

Bilanz der Erfahrungen mit der Digitalisierung des Bildungswesens

Bericht im Auftrag der BKAD auf Antrag des Grossen Rates

Dr. Christiane Caneva

Leiterin der Dienststelle für Hochschuldidaktik und digitale Kompetenzen
der Universität Freiburg

| | |
|---|-----------|
| ZUSAMMENFASSUNG..... | 3 |
| EINFÜHRUNG | 5 |
| 1.1 ZUSAMMENFASSUNG DER SITUATION IN DER SCHWEIZ..... | 8 |
| 1.1.1 <i>Organisation der Finanzierung und Verwaltung.....</i> | 9 |
| 1.1.2 <i>IT-Ausstattung pro Schüler/in</i> | 9 |
| 1.1.3 <i>Standards oder Richtlinien für die IT-Ausstattung.....</i> | 9 |
| 1.1.4 <i>Digitale Bildungsstrategie.....</i> | 9 |
| 1.2 DIE AUSSTATTUNG IN ZAHLEN | 9 |
| 1 DAS BEISPIEL VON SCHWEDEN UND ESTLAND..... | 10 |
| 1.1 SCHWEDEN..... | 11 |
| 1.1.1 <i>Die Integration digitaler Technologien in den Unterricht</i> | 11 |
| 1.1.2 <i>Die PISA- und PIRLS-Ergebnisse</i> | 12 |
| 2.2. ESTLAND..... | 13 |
| 2.2.1. <i>Die Integration digitaler Technologien in den Unterricht</i> | 13 |
| 2.2.2. <i>Andere Faktoren, die über die Ausstattung hinausgehen</i> | 14 |
| 2.2.3. <i>Die PISA-Ergebnisse</i> | 14 |
| 2.3. KORRELATION UND KAUSALITÄT | 16 |
| 2 VORAUSSETZUNGEN GEMÄSS FACHLITERATUR..... | 17 |
| 3.1. ZUSAMMENFASSUNG DER LITERATUR | 20 |
| 3.1.1. <i>Bedingungen auf Makroebene</i> | 20 |
| 3.1.2. <i>Bedingungen auf Mesoebene</i> | 20 |
| 3.1.2.1. Führung (Leadership) und Strategie der Schuldirektion | 20 |
| 3.1.2.2. Die Rolle der Ansprechpersonen M&I bei der Begleitung von Lehrpersonen..... | 22 |
| 3.1.2.3. Weiterbildung der Lehrpersonen | 23 |
| 3.1.2.4. Die Schulung von Schuldirektionen | 24 |
| 3.1.2.5. Infrastruktur, Ausrüstung und technische Unterstützung..... | 25 |
| SCHLUSSBEMERKUNGEN | 26 |
| GLOSSAR..... | 27 |
| LITERATUR (QUELLEN)..... | 29 |

Zusammenfassung

Dieser Bericht, den die Direktion für Bildung und kulturelle Angelegenheiten des Staates Freiburg auf Antrag des Grossen Rates in Auftrag gegeben hat, soll eine Bestandsaufnahme der digitalen Ausstattung der Schülerinnen und Schüler in der Schweiz erstellen und ausgehend von den Erfahrungen anderer Länder und der Erkenntnisse der wissenschaftlichen Literatur die bestmöglichen Vorgehensweisen für eine erfolgreiche Integration der digitalen Technologien ermitteln. Besondere Aufmerksamkeit wird den in der Schweiz durchgeführten Studien gewidmet. Aus der Analyse geht hervor, dass für die Integration digitaler Technologien mehrere Schlüsselaspekte zu beachten sind:

Bedeutung der pädagogischen Perspektive

Die Integration digitaler Technologien dient nicht allein dazu, den Schülerinnen und Schülern Geräte wie Computer und Tablets zur Verfügung zu stellen. Vielmehr soll auch gewährleistet werden, dass die Nutzung dieser technischen Hilfsmittel effektiv zur Erreichung der Lernziele beiträgt. Dies bedeutet, dass die Schülerinnen und Schülern nicht nur technische Fertigkeiten erwerben, sondern auch ein kritisches und verantwortungsbewusstes Verständnis dieser Technologien entwickeln müssen. Das digitale Bildungsmodul des Westschweizer Lehrplans EdNum PER und der Modullehrplan M&I im Lehrplan 21 (LP 21) legen den Schwerpunkt auf spezifische digitale Kompetenzen, die in den Lehrplan integriert werden sollen. Diese beiden Lehrpläne geben die pädagogische Ausrichtung für die Integration digitaler Technologien in den Unterricht vor.

Vielfalt der kantonalen Herangehensweisen

In der Schweiz lässt sich feststellen, dass die Kantone bei der digitalen Ausstattung der Schülerinnen und Schüler sehr unterschiedlich vorgehen. Diese Vielfalt spiegelt unterschiedliche pädagogische Schwerpunkte, Finanzierungsmöglichkeiten und strategische Prioritäten wider. Unsere Analyse unterstreicht die Notwendigkeit, dass jeder Kanton eine digitale Strategie entwickelt, die auf seinen spezifischen Kontext zugeschnitten ist, und dabei von bewährten Verfahren und den Herausforderungen anderer Kantone lernt.

Anregungen aus dem Ausland

Die Beispiele aus Schweden und Estland bieten gute Einblicke in die Integration digitaler Technologien in das Bildungssystem, obwohl die Korrelation zwischen digitaler Ausstattung und Schulleistungen mit Vorsicht zu interpretieren ist.

Schlüsselvoraussetzungen für den Erfolg

Beim Studium der wissenschaftlichen Literatur wurden mehrere Voraussetzungen herausgearbeitet, die für die Integration digitaler Technologien in den Unterricht erfüllt sein müssen.

1. **Führung und strategische Vision:** Eine starke Führungsrolle (siehe Glossar) der Bildungsbehörden und Bildungseinrichtungen ermöglicht es, die Integration digitaler Technologien zu lenken und zu unterstützen. Dazu gehören die Definition einer klaren Vision für die Unterrichtsstellen und für die Schulen, die Einführung einer Digitalisierungsstrategie, die mit der kantonalen Strategie und den pädagogischen Zielen übereinstimmt, die Zusammenarbeit mit Ansprechpersonen Medien und Informatik (M&I) (siehe Glossar), der Einbezug der Lehrpersonen, das Engagement für einen kulturellen Wandel und die Begleitung des Wandels.
2. **Weiterbildung der Lehrpersonen:** Weiterbildung ist von entscheidender Bedeutung, damit die Lehrpersonen digitale Technologien erfolgreich in ihre Unterrichtspraxis integrieren und

ein Gefühl der Selbstwirksamkeit entwickeln können. Diese Weiterbildung umfasst in erster Linie Schulungen zu innovativen pädagogischen Ansätzen und zur Nutzung von Technologien, um das Lernen zu bereichern, aber auch technische Schulungen.

3. **Einbezug von Ansprechpersonen M&I:** Die Ansprechpersonen M&I, d. h. Lehrpersonen, die darin geschult sind, ihre Kolleginnen und Kollegen bei der Integration digitaler Technologien zu unterstützen, spielen eine Schlüsselrolle bei der Umsetzung der Strategie der Schule. Ihr Pflichtenheft muss klar sein, ebenso wie das Kompetenzprofil, das für die Übernahme dieser Funktion erforderlich ist. Ihre Rolle sollte von der Schuldirektion wie auch von den Lehrpersonen anerkannt werden.
4. **Infrastruktur, Ausrüstung und technische Unterstützung:** Eine leistungsfähige technologische Infrastruktur und eine zuverlässige und schnelle technische Unterstützung sind für eine erfolgreiche Integration unerlässlich. Die Schulen müssen über zuverlässige Netzwerke, moderne Geräte und einen einfachen Zugang zum technischen Support verfügen, um mögliche technologische Schwierigkeiten zu bewältigen.

Es kristallisieren sich mehrere Empfehlungen heraus

- **Stärkung der Führungsrolle im digitalen Bereich:** Förderung der Schulung von Schuldirektionen im Bereich der digitalen Führung, um eine kohärente und strategische Integration der Technologien zu fördern.
- **Entwicklung gezielter Weiterbildungsprogramme für die Lehrpersonen an den Schulen:** Angebot von Programmen zur beruflichen Weiterentwicklung, die auf die Bedürfnisse der Lehrpersonen zugeschnitten sind, mit besonderem Augenmerk auf die pädagogische Integration digitaler Technologien.
- **Über eine ausreichende Anzahl von Ansprechpersonen M&I** an den Schulen verfügen, die in der Integration digitaler Technologien in den Unterricht geschult sind und je nach Grösse der Schule über genügend Zeit für die Betreuung der Lehrpersonen verfügen.
- **Verbesserung der digitalen Infrastruktur und der technischen Unterstützung:** Investitionen in die Verbesserung der digitalen Infrastruktur und in die Stärkung der Teams für die technische Unterstützung an den Schulen.
- **Netzwerke stärken oder aufbauen:** Einrichtung eines Netzwerks für den Austausch zwischen Kantonen und Schulen, um sich über erfolgreiche Praktiken sowie Schwierigkeiten auszutauschen.
- **Die Digitalisierungsstrategie beurteilen:** Überwachung und regelmässige Evaluierung der Technologieintegration zur Anpassung von Strategien und an die Rückmeldungen aus der Praxis und die sich wandelnden Bedürfnisse.
- **Einen systemischen Ansatz verfolgen:** Die Integration digitaler Technologien als einen systemischen Prozess betrachten, der eine Koordination zwischen der Makroebene (kantonale Politik) und der Mesoebene (Organisation der Schulen) erfordert.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Integration digitaler Technologien in den Unterricht als komplexer und systemischer Prozess betrachtet werden sollte. Dafür braucht es einen ganzheitlichen Ansatz (siehe Glossar), der sowohl technologische als auch pädagogische und organisatorische Aspekte berücksichtigt.

Einführung

Die Integration digitaler Technologien in das Bildungssystem stellt eine grosse Herausforderung dar, denn es gilt, junge Menschen für eine Zukunft zu rüsten, in der die Kompetenz im Umgang mit diesen Instrumenten unverzichtbar wird. Diese Herausforderung betrifft die meisten Berufe. Laut aktuellen Daten des Bundesamtes für Statistik (BFS) nutzen lediglich 13,3% der Erwerbstätigen nie digitale Hilfsmittel. Dies deckt sich mit den Ergebnissen einer Studie der Europäischen Kommission, die zeigt, dass 87% der Arbeitsplätze in Europa zumindest grundlegende digitale Kompetenzen erfordern (Herrero, 2024).

Abgesehen von den mit der Beschäftigungsfähigkeit verbundenen Herausforderungen unterstreicht das Internetzeitalter in aller Deutlichkeit die Notwendigkeit einer verantwortungsvollen und sozial engagierten digitalen Bürgerschaft (Choi, 2016). Diese Bedeutung wird durch die Entwicklung generativer künstlicher Intelligenzen (siehe Glossar) noch verstärkt. Der Einsatz generativer KI wirft gewichtige ethische Fragen auf, insbesondere im Hinblick auf das Erstellen irreführender Inhalte (Deepfakes, Falschmeldungen oder Fake News), die Manipulation von Meinungen und algorithmische Verzerrungen. «Digital Citizenship Skills» (Kompetenzen im Bereich der digitalen Bürgerschaft) spielen eine entscheidende Rolle, wenn es darum geht, über diese ethischen Herausforderungen nachzudenken und einen verantwortungsvollen Umgang mit Technologien zu fördern. Im Zeitalter der generativen KI kommt der Digital Citizenship (Digitalen Bürgerschaft) eine grosse Bedeutung zu, denn es gilt sicherzustellen, dass junge Menschen nicht nur kritische Konsumentinnen und Konsumenten von Informationen sind und Technologien verantwortungsbewusst nutzen, sondern dass sie den Aufbau einer integrativen, fairen, demokratischen und ökologisch verantwortlichen digitalen Gesellschaft auch engagiert mittragen.

In Bezug auf die ausserschulische Beschäftigung junger Menschen mit digitalen Technologien stellten Waller, Willemse, Genner, Suter & Süss (2016) fest, dass Schweizer Jugendliche unter der Woche durchschnittlich 2 Stunden und 30 Minuten pro Tag im Internet verbringen und an den Wochenenden 3 Stunden und 40 Minuten. Eine neuere Umfrage zeigt einen Anstieg der von Jugendlichen online verbrachten Zeit auf 3 Stunden und 14 Minuten täglich unter der Woche und 5 Stunden am Wochenende (Külling u.a., 2022).

Da junge Menschen digitale Technologien in ihrer Freizeit intensiv konsumieren, spielt die Schule eine wichtige Rolle, um junge Menschen nicht nur auf ihre berufliche Zukunft, sondern auch auf einen ethisch verantwortungsbewussten Umgang mit diesen Technologien vorzubereiten.

Die erforderlichen Kompetenzen werden im digitalen Bildungsmodul des Westschweizer Lehrplans (PER EdNum) ¹ und im Lehrplan 21 präzisiert².

Um den Anforderungen der neuen Lehrpläne gerecht zu werden, müssen die meisten Schweizer Schulen ihre Infrastruktur modernisieren und ihren Schülerinnen und Schülern sowie den Lehrpersonen digitale Technologien wie Computer, Tablet oder andere Hilfsmittel zur Verfügung stellen. Das bedeutet umfangreiche Investitionen und Überlegungen zu ihrer Zweckdienlichkeit.

Rahmen und Zweck des Auftrags

Als der Grosse Rat die kantonale Strategie für die digitale Bildung zurückwies, forderte er den Staatsrat auf, eine Bestandsaufnahme der Erfahrungen mit der Digitalisierung in der Bildung an den

¹ Link zum Plan d'Etudes Romand: <https://portail.ciip.ch/per/domains/10>

² Link zum Lehrplan21: <https://www.lehrplan21.ch/>

Orientierungsschulen des Sensebezirks, in anderen Kantonen und im Ausland, insbesondere in Schweden, zu erstellen. Um dieser Aufforderung nachzukommen, hat sich die Direktion für Bildung und kulturelle Angelegenheiten (BKAD) entschieden, eine unabhängige externe wissenschaftliche Analyse einzuholen.

Die Direktion für Bildung und kulturelle Angelegenheiten (BKAD) hat mich als Leiterin der Dienststelle für Hochschuldidaktik und digitale Kompetenzen an der Universität Freiburg, die auch als Forschungsleiterin für die Begleitung des Projekts für digitale Bildung (EduNum) im Kanton Waadt beim Zentrum LEARN der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne tätig war und als Autorin eines Buchs über die Integration digitaler Technologien in Bildungseinrichtungen (siehe Caneva & Brabant, 2023), mit dieser Analyse betraut. Der Auftrag besteht darin, 1. einen Überblick über die digitale Ausstattung, die den Schülerinnen und Schülern in den Schulen in der Schweiz und im Ausland zur Verfügung steht, zu erstellen – mit 2. einem besonderen Fokus auf Schweden. Vergleiche zwischen verschiedenen Strategien zur digitalen Integration in Schulen liefern jedoch kaum nützliche Informationen für die Behörden, da die verschiedenen Bildungssysteme komplex sind und die schulischen Leistungen durch zahlreiche Faktoren beeinflusst werden. Daher hat die BKAD mir eine weitere Aufgabe übertragen, nämlich 3. anhand einer Durchsicht der wissenschaftlichen Literatur die besten Vorgehensweisen und Erfolgsbedingungen für eine wirksame Integration digitaler Technologien, die an den Schweizer Kontext angepasst ist, zu identifizieren.

Diese Arbeit soll den Leserinnen und Lesern eine wissenschaftliche Perspektive auf die Integration digitaler Technologien an den Schulen vermitteln. Ziel ist es, Strategien aufzuzeigen, die nicht nur den Zugang zu digitalen Geräten verbessern, sondern vor allem deren Einsatz im Unterricht optimieren, um den Nutzen für die Schulgemeinschaft und vor allem für die Lernenden zu maximieren.

Aufbau des Berichts

Der erste Teil konzentriert sich auf die digitale Ausstattung, die den Schülerinnen und Schülern in der Schweiz zur Verfügung steht, und enthält eine Zusammenfassung der aktuellen Situation, der Organisation der Finanzierung und Verwaltung dieser Ausstattung sowie der bestehenden Standards oder Richtlinien und Strategien für die digitale Bildung.

Im zweiten Teil untersuchen wir die Fälle von Schweden und Estland, zwei Länder, die für ihre Fortschritte bei der Integration digitaler Technologien in die Bildung bekannt sind. Wir diskutieren die Integration von Technologien in den Unterricht, die PISA-Ergebnisse und andere Faktoren, die den Einsatz digitaler Medien in diesen Ländern beeinflussen.

Der dritte und letzte Teil widmet sich einer Übersicht über die wissenschaftliche Literatur zu den Voraussetzungen für eine erfolgreiche Integration digitaler Technologien in den Unterricht. Diese Übersicht ist zwar nicht vollständig, reicht aber aus, damit sich daraus Lehren ziehen lassen.

Im Rahmen dieser Struktur soll der Bericht eine umfassende und differenzierte Analyse liefern, die den Leserinnen und Lesern Aufschluss über die wichtigsten Herausforderungen rund um die Integration digitaler Technologien in den Unterricht gibt.

Definition

Die Integration digitaler Technologien (Tablets, Computer, Lernplattformen, Apps usw.) in den Unterricht umfasst eine Vielzahl von Begriffen, die oft synonym verwendet werden. Dazu gehören «digitale Transition», «digitaler Wandel», «Nutzung digitaler Ressourcen im Unterricht und beim Lernen», «Digitalisierung in der Bildung», und «Integration von Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT) an der Schule», um nur einige Beispiele zu nennen. Da es auch in der wissenschaftlichen Gemeinschaft keinen Konsens über die Definition von «Integration von Technologien» gibt (Consoli, Désiron & Cattaneo, 2023), bezieht sich der Begriff «Integration» sowohl auf die einfache Nutzung von Technologie als auch auf eine tiefgreifende Transformation der Lern- und Lehrmethoden. Im Rahmen der digitalen Module des Westschweizer Lehrplans PER EdNum und des Lehrplans 21 zielt die Integration digitaler Technologien in den Unterricht auf die Entwicklung der digitalen Bildung ab. Digitale Bildung umfasst Kompetenzen, die in drei miteinander verknüpften Bereichen erworben werden müssen: Medienbildung, Informatik und die fächerübergreifende Nutzung digitaler Technologien. Daher werden wir in diesem Bericht die Begriffe «digitale Bildung» und «Integration digitaler Technologien» in diesem Sinne verwenden.

Ausstattung der Schülerinnen und Schüler

Um die digitale Ausstattung der Schülerinnen und Schüler in den Kontext der digitalen Bildungsstrategie des Kantons Freiburg zu stellen, präsentiert die Tabelle in Anhang 1 einen Vergleich der in anderen Deutschschweizer Kantonen geplanten technologischen Vorkehrungen, die ihre jeweiligen digitalen Strategien widerspiegeln. Da sich das digitale Bildungsmodul des Westschweizer Lehrplans (PER EdNum) noch in der Umsetzungsphase befindet, liegen für die Westschweizer Kantone keine konsolidierten Daten vor.

In dieser Analyse werden die Ausstattungen in einer Stichprobe von vier Kantonen und zwei Halbkantonen erfasst. Ziel ist es, eine vorläufige Übersicht über die Ausstattung für Schülerinnen und Schüler in den deutschsprachigen Kantonen zu erstellen.

Während in der Tabelle nur die den Schülerinnen und Schülern zur Verfügung gestellten Computer oder Tablets als Geräte aufgeführt sind, dürfen wir besondere Initiativen nicht vergessen, wie die des Kantons Freiburg, die auch Ausstattungen für Lernroboter einschliesst.

Die in der Tabelle enthaltenen Informationen wurden bei den Generalsekretariaten der deutschsprachigen Kantone eingeholt.

Folgende Fragen wurden gestellt:

- Welche Organisation sieht der Kanton für die Finanzierung und Verwaltung des Informatikparks der obligatorischen Schulen vor?
- Wie hoch ist die IT-Ausstattung pro Schüler/in (Anzahl Computer/Tablets pro Schüler/in), je nach Schulstufe (1. Zyklus: 1H-2H; 3H-4H; 2. Zyklus: 5H-6H; 7H-8H; 3. Zyklus: 9H-11H)?
- Gibt es Standards oder Richtlinien für die IT-Ausstattung von Schulen (Schüler/innen, Lehrpersonen)?
- Verfügen Sie über Unterlagen zur digitalen Bildungsstrategie Ihres Kantons?

Die Leserinnen und Leser werden feststellen, dass noch vor einigen Jahren von stationären Computern und Computerräumen/Informatikräumen die Rede war, während heute die Nutzung mobiler Geräte im Vordergrund steht, was die Praxis des realen Lebens widerspiegelt. Dieser Ansatz fördert den einfachen Zugang zu Geräten in normalen Unterrichtsräumen und ermöglicht so eine natürlichere Integration digitaler Aktivitäten in andere Unterrichtsformen ohne digitale Hilfsmittel. Entscheide über die Ausstattung – sei es ein Ansatz, bei dem jede Schülerin oder jeder Schüler ein eigenes Gerät hat (1:1 oder «one-to-one»), oder ein Ansatz, bei dem sich die Schülerinnen und Schülern die Ausstattung gemeinsam nutzen – erfordern unterschiedliche pädagogische Entscheidungen und beeinflussen die Art und Weise, wie die Technologien eingesetzt werden.

Der Lehrplan 21 und der Bereich digitale Bildung

Die Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz (D-EDK) hat den Lehrplan 21 zwischen 2010 und 2014 erarbeitet. Dieser wurde zu Beginn des Schuljahres 2019/20 in den deutschsprachigen Klassen 1H–11H des Kantons Freiburg eingeführt.

Mit diesem ersten gemeinsamen Lehrplan für die obligatorische Schule haben die 21 deutsch- und mehrsprachigen Kantone Artikel 62 der Bundesverfassung umgesetzt und die Ziele der Schule harmonisiert. Im Herbst 2014 wurde der Entwurf des Lehrplans 21 von den Erziehungsdirektorinnen und -direktoren der Deutschschweiz genehmigt. Jeder Kanton hat, gestützt auf seine Rechtsgrundlagen, über die Einführung des neuen Lehrplans im Kanton entschieden. Es besteht eine Lehrplan 21-Vorlage sowie kantonale Versionen.

Für den Bereich der «Digitalen Bildung» enthält der Lehrplan 21 ein Modul Medien und Informatik, das die Kompetenzbereiche «Medien und Informatik» sowie die Kompetenzen zur Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (Anwendungskompetenzen) umfasst.

Damit die Schülerinnen und Schüler diese Fähigkeiten entwickeln können, stellen die Schulen eine geeignete Ausstattung und Infrastruktur (Computer, Tablets usw.) zur Verfügung, und die Lehrpersonen werden im Lernen über digitale Medien und im Lernen mit digitalen Medien geschult.

Das Modul Medien und Informatik leistet ebenfalls einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung von methodischen Kompetenzen, die in allen Bildungsbereichen eine Rolle spielen.³ Dazu gehören das Suchen, Bewerten, Verarbeiten und Präsentieren von Informationen und Daten sowie der Erwerb von Strategien zur Lösung von Aufgaben und Problemen, deren Bewältigung das Handeln im Alltag und im Berufsleben unterstützt

Es sei darauf hingewiesen, dass die Implementierung des Lehrplans 21 und seines Moduls Medien und Informatik vor der Umsetzung des Westschweizer Lehrplans und insbesondere seines Bildungsmoduls PER EdNum erfolgte.

1.1 Zusammenfassung der Situation in der Schweiz

Die IT-Ausstattung der Schülerinnen und Schüler an den obligatorischen Schulen in der Schweiz ist von Kanton zu Kanton sehr unterschiedlich. Dies spiegelt die unterschiedlichen Ansätze in den Bereichen Finanzierung, Verwaltung des Informatikparks und Digitalisierungsstrategien wider. Eine

³ Weitere Informationen finden Sie auf der Website des Staates Freiburg und auf der Seite über den Lehrplan 21: <https://www.fr.ch/de/bildung-und-schulen/obligatorische-schule/lehrplan-21-in-deutschfreiburg-zyklus-1-3-1h-11h>

Querschnittsanalyse der Kantone St. Gallen, Bern, Basel-Stadt, Basel-Landschaft, Luzern und Freiburg zeigt Gemeinsamkeiten, aber auch deutliche Unterschiede auf.

1.1.1 Organisation der Finanzierung und Verwaltung

- In Basel-Stadt und Luzern zeigt sich eine Tendenz zu einer gemeinsamen Verwaltung und Finanzierung durch den Kanton und die Gemeinden, mit Unterschieden hinsichtlich der Einbeziehung der jeweiligen Ebenen. So nutzt Luzern einen zentralen Rahmenvertrag, um die Anschaffung von Geräten zu erleichtern.
- Bern zeichnet sich dadurch aus, dass die Verantwortung für die Ausstattung (mit ICT-Infrastruktur) weitgehend den Gemeinden zugewiesen wird, die sich auf die jeweiligen Konzepte für Medien und ICT⁴ der Schulen stützen.

1.1.2 IT-Ausstattung pro Schüler/in

- Die Vielfalt zeigt sich auch im Verhältnis von PC/Tablets pro Schüler/in, das von einer 1:1-Ausstattung in den Klassen der 5H bis 11H in St. Gallen, Luzern und Basel-Landschaft sowie in den Klassen der 7H bis 11H in Basel-Stadt variiert.
- Generell entscheiden sich alle betrachteten Kantone für eine schrittweise Bereitstellung von digitalen Geräten für die Schülerinnen und Schüler mit wenig oder gar keinen digitalen Geräten für Schülerinnen und Schüler im Kindergarten (1H–2H) und einer Tendenz zur Bereitstellung eines Geräts pro Schülerin oder Schüler in den höheren Klassen, in einigen Kantonen bereits ab der 5H (St. Gallen, Basel-Landschaft, Luzern). Diese Tendenz zu einer 1:1-Ausstattung ist charakteristisch für die deutschsprachigen Kantone.
- Der Kanton Bern hebt sich im Vergleich zu anderen Kantonen dadurch ab, dass er den Schulen bei der Wahl der Ausstattung (Verhältnis pro Schüler/in) grosse Autonomie lässt.

1.1.3 Standards oder Richtlinien für die IT-Ausstattung

- Im föderalistischen System der Schweiz fällt die Bildung in die Zuständigkeit der Kantone, und diese halten sich an unterschiedliche Vorgaben. Einige Kantone geben keine klaren Standards oder Richtlinien vor.

1.1.4 Digitale Bildungsstrategie

- Das Vorhandensein von expliziten Unterlagen oder Strategien zur digitalen Bildung variiert stark.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass zwar alle Kantone bestrebt sind, den Zugang der Schülerinnen und Schüler zu digitalen Technologien zu verbessern, die Finanzierungsstrategien, das Verhältnis der Ausstattung pro Schüler/in und das Vorhandensein von Standards oder Richtlinien für die IT-Ausstattung jedoch sehr unterschiedlich sind. Diese Heterogenität unterstreicht, wie wichtig es ist, Strategien zu erarbeiten, die auf den lokalen Kontext zugeschnitten sind, und verdeutlicht gleichzeitig einen allgemeinen Trend hin zu einem verstärkten Zugang zu Technologien zur Unterstützung des Lehrens und Lernens.

1.2 Die Ausstattung in Zahlen

Die Aufmerksamkeit der Medien, der Öffentlichkeit und der wichtigsten Interessengruppen, die an der Umsetzung digitaler Bildungsstrategien beteiligt sind, richtet sich häufig auf das Verhältnis der

⁴ Medien und ICT (IKT) ist die Abkürzung von «Medien, Bilder, Informations- und Kommunikationstechnologien»

Geräte pro Schüler/in und die Häufigkeit der Nutzung dieser Instrumente in der Schule. Die Betonung liegt auf der «Menge» der Ausrüstung (Consoli, Désiron & Cattaneo, 2023).

Die Frage der Ausstattung spielt zwar eine wichtige Rolle bei der Ermittlung der Kosten und der gewählten Konzepte, doch erfasst dieser Indikator nicht die gesamte Komplexität der Integration digitaler Technologien im Unterricht. Auch lässt sich damit nicht bestimmen, wie viel Zeit die Schülerinnen und Schüler mit einem Instrument verbringen, da dies von den Tätigkeiten der Lehrpersonen und den pädagogischen Zielen abhängt. Die «Quantität» ist nicht der aussagekräftigste Faktor, um festzustellen, ob und wie die Schülerinnen und Schüler die Kompetenzen entwickeln, die im Bildungsmodul Medien und Informatik des Westschweizer Lehrplan PER EdNum oder im Lehrplan 21 definiert sind. Der blosse Besitz von Geräten garantiert nicht, dass die pädagogischen Ziele erreicht werden (Grönlund u.a., 2018), und das Verhältnis von Geräten pro Schüler/in ist ebenfalls keine Gewähr dafür. Ob die Integration digitaler Technologien in den Unterricht scheitert oder gelingt, hängt von mehreren Faktoren und Variablen ab, wie wir im 3. Abschnitt dieses Berichts sehen werden.

Die Forschungsergebnisse deuten zwar darauf hin, dass die Häufigkeit des Einsatzes digitaler Instrumente nicht unbedingt zu besseren Lernergebnissen führt (OECD, 2015), lassen offenbar aber auch erkennen, dass der gezielte Einsatz digitaler Technologien zur Erreichung signifikanter Lernziele positive Auswirkungen haben kann (Chien u.a., 2016; Stegmann, 2020).

Der Fokus sollte sich von der Quantität auf die Qualität des Technologieeinsatzes verlagern (Antonietti u.a., 2023; Backfisch u.a., 2021; Fütterer u.a., 2022; Juuti u.a., 2022; Parker u.a., 2019). Unter «Qualität» verstehen wir die Gesamtheit der Konzepte, Operationalisierungen und Aspekte, die mit der pädagogischen Nutzung digitaler Technologien verbunden sind (Consoli, Désiron & Cattaneo, 2023).

Kurzum, es ist wichtig, Extreme zu vermeiden: Ein Übermass an ungenutzten Geräten und ein Mangel an Ausstattung, wodurch der Zugang für die Lehrpersonen und die Schülerinnen und Schüler eingeschränkt wird. Die eigentliche Herausforderung liegt in der Qualität der Nutzung dieser digitalen Geräte, und diese hängt von mehreren Faktoren ab, die im Abschnitt «Beste Praktiken» behandelt werden.

1 Das Beispiel von Schweden und Estland

Schweden ist ein Vorreiter bei der Integration digitaler Technologien in sein Bildungssystem. Da Estland in seinen Schulen ebenfalls früh eine Digitalisierungsstrategie eingeführt hat, haben wir uns dafür entschieden, auch diesen Fall vorzustellen.

Beide Länder gehören gemäss dem Index für die digitale Wirtschaft und Gesellschaft (DESI) zu den Ländern mit dem besten digitalen Reifegrad («Digital Readiness») in der Europäischen Union. Der *Digital Economy and Society Index* (DESI) ist ein Composite-Index, der relevante Indikatoren der Digitalisierung zusammenfasst, um die Entwicklung der digitalen Wirtschaft und Gesellschaft der EU-Mitgliedstaaten zu beobachten und fünf Dimensionen zu bewerten: Konnektivität, Humankapital und digitale Kompetenzen, Internetnutzung der Bürgerinnen und Bürger, Integration digitaler Technologien durch die Unternehmen und Verfügbarkeit öffentlicher digitaler Dienste. Dieser Index bietet einen umfassenden Überblick über den digitalen Fortschritt der Mitgliedstaaten und ist für die politischen Entscheidungsträger ein wertvolles Instrument bei der Ausrichtung von politischen Massnahmen und Investitionen.

Wir haben auch die Ergebnisse des PISA-Programms («Programme for International Student Assessment») berücksichtigt. PISA bewertet die Kenntnisse und Fähigkeiten der 15-jährigen Schülerinnen und Schüler in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften. Der Test bewertet die

Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler, komplexe Probleme zu lösen, kritisch zu denken und effektiv zu kommunizieren. Alle drei Jahre wird eine Zufallsstichprobe von 15-Jährigen in diesen Bereichen getestet, wobei in jedem Bewertungszeitraum ein besonderer Schwerpunkt auf ein Fach gelegt wird.

Obwohl beide Länder bei den PISA-Studien gut abschneiden, verzeichneten die schwedischen Schülerinnen und Schüler bei den 2023 veröffentlichten Tests schlechtere Leistungen als in den Vorjahren. Dieser Leistungsabfall löste eine Mediendebatte aus, da er auf die Digitalisierungspolitik und die Einführung digitaler Tools in den Schulen zurückgeführt wurde, die sich negativ auf die kognitiven Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler auswirken sollen.

1.1 Schweden

Schweden belegt in der DESI-Rangliste 2022 unter den 27 EU-Mitgliedstaaten den vierten Platz. Das Land ist auf dem besten Weg, das Ziel der digitalen Dekade zu erreichen, wonach 80% der Bevölkerung bis 2030 zumindest über grundlegende digitale Fähigkeiten verfügen sollen. Digitale Kompetenzen gelten als Schlüsselement der Grund- und Hochschulbildung, als Instrument zur Überwindung der digitalen Kluft und als Mittel zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen eines Landes und zur Unterstützung seiner Forschungseinrichtungen. Sie stehen im Mittelpunkt aller seit 2017 veröffentlichten Strategien, angefangen bei der schwedischen Digitalisierungsstrategie (2017), dem nationalen KI-Ansatz (2019) und der Datenstrategie (2021). Schweden hat ausserdem eine nationale Strategie für die Digitalisierung des Schulsystems (2017) und anschliessend einen Aktionsplan (2019) verabschiedet.

1.1.1 Die Integration digitaler Technologien in den Unterricht

Im Jahr 2017 hat die schwedische Regierung eine nationale Strategie zur Stärkung der digitalen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern und Lehrpersonen eingeführt (Schwedische Regierung, 2017). Ziel dieser von 2018 bis 2022 geplanten Strategie war es, im Bildungssystem nicht nur eine universelle digitale Kompetenz zu entwickeln, sondern auch den chancengerechten Zugang und die gleichberechtigte Nutzung zu fördern und das durch die Digitalisierung gebotene Potenzial zu erfassen und zu evaluieren (Godhe, 2024).

Durch umfangreiche Investitionen wurden die Schulen mit digitaler Infrastruktur wie Computern, Tablets und Smartphones ausgestattet. Im Jahr 2018 wurden die Lehrpläne für alle Bildungsstufen überarbeitet, um diese neuen Kompetenzen einzubeziehen (schwedische Nationale Agentur für Bildung, 2018 a,b,c).

Viele Schulen haben digitale Plattformen und Online-Lernressourcen eingeführt, um das Lehren und Lernen auf allen Ebenen zu unterstützen (Masiello, Mohseni & Nordmark, 2023). Bereits im Kindergarten (Kinder im Alter von 1 bis 5 Jahren) wurden die Kinder mit digitalen Hilfsmitteln vertraut gemacht und setzten Roboter und Tablets ein, um erste Schritte im Programmieren (Hamidi u.a., 2022), der Mathematik und dem Lesen zu machen. Auch in Kindergärten und Primarschulen (ab dem Alter von 6 Jahren) werden soziale Roboter eingesetzt, um die Kommunikation und das Erlernen von Fremdsprachen zu fördern (Högström & Holm, 2020).

Die Sekundarschulen haben virtuelle und erweiterte Realität (Virtual Reality und Augmented Reality) sowie verschiedene Multimediatools wie Videos, Animationen und Simulationen für die interaktive Erforschung komplexer Konzepte integriert (Högström & Holm, 2020).

Högström & Holm (2020) verwiesen auf die positiven Auswirkungen dieser Integration auf das Engagement der Schülerinnen und Schüler. Dank des hohen Integrationsgrads digitaler Technologien ist es nun einfach, Daten über die Leistungen der Schülerinnen und Schüler zu sammeln und zu analysieren.

Im Jahr 2022 schlug die schwedische Nationale Agentur für Bildung der Regierung eine neue Digitalisierungsstrategie für die Jahre 2023-2027 vor (Schwedische Regierung, 2023). Die gegenwärtige Regierung, die von der rechtsgerichteten Koalition «Tidö» gebildet wird, hat jedoch Vorbehalte bezüglich der überstürzten und übertriebenen Digitalisierung der schwedischen Schulen angemeldet. Das Bildungsministerium beschloss daher, die 2017 von der vorherigen Mitte-Links-Regierung initiierte Strategie einzustellen, und begründete dies mit neurowissenschaftlichen Bedenken hinsichtlich der Auswirkungen digitaler Medien auf das Gehirn junger Menschen.

Kennzeichnend für diese Wende war der Willen der Regierung, sich an dem auszurichten, «was die Wissenschaft sagt», insbesondere durch Konsultationen mit Neurowissenschaftlerinnen und Neurowissenschaftlern und kognitiven Psychologinnen und Psychologen über die negativen Folgen einer übermässigen Nutzung digitaler Geräte bei Kleinkindern (Forsler & Guyard, 2023).

Die Regierung empfiehlt eine Rückkehr zu traditionelleren, analogen Unterrichtsmethoden wie Handschrift und die Verwendung von «physischen» Büchern, auch wenn diese Praktiken nie ganz aufgegeben wurden. Der Bericht von *Sveriges Kommuner och Regioner* (2020) verweist auf die grosse Vielfalt bei der Nutzung digitaler Technologien in Schulen, die von der ausschliesslichen Nutzung digitaler Ressourcen bis hin zu traditionellen Ansätzen mit Schwerpunkt auf Lehrbüchern reichen.

Expertinnen und Experten fordern eine ausgewogenere Debatte (Forsler & Guyard, 2023; Selwyn, 2024), indem sie verschiedene wissenschaftliche Perspektiven⁵ einholen, um den Einsatz digitaler Medien in der Schule ohne eine ausschliessliche Fokussierung auf die Neurowissenschaften zu bewerten. Sie befürworten umfassende Studien zur Konvergenz von Neuroedukation und digitalen Technologien im Unterricht, die bisher noch nicht vollständig erforscht wurde.

Die digitale Ausstattung der Schülerinnen und Schüler

Schweden hat erhebliche Investitionen getätigt, um alle Schülerinnen und Schüler mit persönlichen digitalen Geräten auszustatten. Im Jahr 2018 meldete die schwedische Nationale Agentur für Bildung, dass 49% der Primarschülerinnen und -schüler individuellen Zugang zu digitalen Geräten hatten – ein deutlicher Anstieg gegenüber 16% im Jahr 2012. Diese Zugangsquote steigt sowohl bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe 1 als auch bei jenen der Sekundarstufe 2. Alle Schulen verfügen über einen Breitband-Internetzugang, der eine effiziente und zufriedenstellende Nutzung dieser Ressourcen gewährleistet (Hall u.a., 2021). In Kindergärten sind häufig Tablets im Einsatz.

1.1.2 Die PISA- und PIRLS-Ergebnisse

Gemäss den PISA-Ergebnissen sind die durchschnittlichen Leistungen der schwedischen Schülerinnen und Schüler im Jahr 2022 im Vergleich zu 2018 gesunken, während sie in den Naturwissenschaften gleichgeblieben sind.

Diese Rückschritte in den Bereichen Mathematik und Lesen machen die Fortschritte von 2012 bis 2018 weitgehend zunichte und bringen die Werte wieder in die Nähe der niedrigsten Werte von 2012. In den Naturwissenschaften hingegen bleibt die Entwicklung zwischen 2012 und 2022 leicht positiv, wobei insbesondere bei den leistungsstärksten Schülerinnen und Schülern deutliche Fortschritte zu verzeichnen sind. Zwischen 2018 und 2022 hat sich der Abstand zwischen den leistungsstärksten und leistungsschwächsten Schülerinnen und Schülern in Mathematik und Naturwissenschaften vergrössert, während er im Lesen relativ stabil geblieben ist. In Mathematik hat sich die Gesamtleistung verschlechtert, wobei die Schülerinnen und Schüler mit Schwierigkeiten stärker

⁵ In Kapitel 3 dieses Berichts werden bewährte Verfahren aus wissenschaftlichen Studien an den Schnittstellen verschiedener Bereiche vorgestellt.

zurückfielen als ihre leistungsstärkeren Altersgenossen. Seit 2012 hat sich der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die ein Niveau unterhalb der Schwelle für die Grundkompetenzen (Stufe 2) erreichen, in Mathematik, Lesen oder Naturwissenschaften nicht signifikant verändert.

Laut der PIRLS-Studie («Progress in International Reading Literacy Study» oder Internationale Grundschul-Lese-Untersuchung IGLU) von 2021, die von der International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) durchgeführt wird und das Leseverständnis von 9- bis 10-jährigen Schülerinnen und Schülern misst, sind die Ergebnisse der schwedischen Schülerinnen und Schüler in den letzten fünf Jahren von einem «hohen» auf ein «mittleres» Niveau gesunken.

2.2. Estland

Estland belegt im DESI-Index 2022 den 7. Platz und liegt damit über dem EU-Durchschnitt. Das Land zeichnet sich besonders im Bereich der digitalen öffentlichen Dienstleistungen aus und erzielt mit Platz 5 sehr gute Ergebnisse beim Humankapital. Mit 62% der Bevölkerung, die zumindest über digitale Grundkenntnisse verfügen, liegt Estland in diesem Bereich deutlich über dem EU-Durchschnitt.

Dank eines hohen Punktestands bei den digitalen Grundkompetenzen profitiert die Bevölkerung Estlands von einem breiten Zugang zu digitalisierten öffentlichen und privaten Dienstleistungen.

2.2.1. Die Integration digitaler Technologien in den Unterricht

In den 1990er Jahren lancierte Estland das Programm «Tiger Leap», das darauf abzielte, die technologische Infrastruktur seiner Schulen zu modernisieren und allen Schulen des Landes einen Internetzugang zu ermöglichen. Dieses ehrgeizige Ziel wurde bereits 2001 erreicht. Um die Entwicklung der digitalen Infrastruktur an Schulen zu unterstützen, hat der Staat in den Breitband-Internetzugang, moderne Geräte und digitale Lernmittel für Schulen investiert.

Diese solide digitale Infrastruktur in den allgemeinbildenden und berufsbildenden Schulen hat die Auswirkungen der Schulschliessungen während der Covid-19-Pandemie abgemildert. Dank eines hohen Niveaus der digitalen Kompetenzen bei den Lehrpersonen und der Verfügbarkeit von digitalem Unterrichtsmaterial konnte Estland die negativen Auswirkungen minimieren. Entscheidend waren frühere Investitionen in die digitale Bildung, die es Schulen, Schülerinnen und Schülern sowie Lehrpersonen ermöglichten, sich schnell an neue Anforderungen und Unterrichtsmethoden anzupassen.

Die estnische Bildungsstrategie bis 2035 bildet den übergeordneten Rahmen für die kontinuierliche Modernisierung des Bildungssystems. Bis 2035 will Estland erreichen, dass 90 Prozent der 16- bis 24-Jährigen über digitale Kompetenzen verfügen, die über die Grundkenntnisse hinausgehen. Auch soll der Anteil der Bevölkerung mit fortgeschrittenen digitalen Fähigkeiten auf 60% steigen, gegenüber 37% im Jahr 2019. Darüber hinaus plant das Land, bis 2027 7000 Fachpersonen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien auszubilden.

Die digitale Ausstattung der Schülerinnen und Schüler an den Schulen

Im Jahr 2014 führte Estland das BYOD-Konzept⁶ («Bring Your Own Device») als Standard für die obligatorische Grundschule ein, die die ersten neun Schuljahre abdeckt, unterteilt in drei Zyklen für Kinder zwischen 7 und 17 Jahren (Europäische Kommission, 2021; Nizyev, 2022). Für Schülerinnen

⁶ Das BYOD-Konzept im Bildungsbereich erlaubt es den Schülerinnen und Schülern, ihre persönlichen Geräte (Laptops, Tablets, Smartphones) zu Bildungszwecken in der Schule zu nutzen. Einige gängige Ansätze zur Finanzierung von BYOD in Schulen sind Eigenfinanzierung durch Familien, Mietprogramme, Direktinvestitionen der Schulen, Subventionen oder Finanzierung durch den Staat.

und Schüler ohne eigenes Gerät verfügen die Schulen über einen Lagerbestand zur gemeinsamen Nutzung.

In der estnischen Strategie für «lebenslanges Lernen» von 2020 wird der Übergang zu einem digitalen Werkzeug pro Schüler/in im Unterricht als «digitale Wende» («Digital Turn») bezeichnet. Die Strategie beruht auf der Hoffnung, dass die Nutzung persönlicher digitaler Geräte nicht nur die digitalen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler, sondern auch ihre schulischen Leistungen in verschiedenen Fächern verbessern wird (Lorenz, Kikkas & Laanpere, 2016).

Eine Studie des *European Schoolnet* aus dem Jahr 2013 ergab, dass bei den estnischen Schülerinnen und Schülern bereits vor zehn Jahren die Nutzung von Laptops und persönlichen mobilen Geräten für Bildungszwecke über dem europäischen Durchschnitt lag.

2.2.2. Andere Faktoren, die über die Ausstattung hinausgehen

Im Laufe der Zeit hat Estland die Entwicklung einer Digital Literacy (digitale Kompetenzen) bei Lehrpersonen und Schülerinnen und Schülern weiter gefördert. Ein Beispiel für dieses Engagement sind die Fachpersonen für Bildungstechnologie, die in einem grossen Teil der Schulen anzutreffen sind, namentlich technisch versierte Lehrpersonen und Fachleute für die Integration von Technologien. Mit einer soliden Grundausbildung in Pädagogik und einem Master mit entsprechender Vertiefung erleichtern diese Fachpersonen seit 2005 die Einführung digitaler Hilfsmittel in Schulen. Diese Rolle wurde während der Covid-19-Krise entscheidend, um Innovationen und pädagogische Anpassungen weiterzuführen. Sie konzentrieren sich auf die Optimierung der Nutzung digitaler Ressourcen zur Bereicherung des Lehrplans.

Estland ist im Rahmen seiner nationalen Strategie bestrebt, bereits im frühen Kindesalter ein Interesse an Technologien zu wecken, was dazu beiträgt, dass die Zahl der Einschreibungen für die digitalen Studiengängen weit über dem Durchschnitt der Industrieländer liegt. Ein Paradebeispiel dafür ist das Programm ProgeTiger, das 2012 zur Verbesserung der digitalen Kompetenzen von Lehrpersonen und Schülerinnen und Schülern lanciert wurde und eine breite Palette von Aktivitäten anbietet, von der Programmierung über die Robotik bis hin zu spielerischen Computer-Workshops. Diese Initiativen erfreuen sich wachsender Beliebtheit und spielen eine wichtige Rolle bei der Stärkung der digitalen Bildung in Estland; immer mehr Schulen und Kindergärten zeigen daran Interesse.

2.2.3. Die PISA-Ergebnisse

Das estnische Bildungssystem ist bekannt für seine hervorragenden Leistungen bei den PISA-Tests. Die Schülerinnen und Schüler aus unterschiedlichen sozioökonomischen Schichten erzielen dort hervorragende Ergebnisse. Gemäss dem PISA-Ranking von 2018 liegt Estland unter den OECD-

Ländern im Bereich Lesen und Naturwissenschaften an der Spitze und belegt in Mathematik den dritten Platz (Tire, 2021).

Schweiz: DESI- und PISA-Ergebnisse

Die DESI-Rangliste 2022 umfasst 27 EU-Mitgliedstaaten. Da die Schweiz nicht zur EU gehört, liegen uns keine DESI-Ergebnisse vor.

Die Zusammenfassung der Ergebnisse der PISA-Studie 2022 für die Schweiz zeigt mehrere aufschlussreiche Erkenntnisse in Bezug auf die Leistungen und Merkmale der 15-jährigen Schülerinnen und Schüler in den Bereichen Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften auf:

Allgemeine Leistungen

- Die durchschnittlichen Ergebnisse 2022 in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften sind ähnlich wie 2018 und zeigen eine stabile Leistung.
- Im Vergleich zum Jahr 2015 blieben die Ergebnisse in Lesen und Naturwissenschaften stabil, während die Ergebnisse in Mathematik nachgelassen haben.
- Seit 2009 und 2012 ist in allen drei Bereichen ein Abwärtstrend zu beobachten, wobei in den letzten zehn Jahren (2012-2022) ein deutlicher Rückgang um mehr als 20 Prozentpunkte in Mathematik und Lesen und in den Naturwissenschaften ein etwas geringerer Rückgang zu verzeichnen war.
- Das Leistungsgefälle zwischen den leistungsstärksten und den leistungsschwächsten Schülerinnen und Schülern blieb zwischen 2018 und 2022 in allen drei Bereichen stabil.

Internationaler Vergleich

- Schweizer Schülerinnen und Schüler schnitten in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften über dem OECD-Durchschnitt ab.
- Im Vergleich zum OECD-Durchschnitt erreicht ein höherer Anteil der Schweizer Schülerinnen und Schüler in mindestens einem Bereich die höchsten Kompetenzniveaus (Stufe 5 oder 6).

Sozioökonomisches Profil und Vielfalt

- Die Schweiz weist einen signifikanten Leistungsunterschied nach sozioökonomischem Status auf, mit einer höheren durchschnittlichen Leistung bei den besser gestellten Schülerinnen und Schülern.
- Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund weisen im Vergleich zu Schülerinnen und Schülern ohne Migrationshintergrund ein erhebliches Leistungsgefälle auf, obwohl sich dieser Unterschied nach Berücksichtigung des sozioökonomischen Profils verringert.

Schulisches Umfeld und Lernen

- In der Schweiz haben die Schülerinnen und Schüler ein hohes Zugehörigkeitsgefühl zur Schule und einen vergleichsweise geringen Anteil an Mobbingopfern.
- Die Schülerinnen und Schüler berichten von einer mittelmässigen Lebenszufriedenheit im Allgemeinen, wobei die Unzufriedenheit seit 2018 leicht zugenommen hat.
- Was die Schulautonomie betrifft, so besucht die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler Schulen, an denen die Schuldirektorinnen und Schuldirektoren hauptsächlich für die Anstellung der Lehrpersonen verantwortlich sind.

Covid-19 und Lernen

- In der Schweiz gab es während der Covid-19-Pandemie weniger lange Schulschliessungen als im Durchschnitt der OECD-Länder, mit unterschiedlichen Auswirkungen auf den Fernunterricht und das Wohlbefinden der Schülerinnen und Schüler.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Ergebnisse der PISA-Studie von 2022 für die Schweiz stabile Leistungen in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften zeigen, wobei die Ergebnisse über dem OECD-Durchschnitt liegen. Allerdings sind in den letzten zehn Jahren ein rückläufiger Trend und anhaltende Unterschiede im Zusammenhang mit dem sozioökonomischen Status und dem Migrationshintergrund der Schülerinnen und Schüler zu verzeichnen. Das schulische Umfeld und die Herausforderungen der Covid-19-Pandemie bieten zusätzliche Einblicke in die Bildungslandschaft der Schweiz.

Die PISA-Erhebung 2022, deren Ergebnisse am 5. Dezember 2023 publiziert wurden, bestätigt das hohe Kompetenz- und Wissensniveau der 15-jährigen Estinnen und Esten. So liegen sie in Europa an der Spitze und weltweit unter den ersten Acht. In der letzten Ausgabe wurde ein besonderes Augenmerk auf die Mathematik gelegt und gleichzeitig die Leistungen in den Naturwissenschaften und im Lesen bewertet. Estland gehört neben der Schweiz zu den beiden führenden europäischen Ländern in Mathematik und liegt in den Naturwissenschaften sowie im Lesen gleichauf mit Irland an der Spitze.

Die Ergebnisse der estnischen Schülerinnen und Schüler liegen in allen drei Lernbereichen über dem OECD-Durchschnitt. Verglichen mit dem Durchschnitt der OECD-Länder erreichen in Estland mehr Schülerinnen und Schüler in mindestens einem Fach das höchste Leistungsniveau (Stufe 5 oder 6) und ebenso in allen drei Fächern ein grundlegendes Kompetenzniveau (Stufe 2 oder höher).

In Estland wird den Schulleitungen und Lehrpersonen eine weitreichende Autonomie gewährt. Die Lehrpersonen haben grosse Freiheit bei der Gestaltung des Lehrplans und werden bei Entscheidungen im Zusammenhang mit der Verwaltung der Schulen einbezogen. Damit steht Estland in dieser Kategorie im Vergleich zu den anderen PISA-Ländern an erster Stelle.

Die Ergebnisse der PIRLS/IGLU-Studie (Progress in International Reading Literacy Study Internationale Grundschul-Lese-Untersuchung) für Estland liegen nicht vor.

2.3. Korrelation und Kausalität

Schweden und Estland, die bei der DESI-Studie 2022 gut abschnitten, haben digitale Strategien eingeführt, die eine frühzeitige Integration von Technologien in die Schulen vorsehen. Jede Schülerin und jeder Schüler verfügt über ein eigenes digitales Gerät.

Die Digitalisierungsstrategie Schwedens hat Diskussionen ausgelöst, insbesondere nach den Ergebnissen von PISA 2022 und PIRLS 2021. Mehrere Medien und einige Politikerinnen und Politiker⁷ haben die Vermutung geäussert, dass der hohe Grad der Technologieintegration die schulischen Leistungen der schwedischen Schülerinnen und Schüler negativ beeinflusst habe.

Mit derselben Argumentation könnte man die Hypothese aufstellen, dass die estnischen Schülerinnen und Schüler dank des hohen Niveaus der technologischen Integration hervorragende Leistungen erbringen.

Diese Leistungen allein dem Einsatz von Technologien zuzuschreiben, wäre zu eng gefasst, da ein Grundprinzip der Statistik besagt: «Eine Korrelation impliziert keinen Kausalzusammenhang». Nur

⁷ Le Monde diplomatique (23. Mai 2023). La Suède juge les écrans responsables de la baisse du niveau des élèves et veut un retour aux manuels scolaires. Abgerufen am 23. Februar 2023: https://www.lemonde.fr/planete/article/2023/05/21/numerique-a-l-ecole-la-suede-juge-les-e-crans-responsables-de-la-baisse-du-niveau-des-eleves-et-fait-marche-arriere_6174171_3244.html

weil zwei Variablen beobachtet werden, die sich gemeinsam entwickeln (d. h. sie sind korreliert) (z. B. Variable 1: «Exposition» gegenüber Bildschirmen, Variable 2: PISA-Ergebnisse), bedeutet dies nicht, dass eine Variable die Ursache für die Entwicklung bzw. den Rückgang der anderen Variable ist.

Dieses Prinzip ist grundlegend in der statistischen Analyse und der wissenschaftlichen Forschung, da es davor warnt, kausale Schlussfolgerungen aus einfachen Assoziationen zu ziehen. Denn es gibt mehrere Gründe, warum korrelierte Daten irreführend sein können:

- **Zufall:** Manchmal können zwei Variablen rein zufällig miteinander verbunden erscheinen.
- **Problem der Drittvariablen:** Es könnte einen dritten, nicht beobachteten Faktor geben, der die Veränderungen in den beiden Variablen verursacht. Diese dritte Variable, die oft als Störvariable bezeichnet wird, kann die Illusion erwecken, dass die beiden Hauptvariablen für ihre wechselseitigen Veränderungen verantwortlich sind.
- **Richtungsproblem:** Auch wenn ein kausaler Zusammenhang besteht, lässt sich aus einer Korrelation nicht schliessen, welche Variable die Ursache und welche die Wirkung ist.

Stellen wir uns eine Studie vor, die eine starke Korrelation zwischen der Anzahl der Eiscremeverkäufe und der Anzahl der Ertrinkungsfälle feststellt. Auf den ersten Blick könnte man versucht sein zu spekulieren, dass der erhöhte Konsum von Eiscreme irgendwie zu mehr Ertrinkungsfällen führt. Dies wäre jedoch eine Fehlinterpretation der Daten.

Der zugrunde liegende Faktor, der die beiden Variablen beeinflusst, ist wahrscheinlich die Temperatur. Wenn das Wetter wärmer wird, kaufen mehr Menschen Eiscreme und gehen auch mehr Menschen schwimmen, was leider zu mehr Ertrinkungsfällen führen kann. In diesem Szenario ist die Temperatur die Störvariable, die den Zusammenhang zwischen Eiscremeverkäufen und Ertrinken erklärt, und nicht den direkten kausalen Zusammenhang zwischen den beiden.

Da dieser Grundsatz im Falle von Schweden nicht beachtet wurde, führt dies zu vereinfachenden und irreführenden Schlussfolgerungen. Schweden und Estland zeigen, wie wichtig eine mehrdimensionale Analyse ist, die die Komplexität eines Bildungssystems und die vielfältigen Faktoren berücksichtigt, welche die schulischen Leistungen beeinflussen. Ein umfassendes und differenziertes Herangehen, das über vereinfachende Interpretationen wie «X verursacht Y» hinausgeht, ist unerlässlich, um die tatsächlichen Auswirkungen digitaler Technologien in der Bildung zu verstehen.

Die schulische Ausbildung ist das Ergebnis unzähliger verschiedener Elemente, von denen viele nicht einfach beobachtet, gemessen und modelliert werden können.

Zu diesen Problemen gehören beispielsweise Schwierigkeiten bei der Rekrutierung ausgebildeter Lehrpersonen und die negativen Einstellungen gegenüber dem Lehrberuf (Boström, 2023) sowie die Tatsache, dass Schweden sich bereits weit hin zu einer externen Vermarktung des Bildungssystems bewegt. Letzteres unterstreicht einen Bildungsansatz, der sich auf Marktprinzipien stützt, bei dem sich die Schulen in einem wettbewerbsorientierten Umfeld bewegen (Lundahl, Arreman, Holm &

2 Voraussetzungen gemäss Fachliteratur

Schülerinnen und Schüler mit den Fähigkeiten auszustatten, die sie benötigen, um erfolgreiche berufstätige und verantwortungsbewusste Bürgerinnen und Bürger zu werden, geht über die blosser Bereitstellung von Ausstattung und Infrastruktur hinaus.

Die Art und Weise, wie in der Klasse unterrichtet wird, spielt eine entscheidende Rolle dabei, ob die Schülerinnen und Schüler die im Westschweizer Lehrplan EdNum PER oder im Lehrplan 21 verankerten Lernziele erreichen oder nicht, wie dies auch in allen anderen Bereichen der Fall ist.

Für eine effiziente Nutzung digitaler Geräte müssen auch Aspekte berücksichtigt werden, die die gesamte Schule betreffen (Abbildung 1). Laut Gonon, Schmitz, Petko & Consoli (2024) ist die Schaffung günstiger Rahmenbedingungen auf Makroebene (kantonale Politik, institutionelle, kulturelle und soziale Strukturen) und Mesoebene (Organisation und Verwaltung der Schulen, professionelles Bildungsumfeld) entscheidend für den Erfolg der Integration von Technologien an den Schulen.

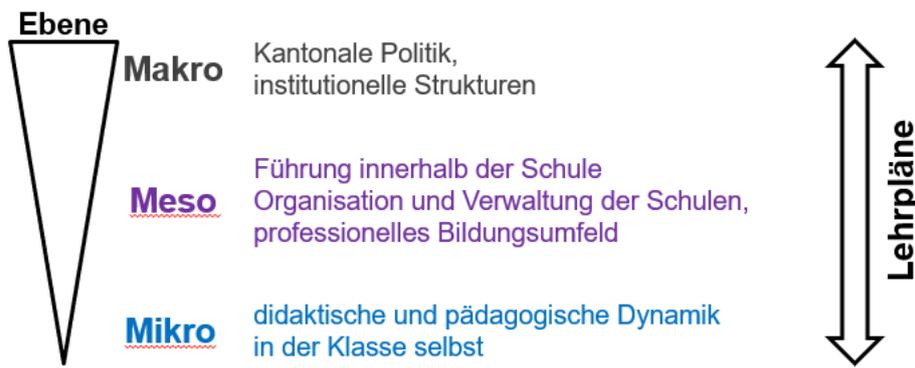
Die Mikroebene (didaktische und pädagogische Dynamik, die sich in der Klasse selbst abspielt) wird nicht berücksichtigt, da diese Arbeit den Rahmen des Mandats sprengen würde. Die verschiedenen Unterrichtsebenen sind ebenso wie die fachspezifischen didaktischen Ansätze gesondert zu betrachten. Die Lehrpersonenausbildung zuständigen Institutionen kennen die besten pädagogischen und didaktischen Praktiken für die Integration digitaler Technologien in den Unterricht zum Nutzen des Lernens, die im Rahmen der Forschung validiert wurden.

Beispielsweise kann Simulations- und Modellierungssoftware wie PhET Interactive Simulations⁸ in Naturwissenschaft und Technik eingesetzt werden, um den Schülerinnen und Schülern zu helfen, komplexe Konzepte anhand visueller und interaktiver Modelle zu verstehen. Dies macht das Lernen konkreter und ermöglicht es, hypothetische Szenarien ohne die Einschränkungen eines physikalischen Labors zu erforschen (Lampropoulos, Keramopoulos, Diamantaras & Evangelidis, 2022). *Augmented reality and gamification in education: A systematic literature review of research, applications, and empirical studies. Applied Sciences, 12(13), 6809.*

Ein weiteres Beispiel sind virtuelle Lernumgebungen (VLU)⁹ wie Moodle, Teams oder Google Classroom, die eine Plattform bieten, auf der Lehrpersonen und Schülerinnen und Schüler Ressourcen gemeinsam nutzen, Arbeiten einreichen und miteinander kommunizieren und sich austauschen können. Diese Lernumgebungen unterstützen differenziertes Lernen, indem sie es den Lehrpersonen ermöglichen, Ressourcen anzubieten, die auf die unterschiedlichen Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler zugeschnitten sind, und ihre Fortschritte individuell zu verfolgen (Alves, Miranda, & Morais, 2017).

⁸ PhET Interactive Simulations ist ein Projekt der Universität von Colorado in Boulder (USA). Dabei handelt es sich um ein gemeinnütziges Open-Learning-Projekt, das erforschbare Erklärungen erstellt und bereitstellt. Es wurde 2002 vom Nobelpreisträger Carl Wieman ins Leben gerufen.

⁹ Virtuelle Lernumgebungen (VLU) sind digitale Plattformen, die das Lehren und Lernen online (E-Teaching und E-Learning) erleichtern sollen, indem sie einen integrierten Zugang zu Bildungsressourcen, Kommunikationswerkzeugen und Kursverwaltungsfunktionen bieten. Sie ermöglichen eine verbesserte Interaktion zwischen Lehrpersonen und Schülerinnen und Schülern, fördern die Personalisierung des Lernens durch die Überwachung des Lernfortschritts und bieten eine grosse Flexibilität, indem sie Unterrichtsmaterialien jederzeit und von jedem Ort aus zugänglich machen.



1 Abbildung. Makro-, Meso- und Mikroebene

Um Erfolgsbedingungen und bewährte Praktiken auf Makro- und Meso-Ebene zu ermitteln und zusammenzufassen, haben wir für unser Vorgehen mehrere Schwerpunkte gewählt:

- **Auswahl aktueller wissenschaftlicher Artikel, die von Fachkolleginnen und Fachkollegen¹⁰** begutachtet wurden, wodurch die Glaubwürdigkeit und Zuverlässigkeit der Daten gewährleistet wird.
- **Der Schwerpunkt liegt auf Studien, die in der Schweiz durchgeführt werden**, um die Relevanz und Anpassungsfähigkeit der Vorgehensweisen an das schweizerische Bildungsumfeld zu gewährleisten. Diese Fokussierung ermöglicht es, Schlussfolgerungen zu ziehen, die direkt auf den schweizerischen Kontext anwendbar sind

Insgesamt wurden mehr als dreissig wissenschaftliche Artikel konsultiert (Anhang 2). Hinzu kommen ein Buch (Caneva & Brabant, 2023) und drei Berichte (EDUCA, 2023; ICILS 2013; Sieber, Bachofner & Briner, 2017), mit denen einige für den Schweizer Kontext spezifische Informationen ergänzt wurden.

Hauptziel der Analyse dieser Artikel war es, die Rahmenbedingungen oder Schlüsselfaktoren für den Erfolg der Umsetzung digitaler Strategien in Bildungseinrichtungen zu ermitteln.

Als Orientierung für unsere Analyse haben wir verschiedene Modelle der Schulentwicklung herangezogen, die auch im Rahmen der Integration digitaler Technologien Anwendung finden. Dazu gehören die Arbeiten von Unterwood u.a. (2010), Durek, Begičević Redep & Divjak (2017), Ifenthaler & Egloffstein (2020), Harder u.a. (2020) sowie Costa, Costa Castaño-Muñoz & Kampylis (2021).

Die bei den verschiedenen Modellen festgestellten Gemeinsamkeiten zeigen, dass eine wirksame Integration digitaler Technologien in den Unterricht von folgenden Faktoren abhängt: Eine gute Führung und Verwaltung sowohl auf der Makroebene (allgemeine Bildungspolitik) als auch auf der Mesoebene (Führung und Verwaltung innerhalb der Schule), Zugang zu einer angemessenen technologischen Infrastruktur, ein Weiterbildungsprogramm für die Lehrpersonen, die Einführung geeigneter pädagogischer Strategien und eine Organisationskultur, die offen für Veränderungen ist.

¹⁰ Ein «peer-reviewed» Artikel ist eine wissenschaftliche Arbeit, die vor ihrer Veröffentlichung ein Verfahren der kritischen Überprüfung durch andere Fachleute desselben Fachgebiets durchlaufen hat. Dieses Verfahren stellt sicher, dass die veröffentlichten Forschungsergebnisse qualitativ hochwertig und vertrauenswürdig sind, da sie von Fachleuten sorgfältig geprüft wurden. Peer Review ist ein wichtiger Grundpfeiler der wissenschaftlichen Praxis. Sie trägt zur Glaubwürdigkeit, Zuverlässigkeit und zu Wissensfortschritten in allen Bereichen der Wissenschaft bei.

Diese Faktoren machen deutlich, wie wichtig ein ganzheitlicher Ansatz ist, der die technischen, menschlichen und organisatorischen Dimensionen einbezieht, um ein offenes und flexibles Lernumfeld zu fördern.

Zu diesen Elementen haben wir zwei Faktoren hinzugefügt, die für unseren Kontext spezifisch sind: Die Unterstützung durch die Ansprechpersonen M&I (PICTS-Lehrpersonen)¹¹ und die gezielte Schulung der Schuldirektionen.

3.1. Zusammenfassung der Literatur

Um den Bericht einem breiten Publikum zugänglich zu machen, haben wir eine Kurzfassung erstellt, in der bewährte Vorgehensweisen und die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Integration von Technologien dargelegt werden.

Als Ergänzung zur Zusammenfassung haben wir eine geordnete Liste erstellt, die eine schnelle Visualisierung der verschiedenen in der wissenschaftlichen Literatur identifizierten Elemente ermöglicht (Anhang 2).

3.1.1. Bedingungen auf Makroebene

Institutionelle Faktoren auf Makroebene (Kanton und Bildungsbehörden) spielen eine wichtige Rolle für die erfolgreiche Integration digitaler Technologien in den Unterricht. Eine Grundvoraussetzung für die Erarbeitung und Umsetzung digitaler Strategien ist erstens die Zusammenarbeit mit Expertinnen und Experten aus verschiedenen Bereichen. Zweitens muss eine kantonale Digitalisierungsstrategie erarbeitet werden, die als klare Anleitung für die digitale Integration in den Schulen dient. Die gemeinsame Ausarbeitung des Umsetzungsprojekts mit allen beteiligten Akteuren bereichert den Prozess. Die aktive Einbindung von Lehrpersonen und Forschenden in die Erstellung von Lehrplänen, insbesondere in der Informatik, gewährleistet die Relevanz und Qualität der angebotenen Lehrpläne. Wichtig ist auch, dass die Bedenken der verschiedenen Interessengruppen hinsichtlich der Umsetzung des Projekts, seines zeitlichen Ablaufs und der Erwartungen an die einzelnen Interessengruppen anzusprechen und zu antizipieren.

Die Nachhaltigkeit der Digitalisierungsstrategie, die sowohl für die Entwicklung von Schlüsselkompetenzen für die Schülerinnen und Schüler als auch für die Rentabilität der Investitionen (Return on Investment - ROI) von grundlegender Bedeutung ist, hängt davon ab, wie nützlich sie von den Beteiligten wahrgenommen wird, wie einfach sie umgesetzt werden kann und ob in den Schulen angemessene Unterstützung auf technischer und pädagogischer Ebene zur Verfügung steht. Schliesslich sind die Unterstützung der Schuldirektionen durch die Bildungsbehörden, die Schaffung von Netzwerken für die Zusammenarbeit zwischen Schulen und die gemeinsame Nutzung von Ressourcen und Lerninhalten von grundlegender Bedeutung für eine nachhaltige und erfolgreiche Entwicklung der digitalen Bildung.

3.1.2. Bedingungen auf Mesoebene

3.1.2.1. Führung (Leadership) und Strategie der Schuldirektion

Die Schuldirektion sollte einen strategischen und ganzheitlichen Ansatz verfolgen, der mit der Entwicklung einer starken Führungsrolle und einer klaren Vision für die Integration von Technologien

¹¹ PICTS- Lehrpersonen sind Lehrpersonen, die sich in der Regel über einen entsprechenden Weiterbildungslehrgang für diese Funktion an ihrem Schulhaus qualifiziert haben und über ein entsprechendes Stundenkontingent verfügen. Sie unterstützen ihre Kolleginnen und Kollegen beim pädagogisch sinnvollen Einsatz von digitalen Medien im Unterricht, entwickeln Medienkonzepte für ihre Schulen und bieten interne Weiterbildungen an. Sie organisieren Schulungen zu digitalen Themen. PICTS arbeiten an einer Schule und übernehmen dort in der Regel weiterhin Unterrichtsstunden als Lehrperson (Röhl, 2023, S.140).

im Unterricht beginnt. Dies bedeutet, dass die Grundsätze des strategischen Managements angewandt werden müssen, um die Organisation, die Steuerung und die Einführung digitaler Technologien auf allen Schulstufen zu leiten. Die Notwendigkeit einer engagierten Schuldirektion, die von Forschenden wie Caneva & Brabant (2023), Ilomäki und Lakkala (2018), Grissom (2021) und Reis-Andersson (2023) in unterschiedlichen Kontexten wie der Schweiz, Kanada, Estland und Schweden hervorgehoben wird, unterstreicht die Bedeutung eines starken Führungsrahmens.

Die Schuldirektionen müssen die Digitalisierungsstrategie ihrer Schule erarbeiten, mit klaren Leitlinien für die Integration von Technologien in den Lehr- und Lernprozess, wie Caneva & Pulfrey (2023) und Reis-Andersson (2023) betonen. Diese Strategie sollte mit der kantonalen Strategie abgestimmt sein, aber spezifisch auf den Schulkontext zugeschnitten werden und das «Warum» hinter der Integration von Technologien erklären, wie in den Arbeiten von Caneva & Pulfrey (2023), Ruloff & Petko (2022), Harder et al. (2020) und Seufert & Tarantini (2022) in der Schweiz und in Deutschland hervorgehoben wird.

Entscheidend ist auch die Einführung einer transformativen Führung¹². Eine Schuldirektion, die diese Art von Führung übernimmt, erleichtert eine schnellere Integration von Technologien. Der signifikante Einfluss dieser Führung auf die positiven Überzeugungen der Lehrpersonen über digitale Technologien, ihre technischen Kompetenzen und ihre Lehrbefähigung mit digitalen Technologien wird von Ruloff & Petko (2022) und Schmitz, Antoniotti, Consoli, Cattaneo, Gonon & Petko (2023) gut dokumentiert.

Die Ansprechpersonen M&I müssen in die Erarbeitung der Digitalisierungsstrategie der Schule einbezogen werden. Indem Schuldirektionen einen Teil ihrer Führungsrolle an diese Akteure delegieren, können sie von deren Fachwissen profitieren, wie die Studien von Caneva u. a. (2023) im Kanton Waadt und von Röhl (2023) im Kanton Zürich gezeigt haben. Erfolgsfaktoren sind die verstärkte Zusammenarbeit zwischen der Schuldirektion und den Ansprechpersonen M&I (Geiss, Janser, Meyer-Baron, Röhl & Stadelmann, 2022) sowie der Einbezug innovativer Lehrpersonen, die ermutigt werden, gemeinsam mit der Schuldirektion digitale Projekte durchzuführen. Wie die Studie von Gonon, Schmitz, Petko & Consoli (2024) zeigt, haben diese proaktiven und digital interessierten Lehrkräfte einen Einfluss auf die pädagogische Innovation.

Auch ist es von entscheidender Bedeutung, den Schwerpunkt auf die pädagogischen Ziele zu legen und klare Ziele zu definieren, die über die bloße Nutzung digitaler Hilfsmittel hinausgehen (Gonon, Schmitz, Petko & Consoli, 2024; Ruloff & Petko, 2022).

Die Schuldirektion sollte sich aktiv einbringen, aber auch die Umsetzung der Digitalisierungsstrategie effektiv an die Ansprechpersonen M&I delegieren und gleichzeitig deren Arbeit bei der Begleitung der Lehrpersonen unterstützen (Caneva & Pulfrey, 2023).

Dieser Ansatz, der einen Top-down- und einen Bottom-up-Prozess (siehe Glossar) kombiniert, fördert eine Innovationskultur und ermöglicht eine bessere Nutzung der verfügbaren technologischen Ressourcen (Gonon, Schmitz, Petko & Consoli, 2024; Petko, Egger, Cantieni & Wespi, 2015).

Der proaktive Umgang mit Veränderungen (Seufert & Tarantini, 2022) (siehe Glossar), die klare Definition von Rollen und Aufgaben (Caneva u.a. 2023; Geiss, Janser, Meyer-Baron, Röhl &

¹² Transformative Führung basiert auf vier Grundgedanken: Mit gutem Beispiel vorangehen und eine klare Richtung vorgeben, die Mitarbeitenden durch hohe Erwartungen und klare Zielsetzungen motivieren, Kreativität und kritisches Denken fördern und sich schliesslich persönlich um jede Mitarbeiterin und jeden Mitarbeiter kümmern, wobei ihnen Unterstützung und Beratung angeboten wird (Bass, 1990).

Stadelmann. 2022) und die Anerkennung der entscheidenden Rolle von Ansprechpersonen (Caneva u.a. 2023) tragen allesamt zu einer erfolgreichen Integration digitaler Technologien im Unterricht bei.

Schliesslich erfordert die erfolgreiche Integration digitaler Technologien in den Unterricht eine gut durchdachte Strategie, die nicht nur Führung und Zusammenarbeit umfasst, sondern auch die Entwicklung einer Innovationskultur, des Experimentierens und der Zusammenarbeit. Die Rolle der Schuldirektion ist es, günstige Rahmenbedingungen für technologiegestütztes Lernen zu schaffen. Sie bietet den Lehrkräften Möglichkeiten zur Zusammenarbeit und räumt ihnen Zeit zum Experimentieren ein und legt damit den Grundstein für eine robuste Innovations- und Experimentierkultur. Diese offene Kultur ermöglicht es den Mitarbeitenden, sich mit den Risiken auseinanderzusetzen, die mit der Integration digitaler Technologien verbunden sind, fördert die Schaffung innovativer Lernumgebungen und befähigt die Lernenden, Verantwortung zu übernehmen.

Die Bedeutung einer solchen Kultur wird durch die Arbeit von Forschenden wie Lindqvist (2019), Reis-Andersson (2023), Andronic (2023), Niemi u.a. (2013) und Seufert & Turrentini (2022) unterstützt, die diese Phänomene in verschiedenen Kontexten wie Schweden, Estland, Finnland und der Schweiz beobachtet haben. Interne Kooperation und Zusammenarbeit werden als vorrangige Ziele für den Wissensaustausch und die Einführung bewährter Vorgehensweisen hervorgehoben. Ein solches Umfeld erleichtert nicht nur die Integration von Technologien, sondern fördert auch eine kontinuierliche Innovationsdynamik an der Schule.

Insgesamt unterstreicht dieser Ansatz die Bedeutung einer Führung mit einer klaren Vision, einer engen Zusammenarbeit aller Beteiligten und einer sorgfältigen Planung.

3.1.2.2. Die Rolle der Ansprechpersonen M&I bei der Begleitung von Lehrpersonen

Die erfolgreiche Integration digitaler Technologien in den Unterricht hängt weitgehend von der Rolle der Ansprechpersonen M&I ab. Ihre Effektivität hängt von der Klarheit ihres Auftrags, ihrer strategischen Einbindung, der kontinuierlichen beruflichen Weiterentwicklung, der Spezifität ihrer Ausbildung und der genauen Definition ihrer Zuständigkeiten ab.

Zunächst einmal ist es von entscheidender Bedeutung, die Art der von den Ansprechpersonen M&I erwarteten Begleitung klar zu definieren. Dies bedeutet, dass eine genaue Rolle und Aufgaben festgelegt werden müssen, insbesondere die Art der pädagogischen und/oder technischen Unterstützung, die von den Lehrkräften erwartet wird. Dieser Ansatz wird selten systematisch umgesetzt, ist jedoch unerlässlich, um die Wirksamkeit der Ansprechpersonen M&I zu optimieren, indem ihre Tätigkeit auf die tatsächlichen Bedürfnisse der Lehrpersonen abgestimmt wird. Die Arbeiten von Lorenz, Kikkas, Laanpere (2014) sowie von Caneva u.a. (2023), Röhl (2023) und Geiss, Janser, Meyer-Baron, Röhl & Stadelmann (2022) unterstreichen die Bedeutung dieser Definition, insbesondere in Estland und der Schweiz, um Unklarheiten zu beseitigen und den erfolgreichen Einsatz der Ansprechpersonen M&I zu erhöhen.

Ein weiterer grundlegender Aspekt ist die Einbindung der Ansprechpersonen M&I in die Digitalisierungsstrategie der Schule. Indem ihnen bei der Gestaltung und Umsetzung dieser Strategie eine aktiv unterstützende Rolle in der Schuldirektion zugewiesen wird, wird sichergestellt, dass digitale Initiativen fest in der Realität der Schule verankert sind und auf ihre Besonderheiten eingehen. Caneva u.a. (2023) sowie Röhl (2023) haben den Mehrwert dieser Zusammenarbeit hervorgehoben, die eine effektive Synergie zwischen der strategischen Vision der Schule und der technischen und pädagogischen Expertise der Ansprechpersonen M&I ermöglicht.

Die kontinuierliche berufliche Weiterbildung der Ansprechpersonen M&I ist ebenfalls ein wichtiger Faktor für ihre Effizienz. Es geht darum, ihnen flexible Weiterbildungen, Vernetzungsmöglichkeiten und die Möglichkeit zu bieten, bestimmte Themen über die formellen Sitzungen hinaus zu vertiefen.

Dies ermöglicht es ihnen, mit den technologischen und pädagogischen Entwicklungen Schritt zu halten und im Gegenzug den Lehrpersonen eine qualitativ hochwertige Betreuung zu bieten. Die Beiträge von Caneva u.a. (2023) sowie von Geiss, Janser, Meyer-Baron, Röhl & Stadelmann (2022) bestätigen die Bedeutung dieser Investition in die berufliche Weiterbildung der Ansprechpersonen M&I.

Darüber hinaus sollte die Weiterbildung der Ansprechpersonen M&I spezifische Inhalte umfassen, die sich auf effektive berufliche Entwicklungsaktivitäten konzentrieren, die den Lehrkräften angeboten werden können, wie etwa kurze Workshops, informelle Schulungen, Demonstrationen im Klassenzimmer, bei denen die Lehrpersonen eine aktive Haltung einnehmen, und Team-Teaching-Aktivitäten, um die Lehrpersonen in die Integration von Technologien einzuführen.

Caneva u. a. (2023) betonten, wie wichtig es für Ansprechpersonen M&I ist, die Schlüsselmerkmale dieser Aktivitäten zu beherrschen, wie die Personalisierung der Lerninhalte, Authentizität, praktische Erfahrung und die Übereinstimmung mit den Zielen der Schule. Dieser spezifische Ansatz ermöglicht es den Ansprechpersonen M&I, Schulungen anzubieten, die wirklich auf die Bedürfnisse der Lehrpersonen zugeschnitten sind, und eine erfolgreiche Integration der digitalen Technologien in die Unterrichtspraxis zu fördern.

Wichtig ist zudem auch, ein Standard-Kompetenzprofil für die Ansprechpersonen M&I festzulegen. Dieses Profil sollte Kompetenzen in den Bereichen Projektentwicklung und -management, Führung, Coaching, Kompetenzen in der Integration digitaler Technologien in den Unterricht und in der individuellen Unterstützung von Lehrkräften sowie interrelationale Kompetenzen zur Kommunikation, Motivation und Inspiration von Lehrkräften für neue Praktiken beinhalten. Die Arbeiten von Cattaneo, Bonini & Rauseo (2021), Ottenbrich u.a. (2020) sowie von Caneva u.a. (2023) und Röhl (2023) beleuchten diese Kernkompetenzen für die Ansprechpersonen M&I und betonen ihre zentrale Rolle für die erfolgreiche Integration digitaler Technologien in den Unterricht.

Aus all diesen Aspekten wird deutlich, dass die Ansprechpersonen M&I eine zentrale Rolle bei der erfolgreichen Integration digitaler Technologien in den Unterricht spielen. Ihre Aufgabe geht weit über die bloße technische oder pädagogische Unterstützung hinaus. Sie umfasst die Aus- und Weiterbildung, die Digitalisierungsstrategie und eine ständige Interaktion mit den Lehrkräften. Durch eine wirksame Strukturierung der von den Ansprechpersonen M&I angebotenen Unterstützung können Schulen die positiven Auswirkungen der digitalen Technologien auf das Lehren und Lernen maximieren und so eine bereichernde pädagogische Entwicklung für alle beteiligten Akteurinnen und Akteure fördern.

3.1.2.3. Weiterbildung der Lehrpersonen

Die erfolgreiche Integration digitaler Technologien in den Unterricht hängt weitgehend vom Engagement und der Ausbildung der Lehrkräfte ab (Akram & Abdelrady, 2022; Sheffield, Blackley & Molo, 2018; Van Niekerk & Blignault, 2014; Rodrigues, 2020).

Studien wie die ICILS 2013¹³ zeigen, dass die Weiterbildung in diesem Bereich an den Schulen in der Schweiz nicht immer einen hohen Stellenwert genießt, da nur ein geringer Anteil der Schülerinnen und Schüler (6,8%) Schulen besucht, die diesem Bereich einen hohen Stellenwert einräumen.

Die Forschungsarbeiten von Davies (2014), Sheffield (2018) und Ghavifekr & Rosdy (2015) zeigen, dass die Teilnahme der Lehrpersonen an Weiterbildungsprogrammen einen bedeutenden Einfluss auf die Wirksamkeit der Integration digitaler Technologien in ihre Praxis hat.

Entscheidend ist die Relevanz der Modalitäten und Inhalte der Programme zur beruflichen Weiterentwicklung. Der von den Ausbilderinnen und Ausbildern im Rahmen von Schulungen vorgeschlagene Ansatz sollte interaktiv und praxisorientiert sein (El Hamamsy u.a., 2021), wobei der Schwerpunkt auf der Entwicklung des technologiebezogenen fachdidaktischen Wissens (Knezek & Christensen, 2016) und auf der Stärkung der digitalen Kompetenzen der Lehrpersonen liegen sollte (Poldoja, 2020; Harder u.a., 2020). Entscheidend ist auch die Stärkung des Kompetenzgefühls der Lehrkräfte im Umgang mit digitalen Technologien, wie Petko (2012) betont.

Die Vermittlung des Nutzens der Technologieintegration (Schmitz, Antonietti, Consoli, Cattaneo, Gonon & Petko, 2023) und die Stärkung der intrinsischen Motivation der Lehrkräfte (Knezek & Christensen, 2016) sind entscheidend, um eine proaktive Haltung gegenüber dem Einsatz digitaler Technologien im Unterricht zu fördern. Dabei spielen die Autonomie der Lehrpersonen und ihre Überzeugung, dass sie den Unterricht mit Hilfe digitaler Technologien verbessern können, eine wichtige Rolle (Knezek & Christensen, 2016).

Studien deuten jedoch drauf hin, dass die Lehrpersonen gegenüber den Ansprechpersonen M&I eine bisweilen passive Einstellung haben: Dies zeigt sich darin, dass die Lehrpersonen tendenziell darauf hoffen, dass die Ansprechpersonen für sie die digitale Bildung übernehmen (Geiss, Janser, Meyer-Baron, Röhl & Stadelmann, 2022). Diese Dynamik unterstreicht die Notwendigkeit, die Lehrpersonen in den Prozess der Technologieintegration einzubeziehen, indem sie dazu ermutigt werden, eine aktive Rolle beim Lernen und bei der Nutzung digitaler Technologien zu übernehmen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es für eine wirksame Integration der digitalen Technologien in den Unterricht zwingend erforderlich ist, die Ausbildung und berufliche Entwicklung der Lehrkräfte in den Mittelpunkt der Bildungsstrategie zu stellen. Dazu gehört die Schaffung geeigneter Aus- und Weiterbildungsprogramme, die Stärkung der Kompetenzen und der Motivation der Lehrpersonen sowie die Förderung eines proaktiven Ansatzes für den Einsatz digitaler Technologien.

3.1.2.4. Die Schulung von Schuldirektionen

Die Schulung von Schuldirektionen im Bereich der digitalen Führung ist für eine erfolgreiche Integration digitaler Technologien in den Unterricht von entscheidender Bedeutung. Viele Verantwortliche, die für diese Integration zuständig sind, wurden nicht entsprechend geschult, um eine effektive Führungsrolle in diesem Bereich zu übernehmen (Christensen u.a., 2018).

¹³ Die ICILS-Studie (International Computer and Information Literacy Study) misst die Kenntnisse von Schülerinnen und Schülern sowie Lehrkräften auf der ganzen Welt im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien. Dieser Test wurde von der International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) im Juni 2010 entwickelt. Diese international vergleichenden Schulleistungsstudie misst den schulischen Wissensstand von Viertklässlern (Schülerinnen und Schülern der 6H, laut Recherchen wird diese Studie bei Schüler/innen der 8. Jahrgangsstufe (in D) durchgeführt) in den Bereichen digitale Kompetenz und Computational Thinking (informatisches Denken).

Die Fähigkeit, eine gemeinsame Vision zu entwickeln, den Fokus auf die Pädagogik und nicht auf die Instrumente zu richten und zu versuchen, zu einer kontinuierlichen beruflichen Weiterentwicklung der Lehrpersonen und Ansprechpersonen beizutragen, sind laut Christensen u.a. (2018) wesentliche Eigenschaften wirksamer Führungskräfte.

Die Weiterbildungsangebote für Führungskräfte im Bildungsbereich sollten nicht nur die Entwicklung grundlegender digitaler Kompetenzen umfassen, sondern auch fundierte Kenntnisse über die Vorteile und Herausforderungen digitaler Technologien für den Unterricht vermitteln. Caneva & Pulfrey (2023) sowie Sieber, Bachofner & Briner (2017) weisen jedoch darauf hin, dass die Integration digitaler Technologien in den von den Hochschulen in der Schweiz angebotenen Schulleitungsausbildungen oft nur am Rande oder gar nicht behandelt wird und dass es nur wenige Ausbildungsangebote gibt, die sich spezifisch mit dieser Thematik befassen.

Diese Lücke in der Ausbildung macht deutlich, wie wichtig es ist, gezielte Aus- und Weiterbildungsprogramme zu entwickeln und umzusetzen, die Schuldirektionen mit den grundlegenden digitalen Kompetenzen und dem strategischen Wissen ausstatten, das sie benötigen, um die Integration von Technologien in den Lernprozess wirksam zu steuern. Durch die Stärkung der digitalen Führungsrolle der Schuldirektionen wird es möglich sein, einen strategischen und kohärenten Ansatz zur Integration digitaler Technologien zu fördern, der nicht nur die Instrumente selbst, sondern auch ihre pädagogische Wirkung und ihr Potenzial zur Verbesserung der Lernumgebung berücksichtigt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bei der erfolgreichen Integration digitaler Technologien in die Bildung auch die Schulung der Schuldirektionen eine Rolle spielt. Eine gestärkte digitale Führung mit umfassenden Fähigkeiten und Kenntnissen ist heute unerlässlich.

3.1.2.5. Infrastruktur, Ausrüstung und technische Unterstützung

Infrastruktur, Ausrüstung und technische Unterstützung sind weitere wesentliche Elemente für die erfolgreiche Integration digitaler Technologien in den Unterricht.

Es muss Ausrüstung und eine minimale Infrastruktur bereitgestellt werden, wie die Arbeiten von Petko (2012), Petko, Egger, Cantieni & Wespi (2015), Geiss, Janser, Meyer-Baron, Röhl & Stadelmann (2022) und Abdelrady, Al-Adwan & Ramzan (2022) zeigen. Lehrpersonen setzen tendenziell mehr Computer und Internet im Unterricht ein, wenn sie sich im Umgang mit digitalen Technologien für den Unterricht kompetent fühlen, über mehr Computer verfügen, für die Klasse, in der sie unterrichten, verantwortlich sind, davon überzeugt sind, dass digitale Werkzeuge das Lernen der Schülerinnen und Schüler verbessern, und konstruktivistische Unterrichtsformen anwenden (siehe Glossar). Die Verfügbarkeit digitaler Technologien und die Qualifikationen der Lehrkräfte erweisen sich als die besten Prädiktoren für die Nutzung von Technologien. Dies zeigt, wie wichtig es ist, Hindernisse wie langsames Internet und fehlende Infrastruktur zu beseitigen.

Wie Poldoja (2020) in Estland betont, ist der Ausbau der Infrastruktur in den Schulen und die Unterstützung von grundlegender Bedeutung. Die Digitalisierungsstrategien in den Schulen sollten sich auf die Integration einer Digital Literacy (digitaler Kompetenzen) in den Lernprozess, die Bereitstellung der erforderlichen Unterstützung durch die Entwicklung der digitalen Kompetenzen von Lehrpersonen, die Entwicklung digitaler Lernressourcen, E-Learning-Dienste und die Verbesserung der technologischen Infrastruktur konzentrieren.

Ein leichter Zugang zu technischer Unterstützung ist ebenfalls eine Voraussetzung für den Erfolg. Die Lehrpersonen müssen sich bei Problemen auf rasche und effektive technische Unterstützung verlassen können, damit der Unterricht nicht unterbrochen wird, wie Pulfrey & Caneva (2023) empfehlen.

Die Qualität der Infrastruktur und der Ausstattung spielt eine zentrale Rolle für die Fähigkeit der Ansprechpersonen M&I, ihre Kompetenzen zu nutzen, um die Lehrpersonen beim Erwerb neuer Kompetenzen zu unterstützen (Caneva u.a., 2023).

Schliesslich ist es auch wichtig, die Lernräume zu überdenken, um sie flexibler zu gestalten. Wie Seufert & Turrentini (2022) vorschlagen, sollten die physischen Lernräume neugestaltet werden, damit sie mit dem pädagogischen Ansatz übereinstimmen (siehe Glossar) und flexiblere Lernräume umfassen (siehe Glossar).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine robuste Infrastruktur, eine angemessene Ausstattung, ein gut erreichbarer technischer Support und flexible Lernräume für eine erfolgreiche Integration digitaler Technologien in den Unterricht unerlässlich sind. Dadurch werden nicht nur Hindernisse für die Nutzung digitaler Technologien beseitigt, sondern es wird auch ein Umfeld geschaffen, das der pädagogischen Innovation und der Verbesserung des Lernens der Schülerinnen und Schüler förderlich ist.

Schlussbemerkungen

Die Integration digitaler Technologien in den Unterricht beschränkt sich nicht nur auf die Bereitstellung technischer Ausrüstung, sondern wird auch von Lehrplänen vorgegeben, die in erster Linie auf die Erreichung spezifischer pädagogischer Ziele ausgerichtet sind.

Obwohl es bereichernd ist, die Praktiken in technologisch fortschrittlichen Ländern wie Schweden oder Estland zu beobachten, müssen wir vereinfachende Ansätze vermeiden, die die inhärente Komplexität des Bildungssystems ausser Acht lassen.

Die Integration von Technologien an den Schulen stellt eine komplexe Herausforderung dar, die einen systemischen und nachhaltigen Ansatz erfordert. Gesetzliche und organisatorische Rahmenbedingungen wie Führung, strategische Planung, Zusammenarbeit zwischen den Fachkräften, deren ständige Weiterbildung und eine anpassungsfähige Organisationskultur, spielen in diesem Prozess eine wichtige Rolle. Die Integration von Technologie in den Unterricht erfordert ein Umdenken in der Organisationskultur der Schulen.

Bewährte Vorgehensweisen (Best Practices) und Erkenntnisse aus der Forschung können den Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträgern helfen. Die Analyse der wissenschaftlichen Literatur zeigt, dass Infrastruktur und Ausrüstung die notwendigen Grundlagen bilden, aber eine erfolgreiche Integration auch von einer Vielzahl anderer Faktoren und Rahmenbedingungen abhängt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Einsatz digitaler Technologien im Unterricht dazu beitragen sollte, die Ziele der Lehrpläne zu erreichen, die herkömmlichen Unterrichtsmethoden zu ergänzen und die Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung zu berücksichtigen.

Glossar

- **Pädagogischer Ansatz:** Ein pädagogischer Ansatz bezeichnet eine bestimmte Art und Weise, Lehr- und Lernaktivitäten zu organisieren und durchzuführen. Es handelt sich um eine Reihe von Methoden, Strategien und Techniken, die die Lehrpersonen einsetzen, um das Lernen zu erleichtern. Sie wird von der Unterrichtsvision der Lehrperson, ihrem Verständnis davon, wie Schülerinnen und Schüler lernen, sowie von den angestrebten Bildungszielen beeinflusst. Ein pädagogischer Ansatz kann auf die Lehrperson, auf die Lernende oder den Lernenden oder auf eine Kombination aus beidem ausgerichtet sein. Sie kann auch je nach Bildungskontext, Unterrichtsthema und den spezifischen Bedürfnissen der Lernenden variieren.

Zum Beispiel legt ein **konstruktivistischer Ansatz** den Schwerpunkt auf das aktive Lernen der Schülerinnen und Schüler, bei dem Wissen durch Erfahrung und Reflexion aufgebaut wird.

- **Konstruktivistisch / konstruktivistische Unterrichtsformen – konstruktivistischer Ansatz:** siehe «pädagogischer Ansatz».
- **Bewältigung des Wandels:** Die Bewältigung des Wandels an den Schulen bezieht sich auf einen systematischen und strategischen Ansatz, der den Mitgliedern einer Schule dabei hilft, sich von einem gegenwärtigen Zustand zu einem gewünschten zukünftigen Zustand zu entwickeln. Dies umfasst die Erkennung, Planung, Umsetzung und Bewertung von Veränderungen in den Strategien, Verfahren, Lehrplänen, Organisationsstrukturen oder Technologien.
- **Ganzheitlich:** einen Aspekt in seiner Gesamtheit berücksichtigen.
- **Generative künstliche Intelligenzen (KI):** Generative KI bezeichnet eine Kategorie künstlicher Intelligenz, die die Fähigkeit besitzt, neue und originelle Inhalte zu erstellen, die es vorher noch nicht gab. Dazu gehört die Generierung von Text, Bildern, Musik, Videos und sogar Programmiercodes auf der Grundlage der Trainingsdaten, die sie erhalten hat. Generative KI-Modelle wie GPT (Generative Pretrained Transformer) für Text oder DALL-E für Bilder nutzen sogenannte Deep Neural Networks (tiefe neuronale Netzwerke), um Muster in grossen Datensätzen zu analysieren und Kreationen zu erzeugen, die diesen Daten ähneln oder von ihnen inspiriert sind. Oft geht es darum, Inhalte zu produzieren, die sich nicht von den von Menschen geschaffenen unterscheiden lassen, oder Menschen bei kreativen Aufgaben zu unterstützen.
- **Leadership (Führung):** Unter schulischer Führung versteht man den Einfluss, den Einzelpersonen oder Gruppen an einer Schule ausüben, um die Werte, die Ausrichtung, die Gemeinschaft und die Leistung der Schule zu lenken. Dazu gehört die Fähigkeit, Lehrpersonen, Personal, Schülerinnen und Schüler sowie die Bildungsgemeinschaft anzuleiten und zu motivieren, um gemeinsame pädagogische Ziele zu erreichen. Dies umfasst die Entwicklung strategischer Visionen, das Ressourcenmanagement, pädagogische Innovationen und die Förderung eines Umfelds, das dem Lernen sowie der persönlichen und kollektiven Entwicklung förderlich ist. Die Führung einer Schule ist häufig auf verschiedene Akteure verteilt, darunter auch, aber nicht nur, auf die Mitglieder der Schuldirektion.
- **Ansprechpersonen M&I:** Ansprechpersonen M&I (auch unter der Bezeichnung PICTS bekannt) sind «Lehrpersonen, die sich in der Regel über einen entsprechenden Weiterbildungslehrgang für diese Funktion an ihrem Schulhaus qualifiziert haben und über ein entsprechendes Stundenkontingent verfügen. Sie unterstützen ihre Kolleginnen und Kollegen beim pädagogisch sinnvollen Einsatz von digitalen Medien im Unterricht,

entwickeln Medienkonzepte für ihre Schulen und bieten interne Weiterbildungen zu Digitalthemen an. (...) übernehmen dort in der Regel weiterhin Unterrichtsstunden als Lehrperson» Röhl, 2023, S.140.

- **Bottom-up-Prozess:** Ein Bottom-up-Prozess ist ein von unten nach oben gerichteter Entscheidungs- und Managementansatz. Das heisst, dass Ideen, Anregungen, Feedbacks und Initiativen von den Mitarbeitenden an vorderster Front oder von der operativen Ebene kommen und anschliessend zurück zu den mittleren Führungsebenen und der Direktion (Geschäftsleitung) gehen.
- **Top-down-Prozess:** Diese Art von Prozess, bei dem Entscheidungen von der Geschäftsleitung getroffen und den Mitarbeitern zur Umsetzung weitergegeben werden, steht häufig im Gegensatz zum Bottom-up-Ansatz.

Literatur (Quellen)

Schwedische Nationale Agentur für Bildung [Skolverket]. 2018a. *Curriculum for the Compulsory School, Preschool Classes and School-Age Educare, Revised 2018*.
<https://www.skolverket.se/publikationer?id=3984>.

Schwedische Nationale Agentur für Bildung [Skolverket]. 2018b. *Curriculum for the Preschool, Lpfö18*. <https://www.skolverket.se/publikationer?id=4049>.

Schwedische Nationale Agentur für Bildung [Skolverket]. 2018c. *Curriculum for the Upper-Secondary School*. <https://www.skolverket.se/publikationer?id=2975>.

Akram, H., & Abdelrady, A. H. (2022). Teachers' perceptions of technology integration in teaching-learning practices: A systematic review. *Frontiers in psychology, 13*, 920317.

Alves, P., Miranda, L., & Morais, C. (2017). The influence of virtual learning environments in students' performance. *Universal Journal of Educational Research, 5*(3), 517-527.

Andronic, A. (2023). Digital Transformation in Education: a Comparative Analysis of Moldova and Estonia and Recommendations for Sustainable Financing. *Eastern European Journal for Regional Studies (EEJRS), 9*(2), 96-107.

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.

Backfisch, I., Lachner, A., Stürmer, K., & Scheiter, K. (2021). Variability of teachers' technology integration in the classroom: A matter of utility! *Computers & Education, 166*, 104159.

Bass, B. M. (1990). From transactional to transformational leadership: Learning to share the vision. *Organizational dynamics, 18*(3), 19-31.

Bos, W., Eickelmann, B., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., ... & Wendt, H. (2014). ICILS 2013. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich. Münster [ua]: Waxmann.

Boström, L. (2023), What is the problem and how can we solve it? School authorities' perceptions of the shortage of teachers in Sweden. *Educ Res Policy Prac 22*, 479–497 (2023).
<https://doi.org/10.1007/s10671-023-09350-7>

Caneva, C., & Brabant, C. (2023). *Développer la stratégie numérique de votre établissement d'enseignement: Un guide en 5 étapes*. PUQ.

Caneva, C., & Pulfrey, C. (2023). Digital Capacity Building in Schools: Strategies, Challenges, and Outcomes. *Médiations et médiatisations, (13)*, 45-64.

Caneva, C., Monnier, E., Pulfrey, C., El-Hamamsy, L., Avry, S., & Zufferey, J. D. (2023). Technology integration needs empowered instructional coaches: accompanying in-service teachers in school digitalization. *International Journal of Mentoring and Coaching in Education, 12*(2), 194-215.

Cattaneo, A. A., Bonini, L., & Rauseo, M. (2021). The "Digital Facilitator": An Extended Profile to Manage the Digital Transformation of Swiss Vocational Schools. *Digital Transformation of Learning Organizations, 169-187*.

Choi, M. (2016). A Concept Analysis of Digital Citizenship for Democratic Citizenship Education in the Internet Age. *Theory & Research in Social Education, 44*(4), 565–607.
<https://doi.org/10.1080/00933104.2016.1210549>

Christensen, R., Eichhorn, K., Prestridge, S., Petko, D., Sligte, H., Baker, R., ... & Knezek, G. (2018). Supporting learning leaders for the effective integration of technology into schools. *Technology, Knowledge and Learning*, 23, 457-472.

Consoli, T., Désiron, J., & Cattaneo, A. (2023). What is “technology integration” and how is it measured in K-12 education? A systematic review of survey instruments from 2010 to 2021. *Computers & Education*, 104742.

Costa, P., Castano-Munoz, J., & Kampylis, P. (2021). Capturing schools' digital capacity: Psychometric analyses of the SELFIE self-reflection tool. *Computers & Education*, 162, 104080.

Davies, R. S., & West, R. E. (2014). Technology integration in schools. *Handbook of research on educational communications and technology*, 841-853.

Digital Economy and Society Index (DESI, 2022).

<https://digital-decade-desi.digital-strategy.ec.europa.eu/datasets/desi-2022/charts>

Đurek, V., Ređep, N. B., & Divjak, B. (2017). Digital maturity framework for higher education institutions. In *Central European Conference on Information and Intelligent Systems* (pp. 99-106). Faculty of Organization and Informatics Varazdin.

EDUCA (2023) Bildungsbericht Schweiz – Bericht 2023. <https://www.skbf-csre.ch/bildungsbericht/bildungsbericht/>

Europäische Kommission (2021). Education and Training Monitor 2021. <https://op.europa.eu/webpub/eac/education-and-training-monitor-2021/en/estonia.html> / <https://op.europa.eu/webpub/eac/education-and-training-monitor-2021/de/index.html>

El-Hamamsy, L., Chessel-Lazzarotto, F., Bruno, B., Roy, D., Cahlikova, T., Chevalier, M., ... & Mondada, F. (2021). A computer science and robotics integration model for primary school: evaluation of a large-scale in-service K-4 teacher-training program. *Education and Information Technologies*, 26, 2445-2475.

European Schoolnet (2013). Survey of Schools: ICT in Education. Benchmarking access, use and attitudes to technology in Europe's schools.

http://www.eun.org/documents/411753/817341/Survey+of+Schools-ICT+in+Education_summary2013/3e8082fc-7aaf-4e00-955f-dca445c9b53b.

Forsler, I., & Guyard, C. (2023). Screens, teens and their brains. Discourses about digital media, learning and cognitive development in popular science neuroeducation. *Learning, Media and Technology*, 1-14.

Fütterer, T., Scheiter, K., Cheng, X., & Stürmer, K. (2022). Quality beats frequency? Investigating students' effort in learning when introducing technology in classrooms. *Contemporary Educational Psychology*, 69, 102042.

Geiss, M., Janser, P. Meyer-Baron, L., Röhl, T. & Stadelmann, T. (2022). PICTS in einer sich wandelnden digitalen Gesellschaft – Bedürfnisse und Bedarf: Abschlussbericht zur Studie. Zürich: Pädagogische Hochschule Zürich. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7385330>.

Gouvernement suédois (2017). *Nationell digitaliseringsstrategi för skolväsendet* [Stratégie nationale de numérisation du système scolaire]. <https://www.regeringen.se/4a9d9a/contentassets/00b3d9118b0144f6bb95302f3e08d11c/nationell-digitaliseringsstrategi-for-skolvasendet.pdf>

Schwedische Regierung (2019). Digital strategi, AI-vitbok och datastrategi [Digitale Strategie, Weissbuch zur KI und Datenstrategie].

<https://www.regeringen.se/faktapromemoria/2020/03/201920fpm23/>

Schwedische Regierung (2023). *Förslag på nationell digitaliseringsstrategi skickas på remiss.*[Suggested national digitalization strategy remitted].

<https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2023/03/forslag-pa-nationell-digitaliseringsstrategi-skickas-pa-remiss/>.

Ghavifekr, S., & Rosdy, W. A. W. (2015). Teaching and learning with technology: Effectiveness of ICT integration in schools. *International journal of research in education and science*, 1(2), 175-191.

Godhe, A. L. (2024). Swedish teachers' digital competence–infrastructures for teaching and working. In *Digitalization and Digital Competence in Educational Contexts*. Taylor & Francis.

Gonon, P., Schmitz, M. L., Petko, D., & Consoli, T. (2024). De la numérisation à la transformation numérique. *Transfer. Formation professionnelle dans la recherche et la pratique* 9(1).

Grönlund, Å., Wiklund, M., & Böö, R. (2018). No name, no game: Challenges to use of collaborative digital textbooks. *Education and Information Technologies*, 23, 1359-1375.

Håkansson Lindqvist, M. (2019). School leaders' practices for innovative use of digital technologies in schools. *British Journal of Educational Technology*, 50(3), 1226-1240.

Hall, C., Lundin, M., Mörtlund, T., & Sibbmark, K. (2021). En dator per elev i

mellanstadiet. Hur påverkas undervisningen och studieresultaten? [Un ordinateur par élève au collège. Quel est l'impact sur les résultats de l'enseignement et de l'apprentissage?] [IFAU - Institutet för Arbetsmarknads- och Utbildningspolitisk Utvärdering].

Hamidi, A., Zerega, R., Tavajoh, S., Milrad, M., & Masiello, I. (2022, 5.-17. Juni). Digital competence & computational thinking for preschool pre-service teachers: From lab to practice. Sixth APSCE International Conference on Computational Thinking and STEM Education, Delft, Pays-Bas.

<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:lnu:diva-114484>

Herrero, C. (2024, 8. März). *VET Workshop*, Joint Research European Commission Séville, Espagne.

Högström, P., & Holm, A. S. (2020). Lärares användning av augmented reality för utveckling av elevers lärande om molekylers strukturer i gymnasieskolans kemiundervisning. In *FND 2020, Göteborg, Sverige, 11./12. November, 2020* (S. 9-10).

Ifenthaler, D., & Egloffstein, M. (2020). Development and implementation of a maturity model of digital transformation. *TechTrends*, 64(2), 302-309.

Ilomäki, L., & Lakkala, M. (2018). Digital technology and practices for school improvement: innovative digital school model. *Research and practice in technology enhanced learning*, 13, 1-32.

International Computer and Information Literacy Study (ICILS) (2013).

<https://www.iea.nl/studies/iea/icils/2013>

Juuti, K., Kervinen, A., & Loukomies, A. (2022). Quality over frequency in using digital technology: Measuring the experienced functional use. *Computers & Education*, 176, 104361.

Knezek, G., & Christensen, R. (2016). Extending the will, skill, tool model of technology integration: Adding pedagogy as a new model construct. *Journal of Computing in Higher Education*, 28(3), 307-325.

Külling, C., Waller, G., Suter, L., Willemse, I., Bernath, J., Skirgaila, P., Streule, P., & Süss, D. (2022). JAMES – Jugend, Aktivitäten, Medien – Erhebung Schweiz. Zurich: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.

Lampropoulos, G., Keramopoulos, E., Diamantaras, K., & Evangelidis, G. (2022). Augmented reality and gamification in education: A systematic literature review of research, applications, and empirical studies. *Applied Sciences*, 12(13), 6809.

Lorenz, B., Kikkas, K., & Laanpere, M. (2014). The role of educational technologist in implementing new technologies at school. In *Learning and Collaboration Technologies. Technology-Rich Environments for Learning and Collaboration: First International Conference, LCT 2014, Held as Part of HCI International 2014, Heraklion, Crete, Greece, June 22-27, 2014, Proceedings, Part II 1* (pp. 288-296). Springer International Publishing.

Lorenz, B., Kikkas, K., & Laanpere, M. (2016). Digital Turn in the schools of Estonia: Obstacles and Solutions. In *Learning and Collaboration Technologies: Third International Conference, LCT 2016, Held as Part of HCI International 2016, Toronto, ON, Canada, July 17-22, 2016, Proceedings 3* (pp. 722-731). Springer International Publishing.

Lundahl, L., Arreman, I. E., Holm, A. S., & Lundström, U. (2013). Educational marketization the Swedish way. *Education inquiry*, 4(3), 22620.

Masiello, I., Mohseni, Z., & Nordmark, S. (2023). Trends and Issues of Digital Learning in Sweden. https://www.researchgate.net/publication/376722142_Chapter_Trend_and_Issues_of_Digital_Learning_in_Sweden_In_Yi

Niemi, H., Kynäslähti, H., & Vahtivuori-Hänninen, S. (2013). Towards ICT in everyday life in Finnish schools: Seeking conditions for good practices. *Learning, Media and Technology*, 38(1), 57-71.

Nizyev, V. (2022). Exploring the students' digital competence development in the education policies of Singapore and Estonia (Master's thesis).

Bundesamt für Statistik (BFS), (8.2.2024). Aufgaben, digitale Geräte und Automatisierungsrisiko am Arbeitsplatz im Jahr 2022. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/aktuell/medienmitteilungen.gnpdetail.2023-0535.html>

Organisation for Economic Co-operation and Development OECD (2015). Students, computers and learning: making the connection. PISA Series, OECD Publishing.

Organisation for Economic Co-operation and Development OECD (2023), PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>

Ottenbreit-Leftwich, A., Liao, Y.C., Karlin, M., Lu, Y.H., Ding, A.C.E. & Guo, M. (2020). Year-long implementation of a research-based technology integration professional development coaching model in an elementary school, *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 36(4), 206-220.

Parker, C. E., Stylinski, C. D., Bonney, C. R., DeLisi, J., Wong, J., & Doty, C. (2019). Measuring quality technology integration in science classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 28, 567-578.

Pedaste, M., & Bardone, E. (2023). Trends and Issues of Digital Learning in Estonia. Trends and Issues of Promoting Digital Learning in High-Digital-Competitiveness Countries: Country Reports and International Comparison.

Petko, D., Döbeli Honegger, B., & Prasse, D. (2018). Digitale Transformation in Bildung und Schule: Facetten, Entwicklungslinien und Herausforderungen für die Lehrerinnen-und Lehrerbildung. *Beiträge zur Lehrerinnen-und Lehrerbildung*, 36(2), 157-174.

- Petko, D., 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.
- Petko, D. (2012). Teachers' Pedagogical Beliefs and Their Use of Digital Media in Classrooms: Sharpening the Focus of the «Will, Skill, Tool» Model and Integrating Teachers' Constructivist Orientations. *Computers & Education*, 58(4), 1351 – 1359.
- Petko, D., Egger, N., Cantieni, A., & Wespi, B. (2015). Digital media adoption in schools: Bottom-up, top-down, complementary or optional?. *Computers & Education*, 84, 49-61.
- Põldoja, H. (2020). Report on ICT in Education in the Republic of Estonia. *Comparative Analysis of ICT in Education Between China and Central and Eastern European Countries*, 133-145.
- Pulfrey & Caneva (2023). Strategy, support and sharing: Key factors in developing digital competence in schools. (manuscript soumis)
- Reis-Andersson, J. (2023). Leading the digitalisation process in K-12 schools–The school leaders' perspective. *Education and Information Technologies*, 1-19.
- Rodrigues, A. L. (2020). Digital technologies integration in teacher education: the active teacher training model. *Journal of e-learning and knowledge society*, 16(3), 24-33.
- Röhl, T. (2023). Mittendrin – der pädagogische ICT-Support an Zürcher Volksschulen und gemeinschaftliche Führung. Dans T. Röhl, J. Breitschaft, E. Burri, N. Wespi (dir.), *Digital Leadership – Schulen im digitalen Wandel führen*. HEP Verlag. DOI: <https://doi.org/10.36933/97830355233>
- Ruloff, M., & Petko, D. (2022). School principals' educational goals and leadership styles for digital transformation: results from case studies in upper secondary schools. *International Journal of Leadership in Education*, 1-19.
- Sieber, P., Bachofner, P., & Briner, N. (2017). Zeitgemässe digitale Lern-und Lehrumgebung für die Schweizer Schulen. *Dr. Pascal Sieber & Partners AG, Bern, Zürich, Triesen*.
- Selwyn, N. (2024, 9 février). *Taking technology out of Swedish schools... and the search for what the 'science' says (notes on Forsler & Guyard 2023)*. <https://criticaledtech.com/2024/02/09/taking-technology-out-of-swedish-schools-and-the-search-for-what-the-science-says-notes-on-forsler-guyard-2023/>
- Skolverket. (2017). Läroplan för grundskolan samt för förskoleklassen och fritidshemmet [Curriculum for the compulsory school, preschool class and school-age educare]. <https://www.skolverket.se/undervisning/grundskolan/laroplan-och-kursplaner-for-grundskolan/laroplan-lgr11->
- Sheffield, R., Blackley, S., & Moro, P. (2018). A professional learning model supporting teachers to integrate digital technologies. *Issues in Educational Research*, 28(2), 487-510.
- Scalise, K. (2016). Student collaboration and school educational technology: Technology integration practices in the classroom. *Journal on School Educational Technology*, 11(4), 53-63.
- 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.
- Seufert, S., & Tarantini, E. (2022). Gestaltung der digitalen Transformation in Schulen: Ein Reifegradmodell für die Berufsbildung. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie Und Praxis Der Medienbildung*, 49(Schulentwicklung), 301–326. <https://doi.org/10.21240/mpaed/49/2022.07.15.X>

Sveriges Kommuner och Regioner. (2020). Skoldigiplan—Nationell handling-splan för skolans digitalisering. [Plan de numérisation des écoles - Plan d'action national pour la numérisation des écoles.] <http://skoldigiplan.se/index.html>

The Digital Economy and Society Index (DESI) 2022. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi>

Tire, G. (2021). Estonia: a positive PISA experience. Improving a Country's Education: PISA 2018 Results in 10 Countries, 101-120.

Underwood, J., Baguley, T., Banyard, P., Dillon, G., Farrington-Flint, L., Hayes, M., Le Geyt, G., Murphy, J. & Selwood, I. (2010). *Understanding the Impact of Technology: Learner and School Level Factors*. BECTA.

Van Niekerk, M., & Blignaut, S. (2014). A framework for information and communication technology integration in schools through teacher professional development. *Africa Education Review*, 11(2), 236-253.

Waller, G., Willemse, I., Genner, S., Suter L.; & Süss, D. (2016). JAMES - Jugend, Aktivitäten, Medien-Erhebung Schweiz. Zürich: Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften.