

Heterogenitätssensible Medienwahl (BYOD vs. Print) zur Förderung von Engagement im Mathematikunterricht

Benjamin Jakob

Modulararbeit zu Heterogenität & Inklusion
Lehrdiplom für Maturitätsschulen mit berufspädagogischer Qualifikation
Pädagogische Hochschule Bern
Institut Sekundarstufe II

Frühlingssemester 2026, 05. Mai 2026
Betreuungsperson Dr. Miriam Weich

Abstract

Die Heterogenität in den Klassen der Sekundarstufe II stellt Lehrpersonen im Mathematikunterricht vor grosse didaktische Herausforderungen. Gleichzeitig durchläuft die Unterrichtsgestaltung durch den Übergang von traditionellen Printmedien hin zu digitalen „Bring Your Own Device“ (BYOD)-Konzepten einen fundamentalen Wandel. Diese Arbeit widmet sich der Fragestellung, wie Lehrpersonen durch den bewussten mediendidaktischen Entscheid zwischen diesen analogen und digitalen Lernmaterialien das kognitive, emotionale und verhaltensbezogene Engagement in heterogenen Klassen gezielt fördern können.

Die Analyse aktueller empirischer Studien verdeutlicht, dass weder Print noch BYOD didaktische Allheilmittel sind, sondern ihre Wirkung in direkter Interaktion mit individuellen Lernvoraussetzungen, wie der Selbstregulation oder dem Geschlecht, entfalten. Während digitale Endgeräte durch interaktive Visualisierungen und unmittelbares Feedback enormes Potenzial für den Aufbau von Konzeptverständnis und Kompetenzerleben bieten, bergen sie gleichzeitig das Risiko kognitiver Überlastung und medienbedingter Ablenkung. Printmedien hingegen bestechen durch kognitive Entlastung und strukturelle Klarheit, stossen jedoch bei der adaptiven Differenzierung an ihre Grenzen.

Als Konsequenz für die Praxis werden konkrete Handlungsstrategien abgeleitet: Um Disengagement präventiv zu begegnen, bedarf es einer bewussten medienpädagogischen Orchestrierung durch die Lehrperson. Dazu gehören die gezielte mediale Differenzierung, didaktisch gerahmte Wahlmöglichkeiten, physische Regeln zur Gerätenutzung sowie eine bewusste Rhythmisierung durch bildschirmfreie Phasen. Ein abschliessender Ausblick beleuchtet die künftige, transformative Rolle adaptiver KI-Systeme im Unterricht.

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	4
2. THEORETISCHER HINTERGRUND: HETEROGENITÄT UND ENGAGEMENT IM MATHEMATIKUNTERRICHT	5
3. ANALYSE UND EMPIRISCHE ERKENNTNISSE: BYOD VS. PRINT IN ANBETRACHT DER HETEROGENITÄT	6
4. HANDLUNGSSTRATEGIEN FÜR DIE PRAXIS: MEDIENBEWUSSTER MATHEMATIKUNTERRICHT	9
5. FAZIT UND REFLEXION	11
LITERATURVERZEICHNIS	12

1. Einleitung

Wer kennt das als (Mathematik-)Lehrperson nicht? Unabhängig davon, ob während einer Frontalunterrichtsphase oder in einer Einzel- beziehungsweise Partnerarbeit: Ein Lernender zeigt ein verschmitztes Lachen hinter dem Bildschirm und es ist offensichtlich, dass gerade private Nachrichten innerhalb von der Klasse ausgetauscht werden. Ebenso vertraut ist jedoch das gegenteilige Bild: Zwei Lernende arbeiten hochkonzentriert und begeistert an einem Tablet, weil sie gerade eben durch ein dynamisches Tool wie GeoGebra eine tiefgründige mathematische Erkenntnis ergründet und verinnerlicht haben.

Die Heterogenität in den Klassen der Sekundarstufe II stellt Lehrpersonen vor grosse didaktische Herausforderungen. Gerade in dieser Schulstufe korreliert die zunehmende Abstraktion und Komplexität der mathematischen Inhalte oft mit einer immer grösseren Spreizung der individuellen Lernvoraussetzungen. Die Lernenden bringen ein vielfältiges Gepäck mit, das von stark variierenden kognitiven Fähigkeiten über unterschiedliche Vorerfahrungen bis hin zu diversen motivationalen Einstellungen reicht. Diese individuellen Faktoren beeinflussen massgeblich, wie sich schulisches Engagement im Unterricht entfaltet. Engagement ist dabei kein eindimensionales Konstrukt, sondern äussert sich vielschichtig in verhaltensbezogenen, emotionalen und kognitiven Dimensionen. Im Mathematikunterricht reicht dieses Spektrum von der reinen (unmotivierten) Unterrichtsteilnahme über die Faszination für logische Zusammenhänge bis hin zur hohen kognitiven Anstrengungsbereitschaft beim Problemlösen.

Gleichzeitig durchläuft die Unterrichtsgestaltung einen fundamentalen Wandel. Die Wahl der Lernmedien bewegt sich zunehmend in einem Spannungsfeld zwischen traditionellen Printformaten und digitalen "Bring Your Own Device" (BYOD)-Konzepten. Diese Medienwahl ist jedoch nicht neutral, sondern interagiert stark mit der Heterogenität der Lernenden. Während digitale Tools beispielsweise schnelle, adaptive Feedbacks ermöglichen und so das Kompetenzerleben stärken können, bergen sie gleichzeitig das Risiko von kognitiver Überlastung und medienbedingten Ablenkungen, was zu Disengagement führt. Printmedien hingegen erfordern oft weniger technische Regulation und bieten strukturellen Halt, können aber für bestimmte Lernende eine höhere Hürde im Bereich der Visualisierung und der wahrgenommenen Autonomie darstellen.

Die alltäglichen Reaktionen auf die Nutzung digitaler Geräte im Unterricht sind somit äusserst vielseitig. Oft drängt sich unter den Mathematiklehrpersonen die plakative Frage auf, ob BYOD nun ein Segen oder ein Fluch für das Lernen sei. Diese Ambivalenz zeigt jedoch, dass eine pauschale Bewertung zu kurz greift. Vielmehr erfordert diese mediale Zweischnidigkeit eine hohe didaktische Professionalität, bei der Lehrpersonen sehr genau abwägen müssen, wann welches Medium den Lernprozess optimal unterstützt. Vor diesem Hintergrund und in Anlehnung an die Inhalte des Moduls "Heterogenität und Inklusion" widmet sich diese Modularbeit der folgenden Fragestellung: Wie können Lehrpersonen der Sekundarstufe II durch den bewussten

mediendidaktischen Entscheid zwischen analogen (Print) und digitalen (BYOD) Lernmaterialien das kognitive, emotionale und verhaltensbezogene Engagement in heterogenen Mathematikklassen gezielt fördern?

Ziel dieser Arbeit ist es, die spezifischen Vor- und Nachteile beider Medienformate im Kontext der kognitiven, emotionalen und verhaltensbezogenen Engagement-Dimensionen einzuordnen. Darauf aufbauend werden konkrete Handlungsstrategien formuliert, die Lehrpersonen dabei unterstützen, dem Risiko des Disengagements präventiv zu begegnen und dem heterogenen Lernenden-Umfeld zum Trotz ein inklusives, lernförderliches Unterrichtsklima zu etablieren.

2. Theoretischer Hintergrund: Heterogenität und Engagement im Mathematikunterricht

Dieses Kapitel erörtert die theoretischen Grundlagen, die für das Verständnis der Interaktion zwischen Medienwahl und Lernverhalten in einer inklusiven Sekundarstufe II massgeblich sind.

Heterogenität wird in der aktuellen bildungswissenschaftlichen Debatte nicht als Defizit, sondern als Normalität und Potenzial begriffen. Nach Biewer et al. (2015) umfasst inklusive Pädagogik in der Sekundarstufe II die Herausforderung, Lernumgebungen so zu gestalten, dass sie der Vielfalt der Lernenden – bezüglich Leistung, Vorwissen, soziokulturellem Hintergrund und Geschlecht – gerecht werden. Im Mathematikunterricht zeigt sich diese Heterogenität besonders in den unterschiedlichen kognitiven Strategien und der individuellen Fähigkeit zur Selbstregulation.

Engagement im schulischen Kontext ist dabei ein essenzieller Faktor für den Lernerfolg. Es setzt sich nach Fredricks et al. (2019) aus drei Dimensionen zusammen: einem verhaltensbezogenen, einem emotionalen und einem kognitiven Engagement. Das verhaltensbezogene Engagement zeigt sich durch die aktive Beteiligung im Unterricht, Anstrengung, Ausdauer sowie die Konzentration beim Lernen. Die emotionale Dimension umfasst die Freude und den Spass am Lernen beziehungsweise am Fach sowie ein generelles Zugehörigkeitsgefühl. Das kognitive Engagement zeichnet sich durch ein tiefes Bedürfnis aus, die Inhalte wirklich verstehen zu wollen. Es beinhaltet eine hohe kognitive Anstrengungsbereitschaft, die Nutzung tiefenbasierter Lernstrategien sowie die Fähigkeit zum selbstregulierten Lernen. Gerade im kognitiv anspruchsvollen Mathematikunterricht der Sekundarstufe II ist diese dritte Dimension zentral, da hier nicht nur reproduktives Wissen, sondern das Verstehen komplexer Lösungswege gefordert wird.

Die emotionale und kognitive Dimension werden dabei stark von den gewählten Unterrichtsmitteln und deren funktionaler Einbindung beeinflusst. Wie das SAMR-Modell (Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition) von Son (2024) verdeutlicht, entsteht ein echter Mehrwert digitaler Medien nicht durch die blosse Substitution analoger Formate, sondern erst durch die Modifikation und Neudefinition von Lernprozessen. Wenn beispielsweise ein interaktives, KI-basiertes Tutorensystem

eingesetzt wird, kann dies die aktive Lernzeit massgeblich erhöhen, indem es Leerzeiten reduziert und unmittelbares Feedback liefert.

Das Gegenteil, das sogenannte Disengagement, äussert sich in schlechten Leistungen, Unzufriedenheit und Frustration. Disengagement kann zu negativen Rückmeldungen führen und die Klassendynamik massgeblich verschlechtern. Für Lehrpersonen signalisiert Disengagement oft, dass der Unterricht für bestimmte Lernende in seiner aktuellen Form nicht funktioniert, etwa weil sie durch das Medium überfordert oder abgelenkt sind. Es stellt sich daher die zentrale Frage, wie digitale Endgeräte im Vergleich zu traditionellen Printmedien in einer heterogenen Schülerschaft wirken.

Ein in diesem Kontext oft unterschätzter Aspekt der Heterogenität im Mathematikunterricht ist die geschlechtsspezifische Reaktion auf unterschiedliche Instruktionsmedien. Die aktuelle empirische Studie von Brnic et al. (2024) liefert hierzu entscheidende Erkenntnisse: Während Jungen bei der Erarbeitung von bedingten Wahrscheinlichkeiten unabhängig vom gewählten Medium (digital vs. analog) ähnliche Leistungssteigerungen zeigten, profitierten Mädchen signifikant stärker von der Nutzung eines digitalen Lehrbuchs. Die interaktiven Elemente mit direktem Feedback und dynamischen Visualisierungen in der digitalen Umgebung halfen offenbar gezielt dabei, Hürden abzubauen und das Verständnis zu vertiefen. Dies deutet stark darauf hin, dass die digitale Aufbereitung von Inhalten – etwa durch eine gezielte Reduktion des kognitiven Aufwands bei komplexen Themen wie der Stochastik – spezifische Lernbarrieren für weibliche Lernende reduzieren und so deren Engagement im Mathematikunterricht massgeblich und differenziert fördern kann.

3. Analyse und empirische Erkenntnisse: BYOD vs. Print in Anbetracht der Heterogenität

In diesem Kapitel wird die Wahl des Lernmediums anhand der zuvor erläuterten Motivationstheorien und des aktuellen Forschungsstandes analysiert. Dabei steht die Frage im Zentrum, wie Schülerinnen und Schüler mit heterogenen Leistungsvoraussetzungen auf die jeweilige mediale Aufbereitung im Mathematikunterricht reagieren und wie sich dies auf ihr Engagement auswirkt. Wie Fredricks et al. (2019) anmerken, besteht in der Forschung oftmals noch Unklarheit über eine einheitliche Definition und die exakte Messbarkeit von Engagement, auch wenn dessen Wirksamkeit für den Lernerfolg unbestritten ist. In der Praxis fehlt es daher manchmal an trennscharfen Indikatoren, um den Erfolg einer didaktischen Intervention abschliessend zu bewerten. Dennoch lassen sich aus aktuellen empirischen Studien wertvolle Schlüsse für den Unterrichtsalltag ziehen.

3.1 Kognitives Engagement und die kognitive Belastung

Das kognitive Engagement zeichnet sich durch ein tiefes «Verstehenwollen», tiefenbasierte Lernstrategien sowie eine hohe kognitive Anstrengungsbereitschaft aus. Die mediale Präsentation hat einen massgeblichen Einfluss darauf, wie gut diese kognitiven Ressourcen genutzt werden können. Es stellt sich die grundlegende Frage, ob aus wissenschaftlicher Sicht ein genereller Vorteil von digitalen Endgeräten

gegenüber analogem Papier besteht. Eine Meta-Analyse zum Leseverständnis von Delgado et al. (2018) kam zu dem Ergebnis, dass Texte auf Printmedien bedeutend besser verstanden werden als in digitaler Form. Daraus könnte sich der Fehlschluss ableiten lassen, Printmedien seien im Unterricht in jedem Fall zu bevorzugen. Andererseits bieten BYOD-Konzepte gerade im kognitiv anspruchsvollen Mathematikunterricht durch interaktive Elemente enorme Vorteile bei der Visualisierung abstrakter Zusammenhänge. Eine aktuelle Studie von Brnic et al. (2024) untersuchte den Lerneffekt bei der Erarbeitung bedingter Wahrscheinlichkeiten im direkten Vergleich zwischen einem digitalen und einem inhaltlich bestmöglich identischen analogen Mathematiklehrbuch. Dazu führten sie als Kontrolle einen Pre- und Posttest bei allen Teilnehmenden durch. Das digitale Lehrbuch zeichnete sich durch integrierte dynamische Visualisierungen, interaktive Aufgaben und die Sicherstellung von unmittelbarem computerbasiertem Feedback aus. Die Ergebnisse zeigen, dass die Lernenden mit dem digitalen Lehrbuch im Posttest signifikant bessere Leistungen erbrachten als die Kontrollgruppe mit den Printmaterialien. Bei einer geschlechtsspezifischen Betrachtung der Heterogenität zeigte sich ein noch differenzierteres Bild: Während es bei den Jungen keinen messbaren Unterschied machte, ob sie analog oder digital arbeiteten, profitierten die Mädchen massgeblich von den digitalen Hilfsmitteln und erzielten in der BYOD-Gruppe signifikant höhere Lernzuwächse.

3.2 Emotionales Engagement und das Erleben von Kompetenz

Emotionales Engagement umfasst das Erleben von Freude, Interesse und das Gefühl von Kompetenz (Fredricks et al., 2019). Das Bedürfnis nach Kompetenzerleben ist hierfür zentral. Digitale Lernumgebungen können dieses Bedürfnis durch unmittelbares Feedback gezielt ansprechen. Wie auch im digitalen Lehrbuch der Brnic-Studie (2024) ersichtlich, erhalten Lernende sofortige Rückmeldung über die Korrektheit ihrer Eingaben und können bei Bedarf direkt in der Aufgabe gestufte Hilfestellungen abrufen. Laut Feedback-Forschung stärken solche sofortigen Rückmeldungen besonders bei komplexen Aufgaben das Kompetenzerleben im Lernprozess und vermeiden anhaltende Frustration (vgl. Brnic et al., 2024). Solche unmittelbaren Erfolgserlebnisse steigern die motivationale Bindung an die Mathematikaufgabe. Print-Medien bieten hingegen Vorteile für Lernende, die durch technologische Komplexität emotional überfordert sind (vgl. Delgado et al., 2018). Die haptische Erfahrung und die physische Struktur eines Arbeitsblattes bieten eine emotionale Sicherheit und Klarheit, die einem motivationalen Rückzug bei medienbedingter Überforderung effektiv entgegenwirken kann (vgl. Fredricks et al., 2019).

3.3 Verhaltensbezogenes Engagement und die Herausforderung der Selbstregulation

Lernende mit hoher Selbstregulation können ihr Lerntempo selbst bestimmen, Lösungswege eigenständig digital abgleichen und adaptive Lernprogramme in ihrem individuellen Rhythmus nutzen, was das wahrgenommene Kompetenzerleben messbar erhöht. In heterogenen Klassen kann dieses hohe Mass an Autonomie bei weniger selbstregulierten Lernenden jedoch rasch ins Gegenteil umschlagen. Fehlt die vorgegebene externe Struktur, erscheinen die fachlichen Anforderungen schnell als

unüberwindbar, wodurch die mentalen Kosten der Aufgabenbearbeitung subjektiv als viel zu hoch wahrgenommen werden (vgl. Fredricks et al., 2019). Zudem bieten digitale Endgeräte permanente Ablenkungsmöglichkeiten, was unmittelbar zu verhaltensbezogenem Disengagement in Form von unterrichtsfernem Verhalten führen kann (Fredricks et al., 2019). In solchen Momenten der fehlenden Selbstregulation bietet das Printmedium eine natürliche Reduktion von Störfaktoren. Es liefert eine klare physische Struktur, die überforderten Lernenden als dringend benötigtes Gerüst und verlässliche Orientierung dient.

Vor diesem Hintergrund lohnt sich ein genauerer Blick auf die in der Studie von Brnic et al. (2024) festgestellten Geschlechterdifferenzen, bei denen sich verhaltensbezogenes und kognitives Engagement untrennbar überschneiden. Es stellt sich die kritische Frage, warum bei den Jungen der grössere Lernerfolg durch digitale Medien ausblieb (im Vergleich zu den Print-Medien) und weshalb die Mädchen mit Print-Medien so viel schlechter abschnitten.

Eine mögliche Erklärung nach Brnic et al. (2024) liefert genau der Aspekt der Selbstregulation: Bei den Jungen könnte die gesteigerte Autonomie am digitalen Gerät rascher in eine verminderte Selbstregulation umgeschlagen sein – sie neigen potenziell eher dazu, sich von den vielfältigen Möglichkeiten des Endgeräts ablenken zu lassen, anstatt sich fokussiert mit der Aufgabe zu befassen. Bei den Mädchen hingegen könnte das schwache Abschneiden mit Print-Medien darauf hindeuten, dass ihnen in der analogen Form entscheidende kognitive Entlastungen (wie dynamische Visualisierungen) und das direkte Feedback, was zu höherem Kompetenzerleben führt, fehlten. Die Hypothese ist, dass sie das nötige verhaltensbezogene Engagement am Bildschirm aufbrachten und somit die digitale Umgebung deutlich gewissenhafter und gewinnbringender als strukturierendes Gerüst zu nutzen wussten.

3.4 Differenzierung und Aufgabenwert in der Heterogenität

Ein zentraler Auslöser für Disengagement in leistungsheterogenen Klassen ist ein niedriger Aufgabenwert, der typischerweise durch permanente Unterforderung bei starken Lernenden oder durch ein fehlendes intrinsisches Interesse entsteht. Hier bietet der Einsatz von BYOD enorme und leicht zugängliche Potenziale zur Binnendifferenzierung. Während ein gedrucktes Lehrmittel im Klassenzimmer oft statisch für alle exakt gleich bleibt, können über digitale Lernplattformen unterschiedliche Schwierigkeitsniveaus nahtlos und für Mitlernende diskret verteilt werden. Dies steigert für das jeweilige Individuum den subjektiven Wert der mathematischen Aufgabe, da sie passgenau als interessant oder nützlich wahrgenommen werden kann. Son (2024) untersuchte in diesem Kontext, wie digitale Geräte im Lernprozess im Sinne des SAMR-Modells zielführend verwendet werden. Er kam zu der Erkenntnis, dass die blosser Substitution analoger Tätigkeiten durch digitale Endgeräte keinen echten didaktischen Mehrwert erschafft (d.h. Papier wird durch PDF ersetzt). Vielmehr muss das Ziel sein, die Technologie und entsprechende intelligente Tutorensysteme zu nutzen, um das Lernen tiefgreifend zu modifizieren und schliesslich neu zu definieren. Besonders effektiv erweist sich dieser Einsatz nach Son (2024), wenn intelligente Systeme genutzt werden, um das Konzept des Lernens durch einen Rollentausch zur aktiven Mathematiklehrperson virtuell zu ermöglichen (die Lernenden nehmen virtuell eine Lehrperson-Rolle ein). Dabei arbeiten die Lernenden in einer KI-

basierten, interaktiven Lernumgebung auf einem sehr ähnlichen Wissenslevel zusammen.

Beim Lernprozess muss jedoch zwischen herkömmlichen digitalen Tools und der erweiterten Nutzung von künstlicher Intelligenz differenziert werden. Wie auch in der Studie von Brnic et al. (2024) ersichtlich, sind viele heutige digitale Lehrbücher zwar interaktiv und geben Feedback, bleiben in ihrer Grundprogrammierung jedoch starr. KI-basierte intelligente Tutorensysteme bieten hier eine zusätzliche, weitaus tiefere Flexibilität: Sie können nicht nur statisches Feedback geben, sondern sich aufgrund der erbrachten Leistungen adaptiv und in Echtzeit an den spezifischen Lernprozess und die individuellen Bedürfnisse der Lernenden anpassen. Dies bietet adaptierbare Lerngelegenheiten, die der reale Schulalltag ohne den gezielten Einsatz solcher Technologien in dieser hochindividualisierten Form kaum abbilden kann.

4. Handlungsstrategien für die Praxis: Medienbewusster Mathematikunterricht

Aus der theoretischen und empirischen Analyse wird deutlich, dass das Forschungsfeld zur digitalen Didaktik noch jung ist und weder BYOD noch traditionelle Printmedien per se inklusiv oder exklusiv wirken. Vielmehr bedarf es einer bewussten medienpädagogischen Orchestrierung durch die Lehrperson. Basierend auf den Erkenntnissen zur Selbstregulation, der Vermeidung kognitiver Überlastung sowie der gezielten Förderung des mehrdimensionalen Engagements lassen sich konkrete Handlungsstrategien für einen heterogenitätssensiblen Mathematikunterricht ableiten.

4.1 Gezielte mediale Differenzierung zur Steuerung der kognitiven Last

Ein zentraler Faktor zur Vermeidung von Disengagement ist die bewusste Steuerung der kognitiven Anforderungen durch mediale Differenzierung. Lehrpersonen sollten die Vorzüge beider Medien aktiv nutzen: Im digitalen Raum bieten interaktive Tools mit dynamischen Visualisierungen (wie GeoGebra) enorme Vorteile beim Aufbau von Konzeptverständnis. Um die subjektive Erfolgserwartung zu steigern, empfiehlt es sich, den Lernprozess hier in kleine, durch computerbasiertes Feedback gestützte Schritte zu unterteilen. Gleichzeitig erfordert die Heterogenität der Klasse einen sensiblen Blick auf die kognitive Belastung und die Selbstregulation: Wenn Lehrpersonen beobachten, dass Lernende am Bildschirm den Fokus verlieren oder überfordert wirken, ist ein gezielter Wechsel auf strukturierte Papier-Worksheets ein essenzieller didaktischer Eingriff. Das physische Aufschreiben zwingt zu einer Entschleunigung, reduziert digitale Ablenkungen und macht Lernfortschritte unmittelbar sichtbar.

Die Förderung von Eigenverantwortung gelingt zudem massgeblich durch didaktisch gerahmte Wahlmöglichkeiten. In geeigneten Phasen sollten Schülerinnen und Schüler selbst entscheiden dürfen, ob sie ein Problem analog oder mit einer dynamischen Software lösen. Da Lernende je nach Geschlecht oder Fähigkeit zur Selbstregulation – wie die Ergebnisse von Brnic et al. (2024) nahelegen – unterschiedlich stark von digitalen Hilfsmitteln profitieren, ist diese mediale Flexibilität ein starkes Instrument der Inklusion. Um die Konzentration in digitalen Phasen zusätzlich zu unterstützen, können verbindliche Regeln zur Gerätenutzung etabliert werden. So fördert beispielsweise das

flache Auflegen der Tablets auf die Tische eine gezielte Nutzung als reines Schreibwerkzeug – quasi als digitales Papier. Diese physische Einschränkung minimiert Ablenkungsquellen massgeblich und lenkt den kognitiven Fokus der Lernenden wieder vollumfänglich auf die mathematische Substanz.

4.2 Soziale Lernräume und die Rhythmisierung des Medieneinsatzes

Ein Risiko von digitalen Eins-zu-eins-Ausstattungen ist eine übermäßige Individualisierung, die zur sozialen Isolation führen kann. Lehrpersonen müssen dieser Dynamik aktiv entgegensteuern, indem sie kooperative Lernformen wie Peer-Teaching oder strukturierte Gruppenarbeiten fest verankern. Wenn sich Lernende bei der Erarbeitung mathematischer Konzepte gegenseitig unterstützen, verringert dies das Gefühl, fachlich abgehängt zu sein. Flankierend dazu ist eine bewusste Rhythmisierung durch bildschirmfreie Phasen unabdingbar. Der temporäre, kollektive Verzicht auf digitale Endgeräte beim gemeinsamen Erarbeiten eines neuen Konzepts oder beim Diskutieren von Lösungswegen im Plenum stärkt das Zusammengehörigkeitsgefühl der Klasse. Solche analogen Ankerpunkte beugen einem medienbedingten Disengagement effektiv vor, indem sie den Fokus von der individuellen Bildschirmarbeit wieder auf den gemeinsamen fachlichen Austausch lenken.

4.3 Ausblick: Die (ungewisse) Rolle adaptiver KI-Systeme

Während die bisherigen Strategien den Umgang mit aktuellen, in ihrer Grundprogrammierung oft noch statischen digitalen Werkzeugen adressieren, eröffnet die Integration von künstlicher Intelligenz (KI) neue Perspektiven. In der Studie von Brnic et al. (2024) wurde ein interaktives Programm verwendet, das zwar Feedback gibt, in seiner Natur aber noch weitgehend starr programmiert ist. Hier lässt sich die spannende Hypothese aufstellen, dass KI künftig einen Quantensprung bezüglich der Adaptivität ermöglichen könnte. Im Idealfall passt sich das System nicht nur durch starre Feedbackschleifen an, sondern reagiert flexibel und in Echtzeit auf die spezifischen Leistungen und individuellen Bedürfnisse des Nutzers. Es ist jedoch heute noch völlig unklar, ob diese Vision der perfekten Adaptivität und somit eine funktionale Transformation des Unterrichts (im Sinne des SAMR-Modells) tatsächlich so umgesetzt werden kann, wie man sich dies idealerweise vorstellt, oder ob die Komplexität menschlichen Lernens technische Grenzen setzt.

Sollte diese Form der Adaptivität jedoch Realität werden, würde sich die Rolle der Lehrperson grundlegend wandeln. Anstatt die Passung des Materials händisch zu steuern, würde die Lehrperson verstärkt zur Lernbegleitung, die den KI-gestützten Prozess moderiert und übergeordnete mathematische Diskurse führt sowie die Lernenden sozio-emotional stützt. Solange diese Technologie jedoch noch in der Entwicklung steht, bleibt es die zentrale Aufgabe der Lehrperson, als medienpädagogische Instanz den bewussten Wechsel zwischen Print, herkömmlichen digitalen Tools und analoger Interaktion sicherzustellen, um den unterschiedlichen Voraussetzungen einer heterogenen Klasse gerecht zu werden.

5. Fazit und Reflexion

Die vorliegende Arbeit verdeutlicht, dass die Heterogenität in den Mathematikklassen der Sekundarstufe II durch die Wahl zwischen analogen Printmedien und digitalen BYOD-Lernumgebungen massgeblich moderiert wird. Wie die Analyse gezeigt hat, sind weder Print noch BYOD didaktische Allheilmittel, sondern entfalten ihre Wirkung stets in direkter Interaktion mit den individuellen Lernvoraussetzungen. Während digitale Endgeräte enormes Potenzial für binnendifferenziertes Arbeiten und die Visualisierung abstrakter Konzepte bieten, bergen sie gleichzeitig das Risiko kognitiver Überlastung und digitaler Ablenkung – insbesondere bei Lernenden mit noch geringer Selbstregulation. Printmedien hingegen bestechen durch kognitive Entlastung und strukturelle Klarheit, stossen jedoch in stark leistungsheterogenen Gruppen schnell an ihre Grenzen der adaptiven Differenzierung. Besonders die empirische Erkenntnis, dass die Medienwahl geschlechtsspezifische Auswirkungen auf den Lernerfolg haben kann, unterstreicht die Notwendigkeit, das Lernangebot hochgradig differenziert zu gestalten. Nur so kann das verhaltensbezogene, emotionale und kognitive Engagement der gesamten Schülerschaft gleichermassen gefördert werden.

Für mein eigenes Berufskonzept als zukünftige Lehrperson bedeutet dies, dass die Medienwahl niemals zufällig oder rein aus Bequemlichkeit erfolgen darf. Das (Dis-)Engagement der Lernenden muss vielmehr als ständiges, direktes Feedback für die Qualität und Passung der Lernumgebung gelesen werden. Es liegt in der professionellen Verantwortung der Lehrperson, als medienpädagogische Instanz eine Balance zu finden und den Unterricht aktiv zu orchestrieren. Durch bewusste mediale Wechsel bei drohender kognitiver Überlastung, die physische Steuerung der Geräte im Raum (wie das flache Auflegen der Tablets zur Fokuslenkung), die Gewährung didaktisch gerahmter Wahlmöglichkeiten und den gezielten Einsatz von Peer-Teaching können die Lernbedürfnisse auch in hochgradig heterogenen Lerngruppen erfüllt werden. Nur durch eine solch reflektierte und dynamische Orchestrierung wird der Mathematikunterricht zu einem inklusiven Raum, in dem sich alle Lernenden kognitiv tiefgreifend engagieren können.

Die mediale Unterrichtsforschung ist, gerade im Bereich digitaler Endgeräte und künstlicher Intelligenz, noch sehr jung. Die aktuellen Entwicklungen deuten jedoch darauf hin, dass KI-basierte Tutorensysteme künftig einen wahren Quantensprung bezüglich der Adaptivität von Aufgaben bringen könnten. Wenn sich Lernplattformen künftig nicht mehr nur auf vorprogrammierte, starre Feedbackschleifen beschränken, sondern sich im Sinne des SAMR-Modells flexibel an das individuelle kognitive Bedürfnis der User anpassen, wird sich der Unterricht noch weitaus stärker transformieren. In diesem Fall geht es für Lehrpersonen darum, dem technologischen Wandel offen, neugierig und versiert zu begegnen, diesen jedoch auch stets kritisch zu hinterfragen. Denn die Erkenntnisse dieser Arbeit zeigen deutlich: Die Schule ist keine reine Wissensvermittlungsmaschine, sondern im Kern ein Ort der sozialen Interaktion und Entwicklung, der die menschliche und didaktische Führung durch die Lehrperson zwingend benötigt.

Literaturverzeichnis

- Biewer, G., Böhm, E. T., & Schütz, S. (2015). Inklusive Pädagogik als Herausforderung und Chance für die Sekundarstufe. In G. Biewer, E. T. Böhm, & S. Schütz (Hrsg.), *Inklusive Pädagogik in der Sekundarstufe* (S. 11–24). Verlag W. Kohlhammer.
- Brnic, M., Greefrath, G., & Reinhold, F. (2024). Working with digital textbooks or printed materials: A study with boys and girls on conditional probability. *ZDM – Mathematics Education*, 56, 559–572. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01543-x>
- Delgado, P., Vargas, C., Ackerman, R., & Salmerón, L. (2018). Don't throw away your printed books: A meta-analysis on the effects of reading media on reading comprehension. *Educational Research Review*, 25, 23–38.
- Fredricks, J. A., Reschly, A. L., & Christenson, S. L. (2019). Interventions for student engagement: Overview and state of the field. In J. A. Fredricks, A. L. Reschly, & S. L. Christenson (Hrsg.), *Handbook of student engagement interventions: Working with disengaged students* (S. 1–11). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813413-9.00001-2>
- Son, T. (2024). Intelligent Tutoring Systems in Mathematics Education: A Systematic Literature Review Using the Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition Model. *Computers*, 13, 270. <https://doi.org/10.3390/computers13100270>