innen laufen digitale Innovationen Gefahr, ihre beabsichtigten Vorteile nicht zu erbringen.

Ein zentrales Problem bei diesen Herausforderungen ist das häufige Fehlen partizipativer Gestaltung bei der Entwicklung und Umsetzung digitaler Lösungen. Idealerweise bezieht der Gestaltungsprozess alle Beteiligten, die diese Technologien nutzen, mit ein. Im Bildungsbereich könnten dies Lernende, Eltern/Erziehungsberechtigte, Lehrpersonen, Forschende, Bildungsverantwortliche oder Regierungsvertretende sein. Forschungsergebnisse zeigen übereinstimmend, dass digitale Werkzeuge, die isoliert von der Praxis und vorbei an den späteren Nutzenden entwickelt werden, Gefahr laufen, sich nicht in bestehende Arbeitsprozesse und -praktiken integrieren zu lassen. Dies führt zu Ineffizienzen und Widerstand gegen ihre Einführung. Ein Beispiel für einen erfolgsversprechenderen Ansatz im Bildungssektor ist die gemeinsame Entwicklung von Serious Games durch Lehrpersonen, Forschende und IT-Fachleute. Dadurch kann die Wahrscheinlichkeit erhöht werden, dass diese Spiele die pädagogischen Ziele erreichen und von den Lehrpersonen akzeptiert werden.⁶ In ähnlicher Weise kann die Einbindung von Gesundheitsfachpersonen in die Entwicklung klinischer Informationssysteme dazu beitragen, Störungen im Arbeitsablauf und Mängel in der Benutzerfreundlichkeit zu vermeiden, die zu kritischen Zwischenfällen, z.B. in Spitälern führen können.⁴ Solche partizipativen Ansätze können nicht nur die Akzeptanz und die Nutzung durch die betroffenen Personen erhöhen, sondern auch zu einem umfassenderen Wandel der kulturellen Praktiken beitragen. Untersuchungen zeigen, dass eine partizipative Gestaltung von Budgetprozessen im Rahmen demokratischer Wahlen die Effizienz und Gleichheit fördern kann, indem sichergestellt wird, dass auch Minderheitengruppen davon profitieren, wodurch Ungleichheit abgebaut und der soziale Zusammenhalt gestärkt wird.⁷ In all diesen Fällen erweist sich die gemeinsame Gestaltung – also der Einbezug von Fachpersonen und Nutzenden in die Konzeption, Bewertung, iterative Entwicklung und/oder Nutzung digitaler Werkzeuge – als entscheidender Faktor für den Erfolg der Bemühungen um die digitale Transformation.

Um diese systemischen Lücken zu schliessen, sollten strategische Initiativen Ko-Kreation und partizipative Methoden bei der Entwicklung digitaler Technologien Vorrang einräumen. Regierungen, Institutionen und Unternehmen sollten in Plattformen und Rahmenwerke investieren, die Zusammenarbeit zwischen Nutzenden, Entwicklungsteams, Forschenden und weiteren relevanten Akteuren fördern. Durch die Institutionalisierung partizipativer Ansätze können Entscheidungstragende sicherstellen, dass ihre Bemühungen um die digitale Transformation nicht nur technisch fundiert, sondern auch praxisnah, nachhaltig und nützlich sind für die Fachpersonen, die wiederum auf diese Technologien setzen, um auf die Bedürfnisse der jeweiligen Bevölkerungsgruppen einzugehen.

IMPULS

1

Ko-kreative Ansätze für digitale Lösungen verfolgen

Um die Akzeptanz und den Nutzen digitaler Anwendungen zu steigern, sollten partizipative und ko-kreative Ansätze verfolgt werden, die Fachpersonen aus Technologie und Forschung, Praxisakteure, Nutzende und relevante Interessenvertretungen in die Entwicklung und Implementierung einbeziehen.

IMPULS 2

Inklusive digitale Lösungen entwickeln und strukturelle Barrieren abbauen

Die Strategie Digitale Schweiz verfolgt das Ziel, dass die gesamte Bevölkerung von einer – in ökologischer, wirtschaftlicher und sozialer Hinsicht – nachhaltigen und verantwortungsvollen digitalen Transformation profitiert. Die Vision der Strategie verpflichtet ausdrücklich dazu, «digitale Angebote zum Nutzen aller Menschen» zu priorisieren, «unabhängig von Geschlecht, Alter und Herkunft». In der Praxis werden digitale Technologien jedoch nicht von allen Teilen der Schweizer Gesellschaft gleichermassen begrüsst, sind nicht gleichermassen zugänglich oder nutzbar. Um ihre inklusive Vision zu verwirklichen, müssen solche Strategien den Bedürfnissen von potenziell marginalisierten Gruppen besondere Aufmerksamkeit widmen. Dazu gehören ältere Menschen, Menschen mit Behinderung und andere benachteiligte Minderheiten, die bei der Nutzung digitaler Infrastrukturen und Dienstleistungen mit unterschiedlichen strukturellen, technologischen oder wertbasierten Barrieren konfrontiert sein können oder deren Nutzung sogar gänzlich ablehnen.

Der demografische Wandel hin zu einer alternden Bevölkerung erhöht in der Schweiz den Druck auf die Altenpflege und treibt die Erforschung intelligenter Gesundheitstechnologien für das Zuhause (Smart-Home-Health-Technologien) als Ergänzung zur traditionellen Pflege voran.⁸ Diese Technologien bieten vielversprechende Lösungen, insbesondere für die Gesundheitsüberwachung und die Unterstützung älterer Menschen, und geben sowohl den Pflegenden als auch den älteren Menschen selbst Sicherheit. Ihre erfolgreiche Integration in die Altenpflege ist jedoch nach wie

—→ 8

vor mit Herausforderungen verbunden. Studien zeigen, dass Smart-Home-Health-Technologien die menschliche Pflege nicht vollständig ersetzen können, da ältere Menschen erhebliche technische Unterstützung und Anpassungsmöglichkeiten benötigen, um sie effektiv nutzen zu können. Noch wichtiger ist, dass diese Technologien zwar ein unabhängigeres Leben ermöglichen können, ihre Gestaltung und Implementierung jedoch den unterschiedlichen Vorlieben und Fähigkeiten älterer Generationen sowie deren Datenschutzbedürfnissen gerecht werden müssen, um sicherzustellen, dass die Pflege weiterhin effektiv und würdevoll erfolgt.

Die rasante Entwicklung von KI und Robotik-Technologien verkompliziert die Landschaft der digitalen Altenpflege zunehmend.⁹ Obwohl aufkommende Innovationen das Potenzial haben, die Pflege zu verbessern, ist ihre Entwicklung ungewiss, und mit jeder technologischen Neuentwicklung gehen ethische Fragen einher. Da die verschiedenen Generationen innerhalb der älteren Bevölkerung ein unterschiedliches Mass an Akzeptanz und digitaler Kompetenz aufweisen, müssen Verantwortliche erkennen, dass ein pauschaler Ansatz unzureichend ist. Manche ältere Menschen äussern Vorbehalte gegenüber der Nutzung von Technologie. Sie schätzen die menschliche Interaktion mehr als automatisierte Pflegelösungen und äussern Bedenken hinsichtlich potenzieller Datenschutzrisiken. Darüber hinaus prägt die persönliche Einstellung zum Altern die Haltung zur Gesundheitsüberwachung: Manche begrüßen die Früherkennung von Krankheiten und ein schnelles Eingreifen, während andere solche Massnahmen als unnötige Eingriffe in den natürlichen Alterungsprozess betrachten. Die Forschung untersucht auch die Auswirkungen digitaler Technologien auf Pflegenden und stellt fest, dass sie nicht nur deren berufliche Rolle verändert, sondern möglicherweise auch Aspekte ihrer Arbeit schmälert, die sie als besonders sinnstiftend empfinden. Um wirksame und inklusive digitale Lösungen zu entwickeln, sollten Richtlinien auf diese generationsbedingten und individuellen Unterschiede zugeschnitten sein und sicherstellen, dass Technologie Möglichkeiten eröffnet, anstatt sie zu erzwingen. Ohne diese Überlegungen besteht die Gefahr, dass die Einführung von Technologie diejenigen ausgrenzt, die digitale Lösungen nicht als intuitiv, notwendig oder gar physisch durchführbar empfinden, wodurch Ungleichheiten beim Zugang zu hochwertiger Gesundheitsversorgung, Bildung, Beschäftigung und anderen Aspekten des täglichen Lebens verschärft werden.

In Bezug auf Menschen mit Behinderung belegen Studien, dass digitale Technologien das Potenzial haben, den Zugang zu beruflicher Aus- und Weiterbildung und dadurch letztlich zum Arbeitsmarkt zu verbessern.¹⁰ Die blosser Verfügbarkeit digitaler Medien reicht jedoch nicht aus, um die digitale Teilhabe von Menschen mit Behinderung zu gewährleisten. Es gibt neue Ausgrenzungsrisiken, wie beispielsweise eine schlechte Zugänglichkeit von Lerninhalten, mangelndes Bewusstsein seitens der Bildungsanbieter oder individuelle Unterschiede beim Zugang, bei den Kompetenzen und beim Umgang mit neuen Technologien für Menschen mit Behinderung. Lernende mit Behinderung müssen oft zusätzliche Anstrengungen unternehmen, um digitale Barrieren zu überwinden oder mit fehlenden oder unzugänglichen Informationen über die Barrierefreiheit von Bildungseinrichtungen zurechtzukommen. Die Bereitstellung geeigneter Ressourcen und Anpassungen, wie beispielsweise Dolmetscherinnen oder Dolmetscher, Hörschleifen oder barrierefreie Software und Lernmaterialien, kann dazu beitragen, eine sinnvolle Teilhabe zu gewährleisten.¹¹ Wenn zudem die Bevölkerung bei demokratischen Wahlen in eine partizipative Gestaltung von Budgetprozessen direkt einbezogen wird, kann diese Massnahme Minderheitengruppen eine Stimme verleihen, den sozialen Zusammenhalt stärken und die digitale Kluft verringern.⁷

→ 9

→ 10

→ 11

→ 7

Solche gesellschaftlichen Veränderungen spiegeln sich in Unternehmen und bei anderen Arbeitgebenden wider, die ihre internen Strukturen umgestalten, um sich an neue digitale Technologien anzupassen und idealerweise Innovationen fördern. Unternehmen, die digitale Werkzeuge nutzen, erleben Veränderungen in den Arbeitsverhältnissen, mit einer verstärkten Leistungserfassung und einer stärkeren Ausrichtung auf anreizorientierte Vergütung.^{12,13} Gleichzeitig können diese Technologien dezentralere Entscheidungsfindungen ermöglichen, Arbeitnehmende stärken und Innovation sowie Engagement fördern. Im Zuge dieses Wandels erfahren Organisationen zunehmende Bedenken, dass vernetzte Arbeitsplätze, also solche, an denen Menschen, Prozesse und Technologien digital verknüpft sind, durch allgegenwärtige digitale Überwachung und ungleichen Zugang zu Chancen ethische Grundwerte untergraben könnten. Ohne eine solide Governance und effektive Umsetzungsstrukturen besteht daher die Gefahr, dass die Vorteile des digitalen Wandels ungleich verteilt werden, bestehende Machtasymmetrien am Arbeitsplatz durch algorithmengesteuerte Kontrolle verstärkt werden und letztlich das Wohlbefinden der Arbeitnehmenden darunter leidet.¹⁴⁻¹⁶

—> 12

—> 13

—> 14

Die digitale Kluft zeigt sich deutlich im Bereich Bildung und Arbeitssuche, insbesondere in Bezug auf Geschlecht und Alter. Studien belegen, dass Studentinnen weniger bereit sind, in den Erwerb digitaler Kompetenzen zu investieren, da sie diese für wenig gewinnbringend halten, den erforderlichen Kompetenzbedarf für bestimmte Berufe unterschätzen und weniger Interesse an Jobs mit hohem Digitalisierungsgrad zeigen.¹⁷⁻²⁰ Diese Muster bestehen auch über die akademische Welt hinaus: Frauen und ältere Arbeitssuchende bewerten ihre digitalen Kompetenzen nicht nur niedriger als ihre männlichen und jüngeren Pendanten, sondern zögern auch, sich auf Stellen zu bewerben, die eine Anpassung ihrer Kompetenzen erfordern.²¹ Solche Tendenzen beleuchten systemische Verzerrungen, die Karriereverläufe prägen und bestehende Ungleichheiten auf dem Arbeitsmarkt verstärken. Eine Studie schätzt, dass digitale Teilhabe nur selten systematischer Teil beruflicher Aus- und Weiterbildung ist und unterstreicht die Notwendigkeit für Weiterbildungseinrichtungen, Inklusion und Barrierefreiheit zu priorisieren, um Chancengleichheit für Menschen mit Behinderung zu gewährleisten.¹¹ Die Überwindung dieser Barrieren erfordert gezielte Massnahmen: das Bewusstsein stärken für die Vorteile, die aus Kompetenzsteigerungen erwachsen, strukturierte Programme zur digitalen Weiterbildung anbieten und den kulturellen Wandel anstossen, um die Anpassungsfähigkeit marginalisierter oder unterrepräsentierter Gruppen bei beruflichen Übergängen zu fördern.

—> 15

—> 16

—> 17

—> 18

—> 19

—> 20

—> 21

—> 11

Die Ursachen für die Ungleichheiten bei den digitalen Kompetenzen liegen tief in gesellschaftlichen Strukturen verwurzelt, so auch Geschlechterstereotypen, die die Wahrnehmung von MINT-Fächern und hochtechnologischen Berufsfeldern von Kindheit an prägen. Studien zeigen, dass die Unterrepräsentation von Frauen in diesen Bereichen weniger mit einem angeborenen Desinteresse zu tun hat als vielmehr mit ausgrenzenden kulturellen Normen, die eine Diskrepanz zwischen ihrer Identität und digitalen Karrieren signalisieren.²² Eine Kultur, die in Bereichen wie Ingenieurwesen oder Informatik auf Männlichkeit setzt, verstärkt das Gefühl von Frauen, nicht dazuzugehören, was durch begrenzte frühe Erfahrungen und damit verbundenes mangelndes Selbstvertrauen noch verstärkt wird.²³ Wirksame politische Massnahmen sollten daher über die Anpassung von Lehrplänen und die Bewertung von Kompetenzen hinausgehen und einen umfassenderen kulturellen Wandel adressieren. Schulen, Universitäten, Arbeitgebende, Behörden und andere gesellschaftliche Akteure sollten alle ihren Teil dazu beitragen, ein Umfeld zu schaffen, das

—> 22

—> 23

Chancengleichheit bei der Beteiligung an der Digitalisierung fördert und von ihrem Potenzial für bessere Arbeitsplätze und höhere Löhne profitieren lässt. Zu den Massnahmen, mit denen dies erreicht werden soll, gehören die Diversifizierung von Rollenmodellen, Veränderung der medialen Narrative und die eindeutige Gewährleistung inklusiver Bildungs- und Arbeitsumgebungen.

IMPULS

2

Inklusive digitale Lösungen entwickeln und strukturelle Barrieren für die digitale Teilhabe abbauen

Wirksame digitale Lösungen berücksichtigen die Vielfalt gesellschaftlicher Gruppen, insbesondere jener, die derzeit eingeschränkten Zugang zu digitalen Technologien haben, und tragen so zu breiter Akzeptanz und sozialer Gerechtigkeit bei. Tief verwurzelte Stereotype und systembedingte Barrieren tragen zur digitalen Kluft bei. Um gesellschaftliche Teilhabe zu fördern, gilt es, diese Hindernisse systematisch zu erkennen und gezielt abzubauen.

IMPULS 3

Entwicklungen der Mensch-Maschine-Interaktionen erkennen und darauf reagieren

In einem Zeitalter, das durch den digitalen Wandel geprägt ist, verändert die Integration von computergestützten Werkzeugen in menschliche Arbeits- und Entscheidungsprozesse nicht nur die Industrie, sondern auch grundlegende Strukturen menschlicher Beziehungen. Nirgendwo ist diese Veränderung ausgeprägter als in Bereichen mit hohem Risiko. Ein Beispiel hierfür ist das Gesundheitswesen, wo der Austausch zwischen medizinischem Fachpersonal und Patient:innen zunehmend durch medizintechnische Anwendungen (MedTech) geprägt ist. Studien zeigen, dass KI zwar die Arbeitszufriedenheit im Gesundheitswesen verbessern und Arbeitskräftemangel verringern kann, dass eine schlecht konzipierte Zusammenarbeit zwischen Mensch und KI jedoch zu übermässiger Abhängigkeit, Verlust des Situationsbewusstseins und zu Risiken für die Sicherheit der Erkrankten führen können.^{24,25} Darüber hinaus verändert der Einsatz von KI in teambasierten Entscheidungsprozessen traditionelle Strukturen des Wissensaustauschs radikal. Dies kann zwar Innovationen fördern, verändert aber auch zwischenmenschliche Interaktionen auf eine Weise, der mit Vorsicht zu begegnen ist.^{26,27} Die Zuverlässigkeit KI-gestützter Entscheidungsfindung, insbesondere im Bereich der medizinischen Diagnostik, bleibt ein kritisches Thema. Während man sich von KI die Unterstützung klinischer Entscheidungen verspricht, zeigt eine Studie, dass computergestützte Entscheidungshilfesysteme die Genauigkeit von Diagnosen nicht zwangsläufig verbessern und sogar unerwartete Risiken mit sich bringen können, wie zum Beispiel, dass dadurch Auszubildende weniger oft Rat einholen, und dass den Ergebnissen von Algorithmen übermässig vertraut wird.²⁸ Etwa jede

—→ 24

—→ 25

—→ 26

—→ 27

—→ 28

zehnte Diagnose in der Notaufnahme ist falsch, und die Studie zeigt, dass eine KI-basierte Diagnoseunterstützung keinen messbaren Effekt auf die Verbesserung der Situation von Patientinnen und Patienten in der Notfallmedizin hatte – weder in Bezug auf medizinische, wirtschaftliche noch verfahrenstechnische Ergebnisse.

Eine zentrale Herausforderung bei der Implementierung KI-gestützter Systeme besteht darin, sicherzustellen, dass Nutzende sinnvoll mit diesen Technologien interagieren und sie verstehen können. Die NFP-77-Forschung legt nahe, dass im Gesundheitswesen erklärable KI-Systeme (XAI) mit zielgerichteter oder kontextspezifischer Erklärbarkeit medizinischen Fachpersonen sowie Patientinnen und Patienten ein besseres Verständnis für den Einsatz von KI im klinischen Umfeld vermitteln könnten. Allerdings setzen selbst zielgerichtete erklärable KI-Modelle voraus, dass medizinische Fachpersonen über ausreichendes technisches Verständnis verfügen, um sie anzuwenden, und über die Kommunikationsfähigkeit verfügen, um Patientinnen und Patienten ihren Einsatz zu erläutern. Das Modell der gemeinsamen Entscheidungsfindung zwischen KI, medizinischen Fachpersonen und Patientinnen und Patienten wird dadurch zusätzlich erweitert.^{29,30}

—→ 29

Dieser Wandel reicht über das Gesundheitswesen hinaus und beeinflusst auch die Dynamik der Bildung, die Struktur des Arbeitsmarktes und die für zukünftige Berufe erforderlichen Kompetenzen. Frühere Studien haben beispielsweise gezeigt, wie der Einsatz von Daten-Dashboards beeinflusst, wie Lehrpersonen ihre Lernenden verstehen³¹ und wie sich die Rolle der Lehrkraft so verändert, dass sie von zentralen Aspekten der pädagogischen Praxis ausgeschlossen werden kann.^{32,33} Dies erfordert einen ausgewogenen, werteorientierten Ansatz in den Bildungssystemen, um KI oder Roboter im Klassenzimmer zu erproben und zu evaluieren, bevor sie in größerem Umfang eingesetzt werden. Die Beibehaltung der zentralen Rolle menschlicher Lehrkräfte ist dabei entscheidend, um sicherzustellen, dass Technologie die Kernaufgaben des Lehrens unterstützt und den sozialen, emotionalen und ethischen Dimensionen Vorrang einräumt, bei denen KI und Roboter versagen.

—→ 30

—→ 31

—→ 32

—→ 33

Im weiteren Kontext der Interaktionen zwischen Mensch und KI könnte es hilfreicher sein, darüber nachzudenken, wie wir uns durch transparente Designs und Kontrollmechanismen auf digitale Artefakte angemessen «verlassen» können, anstatt ihnen (blind) zu «vertrauen» – Vertrauen ist ein Konzept, das eher im Kontext von Menschen als von Maschinen verwendet werden sollte. Wir müssen KI nicht vertrauen, und es ist auch nicht wünschenswert: Sie ist ein digitales Werkzeug, auf das wir uns lediglich verlassen können müssen, um die erwarteten Ergebnisse zu erzielen, so wie wir uns auf viele andere Werkzeuge und Maschinen verlassen, deren Funktionsweise wir ebenfalls nicht vollständig oder auch nur annähernd verstehen.³⁴ Um eine robuste Gesellschaft zu schaffen, die digitale Lösungen wirksam integriert, sollten politische Massnahmen der Erkenntnis Rechnung tragen, dass die Digitalisierung und die Einführung von KI nicht bloss ein technisches Upgrade sind, sondern vielmehr eine Neugestaltung menschlicher Beziehungen und institutioneller Strukturen. Fachpersonen benötigen Schulungen nicht nur in technischer KI-Kompetenz, sondern auch in Strategien für eine sinnvolle Zusammenarbeit zwischen Mensch und KI, einschliesslich eines angemessenen «Sich-Verlassens» auf die KI, Kommunikation, Meinungsäusserung und Entscheidungsfindung.²⁶ Studien legen nahe, dass digitale Technologien mit einem stärkeren Bewusstsein für die jeweiligen Kontexte entwickelt werden sollten, für die sie bestimmt sind, und positivere Mensch-Maschine-Beziehungen fördern sollten. In dieser Konfiguration müssen Menschen die Verantwortung für die Kontrolle von Maschinen, Algorithmen und KI übernehmen und Fairness und Transparenz in deren Entwicklung

—→ 34

—→ 26

integrieren. Der Erfolg der Mensch-KI-Interaktion hängt nicht nur von technologischen Fähigkeiten ab, sondern auch davon, inwiefern es gelingt, eine Gesellschaft zu fördern, die auf die sich wandelnde Beziehung zwischen Mensch und Maschine reagiert und diese kritisch hinterfragt.

IMPULS

3

Entwicklungen der Mensch-Maschine-Interaktionen erkennen und darauf reagieren

Eine widerstandsfähige Gesellschaft und die erfolgreiche Umsetzung digitaler Lösungen erfordern die Erkenntnis, dass computergestützte Werkzeuge menschliche Interaktionen verändern. Dabei entwickeln sich vielfältige Formen der Zusammenarbeit und Arbeitsteilung zwischen Menschen und Maschinen, die aufgrund ihrer Komplexität eine fortlaufende Reflexion und Anpassung notwendig machen.

IMPULS 4

Verfügbarkeit und Zugänglichkeit von Daten erleichtern

Die Digitalisierung hat die Erstellung von Daten und digitalen Werkzeugen ermöglicht, die das Erfassen und Analysieren grosser Datenmengen erleichtern. Daten sind zu einer zentralen Ressource für evidenzbasierte Erkenntnisse und Entscheidungen geworden. Forschende sind zunehmend auf den Zugang zu vielfältigen und umfassenden Datensätzen angewiesen, um evidenzbasierte Empfehlungen zu formulieren. Systembedingte Barrieren können jedoch den Zugang zu solchen Daten und deren Nutzung erschweren. Angesichts der Komplexität datengestützter Entscheidungsfindung und der zeitlichen Beschränkungen regulatorischer Prozesse fehlt es Behörden häufig an den Kapazitäten, politische Massnahmen brauchbar auszuwerten.^{35,36} Vor der Umsetzung einer politischen Massnahme sollten die Verantwortlichen daher frühzeitig klären, welche Daten für deren zukünftige Evaluation benötigt werden.

→ 35

→ 36

Auch die Forschung in raumbezogener Ökonomie (spatial economies) zeigt, wie geschützte Datensätze, etwa solche von Mobilfunkunternehmen, wichtige Informationen zu urbanen Mobilitätsmustern liefern, die jedoch für die breitere Forschungsgemeinschaft weitgehend unzugänglich bleiben.^{37,38} Selbst wenn umfangreiche Datensätze erstellt werden, wie zum Beispiel im Rahmen einer Studie zum Steuerwettbewerb in der digitalen Wirtschaft, werden diese oft nicht geteilt oder bleiben aufgrund rechtlicher Bedenken hinsichtlich der Weiterverwendung frei verfügbarer Informationen unzugänglich. Dies wirft Fragen zur Nachhaltigkeit und Nachvollziehbarkeit auf.³⁹ Allerdings bietet die Existenz des Schweizer Kompetenzzentrums Sozialwissenschaften (FORS) mit seinem Datenarchiv ein Modell für zentralisierten, strukturierten Datenzugang.⁴⁰ Die Konvergenz von Forschungsdaten und Daten aus der realen Welt ist nicht nur für die Forschung von Bedeutung, sondern auch für die datengesteuerte Wirtschaft (z.B. Datenzugang in Datenräumen).

→ 37

→ 38

→ 39

→ 40

Eine wesentliche Komplikation für den Datenzugriff ergibt sich aus dem Spannungsverhältnis zwischen Datenschutzbestimmungen, vertraglichen Fragen des Datenzugriffs und dem Zugangsbedarf der Forschung. Die Nutzung von Web-Scraping (automatisierte Extraktion von Webinhalten), oft unerlässlich für die Erfassung von Echtzeit- oder umfangreichen Daten, kollidiert häufig mit den Nutzungsbedingungen der Plattformen und schränkt die Möglichkeiten von Forschenden ein, Datensätze zu erstellen und zu validieren. Dieser Konflikt führt zu Ineffizienzen und verpassten Chancen für bereichsübergreifende Erkenntnisse, wie die Ergebnisse zum Online-Handel und zu regionalen Ungleichheiten zeigen. Für Forschende ist oft unklar, ob die Sammlung von Daten beispielsweise über Web-Scraping zulässig ist und wie sie diese Daten speichern und der Forschungsgemeinschaft zur Wiederverwendung zugänglich machen können. Der Vergleich von Forschungsdaten wird zusätzlich dadurch erschwert, dass Kategorien bei der Definition und Klassifizierung der digitalen Wirtschaft aufeinander abgestimmt werden müssen, da sich steuerliche und regulatorische Definitionen im Laufe der Zeit weiterentwickeln: Gewisse Unternehmen werden heute vielleicht der digitalen Wirtschaft zugerechnet, zu einem späteren Zeitpunkt aber nicht mehr.³⁹ Das vorgeschlagene Schweizer Gesetz über Kommunikationsplattformen und Suchmaschinen, das Bestimmungen ähnlich dem Digital Services Act der EU adaptiert, soll den Zugang zu Daten sehr grosser Plattformen für Forschungszwecke erleichtern.⁴¹

—→ 39

—→ 41

Die Nachfrage nach Forschungsinfrastrukturen, die sowohl Datenschutz als auch Datenzugriff ermöglichen, wie beispielsweise Forschungsdatenzentren oder sichere Verknüpfungs-Frameworks, unterstreicht den Bedarf an systematischen Lösungen, die Datenschutz und analytische Nutzung in Einklang bringen.⁴⁰ Um diese Herausforderungen zu bewältigen und die Nachhaltigkeit datengestützter Forschung zu gewährleisten, sollten Politik und Förderinstitutionen einen verpflichtenden Datenzugang für Forschende und Initiativen zur Förderung des Zugangs zu strukturierten Daten priorisieren. Der Schweizerische Nationalfonds (SNF) stellt zwar Richtlinien bereit, doch ohne Durchsetzungsbefugnisse bleibt deren Wirkung begrenzt. Wie das FORs-Projekt zeigt, kann die Einrichtung zentralisierter Forschungsdatenarchive die Nachhaltigkeit der Datennutzung verbessern, und Investitionen in sichere Verknüpfungs-Infrastrukturen, wie beispielsweise das Projekt des Swiss Linkage Centre, würden einen verantwortungsvollen Datenaustausch erleichtern.

—→ 40

IMPULS

4

Verfügbarkeit und Zugänglichkeit von Daten erleichtern

Als Grundlage für evidenzbasierte Politikgestaltung sollte sichergestellt werden, dass Forschende schnellen, sicheren und gleichberechtigten Zugang zu relevanten Daten für ihre Studien erhalten. Dies ermöglicht die Nachvollziehbarkeit und Validierung von Forschungsergebnissen. Politisch Verantwortliche sollten zudem bereits von Beginn an Möglichkeiten zur Evaluation von Massnahmen berücksichtigen.

Bildung, Lernen und digitaler Wandel

4.2

Im Bildungsbereich bietet die digitale Transformation erhebliche Chancen zur Verbesserung von Lernprozessen, steht aber gleichzeitig vor Herausforderungen bei der Umsetzung und Reichweite. Projekte im Rahmen des NFP 77 untersuchten den digitalen Wandel im Bereich Bildung und Lernen über alle Lebensphasen hinweg. Einige Projekte konzentrierten sich explizit auf Inklusion, um sicherzustellen, dass junge Lernende, Menschen mit Behinderung und ältere Menschen die digitalen Kompetenzen erwerben, die für eine aktive Teilhabe an einer sich rasch wandelnden Gesellschaft notwendig sind. Das Programm fokussierte zudem auf Initiativen im Bildungswesen auf allen Ebenen, die den Wandel fördern, um die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen an der Schnittstelle zwischen Digitalisierung und Pädagogik zu verbessern. Dabei wurde die Bedeutung hervorgehoben, Lehrpersonen mit den notwendigen Kompetenzen für den effektiven Umgang mit digitalen Ressourcen auszustatten. Studien ergaben ausserdem, dass strukturierte Ansätze im Bereich Bildungstechnologie (EdTech) und institutionelle Unterstützung unerlässlich sind, um digitale Werkzeuge so einzusetzen, dass die Beteiligung und der pädagogische Erfolg im gesamten Bildungssektor gefördert wird.

IMPULS 5

Digitale Kompetenzen lebenslang fördern

Angesichts dessen, dass die Digitalisierung vieler Berufsfelder und gesellschaftliche Engagements laufend und nachhaltig verändert, muss die Schweiz sicherstellen, dass Menschen aller Altersgruppen und Berufsfelder über die notwendigen digitalen Kompetenzen verfügen.^{42,43} Digitale Kompetenzen umfassen die Fähigkeit, digitale Geräte und Anwendungen zu nutzen, Informationen zu finden, zu bewerten, zu erstellen und zu teilen, online zusammenzuarbeiten und sich zu beteiligen sowie Probleme mithilfe digitaler Werkzeuge zu lösen. Sie beinhalten auch eine kritische Auseinandersetzung mit digitalen Medien, einschliesslich ihrer sozialen, ethischen und ökologischen Auswirkungen, sowie die Fähigkeit, mit der raschen Entwicklung der Technologien Schritt zu halten. KI-bezogene digitale Kompetenzen erweitern, gemäss der OECD, diese Fähigkeiten um das Verständnis der grundsätzlichen Funktionsweise von KI-Systemen, das sinnvolle und ethische Einsetzen von KI-Werkzeugen, das Erkennen ihrer Grenzen und Risiken (z.B. Verzerrungen oder Missbrauch) sowie das Anwenden menschlichen Urteilsvermögens bei der Interaktion mit oder dem sich verlassen auf KI-basierten Systemen.^{44,45}

—→ 42

—→ 43

—→ 44

—→ 45

Für die Primarstufe unterstreicht die Forschung die Bedeutung, Konzepte der Informatik explizit zu unterrichten, anstatt davon auszugehen, dass Kinder durch gelegentliche Interaktionen mit Technologie ein Verständnis dafür entwickeln. Die frühe Auseinandersetzung mit grundlegenden Konzepten wie der Infrastruktur des Internets etabliert eine wichtige Grundlage für fortgeschrittenere digitale Kompetenzen im spä-

teren Leben.⁴⁶ Obwohl es schwierig ist, solche Kompetenzen zu definieren und zu messen, konnte die Forschung im Rahmen des NFP 77 zeigen, dass Fähigkeiten des «Computational Thinking» – einer an Computern orientierten Problemlösungsstrategie – während der gesamten Pflichtschulzeit bewertet und gefördert werden sollen.^{46–48}

Der Einbezug von Computational Thinking in die Lerninhalte auf allen Schulstufen ermöglicht es Lehrpersonen, bei ihren Schülerinnen und Schülern systematisch die Fähigkeit zu entwickeln, Probleme mithilfe digitaler Werkzeuge zu lösen – eine Kompetenz, die in der modernen Arbeitswelt zunehmend an Bedeutung gewinnt. Damit diese Entwicklung Wirkung zeigen kann, muss auch der Lehrendenausbildung in diesem Bereich Vorrang eingeräumt werden, damit Lehrpersonen über ausreichend Selbstvertrauen und Wissen verfügen, um digitales Lernen zu fördern (siehe Impuls 6).

Es ist jedoch wichtig, digitale Kompetenzen nicht isoliert zu vermitteln, da alle grundlegenden Fähigkeiten wie Lesen, Schreiben, Rechnen und soziale Kompetenzen wichtig sind. Die Forschung des NFP 77 unterstreicht, dass eine frühe Vermittlung solcher Grundkompetenzen entscheidend ist, um junge Menschen auf einen sich schnell wandelnden Arbeitsmarkt vorzubereiten, und dass deren Integration in den Schulunterricht die Anpassungsfähigkeit über alle Berufsfelder hinweg verbessert. Studien ausserhalb des NFP 77 zeigen, dass die in der Grundschule erworbenen Grundkompetenzen oft untrennbar mit dem Erlernen der in einer zunehmend digitalisierten Welt benötigten Kompetenzen verbunden sind. Daher müssen innovative Lehrpläne und Unterrichtsmethoden sicherstellen, dass junge Menschen mit den notwendigen Fähigkeiten und Kenntnissen ausgestattet werden.⁴⁴

Über die Primar- und Sekundarstufe hinaus muss die Entwicklung digitaler Kompetenzen auch ältere Erwachsene erreichen, die mit vielfältigen Lebensumständen konfrontiert sein können. Beispielsweise benötigen Erwachsene ab 50 Jahren möglicherweise die Vermittlung digitaler Kompetenzen, damit sie als Fachperson in Bereichen arbeiten können, die einen raschen technologischen Wandel erleben, wie etwa im Gesundheitswesen.⁴³ Während digitale Technologien erhebliche Vorteile bieten, sind ältere Menschen einem erhöhten Risiko ausgesetzt, auf Zugangs- und Nutzungsbarrieren zu stossen. Die sogenannte «graue digitale Kluft» ist nicht nur eine Frage des Alters, sondern auch der unterschiedlichen Nutzung digitaler Werkzeuge zwischen den Generationen sowie sozialer, wirtschaftlicher und kultureller Benachteiligungen.⁴⁹ Um diese Kluft zu überbrücken, braucht es Lernumgebungen, die gezielt auf die Bedürfnisse älterer Lernender ausgerichtet sind und strukturierte Wege zum Erwerb und zur Festigung digitaler Kompetenzen eröffnen. Gleichzeitig sollten weitere Formen digitaler Ungleichheit berücksichtigt werden, die marginalisierte und sozial benachteiligte Gruppen betreffen.

An Arbeitsplätzen wie im Gesundheitswesen hat die Digitalisierung das Management von Patienteninformationen grundlegend verändert. Dennoch bestehen weiterhin Probleme mit der Interoperabilität und der Benutzerfreundlichkeit, die zu Ineffizienzen und Störungen in klinischen Abläufen führen. Studien zeigen, dass gut integrierte digitale Systeme in Spitälern zu weniger Unterbrechungen der Arbeitsabläufe und weniger IT-bezogenen patientenkritischen Vorfällen führen. Damit diese Vorteile jedoch zum Tragen kommen, ist eine besser strukturierte Schulung digitaler Kompetenzen im Rahmen der Aus- und Weiterbildung von medizinischem und pflegerischem Personal erforderlich.⁴ Für den Erfolg solcher Schulungsprogramme muss die möglicherweise bestehende digitale Kluft innerhalb der Belegschaft berücksichtigt werden, insbesondere bei älteren Erwachsenen und Menschen aller Altersgruppen mit anderen Bildungs-, sozioökonomischem oder kulturellem Hintergrund.

—→ 46

—→ 46

—→ 47

—→ 48

—→ 44

—→ 43

—→ 49

—→ 4

Ein lebenslanger, strukturierter Ansatz zur Weiterentwicklung digitaler Kompetenzen ist unerlässlich, um diese Herausforderungen zu bewältigen. Die Politik sollte eine klare Definition und Differenzierung digitaler Kompetenzen nach Niveau und Fach fördern und sicherstellen, dass Bildungsinitiativen zielgerichtet und effektiv sind. Im Primar- und Sekundarschulbereich können Computational Thinking, die kritische Auseinandersetzung mit Technologie und ihren gesellschaftlichen Auswirkungen sowie deren verantwortungsvolle Nutzung konzipiert, analysiert und bewertet werden.⁴⁸ Für ältere Erwachsene sollten barrierefreie Initiativen zur Entwicklung digitaler Kompetenzen flexible Lernformate bieten, die unterschiedlichen Vorkenntnissen und Fähigkeiten gerecht werden.⁴⁹ In Arbeitsumfeldern wie dem Gesundheitswesen sollte die kontinuierliche Weiterentwicklung digitaler Kompetenzen in die beruflichen Weiterbildungsprogramme integriert werden. Institutionen sollten dabei kontinuierliche Unterstützung und Evaluation anbieten, um eine nahtlose Integration digitaler Werkzeuge in die klinische Praxis zu gewährleisten.

—→ 48

—→ 49

IMPULS

5

Digitale Kompetenzen lebenslang fördern

Um digitale Kompetenzen lebenslang zu fördern, sollten sie entlang der Bildungsstufen und Fachgebiete klar definiert und differenziert, sowie systematisch in die Lehrpläne von Schulen, Hochschulen sowie von beruflichen Aus- und Weiterbildungen integriert werden. Ihre kontinuierliche Entwicklung sollte systematisch überprüft werden.

Kontinuierliche digitale Weiterbildung von Lehrpersonen ermöglichen

Der digitale Wandel verändert den Unterricht in Klassenzimmern und an Hochschulen weltweit und eröffnet Möglichkeiten zur Verbesserung des Lernens. Doch trotz des Potenzials digitaler Werkzeuge wie Augmented Reality (AR), Virtual Reality, Lernanalysen, digitale Spiele, intelligente Tutoringsysteme und der Einsatz von Robotern oder KI stehen viele Lehrpersonen und Dozierende vor erheblichen Hürden, wenn es um deren wirksamen Einsatz geht.^{50,51} Das NFP 77 zeigt beispielsweise, dass digitale Lehrmedien zwar viele Unterrichtsfächer, darunter MINT, bereichern können, dass es jedoch die variable Qualität des verfügbaren Materials und der Mangel an strukturierten Schulungen zur Bewertung dieser Materialien vielen Lehrpersonen erschweren, verlässliche Ressourcen zu identifizieren. Weitere Forschungsergebnisse des Programms zeigen, dass Schweizer Berufsschulen interaktivem Unterricht mehr Bedeutung beimessen als Schulen der Primar- und Sekundarstufe und dass ihre Lehrpersonen zwar stärker von der Nützlichkeit digitaler Technologien und der damit verbundenen Kompetenzen überzeugt sind, aber weniger technologisch-pädagogisches Wissen besitzen. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, bei der Fortbildung von Lehrkräften zur Technologieintegration die kontextuelle Kultur sowie persönliche und schulische Faktoren zu berücksichtigen.⁵² Ebenso zeigt die Forschung, dass AR-Anwendungen zwar vielversprechend für immersives Lernen sind, ihre Wirksamkeit jedoch durch hohe Entwicklungskosten, mangelnde Abstimmung mit den Lehrplänen und fehlende fachspezifische Lehrerfortbildungen für deren Umsetzung beeinträchtigt wird.⁵⁰ Ein weiteres Beispiel sind Lernanalysen. Sie haben das Potenzial, die Hochschulbildung durch Echtzeitinformationen zum Engagement der Studierenden zu verbessern. Die Einführung dieser Tools verläuft jedoch aufgrund der komplexen Implementierung und fehlenden nutzerzentrierten Designs schleppend.² Diese Herausforderungen offenbaren ein grundlegendes Problem: Das Bildungssystem stattet Lehrpersonen noch nicht ausreichend mit den notwendigen Kompetenzen und der erforderlichen Unterstützung aus, um den digitalen Wandel effektiv zu gestalten.

Das Kernproblem liegt in der Komplexität der benötigten Kompetenzen: Es geht nicht nur darum, dass Lehrpersonen Kompetenzen im Umgang mit Technologie entwickeln, sondern auch um geeignete Lehrmethoden zur Unterstützung der digitalen Integration. Studien zeigen, dass digitale Technologien häufig zur Unterstützung eher passiver Lernformen eingesetzt werden, während der Einsatz von Technologie für aktivere, insbesondere konstruktive und interaktive Formen des Lernens deutlich seltener ist.⁵³ Um eine qualitativ hochwertige technische Integration zu unterstützen, bei der Technologie zur Unterstützung aller Lernformen (passiv, aktiv, konstruktiv und interaktiv) eingesetzt wird, sind gezielte Fortbildungen zur Unterstützung der Lehrkräfte unerlässlich.⁵¹ Schulen konzentrieren sich häufig auf die Vermittlung digitaler Grundkenntnisse, anstatt die Fähigkeit der Lehrpersonen zu fördern, Technologie kritisch und aus pädagogischer Sicht sinnvoll einzusetzen, um ein umfassenderes Lernen zu ermöglichen. Es besteht die Tendenz, den Fokus auf operative Fertigkeiten zu legen, also wie man beispielsweise eine Technologie isoliert anwendet, anstatt die Entwicklung dieser Fähigkeiten im Zusammenhang mit der pädagogischen Kompetenz und dem zu vermittelnden Fachwissen der Lehrpersonen zu fördern. Mit anderen Worten: Es mangelt an Aufmerksamkeit für die Entwicklung von technologisch-pädagogischem Fachwissen.⁵⁴

—→ 50

—→ 51

—→ 52

—→ 50

—→ 2

—→ 53

—→ 51

—→ 54

Die Forschungsergebnisse unterstreichen, wie wichtig es ist, bei der Ausbildung von Lehrpersonen im Bereich der Technologieintegration das Zusammenspiel zwischen persönlichen und schulischen Faktoren zu berücksichtigen.⁵² Ausbildungsprogramme für Lehrpersonen sollten sich nicht nur auf technische Aspekte konzentrieren, sondern auch auf die fachspezifische Anwendung digitaler Werkzeuge im Unterricht.⁵⁰ Diese Herausforderungen werden durch den ungleichen Zugang zu Technologien, von veralteten Geräten bis zu schlechten Internetverbindungen, noch verschärft, was zu Ungleichheiten zwischen den Bildungseinrichtungen führt und die Lehrpersonen daran hindert, diese Innovationen in vollem Umfang zu nutzen.⁵¹ In der Hochschulbildung haben Lernanalysen das Potenzial, Unterrichtsstrategien zu unterstützen, doch ohne Schulung in datengestützter Pädagogik fällt es vielen Lehrpersonen schwer, dieses Wissen effektiv anzuwenden. Darüber hinaus verhindern unzureichende Infrastrukturen und/oder Schulungen – von veralteten Geräten über restriktive Richtlinien zur digitalen Nutzung bis hin zu mangelndem Wissen – dass Lehrpersonen diese Innovationen optimal nutzen oder lernförderlich in den Unterricht integrieren.² Ohne eine klare Strategie für die Weiterqualifizierung von Lehrpersonen bleibt der digitale Wandel im Bildungswesen nur ein Flickwerk, was sein Potenzial sowohl in Bezug auf die Qualität des Unterrichts als auch den Erfolg der Lernenden einschränkt.

Um diese Lücke zu schliessen, sollten sich die verantwortlichen Personen einer langfristigen, kontinuierlichen Weiterbildung von Lehrpersonen verpflichten und sicherstellen, dass sich digitale Kompetenzen im Gleichschritt mit technologischem Fortschritt als Teil einer umfassenderen Strategie des kulturellen Wandels weiterentwickeln. Die Forschung betont, dass die Kenntnis von Bildungsinhalten nicht automatisch zur Fähigkeit führt, diese mithilfe neuer digitaler oder EdTech-Ansätze zu vermitteln. Daher muss die Weiterbildung systematisch und kontinuierlich erfolgen.⁵⁵ Universitäten und pädagogische Hochschulen sollten fachspezifische digitale Schulungen in ihre Programme integrieren und Lehrpersonen befähigen, digitale Werkzeuge sinnvoll einzuschätzen und anzuwenden. Schulen könnten eine Kultur der digitalen Innovation fördern, indem sie Lehrpersonen in festgelegte Zeiten zur Erkundung neuer Technologien einräumen, interdisziplinäre Zusammenarbeit fördern und in eine stabile und zugängliche digitale Infrastruktur investieren. Im Hochschulbereich sollten Lernanalysen so in bestehende Plattformen integriert werden, dass Benutzerfreundlichkeit und pädagogische Relevanz im Vordergrund stehen.²

IMPULS

6

Kontinuierliche digitale Weiterbildung von Lehrpersonen ermöglichen

Die Weiterbildung von Lehrpersonen im Umgang mit digitalen Werkzeugen sollte dauerhaft verankert werden. Gleichzeitig sind Investitionen in ein kooperatives Bildungsökosystem notwendig, um praxisnahe und wirksame digitale Lehrformate über alle Bildungsstufen hinweg zu entwickeln.

Strukturierte Ansätze für EdTech-Innovationen entwickeln

In einer sich wandelnden Bildungslandschaft bietet der Einsatz digitaler Technologien eine beispiellose Chance, Lernen und Lehren neu zu definieren. Studien zeigen beispielsweise, dass immersive Technologien wie Virtual Reality (VR)^{56,57} und Augmented Reality (AR)⁵⁸ das Lernen dadurch erweitern können, indem sie abstrakte Konzepte greifbarer und ansprechender vermitteln, insbesondere in Bereichen der Primarschule und der Erlebnispädagogik.

—→ 56

—→ 57

—→ 58

Die Einführung und Nutzung von Bildungstechnologie (EdTech) ist jedoch noch ungenügend. Dies liegt nicht nur an fehlenden Kompetenzen der Lehrpersonen und unzureichender Infrastruktur, wie in Impuls 6 beschrieben. Auch das Zögern von Lehrpersonen und Institutionen spielt eine Rolle: Oft haben sie praktische Bedenken bezüglich Kosten und Ressourcen sowie Zweifel am pädagogischen Wert des digitalen Wandels. In den Schulen gibt es beispielsweise Vorbehalte wegen der Kosten, der Umsetzbarkeit und einer möglicherweise übermässigen Konzentration auf digitale Tools auf Kosten realer zwischenmenschlicher Interaktion bei jungen Kindern. Auf der Sekundarstufe II ist man sich des erheblichen Potenzials digitaler Technologien bewusst, weiss aber, dass deren Wirksamkeit von einer pädagogischen Abstimmung abhängt.⁵⁹ Frühere Versuche im Schweizer Bildungssystem zeigten, dass der digitale Wandel scheiterte, wenn Technologien ohne klaren pädagogischen Rahmen eingeführt wurden. Die Folge waren ineffiziente Umsetzungen und ein gesteigerter Bedarf an vertrauensbildenden Massnahmen zwischen den Lehrpersonen einerseits und den politisch verantwortlichen Personen andererseits.⁶⁰

—→ 59

—→ 60

Diese Erkenntnisse unterstreichen die Notwendigkeit einer strukturierten digitalen Transformation, bei der die Entwicklung einer, den tiefgreifenden Wandel in Bildungseinrichtungen unterstützenden Kultur im Vordergrund steht. Entsprechende Massnahmen müssen angemessene Ressourcen, Schulungen und Unterstützung für Lehrpersonen sicherstellen, damit sie EdTech im Einklang mit pädagogischen Zielen einsetzen können. Schulen sollten klare strategische Prioritäten setzen, die den digitalen Wandel mit pädagogischen Zielen in Einklang bringen und eine schulweite Kultur des Wandels fördern. Sie sollten zudem eine stabile und sichere Infrastruktur gewährleisten, gezielt digitale Lehrmaterialien bereitstellen und Zeit für die berufliche Weiterentwicklung einplanen.^{61,62} Ohne diese wesentlichen Elemente der Ressourcenausstattung und Unterstützung droht die Digitalisierung zu einer unzureichend genutzten oder oberflächlichen Ergänzung zu verkommen anstatt zu einer transformativen Kraft im Bildungswesen zu werden. Diese Risiken gelten analog auch für andere Bildungseinrichtungen. Universitäten, Sekundarschulen und Primarschulen sollten in die berufliche Weiterentwicklung und in partizipative Ansätze investieren, Peer-Learning-Communities fördern und ausreichend Zeit für die Umsetzung einplanen. So stärken sie die Anpassungs- und Innovationsfähigkeit von Schulen.⁶³

—→ 61

—→ 62

—→ 63

Damit der digitale Wandel gelingt, müssen die zuständigen Stellen ihre Unterstützung verstärken, damit Schulen und Universitäten eigene Strategien entwickeln können und ausreichend Zeit für deren Umsetzung erhalten. Ein solcher Wandel erfordert klare politische Begleitmassnahmen und Mittel. Die zuständigen Stellen sollten klare Prioritäten setzen und technologische Fortschritte mit klar definierten pädagogischen Zielen in Einklang bringen. So vermeiden sie technologiegetriebene EdTech-Lösungen, denen es an pädagogischer Tiefe fehlt.⁶⁴ Zudem sind Anstrengungen nötig, um im gesamten Bildungssektor ein nachhaltiges Ökosystem zu schaffen, das Möglichkeiten für gegenseitiges Lernen bietet.

—→ 64

Gegenseitiges Lernen und Forschen sind von zentraler Bedeutung, um Veränderungen im Bildungswesen zu gestalten. So befasst sich der Hochschulsektor beispielsweise aktiv mit dem digitalen Wandel – sowohl als Forschungsgegenstand als auch als Mittel zur Verbesserung der Unterrichtspraxis. Dieses Engagement ist jedoch unterschiedlich ausgeprägt: Während einige Einrichtungen vorrangig digitale Initiativen präsentieren, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten, konzentrieren sich andere auf substanzielle Fortschritte in der digitalen Bildung und Infrastruktur. Diese Wettbewerbslandschaft zeigt die Anpassungsfähigkeit Schweizer Universitäten und ihre Innovationskraft. Sie unterstreicht aber auch den Bedarf an strukturierten, evidenzbasierten Ansätzen zur Einschätzung und Steuerung von Bemühungen um den digitalen Wandel.⁶⁵ Auf Ebene der einzelnen Schulen und Universitäten bleibt noch viel zu tun, doch ebenso wichtig ist die Schaffung eines sektorweiten Ökosystems. Letztlich sollte der digitale Wandel in der Bildung ein iterativer, wissensbasierter Prozess sein, der aus Fehlern der Vergangenheit lernen lässt, Institutionen dazu befähigt, ihre eigenen Strategien zu entwickeln, und gleichzeitig den Austausch und das Lernen im gesamten Sektor fördert.

→ 65

Ein solcher Wandel kann auch Projektpartnerschaften – unter anderem mit der Privatwirtschaft – beinhalten. Dabei entwickeln Lehrpersonen, Forschende und Entscheidungstragende gemeinsam EdTech-Produkte, die sowohl praktisch als auch pädagogisch fundiert sind und die künftige Gestaltung von EdTech prägen.^{2,53} Politisch verantwortliche Personen sollten sich für anpassungsfähige digitale Infrastrukturen einsetzen, die unterschiedliche Lernkontexte unterstützen. So bleiben EdTech-Lösungen relevant und skalierbar.⁶⁶ Eine zukunftsfähige Technologieentwicklung sollte auch berücksichtigen, dass die Integration von Tools in bestehende Plattformen – statt die Entwicklung eigenständiger Systeme – die Einführungskosten senken und evidenzbasierte Lehrmethoden fördern kann.² Zudem können strategische Investitionen in Open-Source- und kompatible EdTech-Technologien die langfristige Nachhaltigkeit sicherstellen und die Risiken von Veralterung und mit Eigentumsrechten verbundenen Einschränkungen verringern.⁵⁸

→ 2

→ 53

→ 66

→ 2

→ 58

Um einen nachhaltigen und wirksamen digitalen Wandel im öffentlichen Bildungswesen in der Schweiz zu schaffen, ist daher ein forschungsbasierter und partizipativer Ansatz geboten. Mit einem systematischen Zugang kann der Bildungssektor ein robustes und nachhaltiges Ökosystem für digitale Innovation schaffen. Dieser Zugang stützt sich auf das Lernen aus früheren Erfahrungen, fördert die bereichsübergreifende Zusammenarbeit, setzt Ressourcen strategisch ein und ermöglicht die gemeinsame Gestaltung künftiger Bildungstechnologien. So wird EdTech zu einem Wegbereiter für sinnvolles Lernen und Lehren.

IMPULS

7

Strukturierte Ansätze für EdTech-Innovationen entwickeln

Ein systematischer, lernorientierter Ansatz im Schweizer EdTech-Ökosystem schafft die Voraussetzungen für agile und nachhaltige Innovation. Durch gezielte Unterstützung seitens zuständiger Stellen können Schulen und Hochschulen eigene digitale Strategien entwickeln, Ressourcen gezielt einsetzen, Wissen austauschen, aus Erfahrungen lernen und die Zusammenarbeit mit relevanten Akteuren stärken.

4.3

Ethik, Vertrauens- würdigkeit und Governance

Die zunehmende Einbindung digitaler Technologien in öffentlichen und privaten Institutionen hat dringende Fragen zu Ethik, Vertrauenswürdigkeit und Governance in den Fokus von Forschung und politischen Diskussionen gerückt. Projekte im Rahmen des NFP 77 untersuchten die Balance zwischen Transparenz und Privatsphäre, beispielsweise im Justizwesen, wo Anonymisierungstools zum Schutz von Personendaten entwickelt werden. Die NFP-77-Forschung untersuchte auch die Rolle von KI bei demokratischen Innovationen. Sie befasste sich mit der wahrgenommenen Legitimität und Fairness algorithmengestützter Entscheidungsfindung in Nachrichten und sozialen Medien, deren Einfluss auf das Wahlverhalten und deren zunehmende Nutzung in Medien und Nachrichtenportalen.^{67,68} Darüber hinaus wurden ethische Rahmenwerke entwickelt, um Herausforderungen wie die Auswirkungen des Internet der Dinge (IoT) auf die Überwachung am Arbeitsplatz und die Cybersicherheit zu bewältigen. Sie sollen sicherstellen, dass Technologie mit gesellschaftlichen Werten und demokratischen Prinzipien im Einklang steht. Diese Vorhaben zielen darauf ab, Rechts- und Governance-Strukturen zu schaffen, die eine faire und ethische digitale Transformation fördern.

—→ 67

—→ 68

IMPULS 8

Die Bevölkerung stärker in politische Prozesse einbeziehen

In einer Zeit, in der die demokratische Legitimität zunehmend infrage gestellt wird, birgt das Zusammenspiel von digitalen Technologien und Beteiligung der Bevölkerung sowohl Hoffnung als auch Schwierigkeiten.⁶⁹ Legitimität in demokratischen Prozessen ist vielschichtig. Sie umfasst Input-Legitimität (Beteiligung der Bevölkerung), Throughput-Legitimität (Fairness des Prozesses) und Output-Legitimität (Zufriedenheit mit den Ergebnissen). Innovationen wie digitale partizipative Budgetierungsprozesse erfordern eine separate Bewertung jeder dieser Dimensionen.⁷⁰

—→ 69

—→ 70

Partizipation ist sehr ressourcenintensiv und die Möglichkeiten der Bevölkerung, sich aktiv zu beteiligen, sind begrenzt. Daher sollten partizipative Ansätze sorgfältig und nur in ausgewählten Fällen eingesetzt werden – etwa in festgefahrenen Situationen, auf Initiative der Bevölkerung (Opt-in) oder in Fällen hoher Dringlichkeit und/oder Unsicherheit.⁷¹

—→ 71

Die Forschung zeigt: Faire und transparente Entscheidungsprozesse sind zwar entscheidend, können aber allein eine Unzufriedenheit mit den Endergebnissen nicht ausgleichen. Proportionale Wahlverfahren verbessern die wahrgenommene Fairness, Inklusivität und Repräsentativität im Vergleich zu Mehrheitswahlverfahren. Dies unterstreicht das Potenzial massgeschneiderter Wahlmechanismen zur Stärkung der demokratischen Legitimität.⁷⁰ Die Umsetzung solcher Methoden erfordert jedoch eine sorgfältige Prüfung der Zugänglichkeit, der Transparenz und des öffentlichen Vertrauens, um ihren Erfolg in unterschiedlichen politischen und sozialen Kontexten zu gewährleisten.

—> 70

Digitale demokratische Innovationen wie die Demokratiefabrik veranschaulichen das Potenzial von Technologie, gesellschaftliche Gräben zu überbrücken und die politische Partizipation zu beleben.⁷² Während die Digitalisierung mit Herausforderungen wie Polarisierung und Desinformation in Verbindung gebracht wird, kann sie auch Chancen bieten, das demokratische Engagement zu stärken, insbesondere bei traditionell wenig engagierten Bevölkerungsgruppen. Forschungsbeobachtungen legen nahe, dass digitale Partizipation eine konstruktive Diskussion fördern und dadurch negative Wahrnehmungen gegensätzlicher Standpunkte verringern kann. Dennoch scheinen Ungleichheiten in der Beteiligung, die traditionelle Muster politischer Teilhabe widerspiegeln, weiterhin zu bestehen. Zudem erfordern digitale Plattformen erhebliche Investitionen in Infrastruktur, Sicherheit und Wartung.

—> 72

IMPULS

8

Die Bevölkerung stärker in politische Prozesse einbeziehen

Die verstärkte Beteiligung der Bevölkerung während des gesamten politischen Entscheidungsprozesses erhöht die Legitimität und Fairness digitalisierter demokratischer Prozesse.

**Ethische Überlegungen und Standpunkte von Anspruchsgruppen
in digitales Design integrieren**

Zur Bewertung digitaler Lösungen werden verschiedene Konzepte oder Werte – wie Fairness, Vertrauenswürdigkeit und Privatsphäre/Datenschutz – genutzt. Diese Konzepte werden jedoch nicht einheitlich verstanden oder angewendet: Ihre Bedeutungen variieren oft zwischen verschiedenen Akteursgruppen etwa aus der Informatik, den Sozialwissenschaften oder der Politikgestaltung. Zudem können Bemühungen, einen Wert zu wahren, mit anderen Werten in Konflikt geraten. Dies schafft Zielkonflikte, die bewältigt werden müssen. Daher ist es für die Entwicklung, Implementierung und den kontrollierten Betrieb digitaler Technologien unerlässlich, die Definition dieser Werte und ihre Priorisierungen in jedem einzelnen Fall klar festzulegen. Die Auseinandersetzung mit solchen widersprüchlichen Werten und Definitionen macht deutlich, wie wichtig es ist, dass alle Beteiligten offene Diskussionen über Wertedefinitionen und mögliche Zielkonflikte führen.

Vertrauen in Technologie wird beispielsweise oft als Ideal dargestellt. Philosophische Studien erkennen jedoch einen Fehler darin, digitale Artefakte zu vermenschlichen: Vertrauen ist ein Konzept, das angemessen auf soziale Beziehungen zutrifft, während Technologie nach den Kriterien Zuverlässigkeit und Kontrollierbarkeit bewertet werden sollte.³⁴ In Bereichen wie der Medizin, wo KI-Algorithmen für Diagnostik und Risikoprognosen bei Erkrankten eingesetzt werden, sollten Beteiligte offene Diskussionen über die gewünschten Funktionalitäten und Grenzen dieser Technologien führen.^{73–75}

—→ 34

—→ 73

Ebenso sollten verantwortliche Personen digitale Tools wie Algorithmen oder KI-Modelle nicht als neutrale oder von Natur aus faire Artefakte betrachten. Sie sollten die Komplexität sowohl von Fairness-Konzepten als auch von digitalen Technologien anerkennen und den Einsatz digitaler Tools so gestalten, dass er mit umfassenderen gesellschaftlichen Werten im Einklang steht.⁷⁶ Diese Perspektive unterstreicht, wie wichtig es ist, digitale Technologien mit Bedacht auf kontextspezifische Fairness zu gestalten, damit sie den menschlichen Interessen dienen, ohne vorhandene Verzerrungen zu verstärken oder Fachpersonen von ihrer zwischenmenschlichen Verantwortung zu entbinden. Darüber hinaus betont die Forschung, dass Fairness nicht nur eine technische Herausforderung ist, sondern eine zutiefst philosophische und moralische Frage, die eine interdisziplinäre Auseinandersetzung erfordert.⁷⁷ Entwicklungsteams und Entscheidungstragende sollten Erkenntnisse aus Mathematik, Entscheidungstheorie und Sozialwissenschaften verknüpfen, um KI-Modelle zu entwickeln, die gerechte (oder faire) Verteilungen von Risiken und Nutzen abbilden und modellieren.⁷⁸ Die rechtlichen, ethischen und gesellschaftlichen Dimensionen von Fairness divergieren oft. Daher ist es unerlässlich, dass regulatorische Rahmenbedingungen und Technologieentwicklung diese Lücken wirksam überbrücken.

—→ 74

—→ 75

—→ 76

—→ 77

—→ 78

Ohne robuste Mechanismen zur Einschätzung und Minderung von Verzerrungen besteht die Gefahr, dass KI bestehende systembedingte Ungleichheiten verfestigt, anstatt sie zu entschärfen.^{79,80} Bildungsreformen sollten daher algorithmischer Fairness Priorität einräumen und interdisziplinäre Lehrpläne in Informatik-Studiengänge integrieren, um Personen, die zukünftige Systeme entwickeln mit dem notwendigen Instrumentarium für den Umgang mit diesen ethischen Dilemmata auszustatten.⁸¹

—> 79

—> 80

—> 81

Zur wirksamen Umsetzung solcher Konzepte und digitaler Lösungen sollten öffentlich und privat verantwortliche Personen kontroverse Konzepte wie Vertrauen, Fairness und Achtung der Privatsphäre in praktikable Rahmenbedingungen übertragen. Wie die Forschung zu den Herausforderungen der Anonymisierung juristischer Daten und die Erkenntnisse zur KI-Governance zeigen, ist es entscheidend, dass die Governance mit dem technologischen Fortschritt Schritt hält.⁸² Studien heben hervor, dass die Wahrnehmung von Fairness im Bereich KI durch die beteiligten Personen sowohl von der technischen Zuverlässigkeit als auch von der Transparenz der Governance-Strukturen abhängt.⁸³ Um eine sozial gerechte KI zu entwickeln, ist daher ein zweigleisiger Ansatz erforderlich: die Verbesserung der technischen Fähigkeiten der KI zur Erkennung und Minderung von vorhandenen Verzerrungen sowie die Förderung institutioneller Mechanismen, die die Möglichkeiten moralischer und rechtlicher Kontrolle stärken.

—> 82

—> 83

IMPULS

9

Ethische Überlegungen und Standpunkte von Anspruchsgruppen in digitales Design integrieren

Mechanismen wie Stakeholderdialoge, ethische Folgenabschätzungen und kontextspezifische Entscheidungsprozesse sollten in das Design, die Umsetzung und die Governance digitaler Lösungen einbezogen werden. Dadurch lassen sich Wert- und Zielkonflikte transparent und nachvollziehbar ausbalancieren.

Die unabhängige Medienlandschaft stärken

Das digitale Zeitalter hat die Art und Weise, wie Informationen produziert, verbreitet und konsumiert werden, grundlegend verändert. Dies birgt für demokratische Gesellschaften sowohl Chancen als auch Herausforderungen.

Die Forschung zeigt, dass künstliche Intelligenz wie die algorithmische Selektion durch Nachrichtempfehlungssysteme (NRS) im Journalismus zunehmend eingesetzt wird. Die Einführung dieser Systeme befindet sich jedoch noch im experimentellen Stadium und ist von Spannungen geprägt.^{67,68} Medienschaffende erkennen zwar das Potenzial dieser Empfehlungssysteme zur Steigerung des Interesses der Nutzenden, legen aber Wert auf redaktionelle Kontrolle und Transparenz, um das Vertrauen in die Medien nicht zu untergraben. Nutzende hingegen äussern Skepsis gegenüber algorithmischen Empfehlungen, insbesondere bei sensiblen Themen wie Politik. Sie befürchten Manipulation und den Verlust von Unabhängigkeit. Dies deutet darauf hin, dass Nutzende – zumindest vorerst – für gesellschaftlich relevante Inhalte eine von Menschen verantwortete Redaktion bevorzugen.⁸⁴

—→ 67

—→ 68

—→ 84

Gleichzeitig hat der digitale Wandel die traditionellen Geschäftsmodelle der Nachrichtenmedien radikal verändert und gefährdet die Rolle des Journalismus als Eckpfeiler der Demokratie. Dies zeigt sich am sinkenden Vertrauen in Institutionen und an der geringeren politischen Beteiligung bei Personen, die wenig oder keine Nachrichten konsumieren.⁸⁵ Zudem sind Personen mit geringerer digitaler oder medialer Kompetenz und geringerem politischem Interesse weniger in der Lage, sich in komplexen Informationsumgebungen zurechtzufinden. Dadurch sind sie anfälliger für Desinformation und beteiligen sich seltener an demokratischen Prozessen. Obwohl sich Nutzende zunehmend über soziale Medien informieren, bleiben professionelle Medien für die Bereitstellung unabhängigen Journalismus unerlässlich. Einerseits können öffentlich-rechtliche Medien und Technologien wie Wahlhilfe-Apps eine wichtige Informationsrolle über ideologische und geografische Grenzen hinweg spielen. Ihre Wirksamkeit hängt jedoch davon ab, dass qualitativ hochwertige, vertrauenswürdige Inhalte bereitgestellt und von der Öffentlichkeit ausreichend genutzt werden.⁸⁶

—→ 85

—→ 86

Andererseits stehen Zeitungen vor existenziellen Bedrohungen, da ihre Geschäftsmodelle an Bedeutung verlieren.⁸⁷ Wenn ausserdem Gemeinden auf die Schwierigkeiten lokaler Medien reagieren, indem sie eigene Publikationen herausgeben, die journalistische Formate imitieren, riskieren sie, den unabhängigen Journalismus weiter zu schwächen.⁸⁸ Diese Verwischung der Grenzen zwischen Journalismus und Kommunikation der öffentlichen Hand birgt die Gefahr, die demokratische Kontrolle zu untergraben. Es ist daher entscheidend, die Rollen von Gemeinden und Medien klar voneinander abzugrenzen und die kritische Funktion des Journalismus zu wahren: die unabhängige Bewertung und Einordnung kommunaler Kommunikation.

—→ 87

—→ 88

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, ist ein mehrstufiger strategischer Ansatz erforderlich, der ein verlässlicheres Informationsökosystem und letztlich eine robustere Demokratie im digitalen Zeitalter fördert. Erstens müssen Medienunternehmen, die in ein verantwortungsvolles NRS-Design investieren, Transparenz, Nutzenkontrolle und die Vereinbarkeit mit journalistischen und demokratischen Werten sicherstellen. Auch politisch verantwortliche Personen sollten Anreize für solche Praktiken schaffen.⁸⁹ Ergebnisse aus der NFP77-Forschung legen zweitens nahe, dass die Staatskunde (das heisst die Bildung zu politischen Abläufen in der Schweiz) einen höheren Stellenwert gegenüber der Medienkompetenz einnehmen sollten. Denn es ist das Interesse an Politik, und nicht die Nachrichtennutzung an sich, die politisches Wissen und demokratische Partizipation fördert.⁸⁵ Umfassende Schulungen zu Algorithmen, KI und der Bedeutung des Journalismus für die Demokratie sollten sich sowohl an die allgemeine Bevölkerung als auch an Medienschaffende richten. Drittens benötigen die Medienorganisationen finanzielle Unterstützung für unabhängigen Journalismus.⁹⁰ Es bleibt zudem entscheidend, die öffentlich-rechtlichen Medien als verbindende Kraft zu stärken.

—→ 89

—→ 85

—→ 90

IMPULS

10

Die unabhängige Medienlandschaft stärken

Investitionen in robuste, unabhängige Medienstrukturen, Anreize für den verantwortungsvollen Einsatz von KI im Journalismus sowie die Stärkung der politischen Bildung und Medienkompetenz leisten einen wichtigen Beitrag zur Stärkung der Demokratie.

Digitale Wirtschaft und Arbeitsmarkt

4.4

Die Digitalisierung verändert die Arbeitsmärkte grundlegend und beeinflusst die Beschäftigungsdynamik, Qualifikationsanforderungen und Beschäftigungsstrategien. Der digitale Wandel stellt Organisationen vor die Herausforderung, digitale Tools wie KI entweder als ergänzende Hilfsmittel oder zum Ersatz von Arbeitsplätzen einzusetzen. Strategische Massnahmen sollten die digitalen Kompetenzen der Arbeitnehmenden stärken und die Mobilität zwischen Arbeitgebenden und Branchen erleichtern – ergänzt durch Tools, welche die Stellenvermittlung verbessern. Darüber hinaus zeigen Studien, inwiefern Technologien wie Online-Stellenplattformen und Big-Data-Analysen die Effizienz der Stellenvermittlung, die Beobachtung des Arbeitsmarktes und die Anpassungsfähigkeit von Arbeitssuchenden verbessern können. Interdisziplinäre Ansätze werden zunehmend genutzt, um diesen Wandel zu analysieren und verantwortliche Personen, Behörden sowie Unternehmen bei der Förderung nachhaltiger Karrieren inmitten des digitalen Wandels zu unterstützen.

IMPULS 11

Digitale Kompetenzen der Arbeitnehmenden besser nutzen

Das tätigkeitsbezogene Modell des technologischen Wandels^{91,92} bietet eine theoretische Grundlage für das Verständnis der Auswirkungen des digitalen Wandels auf den Arbeitsmarkt. Als Reaktion auf den technologischen Wandel entscheiden Unternehmen, welche Aufgaben sie automatisieren und welche sie durch ein ergänzendes Zusammenspiel von Mensch und Technik optimieren möchten.^{92,93} In Bezug auf Kompetenzen bringt der digitale Wandel zwei unterschiedliche Herausforderungen mit sich. Erstens verändert der technologische Wandel die Struktur von Aufgabenbündeln innerhalb von Arbeitsplätzen: Einige Aufgaben müssen nicht mehr von Menschen ausgeführt werden, andere werden durch Technologie ergänzt, und es entstehen gänzlich neue Aufgabenkategorien. Zweitens verfügen bestehende Arbeitnehmende oft nicht über alle erforderlichen Kompetenzen, um mit neuen Technologien wie KI zu arbeiten oder völlig neue Aufgaben zu übernehmen. Unternehmen stehen daher vor der Entscheidung, entweder intern in Um- und Weiterqualifizierung zu investieren oder neue Arbeitskräfte einzustellen, die bereits über die entsprechenden Kompetenzen verfügen. —→ 91
—→ 92

Empirische Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit der Abstimmung von Investitionen in digitale Technologien mit den vorhandenen Innovationsfähigkeiten. Sie betonen, dass Technologie allein die Produktivität nicht steigert, sondern am besten wirkt, wenn sie mit strategischer Personalentwicklung verknüpft wird.⁹⁴ Im Einklang damit bieten Unternehmen, die digitale Technologien einführen, häufiger betriebliche Weiterbildungen an – einschliesslich kontinuierlicher Weiterbildungen und erweiterter Ausbildungsprogramme.^{95,96} Ein erfolgreiches Zusammenspiel zwischen Mensch und KI erfordert neben technischen Fähigkeiten auch die Entwicklung neuer Kompetenzen. Dazu gehören beispielsweise die Fähigkeit, KI mit Bedacht zu nutzen, —→ 92
—→ 93
—→ 94
—→ 95
—→ 96

effektiv in Mensch-Maschine-Teams zu kommunizieren, gemeinsame Entscheidungen zu treffen,⁹⁷ ein angemessenes «Sich-Verlassen» auf die KI zu fördern und ethische Aspekte zu berücksichtigen.^{28,30}

—> 97

—> 28

—> 30

Wenn Unternehmen nicht über die organisationalen Kapazitäten verfügen, in die Weiterbildung ihrer Belegschaft zu investieren, bleiben als Alternativen, neue Arbeitnehmende mit entsprechenden digitalen Kompetenzen zu rekrutieren oder in die Automatisierung zu investieren, um Arbeitskräfte zu ersetzen. Beide Strategien sind mit Kosten verbunden, und die externe Rekrutierung hängt zudem von der Verfügbarkeit von Arbeitskräften mit den erforderlichen Kompetenzen ab. Daher sollten sowohl Arbeitnehmende als auch Stellensuchende Anreize erhalten, in Weiterbildungen zur Aktualisierung ihrer digitalen Kompetenzen zu investieren, um ihre Beschäftigungsfähigkeit zu erhalten oder zu verbessern.⁹⁸

—> 98

IMPULS

11

Digitale Kompetenzen der Arbeitnehmenden besser nutzen

Um die Erfolgchancen bei der Einführung digitaler Technologien zu erhöhen, sollten Unternehmen und Beschäftigte kontinuierlich in die Weiterentwicklung der digitalen Kompetenzen ihrer Mitarbeitenden investieren.

IMPULS 12

Digitale Unterstützung für Stellensuchende und Beratende bereitstellen

In einem sich ständig wandelnden Arbeitsmarkt müssen sich Arbeitssuchende oft in einem komplexen digitalen Umfeld zurechtfinden, in dem Such- und Matching-Algorithmen sowie das Plattformdesign ihren Zugang zu Stellenangeboten bestimmen. Jüngste Untersuchungen zeigen, wie die Struktur von Online-Stellenbörsen (z.B. Standardfilter, Berufsklassifikationen und die Hervorhebung von Stellenmerkmalen) einen erheblichen Einfluss darauf hat, welche Stellen Arbeitssuchende ansehen und sich darauf bewerben.⁹⁹ Diese digitale Infrastruktur ist jedoch nicht immer für eine effiziente Stellenvermittlung optimiert. Öffentliche Arbeitsvermittlungsdienste sollten daher proaktiv Massnahmen ergreifen, um digitale Tools zu verbessern, damit Stellensuchende kompetenzbasierte Stellenempfehlungen und Echtzeitinformationen über den Wettbewerb auf dem Arbeitsmarkt erhalten und so fundiertere Entscheidungen treffen können.¹⁰⁰

—> 99

—> 100

Entscheidungstragende sollten sicherstellen, dass Gig-Worker Zugang zu gezielter Laufbahnberatung haben. Dazu gehören Programme der regionalen öffentlichen Arbeitsvermittlung, etwa des Regionalen Arbeitsvermittlungszentrums (RAV), um sie beim Umgang mit den Risiken und der Instabilität plattformbasierter Arbeit zu unterstützen.^{101,102}

—> 101

—> 102

Berufsberatende benötigen Tools und Arbeitsmarktdaten, die nicht nur die Anzahl offener Stellen wiedergeben, sondern auch das Ausmass des Wettbewerbs in den verschiedenen Beschäftigungssegmenten abbilden, um Stellensuchende zu realistischen Möglichkeiten hinführen zu können.¹⁰⁰ Beispielsweise kann auf Stellenplattformen die Integration von Indikatoren wie der Anzahl Bewerbungen – zusammen mit kompetenzbasierten Matching-Tools, die auch vergleichbare Stellen vorschlagen – sowohl bei Stellensuchenden als auch Arbeitgebenden eine grössere Offenheit fördern und so die Beratung und die Strategien zur Stellensuche stärken.¹⁰⁰

—→ 100

—→ 100

Eine der grössten erkannten Herausforderungen ist die Diskrepanz zwischen den Suchstrategien der Stellensuchenden und den tatsächlichen Bedingungen auf dem Arbeitsmarkt. Viele konzentrieren sich ausschliesslich auf die Anzahl verfügbarer Stellen und vernachlässigen dabei die Bewertung der Wettbewerbssituation oder die Übereinstimmung zwischen Stellenanzeigen und ihren Kompetenzen.¹⁰⁰ Experimentelle Ergebnisse zeigen, dass kompetenzbasierte Stellenempfehlungen die Erfolgchancen bei der Stellensuche erhöhen. Gleichzeitig sind Personalverantwortliche bei Arbeitskräftemangel eher bereit, Bewerbende mit unterschiedlichem beruflichem Hintergrund in Betracht zu ziehen. In dieser Diskrepanz liegt auch eine Chance: Durch den sinnvollen Einsatz von Datenanalysen und digitalen Tools können Stellensuchende gezielter zu passenden beruflichen Übergängen geführt werden, insbesondere in stark nachgefragten Branchen. Personalisierte Stellenempfehlungssysteme, die Daten zur aktuellen Situation auf dem Stellenmarkt einbeziehen und Überschneidungen zwischen den für die angebotene Stelle erforderlichen Kompetenzen und den Kompetenzen der Bewerbenden berücksichtigen, könnten die Effizienz der Stellenvermittlung deutlich verbessern und ermöglichen, dass Stellensuchende nicht nur über offene Stellen informiert sind, sondern auch ihre Wettbewerbsfähigkeit für diese Positionen besser einschätzen können.

—→ 100

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, sollten verantwortliche Personen und Arbeitsvermittlungsdienste datengestützte Strategien einsetzen, die Prozesse der Stellenvermittlung dynamisch optimieren. Beispielsweise kann der Einsatz fortschrittlicher kausaler Machine-Learning-Verfahren die Zuordnung von Arbeitssuchenden zu aktiven arbeitsmarktlichen Massnahmen optimieren und so sicherstellen, dass öffentliche Mittel wirksam eingesetzt werden.^{35,36} Durch die kontinuierliche Erhebung und Analyse von Stellenplattformdaten können die Behörden ein reaktions-schnelles und anpassungsfähiges System der Beschäftigungsunterstützung entwickeln, das nicht nur den Stellensuchenden hilft, sich im digitalen Stellenmarkt besser zurechtzufinden, sondern auch die Effizienz des Arbeitsmarkts insgesamt stärkt.

—→ 35

—→ 36

IMPULS

12

Digitale Unterstützung für Stellensuchende und Beratende bereitstellen

Digitale Tools und Strategien ermöglichen es, die Kompetenzen von Stellensuchenden präziser mit offenen Stellen abzugleichen und die Wirksamkeit der Beratung zu steigern.

5

Epilog

Die von der Leitungsgruppe des NFP 77 vorgelegten Impulse spiegeln die Erkenntnisse von Schweizer und internationalen Fachpersonen aus der Wissenschaft zu zentralen gesellschaftlichen Bereichen des digitalen Wandels wider. Sie unterstreichen die Bedeutung einer inklusiven Mitgestaltung, der lebenslangen Weiterentwicklung digitaler Kompetenzen und der Stärkung von Lehrpersonen, Institutionen und Beschäftigten. Sie verdeutlichen die Notwendigkeit, technologischen Wandel zu antizipieren, die Vereinbarkeit digitaler Technologien mit gesellschaftlichen Werten und Grundrechten durch verantwortungsvolle Steuerungsmechanismen sicherzustellen und einen breiten Zugang zu Daten als öffentliches Gut zu gewährleisten.

Zusammen genommen bilden die Impulse einen Wegweiser, um den digitalen Wandel im Bildungswesen, in demokratischen Institutionen und Medien sowie in der Wirtschaft und auf dem Arbeitsmarkt nachhaltig umzusetzen. Um diese Impulse sinnvoll einzuordnen, sollte man sie als Teil eines umfassenderen gesellschaftlichen Wandels verstehen. Dabei gilt es, die gemeinsame Verantwortung über alle Bereiche hinweg hervorzuheben und strategische Absichten mit der praktischen Umsetzung zu verbinden.

5.1

Jüngste Entwicklungen mit Auswirkungen auf den digitalen Wandel

Seit dem Start des NFP 77 im Jahr 2018 haben globale Entwicklungen die Landschaft des digitalen Wandels grundlegend verändert. Viele davon gehen über den Rahmen des fünfjährigen Programms hinaus. Die COVID-19-Pandemie hat die Digitalisierung vieler Bereiche deutlich beschleunigt¹⁰³, und generative KI wird vermutlich Automatisierung und Wissensarbeit grundlegend verändern. Gleichzeitig sind die Bedenken hinsichtlich der digitalen Souveränität der Schweiz gewachsen. Grund ist die zunehmende Dominanz grosser Technologiekonzerne ausserhalb Europas, sei es in den USA (z.B. Google, Amazon, Microsoft, Meta, Apple) oder in China (z.B. Baidu, Alibaba, Tencent, Xiaomi, Huawei).

—→ 103

Darüber hinaus hat sich die geopolitische Lage in jüngster Vergangenheit in vielen Regionen der Welt dramatisch verändert. Diese Verschiebungen machen die Auseinandersetzung mit den Fragen des digitalen Wandels in der Schweiz dringlicher und komplexer. Sie wecken Bedenken hinsichtlich Überwachung, Monopolen, Erosion der Demokratie, Polarisierung und Souveränität.⁶⁹ Diese sich stetig wandelnde Lage erfordert eine fortlaufende Analyse, um die neuen Herausforderungen des digitalen Zeitalters zu bewältigen.

—→ 69

5.2

Erkenntnisse aus dem NFP 77 mit Relevanz für globale Herausforderungen

Während die Gesellschaft einen rasanten digitalen Wandel erlebt, steht zugleich die Welt vor beispiellosen Herausforderungen: geopolitische Konflikte, klimabedingte Wetterextreme, gesellschaftliche Polarisierung und die Verbreitung von Falschinformationen. Obwohl diese Themen zum Zeitpunkt der Ausschreibung teilweise noch nicht im Vordergrund standen, bieten einige Erkenntnisse des Programms dennoch wertvolle Orientierung für den Umgang mit diesen Herausforderungen.

Das Programm unterstreicht insbesondere die Bedeutung der Förderung einer gebildeten und digital kompetenten Bevölkerung, der aktiven politischen Teilhabe und anpassungsfähiger Kompetenzen auf dem Arbeitsmarkt. Diese Bestandteile bilden die Grundlage für resiliente Gesellschaften, die in der Lage sind, auf die Komplexität globaler Umbrüche zu reagieren. So können beispielsweise digitale Weiterbildung und gesellschaftliches Engagement dazu beitragen, Desinformation entgegenzuwirken und die demokratische Ordnung zu stärken. Inklusive digitale Lösungen und ko-kreative Ansätze können die Selbstbestimmung der Betroffenen fördern und einen gerechten Zugang zu neuen Technologien ermöglichen. In diesem Sinne können die Erkenntnisse des NFP 77 in umfassendere Strategien für eine nachhaltige, demokratische und zukunftsfähige globale digitale Gesellschaft einfließen.

5.3

Empfehlung für fortlaufende Finanzierung

Angesichts des raschen digitalen Wandels in den drei Forschungsbereichen sowie des Umfangs der laufenden Forschung in verwandten Bereichen der Schweizer Gesellschaft verzichtet die Leitungsgruppe darauf, konkrete zukünftige Forschungsrichtungen vorzuschlagen. In Anbetracht des sich beschleunigenden technologischen Fortschritts betont sie stattdessen die Notwendigkeit nachhaltiger Investitionen in zukunftsweisende Forschung durch die Schweizer Institutionen und politisch verantwortlichen Personen. Nur so lässt sich mit den laufenden Entwicklungen in allen Bereichen des digitalen Wandels Schritt halten – einschliesslich Bildung, Ethik/Governance und Arbeitsmärkte.

5.4

Ausblick und Fazit

Die Schweiz befindet sich an einem Wendepunkt ihrer digitalen Transformation. Das Nationale Forschungsprogramm NFP 77 liefert wichtige Erkenntnisse dazu, wie in den Bereichen Bildung und Lernen, Vertrauenswürdigkeit und Governance sowie Wirtschaft und Arbeitsmarkt auf den rasanten technologischen Wandel reagiert werden kann. Um Resilienz, Demokratie, Inklusion und Zukunftsfähigkeit zu gewährleisten, sollten koordinierte politische Massnahmen digitale Kompetenzen, Chancengleichheit und verantwortungsvolle Innovationen priorisieren. Aufbauend auf den Erkenntnissen des NFP 77 kann die Schweiz zuversichtlich den Weg in eine menschenzentrierte digitale Zukunft beschreiten.

6 Anhänge

6.1 Referenzen

1. Lindblom, T., Lindell, J., & Gidlund, K. (2024). Digitalizing the Journalistic Field: Journalists' Views on Changes in Journalistic Autonomy, Capital and Habitus. *Digital Journalism*, 12(6), 894–913. <https://doi.org/10.1080/21670811.2022.2062406>
2. Cai, Z., Davis, R., Tormey, R., & Dillenbourg, P. (2024). Learning Analytics Beyond Traditional Classrooms: Addressing the Tensions of Cognitive and Meta-Cognitive Goals in Exercise Sessions. In R. Ferreira Mello, N. Rummel, I. Jivet, G. Pishtari, & J. A. Ruipérez Valiente (Eds.), *Technology Enhanced Learning for Inclusive and Equitable Quality Education* (Vol. 15160, pp. 81–86). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-72312-4_9
3. Cai, Z., Davis, R. L., Mariétan, R., Tormey, R., & Dillenbourg, P. (2025). Jupyter Analytics: A Toolkit for Collecting, Analyzing, and Visualizing Distributed Student Activity in Jupyter Notebooks. *Proceedings of the 56th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1*, 172–178. <https://doi.org/10.1145/3641554.3701971>
4. Bürkle, T., Lueg, C., Salzmann, P., Salini, D., Von Kaenel, F., Löffel, K., Meier, L., Moozhyyil, S.-M., Perrini, S., Trede, I., Volpe, A., & Holm, J. (2022). Digi-Care: Exploring the Impacts of Digitization on Nursing Work in Switzerland. In T. Bürkle, K. Denecke, J. Holm, M. Sariyar, & M. Lehmann (Eds.), *Studies in Health Technology and Informatics*. IOS Press. <https://ebooks.iospress.nl/doi/10.3233/SHTI220321>
5. Blasimme, A., Landers, C., & Vayena, E. (2025). Fostering inclusive co-creation in digital health. *Fostering Inclusive Co-Creation in Digital Health*, 8, 311. <https://doi.org/10.1038/s41746-025-01724-w>
6. Jaccard, D., Suppan, L., Sanchez, E., Huguenin, A., & Laurent, M. (2021). The co.LAB Generic Framework for Collaborative Design of Serious Games: Development Study. *JMIR Serious Games*, 9(3), e28674. <https://doi.org/10.2196/28674>
7. Carpentras, D., Hänggli Fricker, R., & Helbing, D. (2024). Empowering minorities and everyone in participatory budgeting: An agent-based modelling perspective. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 382(2285), 20240090. <https://doi.org/10.1098/rsta.2024.0090>
8. Tian, Y. J. A., Wangmo, T., & Savulescu, J. (2025). Misalignments of values and preferences: Finding an ideal elder care arrangement. *Journal of Medical Ethics*, jme-2024-110559. <https://doi.org/10.1136/jme-2024-110559>
9. Wangmo, T., Duong, V., Felber, N. A., Tian, Y. J. (Angelina), & Mihailov, E. (2024). No playing around with robots? Ambivalent attitudes toward the use of Paro in elder care. *Nursing Inquiry*, 31(3), e12645. <https://doi.org/10.1111/nin.12645>
10. Antener, G. & Bannwart Garibovic, J. (2025). Digitale Teilhabe: Keine Selbstverständlichkeit. *Digital Participation: Not A Matter Of Course*. Transfer. Berufsbildung in Forschung Und Praxis, 10(5). <https://transfervet/digitale-teilhabe-keine-selbstverstaendlichkeit>
11. Steiner, O., & Kaiser, F. (2023). E-Inclusion of People with Disabilities in Vocational and Professional Education and Further Training Organisations in Switzerland: First Results of a Quantitative Survey. In M. Antona & C. Stephanidis (Eds.), *Universal Access in Human-Computer Interaction* (Vol. 14021, pp. 417–433). Springer Nature Switzerland. https://link.springer.com/10.1007/978-3-031-35897-5_30
12. Lehmann, J., & Beckmann, M. (2025). Digital technologies and performance incentives: Evidence from businesses in the Swiss economy. *Swiss Journal of Economics and Statistics*, 161(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s41937-024-00132-3>
13. Lehmann, J., & Beckmann, M. (2024). Digital Transformation in Switzerland: The Current State and Expectations (Version 1). arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2412.12784>
14. El Bouchikhi, M., Weerts, S., & Clavien, C. (2024). The internet of things deployed for occupational health and safety purposes: A qualitative study of opportunities and ethical issues. *PLOS One*, 19(12), e0315671. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0315671>

15. Mettler, T. (2024). The connected workplace: Characteristics and social consequences of work surveillance in the age of datification, sensorization, and artificial intelligence. *Journal of Information Technology*, 39(3), 547–567. <https://doi.org/10.1177/02683962231202535>
16. Mettler, T. (2025). Re-Thinking Algorithmic Control: Common Assumptions, Controversies, Misconceptions. 2025 Eleventh International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG), 139–144. <https://doi.org/10.1109/ICEDEG65568.2025.11081667>
17. Strobl, R., & Wunsch, C. (2024 in preparation) Skill-related Job Preferences of University Students. University of Basel (version 30 December 2024) <https://drive.google.com/file/d/1AyRJ2002Mkj9yF04naLxjjdzcGFpTjF/view?pli=1>
18. Strobl, R., & Wunsch, C. (2024). Students' Beliefs about Digital Skills [In Vorbereitung]. <https://data.snf.ch/grants/grant/187462>
19. La Russa, F., Strobl, R., & Wunsch, C. (2024). Students' Perceived Returns to Skills [In Vorbereitung]. <https://data.snf.ch/grants/grant/187462>
20. Kahn, S., & Ginther, D. (2018). Women and Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM): Are Differences in Education and Careers Due to Stereotypes, Interests, or Family? In S. L. Averett, L. M. Argys, & S. D. Hoffman (Eds.), *The Oxford Handbook of Women and the Economy* (pp. 766–798). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780190628963.013.13>
21. Wunsch, C., Rochlitz, F., & Arni, P. (2025). Jobseekers' skills and job search behaviour. *Swiss Journal of Economics and Statistics*, 161(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s41937-025-00142-9>
22. Cheryan, S., Master, A., & Meltzoff, A. N. (2015). Cultural stereotypes as gatekeepers: Increasing girls' interest in computer science and engineering by diversifying stereotypes. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00049>
23. Cheryan, S., Ziegler, S. A., Montoya, A. K., & Jiang, L. (2017). Why are some STEM fields more gender balanced than others? *Psychological Bulletin*, 143(1), 1–35. <https://doi.org/10.1037/bul0000052>
24. Bienefeld, N., Keller, E., & Grote, G. (2025). AI Interventions to Alleviate Healthcare Shortages and Enhance Work Conditions in Critical Care: Qualitative Analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 27, e50852. <https://doi.org/10.2196/50852>
25. Bürkle, T. & IOS Press (Eds.). (2022). *Healthcare of the Future 2022: Digital health – from vision to best practice!* Healthcare of the Future, Amsterdam, Netherlands. IOS Press. https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.3233/SHTI292_fm
26. Bienefeld, N., Kolbe, M., Camen, G., Huser, D., & Buehler, P. K. (2023). Human-AI teaming: Leveraging transactive memory and speaking up for enhanced team effectiveness. *Frontiers in Psychology*, 14, 1208019. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1208019>
27. Bienefeld, N., Keller, E., & Grote, G. (2024). Human-AI Teaming in Critical Care: A Comparative Analysis of Data Scientists' and Clinicians' Perspectives on AI Augmentation and Automation. *Journal of Medical Internet Research*, 26, e50130. <https://doi.org/10.2196/50130>
28. Hautz, W. E., Marcin, T., Hautz, S. C., Schaubert, S. K., Krummrey, G., Müller, M., Sauter, T. C., Lambrigger, C., Schwappach, D., Nendaz, M., Lindner, G., Bosbach, S., Griesshammer, I., Schönberg, P., Plüss, E., Roman, V., Ravioli, S., Werthmüller, N., Kölbener, F., ... Zwaan, L. (2025). Diagnoses supported by a computerised diagnostic decision support system versus conventional diagnoses in emergency patients (DDX-BRO): A multicentre, multiple-period, double-blind, cluster-randomised, crossover superiority trial. *The Lancet Digital Health*, 7(2), e136–e144. [https://doi.org/10.1016/s2589-7500\(24\)00250-4](https://doi.org/10.1016/s2589-7500(24)00250-4)
29. Arbelaez Ossa, L., Rost, M., Lorenzini, G., Shaw, D. M., & Elger, B. S. (2023). A smarter perspective: Learning with and from AI-cases. *Artificial Intelligence in Medicine*, 135, 102458. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2022.102458>
30. Lorenzini, G., Arbelaez Ossa, L., Shaw, D. M., & Elger, B. S. (2023). Artificial intelligence and the doctor-patient relationship expanding the paradigm of shared decision making. *Bioethics*, 37(5), 424–429. <https://doi.org/10.1111/bioe.13158>
31. Jarke, J., & Macgilchrist, F. (2021). Dashboard stories: How narratives told by predictive analytics reconfigure roles, risk and sociality in education. *Big Data & Society*, 8(1). <https://doi.org/10.1177/20539517211025561>
32. Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Medford, MA, USA: Polity Press. <https://research.monash.edu/en/publications/should-robots-replace-teachers-ai-and-the-future-of-education>
33. Perrotta, C., Gulson, K. N., Williamson, B., & Witzemberger, K. (2021). Automation, APIs and the distributed labour of platform pedagogies in Google Classroom. *Critical Studies in Education*, 62(1), 97–113. <https://doi.org/10.1080/17508487.2020.1855597>
34. Budnik, C. (2025). Can We Trust Artificial Intelligence? *Philosophy & Technology*, 38(1), 10. <https://doi.org/10.1007/s13347-024-00820-1>
35. Bodory, H., Mascolo, F., & Lechner, M. (2024). Enabling Decision Making with the Modified Causal Forest: Policy Trees for Treatment Assignment. *Algorithms*, 17(7), 318. <https://doi.org/10.3390/a17070318>

36. Lechner, M. (2023). Causal Machine Learning and its use for public policy. *Swiss Journal of Economics and Statistics*, 159(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s41937-023-00113-y>
37. Steentoft, A., Lee, B.-S., & Schlöpfer, M. S. (2022). Interpretable Prediction of Urban Mobility Flows with Deep Neural Networks as Gaussian Processes. Center for Regional Economic Development (CRED) Research Paper No. 36. University of Bern. https://www.cred.unibe.ch/forschung/publikationen/cred_research_papers/index_ger.html
38. Steentoft, A., Lee, B.-S., & Schlöpfer, M. (2024). Quantifying the uncertainty of mobility flow predictions using Gaussian processes. *Transportation*, 51(6), 2301–2322. <https://doi.org/10.1007/s11116-023-10406-z>
39. Arioldi, D., Barisone, L., & Mocci, A. (2024). Agglomeration or Taxation? This is the Question for the Digital Economy. In Preparation. (See NRP 77 project of D'Ambros and Parchet at <https://data.snf.ch/grants/grant/187353>).
40. Schiller, D. H., & Hanselmann, M. (2025). Das erweiterte Potenzial von Bildungsdaten: Datensichtbarkeit. VEO-Report 2. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.14772704>
41. Bundesamt für Kommunikation (BAKOM). (29. Oktober 2025). Neues Gesetz über Kommunikationsplattformen und Suchmaschinen: Start der Vernehmlassung [Medienmitteilung]. News Service Bund Das Portal der Schweizer Regierung. <https://www.news.admin.ch/de/newsb/6TmEAde4htu-laWG9CWYtK>
42. Vuorikari, Riina, Kluzer, Stefano, Punie, Yves, & European Commission Joint Research Centre. (2022). DigComp 2.2, The Digital Competence framework for citizens. Publications Office of the European Union. Luxembourg, 2022, ISBN 978-92-76-48882-8, doi:10.2760/115376, JRC128415. <https://www.unesco.org/sdg4education2030/en/knowledge-hub/digital-competence-framework-citizens-22>
43. Speck, S., Ruther, L., & Misoch, S. (2023). Digital Participation Among People Aged 50+ in Switzerland: Insights to Course Offers and Training Experiences: Proceedings of the 9th International Conference on Information and Communication Technologies for Ageing Well and E-Health, 48–58. <https://doi.org/10.5220/0011851900003476>
44. OECD (2025). Besser leben – Kindliches Wohlergehen in einer digitalen Welt. OECD Publications. <https://doi.org/10.1787/0854b900-en>
45. OECD (2025). Befähigung von Lernenden für das Zeitalter der KI. Ein KI-Kompetenzrahmen für die Primar- und Sekundarstufe OECD Publications. <https://ailiteracyframework.org/>
46. Babari, P., Hielscher, M., Edelsbrunner, P. A., Conti, M., Honegger, B. D., & Marinus, E. (2023). A literature review of children's and youth's conceptions of the internet. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 37, 100595. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2023.100595>
47. Babari, P., Hielscher, M., Edelsbrunner, P. A., Honegger, B. D., Waldvogel, B., & Marinus, E. (2023). Using Concept Cartoons for Assessing Children's Conceptions about the Internet. Proceedings of the 18th WiPSCE Conference on Primary and Secondary Computing Education Research, 1–4. <https://doi.org/10.1145/3605468.3605496>
48. Piatti, A., Adorni, G., El-Hamamsy, L., Negrini, L., Assaf, D., Gambardella, L., & Mondada, F. (2022). The CT-cube: A framework for the design and the assessment of computational thinking activities. *Computers in Human Behavior Reports*, 5, 100166. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2021.100166>
49. Hämmerle, V., Reiner, J., Ruf, E., Lehmann, S., & Misoch, S. (2022). Beyond the Digital Divide: Digital Skills and Training Needs of Persons 50+: Proceedings of the 8th International Conference on Information and Communication Technologies for Ageing Well and E-Health, 276–282. <https://doi.org/10.5220/0011068200003188>
50. Stolzenberger, C., Frank, F., Trefzger, T., & Brovelli, D. (2023). Realexperiment und Modell mit AR vereinigen: Verstehen in der Elektrizitätslehre mit Augmented Reality erleichtern – zwei Apps im Überblick. Preprint Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.14537433>
51. Antonietti, C., Schmitz, M.L., Consoli, T., Cattaneo, A., Gonon, P. & Petko, D. (2023). More formal, please! The impact of teachers' formal and independent professional development on the quality of technology integration. In E. Langran, P. Christensen & J. Sanson (Eds.), Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference (pp. 2392-2397). New Orleans, LA, United States: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). <https://www.learnlib.org/primary/p/222136/>
52. Cattaneo, A., Schmitz, M.-L., Gonon, P., Antonietti, C., Consoli, T., & Petko, D. (2025). The role of personal and contextual factors when investigating technology integration in general and vocational education. *Computers in Human Behavior*, 163, 108475. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2024.108475>
53. Antonietti, C., Schmitz, M.-L., Consoli, T., Cattaneo, A., Gonon, P., & Petko, D. (2023). "Development and validation of the ICAP Technology Scale to measure how teachers integrate technology into learning activities." *Computers & Education*, 192, 104648. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104648>

54. Koehler, M. J., & Mishra, P. (2005). What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. *Journal of Educational Computing Research*, 32(2), 131–152. <https://doi.org/10.2190/OEW7-01WB-BKHL-QDYV>
55. Küng, J., & Brovelli, D. (2025). The Impact of Teacher Training on the Evaluation and Selection of STEM Augmented Reality Applications and TPACK Self-Assessment. *Frontiers in Psychology, Educational Psychology*(accepted, in press). <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2025.1657028/abstract>
56. Martarelli, C. S., Dubach, J., Schelleis, N., Cacchione, T., & Tempelmann, S. (2025). Virtual reality in primary science education: Improving knowledge of the water cycle. *Educational Technology Research and Development*, 73(2), 999–1024. <https://doi.org/10.1007/s11423-024-10431-4>
57. Schnyder, S., Dubach, J., Dall'Olio, L., Tempelmann, S., Cacchione, T., & Martarelli, C. S. (2025). Are primary schools ready for immersive virtual reality? Resistance among stakeholders. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), 1304. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-05702-1>
58. Mercier, J., Chabloz, N., Dozot, G., Ertz, O., Bocher, E., & Rappo, D. (2023). BiodivAR: A Cartographic Authoring Tool for the Visualization of Geolocated Media in Augmented Reality. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12(2), 61. <https://doi.org/10.3390/ijgi12020061>
59. Schmitz, M.-L., Antonietti, C., Consoli, T., Cattaneo, A., Gonon, P., & Petko, D. (2023). Transformational leadership for technology integration in schools: Empowering teachers to use technology in a more demanding way. *Computers & Education*, 204, 104880. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104880>
60. Selwyn, N. (2016). *Education and technology: Key issues and debates* (Second edition). Zed Books. <https://doi.org/10.5040/9781474235952>
61. Petko, D., Antonietti, C., Schmitz, M.-L., Consoli, T., Gonon, P., & Cattaneo, A. (2022). Digitale Transformation der Sekundarstufe II: Erste Ergebnisse einer repräsentativen Bestandsaufnahme in der Schweiz. *Gymnasium Helveticum*, 76(5), 20–21. <https://doi.org/10.5167/UZH-223928>
62. Petko, D., Cattaneo, A., Gonon, P., Antonietti, C., Consoli, T., Hartmann, M., Michos, K. & Schmitz, M.-L. (2025). Digital Transformation in Upper Secondary Schools Final Report of the DigiTraS II Project. *Digitale Transformation der Sekundarstufe II. Schlussbericht des DigiTraS II Projektes*. Universität Zürich & Eidgenössische Hochschule für Berufsbildung EHB. <https://www.ehb.swiss/forschung/publikationen/petko-d-cattaneo-gonon-p-antonietti-c-consoli-t-hartmann-m-michos-k-schmitz>
63. Mercier, J., Ertz, O., & Bocher, E. (2025). “Look at the trees”: A verbal nudge to reduce screen time when learning biodiversity with augmented reality. *Computers in Human Behavior Reports*, 18, 100614. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2025.100614>
64. Petko, D., Koehler, M. J., & Mishra, P. (2024). Placing TPACK in context: Looking at the big picture. *Computers and Education Open*, 7, 100236. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100236>
65. Saner, P., & Rost, K. (2025). Competition for students in the digital era: Scientific disciplines as drivers of study program innovation in Swiss higher education. *Higher Education*. <https://doi.org/10.1007/s10734-025-01548-3>
66. Consoli, T., Schmitz, M.-L., Antonietti, C., Gonon, P., Cattaneo, A., & Petko, D. (2024). Quality of technology integration matters: Positive associations with students' behavioral engagement and digital competencies for learning. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13118-8>
67. Blassnig, S., Mitova, E., Strikovic, E., Urman, A., De Vreese, C., Hannák, A., & Esser, F. (2024). User Perceptions of News Recommender Systems and Trust in Media Outlets: A Five-Country Study. *Journalism Studies*, 25(10), 1182–1204. <https://doi.org/10.1080/1461670X.2024.2364628>
68. Blassnig, S., Strikovic, E., Mitova, E., Urman, A., Hannák, A., De Vreese, C., & Esser, F. (2024). A Balancing Act: How Media Professionals Perceive the Implementation of News Recommender Systems. *Digital Journalism*, 1–23. <https://doi.org/10.1080/21670811.2023.2293933>
69. World Economic Forum. (2025). *Global Risks Report 2025* (No. (20th ed.)). World Economic Forum. <https://www.weforum.org/reports/global-risks-report-2025/>
70. Hänggli Fricker, R., Wellings, T., Zai, F., Yang, J. C., Majumdar, S., Bernhard, L., Weil, L., Hausladen, C. I., & Pournaras, E. (2024). Exploring legitimacy in a municipal budget decision in Switzerland: Empirical insights into citizens' perceptions. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 382(2285), 20240098. <https://doi.org/10.1098/rsta.2024.0098>
71. Hänggli, R., Pournaras, E., & Helbing, D. (2021). Human-centered Democratic Innovations with Digital and Participatory Elements. *DG.O2021: The 22nd Annual International Conference on Digital Government Research*, 227–233. <https://doi.org/10.1145/3463677.3463708>
72. Gianola, G., Wyss, D., Bächtiger, A., & Gerber, M. (2024). Empowering local citizens: Assessing the inclusiveness of a digital democratic innovation for co-creating a Voting Advice Application. *Local Government Studies*, 50(1), 174–203. <https://doi.org/10.1080/03003930.2023.2185228>

73. Budnik, C. (2024). Künstliche Intelligenz und Vertrauen im medizinischen Kontext. *Zeitschrift Für Praktische Philosophie*, 11(1). <https://doi.org/10.22613/zfpp/11.1.17>
74. Arbelaez Ossa, L., Milford, S. R., Rost, M., Leist, A. K., Shaw, D. M., & Elger, B. S. (2024). AI Through Ethical Lenses: A Discourse Analysis of Guidelines for AI in Healthcare. *Science and Engineering Ethics*, 30(3), 24. <https://doi.org/10.1007/s11948-024-00486-0>
75. Vokinger, K. N., Feuerriegel, S., & Kesselheim, A. S. (2021). Continual learning in medical devices: FDA's action plan and beyond. *The Lancet Digital Health*, 3(6), e337–e338. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(21\)00076-5](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(21)00076-5)
76. Baumann, J., Hertweck, C., Loi, M., & Heitz, C. (2022). Distributive Justice as the Foundational Premise of Fair ML: Unification, Extension, and Interpretation of Group Fairness Metrics (Version 3). arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2206.02897>
77. Baumann, J., & Loi, M. (2023). Fairness and Risk: An Ethical Argument for a Group Fairness Definition Insurers Can Use. *Philosophy & Technology*, 36(3), 45. <https://doi.org/10.1007/s13347-023-00624-9>
78. Baumann, J. (2024). Identifying, Mitigating, and Anticipating Bias in Algorithmic Decisions. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 38(21), 23385–23386. <https://doi.org/10.1609/aaai.v38i21.30393>
79. Dolata, M., & Schwabe, G. (2021). How Fair Is IS Research? In S. Aier, P. Rohner, & J. Schelp (Eds.), *Engineering the Transformation of the Enterprise* (pp. 37–49). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-84655-8_3
80. Dolata, M., Feuerriegel, S., & Schwabe, G. (2022). A sociotechnical view of algorithmic fairness. *Information Systems Journal*, 32(4), 754–818. <https://doi.org/10.1111/isj.12370>
81. Hertweck, C., Baumann, J., Loi, M., & Heitz, C. (2023, June 7). FairnessLab: A Consequence-Sensitive Bias Audit and Mitigation Toolkit. *CEUR Workshop Proceedings. EWF'23: European Workshop on Algorithmic Fairness*, Winterthur, Switzerland. <https://ceur-ws.org/Vol-3442/paper-13.pdf>
82. Nyffenegger, A., Stürmer, M., & Niklaus, J. (2024). Anonymity at Risk? Assessing Re-Identification Capabilities of Large Language Models in Court Decisions. *Findings of the Association for Computational Linguistics: NAACL 2024*, 2433–2462. <https://doi.org/10.18653/v1/2024.findings-naacl.157>
83. Sentinella, R., Schnegg, M., & Möller, K. (2023). A management control oriented governance framework for artificial intelligence. *Swiss Journal of Business*, 77(2), 162–184. <https://doi.org/10.5771/0042-059X-2023-2-162>
84. Strikovic, E., Blassnig, S., Mitova, E., Urman, A., Esser, F., & De Vreese, C. (2024). Opportunity structures for user acceptance of news recommender systems (NRS): A multi-country survey study of relationships between individual-level factors and evaluations of NRS. *New Media & Society*, 14614448241263765. <https://doi.org/10.1177/14614448241263765>
85. Vogler, D., Weston, M., Ryffel, Q., Rauchfleisch, A., Jürgens, P., Eisenegger, M., Schwaiger, L., & Christen, U. (2023). Mobile News Consumption and Its Relation to Young Adults' Knowledge About and Participation in Referendums. *Media and Communication*, 11(1), 6–18. <https://doi.org/10.17645/mac.v11i1.6029>
86. Walder, M., Fivaz, J., Schwarz, D., & Giger, N. (2024). Explaining the (non-) Use of Voting Advice Applications. *Digital Government: Research and Practice*, 5(3), 1–29. <https://doi.org/10.1145/3689214>
87. Dalmus, C., Kalbermatter, U., Burger, J., Künzler, M., & Dahinden, U. (2024). Just weather and cheese? Analysis of the content of Swiss local media online with different business models. *Studies in Communication Sciences*, 24(2), 189–208. <https://doi.org/10.24434/j.scoms.2024.02.3100>
88. Burger, J., Wellinger, D., Künzler, M., Autenrieth, U., Fetz, U., Schädler, T., Dalmus, C., & Dahinden, U. (2023). Lokaljournalismus und Gemeindegemeinschaft: Bestandesaufnahme der Schweizer. In *Lokaljournalismus und Gemeindegemeinschaft: Bestandesaufnahme der Schweizer Lokalkommunikation auf Ebene der Lokalmedien und der Gemeinde: Studie*. Fachhochschule Graubünden. https://localcommunication.fhgr.ch/wp-content/uploads/sites/13/2023/11/2023_Lokalkommunikation_Burger_et_al.pdf
89. Mitova, E., Blassnig, S., Strikovic, E., Urman, A., De Vreese, C., & Esser, F. (2023). When Worlds Collide: Journalistic, Market, and Tech Logics in the Adoption of News Recommender Systems. *Journalism Studies*, 24(16), 1957–1976. <https://doi.org/10.1080/1461670X.2023.2260504>
90. Burger, J., Künzler, M., & Autenrieth, U. (2024). Innovations in local media (funding) in Switzerland. In M. L. Young & A. Hermida (Eds.), *Novel Directions in Media Innovation and Funding* (pp. 43–52). The Global Journalism Innovation Lab School of Journalism, Writing, and Media University of British Columbia. https://journalisminnovation.ca/wp-content/uploads/2024/03/GJIL-Report-Novel-Directions-in-Media-Innovation-and-Funding_.pdf
91. Acemoglu, D., & Autor, D. (2011). Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings. In *Handbook of Labor Economics* (Vol. 4, pp. 1043–1171). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(11\)02410-5](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(11)02410-5)

92. Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2019). Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor. *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), 3–30. <https://doi.org/10.1257/jep.33.2.3>
93. Autor, D., Chin, C., Salomons, A., & Seegmiller, B. (2024). New Frontiers: The Origins and Content of New Work, 1940–2018. *The Quarterly Journal of Economics*, 139(3), 1399–1465. <https://doi.org/10.1093/qje/qjae008>
94. Brynjolfsson, E., Li, D., & Raymond, L. (2025). Generative AI at Work. *The Quarterly Journal of Economics*, 140(2), 889–942. <https://doi.org/10.1093/qje/qjae044>
95. Gathmann, C., Kagerl, C., Pohlen, L., & Roth, D. (2024). The pandemic push: Digital technologies and workforce adjustments. *Labour Economics*, 89, 102541. <https://doi.org/10.1016/j.labe-co.2024.102541>
96. Muehleemann, S. (2025). Artificial intelligence adoption and workplace training. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 238, 107206. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2025.107206>
97. Bienefeld, N., Boss, J. M., Lüthy, R., Brodbeck, D., Azzati, J., Blaser, M., Willms, J., & Keller, E. (2023). Solving the explainable AI conundrum by bridging clinicians' needs and developers' goals. *Npj Digital Medicine*, 6(1), 94. <https://doi.org/10.1038/s41746-023-00837-4>
98. Bessen, J., Goos, M., Salomons, A., & Van Den Berge, W. (2025). What Happens to Workers at Firms that Automate? *Review of Economics and Statistics*, 107(1), 125–141. https://doi.org/10.1162/rest_a_01284
99. Beerli, A., Fiorin, S., Gulyas, A., Kopp, D., Khoshnama, M., & Siegenthaler, M. (2024). The Role of Job Benefits in Job Search Evidence from a Large-Scale Online Field Experiment. 7th LISER and IDSC of IZA Workshop Papers. https://population-economics.committee.socialpolitik.de/sites/default/files/2025-01/Siegenthaler%20Value_of_Job_Benefits%20%285%29_0.pdf
100. Klaeui, J., Kopp, D., Lalive, R., & Siegenthaler, M. (2023, March 31). Labor Demand and Supply Across Occupational Boundaries. IZA Summer School 2023, Bonn, Germany. https://conference.iza.org/SummerSchool_2023/klaeui_j33802.pdf
101. Zwettler, C., Straub, C., & Spurk, D. (2024). Kicking off a Gig Work Career: Unfolding a Career Learning Cycle of Gig Workers. *Journal of Career Assessment*, 32(4), 650–677. <https://doi.org/10.1177/10690727231212188>
102. Affolter, L., Spurk, D., & Straub, C. (2025). Living a calling despite the challenges of the gig economy? The role of meaning-making and work alienation. *Journal of Vocational Behavior*, 162, 104175. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2025.104175>
103. International Monetary Fund staff, Shibata, I., Pizzinelli, C., Tavares, M., Medici, A., Li, L., Oikonomou, M., Soh, J., & Jaumotte, F. (2023). Digitalization During the COVID-19 Crisis. *International Monetary Fund*, 2023(003), 1. <https://doi.org/10.5089/9798400232596.006>

6.2

Glossar

Begriff	Definition
Künstliche Intelligenz (KI)-System	Ein «KI-System» ist ein maschinengestütztes System, das nach Eingabe definierter Ziele durch einen Menschen Ausgaben wie etwa Vorhersagen, Inhalte, Empfehlungen oder Entscheidungen erzeugt, die physische oder virtuelle Umgebungen beeinflussen können. KI-Systeme sind für einen in unterschiedlichem Grade autonomen Betrieb ausgelegt.
Augmented Reality (AR)	AR ist eine Technologie, die computergenerierte digitale Informationen – wie Grafiken, Text und Audio – der realen Welt überlagert und so ein erweitertes, interaktives Erlebnis bietet, mit dem Nutzende interagieren können.
Kausales maschinelles Lernen	Methoden des Maschinellen Lernens, deren Resultate es ermöglichen, Fragen zu Ursache und Wirkung von Interventionen unter Berücksichtigung von Störvariablen zu beantworten.
EdTech	EdTech (Educational technology) steht für das weite Feld und die Praxis des Einsatzes von digitalen Werkzeugen, Software, Hardware und Theorien, um Lehr- und Lernprozesse sowie Bildungsergebnisse zu gestalten und zu verbessern.
Erklärbare KI (XAI)	KI-Systeme, die so konzipiert sind, dass Menschen verstehen und interpretieren können, wie sie ihre Ergebnisse produzieren. XAI zielt darauf ab, KI-Systeme transparenter und besser interpretierbar zu machen.
Generative KI	Eine Art von künstlicher Intelligenz, die neue Inhalte wie Text, Bilder und Code generiert, indem sie Muster und Beziehungen aus umfangreichen Datensätzen lernt.
Internet der Dinge (Internet of Things, IoT)	Die Vernetzung von physischen Objekten («Dingen»), die mit dem Internet verbunden sind, um Daten zu sammeln, auszutauschen und schliesslich darauf zu reagieren.
Maschinelles Lernen	Eine Reihe von Techniken, die es Maschinen ermöglicht Muster zu lernen, indem sie aus Trainingsdaten lernen. Dabei werden in der Regel auf automatisierte Weise Modelle erstellt, die Muster und Regelmässigkeiten erkennen – ohne dass dafür explizite Anweisungen von Menschen erforderlich sind.
Serious Game	Ein Serious Game (auch: angewandtes Spiel) ist ein Spiel, das für einen praktischen Zweck und nicht nur zur Unterhaltung entwickelt wurde. Mögliche Zwecke beinhalten Lernen, Ausbildung, Verhaltensänderung oder Simulation.
MINT	Die Gruppierung quantitativ basierter Fächer ist eine gängige Abkürzung für vier eng miteinander verbundene Studienbereiche: Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik (MINT).
Tertiärer Bildungsbereich	Alle Ausbildungsformen, die nach der Sekundarstufe II beginnen. Dazu gehören Universitäten, Fachhochschulen und Berufsschulen.
Virtuelle Realität (VR)	Technologie, bei der eine Person in eine vollständig computergenerierte Umgebung eintaucht (in der Regel über ein Headset).

6.3

Abkürzungen und Akronyme

Abkürzung	Vollständiger Begriff
KI	Künstliche Intelligenz
AR	Augmented Reality
EDK	Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektorinnen und -direktoren
FORS	Schweizer Kompetenzzentrum Sozialwissenschaften
GenAI	Generative KI
IT	Informationstechnologie
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IoT	Internet der Dinge
NRS	Nachrichtenempfehlungssystem
NFP	Nationales Forschungsprogramm
LG	Leitungsgruppe
SNF	Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung
MINT	Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik
VR	Virtuelle Realität

6.4

Forschungsprojekte des NFP 77

Eine vollständige Übersicht der Forschungsergebnisse zu jedem Thema befindet sich auf der NFP 77 [Website](#) und dem [SNF-Datenportal](#).

Projektverantwortliche	Titel	Modulbezeichnung
Prof. Gabriela Antener Institut Integration und Partizipation Hochschule für Soziale Arbeit Fachhochschule Nordwestschweiz, Olten	Digitale Teilhabe von Menschen mit Behinderung in der beruflichen Bildung	Bildung, Lernen und digitaler Wandel
Dr. med. Marc Audétat Schnittstelle Wissenschaft und Gesellschaft Universität de Lausanne, Lausanne	Bildungsroboter: Wie kommen die neuen Gäste im Schulzimmer an?	Bildung, Lernen und digitaler Wandel
Prof. Ingo Barkow Schweizerisches Institut für Informationswissenschaft (SI) Departement Medien Information Kommunikation Fachhochschule Graubünden, Chur	Mehr als die Summe seiner Teile: das erweiterte Potenzial von Bildungsdaten	Bildung, Lernen und digitaler Wandel
Dr. Mathias Beck KOF – Konjunkturforschungsstelle ETH Zürich, Zürich	Digitale Transformation: Wie sie Organisationen, Performance und Märkte verändert – eine Mehrebenenanalyse	Digitale Wirtschaft und Arbeitsmarkt
Dr. Nadine Bienefeld Arbeits – und Organisationspsychologie D-MTEC ETH Zürich, Zürich	Künstliche Intelligenz als Teamkollege: Was braucht es, damit die Zusammenarbeit gelingt?	Digitale Wirtschaft und Arbeitsmarkt
Prof. Dorothee Brovelli Forschung und Entwicklung Pädagogische Hochschule Luzern, Luzern	Fachdidaktische Kompetenzen von Lehrpersonen im Umgang mit digitalen Medien	Bildung, Lernen und digitaler Wandel
Prof. Marlis Buchmann Soziologisches Institut Universität Zürich, Zürich	Wie die Digitalisierung Berufsprofile verändert	Digitale Wirtschaft und Arbeitsmarkt
Prof. Marc Bühlmann Année Politique Suisse Universität Bern, Bern	Mehr demokratische Mitsprache dank Digitalisierung?	Ethik, Vertrauenswürdigkeit und Governance

Projektverantwortliche	Titel	Modulbezeichnung
Prof. Thomas Burri Law School Universität St. Gallen, St. Gallen	Was bedeutet es, menschliche Kontrolle über intelligente Maschinen zu haben?	Ethik, Vertrauenswürdigkeit und Governance
Dr. Markus Christen UZH Digital Society Initiative Universität Zürich	Mit Ethik und Recht das Vertrauen in die Cybersicherheit fördern	Ethik, Vertrauenswürdigkeit und Governance
Dr. Marco D'Ambros CodeLounge, Software Institute Facoltà di scienze informatica Università della Svizzera italiana, Lugano	Auswirkungen des Steuerwettbewerbs auf die digitale Wirtschaft	Digitale Wirtschaft und Arbeitsmarkt
Prof. Dr. Sarah Dégallier Rochat Technik und Informatik Bernser Fachhochschule, Biel/Bienne	Können neue Technologien die Automatisierung humanisieren?	Digitale Wirtschaft und Arbeitsmarkt
Prof. Pierre Dillenbourg Computer-Human Interaction in Learning and Instruction (CHILI) EPFL, Lausanne	Wie nutzt man Lerndaten von Universitäten am besten?	Bildung, Lernen und digitaler Wandel
Prof. Mark Eisenegger Abteilung Öffentlichkeit & Gesellschaft IKMZ Universität Zürich, Zürich	Die Bedeutung des Journalismus für das digitale Informationsverhalten junger Erwachsener	Ethik, Vertrauenswürdigkeit und Governance
Prof. Bernice Elger Institut für Bio – und Medizinethik (IBMB) Universität Basel, Basel	Technik verstehen – Ethik gestalten: KI und Gesundheitsdaten im Klinikalltag	Ethik, Vertrauenswürdigkeit und Governance
Prof. Olivier Ertz Institut d'ingénierie des Médias (MEI) HEIG-VD, Yverdon-les-Bains	Biodiversität und Augmented Reality: eine Zukunft des Lernens?	Bildung, Lernen und digitaler Wandel
Prof. Frank Esser Institut für Kommunikationswissenschaft und Medienforschung (IKMZ) Universität Zürich, Zürich	Die Rolle von Nachrichtempfehlungssystemen in digitalen Demokratien	Ethik, Vertrauenswürdigkeit und Governance
Prof. Nathalie Giger Faculté des Sciences de la Société Université de Genève, Genève	Gefährdet der Konsum von digitalen Informationen die Demokratie?	Ethik, Vertrauenswürdigkeit und Governance
Prof. Regula Hänggli Departement für Kommunikationswissenschaft und Medienforschung Universität Freiburg, Fribourg	Vertrauen und Legitimation in der digitalen Demokratie	Ethik, Vertrauenswürdigkeit und Governance

Projektverantwortliche	Titel	Modulbezeichnung
Prof. Dr. Wolf Hautz Universitäres Notfallzentrum, Inselspital, Universität Bern, Bern	Verbessert die Informations- technologie medizinische Diagnosen?	Digitale Wirtschaft und Arbeitsmarkt
Prof. Christoph Heitz Institut für Datenanalyse und Prozessdesign ZHAW Zürcher Hochschule für Ange- wandte Wissenschaften, Winterthur	Sozialverträgliche und faire künstliche Intelligenz	Digitale Wirtschaft und Arbeitsmarkt
Prof. Dominique Jaccard Media Engineering Institute COMEM – HEIG-VD HES-SO Centre St-Roch, Yverdon	Ein digitales Labor zur kollaborativen Entwicklung von digitalen Lernspielen	Bildung, Lernen und digitaler Wandel
Prof. Ulrich Kaiser Institut für Betriebswirtschaftslehre Universität Zürich, Zürich	Welche Bedeutung haben IT-Kompetenzen für den Erfolg im Job?	Digitale Wirtschaft und Arbeitsmarkt
Dr. Michaela Knecht Institut Mensch in komplexen Systemen Hochschule für Angewandte Psychologie Fachhochschule Nordwest- schweiz (FHNW), Olten	Arbeit immer und überall: Wie gelingt die Abgrenzung von Beruf und Privatleben?	Digitale Wirtschaft und Arbeitsmarkt
Prof. Matthias Künzler Institut für Multimedia Production (IMP) Departement Angewandte Zukunfts- technologien Fachhochschule Graubünden, Chur	Lokaljournalismus und Gemeinde- kommunikation in der digitalen Transformation	Ethik, Vertrauenswürdig- keit und Governance
Prof. Michael Lechner Schweizerisches Institut für Empirische Wirtschaftsforschung Universität St.Gallen	Chancen und Risiken datengetriebener Arbeitsmarktpolitik	Digitale Wirtschaft und Arbeitsmarkt
Dr. Florian Liberatore Department of Business Law School of Management and Law ZHAW Zürcher Hochschule für Ange- wandte Wissenschaften, Winterthur	Wie lässt sich Temporärarbeit über Online-Plattformen optimal gestalten?	Digitale Wirtschaft und Arbeitsmarkt
Prof. Andreas Lienhard Kompetenzzentrum für Public Management Universität Bern, Bern	Gerichtsurteile im Spannungsfeld zwischen Transparenz und Privatsphäre	Ethik, Vertrauenswürdig- keit und Governance
Prof. Eva Marinus Institut für Medien und Schule Pädagogische Hochschule Schwyz, Goldau	Wie funktioniert's? Vorstellungen von Kindern zu Informatik und Programmieren	Bildung, Lernen und digitaler Wandel

Projektverantwortliche	Titel	Modulbezeichnung
Prof. Corinna Martarelli Fakultät für Psychologie FernUni Schweiz, Brig	Der Nutzen von Virtueller Realität im naturwissenschaftlichen Unterricht	Bildung, Lernen und digitaler Wandel
Prof. Tobias Mettler IDHEAP Swiss Graduate School Public Administration Quartier University of Lausanne, Lausanne	Das Internet der Dinge zur Gesundheitsförderung am Arbeitsplatz	Ethik, Vertrauenswürdigkeit und Governance
Prof. Sabina Misoch Institut Alter Bernere Fachhochschule (BFH), Bern	Digitale Fähigkeiten und Trainingsbedürfnisse von Personen 50+	Bildung, Lernen und digitaler Wandel
Prof. Klaus Möller Direktor Institute of Accounting, Control & Auditing Universität St. Gallen, St. Gallen	Governance und rechtlicher Rahmen für das Management von künstlicher Intelligenz	Ethik, Vertrauenswürdigkeit und Governance
Prof. Francesco Mondada Mobile Robotic Systems Group EPFL – STI – IEM Swiss Federal Institute of Technology, Lausanne	Entwickeln unsere Kinder Computer-ergänzende Kompetenzen?	Bildung, Lernen und digitaler Wandel
Prof. Dominik Petko Institut für Betriebswirtschaftslehre Universität Zürich, Zürich	Wie steht es um die digitale Transformation der Sekundarstufe II?	Bildung, Lernen und digitaler Wandel
Prof. Edy Portmann Human-IST Institut Departement für Informatik Universität Fribourg, Fribourg	Wie wird aus einer smarten Idee eine Smart City?	Digitale Wirtschaft und Arbeitsmarkt
Prof. Katja Rost Soziologisches Institut der Universität Zürich, Zürich	Digitale Strategien: Hochschulen und Disziplinen als Agenten des Wandels?	Bildung, Lernen und digitaler Wandel
Dr. Patrizia Salzmann Gischig Die Eidgenössische Hochschule für Berufsbildung EHB, Zollikofen	Digitale Technologien in der klinischen Pflege: Muss Kommunikation neu gelernt werden?	Bildung, Lernen und digitaler Wandel
Prof. Peter Schaber Ethik-Zentrum Universität Zürich, Zürich	Sollten wir digitalen Anwendungen einfach vertrauen?	Ethik, Vertrauenswürdigkeit und Governance
Dr. Michael Siegenthaler KOF – Konjunkturforschungsstelle ETH Zürich, Zürich	Was Arbeitskräfte wollen: Strategien für die Jobsuche auf einer Online-Jobplattform	Digitale Wirtschaft und Arbeitsmarkt
Prof. Dr. Caroline Straub New Work Institute Bernere Fachhochschule Wirtschaft, Bern	Gig Work als neues Arbeitsmarktphänomen in der Schweiz	Digitale Wirtschaft und Arbeitsmarkt

Projektverantwortliche	Titel	Modulbezeichnung
Prof. Effy (Eftychia) Vayena Departement Gesundheitswissenschaften und Technologie (D-HEST) ETH Zürich, Zürich	Digitale Gesundheit zum Nutzen der gesamten Bevölkerung	Ethik, Vertrauenswürdigkeit und Governance
Prof. Maximilian von Ehrlich Departement Volkswirtschaftslehre Universität Bern, Bern	Die Rolle der Digitalisierung für die räumliche Verteilung der Wirtschaft	Digitale Wirtschaft und Arbeitsmarkt
Prof. Dr. Tenzin Wangmo Institut für Bio – und Medizinethik (IBMB) Universität Basel, Basel	Smart-Home-Technologien in der Pflege älterer Menschen	Ethik, Vertrauenswürdigkeit und Governance
Prof. Conny Wunsch Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät Universität Basel, Basel	Der Schweizer Arbeitsmarkt in der digitalen Transformation	Digitale Wirtschaft und Arbeitsmarkt
Prof. Carmen Zahn Institut für Kooperationsforschung und -entwicklung Hochschule für Angewandte Psychologie FHNW, Olten	Wie entsteht Qualität in Gruppenprozessen beim digitalen Lernen?	Bildung, Lernen und digitaler Wandel

6.5 Organisation

Leitungsgruppe des NFP 77

- Abraham Bernstein, Institut für Informatik, Universität Zürich (Präsident)
- Irene Bertschek, Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim, DE (stellvertretende Präsidentin)
- Bert Bredeweg, Centre for Applied Research in Education, Amsterdam University of Applied Sciences and Institute of Informatics, University of Amsterdam, NL
- Joanna Bryson, Centre for Digital Governance, Hertie School, Berlin, DE (bis September 2020)
- Kevin Crowston, School of Information Studies, Syracuse University, New York, USA
- Rebecca Eynon, Oxford Internet Institute, Department of Education, Universität Oxford, GB (ab September 2020)
- Natali Helberger, Faculty of Law, University of Amsterdam, NL
- Åsa Mäkitalo, Departement of Education, University of Gothenburg, SE und University of Oslo, NO
- Sandra McNally, Centre for Economic Performance, London School of Economics, GB (ab August 2020)
- Samuel Mühlemann, LMU München School of Management, Ludwig-Maximilians-Universität München, DE (ab August 2020)
- Manuel Puppis, Departement für Kommunikationswissenschaft und Medienforschung, Universität Freiburg
- Wolfgang Schulz, Hans-Bredow-Institut für Medienforschung, Universität Hamburg, DE (ab August 2020)
- Ursula M. Staudinger, Technische Universität Dresden, DE (bis August 2020)

Delegierte des Nationalen Forschungsrates

- Uschi Backes-Gellner, Institut für Betriebswirtschaftslehre, Universität Zürich

Wissenstransfer

- Mathis Brauchbar, Leiter Wissenstransfer, advocacy ag, Zürich (ab Oktober 2022)
- Céline Meier, Leiterin Kommunikation, advocacy ag, Zürich (ab Oktober 2022)
- Beat Glogger, scitec-media GmbH, Winterthur (bis Juni 2022)

Vertretende des Bundes und der Kantone

- Stefan Leist, Arbeitsmarktanalyse und Sozialpolitik, Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO)
- Johannes Mure, Bildungssteuerung und -forschung, Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI)
- Wendelin Brühwiler, Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektorinnen und -direktoren (ab April 2024)
- Andreas Klausling, Schweizer Fachagentur für ICT und Bildung – educa.ch (bis März 2024)

Programm-Management

- Marjory Hunt, Schweizerischer Nationalfonds (SNF)
- Boris Buzek, Schweizerischer Nationalfonds (SNF) (ab November 2022)
- Barbara Flückiger Schwarzenbach, Schweizerischer Nationalfonds (SNF) (bis Oktober 2022)

7

Impressum

Autor:innen

Leitungsgruppe des NFP 77

Wissenschaftliche Redaktion

Karin Holm, Genf

Layout

studiotanner.ch

Übersetzung

Christoph Kurz, altraverba Berlin

Referenz

Leitungsgruppe des NFP 77 (2026): Bildung, Vertrauenswürdigkeit und Arbeitsmarkt im digitalen Wandel – Erkenntnisse und Überlegungen aus dem Nationalen Forschungsprogramm «Digitale Transformation» (NFP 77). Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, Bern, Schweiz.

Haftungsausschluss

Für die vorgestellten Forschungsergebnisse sind die jeweiligen Forschungsteams verantwortlich. Die Verantwortung für die Synthese liegt bei der Leitungsgruppe, deren Ansichten nicht notwendigerweise die des Schweizerischen Nationalfonds widerspiegeln.

© Mai 2026

Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, Bern

ISBN 978-3-907087-83-1

DOI [10.46446/Publikation_nfp77.2026.1.de](https://doi.org/10.46446/Publikation_nfp77.2026.1.de)

Diese Publikation ist in Englisch, Deutsch und Französisch erhältlich und kann kostenlos bestellt werden:

www.nfp77.ch oder nfp77@snf.ch

Schweizerischer Nationalfonds

Wildhainweg 3, Postfach

CH-3001 Bern

www.snf.ch

Die Nationalen Forschungsprogramme

Die NFP leisten einen wissenschaftlichen Beitrag zur Lösung wichtiger Gegenwartsprobleme von nationaler Bedeutung. Sie werden durch den Bundesrat lanciert, dauern 6 bis 7 Jahre und haben ein Forschungsvolumen von 10 bis 20 Mio. CHF. Die NFP haben eine inter- und transdisziplinäre Ausrichtung. Die einzelnen Forschungsprojekte werden im Hinblick auf ein definiertes Gesamtziel koordiniert, dabei hat der Wissenstransfer einen hohen Stellenwert.

Der Schweizerische Nationalfonds

Der Schweizerische Nationalfonds fördert im Auftrag des Bundes die Forschung in allen wissenschaftlichen Disziplinen. Er ist die wichtigste Schweizer Institution zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung

www.snf.ch