

**Förderung von selbstreguliertem Lernen und Metakognition mit
digitalen Technologien im Unterricht: Überzeugungen und
Praktiken von Lehrpersonen**

Inauguraldissertation
der Philosophisch-humanwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bern
zur Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von
Désirée Delia Diana Fahrni
Eriz BE

Selbstverlag, Langenthal, 2025

Von der Philosophisch-humanwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bern auf Antrag von Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Tina Hascher (Hauptgutachterin), Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Franziska Perels (Zweitgutachterin) und Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Doreen Prasse (Drittgutachterin) angenommen.

Bern, den 2. Dezember 2025

Der Dekan: Prof. Dr. Siegfried Nagel



Dieses Werk ist unter einer Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Lizenz veröffentlicht (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Zusammenfassung

Die Digitalisierung prägt Bildungsprozesse auf unterschiedliche Weise. Sie ermöglicht einen breiteren Zugang zu Wissen, erweitert Unterrichtssettings und verändert die Interaktion zwischen Lehrpersonen und Schüler:innen. Mit dem zunehmenden Einsatz von digitalen Technologien im Unterricht einhergehend müssen auch etablierte Konzepte wie selbstreguliertes Lernen (SRL) oder Metakognition weiterentwickelt werden, um sie auf die veränderten Unterrichtssettings abzustimmen. Die vorliegende Dissertation befasst sich vor diesem Hintergrund mit der Frage, welche Überzeugungen Lehrpersonen hinsichtlich der Förderung von SRL und Metakognition durch digitale Technologien im Unterricht vertreten und welche Praktiken sie diesbezüglich umsetzen. Zur Klärung dieser übergeordneten Forschungsfrage wurden zwei Studien durchgeführt: ein systematisches Review (Studie I) und eine qualitative Interviewstudie (Studie II).

In Studie I wurde der Forschungsstand in Bezug auf unterrichtliche Praktiken von Lehrpersonen zur Förderung von SRL und Metakognition mit digitalen Technologien analysiert. Zu diesem Zweck wurden 45 empirische Studien aus dem Zeitraum 1986 bis 2025 ausgewertet, in denen entweder der Einsatz digitaler Technologien ganz allgemein oder der Einsatz spezifischer Bildungstechnologien untersucht wurde. Im Fokus stand dabei, ob SRL und Metakognition durch generische digitale Technologien oder Bildungstechnologien direkt oder indirekt gefördert wurden und welche unterstützenden Praktiken, wie Instruktion, Scaffolding, Coaching und Feedback dabei zum Einsatz kamen. Die Ergebnisse zeigen, dass digitale Technologien im Unterricht insbesondere zur direkten Förderung von SRL und Metakognition genutzt werden. Digitale Förderung scheint ausserdem häufig in Kombination mit analoger Förderung zu erfolgen. Allerdings liess sich zugleich ein Mangel an differenzierten empirischen Analysen zur konkreten Ausgestaltung dieser Förderpraktiken feststellen. Weitere Forschungslücken identifizierte das Review insbesondere im Hinblick auf die Überzeugungen von Lehrpersonen und die Unterscheidung zwischen expliziten und impliziten direkten Förderansätzen.

Daran anknüpfend untersuchte Studie II diese offenen Fragen mittels einer Interviewstudie mit 20 Primarlehrpersonen der 5. und 6. Klasse aus der Schweiz und Deutschland, die mit der digitalen Lernplattform *LearningView* arbeiteten. Im Fokus der Untersuchung stand die direkte Förderung von vier metakognitiven Strategien: Aufgabenplanung und Aufgabenorientierung, Zielsetzung und Zielorientierung, Zeitmanagement sowie Reflexion und Evaluation. Die qualitative Inhaltsanalyse zeigte, dass die befragten Lehrpersonen die Förderung dieser Strategien in einer Kombination aus digitalen

und analogen Praktiken umsetzen. Erfolgt die Förderung digital, ist sie meist implizit direkt (z. B. durch das Setzen von Fristen oder digitale Aufgabenstrukturierung), bei analogen Praktiken, die ebenfalls in digitalen Unterrichtssettings Anwendung finden, wird hingegen häufiger auf explizite direkte Förderung zurückgegriffen (z. B. durch direkte Rückmeldung und Erklärung der metakognitiven Strategien). Darüber hinaus konnte eine weitgehende Übereinstimmung zwischen Überzeugungen und berichteten Praktiken festgestellt werden. Ausnahmen bildeten die metakognitiven Strategien der Aufgabenplanung und Aufgabenorientierung sowie der Reflexion, deren Umsetzung nicht durchgängig mit den geäußerten Überzeugungen übereinstimmte.

Beide Studien leisten einen Beitrag dazu, welche Praktiken Lehrpersonen bei der Förderung von SRL und Metakognition mit digitalen Technologien bzw. Bildungstechnologien einsetzen. Zudem verweisen sie auf Bedingungen, unter denen digitale Technologien im Unterricht zur Förderung von SRL und Metakognition wirksam eingesetzt werden können, und zeigen auf, dass nicht nur die digitalen Technologien bzw. die Bildungstechnologien selbst entscheidend sind, sondern vielmehr deren professioneller, reflektierter und didaktisch fundierter Einsatz durch die Lehrperson. Aus diesen Erkenntnissen lassen sich praxisrelevante Implikationen für Unterricht, Lehrer:innenbildung und weitere Forschung ableiten.

Schlüsselwörter: Selbstreguliertes Lernen, Metakognition, digitale Technologien, Bildungstechnologien, Überzeugungen von Lehrpersonen, Praktiken von Lehrpersonen

Summary

Digitalization is shaping educational processes in various ways. It enables broader access to knowledge, expands instructional settings, and alters the interaction between teachers and students. With the increasing use of digital technologies in the classroom, established concepts such as self-regulated learning (SRL) and metacognition need to be further developed to align them with the changing instructional settings. The present dissertation addresses the question of what beliefs teachers hold regarding the promotion of SRL and metacognition through digital technologies in the classroom, and what practices they implement in this context. To answer this overarching research question, two studies were conducted: a systematic review (Study I) and a qualitative interview study (Study II).

Study I examined the current state of research on teachers' practices for promoting SRL and metacognition using digital technologies. A total of 45 empirical studies published between 1986 and 2025 were analyzed, focusing either on the general use of general digital technologies or on the use of specific educational technologies. The study investigated whether SRL and metacognition are promoted directly or indirectly through generic digital or educational technologies, and which supportive practices such as instruction, scaffolding, coaching, and feedback are used. The results show that general digital technologies are primarily used to directly promote SRL and metacognition in the classroom. In addition, digital promotion often appears to be combined with analog forms of promotion. However, the review also identified a lack of differentiated empirical analyses regarding the specific implementation of these practices. Further research gaps were identified, particularly regarding teachers' beliefs and the distinction between explicit and implicit approaches to direct promotion.

Building on these findings, Study II explored the open questions in more depth through an interview study with 20 primary school teachers (grades 5 and 6) from Switzerland and Germany who used the digital learning platform *LearningView*. The study focused on direct promotion of four metacognitive strategies: task planning and orientation, goal setting and orientation, time management, and reflection and evaluation. The qualitative content analysis showed that the interviewed teachers often implemented these strategies using a combination of digital and analog practices. When promotion was provided through digital means, it was typically implicit and direct (e.g., through setting deadlines or digital task structuring), in contrast, analog practices, which are also used within digital classroom settings, more frequently involved promotion that was explicit and direct (e.g., through verbal feedback and explanation of the metacognitive strategies). In addition, a broad alignment between teachers' beliefs and their reported practices was revealed. Exceptions were found in the metacognitive

strategies of task planning, task orientation, and reflection, whose implementation did not consistently align with the expressed beliefs.

Both studies contribute to a deeper understanding of which practices teachers employ to promote SRL and metacognition using digital technologies in the classroom. Moreover, they highlight the conditions under which digital technologies and educational technologies can be effectively used to promote SRL and metacognition and reveal that it is not the technologies themselves that are decisive, but rather their professional, reflective, and pedagogically grounded use by the teacher. These findings yield practice-oriented implications for teaching, teacher education, and further research.

Keywords: self-regulated learning, metacognition, digital technology, educational technology, teachers' beliefs, teachers' practices

Liste der Publikationen

- Studie I** Fahrni, D. D. D., Iten, G., Prasse, D., & Hascher, T. (2025). Teachers' practices in the use of digital technology to promote students' self-regulated learning and metacognition: A systematic review. *Teaching and Teacher Education*, 165. 105150
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2025.105150>
- Studie II** Fahrni, D. D. D., Hascher, T., & Prasse, D. (2025). Promoting metacognition with educational technology: Primary teachers' beliefs and practices. *Learning in Context*, 2(1-2), 100007.
<https://doi.org/10.1016/j.lecon.2025.100007>

Die Studie I und die Studie II (Kapitel 6 und Kapitel 7) entsprechen inhaltlich und formal der finalen publizierten Version (entsprechend auch die Abbildungs- und Tabellenbeschriftungen, die daher zum Teil von dem in der Mantelschrift einheitlich verwendeten Stil abweichen). Zur besseren Lesbarkeit wurden die Kapitelnummerierung und die Formatierung der Kapitel angepasst. Sie wurden nicht als PDF eingefügt. Alle Rechte für die Originalversionen liegen bei den jeweiligen Verlagen. Ergänzende Materialien zu den Studien, die nicht über die Homepages der jeweiligen Journals verfügbar sind, befinden sich in den Anhängen A, B und C dieser Mantelschrift.

Herzlichen Dank

Wer sich im Rahmen eines Dissertationsvorhabens mit selbstreguliertem Lernen beschäftigt, erkennt schnell, dass die damit verbundenen Kompetenzen nicht nur theoretisch reflektiert, sondern auch praktisch im eigenen Arbeitsprozess angewendet und weiterentwickelt werden müssen. In diesem Sinne konnte ich durch mein Dissertationsvorhaben meine fachlichen Kenntnisse sowie meine Kompetenzen im Bereich des selbstregulierten Lernens weiterentwickeln. Solche Vorhaben lassen sich nicht allein bewältigen. Vielmehr sind es zahlreiche Menschen, die durch ihre fachliche und emotionale Unterstützung in verschiedenster Weise zum Gelingen meines Projekts beigetragen haben. Allen, die mich auf diesem Weg begleitet und meine wissenschaftliche Entwicklung gefördert haben, gilt mein herzlicher Dank.

Mein ausdrücklicher Dank geht an Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Tina Hascher für die hervorragende Betreuung, die konstruktiv-motivierenden Rückmeldungen und die anregenden fachlichen Diskussionen. Des Weiteren danke ich Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Franziska Perels für ihre Bereitschaft, als Zweitbetreuerin mitzuwirken, und für die Begutachtung der Arbeit. Ein weiterer Dank gebührt Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Doreen Prasse, die mich stets mit konstruktivem Feedback und inspirierenden Ideen unterstützt hat. Mein herzlicher Dank gilt auch Prof. Dr. Mathias Mejeh, dessen wertvolle Hinweise meine Arbeit wesentlich bereichert haben.

Ein besonderer Dank gilt meinem Ehemann Adrian für seine stetige Unterstützung. Unsere zahlreichen Gespräche zu meinem Dissertationsthema haben mir immer wieder neue Perspektiven eröffnet. Er hat mir Zeit und Raum für dieses berufsbegleitende Dissertationsprojekt gegeben – ich fühlte mich gestärkt und motiviert.

Besonders danke ich auch meinen Eltern, Roland und Marlise Fahrni, für ihre beständige Unterstützung. Sie haben mir vorgelebt und weitergegeben, wie wichtig Eigenverantwortung, Leidenschaft und persönliche Entwicklung sind – Werte, die auch die vorliegende Dissertation prägen.

Ich danke Eliane Liechti für die Unterstützung beim Interkodieren der Interviews und den fachlichen und inspirierenden Austausch. Vielen Dank auch an Dr. Manuela Haldimann für den stets bereichernden und motivierenden Austausch. Dr. Glenna Iten danke ich für ihre fachliche Expertise. Ich danke Blanka Blagojevic für ihre wertvollen Rückmeldungen zur englischen Sprache und Jonna Truniger für das Lektorat der ersten Version der Mantelschrift. Den Lehrpersonen danke ich herzlich für ihre Teilnahme an den Interviews. Die PH Schwyz hat mich mit strukturellen Rahmenbedingungen, finanzieller und persönlicher Unterstützung während meiner Doktorandinnenzeit entlastet. Herzlichen Dank!

Désirée Delia Diana Fahrni, im August 2025

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	III
Liste der Publikationen.....	VII
Herzlichen Dank.....	IX
Inhaltsverzeichnis.....	XI
Abbildungsverzeichnis	XIII
Tabellenverzeichnis	XIII
1 Einleitung.....	1
1.1 Hintergrund und Relevanz des Themas.....	1
1.2 Aufbau der Arbeit.....	3
2 Selbstreguliertes Lernen und Metakognition: Theoretische Grundlagen und Förderung	5
2.1 Theoretische Grundlagen des selbstregulierten Lernens.....	5
2.2 Metakognition als zentrale Dimension des selbstregulierten Lernens	8
2.3 Förderung von selbstreguliertem Lernen und Metakognition.....	11
2.4 Zwischenfazit	14
3 Einsatz von Bildungstechnologien zur Förderung von selbstreguliertem Lernen und Metakognition.....	15
3.1 Begriffsbestimmung: Bildungstechnologien und digitale Lernplattformen.....	15
3.2 Kompetenzen von Lehrpersonen beim lernwirksamen Einsatz von Bildungstechnologien.....	18
3.3 Praktiken von Lehrpersonen zur Förderung selbstregulierten Lernens und der Metakognition mit Bildungstechnologien.....	20
3.4 Zwischenfazit	23
4 Überzeugungen von Lehrpersonen hinsichtlich der Förderung von selbstreguliertem Lernen und Metakognition mit Bildungstechnologien	25
4.1 Überzeugungen von Lehrpersonen: Begriffliche Grundlagen und Bedeutung für professionelles Handeln	25
4.2 Überzeugungen von Lehrpersonen zum Einsatz von digitalen Technologien im Lehr-/Lernprozess	28
4.3 Überzeugungen von Lehrpersonen zu selbstreguliertem Lernen und Metakognition und deren Förderung	29
4.4 Zwischenfazit	30
5 Ausgangslage und Übersicht über die zwei Studien der Dissertation.....	32
5.1 Ausgangslage und Forschungsdesiderate der vorliegenden Dissertation	32

5.2	Übersicht Studie I: Teachers' practices in the use of digital technologies to promote students' self-regulated learning and metacognition: a systematic review	34
5.3	Übersicht Studie II: Promoting metacognitive strategies with educational technology: primary teachers' beliefs and practices	36
6	Teachers' practices in the use of educational technologies to promote students' self-regulated learning and metacognition: A systematic review (Studie I)	41
6.1	Introduction	41
6.2	Study overview	43
6.3	Method	44
6.4	Results	50
6.5	Discussion	59
6.6	Conclusion	64
	References	65
7	Promoting metacognition with educational technology: Primary teachers' beliefs and practices (Studie II)	81
7.1	Introduction	81
7.2	Theoretical framework	82
7.3	The present study	88
7.4	Method	89
7.5	Results	93
7.6	Summary	103
7.7	Limitations	104
7.8	II) Contextualizing Teaching and Learning SRL and Metacognitive Strategies with Educational Technology: A Reflective Commentary	104
8	Zusammenfassung und Diskussion	124
8.1	Übergeordnete Zusammenfassung der Ergebnisse	124
8.2	Diskussion und Implikationen für Praxis und Forschung	127
8.3	Limitationen	142
9	Schlussfolgerungen und Ausblick	144
10	Literatur	146
	Anhang A: Rekrutierung Lehrpersonen Studie II	163
	Anhang B: Interviewdurchführung Studie II	166
	Anhang C: Interviewauswertung Studie II	173
	Anhang D: Erklärung zur Eigenleistung	186

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Drei-Phasen-Modell zum selbstregulierten Lernen. Eigene Darstellung in Anlehnung an Zimmerman & Moylan (2009, S. 300).	7
Abbildung 2	Zusammenhang zwischen Objekt- und Metaebene. Eigene Darstellung in Anlehnung an Nelson (1996, S. 105).	10
Abbildung 3	Das weiterentwickelte TPACK-Modell (Petko et al., 2025, S. 4)	19
Abbildung 4	Rahmenmodell zur didaktisch sinnvollen Integration digitaler Medien (Lachner et al., 2020, S. 68)	21
Abbildung 5	Modell zur Wechselbeziehung zwischen Überzeugungen und Praktiken. Eigene Darstellung in Anlehnung an Buehl & Beck (2015, S. 74).	27
Abbildung 6	Untersuchungsfeld Studie I	36
Abbildung 7	Untersuchungsfeld Studie II	38
Abbildung 8	Übersicht Studien I und II zur Förderung von SRL und Metakognition mit digitalen Technologien.....	125

Studie I

Fig 1.	Prisma flow-diagram for present systematic review	46
Fig. 2.	Analytical framework used to systematize the retrieved studies.....	49
Fig. 3.	Visual representation of the studies	53

Studie II

Fig. 1.	Framework for analyzing teachers' beliefs and practices in promoting metacognitive strategies with educational technology	87
Fig. 2.	Teacher practices in promoting students' metacognitive strategies (explicit and implicit)	99

Tabellenverzeichnis

Studie I

Table 1	Exclusion criteria for the first screening process.....	47
Table 2	Exclusion criteria for the second screening process	48
Table 3	Studies focused on teachers' direct and indirect practices related to SRL and metacognition, in chronological order	52

Studie II

Table 1	Teachers' self-reported practices: coding scheme	92
Table 2	The teachers' beliefs, coding scheme	92

1 Einleitung

1.1 Hintergrund und Relevanz des Themas

Das 21. Jahrhundert ist durch eine Vielzahl von Trends geprägt, darunter Globalisierung, Automatisierung, Digitalisierung und demografischer Wandel. Diese Entwicklungen stellen für nachfolgende Generationen erhebliche Herausforderungen dar (Seufert & Schüür-Langkau, 2022). Schule und Unterricht stehen deshalb vor der Aufgabe, die kommende Generation auf das Leben in einer Informationsgesellschaft vorzubereiten, in der Wissen in einem lebenslangen Lernprozess fortlaufend selbständig aktualisiert und erweitert werden soll. Für den Erwerb der vier Schlüsselkompetenzen des 21. Jahrhunderts, Kreativität, kritisches Denken, Kommunikation und Zusammenarbeit, benötigen Individuen Kompetenzen, damit sie in der Lage sind, in der zunehmend komplexen, dynamischen und digitalisierten Gesellschaft eigenständig, zielgerichtet und verantwortungsvoll zu agieren und Wissen kritisch-reflektiert auszuwählen und zu verarbeiten (Ananiadou & Claro, 2009). Vor diesem Hintergrund gehört neben dem Aufbau fachlicher Kompetenzen auch die Förderung von selbstreguliertem Lernen (SRL) und Metakognition als Teil der überfachlichen Kompetenzen zu den Aufgaben einer zeitgemässen Bildung (D-EDK, 2014). SRL bezieht sich auf die Fähigkeit von Schüler:innen, ihren Lernprozess aktiv zu planen, umzusetzen, zu überwachen und zu kontrollieren und dabei die eigenen Gedanken, Emotionen und Handlungen zu steuern, wozu kognitive, metakognitive, motivationale und regulative Strategien angewendet werden (Landmann et al., 2015; Panadero, 2017). Metakognition wiederum umfasst das Bewusstsein sowie die Steuerung und die Reflexion eigener kognitiver Aktivitäten im Lernprozess (Brown, 1978; Brown et al., 1994; Flavell, 1979; Veenman, 2016).

Mit der zunehmenden Verbreitung von digitalen Technologien im Unterricht steigt die Relevanz von SRL und Metakognition weiter. Bildungstechnologien umfassen unter anderem digitale Werkzeuge (z. B. digitale Lernplattformen), sind integraler Bestandteil von modernen Lernumgebungen und können zur Verbesserung des Lernprozesses beitragen (Ifenthaler, 2023; Spector & Morel, 2022). SRL und Metakognition unterstützen die effektive Nutzung von Bildungstechnologien, indem Schüler:innen durch deren gezielten Einsatz dazu befähigt werden, die vielfältigen Anforderungen von Bildungstechnologien zu strukturieren und für ihren Lernprozess nutzbar zu machen. Umgekehrt bieten Bildungstechnologien mit ihren diversen Funktionen auch Potenzial zur Förderung von SRL und Metakognition (Perels & Dörrenbächer, 2020), beispielsweise anhand digitaler Scaffoldingfunktionen (Bannert & Mengelkamp, 2013; Devolder et al., 2012; Zheng, 2016). Der positive Einfluss des Einsatzes

von Bildungstechnologien auf das SRL von Schüler:innen konnte bereits in verschiedenen empirischen Untersuchungen nachgewiesen werden (Garcia et al., 2018; Prasse et al., 2024; Winters et al., 2008; Wong et al., 2019).

Der wirksame Einsatz von Bildungstechnologien zur Förderung von SRL und Metakognition hängt allerdings massgeblich von der didaktischen Gestaltung des Unterrichts sowie von Praktiken und den Überzeugungen und der Lehrpersonen im Hinblick auf SRL und Metakognition und deren Förderung ab. Deshalb gehört es zu den Aufgaben der Lehrperson, Bildungstechnologien didaktisch durchdacht in den Unterricht zu integrieren, die Unterstützung der Schüler:innen sowie den Einsatz der Bildungstechnologien an deren individuelle Bedürfnisse anzupassen und SRL wie auch Metakognition auf diese Weise gezielt zu fördern (z. B. Huh & Reigeluth, 2018; Perels & Dörrenbächer, 2020). Dies führt zu einer wechselseitigen Interaktion zwischen Lehrperson, Schüler:innen und Bildungstechnologien im Unterricht. Die Schüler:innen regulieren ihr Lernen in Interaktion und mit Unterstützung der Lehrperson und der Bildungstechnologien.

In einem Unterrichtssetting mit Bildungstechnologien kann die Lehrperson verschiedene Praktiken einsetzen, um SRL und Metakognition zu fördern. Untersuchungen belegen, dass dies sowohl durch digitale Interaktionen, etwa in Form von digitalem Feedback zu SRL- und Metakognitionsprozessen der Schüler:innen, als auch durch analoge Interaktionen wie Lerndialoge erfolgen kann (Estepa et al., 2022; Huh & Reigeluth, 2018). Studien zeigen zudem den gezielten Einsatz digitaler Lernumgebungen (Davenport, 2021; Khan-Galaria et al., 2020), von WebQuests (Hartman, 2015), E-Portfolios (McCormick, 2017), oder Chatbots (Chiu et al., 2024) zu diesem Zweck. Doch auch ganz allgemein im Distanzunterricht (Fischer & Dignath, 2024; Maor et al., 2023; Sulisworo et al., 2020) oder in Online-Schulen (Huh & Reigeluth, 2018) finden Bildungstechnologien Anwendung. Darüber hinaus liegen Forschungsergebnisse vor, die aufzeigen, dass Lehrpersonen SRL und Metakognition auch mithilfe von digitalen Technologien, die nicht speziell für den Bildungsbereich konzipiert wurden, fördern. Beispiele hierfür sind asynchrone Online-Diskussionsboards (Dale, 2020), Social Media (Matzat & Vrieling, 2015) und „ChatGPT“ (Chiu, 2024). Diese Forschungsergebnisse liefern zwar Ansätze zur Beschreibung der Praktiken von Lehrpersonen in Bezug auf die Förderung von SRL und Metakognition mit digitalen Technologien, sei es in Form speziell entwickelter Bildungstechnologien oder generischen digitalen Technologien. Es fehlt jedoch an differenzierter Forschung zu diesen Praktiken, insbesondere im Hinblick auf deren Umsetzung in der wechselseitigen Interaktion zwischen Lehrperson, Schüler:innen und Bildungstechnologien. Zudem mangelt es an Studien, die untersuchen, wie Lehrpersonen durch

den Einsatz von Bildungstechnologien SRL und Metakognition digital fördern, wann digitale und analoge Förderung eingesetzt wird und wie digitale und analoge Förderung in einem digitalen Unterrichtssetting kombiniert werden.

Auch in Bezug auf Überzeugungen von Lehrpersonen zur Förderung von SRL oder Metakognition mit Bildungstechnologien ist die Studienlage bislang noch eher marginal ausgeprägt. Diesbezüglich bereits verfügbare Forschungsergebnisse weisen jedoch darauf hin, dass die Überzeugungen von Lehrpersonen ein wichtiger Faktor für das Verständnis ihrer Praktiken bei der Integration von Bildungstechnologien in den Unterricht (Ertmer, 2005; Pajares, 1992) sowie zur Förderung von SRL und Metakognition (Skilling & Stylianides, 2023; Şuteu, 2021) sind.

Die vorliegende kumulative Dissertation setzt an diesen Forschungslücken an. Sie verfolgt das Ziel, die Überzeugungen und die Praktiken von Lehrpersonen im Hinblick auf die Förderung von SRL und Metakognition durch den Einsatz von digitalen Technologien und Bildungstechnologien im Unterricht vertieft zu untersuchen. Daraus sollen sowohl theoretische Einsichten in die Überzeugungen als auch in die Praktiken zur Förderung von SRL und metakognitiven Strategien mithilfe von digitalen Technologien im Unterricht gewonnen sowie praxisrelevante Implikationen für die Aus- und Weiterbildung abgeleitet werden.

1.2 Aufbau der Arbeit

Auf die einleitende Kontextualisierung des Forschungsgegenstands folgt *Kapitel 2* in dem SRL konzeptionell verortet wird. Zudem wird das Konzept der Metakognition theoretisch eingeordnet, da eine der beiden im Rahmen der vorliegenden Dissertation durchgeführten Studien den Schwerpunkt auf die Förderung metakognitiver Strategien legte. Darüber hinaus wird die Rolle der Lehrperson bei der Förderung von SRL und Metakognition erläutert. *Kapitel 3* befasst sich mit der Förderung von SRL und Metakognition mithilfe von Bildungstechnologien. Zuerst werden Bildungstechnologien allgemein charakterisiert. Da in einer der beiden Studien der vorliegenden Dissertation konkret der Einsatz der digitalen Lernplattform *LearningView* zur Förderung von metakognitiven Strategien untersucht wurde, werden in diesem Kapitel auch zentrale Aspekte der Zielsetzungen und der Gestaltung digitaler Lernplattformen erläutert. Darüber hinaus wird beschrieben, wie Bildungstechnologien zur Förderung von SRL und Metakognition eingesetzt werden können. Im Zentrum von *Kapitel 4* stehen Überzeugungen zur Förderung von SRL und Metakognition. Es werden aktuelle Forschungsergebnisse zu Überzeugungen von Lehrpersonen in Bezug auf die Förderung von SRL und Metakognition und in Bezug auf Bildungstechnologien dargelegt. Auf der Theorie

aufbauend folgen in *Kapitel 5* eine Einbettung des Forschungsvorhabens und eine Übersicht über die beiden Studien. In *Kapitel 6* und *Kapitel 7* werden die beiden Studien inhaltlich und formal in derselben Form integriert, in der sie publiziert wurden. In *Kapitel 8* werden die übergeordneten Ergebnisse beider Studien zusammengefasst, diskutiert und kontextualisiert. Dabei werden Implikationen für Forschung und Praxis abgeleitet. *Kapitel 9* schliesst mit Schlussfolgerungen und einem Ausblick.

2 Selbstreguliertes Lernen und Metakognition: Theoretische Grundlagen und Förderung

SRL und Metakognition stellen einflussreiche Faktoren für erfolgreiches Lernen dar und sind Gegenstand zahlreicher theoretischer und empirischer Untersuchungen (z. B. Craig et al., 2020; Dignath & Veenman, 2021), so auch in der vorliegenden Dissertation. Die Rolle der Lehrpersonen ist im Hinblick auf die Förderung von SRL-Kompetenzen und die (Weiter-)Entwicklung der Metakognition, insbesondere auch bei jüngeren Schüler:innen von zentraler Bedeutung (Dignath & Veenman, 2021; Jacob et al., 2020). In diesem Kapitel werden die konzeptionellen Grundlagen von SRL dargelegt und das Konzept der Metakognition als wesentliche Dimension von SRL näher beleuchtet. Anschliessend werden theoretische Grundlagen und aktuelle Forschungsergebnisse zur Förderung von SRL und Metakognition erläutert. Es werden Praktiken beschrieben, mit deren Hilfe Lehrpersonen SRL oder Metakognition gezielt fördern können.

2.1 Theoretische Grundlagen des selbstregulierten Lernens

SRL manifestiert sich in der Fähigkeit von Individuen, ihren Lernprozess aktiv zu planen, umzusetzen, zu überwachen und zu kontrollieren und die eigenen Gedanken, Emotionen und Handlungen dabei zu steuern (Landmann et al., 2015; Panadero, 2017). Die Auseinandersetzung mit der Selbstregulation des Lernens hat eine lange Tradition. Bereits Comenius (1592–1670) beschrieb die Fähigkeit des Menschen zum selbsttätigen und schöpferischen Handeln (Comenius, 1676, zitiert nach Straka, 2005). Obwohl die Notwendigkeit der Selbsttätigkeit und des eigenständigen Handelns von Lernenden bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts betont worden war, rückte das Konzept zu SRL erst mit der kognitiven Wende in den 1960er-Jahren wieder verstärkt in den Fokus des wissenschaftlichen Diskurses (Konrad, 2008). Im Zuge dieser theoretischen Auseinandersetzung gewannen psychologische Modelle der Selbstregulation an Bedeutung. In seinem Artikel „Self-Regulatory Mechanisms“ beschreibt Albert Bandura drei zentrale Teilprozesse der Selbstregulation: „Self-Observation“, „Judgmental Process“ und „Self-Reaction“ (Bandura, 1986, S. 337). Diese ermöglichen es Menschen, Bandura (1986) zufolge, ihr Verhalten bewusst zu steuern und Kontrolle über ihr Verhalten zu erlangen. Der soziale Kontext nimmt dabei eine wichtige Rolle ein (Bandura, 1986).

Im englischsprachigen, wie auch im deutschsprachigen Diskurs der vergangenen Jahrzehnte lässt sich feststellen, dass keine einheitliche Terminologie existiert.

Unterschiedliche Begriffe beziehen sich auf inhaltlich ähnliche Konzepte (Friedrich & Mandl, 1997; Konrad, 2008, 2024), beispielsweise „selbstgesteuertes Lernen“, „autonomes Lernen“, „selbstorganisiertes Lernen“, „selbstbestimmtes Lernen“ oder „offenes Lernen“. Im englischsprachigen Bereich werden oft die Begriffe „self-regulated learning“, „self-directed learning“, „self-instruction“ oder „self-guided learning“ verwendet (z. B. Friedrich & Mandl, 1997, S. 239). In der aktuellen wissenschaftlichen Literatur haben sich mittlerweile hauptsächlich drei Begriffe durchgesetzt: „selbstorganisiertes Lernen“ (z. B. Hilbe, 2022; Maag Merki et al., 2012) „selbstgesteuertes Lernen“ (z. B. Konrad, 2024) und „selbstreguliertes Lernen“ (z. B. Perels et al., 2020). Diese Termini werden zum Teil synonym verwendet, unterscheiden sich jedoch in bestimmten Aspekten. Beim *selbstorganisierten Lernen* steuern die Lernenden ihren Lernprozess auf strukturell-organisatorischer Ebene, indem sie beispielsweise über Zeit, Ort, soziale Kontexte und methodische Zugänge des Lernens entscheiden (Drieschner, 2007; Faustich, 2002). Das *selbstgesteuerte Lernen* hingegen umfasst bewusste Entscheidungen, die mit kognitiven und motivationalen Aspekten des Lernens zusammenhängen. Die Lernenden treffen Entscheidungen innerhalb eines vorgegebenen Rahmens, beispielsweise bei der Auswahl von Lernzielen, Inhalten oder Methoden (Brunstein & Spörer, 2001; Faustich, 2002). Beim *selbstregulierten Lernen* liegt der Fokus auf der Planung, Umsetzung, Überwachung und Regulierung des gesamten Lernprozesses und der Lernergebnisse (Panadero, 2017). Die Begriffe „selbstgesteuertes Lernen“ und „selbstreguliertes Lernen“ unterscheiden sich des Weiteren in Bezug auf die Zielgruppe und die theoretische Fundierung. Während das selbstgesteuerte Lernen primär in der Erwachsenenbildung eingesetzt wird, ist SRL vor allem im schulischen und hochschulischen Kontext verbreitet (Cosnefroy & Carré, 2014). SRL ist zudem theoretisch breit abgestützt, etwa durch psychologische Ansätze wie Banduras Selbstregulationstheorie (Bandura, 1986), Modelle der Metakognition (z. B. Veenman, 2016) sowie verschiedene SRL-Modelle, die unterschiedliche Teilprozesse und theoretische Schwerpunkte betonen (z. B. Boekaerts, 1999; Pintrich et al., 2000; Zimmerman & Moylan, 2009). Vor diesem Hintergrund wird im Rahmen der vorliegenden Dissertation der Begriff SRL verwendet.

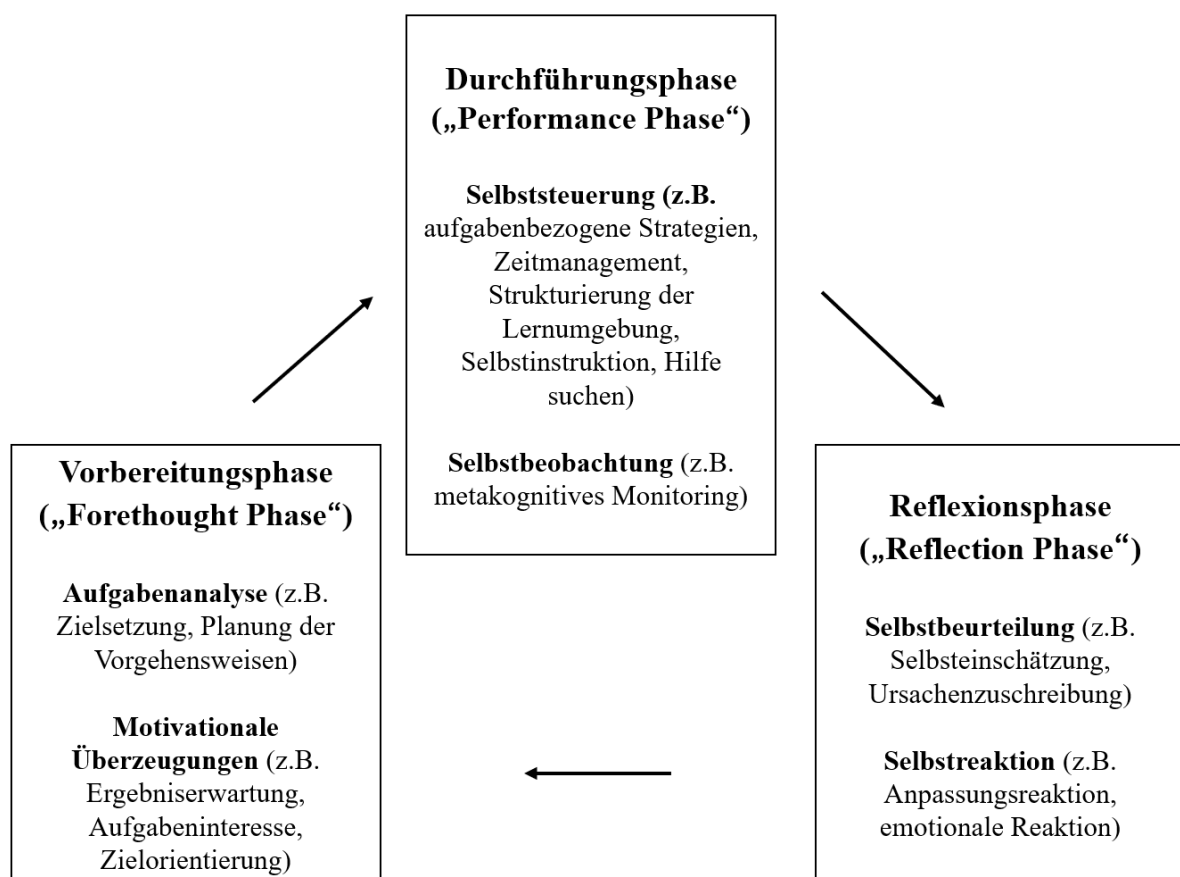
Studie II der vorliegenden Dissertation stützt sich theoretisch auf das Modell von Zimmerman und Moylan (2009), welches die zyklischen Phasen von SRL betont und die Funktion von Selbstwirksamkeit und Motivation hervorhebt. In diesem Modell werden drei Phasen unterschieden: Vorbereitungsphase („forethought phase“), Durchführungsphase („performance phase“) und Reflexionsphase („self-reflection phase“). In der Vorbereitungsphase analysieren Lernende die Aufgabe, setzen sich Ziele und planen ihre

Vorgehensweise. Während der Durchführungsphase überwachen sie ihren Lernprozess (Monitoring) und in der Reflexionsphase bewerten sie ihr Ergebnis, analysieren Ursachen und leiten daraus Rückschlüsse für künftige Lernprozesse ab. Die Metakognition spielt in allen Phasen eine zentrale Rolle (Panadero, 2017; Zimmerman & Moylan, 2009). Zur besseren Übersicht wird dieses Modell ins Deutsche übersetzt, vereinfacht und geringfügig angepasst in Abbildung 1 dargestellt.

Abbildung 1

Drei-Phasen-Modell zum selbstregulierten Lernen. Eigene Darstellung in Anlehnung an Zimmerman & Moylan (2009, S. 300).

Die Abbildung wurde ins Deutsche übersetzt, vereinfacht und geringfügig angepasst.



In Anlehnung an das Modell von Zimmerman und Moylan (2009) integriert das Modell von Pintrich (2000, 2004) neben vier Phasen (Planung, Monitoring, Kontrolle und Reflexion), auch vier Bereiche von SRL (Kognition, Motivation und Emotion, Verhalten und Kontext). Der Fokus wird stärker auf motivationale und metakognitive Prozesse innerhalb der Lernphasen gelegt, die auch empirisch untersucht wurden (Pintrich & De Groot, 1990). Gemäss dem Modell von Winne und Hadwin (1998, 2008) ist SRL als dynamischer, datengesteuerter Prozess zu

verstehen, der von internen und externen Rückmeldungen geprägt ist. Das Modell von Winne und Hadwin (2008) beschreibt SRL als einen dynamischen, rekursiven Prozess, der in folgende vier Phasen strukturiert ist: Aufgabenanalyse und Aufgabenverständnis („definition of task“), Zielsetzung und Planung („goals and plans“), Anwendung von Strategien („studying tactics“) und Anpassung („adaptions“). Der Autor und die Autorin betonen die Rolle kognitiver Informationsverarbeitung. SRL-Phasenmodelle, insbesondere das Modell von Zimmerman, werden in empirischen Studien häufig als theoretische Grundlage verwendet. Dies zeigt exemplarisch die Untersuchung Garcia et al. (2018). Boekaerts' (1999) stellt in ihrem Schichtenmodell nicht den zeitlichen Prozess von SRL ins Zentrum, sondern drei Schichten, die Regulation des Selbst („regulation of the self“), des Lernprozesses („regulation of the learning process“) und der Informationsverarbeitung („regulation of the processing modes“). Gemäss diesem Modell wird Lernen nicht ausschliesslich kognitiv gesteuert, sondern es ist eng mit emotional-motivationalen Prozessen verknüpft.

Aufbauend auf diesen konzeptionellen und theoretischen Grundlagen wird im folgenden Abschnitt das Konzept der Metakognition als zentrale Dimension von SRL vertiefend betrachtet.

2.2 Metakognition als zentrale Dimension des selbstregulierten Lernens

Das Konzept der Metakognition wurde ursprünglich von der entwicklungspsychologischen Forschungstradition geprägt (Flavell, 1979). Es bezieht sich auf das Bewusstsein für den eigenen Lernprozess und die Reflexion darüber. Metakognition umfasst das Wissen und die Fähigkeit, die eigenen kognitiven Aktivitäten im Lernprozess zu steuern und zu regulieren (Brown, 1978; Brown et al., 1994; Flavell, 1979). Für das Konzept der Metakognition existieren zahlreiche Klassifikationen (Efklides, 2011; Flavell, 1979; Hasselhorn, 1992). Flavell (1979) unterscheidet vier grundlegende und miteinander interagierende Komponenten: metakognitives Wissen („metacognitive knowledge“), metakognitive Erfahrungen („metacognitive experiences“), Ziele oder Aufgaben („goals or tasks“) und metakognitive Strategien („metacognitive strategies“):

- *Metakognitives Wissen* umfasst das deklarative Wissen von Lernenden, das sich aus *personenbezogenem Wissen* (Wissen über die eigene Person als Lernende:r und das eigene kognitive System), *aufgabenbezogenem Wissen* (Wissen darüber, was eine Aufgabe erfordert und welche Eigenschaften sie hat) und *strategischem Wissen* (Wissen über Lern- und Problemlösestrategien) zusammensetzt. Die Interaktion zwischen diesen drei Wissensformen ist gemäss Flavell (1979) zentral.

- *Metakognitive Erfahrungen* sind subjektive, oft bewusste Erfahrungen, die Lernende vor, während oder nach kognitiven Aktivitäten machen. Metakognitive Erfahrungen können Reflexionen über den Stand und Verlauf des eigenen Lernens anstossen und zur gezielten Anpassung von Zielen, Wissen oder Strategien führen (Flavell, 1979).
- *Ziele oder Aufgaben* im Rahmen kognitiver Tätigkeiten können durch metakognitives Wissen und metakognitive Erfahrungen beeinflusst werden. Diese Ziele beziehen sich auf das, was im Lernprozess erreicht werden soll, und können sich im Verlauf des kognitiven Handelns verändern (Flavell, 1979).
- *Metakognitive Strategien oder Handlungen* bilden die prozedurale Komponente der Metakognition. Sie werden eingesetzt, um kognitive Prozesse gezielt zu überwachen, steuern und zu regulieren. Sie werden auf der Basis von vorhandenem Wissen und früheren Erfahrungen ausgewählt und angepasst (Flavell, 1979). Gemäss Hasselhorn und Gold (2022) sind die Planung, die Überwachung, die Bewertung sowie die darauf basierende Regulation des Lernprozesses als integrale Bestandteile von metakognitiven Strategien zu betrachten.

Diese vier Komponenten wirken zusammen, um die Regulation kognitiver Prozesse zu ermöglichen: Metakognitives Wissen beeinflusst die Wahrnehmung und Bewertung kognitiver Situationen, metakognitive Erfahrungen können neues Wissen generieren und die Zielsetzung anpassen, und metakognitive Strategien dienen der Umsetzung und Regulation im Lernprozess. Dadurch entsteht ein kontinuierlicher Regulationskreislauf.

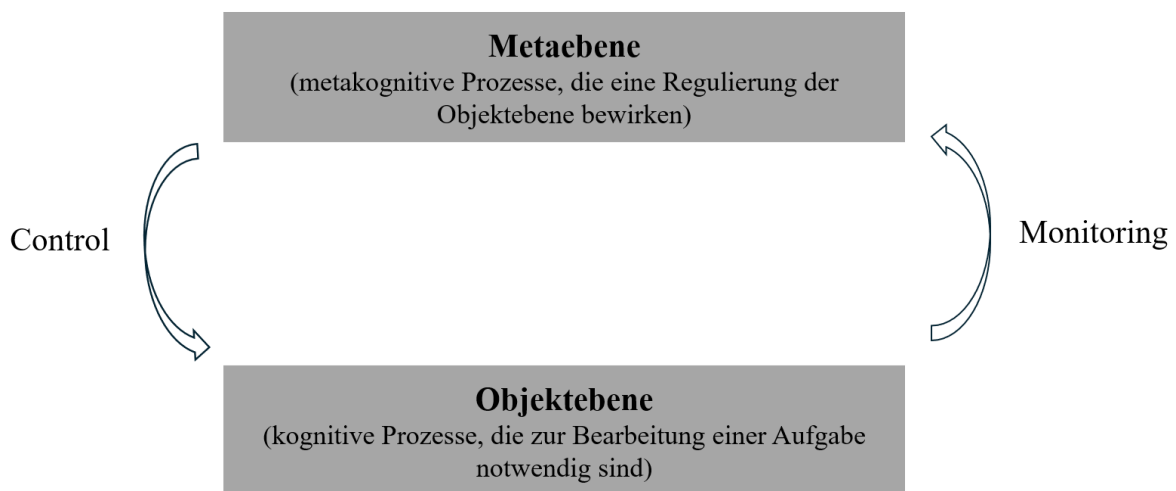
Nelson (1996) zufolge lässt sich die Metakognition in eine Objektebene („object level“) und eine Metaebene („meta level“) differenzieren, die gemeinsam ein regulatives System bilden (siehe Abbildung 2). Auf der *Objektebene* werden alle kognitiven Prozesse und Handlungen ausgeführt, die zur Bearbeitung von Aufgaben notwendig sind. Demgegenüber umfasst die *Metaebene* diejenigen metakognitiven Prozesse, die eine Regulierung der Objektebene bewirken, wie beispielsweise Prozesse der Überwachung des Lernfortschritts. Die Metaebene bei Nelson (1996) beinhaltet sowohl Monitoring- als auch Kontrollprozesse und weist Parallelen zu Flavells (1979) Konzept von metakognitivem Wissen, Erfahrungen und Strategien auf. Gemäss Nelsons Konzept liegt ein zirkulärer Prozess vor, in dem Monitoring (bottom-up) die Metaebene mit Informationen über die Objektebene versorgt, während Control (top-down) regulierend auf diese zurückwirkt. So kann ein Schulkind während des Lesens einer Aufgabe beispielsweise feststellen, dass es einen Aspekt davon nicht verstanden hat. Auf der Metaebene werden sodann Strategien ausgewählt, wodurch Kontrollprozesse aktiviert werden. Die Metaebene nimmt folglich auf der Basis des Monitorings Einfluss auf die Objektebene, was

zum Beispiel dann der Fall ist, wenn ein Kind die Entscheidung trifft, denjenigen Aspekt der Aufgabe, den es nicht verstanden hat, noch einmal zu vertiefen, um das Verständnis zu verbessern.

Abbildung 2

Zusammenhang zwischen Objekt- und Metaebene. Eigene Darstellung in Anlehnung an Nelson (1996, S. 105).

Die Abbildung wurde ins Deutsche übersetzt, graphisch und inhaltlich geringfügig angepasst.



Veenman (2016) hat Nelsons Modell, welches primär reaktive Prozesse wie Monitoring nach Fehlern betont, durch die Perspektive einer proaktiven top-down-orientierten Steuerung ergänzt. Das heisst, gemäss Veenman (2016) kann die Metakognition auch initiativ, d. h. ohne vorausgehende Störung, aktiv zur Steuerung, Kontrolle und Regulierung des Lernprozesses eingesetzt werden. Lernende greifen dabei auf erworbene metakognitive Strategien zurück, mit denen sie kognitive Aktivitäten bereits vor Beginn der Aufgabenbearbeitung bewusst steuern. So legen sie sich vorab geeignete Strategien zurecht und setzen diese während des Lernprozesses aktiv ein (Veenman, 2016).

In der aktuellen Forschungsliteratur zum Thema „SRL“ wird der Metakognition im Lernprozess eine prominente Rolle zugeschrieben (z. B. Daher & Hashash, 2022; Hertel & Karlen, 2021). Metakognition stellt einen integralen Bestandteil von SRL dar. In den verschiedenen SRL-Modellen manifestieren sich jedoch Unterschiede hinsichtlich Schwerpunktsetzung und Funktion. Im Modell von Zimmerman und Moylan (2009) sind metakognitive Prozesse in allen drei Phasen von zentraler Bedeutung: In der Vorbereitungsphase werden Ziele gesetzt und Strategien geplant, in der Durchführungsphase

erfolgt das Monitoring und die Selbstbeobachtung und in der Reflexionsphase werden Ergebnisse bewertet und zukünftige Handlungen angepasst. Zimmerman und Moylan (2009) fassen Metakognition dabei als übergreifenden Steuerungsmechanismus kognitiver, motivationaler und verhaltensbezogener Prozesse auf. Pintrich (2000) hingegen unterscheidet differenziert zwischen der Regulation kognitiver Prozesse (einschliesslich Metakognition) und der Regulation von Motivation und Affekt als eigenständigen Bereich. In seinem Vier-Phasen-Modell (Planung, Monitoring, Kontrolle, Reflexion) ist Metakognition vor allem der Phase des Monitorings und der Kontrolle kognitiver Prozesse zugeordnet, während motivationale Aspekte nicht metakognitiv, sondern in einem separaten Bereich verortet sind. Auch in anderen Modellen ist Metakognition unterschiedlich gewichtet: Im SRL-Modell von Winne und Hadwin (1998) steht die Metakognition als zentrales Steuerungselement im Mittelpunkt aller Phasen. Im Schichtenmodell von Boekaerts (1999) wird Metakognition als Teil der Regulation des Lernprozesses verstanden, eingebettet in ein hierarchisches Zusammenspiel mit motivationalen und emotionalen Faktoren.

Auf der Grundlage der verschiedenen theoretischen Ansätze und Modelle lassen sich drei zentrale Dimensionen der Metakognition identifizieren (z. B. Veenman, 2015). Diese Dimensionen spiegeln typische metakognitive Strategien, die den Phasen von SRL zugeordnet werden können. In Studie II dienten sie als analytischer Rahmen. Die erste Dimension, die Aufgabenorientierung, ist für das Verstehen einer Aufgabe von Bedeutung (Zhang & Lockee, 2022). Während der Orientierungsphase setzen Lernende metakognitive Strategien ein, um Vorwissen zu aktivieren, Lernziele zu differenzieren, Ressourcen und Zeit zuzuordnen und ihr Lernen zu planen (Dignath & Veenman, 2021; Schraw & Dennison, 1994; Zhang & Lockee, 2022). Die zweite Dimension, das Monitoring, umfasst metakognitive Strategien, die darauf abzielen, den Arbeitsfortschritt zu bewerten, den Lernprozess und die Lernziele zu verfolgen und den Lernprozess bei Bedarf anzupassen. In der dritten Dimension, die sich auf die Reflexionsphase von Lernprozessen bezieht, setzen die Lernenden verschiedene Strategien ein, um ihren Lernfortschritt zu bewerten und zu reflektieren, beispielsweise in Bezug auf ihr Vorwissen oder ihre Lernziele. Sie können auch Pläne und Ziele zur Verbesserung ihres künftigen Lernens formulieren und so ihr Wissen auf andere Lernkontexte übertragen (Schraw & Dennison, 1994; Zhang & Lockee, 2022).

2.3 Förderung von selbstreguliertem Lernen und Metakognition

Theorien und Modelle zu SRL fassen Lernen nicht ausschliesslich als selbst- oder fremdreguliert auf, sondern beschreiben es entlang eines Kontinuums zwischen diesen beiden

Polen (Artelt, 2000). Demzufolge ist die Rolle der Lehrpersonen im Hinblick auf die Förderung von SRL und Metakognition von zentraler Bedeutung (Dignath & Veenman, 2021).

In der vorliegenden Dissertation werden Praktiken von Lehrpersonen zur Förderung von SRL und Metakognition untersucht. In Anlehnung an den in der internationalen Forschungsliteratur häufig verwendeten Begriff „practices“ wird hier „Praktiken“ als Bezeichnung für Handlungen von Lehrpersonen im Unterricht zur Förderung von SRL und Metakognition genutzt.

Aktuelle Studien fokussieren sich verstärkt auf Unterrichtspraktiken, mit denen Lehrpersonen SRL-Kompetenzen und Metakognition gezielt fördern können. Zentrale Aspekte sind dabei, dass Lehrpersonen über eigene SRL-Kompetenzen verfügen und diesbezüglich als Vorbilder agieren, Strategien zu SRL und Metakognition vermitteln und ein unterstützendes Unterrichtssetting sowie ein gutes Lernklima schaffen (Dignath & Veenman, 2021; Karlen et al., 2020, 2025). Die Forschung belegt ausserdem, dass diese Aspekte bereits für die Förderung von SRL bei jüngeren Kindern relevant sind (Jacob et al., 2020). Einige dieser Aspekte sind jedoch auch bei der Förderung von SRL auf der Hochschulstufe (Chen, 2022) und der Berufsschulstufe (Mejeh & Held, 2022) von Bedeutung.

In Bezug auf die Praktiken zur Förderung von SRL und Metakognition lassen sich zwei Hauptansätze unterscheiden, die direkte und die indirekte Förderung (Dignath & Veenman, 2021; Friedrich & Mandl, 1997):

- Die *direkte Förderung* zeichnet sich dadurch aus, dass die Lehrperson aktiv in die Lernprozesse der Schüler:innen eingreift, indem sie SRL-Strategien und metakognitive Strategien vermittelt und deren Anwendung gemeinsam mit den Schüler:innen übt. Dies kann entweder explizit oder implizit erfolgen:
 - Bei der *expliziten direkten Förderung* von SRL und Metakognition benennt die Lehrperson ausgewählte Lernstrategien, beschreibt deren Vorteile und/oder erklärt oder demonstriert sie konkret, beispielsweise indem sie eine metakognitive Strategie Schritt für Schritt vorzeigt und ihr Vorgehen kommentiert. Dabei kann sie sich an der WWW&H-Regel der SRL-Förderung orientieren: *What* to do, *when* to do it, *why* it should be done, and *how* it should be done (Dignath & Veenman, 2021; Efklides, 2011; Veenman, 2016). Neben der Vermittlung von Lernstrategien durch Instruktion kann die Lehrperson auch durch Coaching, Scaffolding und Feedback zur Förderung von SRL und Metakognition beitragen (Dignath & Veenman, 2021; Efklides, 2011; Pintrich, 2002). Beim Coaching fungiert die Lehrperson als Prozessbegleitung, die Schüler:innen bei der Anwendung von Strategien unterstützt

und deren Weiterentwicklung anregt (Grant, 2012). Scaffolding bezeichnet eine gezielte, strukturierte und temporäre Unterstützung, die schrittweise reduziert wird, bis die Schüler:innen in der Lage sind, die Aufgaben selbstständig zu bewältigen (Wood et al., 1976). Schliesslich kann das Feedback der Lehrpersonen im SRL-Prozess eine zentrale Rolle spielen, indem es sich auf Lernprozesse oder Lernergebnisse der Schüler:innen bezieht und kurze zusätzliche Erklärungen enthält (Butler & Winne, 1995). Studien zeigen, dass ein detailliertes Feedback bereits Primarschüler:innen dabei hilft, ihre Leistungen realistischer einzuschätzen und ihre Lernprozesse gezielter zu steuern (Van Loon & Roebers, 2017).

Eine explizite Förderung ist von entscheidender Bedeutung, weil das Erlernen neuer Strategien nicht nur zeitaufwendig, sondern auch kognitiv anspruchsvoll ist. Ohne gezielte Unterstützung besteht die Gefahr, dass Schüler:innen diese Strategien nicht nachhaltig anwenden können (Dignath & Veenman, 2021; Veenman, 2016).

- Bei der *impliziten direkten Förderung* erfolgt die Demonstration von SRL und Metakognition im Unterricht, ohne dass hierfür zusätzliche Zeit für Erklärungen oder Übungen eingeplant wird. Die Lehrperson setzt SRL und Metakognition im Unterricht ein und baut sie in Aufgabenstellungen ein, ohne diese explizit zu thematisieren oder als Lerngegenstand zu benennen (Dignath & Veenman, 2021).

Untersuchungen weisen darauf hin, dass direkte Förderung von SRL und Metakognition die Entwicklung von Lernstrategien von Schüler:innen effektiv unterstützt (Dignath & Büttner, 2008; Donker et al., 2014). Forschungsergebnisse zeigen zudem, dass Lehrpersonen tendenziell häufiger implizit als explizit fördern (Dignath & Büttner, 2018; Dignath & Veenman, 2021).

- Die *indirekte Förderung* von SRL und Metakognition manifestiert sich in der Organisation umfassender Lernumgebungen, die durch eine stringente Strukturierung der Aufgaben charakterisiert sind. Diese Lernumgebungen sind so gestaltet, dass sie die Entwicklung von SRL und Metakognition bei den Schüler:innen anregen, erfordern und fördern (Dignath & Veenman, 2021; Friedrich & Mandl, 1997). Von der Lehrperson entwickelte komplexe Aufgaben oder Probleme, die in der Lernumgebung von den Schüler:innen auf verschiedene Weise gelöst werden können, sind ein Beispiel dafür. Die Schüler:innen aktivieren ihr Vorwissen und lösen die Probleme selbstreguliert, wodurch, je nach Fach und Aufgabenstellung, auch der Transfer in reale oder fachnahe Kontexte gefördert werden kann (De Corte et al., 2004; Dignath & Veenman, 2021).

Interventionsstudien haben gezeigt, dass strategische Lernprozesse von Schüler:innen durch die direkte Förderung von SRL und Metakognition effektiv unterstützt werden können. Insbesondere bei jüngeren Schüler:innen ist in einem ersten Schritt eine direkte Förderung erforderlich (Dignath & Büttner, 2008; Donker et al., 2014). Dennoch deuten die Ergebnisse empirischer Studien zugleich darauf hin, dass es sinnvoll ist, wenn Lehrpersonen bei der Förderung von SRL oder Metakognition einen dualen Ansatz verfolgen, der die direkte mit der indirekten Förderung kombiniert (Karlen et al., 2020; Paris & Paris, 2001).

2.4 Zwischenfazit

SRL und Metakognition gelten als zentrale Voraussetzungen erfolgreichen Lernens und sind in der psychologischen und bildungswissenschaftlichen Forschung theoretisch umfassend fundiert. SRL beinhaltet die Fähigkeit, den Lernprozess aktiv planen, umsetzen, überwachen und kontrollieren zu können. Metakognition wird als übergeordnete Fähigkeit zur Überwachung und Steuerung dieser Prozesse verstanden. Theoretische Modelle wie jene von Zimmerman und Moylan (2009) oder Pintrich (2000, 2004) veranschaulichen die Vielschichtigkeit dieser Konzepte.

Lehrpersonen können SRL und Metakognition durch spezifische Praktiken fördern. Dabei wird zwischen expliziter und impliziter direkter Förderung sowie indirekter Förderung unterschieden. Förderpraktiken wie Instruktion, Coaching, Scaffolding oder Feedback lassen sich der expliziten direkten Förderung zuordnen. Obwohl bereits Studien existieren, die sich mit den Praktiken von Lehrpersonen zur Förderung von SRL und Metakognition befassen, liegt der Fokus vieler Forschungsarbeiten bislang stärker auf der Perspektive der Lernenden. Im Vergleich dazu wurde die Rolle der Lehrperson empirisch bislang weniger fundiert beleuchtet. Bisherige Befunde deuten jedoch darauf hin, dass Lehrpersonen SRL häufig eher implizit als explizit fördern (Dignath & Büttner, 2018; Dignath & Veenman, 2021).

Ein zentrales Forschungsdesiderat besteht darin, die Praktiken von Lehrpersonen zur Förderung von SRL und Metakognition im schulischen Alltag differenziert zu erfassen. Die vorliegende Dissertation greift dieses Desiderat auf und untersucht systematisch, wie Lehrpersonen SRL und Metakognition in digitalen und analogen Unterrichtssettings fördern. Im Zentrum stehen dabei sowohl die zugrunde liegenden Überzeugungen als auch die konkret eingesetzten Praktiken.

3 Einsatz von Bildungstechnologien zur Förderung von selbstreguliertem Lernen und Metakognition

Ein gezielter Einsatz von Bildungstechnologien durch die Lehrperson kann zur Förderung von SRL (z. B. Prasse et al., 2024) und Metakognition (Braad et al., 2020) beitragen. In diesem Kapitel wird beschrieben, was in der Fachliteratur unter Bildungstechnologien, und im Speziellen unter digitalen Lernplattformen, verstanden wird und wie Lehrpersonen mithilfe von Bildungstechnologien SRL und Metakognition fördern können.

In der vorliegenden Dissertation wird der Begriff „digitale Technologien“ übergreifend verwendet und auf den Bildungskontext bezogen. Er bezieht sich zum einen auf generische digitale Technologien, die nicht speziell für die Förderung von SRL oder Metakognition entwickelt wurden, jedoch im Unterricht entsprechend eingesetzt werden können (z.B. „ChatGPT“). Zum anderen umfasst er auch Bildungstechnologien, d.h. digitale Tools, die gezielt zur Förderung von SRL und Metakognition konzipiert wurden, wie beispielsweise die FLoRA Engine, ein bildungstechnologisches Tool zur SRL-Förderung, (Li et al., 2025). Diese begriffliche Differenzierung ist für die beiden Studien der Dissertation zentral: Während in Studie I digitale Technologien (generische Technologien und Bildungstechnologien) untersucht wurden, fokussiert Studie II ein spezifisches bildungstechnologisches Tool.¹

3.1 Begriffsbestimmung: Bildungstechnologien und digitale Lernplattformen

In der aktuellen Fachliteratur werden für die breite Palette der technologiegestützten Anwendungen unterschiedliche Begriffe genutzt, so zum Beispiel „digitale Technologien“ bzw. „digital technologies“ (z. B. Yot-Domínguez & Marcelo, 2017), „digitale Medien“ bzw. „digital media“ (z. B. Daumiller & Dresel, 2019) oder „Informations- und Kommunikationstechnologien“ („IKT“ bzw. „ICT“) (z. B. Sui et al., 2024). Bei technologiegestützten Anwendungen, die insbesondere für den Einsatz im Bildungsbereich entwickelt wurden und entsprechend auch für die vorliegende Dissertation relevant sind, wird der Begriff „Bildungstechnologien“ bzw. „educational technologies“ verwendet (z. B. Ifenthaler, 2023; Spector & Morel, 2022). Als Unterbegriff findet sich für spezifische Software oftmals auch der Begriff „digitale Werkzeuge“ bzw. „digital tools“. Als Beispiel für die

¹ Im Fliesstext wird, abhängig vom jeweiligen inhaltlichen Fokus, entweder explizit von Bildungstechnologien gesprochen oder beide Begriffe (generische digitale Technologien und Bildungstechnologien) werden bewusst nebeneinandergestellt. Die übergeordnete Bezeichnung „digitale Technologien im Unterricht“ wird verwendet, wenn beide Formen gemeint sind und keine spezifische Differenzierung erforderlich ist.

Verwendung des Begriffs „digitales Werkzeug“ im Zusammenhang mit konkreter Software kann die Beschreibung von *LearningView* durch Hielscher et al. (2017) herangezogen werden.

Eine Begriffsbestimmung liefern Spector und Morel (2022), die den Begriff der Bildungstechnologien wie folgt definieren: „Educational technology involves the disciplined application of knowledge for the purpose of improving learning, instruction, and/or performance“ (Spector & Morel, 2022, S. 10). Spector und Morel (2022) halten drüber hinaus fest, dass Bildungstechnologien nicht isoliert, sondern in einem Zusammenspiel verschiedener Akteur:innen und sozialer Interaktionen zu betrachten seien, wenn sie zur Unterstützung von Lernprozessen eingesetzt werden sollen: „Educational technology involves multiple disciplines, multiple activities, multiple people, multiple tools, and multiple opportunities to facilitate meaningful change“ (Spector & Morel, 2022, S. 11). Auch Ifenthaler (2023) weist auf die Bedeutung von Bildungstechnologien als integraler Bestandteil moderner Lernumgebungen hin und legt dar, dass Lehr-/Lernprozesse insbesondere durch die gezielte Verbindung von Bildungstechnologien mit pädagogischen Strategien wirksam optimiert werden könnten.

Gemäss Opfermann et al. (2020) unterscheiden sich Bildungstechnologien von traditionellen Lehr-/Lernmedien wie beispielsweise Büchern neben dem technischen Aspekt insbesondere in Bezug auf die drei Merkmale „Interaktivität“, „Adaptivität“ und „Multimedialität“:

- Das Merkmal der *Interaktivität* bezieht sich auf das Zusammenspiel zwischen Schüler:innen und Lernsystem, bei der die Reaktionen beider Seiten aufeinander abgestimmt und voneinander abhängig sind (Domagk et al., 2010). Bildungstechnologien sind jedoch nicht per se interaktiv, sondern sie müssen Interaktionen in einem bestimmten Ausmass ermöglichen und fördern. So können Schüler:innen beispielsweise nicht-linear durch Inhalte navigieren (z. B. über Hyperlinks), Inhalte steuern (z. B. über die Geschwindigkeit), Informationen anpassen (z. B. über den Detaillierungsgrad) und aktiv eingreifen (z. B. über Simulationen oder Drag-and-Drop) (Niegemann & Heidig, 2019; Opfermann et al., 2020).
- Die *Adaptivität* ist ein zentrales Potenzial digitaler Bildungstechnologien, das über die Möglichkeiten traditioneller Lernmedien hinausgeht, da sie Lernprozesse in Echtzeit analysieren, individualisierte Unterstützung automatisiert bereitstellen können und so auf unterschiedliche Lernvoraussetzungen der Schüler:innen eingehen können. Bildungstechnologien können Schüler:innen beispielsweise dabei unterstützen, die Aufgabenanzahl, die Lernzeit oder die Aufgabenschwierigkeit zu variieren. Darüber hinaus bieten sie Funktionen für Feedback, Scaffolding und Prompts, die sich am

Lernverhalten der Schüler:innen orientieren und ihnen gezielte Hinweise für ihren Lernprozess geben (Niegemann & Heidig, 2019).

- Die *Multimedialität* von Bildungstechnologien ermöglicht eine vielfältige Gestaltung von Inhalten. Die Kombination von verschiedenen Darstellungsformen wie geschriebenem oder gesprochenem Text, Bildern, Animationen, Videos, Tabellen und Diagrammen erlaubt eine flexible Gestaltung und eine individuelle Nutzung des Lernmaterials durch die Schüler:innen (Leutner et al., 2014; Niegemann & Heidig, 2019).

In der heutigen Bildungslandschaft gibt es eine Vielzahl spezifischer Softwarelösungen, die im Unterricht eingesetzt werden können. Dabei haben sich unterschiedliche, teilweise englischsprachige Begriffe etabliert, beispielsweise „(digitale) Lernplattform“ (Baumgartner et al., 2002; Schulmeister, 2005), „Learning Management System“ (LMS) (z. B. Elmabaredy & Gencel, 2024), „Personal Learning Environment“ (PLE) (z. B. Tur et al., 2024) oder „Digital Learning Environment (DLE) (Barana et al., 2021).

In der vorliegenden Dissertation wurde der Einsatz der digitalen Lernplattform *LearningView* untersucht, wobei für Beiträge zum englischsprachigen Diskurs der Begriff „Digital Learning Environment“ Verwendung fand. Eine digitale Lernplattform oder ein DLE ist eine speziell für den Bildungsbereich entwickelte Software, die zentrale Funktionen wie die Verwaltung von Kursen und Lerngruppen, eine Benutzer:innenverwaltung mit Rollen und Rechten sowie die Möglichkeit zur Bereitstellung und Bearbeitung von Lernmaterialien umfasst (Schulmeister, 2005). Des Weiteren verfügen digitale Lernplattformen häufig über Funktionen zur Kommunikation (z. B. Feedbackfunktionen, Chats, Diskussionsforen), zur Kollaboration (z. B. zur gemeinsamen Erstellung von Lernprodukten wie Mindmaps oder Texten), zur Aufbereitung von Lerndaten (z. B. Übersichtsfunktionen zum Lernfortschritt der Schüler:innen), zur Einbettung externer Inhalte und Tools (z. B. Quiz, interaktive Aufgaben, Homepages) sowie über Möglichkeiten für den Austausch unter den Lehrpersonen (Barana et al., 2021; Baumgartner et al., 2002; Schulmeister, 2005). Die Arbeit mit digitalen Lernplattformen bietet den Schüler:innen Flexibilität in Bezug auf Tempo, Unterstützung und Interaktionen mit der Lehrperson oder anderen Schüler:innen. Ein weiteres wichtiges Merkmal von digitalen Lernplattformen ist die Verbindung synchroner und asynchroner Aktivitäten, um Instruktion, Interaktion und Kommunikation zwischen Lehrpersonen und Schüler:innen zu fördern. Die Kombination von Echtzeitformaten (z. B. Videokonferenzen) und zeitversetzten Angeboten (z. B. bereitgestellte Aufgaben oder Forenbeiträge) ermöglicht eine flexible Gestaltung von Lernprozessen und eine stärkere Berücksichtigung individueller Lernbedürfnisse (Barana et al., 2021). Digitale Lernplattformen integrierend zunehmend

adaptive Elemente, um Lernprozesse individuell zu unterstützen. Aufbauend auf Echtzeitanalysen des Lernverhaltens können Aufgabenformate, Schwierigkeitsgrade oder Lernpfade automatisch angepasst werden. Diese Form der Adaptivität zeigt sich beispielsweise in intelligenten Feedbackfunktionen oder differenzierten Aufgaben. Systeme wie die FLoRA Engine (Li et al., 2025) demonstrieren, wie KI-basierte Softwarekomponenten digitale Lernplattformen um adaptive Unterstützungsfunktionen erweitern und so personalisiertes Feedback auf Basis von Echtzeitanalyse ermöglichen können (Tan et al., 2025). Der Umfang solcher Funktionen variiert jedoch stark und ist oft durch technische, didaktische oder datenschutzbezogene Rahmenbedingungen begrenzt (Du Plooy et al., 2024).

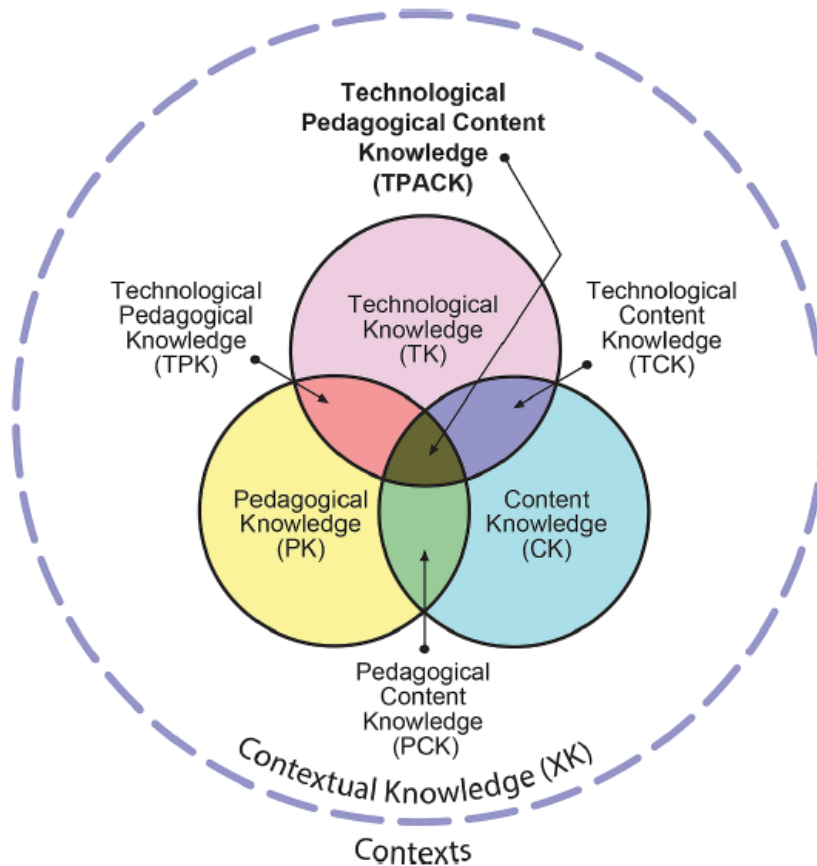
3.2 Kompetenzen von Lehrpersonen beim lernwirksamen Einsatz von Bildungstechnologien

Damit Lehrpersonen das Potenzial von Bildungstechnologien wie digitalen Lernplattformen für eine gezielte Lernprozessunterstützung nutzen können, benötigen sie eine solide professionelle Wissensbasis. Das TPACK-Modell (Mishra & Koehler, 2006), basierend auf Shulmans PCK-Konzept (Shulman, 1986), bietet einen theoretischen Rahmen, der die für die Erteilung eines lernwirksamen Unterrichts erforderliche Verknüpfung von fachlichem Wissen (Content Knowledge, CK), didaktischem Wissen (Pedagogical Knowledge, PK) und technologischem Wissen (Technological Knowledge, TK) beschreibt. In späteren Weiterentwicklungen wurde das Modell um das Kontextwissen (Contextual Knowledge, XK) ergänzt, das für die bewusste Anpassung von Lehrpersonenwissen an schulische, gesellschaftliche und technologische Rahmenbedingungen erforderlich ist (Mishra, 2019). Petko et al. (2025) schlagen darüber hinaus vor, auch kontextualisiertes Wissen (Contextualized Knowledge, in der Darstellung mit Contexts bezeichnet) zu berücksichtigen. Dieses bezieht sich auf das Wissen, das aus konkreten Erfahrungen in spezifischen Lehr-/Lernsituationen entsteht (Abbildung 3).

Abbildung 3

Das weiterentwickelte TPACK-Modell (Petko et al., 2025, S. 4)

CC BY 4.0



Mit dem zunehmenden Einbezug künstlicher Intelligenz (KI) in den Bildungskontext einhergehend wird das TPACK-Modell kontinuierlich weiterentwickelt. Begriffe wie „AI-TPACK“ verweisen dabei auf die notwendige Erweiterung des Professionswissens von Lehrpersonen um KI-spezifisches Wissen (Celik, 2023; Karataş & Ataç, 2025; Mishra et al., 2023).

Während das TPACK-Modell beschreibt, über welches Wissen Lehrpersonen im Hinblick auf die Integration von digitalen Technologien in den Unterricht verfügen sollten, setzen Kompetenzmodelle wie „DigCompEdu“ (European Commission Joint Research Centre, 2017) oder das österreichische Modell „digi.kompP“ (Brandhofer et al., 2022) an der Ebene der praktischen Umsetzung an. Sie beschreiben, über welche Kompetenzen Lehrpersonen verfügen sollten, um professionell in digitalen Unterrichtskontexten handeln zu können. Dazu zählen beispielsweise die didaktisch fundierte Auswahl digitaler Ressourcen, die technologiegestützte Gestaltung von Lernprozessen, der Einsatz geeigneter Kommunikations- und Feedbackformen sowie der reflektierte Umgang mit Fragen des Datenschutzes. Trotz unterschiedlicher Kontexte

und Begriffsverwendungen zeigen diese Modelle weitgehend Übereinstimmung in Bezug auf die zentralen professionellen Anforderungen an die Lehrpersonen. Studien belegen jedoch, dass viele Lehrpersonen insbesondere in der didaktisch effektiven Nutzung digitaler Technologien weiterhin Unterstützungsbedarf aufweisen (Eickelmann & Drossel, 2020).

Theoretische Modelle und Kompetenzrahmen verdeutlichen, welches Wissen und welche Kompetenzen Lehrpersonen für den professionellen Einsatz von digitalen Technologien im Unterricht benötigen. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie dieses Wissen und diese Kompetenzen in der Unterrichtspraxis konkret umgesetzt werden können, insbesondere in Bezug auf die Förderung von SRL und Metakognition.

3.3 Praktiken von Lehrpersonen zur Förderung selbstregulierten Lernens und der Metakognition mit Bildungstechnologien

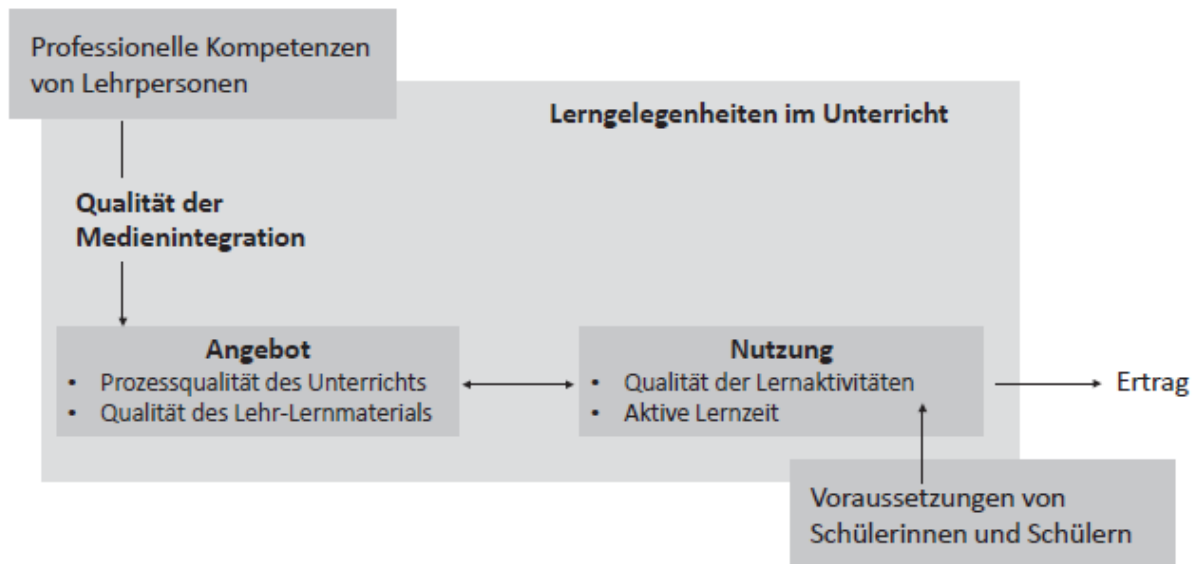
Bildungstechnologien bieten vielfältige Möglichkeiten zur Förderung von SRL in seinen verschiedenen Phasen und Komponenten (Garcia et al., 2018; Prasse et al., 2024; Wong et al., 2019). In diesem Zusammenhang stellt sich insbesondere die Frage, welche konkreten Praktiken Lehrpersonen einsetzen können, um Lernprozesse mithilfe von Bildungstechnologien möglichst effektiv zu begleiten und die Schüler:innen dabei zu unterstützen, Lernstrategien zunehmend selbstständig anzuwenden.

Zur Einordnung der von Lehrpersonen im digital unterstützten Unterricht eingesetzten Praktiken und als theoretischer Bezugspunkt kann das Angebots-Nutzungs-Modell zur Integration digitaler Medien von Lachner et al. (2020) herangezogen werden (Abbildung 4). Im Modell wird der Begriff digitale Medien verwendet, jedoch im didaktischen Kontext. Dieses Modell basiert auf allgemeinen Angebots-Nutzungsmodellen der Wirkungsweisen von Unterricht (Helmke & Schrader, 2014; Seidel, 2014) und wurde speziell an den Einsatz digitaler Medien angepasst. Es unterscheidet zwischen der Gestaltung didaktischer Angebote durch die Lehrperson (z. B. der Einsatz von digitalen Medien zur Förderung von Lernstrategien wie SRL oder Metakognition) und der tatsächlichen Nutzung dieser Angebote durch die Schüler:innen. Digitale Medien werden in diesem Zusammenhang als didaktische Werkzeuge betrachtet, welche die bisherigen Unterrichtsmethoden erweitern. Die professionellen Kompetenzen von Lehrpersonen, die auch deren Wissen und Überzeugungen beinhalten, stellen zentrale Bedingungen für die Qualität und die Wirksamkeit der digital gestützten Angebote dar (Baumert & Kunter, 2011; Lachner et al., 2020). Das Modell bildet ausserdem die bereits in Kapitel 1 erwähnten Interaktionsprozesse zwischen Lehrperson, Schüler:innen und Bildungstechnologien ab (Lachner et al., 2020).

Abbildung 4

Rahmenmodell zur didaktisch sinnvollen Integration digitaler Medien (Lachner et al., 2020, S. 68)

CC BY-NC-SA 4.0



Im TPACK-Modell wird das für die Gestaltung der Angebotsseite erforderliche Wissen ausdifferenziert (Mishra, 2019; Mishra & Koehler, 2006; Petko et al., 2025), während das Modell von Lachner et al. (2020) einen übergeordneten Rahmen bereitstellt, der es ermöglicht, diese Angebote im Zusammenspiel mit Schüler:innen und Kontextbedingungen zu analysieren und einzuordnen. Die beiden Modelle bilden eine konzeptuelle Basis zur theoretischen Verortung der professionellen Expertise von Lehrpersonen, die insbesondere im Hinblick auf die didaktische Integration von Bildungstechnologien zur Förderung von SRL und Metakognition herangezogen werden können.

In Bezug auf die Förderung von SRL und Metakognition mit Bildungstechnologien können drei Formen unterschieden werden:

- *Digitale Förderung von SRL und Metakognition durch Bildungstechnologien ohne direkte Interaktion mit der Lehrperson:* Bei dieser Form der digitalen Förderung unterstützen Bildungstechnologien SRL und Metakognition automatisiert, ohne aktives Eingreifen der Lehrperson. Dazu zählen adaptive Lernsysteme und automatisierte Feedbackfunktionen, die den Schüler:innen Rückmeldungen zu ihrem individuellen Lernfortschritt geben (Dignath & Büttner, 2008). Solche Systeme können regelbasiert programmiert, KI-gestützt oder hybrid aufgebaut sein. Digitale Prompts fördern den Lernprozess durch gezielte Hinweise, Aufforderungen oder Fragen und regen die Schüler:innen dazu an, ihre

Lernstrategien aktiv weiterzuentwickeln (Bannert, 2009). Digitale Scaffoldingfunktionen gehen darüber hinaus, da sie umfassendere, oft adaptive Unterstützung bieten, die konzeptuelle, prozedurale und metakognitive Hilfen integriert und sich dynamisch dem Lernprozess anpasst (Bannert & Mengelkamp, 2013; Devolder et al., 2012; Zheng, 2016). Beispielsweise stellt „FLoRA Engine“, eine KI-basierte Softwarekomponente, lernprozessbasierte adaptive Scaffolds bereit (Li et al., 2025). Darüber hinaus gibt es digitale Lernplattformen, die mit sogenannten „teaching agents“ arbeiten, die die Lernenden sowohl mit systematischem strukturierendem digitalem Scaffolding über eine längere Zeit hinweg als auch mit punktuellen digitalen Prompts unterstützen. Beispiele hierfür sind „Betty“ in „Betty’s Brain“ (Biswas et al., 2016) oder „Mary the Monitor“ in „MetaTutor“ (Azevedo et al., 2019). Zudem deuten Ergebnisse der Studie von Ng et al. (2024) darauf hin, dass generative KI, wie beispielsweise ChatGPT, die Lernprozesse von Schüler:innen sowohl durch direkte Instruktionen als auch durch gezielte Prompts wirksam unterstützen kann.

- *Digitale Förderung von SRL und Metakognition durch die Lehrperson mithilfe gezielt eingesetzter Bildungstechnologien:* Die Lehrperson nutzt Funktionen von Bildungstechnologien gezielt, um Lernprozesse zu fördern und zu unterstützen (z. B. Hartman, 2015). So erhält sie beispielsweise durch eine tabellarische Übersicht über den Arbeitsstand der Klasse sowie eine chronologische Aktivitätsanzeige einen Gesamtüberblick über den Lernstand und die Lernprozesse der einzelnen Schüler:innen. Auf dieser Grundlage kann sie die Schüler:innen gezielt in ihrem Lernprozess fördern, etwa durch Anpassung der Aufgabenanzahl oder der Aufgabenschwierigkeit oder durch asynchrones Feedback über digitale Kommunikationstools (Hielscher et al., 2017). Bildungstechnologien können Lehrpersonen sowohl bei der direkten als auch bei der indirekten Förderung von SRL und Metakognition auf vielfältige Weise unterstützen. Bezüglich der expliziten direkten Förderung können Lehrpersonen beispielsweise eigene Erklärvideos, interaktive Tutorials oder schriftliche Schritt-für-Schritt-Anleitungen zum Einsatz von Lernstrategien erstellen und einsetzen (Bannert, 2007; Dignath & Büttner, 2008). Das Review von Eggers et al. (2021) zeigt beispielsweise für den tertiären Bildungsbereich, dass metakognitive Strategien, insbesondere die Planung, das Monitoring und die Evaluation, in Blended Learning Settings am häufigsten gefördert wurden, vor allem durch digitale Prompts oder Diskussionsforen. Eine implizite direkte Förderung kann beispielsweise durch Zeitangaben zu Aufgaben oder Kennzeichnung von Schwierigkeitsstufen bei Aufgaben erfolgen, dies wird jedoch in der Studie von Eggers

et al. (2021) nicht spezifisch thematisiert. Diese Unterstützung regt die Lernenden zur Planung, zum Monitoring und zur Reflexion ihres Lernprozesses an und fördert dadurch metakognitive Prozesse. Auch eine indirekte Förderung durch Bildungstechnologien ist möglich. Die adressat:innengerechte Gestaltung einer digitalen Lernplattform kann dabei unterstützen. Ein Beispiel dafür sind von der Lehrperson entwickelte komplexe Aufgaben oder Problemstellungen, die auf der digitalen Lernplattform bereitgestellt werden und von den Schüler:innen auf unterschiedliche Weise mithilfe verschiedener Materialien selbstreguliert gelöst werden können. Klare Strukturen, adaptive Navigation oder geeignete Visualisierungen regen Schüler:innen zur Planung, Überwachung und Regulation ihres Lernprozesses an (Azevedo et al., 2004).

- *Analoge Förderung von SRL und Metakognition durch die Lehrperson in einem digital unterstützten Unterrichtsetting:* In dieser Form fördert die Lehrperson die Lernprozesse der Schüler:innen im Präsenzunterricht, bei dem Bildungstechnologien zwar eingesetzt, aber nicht aktiv zur Förderung von SRL und Metakognition verwendet werden. Dies bedeutet, dass SRL und Metakognition im Unterricht nicht über die eingesetzten Bildungstechnologien selbst, sondern durch analoge Massnahmen der Lehrperson, wie vertiefendes Face-to-Face-Feedback oder persönliche Lerndialoge, gefördert werden (Dignath & Büttner, 2008).

Diese drei Formen zeigen auf, in welcher Bandbreite Bildungstechnologien zur Förderung von SRL und metakognitiven Strategien beitragen können. Dies ist im Hinblick auf die Forschungsfrage der vorliegenden Dissertation besonders relevant.

3.4 Zwischenfazit

Bildungstechnologien bieten vielfältige Potenziale wie Adaptivität, Interaktivität und Multimedialität, um die Lernprozesse der Schüler:innen zu unterstützen (Niegemann & Heidig, 2019). Theoretische Modelle wie TPACK (Petko et al., 2025) sowie das Angebots-Nutzungs-Modell zur didaktisch sinnvollen Integration digitaler Medien (Lachner et al., 2020) verdeutlichen, dass die Integration von digitalen Technologien in den Unterricht fundierte professionelle Kompetenzen sowie eine bewusste Berücksichtigung der konkreten schulischen Rahmenbedingungen erfordert. In Bezug auf die Förderung von SRL und Metakognition mit Bildungstechnologien können drei Formen unterschieden werden: digitale Förderung ohne direkte Interaktion mit der Lehrperson, digitale Förderung durch die Lehrperson mithilfe gezielt eingesetzter Bildungstechnologien sowie analoge Förderung in einem digital unterstützten Unterrichtsetting.

Zahlreiche Studien deuten darauf hin, dass nicht nur das verfügbare Wissen, sondern auch die Überzeugungen von Lehrpersonen über den Einsatz und den Mehrwert von digitalen Technologien entscheidend dafür sind, ob und wie diese im Unterricht eingesetzt werden (Ertmer, 2005; Mama & Hennessy, 2013; Ottenbreit-Leftwich et al., 2010; Peretti et al., 2024; Shifflet & Weilbacher, 2015). Dies wird im folgenden Kapitel, auch im Zusammenhang mit der Förderung von SRL und Metakognition, dargelegt.

4 Überzeugungen von Lehrpersonen hinsichtlich der Förderung von selbstreguliertem Lernen und Metakognition mit Bildungstechnologien

Innovationen im schulischen Lehren und Lernen bedingen grundlegende Weiterentwicklungen im Unterricht wie beispielsweise den Einsatz von digitalen Technologien zur Förderung von SRL und Metakognition. Da Überzeugungen von Lehrpersonen als zentraler Faktor für ihr pädagogisches Denken und Handeln gelten, sind empirische Untersuchungen und Analysen der Überzeugungen von Lehrpersonen auch im Hinblick auf den Einsatz von digitalen Technologien zur Förderung von SRL und Metakognition von Bedeutung. Sie erlauben es, spezifische Unterrichtssituationen und Praktiken von Lehrpersonen besser zu verstehen (Fives & Buehl, 2012; Pajares, 1992). In diesem Kapitel werden zuerst die begrifflichen Grundlagen zu Überzeugungen von Lehrpersonen sowie deren Bedeutung für professionelles Handeln dargestellt. Darauf aufbauend erfolgt eine differenzierte Betrachtung von Forschungsbefunden zu Überzeugungen von Lehrpersonen hinsichtlich des Einsatzes von digitalen Technologien im Lehr-/Lernprozess sowie hinsichtlich der Förderung von SRL und Metakognition.

4.1 Überzeugungen von Lehrpersonen: Begriffliche Grundlagen und Bedeutung für professionelles Handeln

Die professionelle Kompetenz von Lehrpersonen wird in der Bildungsforschung als mehrdimensionales Konstrukt verstanden. Das COACTIV-Modell von Baumert und Kunter (2011) hat sich dabei als zentrales Modell etabliert.

Das Modell unterscheidet vier Aspekte professioneller Kompetenz von Lehrpersonen: Professionswissen, Überzeugungen und Werthaltungen, motivationale Orientierungen und Selbstregulation. Die Überzeugungen von Lehrpersonen spielen eine zentrale Rolle und sind entscheidend für ihr professionelles Handeln bzw. ihre Praktiken (Baumert & Kunter, 2011).

Empirische Studien belegen diesen Zusammenhang. Durch positive pädagogische Überzeugungen, beispielsweise in Bezug auf die Wirksamkeit lernförderlicher Unterrichtspraktiken, können pädagogische Praktiken positiv beeinflusst werden (Fives & Buehl, 2012).

Der Begriff „Überzeugungen“ bzw. „beliefs“ wird in der wissenschaftlichen Literatur auf unterschiedliche Weise verwendet (Pajares, 1992). In einem Übersichtsartikel versuchte Pajares (1992), den Begriff zu klären, und stellte fest, dass im Fachdiskurs zahlreiche Begriffe wie „attitudes“ (Einstellungen), „perceptions“ (Wahrnehmungen), „values“ (Werte), „judgments“ (Urteile), „opinions“ (Meinungen), „ideologies“ (Ideologien) oder „perspectives“

(Perspektiven) häufig synonym zu „beliefs“ bzw. „Überzeugungen“ verwendet würden. Im deutschsprachigen Raum werden neben dem Begriff der Überzeugungen auch konzeptuell verwandte Bezeichnungen wie „subjektive Theorien“ und „Einstellungen“ verwendet. Während subjektive Theorien als individuell entwickelte, kognitiv strukturierte Wissenssysteme gelten, die dem Erklären und Steuern von Handlungen dienen (Dann, 2000; Groeben & Schlee, 1988), beschreiben Einstellungen wertende Haltungen gegenüber einem Objekt oder Sachverhalt, die kognitive, affektive und verhaltensbezogene Komponenten integrieren (Aronson et al., 2023; Maio et al., 2019). Da der Begriff „Überzeugungen“ bzw. „beliefs“ insbesondere in der internationalen Bildungs-, Lehrpersonenbildungs- und Professionsforschung etabliert und theoretisch fundiert ist, und deshalb terminologischen Anschluss an bestehende Studien ermöglicht (Baumert & Kunter, 2011; Ertmer et al., 2015; Fives & Buehl, 2012), wird er in der vorliegenden Dissertation ebenfalls verwendet.

Obwohl Überzeugungen als Aspekt professioneller Kompetenz gelten (Baumert & Kunter, 2011), ist es wichtig, Überzeugungen von Wissen abzugrenzen. Wie Baumert und Kunter (2011) festhalten, handelt es sich bei den Begriffen „Wissen“ und „Überzeugungen“ um unterschiedliche epistemologische Kategorien: Wissen basiert auf systematisch begründbaren Aussagen, während Überzeugungen subjektiv für wahr gehaltene Annahmen darstellen, die nicht zwingend überprüfbar sind und einen anderen Rechtfertigungsanspruch aufweisen. Definitionen des Begriffs „Überzeugung“ umfassen in der Regel normative, evaluative und affektive Komponenten. In der wissenschaftlichen Literatur werden Überzeugungen als theoretische Konstrukte verstanden, die dazu dienen, subjektive Sichtweisen, Bewertungen und Handlungstendenzen von Individuen zu beschreiben. Diese können das Denken und Handeln bewusst (explizit) oder unbewusst (implizit) beeinflussen. Während explizite Überzeugungen meist artikuliert und reflektiert werden können, beeinflussen implizite Überzeugungen das Denken und Handeln oft auf nicht-bewusste Weise. Überzeugungen gelten als relativ stabil, können sich jedoch im Lauf der Zeit und durch Erfahrung verändern und kontextabhängig variieren (Fives & Buehl, 2012; Pajares, 1992). Darüber hinaus lassen sich bereichsübergreifende, epistemische Überzeugungen („domain-general [epistemic] beliefs“) von bereichsspezifischen Überzeugungen („domain-specific beliefs“) unterscheiden (Fives & Buehl, 2008; Spruce & Bol, 2015). Bereichsübergreifende Überzeugungen sind allgemeine, übergeordnete Überzeugungen von Lehrpersonen in Bezug auf das Lehren und Lernen, die einen Einfluss darauf haben, wie Lehrpersonen den Unterricht gestalten. Bei bereichsspezifischen Überzeugungen handelt es sich demgegenüber um konkrete und

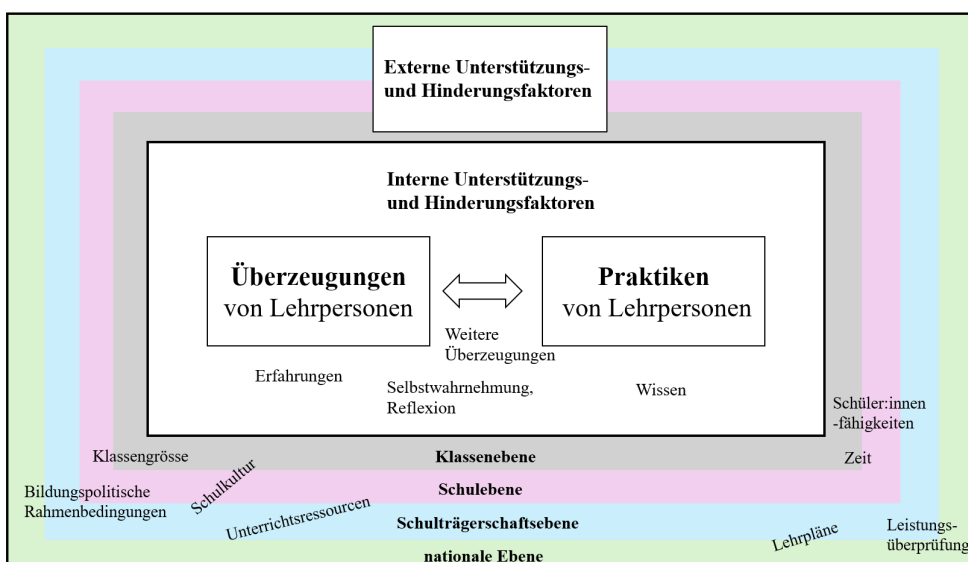
detaillierte Überzeugungen, beispielsweise in Bezug auf einen Fachbereich oder ein Thema (Fives & Buehl, 2008).

Das Modell von Buehl und Beck (2015) beschreibt die Beziehung zwischen Überzeugungen und dem unterrichtlichen Handeln von Lehrpersonen als dynamisch und wechselseitig. Die ursprünglich kreisförmig angelegte Darstellung wurde in rechteckiger Form und mit Farben visualisiert, um die verschiedenen Ebenen übersichtlich und platzsparend abzubilden. Die inhaltliche Struktur bleibt unverändert (Abbildung 5). Überzeugungen können pädagogisches Handeln beeinflussen und zugleich kann spezifisches Handeln rückwirkend Überzeugungen verändern, weiterentwickeln oder festigen. Das Modell verdeutlicht neben internen Unterstützungs- und Hinderungsfaktoren (bezogen auf die Lehrperson) auch externe Unterstützungs- und Hinderungsfaktoren auf verschiedenen Ebenen, wie auf der Klassen-, Schul- und Schulträgerschaftsebene sowie auf der nationalen Ebene. Es bietet damit eine geeignete theoretische Grundlage zur Beschreibung des Zusammenspiels zwischen Überzeugungen von Lehrpersonen und ihren konkreten Praktiken im Unterricht sowie deren beeinflussenden Faktoren. Dies gilt auch im Hinblick auf Überzeugungen bezüglich Bildungstechnologien oder Überzeugungen zu SRL und Metakognition, wie sie in Studie II dieser Dissertation im Fokus stehen.

Abbildung 5

Modell zur Wechselbeziehung zwischen Überzeugungen und Praktiken. Eigene Darstellung in Anlehnung an Buehl & Beck (2015, S. 74).

Die Abbildung wurde ins Deutsche übersetzt, visuell überarbeitet und inhaltlich geringfügig angepasst.



In Studie II der vorliegenden Dissertation werden die Überzeugungen von Lehrpersonen untersucht, die für das Verständnis ihrer berichteten Praktiken bei der Förderung von metakognitiven Strategien mit Bildungstechnologien zentral sind. Da bislang nur wenige Studien existieren, die Überzeugungen und Praktiken von Lehrpersonen gezielt im Hinblick auf den Einsatz von Bildungstechnologien zur Förderung von SRL und metakognitiven Strategien untersucht haben, erfolgt in den nächsten beiden Kapiteln eine getrennte Betrachtung der beiden Bereiche: Zum einen werden Studienbefunde zu Überzeugungen von Lehrpersonen im Hinblick auf den Einsatz von digitalen Technologien im Unterricht fokussiert und zum anderen solche zu Überzeugungen zur Förderung von SRL und Metakognition.

4.2 Überzeugungen von Lehrpersonen zum Einsatz von digitalen Technologien im Lehr-/Lernprozess

Die Forschung zeigt, dass sich die allgemeinen Überzeugungen von Lehrpersonen in Bezug auf das Lehren und Lernen auf ihre Nutzung von digitalen Technologien im Unterricht auswirken können (Ertmer, 2005; Higgins & Moseley, 2001; Levin & Wadmany, 2005). Des Weiteren konnte nachgewiesen werden, dass die Überzeugungen von Lehrpersonen zu digitalen Technologien deren Einsatz im Unterricht beeinflussen (Ertmer, 2005; Liu, 2011; Mama & Hennessy, 2013; Ottenbreit-Leftwich et al., 2010; Peretti et al., 2024; Shifflet & Weilbacher, 2015). Knüsel-Schäfer (2020) beispielsweise identifizierte vier übergeordnete Kategorien von Überzeugungen, die Lehrpersonen im Umgang mit digitalen Medien vertreten und die einen Einfluss auf den Einsatz solcher Medien im Unterricht haben. 1) subjektiv wahrgenommene Effizienz der Nutzung digitaler Medien, 2) subjektiv wahrgenommene Mehrwerte des Einsatzes digitaler Medien durch Lehrpersonen für schulische Lehr-/Lernprozesse, 3) Überzeugungen zu ICT-Kompetenzen als Kulturtechnik sowie 4) Überzeugungen, in denen sich Akzeptanz oder Ablehnung digitaler Medien im Unterricht manifestieren. Gemäss der Studie von Knüsel-Schäfer (2020) sind diese Überzeugungen nicht statisch, sondern sie können sich im Laufe der beruflichen Entwicklung verändern.

Auch Mama und Hennessy (2013) vermochten aufzuzeigen, dass ein schulbasiertes Fortbildungsprogramm zu veränderten Überzeugungen und Praktiken im Umgang mit ICT führte. Die teilnehmenden Lehrpersonen entwickelten schüler:innenzentriertere Überzeugungen, die ihren Einsatz von ICT im Unterricht positiv beeinflussten. In einer Handreichung von Scheiter et al. (2025) wird dargelegt, dass generative KI im schulischen Kontext zunächst mit Skepsis betrachtet wurde, schliesslich jedoch von vielen Lehrpersonen

als sinnvolle Ergänzung zum Unterricht wahrgenommen wurde, jedoch nicht als Ersatz für die Lehrperson. Umgekehrt weisen die Ergebnisse von Peretti et al. (2024) auf eine gewisse Unsicherheit unter Lehrpersonen hin: Besonders Lehrpersonen von jüngeren Schüler:innen haben eine niedrigere Selbstwirksamkeit im Umgang mit Bildungstechnologien, was tendenziell mit einem selteneren Einsatz von Bildungstechnologien verbunden ist.

Darüber hinaus gibt es auch Studien, die zeigen, dass positive Überzeugungen gegenüber digitalen Technologien nicht immer mit einem entsprechenden Einsatz im Unterricht einhergehen (Judson, 2006; Liu, 2011; Ottenbreit-Leftwich et al., 2010). Während viele Studien den Zusammenhang zwischen Überzeugungen von Lehrpersonen und der Häufigkeit oder Wahrscheinlichkeit des Einsatzes von digitalen Technologien im Unterricht untersuchen, richten andere Studien ihren Fokus auf die Qualität und Tiefe der Integration. Dabei zeigt sich, dass positive Überzeugungen nicht zwangsläufig zu einem pädagogisch sinnvollen oder innovativen Einsatz führen. Ertmer et al. (2012) beispielsweise analysierten den Zusammenhang zwischen den Überzeugungen von Lehrpersonen und ihrer Unterrichtspraxis im Umgang mit Bildungstechnologien. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass Lehrpersonen trotz positiver Einstellungen gegenüber Bildungstechnologien diese nicht immer pädagogisch sinnvoll und integrativ in ihren Unterricht integrieren.

4.3 Überzeugungen von Lehrpersonen zu selbstreguliertem Lernen und Metakognition und deren Förderung

Neben Untersuchungen zu Überzeugungen zum Einsatz von digitalen Technologien im Unterricht sind auch Studien verfügbar, die sich konkret mit den Überzeugungen von Lehrpersonen in Bezug auf SRL und/oder Metakognition befassen (De Smul et al., 2018; Dignath & Veenman, 2021; Skilling & Stylianides, 2023; Spruce & Bol, 2015; Şuteu, 2021). Gemäss Karlen et al. (2020) sind diesbezüglich sowohl bereichsübergreifende, epistemische Überzeugungen und als auch bereichsspezifische Überzeugungen (Fives & Buehl, 2008; Spruce & Bol, 2015) bedeutsam. Bei den bereichsübergreifenden Überzeugungen kann es sich beispielsweise um allgemeine Überzeugungen in Bezug auf schüler:innen- oder lehrpersonenzentrierten Unterricht handeln, die die Praktiken von Lehrpersonen im Hinblick auf die Förderung von SRL und Metakognition beeinflussen können. Kistner et al. (2015) konnten beispielsweise nachweisen, dass traditionelle Überzeugungen deutscher und Schweizer Lehrpersonen bezüglich des Lernens negativ mit der Förderung bestimmter Lernstrategien korrelierten, beispielsweise mit der kognitiven Lernstrategie der Elaboration. Hingegen korrelierten progressive Überzeugungen, die durch einen stärker

schüler:innenzentrierten und konstruktivistischen Ansatz gekennzeichnet sind, positiv mit der Vermittlung von Lernstrategietypen wie beispielsweise Beobachtung und Bewertung. Diese Befunde deuten darauf hin, dass die Überzeugungen von Lehrpersonen zu Unterschieden in ihren Praktiken bei der Förderung von Lernstrategien im Unterricht führen können (Kistner et al., 2015).

Weitere Befunde legen den Schluss nahe, dass auch bereichsspezifische Überzeugungen zu SRL oder zur Förderung von SRL die Umsetzung der entsprechenden Praktiken beeinflussen können (De Smul et al., 2018; Dignath-van Ewijk & van der Werf, 2012; Dignath-van Ewijk, 2016; Vandeveld et al., 2012; Yan, 2018). So stellten beispielsweise Dignath-van Ewijk und van der Werf (2012) fest, dass Lehrpersonen aus den Niederlanden, die Elemente der SRL-Förderung in ihre Unterrichtspraktiken integrierten, zugleich auch positive Überzeugungen zu SRL aufwiesen. Gleichwohl gibt es auch Studien, die aufzeigen, dass das Wissen und die Kompetenzen von Lehrpersonen im Hinblick auf SRL trotz insgesamt positiver Wahrnehmung häufig begrenzt sind. Es mangelt ihnen oft an einem vertieften Verständnis der Konzepte von SRL sowie an Handlungskompetenzen zur Umsetzung im Unterricht (Fives & Buehl, 2012; Karlen et al., 2020; Spruce & Bol, 2015).

4.4 Zwischenfazit

Die Überzeugungen von Lehrpersonen können beeinflussen, ob und wie digitale Technologien allgemein im Unterricht eingesetzt werden. So zeigt beispielsweise Ertmer (2005), dass insbesondere konstruktivistische Überzeugungen die Integration digitaler Medien positiv beeinflussen können. Gleichzeitig weisen andere Studien darauf hin, dass positive Überzeugungen gegenüber digitalen Technologien nicht immer mit einem entsprechenden Einsatz im Unterricht einhergehen (z.B. Ottenbreit-Leftwich et al., 2010).

In Bezug auf Überzeugungen zur Förderung von SRL weisen Karlen et al. (2020) darauf hin, dass sowohl allgemeine als auch bereichsspezifische Überzeugungen von Lehrpersonen relevant für die Umsetzung entsprechender Praktiken im Unterricht sind. Es gibt Befunde, die einen positiven Zusammenhang zwischen bereichsspezifischen Überzeugungen zu SRL und der Integration entsprechender Förderung aufzeigen (Dignath-van Ewijk & van der Werf, 2012). Gleichzeitig zeigen andere Studien, dass positive Überzeugungen allein nicht ausreichen, um SRL konsequent im Unterricht umzusetzen (Fives & Buehl, 2012).

Trotz zahlreicher Studien zu Überzeugungen im Zusammenhang mit digitalen Technologien im Unterricht sowie zur Förderung von SRL und Metakognition fehlt bislang weitgehend empirische Forschung, die diese Bereiche gemeinsam betrachtet. Insbesondere ist

wenig darüber bekannt, wie Lehrpersonen digitale Technologien konkret einsetzen, um SRL und metakognitive Prozesse bei Lernenden zu fördern, und wie ihre diesbezüglichen Überzeugungen mit ihrem Unterrichtshandeln zusammenhängen. Hier setzt Studie II dieser Dissertation an. Sie untersucht sowohl die Überzeugungen von Lehrpersonen als auch ihre Praktiken bei der Förderung metakognitiver Strategien mit Bildungstechnologien und inwiefern Überzeugungen und Praktiken zusammenhängen.

5 Ausgangslage und Übersicht über die zwei Studien der Dissertation

Die vorangegangenen Kapitel haben die theoretischen Grundlagen zu SRL und Metakognition sowie zur Rolle von digitalen Technologien zur Förderung dieser Kompetenzen in der Schule gelegt. Dabei wurde deutlich, dass Lehrpersonen bei der Förderung von SRL und Metakognition eine zentrale Rolle einnehmen, sowohl im Hinblick auf ihre zugrunde liegenden Überzeugungen als auch auf ihre Praktiken. In diesem Kapitel soll zum einen die Ausgangslage sowie die Forschungsdesiderate der beiden Studien der vorliegenden Dissertation dargelegt werden. Zum anderen sollen beide Studien in einem Überblick vorgestellt werden.

5.1 Ausgangslage und Forschungsdesiderate der vorliegenden Dissertation

Der gezielte Einsatz von digitalen Technologien im Unterricht kann einen wichtigen Beitrag zur Förderung von SRL und Metakognition leisten. Eine diesbezügliche erfolgreiche Integration von digitalen Technologien in den Unterricht hängt jedoch wesentlich von der didaktischen Gestaltung durch die Lehrperson ab (z.B. Perels & Dörrenbächer, 2020). Die Forschung zeigt, dass auch Überzeugungen der Lehrpersonen zur Förderung von SRL und Metakognition allgemein (z. B. De Smul et al., 2018; Skilling & Stylianides, 2023; Şuteu, 2021) sowie auch zu digitalen Technologien (z. B. Ertmer, 2005; Shifflet & Weilbacher, 2015) einen Einfluss auf die Förderpraktiken der Lehrpersonen haben.

Trotz der fundierten theoretischen Grundlagen und Forschungsbefunde zeigen sich in der empirischen Forschung Forschungslücken: Es existieren bislang nur wenige Studien, die Überzeugungen und Praktiken von Lehrpersonen im Zusammenhang mit SRL oder Metakognition und Bildungstechnologien im schulischen Kontext systematisch miteinander verknüpfen und untersuchen. Insbesondere fehlt es an empirischen Analysen, die aufzeigen, wie Lehrpersonen Bildungstechnologien konkret einsetzen, um SRL und Metakognition zu fördern und welche Überzeugungen diesen Praktiken zugrunde liegen. Weiter fehlt es an differenzierten Untersuchungen dazu, ob die Förderung von SRL und Metakognition eher digital (technologiegestützt) oder analog (durch die Lehrperson realisiert) erfolgt und ob sie explizit oder implizit umgesetzt wird. Da diese Aspekte bislang kaum systematisch in Kombination untersucht wurden, setzt die vorliegende Dissertation hier an. Sie setzt sich mit folgender übergeordneter Forschungsfrage auseinander:

Welche Überzeugungen vertreten Lehrpersonen hinsichtlich der Förderung von SRL und Metakognition mit digitalen Technologien im Unterricht und welche Praktiken setzen sie um?

Um diese Fragestellung zu bearbeiten, verfolgte die Dissertation vier Ziele:

1. Identifikation und Analyse bestehender Forschungsbefunde zu Praktiken von Lehrpersonen in Bezug auf die Förderung von SRL und Metakognition mit digitalen Technologien;
2. Gewinnen empirisch gestützter Erkenntnisse zu Überzeugungen und berichteten Praktiken von Lehrpersonen zur Förderung von SRL und Metakognition mithilfe von Bildungstechnologien;
3. Ableitung von Implikationen und Impulsen für die Unterrichtspraxis sowie für die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen;
4. Identifikation zukünftiger Perspektiven für die Forschung.

Zur Umsetzung dieses Forschungsvorhabens wurden zwei Studien durchgeführt: In Studie I wurde ein systematisches Review durchgeführt, bei dem Praktiken von Lehrpersonen zur Förderung von SRL und Metakognition mit digitalen Technologien auf Basis bestehender Studien analysiert wurden. Ziel war es, einen strukturierten Überblick über den aktuellen Forschungsstand zu gewinnen und zentrale Forschungslücken zu identifizieren. Studie II knüpft an die Ergebnisse des Reviews an und untersucht auf der Basis qualitativer Interviews, welche Überzeugungen Lehrpersonen der 5. und 6. Klassenstufe hinsichtlich der Förderung metakognitiver Strategien mit einem spezifischen bildungstechnologischen Tool, *LearningView*, vertreten und wie sich diese mit ihren berichteten Praktiken in Beziehung setzen lassen. Bezugnehmend auf die Befunde von Dignath und Veenman (2021), wonach Lehrpersonen primär kognitive Strategien fördern, fokussiert diese Studie bewusst auf metakognitive Strategien, insbesondere im Zusammenhang mit digitalen Werkzeugen.

Beide Studien berücksichtigen, dass Erkenntnisse aus dem Hochschul- oder Gymnasialbereich, in dem viele SRL-Forschungen angesiedelt sind (z. B. Teng, 2022; Vosniadou et al., 2021), nicht direkt auf die Primarstufe übertragbar sind. Unterschiedliche Rollen, Methoden und Verantwortlichkeiten erfordern eine kontextbezogene Betrachtung (Arianto & Hanif, 2024). Gerade jüngere Schüler:innen beginnen, grundlegende Fähigkeiten zum SRL und Metakognition zu entwickeln. Sie profitieren besonders von gezielter Anleitung und Unterstützung. Lehrpersonen übernehmen in dieser Phase eine zentrale Rolle, da Lernprozesse stärker angeleitet und strukturiert verlaufen sollten (Dignath & Büttner, 2008; Donker et al., 2014). Aus diesem Grund wurde im systematischen Review gezielt nach Studien auf der K-12-Ebene gesucht, während in der Interviewstudie ausschliesslich Primarlehrpersonen der 5. und 6. Klasse befragt wurden. Zudem wird in vielen Schulen ab dieser Stufe mit 1:1-Ausstattungen gearbeitet, also mit einem persönlichen digitalen Gerät pro

Schüler:in. Die Lernplattform *LearningView* wird in der 5. und 6. Klasse in zahlreichen Schulen aktiv eingesetzt.

5.2 Übersicht Studie I: Teachers' practices in the use of digital technologies to promote students' self-regulated learning and metacognition: a systematic review

Ziel

Das Ziel des Reviews war es, empirische Studien systematisch zu analysieren und Erkenntnisse dazu zu erlangen, welche Praktiken Lehrpersonen bei der direkten und der indirekten Förderung von SRL und Metakognition mit digitalen Technologien anwenden.

Fragestellung

Dem Review wurde folgende Fragestellung zugrunde gelegt: *Which direct and indirect practices can be identified in the promotion of SRL and metacognition and how do these practices relate to teachers' use of digital technology to promote SRL and metacognition?*²

Abbildung 6 illustriert das Untersuchungsfeld von Studie I. Die Studien wurden bezüglich der direkten und der indirekten Förderung von SRL und Metakognition mit digitalen Technologien analysiert (Pfeil 1a und Pfeil 1b). Ausserdem wurden Studien analysiert, die Praktiken von Lehrpersonen untersuchen, die SRL und Metakognition in einem Unterrichtsetting mit digitalen Technologien analog förderten (Pfeil 1c und Pfeil 1d). Ausgehend von theoretischen Überlegungen wurde der Fokus auf die Praktiken „Instruktion“, „Coaching“, „Scaffolding“ und „Feedback“ gerichtet.

Methode

Es wurde ein systematisches Review durchgeführt, das auf dem PRISMA-Flussdiagramm (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) basierte (Grant & Booth, 2009; Page et al., 2021). Um auch während der Analyse immer wieder aktuelle Studien einbeziehen zu können, wurde im Januar 2021, im Oktober 2023 sowie im Januar 2025 mit einem differenzierten Suchstring in fünf Datenbanken (APA PsycINFO, ERIC, Google Scholar, PSYINDEX und Scopus) systematisch nach Studien gesucht ($N = 12\,634$ Studien; nach dem Löschen von Duplikaten). Der Selektionsprozess wurde in sämtlichen Phasen transparent und nachvollziehbar dokumentiert („identification phase“, „screening phase“, „inclusion phase“).

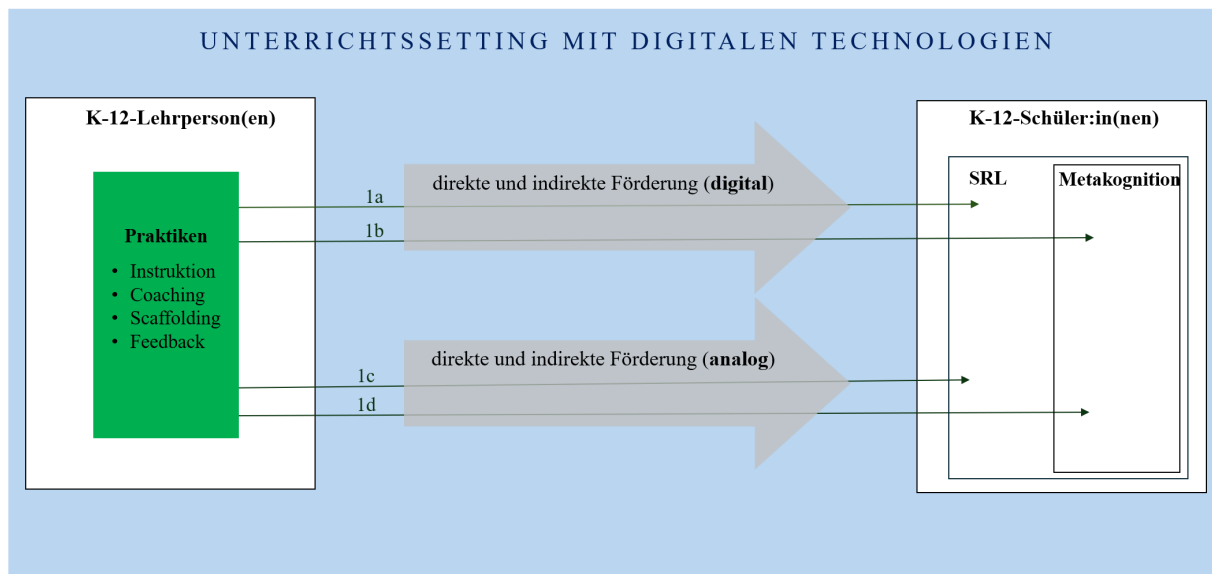
² Die Publikation wurde in englischer Sprache verfasst. Daher wird die Fragestellung in der Originalsprache Englisch aufgeführt.

Insgesamt konnten 45 Studien identifiziert werden, die sich mit Förderung von SRL und Metakognition durch Lehrpersonen mittels digitaler Technologien befasst hatten. In einem nächsten Schritt wurden diese Studien mithilfe eines Kategoriensystems in MAXQDA, einer Software zur qualitativen und quantitativen Datenanalyse, detailliert analysiert. Ziel dieser Analyse war es, die Art der Förderung genauer zu bestimmen, insbesondere mit Blick darauf, ob SRL direkt oder indirekt sowie digital oder analog gefördert wurde. Das detaillierte methodische Vorgehen wurde in Studie I beschrieben (Kapitel 6).

Ergebnisse

Die Ergebnisse des systematischen Reviews zeigen, dass Lehrpersonen SRL und Metakognition durch den Einsatz digitaler Technologien überwiegend direkt fördern. In etwa der Hälfte der einbezogenen Studien wurde darüber hinaus auch indirekte Förderung analysiert. Des Weiteren verdeutlichen die Ergebnisse der analysierten Studien, dass digitale Technologien zur Förderung von SRL und Metakognition eingesetzt werden können, insbesondere in Verbindung mit Unterstützungsmöglichkeiten wie Instruktionen, Coaching, Scaffolding und Feedback, die von Lehrpersonen angeleitet oder begleitet werden. Dies kann beispielsweise durch den Einsatz von digitalen Dashboards oder Chatfunktionen erreicht werden. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Ergänzung durch analoge Förderung, beispielsweise persönliches Face-to-Face-Feedback, den Unterstützungsrahmen erweitern kann. Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse, dass die analysierten Studien die Praktiken zur Förderung von SRL und Metakognition mit digitalen Technologien wenig detailliert untersucht hatten. Die einbezogenen Studien thematisieren nur teilweise, inwieweit Lehrpersonen direkte Förderung explizit oder implizit gestalten, wie die Interaktion zwischen Lehrperson, Lernenden und digitalen Technologien konkret verläuft und welche Rolle die jeweiligen Akteur:innen einnehmen.

Abbildung 6
Untersuchungsfeld Studie I



5.3 Übersicht Studie II: Promoting metacognitive strategies with educational technology: primary teachers' beliefs and practices

Ziel

Ausgehend von den Ergebnissen des systematischen Reviews sollten in Studie II die eruierten Forschungslücken angegangen werden. Mit Blick auf Überzeugungen zur Förderung von SRL oder Metakognition mit Bildungstechnologien ist die Studienlage bislang nur marginal ausgeprägt. Ziel der Studie war es daher, zu untersuchen, welche metakognitiven Strategien die Lehrpersonen nach eigener Aussage in digitaler und analoger Form förderten und ob diese Förderung explizit oder implizit erfolgte. Die Fokussierung auf direkte Förderung basiert auf der Annahme, dass bei jüngeren Schüler:innen, wie jenen auf der Primarstufe, direkte Förderung metakognitiver Strategien nachweislich wirksamer ist als indirekte (Dignath & Büttner, 2008; Donker et al., 2014). Aus forschungspragmatischen Gründen wurde die Analyse auf vier metakognitiven Strategien gelegt, die theoretisch begründet ausgewählt worden waren: Aufgabenplanung und Aufgabenorientierung, Zielsetzung und Zielorientierung, Zeitmanagement und Reflexion und Evaluation.

Abbildung 7 stellt das Untersuchungsfeld der Studie II dar. Im Zentrum der Analyse standen sowohl die Überzeugungen der Lehrpersonen hinsichtlich der Förderung metakognitiver Strategien mit Bildungstechnologien (Pfeil 2a) als auch die Praktiken bezüglich expliziter und impliziter direkter Förderung metakognitiver Strategien mit

Bildungstechnologien (Pfeil 2b). Weiter wurden die berichteten analogen Praktiken der Lehrperson zur Förderung metakognitiver Strategien im Kontext eines durch eine digitale Lernplattform unterstützen Unterrichts untersucht (Pfeil 2c).

Fragestellungen

Im Rahmen der Interviewstudie sollten die folgenden Fragestellungen³ geklärt werden:

1. *What beliefs do primary teachers hold regarding the promotion of metacognitive strategies in a DLE (digital learning environment)?*
2. *What practices regarding the promotion of metacognitive strategies in a DLE do primary teachers use?*
3. *How do primary teachers' beliefs and their reported practices regarding the promotion of metacognitive strategies in a DLE associate?*

Methode

Zur Klärung der Fragestellungen wurden im Juli und August 2021 halbstandardisierte Interviews mit 20 Lehrpersonen der 5. und 6. Klassenstufe Primarschule aus der Schweiz und Deutschland durchgeführt. Die Auswahl der Lehrpersonen dieser Klassenstufe erfolgte auf der Basis von Forschungsergebnissen, die belegen, dass Schüler:innen in diesem Alter beginnen, SRL-bezogene und metakognitive Kompetenzen zu entwickeln (Dignath & Büttner, 2008; Van Loon & Roebbers, 2017), und daher von der SRL-Förderung profitieren können (Olid-Luque et al., 2025). Alle Lehrpersonen nutzten *LearningView* (<https://www.learningview.org>), eine von der Pädagogischen Hochschule Schwyz entwickelte digitale Lernplattform. Die Rekrutierung der Interviewteilnehmer:innen erfolgte über einen kurzen Fragebogen auf der *LearningView*-Website, welcher Fragen zu demografischen Angaben, Unterrichtserfahrung, Erfahrung mit der Förderung von SRL sowie Erfahrungen mit *LearningView* umfasste. Die Stichprobe wurde nach einem qualitativen Stichprobenplan mit vordefinierten Kriterien ausgewählt. Der Interviewleitfaden orientierte sich an den drei Phasen des Modells von Zimmerman und Moylan (2009), um eine theoriegeleitete und systematische Erhebung zu gewährleisten. Dieses Modell bot ein differenziertes Konzept zu SRL, das durch seine Phasenstruktur und die Integration metakognitiver Strategien eine geeignete Grundlage für die Interviews darstellte. Es erlaubte eine theoriegestützte Interviewleitfadenentwicklung. Das Vorgehen bei der Transkription sowie der Analyse unter Anwendung der Methode der qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz und

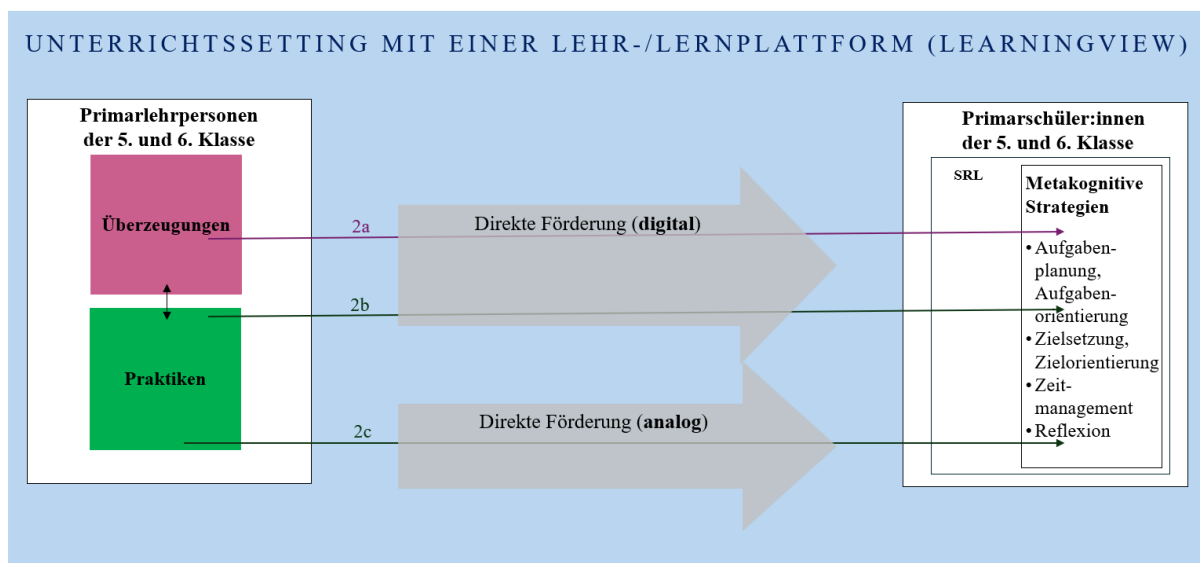
³ Die Publikation wurde in englischer Sprache verfasst. Daher werden die Fragestellungen in der Originalsprache Englisch aufgeführt.

Rädiker (2022) wird in Studie II beschrieben. Alle zusätzlichen Materialien sind in den Anhängen A bis C abgelegt.

Ergebnisse

Die Analyse der Überzeugungen und der berichteten Praktiken ergab, dass die Lehrpersonen zusätzliche analoge Förderung, beispielsweise durch Face-to-Face-Feedback, als bedeutsam beschrieben und eine Kombination aus digitaler und analoger Förderung einsetzten. Die digitale Förderung fällt in der Regel implizit aus, während die analoge Förderung explizit erfolgt. Die Ergebnisse der Studie deuten auf eine gewisse Übereinstimmung zwischen den vertretenen Überzeugungen der Lehrpersonen und den berichteten Praktiken bezüglich der Förderung der metakognitiven Strategien mit *LearningView* hin.

Abbildung 7
Untersuchungsfeld Studie II



6 Teachers' practices in the use of educational technologies to promote students' self-regulated learning and metacognition: A systematic review (Studie I)

Désirée Delia Diana Fahrni ^a, Glena Iten ^b, Doreen Prasse ^a, Tina Hascher ^c

^a Pädagogische Hochschule Schwyz

^b Pädagogische Hochschule Luzern

^c Universität Bern

Dieser Artikel wurde publiziert als:

Fahrni, D. D. D., Iten, G., Prasse, D., & Hascher, T. (2025). Teachers' practices in the use of digital technology to promote students' self-regulated learning and metacognition: A systematic review. *Teaching and Teacher Education*, 165, Article 105150
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2025.105150>

Publiziert unter CC BY-NC-ND 4.0

Diese Version entspricht dem Author Accepted Manuscript (AAM)

Abstract

This systematic review examined 45 studies published between January 1986 and January 2025 on how K-12 school teachers promote self-regulated learning (SRL) and metacognition using digital technology. We classified these instructional practices according to instruction, coaching, scaffolding, and feedback. Digital tools such as feedback systems, dashboards, or generative artificial intelligence (GenAI) were found to enhance SRL and metacognition, complementing traditional analog strategies. The findings suggest that an appropriate combination of digital and analog promotion increases the effectiveness of SRL and metacognitive development. Future research should explore the dynamic interplay among teachers, learners, and technology to further optimize SRL promotion.

6.1 Introduction

The promotion of self-regulated learning (SRL) represents a significant issue for contemporary educational practice. The importance of SRL has been demonstrated during the COVID-19 pandemic, which highlighted students' need to manage their own learning in distance education contexts (Abtokhi et al., 2021; Mustajab et al., 2020). In K-12 classrooms, teachers play a pivotal role in promoting students' SRL, as evidenced by a substantial body of research (e.g., Butler et al., 2013, pp. 1–19; Dignath & Veenman, 2021). The teacher's role is particularly important in the context of SRL promotion among younger students who require greater guidance in becoming self-regulated learners (Throndsen, 2011; Wilburne & Dause, 2017; Wong et al., 2019).

A growing body of studies suggests that digital technology can support teachers' promotion of students' SRL (Alonso-Mencía et al., 2020; Garcia et al., 2018; Wong et al., 2019). Digital technology such as digital learning environments, e-portfolios, or dashboards provides instruction, coaching, scaffolding, and feedback in learning processes (e.g., Garcia et al., 2018; Winters et al., 2008). Nevertheless, integrating SRL and digital technology into classroom practice remains a complex challenge. Teachers play a key role in using digital technology to support students' SRL development. However, a comprehensive overview of empirical research investigating teachers' practice using digital technology in SRL is currently lacking.

This systematic review addresses this gap by synthesizing existing empirical studies on teachers' practices to promote SRL and metacognition using digital technology in K-12 education. Metacognition is included as many studies specifically address it and it is considered a core component of SRL (Pintrich, 2000; Zimmerman, 2000). We have included all types of empirical studies, regardless of publication date, considering both digital, analog, and combined approaches as applied within digitally enhanced teaching settings. The aims of the review were 1) to provide an overview of teachers' practices, based on the findings of relevant research; 2) to identify teachers' practice in the promotion of SRL and metacognition within digitally enhanced teaching settings (digital, analog, and a combination of digital and analog); and 3) to derive evidence-based implications for practice and future research.

6.1.1 *SRL models and metacognition*

SRL models involve the interaction of cognitive, metacognitive, motivational, and emotional processes (e.g., Boekaerts, 1999; Pintrich, 2000; Winne & Hadwin, 1998; Zimmerman, 2000). While SRL models differ in emphasis and theoretical framing, many highlight the central role of metacognition (Efklides, 2011; Panadero, 2017). Metacognition refers to the students'

knowledge and regulation of their own cognitive activities (Brown, 1978; Flavell, 1979) and is closely linked to effective learning strategies such as elaboration, organization, and repetition (Veenman, 2016). However, possessing metacognitive knowledge does not always guarantee its application, often referred to as a production deficiency (Veenman et al., 2006).

Promoting SRL thus requires supporting students across phases such as planning, performance, and reflection, with metacognition being a core target (Butler et al., 2013, pp. 1 – 19; Dignath & Veenman, 2021; Zimmerman, 2000). This is particularly relevant for younger students, who benefit from instructional support to develop SRL skills (Abrami et al., 2009; Knoop-van Campen & Molenaar, 2020).

6.1.2 Teachers' promotion of SRL and metacognition in an educational context

In educational contexts, “practices” refer to teacher activities and strategies that shape the teaching process (Buehl & Beck, 2014). Teachers play a key role in promoting SRL through instructional practices that offer guidance, structure, and opportunities for reflection (Dignath & Veenman, 2021; Peel, 2020). These practices can be categorized into direct and indirect promotion (De Corte et al., 2004; Dignath & Veenman, 2021). Direct promotion includes teachers' instruction, modeling, coaching, scaffolding, and formative feedback, all of which aim to foster student autonomy and goal-directed learning (Butler & Winne, 1995; Grant, 2012; Karlen et al., 2023). These practices align with the phases of common SRL models (e.g., Pintrich, 2000; Zimmerman, 2000): instruction supports planning by introducing and modeling strategies (Grant, 2012); coaching guides goal setting and self-monitoring; scaffolding provides temporary support during performance to foster autonomy (Vygotsky, 1978); and feedback promotes reflection and strategy adjustment (Butler & Winne, 1995; Van Loon & Roebbers, 2017). To enhance strategy use, teachers should explain not just what to do, but also when, why, and how, known as the WWW&H rule (Dignath & Veenman, 2021; Veenman, 2016). Indirect promotion involves designing the learning environment and creating of authentic, complex tasks that require students to apply SRL strategies independently. A combination of both approaches has proven particularly effective, especially for younger students (Thronsen, 2011; Wong et al., 2019). Despite growing insights into SRL-promotion practices, little is known about how teachers implement these strategies in classrooms equipped with digital technology.

6.1.3 Promotion of SRL and metacognition in a digital context

Digital technology offers new opportunities to support SRL by enabling adaptive feedback, scaffolding, and real-time monitoring (Barana et al., 2021; Maor et al., 2023). Digital

technology such as e-portfolios, intelligent tutors (e.g., Belland et al., 2017; Biswas et al., 2005; Chang et al., 2016; Pilegard & Fiorella, 2016), and now generative artificial intelligence (GenAI) can provide personalized support for students' metacognitive regulation (Chiu et al., 2024; Molenaar et al., 2023; Wu et al., 2023). However, their effectiveness depends on students' SRL abilities and teachers' instructional design (Azevedo & Witherspoon, 2009). Teachers must balance between human interaction and technology-mediated instruction to effectively support SRL (Abdelshiheed et al., 2023; Sendurur & Yildirim, 2019). Yet, research has rarely examined how teachers promote SRL and metacognition in digitally enriched classrooms and how analog and digital strategies are combined in practice. To address this, we distinguish three forms of SRL promotion. This distinction allows for a differentiated understanding of how teachers integrate various forms of instructional support in SRL promotion and reflects pedagogical frameworks that emphasize the complementarity of digital tools and human interaction.

- Exclusively analog promotion describes teachers' face-to-face strategies aimed at promoting SRL and metacognition in a digitally equipped environment without the direct use of digital tools. For example, the lessons take place in a digital learning environment, but the teacher gives feedback only face-to-face and does not use the digital learning environment's features to do so.
- Exclusively digital promotion describes teachers' practices to promote students' SRL and metacognition through digital means. This category also includes the promotion of SRL and metacognition through videoconferencing, which, despite its synchronous nature, is facilitated by digital technology. For example, the lessons take place in an online class, where the teacher assigns all tasks via a digital learning environment and promotes the students' SRL through, for example, a digital chat feature.
- The combination of digital and analog promotion describes teachers' practices to promote students' SRL and metacognition through a combination of both the above methods. For example, the lessons take place in a digital learning environment, where the teacher uses both digital (e.g., chat feature) and analog (e.g., face-to-face feedback) methods to support students in SRL.

6.2 Study overview

In the present systematic review, we aimed to examine teachers' practices regarding the promotion of SRL and metacognition with digital technology. Our study synthesizes empirical knowledge about teachers' practices in digital-learning settings in schools. This systematic understanding is essential to inform research and practice.

Previous reviews have focused on the promotion of SRL predominantly in higher education. This focus has involved the examination of specific digital tools, including computer-based learning environments (CBLEs) or online learning environments (e.g., Broadbent & Poon, 2015; Devolder et al., 2012; Eggers et al., 2021; Winters et al., 2008; Yang & Kortecamp, 2021). Reviews also encompassed mobile learning (e.g., Palalas & Wark, 2020), massive open online courses (MOOCs, e.g., Alonso-Mencía et al., 2020; Pérez-Álvarez et al., 2018), learning analytics dashboards (e.g., Matcha et al., 2020), and game-based learning environments (e.g., Braad et al., 2020). Due to differences in learning goals, responsibilities, teacher and learner roles, and learning approaches, however, findings from higher education cannot be directly transferred to K-12 settings. For instance, whereas higher education students are expected to establish their own learning goals, assume full responsibility for their learning, and operate with a high degree of autonomy in their interactions with teachers, K-12 students typically follow teacher-directed learning programs. Furthermore, students in higher education are frequently expected to draw upon their prior SRL knowledge and strategies. In contrast, these factors must be developed and enhanced by K-12 students. Moreover, the role of teachers in promoting SRL is more pronounced in K-12 education, underscoring the importance of their practices in promoting SRL through digital technology (Thronsdon, 2011; Wilburne & Dause, 2017; Wong et al., 2019).

This review focuses on K-12 education and builds on Dignath and Veenman (2021) and the findings from previous reviews and studies (e.g., Alonso-Mencía et al., 2020; Garcia et al., 2018; Wong et al., 2019). First, we examine how teachers use digital technology to promote SRL and metacognition. Second, we explore their potential impact on teaching practices. Our aim is to synthesize evidence-based knowledge and identify the support needed for implementation. This systematic review addresses the following research question.

Which direct and indirect practices can be identified in the promotion of SRL and metacognition and how do these practices relate to teachers' use of digital technology to promote SRL and metacognition?

6.3 Method

6.3.1 Search strategy and study selection process

Our goal of ascertaining existing research concerning teachers' practices in promoting SRL with digital technology and of proposing recommendations for practice and future research follows the systematic review approach (Grant & Booth, 2009) and the main steps of a systematic review as visualized in the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-

Analyses (PRISMA) flow diagram developed by Page et al. (2021; see Fig. 1). The PRISMA approach is particularly suited to providing a transparent and structured method for comprehensive documentation and reporting of the study-selection process. The selection process is clearly documented at each phase (i. e., identification, screening, and inclusion) for transparency.

6.3.1.1 Identification phase

We searched multiple databases to capture relevant studies across disciplines (Gough et al., 2017). The initial searches were conducted in ERIC, APA PsycINFO, PSYINDEX, Scopus, and Google Scholar (Page et al., 2021). To identify pertinent records, we defined a search term encompassing four content-related concepts: (a) SRL and metacognition; (b) digital technology; (c) school level; and (d) teacher. The search string was composed of pertinent keywords and subject headings (Appendix A). We employed the search string across titles, abstracts, keywords, and subject headings (Cooper et al., 2019; Gough et al., 2017) using specific search terms and the Boolean operators “AND” and “OR”.

No publication date restrictions were applied, as both older and more recent studies were deemed equally relevant. To mitigate publication bias, we included a comprehensive range of publication types. This encompassed records from peer-reviewed journals, conference proceedings, books, and doctoral theses. We only included studies published in English. The searches were conducted in January 2025. Our search resulted in 13,309 records. After excluding duplicates, we screened 12,634 records.

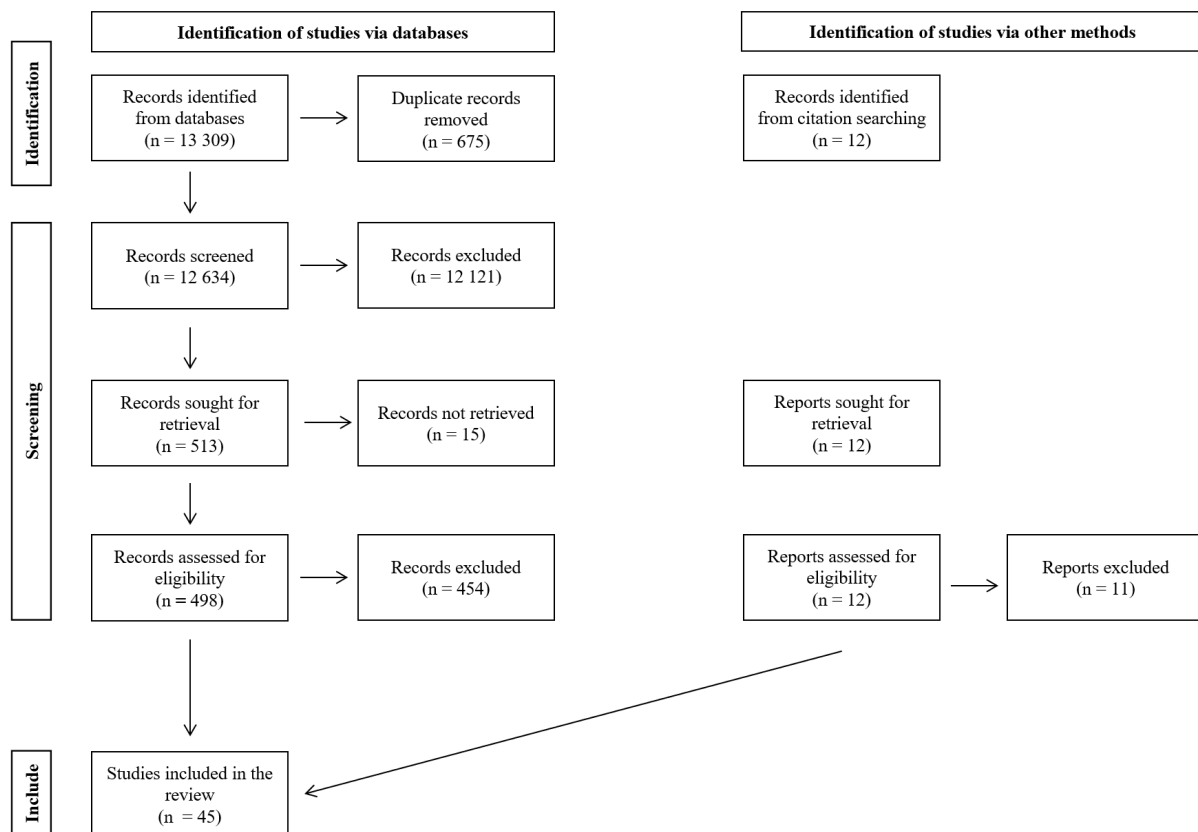


Fig 1. Prisma flow-diagram for present systematic review

6.3.1.2 Screening phase

The first screening was based on titles, abstracts, keywords, and subject headings. We employed three predetermined criteria to exclude irrelevant articles. The screening followed a multistage procedure (Table 1). First, we applied formal exclusion criteria: we excluded all articles published in languages other than English (Stage 1a; n = 51). Then, we excluded all studies related to higher education, vocational training regardless of their topical focus, and studies that did not address SRL or metacognition, or digital technology (Stage 1b; n = 11,869). Finally, we included only empirical studies (Stage 1c; n = 201). This process led to the exclusion of 12,121 records. Of the remaining 513 records, we retrieved the full texts of 498; 15 were not accessible.

We conducted a second, multistage screening of the 498 full texts (Table 2). Second, we excluded studies that did not align with the review focus. We excluded 211 articles that did not address SRL or metacognition (Stage 2a). As our target topic was the use of digital technology in the classroom to promote SRL or metacognition, we identified relevant forms of digital support (e.g., dashboards, chat feedback, or analog strategies embedded in digitally supported learning environments). We then excluded studies lacking classroom-based digital support

(Stage 2b; $n = 57$). Then, we excluded all articles omitting the teachers' role in this context (Stage 2c; $n = 181$). Finally, we excluded articles for other reasons (e.g., duplicates of the same study) (Stage 2d; $n = 5$).

In this screening, two researchers independently rated 249 reports (50 percent of the total number of reports) for eligibility. The prevalence-adjusted and bias-adjusted kappa (PABAK) was 0.90 (95 % CI [0.83, 0.94]), indicating a good level of interrater reliability. We used the PABAK of the epiR package (Stevenson & Sergeant, 2021) due to the unequal distribution of the two categories (i.e., included and excluded; prevalence index [PI] = 0.80, bias index [BI] = 0.01; Hoehler, 2000). Table 2 lists the exclusion criteria applied. In the second screening phase, we excluded 454 reports.

Table 1

Exclusion criteria for the first screening process

Exclusion criteria	Example of an excluded report	Number of reports excluded
Exclusion criterion Stage 1a – Other language The title, abstract, keywords, or subject headings of the article indicate that the article has been published in a language other than English.	Da Silva and Omar (2017) (excluded due to the language of the article, which was published in Portuguese)	51
Exclusion criterion Stage 1b – Not on topic The title, abstract, keywords, or subject headings of the article pertain to the level of higher education or vocational training and do not address one of the following topics: SRL, metacognition, digital technology.	Artino (2008) (excluded because it does not refer to the K-12 level)	11,869
Exclusion criterion Stage 1c – Not empirical Articles that are not empirical are articles that include exclusively theoretical outlines. The title, abstract, keywords, or subject headings of the article indicate that the article does not constitute an empirical study.	Barbiere et al. (2020) (excluded because no empirical study was presented)	201

Table 2

Exclusion criteria for the second screening process

Exclusion criteria	Example of an excluded report	Number of excluded reports
Exclusion criterion Stage 2a – Self-regulated learning (SRL) The full text of the report does not refer to the concept of SRL or metacognition.	Evmenova et al. (2020)	211
Exclusion criterion Stage 2b – Promoting SRL with digital technology The full text of the report does not refer to the promotion of SRL with digital technology.	Zhao et al. (2013)	57
Exclusion criterion Stage 2c – Teachers' promotion of SRL with digital technology The full text of the report does not refer to teachers' role in promoting SRL with digital technology.	Abrami et al. (2013)	181
Exclusion criterion Stage 2d – Other reasons The report addresses the inclusion criteria but was excluded for other reasons, such as referencing the same study with the same research questions and data.	Huh and Reigeluth (2018)	5

6.3.1.3 Inclusion phase

Following the full-text screening, we screened the bibliographies of 44 selected reports. We employed the snowball method (e.g., Gough et al., 2017) to identify additional studies via title and abstract screening. This resulted in 12 studies, which were subjected to the same screening and exclusion criteria. We included only one of these (Salter, 2014) in the final review. In total, we included 45 studies in this review (marked with an asterisk in the references).

6.3.2 Analysis

In accordance with the theoretical background, we developed a system to categorize the retrieved studies (Appendix B). We categorized relevant text passages with MAXQDA, a qualitative data analysis program. The categories reflect the theoretical framework (Appendix B, 1.1–1.2), particularly the different types of digital technology (Appendix B, 2.1–2.5), and whether teachers' practices to support students' SRL and metacognition were direct or indirect, and which specific type of support was used (Appendix B, 3.1–3.6 and Fig. 2). We employed a multistep approach to facilitate the systematization, categorization and analysis of the studies (Fig. 2).

We categorized the final 45 studies by whether SRL was promoted directly or indirectly using digital technology (see analytical framework, Fig. 2), as these forms were central to our

focus. Based on theoretical distinctions, we further differentiated direct promotion into three types: (1) exclusive use of analog strategies; (2) a combination of digital and analog strategies; and (3) exclusive use of digital strategies. Direct promotion of SRL and metacognition is teacher-led and can be applied to instruction, coaching/scaffolding and feedback. We grouped coaching and scaffolding together because these methods serve to support students' SRL. Indirect promotion follows a different logic: teacher activity is predominant in lesson preparation, while lessons are characterized by reduced teacher control. Instead, teachers focus on shaping learning environments that indirectly promote student engagement in SRL and metacognition. Indirect promotion thus relies on the design of learning environments that promote students' autonomy, reflection and knowledge construction (De Corte et al., 2004; Dignath & Veenman, 2021). Examples include complex, open-ended tasks, authentic real-life problems, and student-directed learning activities. These approaches are grounded in constructivism, situated learning, and learner-centered pedagogy (Dignath & Büttner, 2018), aiming to create conditions for students' SRL. Because indirect promotion is less reliant on teacher guidance, it cannot be meaningfully subdivided into teacher-led components. These categories are conceptually tied to direct SRL promotion and therefore not applicable to indirect, environment-based approaches. In this context, the teachers' role is more subtle, often operating in the background.

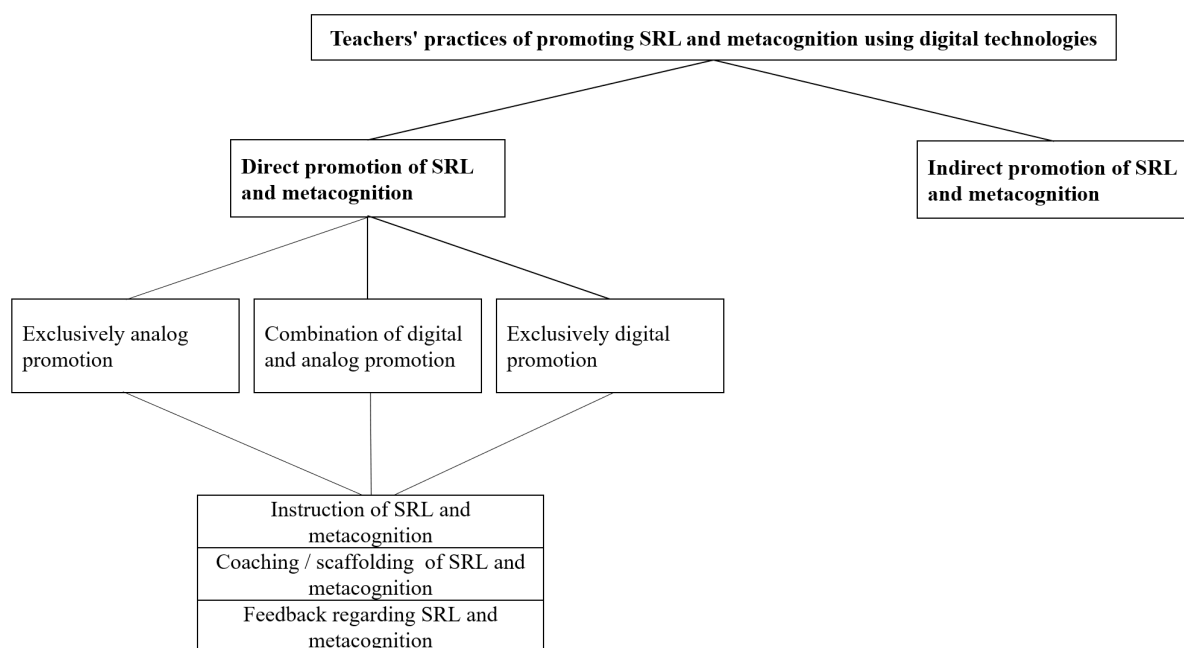


Fig. 2. Analytical framework used to systematize the retrieved studies

6.4 Results

6.4.1 Overview of the studies

As evidenced in Appendix C, we included studies from diverse countries and educational levels. Given the extensive temporal scope (i.e., January 1986–January 2025), the studies reflect a broad range of digital technology. The role of digital technology in education changed substantially over time. In the 1990s, it was introduced primarily to teach basic computer skills, with limited pedagogical integration. Before 2000, SRL was mostly studied in relation to specific computer programs (e.g., Emihovich & Miller, 1986). During the 2000s, digital tools became more systematically embedded in teaching, supporting differentiated instruction and media literacy. Between 2000 and 2010, online learning environments and e-portfolios emerged as tools for promoting SRL (Abrami et al., 2009; Azevedo et al., 2004). From 2011 onward, studies addressed newer technology such as WebQuests (Hartman, 2015), social media (Matzat & Vrieling, 2015), online videos (Cohen et al., 2022), collaborative learning environments (Davenport, 2021), and technology-enhanced feedback (Oinas et al., 2021). The recent increase in studies reflects advances in digital technology, half of the studies included in this review were published between 2017 and 2024. By the 2020s, digital technology became central to education, enabling personalized, collaborative, and self-regulated learning. Additionally, studies emerged on online teaching during COVID-19 (Cohen et al., 2022; Galloway-Speight, 2021; Sulisworo et al., 2020) and on SRL with GenAI (e.g., Chiu, 2024; Chiu et al., 2024). Since 2022, GenAI studies (e.g., ChatGPT) have increased.

Of the selected studies, 35 underwent peer review (Appendix C). Nine of those that were not peer-reviewed were doctoral theses meeting scientific standards. In total, 28 studies were journal articles, six conference papers, one report, nine dissertations, and one book chapter. Most studies used a mixed methods approach ($n = 21$), followed by qualitative ($n = 16$) and quantitative ($n = 8$) methods (see Appendix C). Table 3 presents the studies chronologically. Twenty-two studies exhibit characteristics of intervention research.

The methodological diversity of the included studies adds to a rich and complex evidence base. Such variation affects the strength and scope of the conclusions that can be drawn. While qualitative studies offered rich, in-depth insights into teachers' practices of promoting SRL and metacognition with digital technology, their findings are often limited in generalizability. In contrast, quantitative studies provided broader, statistically generalizable results, albeit often lacking contextual nuance. Mixed methods studies combined both perspectives, offering a more balanced view, though the depth and quality varied across studies. Given the limited empirical base, we included all available studies to capture the full range of current research and ensure

a comprehensive overview. Future reviews may benefit from method-specific syntheses to better capture evidentiary differences. Methodological differences across studies limit the potential for direct comparison and require nuanced interpretation regarding generalizability. Accordingly, our findings offer preliminary indications of the effectiveness of specific practices, which may inform future implementation and research.

Table 3

Studies focused on teachers' direct and indirect practices related to SRL and metacognition, in chronological order

Direct promotion			Indirect promotion
Exclusively analog promotion (n = 12)	Combination of digital and analog promotion (n = 23)	Exclusively digital promotion (n = 9)	(n = 23)
SRL	SRL	SRL	SRL
• Elliott & Hall (1997) • Azevedo et al. (2003) • Azevedo et al. (2004) • Milton Watt (2019) • Wan et al. (2023)	• Parks et al. (2005) • Banyard et al. (2006) • Abrami et al. (2009) • Meyer et al. (2011) • Salter (2014) • Huh (2016) • Kortecamp et al. (2016) • Rice & Carter (2016) • Whiteside et al. (2016) • Khan-Galaria et al. (2020) • Sulisworo et al. (2020) • Davenport (2021) • Galloway-Speight (2021) • Shi et al. (2021) • Cohen et al. (2022) • Estapa et al. (2022) • Chiu et al. (2024)	• Matzat & Vrieling (2015) • Oinas et al. (2020) • Chiu (2023) • Huh et al. (2024) • Fischer & Dignath (2024) • McNaughton et al. (2024)	• Parks et al. (2005) • Banyard et al. (2006) • Meyer et al. (2011) • Huh (2016) • Rice & Carter (2016) • Milton Watt (2019) • Sulisworo et al. (2020) • Davenport (2021) • Galloway-Speight (2021) • Shi et al. (2021) • Cohen et al. (2022) • Estapa et al. (2022) • Wan et al. (2023) • Chiu (2023) • Chiu et al. (2024) • Chiu (2024) • Fischer & Dignath (2024) • Huh et al. (2024) • McNaughton et al. (2024)
Metacognition	Metacognition	Metacognition	Metacognition
• Delclos & Kulewicz (1986) • Emihovich & Miller (1986) • Harrison (2009) • Wu & Pederson (2011) • De Kock & Harskamp (2014) • Lee et al. (2015) • Hermansson & Olin-Scheller (2022)	• Hofmeister (1990) • O'Sullivan (2013) • McCormick (2017) • Knoop-van Campen & Molenaar (2020) • Molin et al. (2020) • Fei & Chin-Hsi (2021)	• Hartman (2015) • Dale (2020) • Maor et al. (2023)	• Hartman (2015) • McCormick (2017) • Knoop-van Campen & Molenaar (2020) • Maor et al. (2023)

6.4.2 Teachers' practices in direct and indirect promotion of SRL and metacognition with digital technologies

To answer the research question, we categorized and analyzed teachers' practices of directly and indirectly promoting SRL and metacognition. These subsections cover both direct and

indirect promotion. We distinguished three types of direct SRL promotion: exclusively analog (e.g., face-to-face feedback in a teaching setting with digital technology); exclusively digital (e.g., SRL support via online platforms or videoconferencing); and a combination of the two (e.g., verbal feedback complemented by digital tools like chat functions). As we categorized Chiu's (2024) study only as indirect promotion, it is not included in the three subsections, which pertain to direct promotion.

Due to the wide range of methodological approaches used, the results should be viewed as exploratory. They do not constitute a coherent body of evidence but rather suggest significant trends.

Each study is represented in Fig. 3 and in Appendix D. Fig. 3 illustrates how teachers utilize digital technology to facilitate SRL. Each study represented by either a circle for direct promotion, a triangle for indirect promotion, or a rectangle for the combination of direct and indirect promotion. Fig. 3 demonstrates how direct and indirect promotion are aligned with concrete practices to promote SRL and metacognition, including instruction, coaching/scaffolding, and feedback.

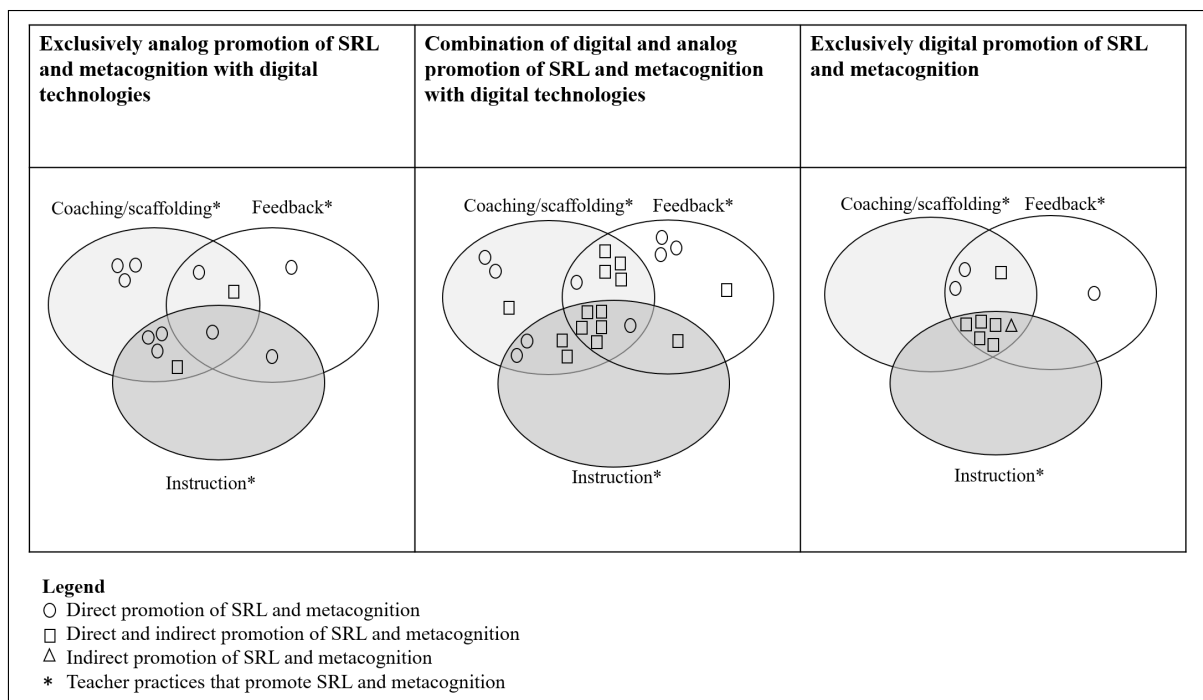


Fig. 3. Visual representation of the studies

6.4.2.1 Practices of exclusively analog promotion of SRL and metacognition through face-to-face strategies

The 12 studies (comprising six mixed methods, five qualitative, and one quantitative study) revealed that teachers predominantly promoted students' SRL through analog interactions. Due to the methodological composition, the following synthesis reflects primarily context-rich, interpretive insights, supported by some empirical validation from mixed methods and one quantitative design. The three studies published prior to 2000 offered comprehensive insights into how teachers employed analog practices to promote SRL, including modeling strategies, scaffolding, and feedback. For example, Emihovich and Miller (1986) demonstrated within a qualitative classroom study that when teachers used Logo programming, students exhibited signs of metacognition with the assistance of direct promotion from teachers (e.g., through metaprocessing questions). On a weekly basis, the teacher introduced an increasing number of metaprocessing questions that facilitated the students' advancement in SRL and encouraged their independent engagement with Logo. Additionally, the mixed methods study of Delclos and Kulewicz (1986) underscored the significance of teacher support regarding students' metacognition. Their results demonstrated that most students were unable to solve more than half of the problems presented in a computer-based problem-solving program without assistance from teachers (i.e., coaching/scaffolding and feedback).

Azevedo (2003) examined the impact of distinct goal-setting instructional strategies on the regulation (self- and co-regulation) of high school students' conceptual understanding of ecological systems within a web-based water quality simulation environment. The study revealed that students who were permitted to establish their own subgoals in alignment with four predefined learning goals demonstrated better performance in regulating and co-regulating their learning during the digitally enhanced knowledge-construction activity compared to those who were instructed by their teachers to set goals. Azevedo et al. (2004) also found that without integrated and contextualized analog promotion of SRL by teachers (i.e., instruction, coaching/scaffolding, and feedback), students demonstrated minimal advancement in their SRL. However, it was not feasible for teachers to promote all SRL strategies and phases in an equal manner. Wu and Pedersen (2011) investigated the impact of the timing of early and late teacher-based metacognitive scaffolding on students' science inquiry learning also with mixed methods design. Students who received continuous computer-based and early teacher-based analog metacognitive scaffolding demonstrated the most effective acquisition of science inquiry skills. Students who received faded computer-based and early teacher-based analog metacognitive scaffolding performed least effectively. However, the timing of teacher-based

metacognitive scaffolding alone was not found to have a significant impact on students' content knowledge and science inquiry skills. The study of De Kock and Harskamp (2014), the only purely quantitative study in this category, found that it was beneficial for teachers to have insight into their students' individual performance data and to provide analog feedback on their students' metacognition. However, teachers indicated that they lacked the required time to perform this individual analysis. Moreover, the qualitative study of Wan et al. (2023) reinforced in depth the significance of the teacher's role in SRL promotion. In the context of piano instruction, students' SRL improved when instructors consistently guided their use of digital technology (i.e., listening tools) for monitoring and regulating their practice. Wan et al. (2023) also examined what we categorized as indirect promotion in this context. Additionally, Lee et al. (2015) developed a model that demonstrated the factors that influenced students' metacognition. They found that teachers could use connected classroom technology to enhance their perceptions of students' metacognitive capabilities. Furthermore, teachers identified feedback as a crucial strategy for fostering students' metacognition.

These 12 studies demonstrated that teachers served both as mediators and moderators between students and digital technology. They primarily derive from mixed methods and qualitative studies. The mixed methods approach provides a valuable combination of contextual insight and empirical evidence.

6.4.2.2 Practices regarding the combination of digital and analog promotion of SRL and metacognition

The findings of these 23 studies (11 are mixed methods, 7 qualitative, and 5 quantitative studies) suggest that teachers can effectively promote students' SRL through a combination of digital and analog supported promotion.

In an early mixed methods study, Hofmeister (1990) argued that combining classroom practices, including instruction and materials to introduce metacognitive strategies, with computer-guided learning support effectively fostered students' metacognitive development. Furthermore, Whiteside et al. (2016) showed, also with a mixed methods design, a shift in pedagogical practice from a focus on knowledge retention to facilitation of knowledge acquisition through the promotion of SRL in a blended-learning setting, utilizing a range of digital technology (e.g., online environments, discussion boards, wikis, online quizzes, online meetings). Consequently, the teachers experienced an increase in direct, productive, one-on-one interactions and feedback with students. In a flipped classroom setting with a cloud-based learning platform, Shi et al. (2021) demonstrated with a quantitative pretest-posttest study that

students in the experimental group, who had access to an active and flexible digital learning environment, were better able to monitor their learning processes and engage in SRL through direct digital and analog interactions with teachers. In contrast, the students in the control group, following their teachers' instructions without utilizing digital technology, demonstrated more passive learning approaches. This resulted in lower post-test learning scores compared to those in the experimental group.

Rice and Carter (2016) concentrated their qualitative case study on the promotion of SRL among students with disabilities in online schools. The researchers discovered that teachers also promoted SRL through analog communication between themselves and students, albeit online. The authors concluded that teachers need to develop an understanding of how to effectively promote planning, strategy instruction, monitoring, prompting, and reflection in their students. In the context of the COVID-19 pandemic, Sulisworo et al. (2020) conducted a quantitative cross-sectional study to examine the SRL profiles of students. The authors concluded that during online learning, students required teachers to promote SRL. This promotion included explaining the benefits and importance of SRL, explicitly teaching SRL strategies, and supporting students in identifying when and how to use SRL strategies. In the context of digital technology, students benefited when teachers provided mentorship and reinforcement of SRL. Teachers were aware that online learning was not only about mastering certain subject matter but also about promoting SRL. Sulisworo et al. (2020) concluded with a quantitative study that a constructive online learning atmosphere and a well-structured learning environment with many learning activities were relevant.

Additionally, studies have examined the promotion of SRL in relation to digital discussion boards, interactive whiteboards, and dashboards. For example, in a mixed methods study O'Sullivan (2013) examined the use of wikis and emphasized the crucial role of teachers in promoting metacognition. The author reported that by posting discussion board questions designed to prompt students to reflect on their content or creativity, the teacher in the study provided more metacognitive scaffolding for content knowledge as well as more connective knowledge than their peers did. By interpreting the subcomponents of Winne and Hadwin's (1998) model to identify direct online tutoring practices that scaffolded SRL, Khan-Galaria et al. (2020) proposed a theoretically grounded framework in a pilot study. The authors analyzed interactions between students and tutors as they worked through a series of questions in a collaborative online environment guided by a human tutor using an interactive whiteboard. The researchers identified two groups of tutors based on their performance: high-ranking tutors, who were more likely to demonstrate and integrate SRL practices; and mid-ranking tutors, who

used these practices less regularly. Also, based on a quantitative study, Knoop-van Campen and Molenaar (2020) and Molin et al. (2020) presented the findings of studies in which teachers utilized dashboards and feedback tools. Their findings indicated that a combination of human- and technology-prompted feedback had a beneficial impact on students' metacognitive skills. Molin et al. (2020) further investigated the efficacy of a combination of teacher-prompted feedback and a feedback polling device. Their results demonstrated that students with low metacognitive skills derived considerably greater benefit from this treatment than did those with high metacognitive skills. Regarding what we categorized as indirect promotion of metacognition, Knoop-van Campen and Molenaar (2020) determined that "dashboard designers should consider how to include information that can elicit metacognitive feedback" (p. 49), particularly for younger students who have not yet fully developed their metacognitive skills.

Huh's (2016) findings regarding his mixed methods study indicated that the frequency of digital and analog support in online schools was generally frequent and evenly distributed across the planning, monitoring, and control phases defined in Pintrich's (2004) SRL conceptual framework. The author observed that teachers were less inclined to promote SRL during the reflection phase. Furthermore, this study identified the methods and frequencies with which teachers promoted SRL through digitally supported instruction, which we categorized as direct promotion. Additionally, teachers employed digitally supported analog promotion and one-on-one communication, such as through meetings or webinars. Instructional support was most frequently provided in the form of direct guidance and prompting by teachers. Regarding what we categorized as indirect promotion of SRL, Huh (2016) highlighted the importance of technology-system support, among other factors. Additionally, Salter (2014) investigated the efficacy of an integrated, whole school approach to foster students' SRL and discovered that just 10 percent of the teachers employed technology-based approaches in this pursuit. Likewise, Abrami et al. (2009) consistently found that only a small number of teachers employed digital technology to promote SRL. Specifically, only 10 percent of the teachers utilized e-portfolios for a minimum of 13 h per month. These e-portfolios were employed either for the collection of students' work or for the instruction of SRL, but not for both purposes simultaneously. Meyer et al.'s (2011) mixed methods study indicated that teachers who utilized e-portfolios to a greater extent reported receiving direct pedagogical support for these tools, which they found to be beneficial for promoting students' SRL. This support often took the form of instructional videos. In contrast, teachers who were less inclined to employ e-portfolios reported using these features less frequently. Additionally, their findings indicated that e-portfolios may indirectly promote SRL. The authors posited that the promotion assisted teachers in articulating their expectations

to their students, such as when providing task descriptions or criteria. Thus, it may be beneficial to introduce SRL-specific language in a gradual manner.

Finally, the study by Chiu et al. (2024) that examined SRL with the assistance of GenAI-based chatbots is noteworthy. Teachers provided digital support for SRL, supplemented by additional explanations and assistance, akin to scaffolding and feedback, in a face-to-face context. For instance, teachers intervened when ChatGPT's responses were deemed inadequate or erroneous, or they oversaw reflection phases in which ChatGPT functioned as a panelist.

Overall, the findings underscore the effectiveness of combining digital and analog strategies to support SRL and metacognition. The mixed methods studies provide robust insights by bridging empirical measurement with practical implementation. Given the methodological variety, these results should be interpreted as indicative rather than definitive.

6.4.2.3 Practices of exclusively digital promotion of SRL and metacognition

The nine studies (comprising three mixed methods, four qualitative, and two quantitative studies) revealed that teachers predominantly promoted students' SRL through digital interactions. In four studies, teachers provided digital feedback and coaching/scaffolding to promote SRL. Oinas et al. (2021) concluded in a qualitative study that the technology-enhanced feedback method did not provide sufficient support for students' SRL processes. The feedback provided was largely oriented toward external behavior regulation, with minimal attention to cognitive processes and a lack of guidance on how to enhance learning outcomes. The authors concluded that educational platforms should be developed to support active participation and interaction between teachers and students. They also recommended that students be encouraged to seek and reflect on feedback independently. Furthermore, teachers should refrain from focusing their feedback solely on outcomes or behavior because students may perceive such approaches as personal criticism, which could impede their learning (Oinas et al., 2021, p. 1048f). It is therefore recommended that the way teachers provide digital feedback undergoes a transformation, shifting from a unidirectional approach (in which the teacher provides feedback and the student responds) to a bidirectional one (in which the student proactively seeks feedback, and the teacher offers guidance and demonstrates trust in the student's capabilities).

Matzat and Vrieling's (2015) findings of their quantitative study showed that teachers also incorporated social media into their educational settings. However, only a minority of teachers employed it to promote SRL (most frequently during the SRL performance phase and least frequently during the reflection phase). Teachers who facilitated students' SRL were more likely to utilize social media in the classroom, yet they did not always employ it as a means of

explicitly promoting SRL. Dale's (2020) qualitative case study examined the impact of instructor-initiated metacognitive scaffolding in an asynchronous online discussion board on students' critical thinking abilities. The author found that only a small number of students improved their critical thinking skills through digital metacognitive scaffolding and instruction. In these instances, particular instructional techniques, teacher-student interactions, and direct feedback from teachers constituted sources of metacognition.

Hartman (2015) took a different perspective on the promotion of metacognition by examining how graduate students in teacher education designed WebQuests to promote students' metacognition. He discovered that early-career teachers had incorporated various forms of metacognition (e.g., strategic knowledge metacognition) into their WebQuests, including instances of indirect promotion.

The studies by Chiu (2023), Fischer and Dignath (2024), and Maor et al. (2023), conducted during the COVID-19 pandemic, revealed that teachers employed digital technology to promote SRL and metacognition in various ways. The SRL promotion provided by teachers occurred asynchronously, utilizing various digital tools such as digital weekly plans (Fischer & Dignath, 2024) and synchronously utilizing online video conferencing (Maor et al., 2023). The study by Chiu (2024) suggests that GenAI tools can indirectly contribute to the promotion of SRL. Direct promotion was not a component of this study.

Only a small number of studies ($n = 9$) have examined the exclusively digital promotion of SRL and metacognition, and they offer limited but complementary insights. Robust empirical studies are needed to evaluate their effectiveness across SRL phases.

6.5 Discussion

The growing integration of digital technology into classrooms has raised important questions about its potential to promote SRL and metacognition. These skills are widely recognized as essential for effective, independent learning in both traditional and digitally enriched environments. Considering this, the aim of this review was to synthesize current empirical evidence on how digital technology is used to promote SRL and metacognition in school contexts, and derives implications for theory, research, and teacher education.

Our systematic review encompassed 45 studies published between January 1986 and January 2025 that investigated digital technology to promote SRL and metacognition. In their umbrella review on SRL promotion in technology-supported higher education settings, Prasse et al. (2024) concluded that digital tools can effectively enhance students' SRL. Our findings extend this view by showing that digital technology also supports teachers in fulfilling their

instructional role in promoting SRL in school contexts. This Chapter 5 addresses our research question by examining how teachers use digital technology to promote SRL and metacognition (Sections 5.1–5.3). Furthermore, we explore the kinds of support teachers need and the role of teacher education in enabling effective practice (Section 5.4).

6.5.1 Differences in practices to promote SRL and metacognition with digital technology

Our findings show divergence regarding the extent to which teachers' practices focused on direct and indirect promotion of SRL and metacognition through digital technology. Generally, it is recommended that a combination of direct and indirect promotion is employed for SRL and metacognition, because students require learning opportunities that permit them to engage in SRL while learning SRL strategies (Dignath & Büttner, 2018; Karlen et al., 2020; Paris & Paris, 2001). Our analysis revealed that although all but one of the included studies focused on the direct promotion of SRL and metacognition, just 23 studies additionally investigated indirect promotion. One reason for this reduced focus on indirect promotion may lie in the teaching setting: direct promotion (e. g., the influence of coaching SRL strategies on the improvement of SRL) can be clearly controlled and measured, whereas indirect promotion opportunities for SRL, especially with digital technology, are more complex for practice and research (Dignath & Büttner, 2018). In the context of studies incorporating GenAI, indirect promotion may receive greater significance as teachers may conceptualize GenAI as an instrumental aid that fosters students' development of SRL through targeted tasks (e.g., Chiu, 2024).

Regarding the three categories of teachers' promotion of SRL and metacognition (1) exclusively analog promotion, 2) exclusively digital promotion, and 3) a combination of digital and analog promotion), our findings suggest that the selected studies generally demonstrated a preference for a combination of digital and analog promotion (e.g., Abrami et al., 2009; Huh, 2016). As already demonstrated in the review conducted by Garcia et al. (2018), several studies reported that teachers often used analog (i.e., face-to-face) exchanges offering opportunities for the direct teaching of and reflection on SRL learning processes and complex strategies such as oral explanations and feedback (e.g., Huh, 2016; Meyer et al., 2011). Furthermore, face-to-face teaching enables the teachers to respond to individual requirements promptly (Dignath & Veenman, 2021; Veenman, 2013, 2016; Veenman et al., 2006; Wong et al., 2019). Recent studies, undertaken in the context of distance learning during the COVID-19 pandemic, have demonstrated that digital technology is frequently utilized to offer individualized SRL promotion in the form of synchronous video instructions or coaching lessons. Considering the

findings from these studies, it is recommended to transfer the experiences with practices of promoting SRL and metacognition with digital technology from online teaching to face-to-face teaching in which teachers use digital technology. Such a transfer requires thoughtful adaptation to the conditions and social dynamics of digitally enhanced classrooms. Consequently, novel experiences derived from practice in online teaching can be further developed for implementation in face-to-face teaching, as they provide tested methods and insights into how digital technology can support teachers and students in promoting SRL and remain beneficial in physical learning environments.

6.5.2 Practices to promote SRL and metacognition with digital technology: potential

Winters et al. (2008) showed the potential of digital tools for the promotion of SRL. However, our findings suggest that digital tools should be systematically complemented with analog guidance to help teachers meet the complex demands of supporting SRL. For example, the studies by Estapa et al. (2022) and Molin et al. (2020) show that SRL and metacognition can be effectively promoted through a combination of digital and analog support. Teachers facilitate students' SRL and metacognition by providing detailed instructions on specific learning strategies and then encouraging and guiding the students to utilize these strategies (Butler & Winne, 1995; Collins et al., 1991; Grant, 2012; Wiechmann, 2016). Our results suggest that the combination of digital and analog support for SRL provides an optimal balance between social support and the promotion of students' individual responsibility. This approach enables students to develop SRL and metacognitive skills and to apply them sustainably across a range of contexts (e.g., digitally; Collins et al., 1991). Recent studies have demonstrated advancements regarding the promotion of SRL and metacognition, particularly in digital support, as evidenced by the integration of GenAI or synchronous online teaching methodologies (e.g., Chiu, 2023; Fischer & Dignath, 2024). These developments were especially salient within the context of distance learning during the pandemic.

Research on SRL without digital technology has underscored the potential of coaching and scaffolding to directly promote SRL (e.g., Hamman et al., 2000; Perry et al., 2008; Perry & Vandekamp, 2000). The findings of our review indicate that coaching and scaffolding with digital technology have the capacity to promote SRL and metacognition directly in an educational setting. According to the concept of scaffolding, however, younger students, who are inexperienced learners, might first need more direct instruction and feedback regarding SRL strategies than might older, more experienced learners who have already acquired some self-regulation skills (Abrami et al., 2009; Knoop-van Campen & Molenaar, 2020). However, both

younger and older students need learning opportunities that allow them to engage in self-regulation while SRL strategies are taught and scaffolded (Collins et al., 1991).

6.5.3 *Consequences for teachers' promotion of SRL and metacognition*

In line with Grant's (2012) findings, our review indicates that teachers increasingly see themselves as coaches or learning facilitators rather than knowledge mediators or instructors. With respect to the promotion of SRL and metacognition through the utilization of digital technology, our review also suggests that the provision of teachers' targeted coaching, scaffolding, feedback, and embedded instruction facilitates students' learning and development of SRL, for example, with digital feedback through chat features or digital instructions through explanatory videos. Digital technology can thus support the effective fulfilment of this role by teachers. This conclusion is evidenced by a significant number of studies included in our review ($n = 23$) that demonstrated that teachers employed a combination of digital and analog promotion to facilitate SRL and metacognition through digital technology (e.g., Cohen et al., 2022; Galloway-Speight, 2021). Thus, we reasonably assume that SRL and metacognition mutually influence each other across digital and analog contexts.

In accordance with the findings of Winters et al. (2008), the integration of digital technology has the potential to facilitate the implementation of SRL strategies. Teachers who used a combination of human- and technology-prompted promotion of SRL or metacognition positively impacted their students' SRL skills. Teachers have the capacity to integrate feedback in both digital and analog formats effectively into their lessons (e.g., Knoop-van Campen & Molenaar, 2020; Shi et al., 2021; Sulisworo et al., 2020), to promote students' metacognitive strategies more extensively (e.g., Hartman, 2015; O'Sullivan, 2013), and to utilize a range of extended digital and analog methods (e.g., Huh, 2016). Furthermore, digital technology offers teachers the ability to tailor lessons to the specific requirements of their students, thereby reinforcing their SRL abilities (De Kock & Harskamp, 2014). The findings of our review indicate that it is crucial that teachers effectively utilize both digital technology and analog methods to facilitate SRL and metacognition. This is particularly salient in the context of subsequent advancements, such as those pertaining to GenAI tools. The effective support of SRL and metacognition is achieved by combining the benefits of digital technology with the potential of face-to-face promotion.

6.5.4 *New teaching approaches and implementation possibilities for teacher education*

Although teachers promote SRL and metacognition in digitally supported educational settings, we interpret our findings to suggest that digital technology may often be underused. The studies included in this review demonstrated that such promotion occurred more often in an analog manner rather than through digital technology (e.g., Azevedo et al., 2004; Wu & Pedersen, 2011). One potential explanation for this may be that teachers have been poorly trained to use the available digital tools and thus underused their potential for promoting SRL and metacognition (e.g., Abrami et al., 2009). Teachers should be able to select digital tools in a targeted manner, to structure their use effectively, and to accompany learners in SRL and metacognition with the help of digital technology (e.g., Estapa et al., 2022; Huh & Reigeluth, 2018; Molin et al., 2020). This fosters meaningful interaction between teachers, learners, and technology. Another possible explanation for limited effectiveness is that many tools are not sufficiently tailored to interactive teaching needs in interactive classrooms. In the future, digital solutions should be specifically developed to strengthen the interaction between teachers, learners, and technology.

In any case, we recommend developing new digital tools to facilitate interaction among teachers, learners, and tools. These new tools should also facilitate the promotion of SRL and metacognition by teachers, and they could support teachers in delegating certain tasks that they typically perform. For example, the integration of GenAI tools such as web-based intelligent tutoring systems or adaptive feedback tools with dialog-based tutoring systems could help teachers deliver digital instruction, coaching, scaffolding, and feedback to students (Bimba, Idris, Al-Hunaiyyan et al., 2017; Bimba, Idris, Mahmud, & Al-Hunaiyyan, 2017). We thus encourage developers of digital technology to consider incorporating adaptive features into their digital tools to support teachers better.

Considering the accelerated pace of technological advancement, the requirements for effective teaching are constantly evolving. It is not enough for teachers to have access to digital tools without sufficient alignment with pedagogical knowledge on how to promote SRL and metacognition. Consequently, adaptive teaching is grounded in subject and pedagogical imperative to facilitate SRL and metacognition with digital technology (Hillmayr et al., 2020).

Thus, our findings may serve as a basis for reflecting on how pre- and in-service teacher education programs can support (prospective) teachers in developing the competencies to promote all phases of SRL via digital technology and analog interactions. According to Karlen et al. (2020), teachers need more expertise in promoting SRL. It is likely that pre-service teachers are aware of the potential of digital technology to promote SRL and have received

training in how to embed digital technology in their instructional settings. In this regard, it is imperative that teachers also develop competence to integrate novel GenAI tools effectively into their instructional practice. Such training may include guidance on the selection of digital technology most suitable for promoting SRL and metacognition at the school level and in the classroom, as well as on the direct and indirect promotion of SRL and metacognition through digital technology. For example, teachers should be familiar with the WWW&H rule for strategy instruction and how to apply it to promote SRL and metacognition with digital technology (Veenman, 2013; Veenman et al., 2006). This knowledge, along with its components, should be integrated into practice more and expanded and developed through the provision of in-service teacher education.

6.6 Conclusion

This review synthesizes empirical evidence from 45 studies on how teachers use digital technology to promote SRL and metacognition in school contexts. The findings indicate that digital technology can effectively support SRL and metacognition, especially when embedded in well-structured learning environments that integrate analog and digital components. However, effective implementation is often constrained by gaps in teacher education and limited pedagogical alignment of technology (e.g., Abrami et al., 2009; Karlen et al., 2020). The potential of digital technology lies not in the technology itself but in its interaction with teachers' pedagogical practices, SRL-related knowledge, and classroom contexts. Effectively promoting SRL requires attention to both direct and indirect approaches. Teachers need support to understand and apply these, especially in the context of emerging technologies such as GenAI. Therefore, strengthening SRL in both pre-service and in-service teacher education is essential. Teacher education programs should include targeted training on how to select and apply digital tools in alignment with SRL principles.

This review is subject to several limitations. The included studies differ in study focus, educational context, and methodology. They range from qualitative to quantitative and mixed methods designs. While this diversity enriches the evidence base, it complicates synthesis and limits generalizability. Cross-study comparisons are challenging due to varying quality, design, and school levels. Although we systematically documented the educational levels (Appendix C) for each study, contextual factors remain. The restriction to English-language publications may also introduce bias. Future reviews may benefit from method- specific syntheses and broader language inclusion.

Furthermore, future research should explore how teachers implement SRL-supportive practices with digital technology, including how their beliefs and strategies influence outcomes (Molenaar, 2022). This includes the investigation of specific SRL phases and elements, as well as the implementation of direct (i.e., explicit and implicit) and indirect promotion. Aligning with Dignath and Veenman's (2021) findings, we emphasize the importance of systematically investigating how direct and indirect approaches to SRL promotion operate, particularly in digital contexts, as the findings of this review suggest. Considering ongoing technological advancements, particularly in light of GenAI, research must identify the knowledge and skills required by both teachers and students to use these tools effectively for promoting SRL and metacognition. It is also necessary to examine how digital technology can enhance collaboration and co-regulation among students and teachers.

In sum, this review highlights the dual imperative for teacher education and technology development: to equip teachers with pedagogical knowledge and practical skills to promote SRL and metacognition effectively, and to design digital tools that are aligned with these pedagogical goals and classroom realities. Only through the integration of both can the full potential of digital technology in promoting SRL be realized in school settings.

References

- Abdelshiheed, M., Hostetter, W. J., Barnes, T., & Chi, M. (2023). Leveraging deep reinforcement learning for metacognitive interventions across intelligent tutoring systems. In N. Wang, G. Rebolledo-Mendez, N. Matsuda, O. C. Santos, & V. Dimitrova (Eds.), *Artificial intelligence in education. AIED 2023. Lecture notes in computer science* (pp. 291–303). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36272-9_24
- Abrami, P. C., Venkatesh, V., Meyer, E. J., & Wade, C. A. (2013). Using electronic portfolios to foster literacy and self-regulated learning skills in elementary students. *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 1188–1209. <https://doi.org/10.1037/a0032448>
- * Abrami, P. C., Wade, C. A., Pillay, V., Aslan, O., Bures, E. M., & Bentley, C. (2009). Encouraging self-regulated learning through electronic portfolios. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 34(3), 1–12. <https://doi.org/10.21432/T2630W>
- Abtokhi, A., Jatmiko, B., & Wasis, W. (2021). Evaluation of self-regulated learning on problem-solving skills in online basic physics learning during the COVID-19 pandemic. *Journal of Technology and Science Education*, 11(2), 541–555. <https://doi.org/10.3926/jotse.1205>

- Alonso-Mencía, M. E., Alario-Hoyos, C., Maldonado-Mahauad, J., Estévez-Ayres, I., Pérez-Sanagustin, M., & Delgado Kloos, C. (2020). Self-regulated learning in MOOCs: Lessons learned from a literature review. *Educational Review*, 72(3), 319–345. <https://doi.org/10.1080/00131911.2019.1566208>
- Artino, A. R., Jr. (2008). Promoting academic motivation and self-regulation: Practical guidelines for online instructors. *TechTrends*, 52(3), 37–45. <https://doi.org/10.1007/s11528-008-0153-x>
- * Azevedo, R., Ragan, S., Cromley, J. G., & Pritchett, S. (2003). Do different goal-setting conditions facilitate students' ability to regulate their learning of complex science topics with RiverWeb?. *Paper presented at the annual meeting of the American educational research Association, Chicago, IL.*
- * Azevedo, R., Winters, F. I., & Moos, D. (2004). Can students collaboratively use hypermedia to learn science? The dynamics of self- and other-regulatory processes in an ecology classroom. *Journal of Educational Computing Research*, 31(3), 215–245. <https://doi.org/10.2190/HFT6-8EB1-TN99-MJVQ>
- Azevedo, R., & Witherspoon, A. M. (2009). Self-regulated learning with hypermedia. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A. C. Graesser (Eds.), *Handbook of metacognition in education* (pp. 319–339). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203876428>
- * Banyard, P., Underwood, J., & Twiner, A. (2006). Do enhanced communication technologies inhibit or facilitate self-regulated learning?. *European Journal of Education*, 41(3/4), 473–489 <https://www.jstor.org/stable/4543068>
- Barana, A., Fissore, C., & Marchisio, M. (2021). Automatic formative assessment strategies for the adaptive teaching of mathematics. In H. C. Lane, S. Zvacek, & J. Uhomoibhi (Eds.), *Computer supported education, 1473 CCIS* pp. 341–365). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86439-2_18
- Barbiere, M. C., & Wiatr, J. C. (2020). *Early childhood education and the student empowerment program*. Rowman & Littlefield.
- Belland, B. R., Walker, A. E., Kim, N. J., & Lefler, M. (2017). Synthesizing results from empirical research on computer-based scaffolding in STEM education: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 87(2), 309–344. <https://doi.org/10.3102/0034654316670999>
- Bimba, A. T., Idris, N., Al-Hunaiyyan, A., Mahmud, R. B., & Shuib, N. L. B. M. (2017). Adaptive feedback in computer-based learning environments: A review. *Adaptive Behavior*, 25(5), 217–234. <https://doi.org/10.1177/1059712317727590>

- Bimba, A. T., Idris, N., Mahmud, R. B., & Al-Hunaiyyan, A. (2017). A cognitive knowledge-based framework for adaptive feedback. In S. Phon-Amnuaisuk, T.- W. Au, & S. Omar (Eds.), *Computational intelligence in information systems*, 532 pp. 245–255). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48517-1_22
- Biswas, G., Leelawong, K., Schwartz, D., Vye, N., & The Teachable Agents Group at Vanderbilt. (2005). Learning by teaching: A new agent paradigm for educational software. *Applied Artificial Intelligence*, 19(3–4), 363–392.
<https://doi.org/10.1080/08839510590910200>
- Boekaerts, M. (1999). Self-regulated learning: Where we are today. *International Journal of Educational Research*, 31, 445–457. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(99\)00014-2](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(99)00014-2)
- Braad, E., Degens, N., & Ijsselsteijn, W. A. (2020). Designing for metacognition in game-based learning: A qualitative review. *Translational Issues in Psychological Science*, 6 (1), 53–69. <https://doi.org/10.1037/tps0000217>
- Broadbent, J., & Poon, W. L. (2015). Self-regulated learning strategies and academic achievement in online higher education learning environments: A systematic review. *The Internet and Higher Education*, 27, 1–13.
<https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.04.007>
- Brown, A. L. (1978). Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition. In R. Glaser (Ed.), *Advances in instructional psychology*, 1 pp. 77–165). Erlbaum.
- Buehl, M. M., & Beck, J. S. (2014). The relationship between teachers' beliefs and teachers' practices. In H. Fives, & M. G. Gill (Eds.), *International handbook of research on teachers' beliefs* (pp. 66–84). Routledge.
- Butler, D. L., Schnellert, L., & Cartier, S. C. (2013). *Layers of self-and co-regulation: Teachers' co-regulating learning and practice to foster students' self-regulated learning through reading*. Education Research International.
<https://doi.org/10.1155/2013/845694>
- Butler, D. L., & Winne, P. H. (1995). Feedback and self-regulated learning: A theoretical synthesis. *Review of Educational Research*, 65(3), 245–281.
<https://doi.org/10.3102/00346543065003245>
- Chang, C.-C., Liang, C., Shu, K.-M., Tseng, K.-H., & Lin, C.-Y. (2016). Does using e-portfolios for reflective writing enhance high school students' self-regulated learning? *Technology, Pedagogy and Education*, 25(3), 317–336.
<http://dx.doi.org/10.1080/1475939X.2015.1042907>

- * Chiu, T. K. F. (2023). Student engagement in K-12 online learning amid COVID-19: A qualitative approach from a self-determination theory perspective. *Interactive Learning Environments*, 31(6), 3326–3339. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1926289>
- * Chiu, T. K. F. (2024). A classification tool to foster self-regulated learning with generative artificial intelligence by applying self-determination theory: A case of ChatGPT. *Educational Technology Research & Development*, 72, 2401–2416. <https://doi.org/10.1007/s11423-024-10366-w>
- * Chiu, T. K. F., Moorhouse, B. L., Chai, C. S., & Ismailov, M. (2024). Teacher support and student motivation to learn with artificial intelligence (AI)-based chatbot. *Interactive Learning Environments*, 32(7), 3240–3256. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2172044>
- * Cohen, G., Assi, A., Cohen, A., Bronshtein, A., Glick, D., Gabbay, H., & Ezra, O. (2022). Video-assisted self-regulated learning (SRL) training: COVID-19 edition. In I. Hilliger, P. J. Muñoz -Merino, T. De Laet, A. Ortega-Arranz, & T. Farrell (Eds.). *Lecture notes in computer science*, 13450 pp. 59–73). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16290-9_5
- Collins, A., Brown, J. S., & Holum, A. (1991). Cognitive apprenticeship: Making thinking visible. *American Educator*, 15(3), 38–46, 6–11.
- Cooper, H., Hedges, L. V., & Valentine, J. C. (2019). *The handbook of research synthesis and meta-analysis* (3rd ed.). Russell Sage Foundation.
- Da Silva, V., & Omar, N. (2017). Model of measurement of meaningful learning in distance learning environments. In L. P. Reis, A. Rocha, B. Alturas, C. Costa, & M. P. Cota (Eds.), *Iberian conference on information systems and technologies, CISTI* (pp. 1–6). IEEE. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2017.7975696>
- * Dale, A. (2020). *Using a metacognition scaffold to improve student critical thinking: A qualitative single case study of a grade twelve English class* (Publication No. 28093650) [Doctoral dissertation, Northcentral University]. ProQuest Dissertations Publishing.
- * Davenport, S. (2021). *Teachers' perceptions of self-regulated learning in a technology-supported collaborative learning environment* (Publication No. 28712909). [Doctoral dissertation, Walden University]. ProQuest Dissertations and Theses Global.
- De Corte, E., Verschaffel, L., & Masui, C. (2004). The CLIA-model: A framework for designing powerful learning environments for thinking and problem solving. *European*

- Journal of Psychology of Education*, 19(4), 365–384.
<https://doi.org/10.1007/BF03173216>
- * De Kock, W. D., & Harskamp, E. G. (2014). Can teachers in primary education implement a metacognitive computer programme for word problem solving in their mathematics classes? *Educational Research and Evaluation*, 20(3), 231–250.
<https://doi.org/10.1080/13803611.2014.901921>
- * Delclos, V. R., & Kulewicz, S. J. (1986). Improving computer-based problem solving training: The role of the teacher as mediator. *Computers in Human Behavior*, 2, 135–146. [https://doi.org/10.1016/0747-5632\(86\)90030-0](https://doi.org/10.1016/0747-5632(86)90030-0)
- Devolder, A., van Braak, J., & Tondeur, J. (2012). Supporting self-regulated learning in computer-based learning environments: Systematic review of effects of scaffolding in the domain of science education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 28(6), 557–573. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2011.00476.x>
- Dignath, C., & Büttner, G. (2018). Teachers' direct and indirect promotion of self-regulated learning in primary and secondary school mathematics classes: Insights from video-based classroom observations and teacher interviews. *Metacognition and Learning*, 13, 127–157. <https://doi.org/10.1007/s11409-018-9181-x>
- Dignath, C., & Veenman, M. V. J. (2021). The role of direct strategy instruction and indirect activation of self-regulated learning: Evidence from classroom observation studies. *Educational Psychology Review*, 33, 489–533. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09534-0>
- Efklides, A. (2011). Interactions of metacognition with motivation and affect in self-regulated learning: The MASRL model. *Educational Psychologist*, 46(1), 6–25.
<https://doi.org/10.1080/00461520.2011.538645>
- Eggers, J. H., Oostdam, R., & Voogt, J. (2021). Self-regulation strategies in blended learning environments in higher education: A systematic review. *Australasian Journal of Educational Technology*, 37(6), 175–192. <https://doi.org/10.14742/ajet.6453>
- * Elliott, A., & Hall, N. (1997). The impact of self-regulatory teaching strategies on “at-risk” preschoolers' mathematical learning in a computer-mediated environment. *Journal of Computing in Childhood Education*, 8(2/3), 187–198.
<https://www.learntechlib.org/p/84168/>
- * Emihovich, C., & Miller, G. E. (1986). Talking to the turtle: A discourse analysis of logo instruction. *Paper presented at the 67th annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA), San Francisco, CA.*

- * Estapa, A., Schmidt-Crawford, D., Ash, A., & Sahin, E. (2022). Elementary teachers' approach to responsive teaching in a self-regulated mathematics environment. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 22(2), 326–352.
- Evmenova, A. S., Regan, K., Ahn, S. Y., & Good, K. (2020). Teacher implementation of a technology-based intervention for writing. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, 18(1), 27–39.
- * Fei, H., & Chin-Hsi, L. (2021). Supporting online Chinese narrative writing pedagogy through metacognitive writing process and approach: A design-based research. *Journal of Technology and Chinese Language Teaching*, 12(1), 117–137.
- * Fischer, A., & Dignath, C. (2024). How do teachers promote self-regulation of learning when students need to learn at home? The moderating role of teachers' ICT competency. *Unterrichtswissenschaft*, 52, 65–92. <https://doi.org/10.1007/s42010-023-00191-0>
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring. A new area of cognitive-development inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906–911. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- * Galloway-Speight, A. N. (2021). *Using blended learning and writing conferences to develop high schoolers' writing skills and self-regulated learning* (Publication No. 28548534) [Doctoral dissertation, University of South Carolina]. ProQuest Dissertations and Theses Global.
- Garcia, R., Falkner, K., & Vivian, R. (2018). Systematic literature review: Self-regulated learning strategies using e-learning tools for computer science. *Computers & Education*, 123, 150–163. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.006>
- Gough, D., Oliver, S., & James, T. (2017). *An introduction to systematic reviews* (2nd ed.). Sage.
- Grant, A. M. (2012). The efficacy of coaching. In J. Passmore, D. B. Peterson, & T. Freire (Eds.), *The Wiley-Blackwell handbook of the psychology of coaching and mentoring* (pp. 15–39). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118326459.ch2>
- Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information and Libraries Journal*, 26, 91–108. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- Hamman, D., Berthelot, J., Saia, J., & Crowley, E. (2000). Teachers' coaching of learning and its relation to students' strategic learning. *Journal of Educational Psychology*, 92 (2), 342–348.

- * Harrison, C. D. (2009). *On-line learning & thinking in science: Uncovering how secondary school students learn about velocity in a web-based environment* (Publication No. 3352361) [Doctoral dissertation, Mills College]. ProQuest Dissertations Publishing.
- * Hartman, H. (2015). Engaging adolescent students' metacognition through WebQuests: A case study of embedded metacognition. In A. Peña-Ayala (Ed.), *Metacognition: Fundamentals, applications, and trends* (pp. 135–166). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-11062-2_6
- * Hermansson, C., & Olin-Scheller, C. (2022). Across textual landscapes: The role of affect during digital reading encounters. *Children's Literature in Education*, 53(3), 327–342.
<https://doi.org/10.1007/s10583-022-09502-y>
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, Article 103897.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>
- Hoehler, F. K. (2000). Bias and prevalence effects on kappa viewed in terms of sensitivity and specificity. *Journal of Clinical Epidemiology*, 53(5), 499–503.
[https://doi.org/10.1016/S0895-4356\(99\)00174-2](https://doi.org/10.1016/S0895-4356(99)00174-2)
- * Hofmeister, A. (1990). *Intelligent computer-aided instruction of study and metacognitive strategies*. Utah State University. Final report (ERIC No. ED341206).
- * Huh, Y. (2016). *Exploring teachers' practices to develop students' self-regulated learning in U.S. K-12 online schools* (Publication No. 10103290) [Doctoral dissertation, Indiana University]. ProQuest Dissertations Publishing.
- * Huh, Y., Lee, D., & Reigeluth, C. M. (2024). Teacher supports and technology needs to develop students' self-regulated learning at U.S. K-12 online schools. *Contemporary Educational Technology*, 16(3), ep523. <https://doi.org/10.30935/cedtech/14956>
- Huh, Y., & Reigeluth, C. M. (2018). Online K-12 teachers' perceptions and practices of supporting self-regulated learning. *Journal of Educational Computing Research*, 55(8), 1129–1153. <https://doi.org/10.1177/0735633117699231>
- Karlen, Y., Hertel, S., & Hirt, C. N. (2020). Teachers' professional competences in self-regulated learning: An approach to integrate teachers' competences as self-regulated learners and as agents of self-regulated learning in a holistic manner. *Frontiers in Education*, 5, 1–20. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feduc.2020.00159>
- Karlen, Y., Hirt, C. N., Jud, J., Rosenthal, A., & Eberli, T. D. (2023). Teachers as learners and agents of self-regulated learning: The importance of different teachers competence

- aspects for promoting metacognition. *Teaching and Teacher Education*, 125, Article 104055. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104055>
- * Khan-Galaria, M., Cukurova, M., & Lucking, R. (2020). A framework for exploring the impact of tutor practices on learner self-regulation in online environments. In I. I. Bittencourt, M. Cukurova, K. Muldner, R. Luckin, & E. Millán (Eds.), *Artificial intelligence in education* (pp. 135–139). Springer.
- * Knoop-van Campen, C., & Molenaar, I. (2020). How teachers integrate dashboards into their feedback practices. *Frontline Learning Research*, 8(4), 37–51. <https://doi.org/10.14786/flr.v8i4.641>
- * Kortecamp, K., Green, C., & Harper, B. (2016). Technology-enhanced literacy instruction evaluating digital learning tools for emergent readers. *Paper presented at the Annual Meeting of the*. Washington, DC: American Educational Research Association.
- * Lee, S. C., Irving, K., Pape, S., & Owens, D. (2015). Teachers' use of interactive technology to enhance students' metacognition: Awareness of student learning and feedback. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 34(2), 175–198.
- * Maor, R., Levi, R., Mevarech, Z., Paz-Baruch, N., Grinshpan, N., Milman, A., Shlomo, S., & Zion, M. (2023). Difference between zoom-based online versus classroom lesson plan performances in creativity and metacognition during COVID-19 pandemic. *Learning Environments Research*, 26, 803–822. <https://doi.org/10.1007/s10984-023-09455-z>
- Matcha, W., Uzir, N. A., Gašević, D., & Pardo, A. (2020). A systematic review of empirical studies on learning analytics dashboards: A self-regulated learning perspective. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13(2), 226–245. <https://doi.org/10.1109/TLT.2019.2916802>
- * Matzat, U., & Vrieling, E. M. (2015). Self-regulated learning and social media: A 'natural alliance'? Evidence on students' self-regulation of learning, social media use, and student-teacher relationship. *Learning, Media and Technology*, 41(1), 73–99. <https://doi.org/10.1080/17439884.2015.1064953>
- * McCormick, J. (2017). *Using digital portfolio process with young learners and facilitation of metacognition* (Publication No. 10601698) [Doctoral dissertation, Wilkes University]. ProQuest Dissertations Publishing.
- * McNaughton, S., Rosedale, N. A., Zhu, T., Teng, L. S., Jesson, R., Oldehaver, J., Hoda, R., & Williamson, R. (2024). A school-wide digital programme has context specific

- impacts on self-regulation but not social skills. *E-learning and Digital Media*, 21(6), 517–534. <https://doi.org/10.1177/20427530231156282>
- * Meyer, E. J., Abrami, P. C., Wade, A., & Scherzer, R. (2011). Electronic portfolios in the classroom: Factors impacting teachers' integration of new technologies and new pedagogies. *Technology, Pedagogy and Education*, 20(2), 191–207. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2011.588415>
- * Milton Watt, K. D. (2019). *How student-to-teacher interactions encourage self-regulated learning in one computer-based alternative program [Doctoral dissertation, Walden University]*. Walden University ScholarWorks.
- Molenaar, I. (2022). Towards hybrid human-AI learning technologies. *European Journal of Education*, 57(4), 632–645. <https://doi.org/10.1111/ejed.12527>
- Molenaar, I., de Mooij, S., Azevedo, R., Bannert, M., Järvelä, S., & Gašević, D. (2023). Measuring self-regulated learning and the role of AI: Five years of research using multimodal multichannel data. *Computers in Human Behavior*, 139, Article 107540. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107540>
- * Molin, F., Haelermans, C., Cabus, S., & Groot, W. (2020). The effect of feedback on metacognition: A randomized experiment using polling technology. *Computers & Education*, 152, Article 103885. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103885>
- Mustajab, M., Hasan, B., & Zakiyah, F. (2020). Adapting to teaching and learning during COVID-19: A case of Islamic school's initiative of self-regulated learning. *Nadwa: Jurnal Pendidikan Islam*, 14(2), 241–264. <https://doi.org/10.21580/nw.2020.14.2.6515>
- * Oinas, S., Ahtiainen, R., Vainikainen, M.-P., & Hotulainen, R. (2021). Pupils' perceptions about technology-enhanced feedback: Do emojis guide self-regulated learning?. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 65(6), 1037–1051. <https://doi.org/10.1080/00313831.2020.1788149>
- * O'Sullivan, E. D. (2013). *Distributed scaffolding: Wiki collaboration among Latino high school chemistry students* (Publication No. 299). https://epublications.marquette.edu/edu_diss/
- Page, M. J., Moher, D., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., et al. (2021). PRISMA 2020 explanation and elaboration: Updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372(160), 1–36. <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>

- Palalas, A., & Wark, N. (2020). The relationship between mobile learning and self-regulated learning: A systematic review. *Australasian Journal of Educational Technology*, 36(4), 151–172. <https://doi.org/10.14742/ajet.5650>
- Panadero, E. (2017). A review of self-regulated learning: Six models and four directions for research. *Frontiers in Psychology*, 8, 1–28. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422>
- Paris, S. G., & Paris, A. H. (2001). Classroom applications of research on self-regulated learning. *Educational Psychologist*, 36(2), 89–101. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3602_4
- * Parks, S., Huot, D., Hamers, J., & Lemonnier, F. H. (2005). “History of theatre” web sites: A brief history of the writing process in a high school ESL language arts class. *Journal of Second Language Writing*, 14(4), 233–258. <https://doi.org/10.1016/j.jslw.2005.10.003>
- Peel, K. L. (2020). Everyday classroom teaching practices for self-regulated learning. *Issues in Educational Research*, 30(1), 260–282. <https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/INFORMIT.086252042580660>
- Pérez-Álvarez, R., Maldonado-Mahauad, J., & Péez-Sanagustín, M. (2018). Tools to support self-regulated learning in online environments: Literature review. In R. Elferink, H. Drachsler, V. Pammer-Schindler, M. Perez-Sanagustin, & M. Scheffel (Eds.), *Lifelong technology-enhanced learning* (pp. 16–30). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-98572-5_2
- Perry, N. E., Hutchinson, L., & Thauberger, C. (2008). Talking about teaching self-regulated learning: Scaffolding student teachers’ development and use of practices that promote self-regulated learning. *International Journal of Educational Research*, 47 (2), 97–108. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2007.11.010>
- Perry, N. E., & Vandekamp, K. J. (2000). Creating classroom contexts that support young children’s development of self-regulated learning. *International Journal of Educational Research*, 33(7–8), 821–843. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(00\)00052-5](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(00)00052-5)
- Pilegard, C., & Fiorella, L. (2016). Helping students help themselves. *Computers in Human Behavior*, 65, 121–126. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.020>
- Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 452–502). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50043-3>
- Pintrich, P. R. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational Psychology Review*, 16, 385–407. <https://doi.org/10.1007/s10648-004-0006-x>

- Prasse, D., Webb, M., Deschênes, M., Parent, S., Aeschlimann, F., Goda, Y., Yamada, M., & Raynault, A. (2024). Challenges in promoting self-regulated learning in technology-supported learning environments: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Technology, Knowledge and Learning*, 29, 1809–1830.
<https://doi.org/10.1007/s10758-024-09772-z>
- * Rice, M. F., & Carter, R. A. (2016). Online teacher work to support self-regulation of learning in students with disabilities at a fully online state virtual school. *Online Learning*, 20(4), 118–135. <https://doi.org/10.24059/olj.v20i4.1054>
- * Salter, P. E. (2014). *Exploring a whole-school integrated approach to developing students' self-regulated learning (SRL) skills* [Doctoral dissertation, University of Technology, Sydney]. OPUS UTS Institutional Repository
<https://opus.lib.uts.edu.au/handle/10453/34455>
- Sendurur, E., & Yildirim, Z. (2019). Web-based metacognitive scaffolding for internet search. *Journal of Educational Technology Systems*, 47(3), 433–455.
<https://doi.org/10.1177/0047239518803291>
- * Shi, Y., Pu, Q., Chen, L., Jia, K., & Yang, H. H. (2021). The effects of using tablet PCs on student self-regulated learning and learning achievement. In R. Li, S. K. S. Cheung, C. Iwasaki, L. Kwok, & M. Kageto (Eds.), *Blended learning. Re-thinking and re-defining the learning process* (pp. 264–274). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80504-3_22
- Stevenson, M., & Sergeant, E. (2021). *epiR (Version 2.0.78) [R Package]*. Comprehensive R Archive Network (CRAN). <https://doi.org/10.32614/CRAN.package.epiR>.
- * Sulisworo, D., Fatimah, N., Sunaryati, S. S., & Sanidi, S. (2020). A quick study on SRL profiles of online learning participants during the anticipation of the spread of COVID-19. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 9(3), 723–730.
<https://doi.org/10.11591/ijere.v9i3.20642>
- Thondsen, I. (2011). Self-regulated learning of basic arithmetic skills: A longitudinal study. *British Journal of Educational Psychology*, 81(4), 558–578.
<https://doi.org/10.1348/2044-8279.002008>
- Van Loon, M. H., & Roebers, C. M. (2017). Effects of feedback on self-evaluations and self-regulation in elementary school. *Applied Cognitive Psychology*, 31(5), 508–519.
<https://doi.org/10.1002/acp.3347>
- Veenman, M. V. J. (2013). Training metacognitive skills in students with availability and production deficiencies. In H. Bembenutty, T. J. Cleary, & A. Kitsantas (Eds.),

- Applications of self-regulated learning across diverse disciplines: A tribute to Barry J. Zimmerman* (pp. 299–324). Information Age Publishing.
- Veenman, M. V. J. (2016). Learning to self-monitor and self-regulate. In R. E. Mayer, & P. A. Alexander (Eds.), *Handbook of research on learning and instruction* (2nd ed., pp. 233–257). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315736419>
- Veenman, M. V. J., Van Hout-Wolters, B. H. A. M., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations. *Metacognition and Learning*, 1, 3–14. <https://doi.org/10.1007/s11409-006-6893-0>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- * Wan, L., Crawford, R., & Jenkins, L. (2023). Digital listening tools to facilitate children's self-regulation of instrumental music practice. *Journal of Research in Music Education*, 71(1), 67–90. <https://doi.org/10.1177/00224294221093521>
- * Whiteside, A. L., Dikkers, A. G., & Lewis, S. (2016). More confident going into college: Lessons learned from multiple stakeholders in a new blended learning initiative. *Online Learning*, 20(4), 136–156. <https://doi.org/10.24059/olj.v20i4.1048>
- Wiechmann, J. (2016). Direkte Instruktion [direct instruction]. In J. Wiechmann, & S. Wildhirt (Eds.), *12 Unterrichtsmethoden: Vielfalt für die Praxis [12 teaching methods: Variety for practice]* (6th ed., pp. 40–51). Beltz.
- Wilburne, J. M., & Dause, E. (2017). Teaching self-regulated learning strategies to low-achieving fourth-grade students to enhance their perseverance in mathematical problem solving. *Investigations in Mathematics Learning*, 9(1), 38–52. <https://doi.org/10.1080/19477503.2016.1245036>
- Winne, P. H., & Hadwin, A. F. (1998). Studying as self-regulated engagement in learning. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A. C. Graesser (Eds.), *Metacognition in educational theory and practice* (pp. 277–304). Lawrence Erlbaum Associates.
- Winters, F. I., Greene, J. A., & Costich, C. M. (2008). Self-regulation of learning within computer-based learning environments: A critical analysis. *Educational Psychology Review*, 20, 429–444. <https://doi.org/10.1007/s10648-008-9080-9>
- Wong, J., Baars, M., Davis, D., Van Der Zee, T., Houben, G.-J., & Paas, F. (2019). Supporting self-regulated learning in online learning environments and MOOCs: A systematic review. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35(4–5), 356–373. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1543084>

- Wu, T. T., Lee, H. Y., Li, P. H., Huang, C. N., & Huang, Y. M. (2023). Promoting self-regulation progress and knowledge construction in blended learning via ChatGPT-based learning aid. *Journal of Educational Computing Research*, 61(8), 97–132. <https://doi.org/10.1177/07356331231191125>
- * Wu, H., & Pedersen, S. (2011). Integrating computer- and teacher-based scaffolds in science inquiry. *Computers & Education*, 57(4), 2352–2363. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.05.011>
- Yang, B., & Kortecamp, K. (2021). Interventions to enhance postsecondary students' self-regulation in online contexts: A review of the literature 2000–2020. *Quarterly Review of Distance Education*, 21(1), 23–43.
- Zhao, H., Chen, L., & Panda, S. (2013). Self-regulated learning ability of Chinese distance learners. *British Journal of Educational Technology*, 45(5), 941–958. <https://doi.org/10.1111/bjet.12118>
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 13–39). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50031-7>

7 Promoting metacognition with educational technology: Primary teachers' beliefs and practices (Studie II)

Désirée Delia Diana Fahrni ^a, Tina Hascher^b, Doreen Prasse ^a

^a Pädagogische Hochschule Schwyz

^b Universität Bern

Dieser Artikel wurde publiziert als: Fahrni, D. D. D., Hascher, T., Prasse, D. (2025). Promoting metacognitive strategies with educational technology: Primary teachers' beliefs and practices. *Learning in Context*, 2(1-2), Article 100007.

<https://doi.org/10.1016/j.lecon.2025.100007>

Publiziert unter CC BY-NC-ND 4.0

Diese Version entspricht dem Author Accepted Manuscript (AAM)

Abstract

The integration of educational technology into classrooms significantly changes the learning context and offers the potential to support students' metacognitive strategies and thus enhance self-regulated learning (SRL). However, little is known about how teachers leverage this potential. This study examines the beliefs and reported practices of primary school teachers in Switzerland and Germany regarding their promotion of metacognitive strategies through a digital learning environment (DLE, i.e. *LearningView*). DLEs offer various technological features that can be used to support students' planning, monitoring, and reflecting on their learning processes. The aim of the study is to understand the teacher's role in these aspects through the DLE *LearningView*. Qualitative content analysis of 20 teacher interviews reveals that most teachers adopt a combined approach to the promotion of metacognitive strategies, utilizing both digital and analog methods. In general, teachers used a greater degree of implicit over explicit promotion activities to promote students' metacognitive strategies in DLEs. The findings suggest a connection between teachers' beliefs and reported practices and highlight the importance of teachers' perception of themselves as coaches during learning. Our study underscores the need for teacher training to effectively integrate digital and analog approaches for promoting SRL. Given the rapidly changing learning environments due to digitalization, future research should prioritize exploring adaptive learning technology and the role of digital feedback, employing methodologies such as classroom observations or a quantitative methodological approach. Achieving a balanced interplay between teachers, students, and digital tools seems imperative to optimize metacognitive learning in the 21st century classroom.

Keywords: Educational technology; Metacognitive strategies; Self-regulated learning; Teacher beliefs; Teacher practices

7.1 Introduction

The development of 21st century skills is a key priority in contemporary education, as they enable individuals to navigate technological change, tackle complex problems, and apply critical thinking, communication, collaboration, and creativity. These skills are closely linked to self-regulated learning (SRL) competencies such as planning, monitoring, and reflection (Initiative D21, 2022), with metacognition playing a central role in their development (OECD, 2019).

Research increasingly shows that educational technology can support various aspects of students' SRL (Alonso-Mencía et al., 2020, Garcia et al., 2018, Prasse et al., 2024, Wong et al., 2019). Educational technology offers features like dashboards, interactive feedback, or e-portfolios that provide manifold opportunities to systematically support both students' learning and teachers' instruction in promoting SRL across its different phases and components (Garcia et al., 2018, Pereles et al., 2024, Prasse et al., 2024; Winters et al., 2008; Wong et al., 2019). However, the potential of educational technology does not unfold automatically. Rather, its effectiveness in promoting SRL and metacognition depends crucially on how purposefully and pedagogically grounded teachers integrate these tools into their instructional practice (Perels and Dörrenbächer, 2020, Huh, 2016). Therefore, understanding how teachers promote SRL through educational technology is crucial and requires examining their beliefs and practices (Fives & Buehl, 2012).

However, there is only limited research on primary teachers' beliefs and practices in promoting SRL through educational technology. Within the conceptual framework of SRL, metacognition represents a central component (Pintrich, 2000, Veenman, 2016, Zimmerman, 2000). Metacognition encompasses metacognitive knowledge, metacognitive experiences, and metacognitive strategies (Flavell, 1979), the latter referring to learners' ability to plan, monitor, and evaluate their cognitive processes. As these strategies play a crucial role in regulating learning, the present study places a particular emphasis on metacognitive strategies (Dignath and Veenman, 2021, Hasselhorn and Gold, 2022, Schraw and Dennison, 1994, Veenman, 2016). Educational technology can facilitate the development of such strategies by enabling students to monitor and regulate their learning through digital prompts, scaffolds, or dashboards. This article, first, presents findings from a qualitative study of primary teachers' beliefs and reported practices in promoting metacognitive strategies in a digital learning environment (DLE). Second, it aims to understand these findings within the broader context of SRL in digitally supported classrooms.

7.2 Theoretical framework

7.2.1 *Self-regulated learning and metacognitive strategies*

Extant research on SRL indicates that individuals who employ SRL strategies are more likely to achieve academic success than those who do not (Dent & Koenka, 2016). Prominent models of SRL (e.g., Boekaerts, 1999; Pintrich, 2000) understand self-regulated learners to engage in a comprehensive and intentional approach to their learning that includes planning, monitoring, controlling, and regulating their learning. Models of SRL also introduce different perspectives on conceptions of learning (e.g., social-cognitive or cognitive-constructivist perspectives), and vary in their emphasis on different areas of SRL (e.g., cognition, metacognition, motivation, emotion) (McCaslin and Hickey, 2001, Panadero, 2017).

In various theoretical models, metacognition is considered a core component of SRL, although the emphasis varies depending on the specific conceptual framework. In models proposed by Zimmerman and Moylan (2009), Pintrich (2000), and Winne and Hadwin (1998), metacognition plays a central role across all phases of learning, albeit with varying degrees of differentiation and integration. Other models, such as those by Schmitz and Wiese (2006) or Boekaerts (1999), conceptualize metacognition within broader regulatory systems shaped by motivational and emotional factors. Metacognition is defined as the awareness and reflective consideration of one's own learning process. It encompasses knowledge, experiences, and skills to regulate one's own cognitive activities in the learning process (Brown, 1978, Brown et al., 1994, Flavell, 1979, Veenman, 2016). Metacognition is usually seen as comprising key components such as metacognitive knowledge, metacognitive experiences, and metacognitive strategies. Metacognitive knowledge refers to learners' declarative understanding, including knowledge about themselves as learners, the characteristics of tasks, and applicable strategies. Metacognitive experiences are subjective reflections that support learners in monitoring and guiding their cognitive activities before, during, and after learning. Metacognitive strategies represent the procedural aspect of metacognition (Flavell, 1979). They refer to learners' ability to plan, monitor, and evaluate their cognitive processes to optimize learning outcomes (Dignath and Veenman, 2021, Hasselhorn and Gold, 2022, Schraw and Dennison, 1994, Veenman, 2016). Their use can improve learning outcomes and increase academic achievement (e.g., Dent & Koenka, 2016; Flavell, 1979; Van Der Stel & Veenman, 2014) and are, therefore, the focus of our study.

Several models and strategies have been proposed. In accordance with different theoretical approaches related to metacognitive strategies (e.g., Dent & Koenka, 2016; Veenman, 2015; Zhang & Lockee, 2022), three main dimensions of metacognition are

prevalent in these models (see Fig. 1, grey box). The first dimension, task orientation, is pertinent for comprehending a task (Garofalo and Lester, 1985, Zhang and Lockee, 2022). During orientation, students employ metacognitive strategies to activate prior knowledge, differentiate learning goals, allocate resources and time, and plan their learning (Dignath and Veenman, 2021, Schraw and Dennison, 1994, Zhang and Lockee, 2022). The second dimension, monitoring, includes metacognitive strategies aimed at evaluating work progress (debugging), tracking of the learning process and learning goals, and adjusting the learning process when necessary. In the third dimension, reflection, students employ a range of strategies to evaluate and reflect on their learning progress, for instance, in relation to their prior knowledge or their learning goals. Students might also formulate plans to improve their future learning and thus transfer their knowledge to other learning contexts (Schraw and Dennison, 1994, Zhang and Lockee, 2022).

7.2.2 *Promotion of metacognitive strategies in the classroom*

Research shows that younger students often struggle to use metacognitive strategies (e.g., Knoop-van Campen & Molenaar, 2020). This highlights the importance of the teacher's role in promoting metacognitive strategies. Teachers can model metacognitive knowledge or strategies, teach them, and employ practices that promote students' active use (Karlen et al., 2023, Moos and Ringdal, 2012).

7.2.2.1 *Teachers' practices in promoting SRL and metacognitive strategies*

Two primary approaches to promoting SRL strategies, including metacognitive strategies, have been identified (Dignath and Veenman, 2021, Friedrich and Mandl, 1997). The first approach, *direct promotion*, involves teachers actively intervening in students' learning processes by *explicitly* teaching metacognitive strategies to students. This includes the explicit labelling of metacognitive knowledge, the step-by-step explanation of metacognitive strategies, and the demonstration of strategy benefits (Dignath and Veenman, 2021, Veenman, 2016). Teachers might also provide coaching and feedback to support metacognitive strategy use and reflection (Pintrich, 2002). *Implicit* promotion, on the other hand, involves the demonstration of metacognitive strategies within the teaching process without allocating additional time for the explanation and practice of these strategies. Teachers might, for instance, highlight the use of strategies while the class is working on a certain task.

The second approach, *indirect promotion*, involves the design of adaptive learning environments that promote students' metacognitive strategies (Dignath & Veenman, 2021). It

includes complex, open-ended tasks to support knowledge construction and its application in real-life contexts (De Corte et al., 2004, Efklides, 2006, Kistner et al., 2010). Teachers often implement constructivist, student-centered methods, such as situated and student-directed learning, to promote SRL and metacognitive strategies indirectly (Dignath & Büttner, 2018). Studies indicate that especially direct strategy promotion (e.g., SRL training) effectively supports students' learning of metacognitive strategies (Dignath and Büttner, 2008, Donker et al., 2014). Direct explicit promotion of metacognitive strategy development through demonstration and explanation is essential (Van Der Stel & Veenman, 2014) and enables students to apply and learn these strategies then independently. Surprisingly, explicit promotion has been found to be less prevalent among teachers compared to implicit promotion (Depaepe et al., 2010, Dignath and Büttner, 2018, Dignath and Veenman, 2021, Kistner et al., 2010).

7.2.2.2 Teachers' practices in promoting SRL and metacognitive strategies with educational technology

Educational technology has the potential to enhance students' metacognitive strategies across various settings (Huang, Spector, & Yang, 2019). Research has demonstrated how specific technological features support metacognitive strategy use (Braad et al., 2022, Hartman, 2015, Maor et al., 2023, Pereles et al., 2024, Prasse et al., 2024). However, most research overlooks the pivotal role of teachers (Chen et al., 2024, Torrington et al., 2024; Yu and Wu, 2020). Only a handful of studies explore how teachers use technological functionalities and tools to foster metacognitive knowledge and strategy use. Such tools include e-portfolios (e.g., McCormick, 2017), dashboards, online discussion boards (e.g., Knoop-van Campen & Molenaar, 2020), or generative artificial intelligence (GenAI) (e.g., Chiu, 2024).

Teachers' practices may depend on the type of educational technology, which requires more precise classification. This study examined how teachers promote metacognitive strategies using *LearningView*, a digital learning environment (DLE). DLEs are software systems used in educational settings. They include basic features such as user management, course organization, and tasks and materials. Additionally, they often offer communication and collaboration tools, learning progress visualizations, integrations for external content, and teacher collaboration features. DLEs can support SRL in terms of pace, guidance, and interaction, combine synchronous and asynchronous activities, and facilitate the teaching-learning process across diverse modalities, including face-to-face, blended, hybrid, and fully online formats (Barana, Fissore, & Marchisio, 2021). These features emphasize interactivity

and multimedia use in teaching and make them effective tools for integration into classroom instruction.

In the context of SRL or metacognitive strategies with educational technology, different forms of support can be distinguished. One form involves educational technology that promotes SRL and metacognitive strategies without direct teacher involvement, such as adaptive systems, automated feedback, or digital scaffolding (Bannert, 2009, Biswas et al., 2016, Li et al., 2025). While relevant in the broader context, this form falls outside the scope of the present study, which focuses on teachers' role in promoting metacognitive strategies. Effective support for metacognitive strategies in technology-enhanced learning requires a combination of tool- and teacher-based assistance, integrating both analog and digital approaches (Abdelshiheed, Hostetter, Barnes, & Chi, 2023). This is particularly relevant in primary education, where students often learn in hybrid environments combining educational technology with classroom instruction. Although educational technology holds great potential, their effectiveness depends on pedagogical integration and meaningful teacher promotion (Lachner et al., 2020, Zawacki-Richter et al., 2019). As research highlights the importance of combining technological and teacher-guided strategies to promote SRL and metacognitive skills (Abdelshiheed et al., 2023, Garcia et al., 2018), the present study examines two contexts in which teachers actively promote metacognitive strategies: through analog and digital means.

- *Analog promotion* involves promoting students' metacognitive strategies through non-digital means in a technology-supported classroom. This includes, for example, synchronous oral communication or asynchronous written feedback when students work in their DLE.
- *Digital promotion* refers to teachers promoting students' metacognitive strategies through digital means, such as using certain technological features and tools in the DLE. This includes, for example, synchronous or asynchronous feedback (e.g., prompts with immediate feedback), or the visualization of learning outcomes and learning progress (e.g., dashboard) (Prasse et al., 2024).

In a systematic review, Garcia et al. (2018) investigated the extent to which SRL strategies are addressed and supported in e-learning tools. They found that the metacognitive strategies most frequently endorsed by teachers were planning, goal setting, and self-evaluation. In addition, teachers provided digital support for specific metacognitive strategies such as self-evaluation, especially when not physically present. However, the actual learning contexts in which these strategies are applied are often underexplored. The context is often defined by multiple digital and analog resources, as well as instructional methods. Moreover, the umbrella review

by Prasse et al. (2024) explores the potential of digital technology to promote SRL. The study's findings indicate a need for more precise definitions and categorizations of SRL support. Future research should focus on developing more effective SRL support measures. These should be grounded in theoretical models and reflect the complex, multimodal nature of real learning environments.

The present study focused on the teacher's role and specified three dimensions for promoting metacognitive strategies: orientation and planning, monitoring, and evaluation and self-reflection (Fig. 1), and distinguished four relevant practice areas for primary school teachers to promote students' metacognitive strategies using a DLE (Fig. 1, grey box; a)–d)).

- a) *Task orientation and planning.* Teachers design the DLE to support students in understanding, orientation, and planning tasks. This includes the selection of strategies for task planning and management (e.g., planning tools). For instance, students can be supported in breaking down an assignment into smaller tasks, allowing them to plan and manage their learning more effectively. Furthermore, the use of digital feedback tools has been shown to enhance task understanding and management (Zhang & Lockee, 2022).
- b) *Goal setting and goal monitoring.* Teachers design the DLE to support students in developing, monitoring, and assessing learning goals and goal achievement. Examples include synchronous and asynchronous digital feedback, learning progress tracking, and dashboards (Prasse et al., 2024).
- c) *Time management.* Effective time management enables students to meet deadlines and reduce stress. Teachers can support tasks and time planning as well as time monitoring during learning. DLEs assist through task overviews, timers, and/or specific feedback to enhance time management.
- d) *Evaluation and self-reflection.* Teachers can use technological features (e.g., chat, targeted questions) to prompt students to reflect on their learning process and their metacognitive strategy use.

The implementation of all four practice areas in DLEs by teachers forms the basis of a systematic and effective SRL process, enabling students to manage themselves, use time and resources optimally, and continuously improve their learning.

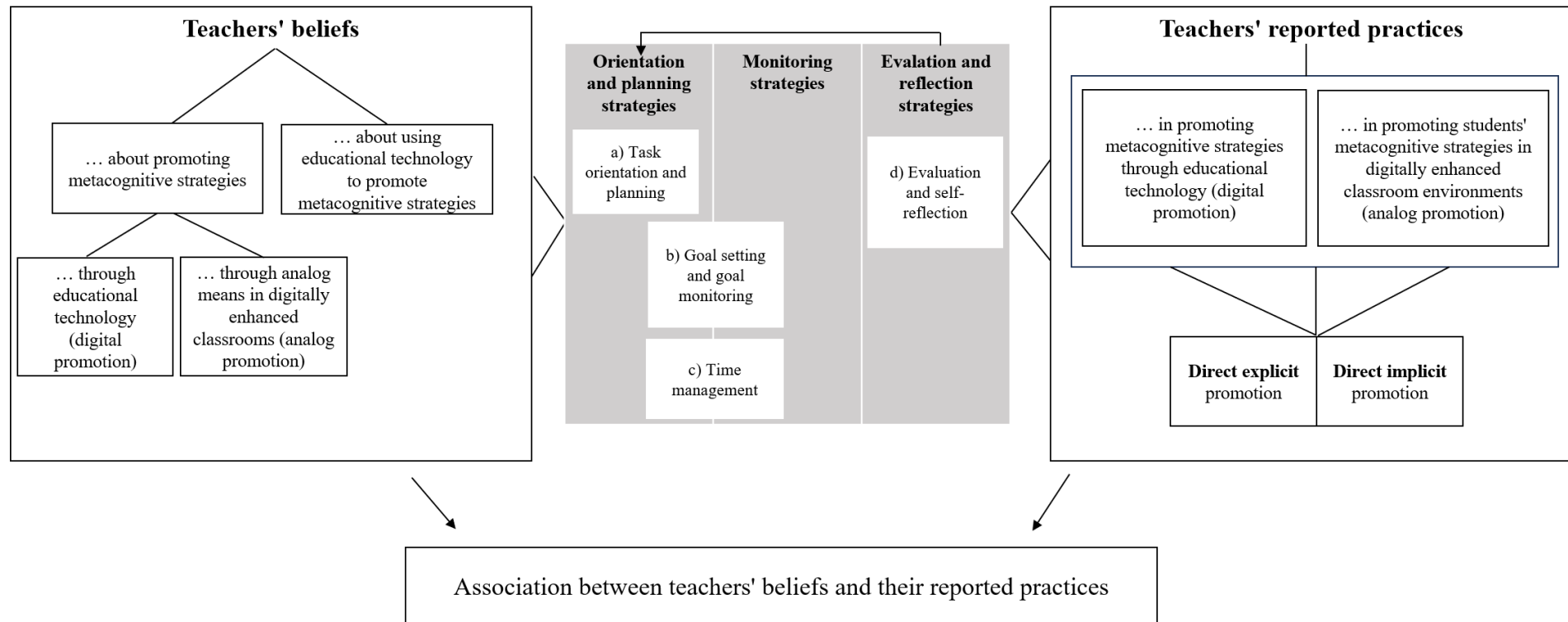


Fig. 1. Framework for analyzing teachers' beliefs and practices in promoting metacognitive strategies with educational technology

7.2.2.3 *Teachers' beliefs in promoting SRL and metacognitive strategies in a digital context*

The term „beliefs’ is ambiguous in educational research, and terms such as „attitudes”, „perceptions”, „perspectives”, „judgments”, „opinions”, „ideologies”, and „values” are often used interchangeably (Pajares, 1992). In the context of this study, the term „beliefs” is defined as individuals’ subjective understanding and assumptions that include normative, evaluative, and affective, and more or less conscious or stable components, which shape their interpretation of educational practices and guide their actions. This definition is based on the conceptual clarification provided by Fives and Buehl (2012) and Pajares (1992), acknowledging the intricacy and overlapping with related constructs such as attitudes, perceptions, and values. Teachers’ beliefs, including those regarding educational technology, are crucial for teaching and classroom practices (Prasse, 2012). Positive beliefs foster innovative practices, whereas negative beliefs have been shown to hinder the adoption of novel approaches (Fox et al., 2022). Research on technology-related beliefs shows that some teacher beliefs positively influence technology integration (Kim et al., 2013, Levin and Wadmany, 2005), while others remain key barriers (Ertmer, 2005, Judson, 2006, Liu, 2011). However, the relationship between beliefs and practices is reciprocal: beliefs shape practices, and practices can influence beliefs (Fives & Gill, 2014).

Research shows that beliefs play a pivotal role in understanding teachers’ practices, including the promotion of SRL with or without technology (e.g., Ertmer, 2005; Liou, Canrinus, & Daly, 2019). Studies show that teachers emphasize the role of SRL in DLEs (Huh & Reigeluth, 2018) and that beliefs about SRL influence DLE implementation (Dignath-van Ewijk & van der Werf, 2012). However, despite positive attitudes toward SRL, teachers’ knowledge and practices often remain limited (Karlen et al., 2020, Spruce and Bol, 2015). This also applies to technology-supported SRL: Shifflet and Weilbacher (2015) found a discrepancy between favorable views of digital technology for SRL and actual practice.

7.3 **The present study**

The review of the literature revealed few studies examining teachers’ beliefs or detailed practices in promoting metacognitive strategies with educational technology, and most have been conducted in higher education and high schools (e.g., Fahrni et al., 2025). Furthermore, the findings cannot be easily transferred to primary school classrooms due to differences, such as older students’ greater knowledge of metacognitive strategies, different responsibilities of teachers and learners at the primary level, and different learning cultures (Arianto & Hanif, 2024).

Therefore, the present study investigates teachers' beliefs and reported practices in promoting students' metacognitive strategies with educational technology at the primary school level. Specifically, it focuses on the direct promotion of metacognitive strategies with educational technology in fifth- and sixth-grade classrooms. The aim of this exploratory interview study is to provide an in-depth understanding of primary teachers' reported practices to promote metacognitive strategies with educational technology, their beliefs about promoting those strategies, and the association between beliefs and reported practices. The study aims to address the following research questions:

- *What beliefs do primary teachers hold regarding the promotion of metacognitive strategies in a DLE?*
- *What practices regarding the promotion of metacognitive strategies in a DLE do primary teachers use?*
- *How do primary teachers' beliefs and their reported practices regarding the promotion of metacognitive strategies in a DLE associate?*

7.4 Method

7.4.1 Educational context

The present study focuses on the DLE *LearningView*, developed for primary schools in a design-based research approach at the Schwyz University of Teacher Education in Switzerland. *LearningView* offers opportunities for teachers to design a learning environment that supports students in planning, documenting, and reflecting on their individual learning processes. *LearningView* serves as a dual function for teachers, acting as both an organizational and a diagnostic tool for individualized learning. Teachers are responsible for selecting and designing appropriate learning opportunities and learning paths for each course and student. The constant overview of students' status (i.e., dashboard) allows teachers and students to monitor their learning progress and engage in individualized coaching, scaffolding, and feedback (Hielscher, Tschudi, Prasse, & Döbeli Honegger, 2017). *LearningView* helps students to engage with tasks, to document and structure their learning process to self-monitor the work status (Fahrni, Hielscher, & Prasse, 2020).

7.4.2 Participants and data collection

This study employed qualitative design, conducting in-depth interviews with teachers of fifth- and sixth-graders (ages ten to twelve) from 20 primary schools. In Switzerland, compulsory education lasts 11 years, beginning at the age of four, with eight years of primary school,

including two years of kindergarten. In Germany, primary school spans from four to six years, depending on the federal state. In both countries, primary school teachers are generalists typically teaching the majority of subjects (Kultusministerkonferenz der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, 2023, Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren, 2024). A purposive sample of 16 Swiss (80 %) and four German (20 %) teachers familiar with *LearningView* was selected to enable an in-depth analysis of their beliefs and reported practices. The teachers used *LearningView*, a digital tool for organizing student-centered learning scenarios. Recruitment was conducted via a short questionnaire on the *LearningView* platform with questions regarding demographic data, teaching experience, and teachers' experiences with SRL implementation in their classroom. The selection was guided by predefined content-related criteria. The teachers

- had at least one year's experience of using *LearningView* in the classroom.
- had some experience in promoting SRL using *LearningView*.
- had a 1:1 ratio of devices in their classroom (each student has their own digital device).
- were teaching SRL using *LearningView* at the time of the interview.

Participant selection followed a qualitative sampling plan based on these predefined criteria. Therefore, the distribution of Swiss and German teachers in the sample was unbalanced. However, the sample showed a balanced representation in terms of age and gender.

Semi-structured interviews were conducted between July and August 2021 using an interview guide and a visualization of the SRL phases and elements (Appendix B). Semi-structured interviews enable a systematic examination of substantive topics while allowing for individual perspectives and beliefs (Helfferich, 2011). The interview guide included 18 questions on teachers' beliefs and practices in promoting students' SRL and metacognitive strategies using educational technology (Appendix B, part 3). General open-ended questions allowed teachers to elaborate on and justify their perspectives. The theory-based interview guide consisted of three sections. The first focused on general beliefs regarding the promotion of SRL (and the included metacognitive strategies) and the perceived role of the teacher in this process. The second section explored teachers' use of *LearningView* in the classroom. The third addressed teachers' role in promoting SRL and metacognitive strategies through educational technology, which was the principal focus of our analysis (Appendix B). The interview guide was designed to investigate the promotion of SRL as a whole; for this article, only metacognitive strategies, the subject of the research questions, were analyzed.

To help the teachers articulate their beliefs and practices, they were provided with an adapted visual representation of Zimmerman and Moylan's model (2009) of SRL phases

(Appendix C). This served as a reference point during the interviews, enabling teachers to reflect more concretely on their approaches and experiences.

Teachers were asked to report their beliefs and practices regarding the role of SRL and metacognitive strategies for student learning, the promotion of SRL and metacognitive strategies for primary school students of fifth- and sixth-grades, and the promotion of SRL and metacognitive strategies through educational technology in their classrooms.

7.4.3 Analysis

The analysis was conducted using a qualitative content analysis following the approach by Kuckartz and Rädiker (2022). Based on this approach, a coding scheme was developed deductively. The categories were derived from theoretical frameworks on metacognitive strategies, SRL and their promotion, particularly regarding strategies such as task orientation and planning, monitoring, and evaluation and reflection (e.g., Dignath & Veenman, 2021; Friedrich & Mandl, 1997; Zimmerman & Moylan, 2009; Zhang & Lockee, 2022; see Section 2). These theoretical constructs were operationalized by translating them into categories that reflect teacher practices. For the purposes of this article, the following practices were coded: task orientation and planning, goal setting and monitoring, time management, and evaluation and self-reflection (Appendix D). These categories served as the basis for the coding scheme and guided the analysis of the data. All interviews were transcribed into Standard High German in accordance with predefined transcription rules (Appendix A). For the purposes of this paper, exemplary statements were translated into English. The transcription and analysis were performed using MAXQDA (Version 24).

Phase 1: Text passages related to teachers' reported practices underwent detailed deductive coding. The coding scheme distinguishes between categories for beliefs and categories for reported practices. In this first phase, only the categories related to reported practices were applied, as it was important to keep practices and beliefs analytically separate. During this phase, passages related to teachers' beliefs were identified and marked for further analysis. Table 1 displays the categories of reported practices; a more detailed description of each category is provided in Appendix D.

Table 1

Teachers' self-reported practices: coding scheme

Dimension	Deductive coding categories
1a) Teachers' reported practices promoting students' metacognitive strategies in <i>digital</i> ways by using features of the DLE	Promoting orientation and planning • explicit • implicit Promoting goal setting and goal monitoring • explicit • implicit
1b) Teachers' reported practices promoting students' metacognitive strategies in <i>analog</i> ways in the digital enhanced classroom environment	Promoting time management • explicit • implicit Promoting evaluation and self-reflection • explicit • implicit

Phase 2: In a second step, the text passages related to teachers' beliefs about metacognitive strategies (which had been marked during Phase 1) were analyzed in a separate round of deductive coding, using the same coding scheme. Table 2 displays the categories of beliefs; a more detailed description of each category is provided in Appendix D.

Table 2

The teachers' beliefs, coding scheme

Dimension	Deductive coding categories
2a) Teachers' beliefs about promoting students' metacognitive strategies in <i>digital</i> ways using features of the DLE	Beliefs about promoting ... • ...task orientation and planning • ...goal setting and goal monitoring • ...time management • ...evaluation of and self-reflection
2b) Teachers' beliefs about promoting students' metacognitive strategies in <i>analog</i> ways (in the digitally enhanced classroom environment)	

Phase 3: Two researchers coded 25 % (n = 5) of the interviews to test intercoder reliability. The Kappa coefficient (Brennan & Prediger, 1981) was 0.8 (100 % confidence interval), indicating substantial agreement and high inter-rater reliability.

Phase 4: The first author coded the remaining interviews.

Phase 5: When the coding was completed, the text passages corresponding to each primary category were systematically paraphrased, summarized, and structured. This approach enabled an examination of the perspective of multiple individuals in a given category while highlighting the variations in their statements across different cases. Central content-related statements and recurring patterns become discernible (Kuckartz & Rädiker, 2022).

7.5 Results

The results were structured according to the themes of the categories of the coding scheme. Teachers' beliefs about promoting students' metacognitive strategies (digital and analog) were linked to Dimensions 2a and 2b of the coding scheme (Table 2) and used to address the first research question: What beliefs do primary teachers hold regarding the promotion of metacognitive strategies in a DLE?

Teachers' reported practices in promoting students' metacognitive strategies through digital and analog means were linked to Dimensions 1a and 1b of the coding scheme (Table 1) and used to address the second research question: What practices regarding the promotion of metacognitive strategies in a DLE do primary teachers use? Section 5.3 is concerned with the third research question addressed How do primary teachers' beliefs and their reported practices regarding the promotion of metacognitive strategies in a DLE associate? Although the coding scheme distinguishes between teachers' beliefs and practices, the results focused on the digital context; analog practices were, however, included to highlight relevant connections.

7.5.1 *Teachers' beliefs about promoting students' metacognitive strategies in digital and analog ways*

The teachers' beliefs were examined through the categories listed in [Table 2](#) and Appendix D.

7.5.1.1 *Teachers' beliefs about promoting students' task orientation and planning*

Beliefs regarding students' metacognitive strategies in a DLE: All teachers identified the potential of DLEs in facilitating students' ability to plan and complement their tasks while providing a comprehensive overview of students' learning and completed tasks. One teacher stated that „*LearningView* has really become a central [...] control hub” (P10, 0:30:01–0:33:44). Sixteen teachers emphasized that students should be granted autonomy and responsibility in selecting, understanding and planning their assignments and tasks: „It's also

important to me that they make their own choices and take responsibility for themselves. I want them to pay closer attention to what needs to be done” (P04, 0:28:20–0:29:59).

Beliefs regarding the promotion of students’ metacognitive strategies in a DLE: Because most teachers considered that students’ autonomy and responsibility are of great importance, they believed it was their responsibility to design tasks within the DLE that facilitate students’ ability to make well-considered decisions. The DLE was considered conducive to the implementation of this approach; teachers valued its capacity to help them organize, structure, and visualize tasks, for example with colors: „I think it’s helpful for the children’s orientation to know, for example, that they now work in math [in *LearningView*]. And the subject of math is always marked in green” (P20, 0:45:55–0:48:38). Eleven teachers emphasized the advantages of *LearningView* in allowing individualization of tasks. The DLE was more efficacious than conventional methods, because it was easier and more time efficient in this regard. A further advantage of DLE was that it enabled teachers to assign individual tasks to specific students, concealing achievement differences from their peers:

When a child has individual learning goals, it [*LearningView*] is definitely helpful, as certain tasks can be removed or not activated for them [in *LearningView*]. They follow their own program, but it’s less visible [to other students] than it would be on paper (P05, 0:25:33–0:26:28).

All teachers emphasized the necessity of providing students with support to ensure that they can successfully plan and monitor their tasks. Examples of such support include the provision of feedback from teachers on students’ task planning. For instance, seven teachers stated that it is important to encourage students to connect the tasks with their previous knowledge so they would understand what was required.

Five teachers referred to the importance of evaluating students’ comprehension of tasks in establishing that they had grasped this.

7.5.1.2 Teachers’ beliefs about promoting students’ goal setting and goal monitoring

Beliefs regarding students’ metacognitive strategies in a DLE: Eleven teachers believed that students need to be aware of learning goals and to be able to identify which task in the DLE corresponds to a specific learning goal. Some thought it was helpful to add learning goals to task descriptions in *LearningView*: „In the planning phase, I think *LearningView* can definitely be used very well for visualization. I can write down the learning goals and the task description, so everything is clear” (P18, 0:37:18–0:39:01). Seven teachers suggested that the primary

challenge for students is to plan their learning focusing on specific learning goals in the DLE and the broader ones throughout the learning process.

Beliefs regarding the promotion of students' metacognitive strategies in a DLE: The teachers believed that they should provide students with feedback to help them achieve their learning goals. One teacher stated that the DLE can provide support for both teachers and students:

It is important to help them [the students] set learning goals. [...] First, they [the learning goals] should be achievable. And second, they shouldn't be too hard. I can do that in *LearningView*. They [the students] can write their learning goals and I can give them feedback. I think that works well (P01, 00:37:15–00:40:05).

Four teachers emphasized the importance of complementing digital support with analog means, such as oral feedback, to help students track their learning goals.

7.5.1.3 Teachers' beliefs about promoting students' time management

Beliefs regarding students' metacognitive strategies in a DLE: All but one teacher stressed that students must be able to manage their time during lessons, whether they are using a DLE or not, even though they find this challenging: „I assume that they are not able to estimate how much time they need for each block [tasks in *LearningView*]” (P17, 0:35:43–0:45:53). Seven teachers considered it important that students be provided with tasks and time expectations within the DLE, enabling them to manage their own time (including homework) independently of teacher guidance.

In other words, they can set tasks. They can say: “I am going to do this and this and this today”. That would otherwise have to be done by hand somewhere or on a piece of paper. And so, they have the tool that helps them organize the whole thing. They can keep track of it, and they can access the knowledge that they need (P16, 00:29:23–00:30:47).

Beliefs regarding the promotion of students' metacognitive strategies in a DLE: Thirteen teachers emphasized their coaching role in students' time planning and management. Twelve found it useful to provide time management information with tasks in the DLE or to compile relevant tasks for the day and present them in a central location on *LearningView*: „In the planning phase, it really makes sense for the children if each exercise or task includes a time estimate. That way, they can better judge how much time they'll need for it” (P06, 0:15:45–0:17:31).

7.5.1.4 *Teachers' beliefs about promoting students' evaluation and self-reflection*

Teachers' beliefs regarding students' metacognitive strategies in a DLE: Eleven teachers believed that students need to engage in a process of self-reflection during the learning process, as this is regarded as instrumental in facilitating their learning. Eight believed that the DLE is beneficial for this, as long as relevant questions and feedback are provided through multiple channels. Two teachers found the peer feedback feature in *LearningView* beneficial, albeit one teacher expressed a concern that the self-reflection phase is often overlooked in a DLE, and that students may therefore be less likely to engage in it.

The reflection phase wasn't given as much attention as it should have been. In other words, in normal face-to-face classes, it might happen between people. [...] Now [with *LearningView*] there is no personal consultation. [...] However, I think some students might skip this [reflection features in *LearningView*] or just click on something, go over it quickly and not really think about it (P02, 00:12:08–00:12:35).

Teachers' beliefs regarding the promotion of students' metacognitive strategies in a DLE: Six teachers believed it was crucial to provide guidance and encouragement, in conjunction with the integration of the DLE, to enable the self-reflection of learning processes. At the same time, they felt they did not promote this enough: „[...] the reflection phase was somewhat neglected” (P02, 00:11:08–00:13:25). Largely because they delivered, they lack the time and skills to do so. They also thought that face-to-face interaction was fundamental here.

7.5.2 *Teachers' reported practices about promoting students' metacognitive strategies in digital and analog ways*

To examine how teachers promote metacognitive strategies in a DLE, the analysis distinguishes between analog and digital practices and explicit and implicit practices. Results indicate that combined digital and analog promotion is most common (Fig. 2).

As shown in Fig. 2, most teachers reported digital practices in promoting metacognitive strategies are implicit ($n = 37$), rather than explicit or combined. In contrast, teachers tend to use both explicit and implicit promotion of metacognitive strategies in analog settings ($n = 38$). The following sections detail the four practice areas for promoting students' metacognitive strategies (Appendix E).

7.5.2.1 Teachers' reported practices to promote students' task orientation and planning

Nineteen teachers reported utilizing a combination of digital and analog methods to promote students' task orientation and planning (Fig. 2, a)).

By providing customized digital instructions and feedback, aligned with the learning level of each student as displayed in the DLE's overview feature, the teachers facilitated the comprehension and structuring of tasks. All teachers use written explanations and step-by-step procedures in the DLE. This explicit approach helps students understand the content and learn how to complete their tasks. By internalizing these procedures, students are supported in developing their own strategies and monitoring their learning progress, which fosters SRL. Twelve teachers uploaded self-produced videos and nine audios with explanations, enabling them to remain present in the learning process when they were not physically available, reinforcing their coaching role in the digital setting.

And when it works out with *LearningView*, I'm predominantly just in the coaching role. So, I've written and prepared everything and when they read the instructions, they still somehow hear it from me. But they actually read it afterwards. Yes, or when I record a video and say something in the video, I remain the teacher, but more as remote teacher in the classroom. That's interesting (P20, 0:58:51–1:01:29).

Eight teachers provided students with a pre-structured sequence of tasks to guide them and used colors and icons as visual cues to indicate opportunities to choose different levels of task difficulty or complexity:

I set different tasks at various levels. [...] Some children already knew a lot about the last topic we worked on. They always solved the expert quiz and did very well. Others simply solved the lower-level tasks, building on their existing knowledge.] (P06, 00:18:10–00:19:30).

It is worth emphasizing that all teachers provided students with tasks at different levels, encouraging students to choose tasks according to their skill level. Digital support facilitates the provision of analog-focused support (e.g., face-to-face feedback) to teachers.

7.5.2.2 Teachers' reported practices to promote students' goal setting and goal monitoring

Regarding the promotion of students setting and tracking their own learning goals, eight teachers employed a combination of digital and analog promotion, six teachers utilized exclusively digital methods, and four teachers employed exclusively analog methods (Fig. 2, b)). Regarding digital promotion, it can be observed that teachers tend to promote this strategy in an implicit manner. The teachers justified this approach by writing learning goals in the DLE

that align with the task: „I always record the learning goals [in *LearningView*]” (P13, 00:23:55–00:25:03). This approach ensures that the students always have a view of the learning goals, thus enabling them to focus their efforts on the task at hand.

The teachers promoted goal setting and goal monitoring in DLEs in different ways, for instance 11 teachers presented or visualized learning goals in the DLE to encourage students to track their learning goals, an exclusively digital and implicit form of promotion. The teachers did not describe what they consider to be good learning goals or how they formulated good learning goals with students. Nor did they describe how they support students to achieve learning goals step by step.

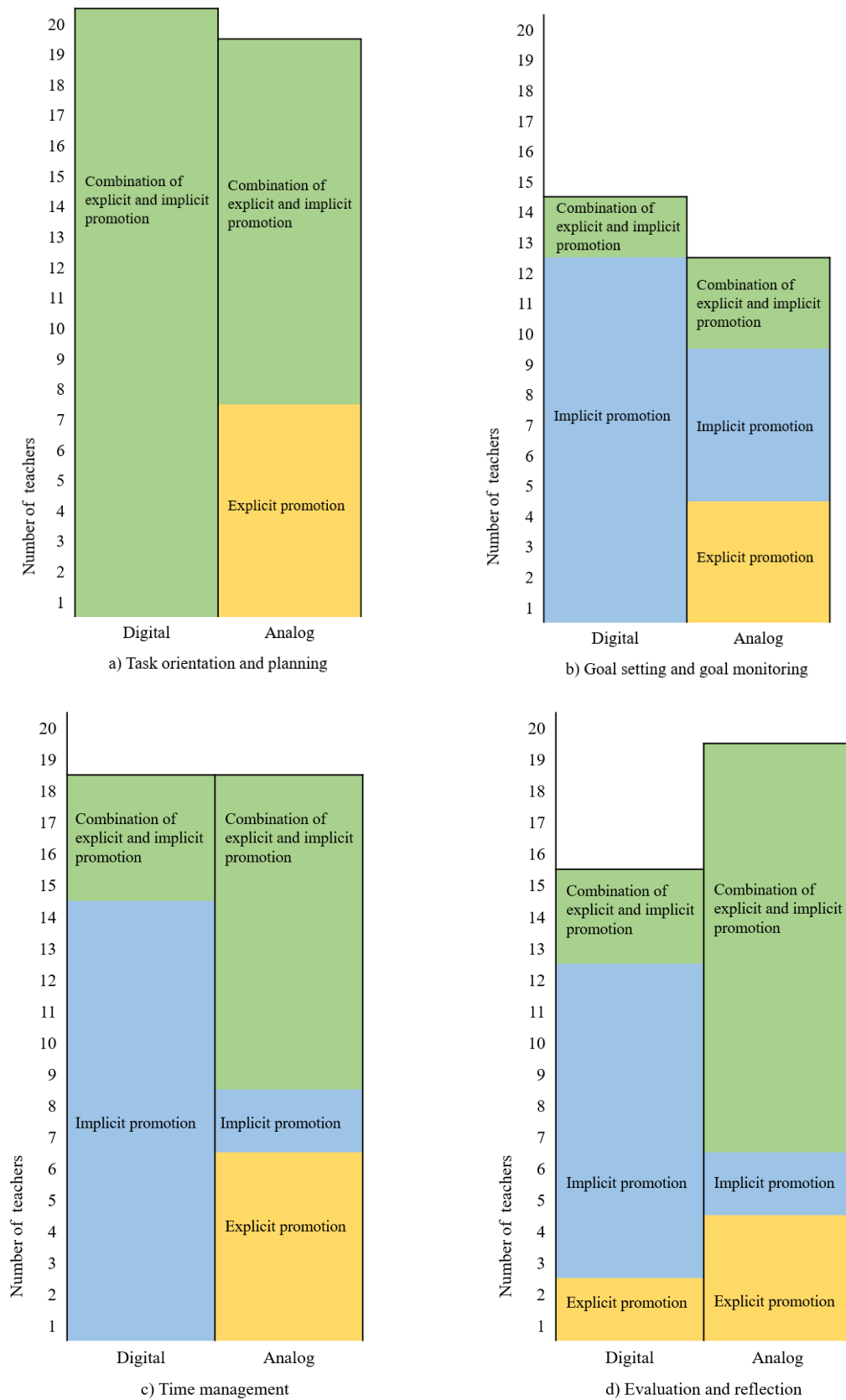


Fig. 2. Teacher practices in promoting students' metacognitive strategies (explicit and implicit)

7.5.2.3 Teachers' reported practices to promote students' time management

Sixteen teachers promoted students' time management through a combination of digital and analog ways. Overall, teachers reported that they are more likely to promote this practice in digital, implicit ways (Fig. 2, c)).

In terms of implicitly promoting students' time management, some teachers (n = 5) provided a structured overview of the tasks in the DLE. Eight teachers made implementing time management with the DLE easy by releasing certain tasks at specific times, which helped students to manage their time accordingly: „The students have to create their own schedule, but I do guide the timing to some extent in *LearningView* by making certain tasks available or unavailable at specific points” (P02, 00:11:08–00:13:25). Teachers implicitly promoted time management by showing estimated work times for certain tasks (n = 12) and/or by setting deadlines in the DLE (n = 14). However, teachers did not often promote time management in an explicit way, for example, by letting students judge their expected work times. When explicit promotion was provided exclusively, it was mostly through analog instructions and feedback. According to teachers, these practices are designed to help students overcome the challenges associated with time management. Teachers explicitly supported students who had problems scheduling their work with personalized planning support, usually in analog ways: „And I definitely provide more intensive coaching to the students who are weaker. That means, creating the schedule with them and then going through it together, offering them closer support throughout the process” (P16, 00:31:06–00:34:15).

7.5.2.4 Teachers' reported practices to promote students' evaluation and self-reflection

Fourteen teachers facilitated students' evaluation of and self-reflection on the learning process through a combination of digital and analog methods. In terms of digital promotion, half of the teachers utilized digital strategies that are implicit in nature (Fig. 2, d)).

Five teachers promoted students' self-reflection in an analog manner, through face-to-face discussions concerning students' learning progress in the DLE: „But during the reflection phase [...] I prefer not to leave it completely to them. They need my feedback and guidance at that point” (P20, 00:58:51–01:01:29). Fourteen teachers used the DLE to pose self-reflection questions (with response options often limited to quantitative responses); 11 teachers encouraged written self-reflection in specific documents without DLE features; and 13 used the thumbs up or down feature, characterizing it as a self-reflection on the learning process:

The reflection phase can also be done in *LearningView*, for example by having the children use the thumbs feature [a function to indicate their assessment with thumbs up

or down] and perhaps reflect on what they want to do differently next time (P20, 00:41:46–00:45:17).

While this may serve as an initial point for self-reflection, it does not delve deeply enough into the intricacies of the learning process.

7.5.3 The association between teachers' beliefs and their reported practices regarding the promotion of metacognitive strategies in DLEs

To answer the third research question, a general analysis was conducted across all 20 teachers and the association between beliefs and their reported practices was analyzed for each individual teacher. In the context of the investigation into the association between teachers' beliefs and their reported practices, the extent to which teachers' beliefs were reflected in their reported practices was analyzed. Conversely, a discrepancy between beliefs and reported practices was analyzed by examining the disparity between teachers' beliefs and their reported practices.

7.5.3.1 Association of teachers' beliefs and their reported practices about promoting students' task orientation and planning

The beliefs and reported practices of 16 teachers concerning their support of student autonomy and responsibility were aligned. All teachers viewed the DLE as a tool for providing a clear overview and stressed the need for a well-structured design, emphasizing that some students require face-to-face support to navigate tasks effectively. The pedagogical approach employed by the teachers integrates digital DLE features with analog methods, aiming to facilitate understanding and structuring tasks.

Seven teachers indicated that they should encourage students to build on their prior knowledge, and 11 teachers regarded the DLE as a support mechanism for individualizing students' task orientation and planning, notions that were reflected in their reported practices. They utilized the DLE to monitor task completion and identify students in need of feedback (e.g., P05). Five teachers emphasized the importance of evaluating students' comprehension of tasks, and in practice, some used information from the DLE's overview feature to identify students' challenges and engage in one-on-one sessions to assist students in task orientation and planning. Conversely, there were teachers who subscribed to the notion that with the DLE they can support students' SRL and metacognitive strategies. In their reported practices, these

teachers then assigned step-by-step tasks to students without promoting metacognitive strategies (e.g., P17).

7.5.3.2 Association of teachers' beliefs and their reported practices about promoting students' goal setting and goal monitoring

The teachers' beliefs about students' goal setting and goal monitoring were aligned with their reported practices. Eleven believed that transparent learning goals in the DLE are important for students to plan and monitor their learning progress. For instance, these teachers incorporated the learning goals into the DLE and made them visible to students throughout the learning process (e.g., P11).

Four teachers believed it was important to support students in tracking their learning goals in digitally and in an analog fashion. This was reflected in their reported practice: out of 18 teachers, eight teachers combined digital and analog approaches, six teachers exclusively used digital promotion, and four exclusively used analog promotion of learning goals.

7.5.3.3 Association of teachers' beliefs and their reported practices about promoting students' time management

Overall, the relationship between teachers' beliefs and their reported practices to promote students' time management was largely consistent. Nineteen teachers considered time management a crucial metacognitive strategy, because they believe that students of this age group tend to find it challenging to manage their time effectively. Regarding the teachers' reported practices, sixteen teachers used a combination of digital and analog promotion. The findings also reveal that seven teachers viewed the DLE as a tool that supports this process by providing an overview of tasks with time information, thereby enabling students to organize their schedules independently. The same seven teachers established deadlines and disseminated tasks at predetermined times in *LearningView* to encourage time management. Explicit promotion occurred through direct instructions and feedback, and all teachers tailored support to students struggling with scheduling by providing individual planning guidance. Regarding this aspect, the practices reported and employed by the teachers aligned with their beliefs. This alignment was evident in the provision of personalized analog instructions and feedback, as well as the provision of support to students encountering difficulties in scheduling their work.

7.5.3.4 *Association of teachers' beliefs and their reported practices about promoting students' evaluation and self-reflection*

More than half of the teachers underscored the significance of self-reflection and the potential of the DLE, and they sought to promote it. However, when the practices were examined, it became evident that the teachers did not consistently promote students' self-reflections with the desired depth and rigor.

Six teachers perceived a deficiency in their promotion of students' self-reflection strategies. Teachers posited that this dearth of promoting self-reflection was attributable to the lack of the time and skills to do so. With respect to their reported practices, half of them ($n = 3$) did not employ *LearningView* as a tool to facilitate self-reflection. However, the remaining half ($n = 3$) did employ *LearningView* features for self-reflection (e.g., teacher P09). However, self-reflection appeared to be limited in this context.

7.6 Summary

The present study has explored teachers' beliefs and reported practices in promoting students' metacognitive strategies (task orientation and planning, goal setting and monitoring, time management, evaluation and self-reflection) using a DLE. Teachers acknowledged the relevance of these strategies perceiving DLEs as a valuable tool, while emphasizing the continued need to combine its use with analog methods. The study yielded five key findings:

Key Finding 1: The teachers promote task orientation in a combination of digital and analog means through structured, differentiated tasks in the DLE, fostering autonomy and responsibility. While DLEs were seen as useful for task organization and feedback, some practices appeared overly pre-structured, potentially limiting the development and application of metacognitive strategies.

Key Finding 2: Although the teachers value goal transparency, promotion is mostly implicit. The learning goals are embedded in digital tasks, but guidance on goal formulation and achievement is often lacking. Digital methods are occasionally supplemented by analog feedback.

Key Finding 3: The time management is seen as particularly challenging for students. The teachers support it through digital features (e.g., deadlines, time estimates) and personalized analog coaching. The digital approach tends to remain implicit.

Key Finding 4: While self-reflection is considered important, its implementation is often superficial. Digital formats are typically standardized and rarely enable the deeper use or

development of metacognitive strategies. Time, skills, and motivation were reported as limiting factors.

Key Finding 5: The teachers combine digital and analog methods, with digital support often implicit (task overviews, deadlines), and analog strategies (e.g., personal feedback) more explicit. This combination enables flexible, needs-based support of metacognitive strategies.

In conclusion, the teachers' beliefs in this study largely align with their reported practices, and DLEs are considered effective tools for promoting SRL and metacognitive strategies. Nonetheless, analog support remains essential, and implementation challenges, particularly regarding depth of self-reflection and goal orientation, need to be addressed.

7.7 Limitations

Our study approach comes with some limitations. While the interviews allowed open discussion, the teachers' statements may not reflect effective immersion practices, as they may be shaped by their school environment. The study did not examine how metacognitive strategies and educational technology requiring openness and creativity were embedded in the pedagogical context. As the participants were selected based on their commitment to promoting SRL through educational technology, the sample likely has a positive bias. Another limitation is the inability to examine indirect factors influencing students' learning.

7.8 II) Contextualizing Teaching and Learning SRL and Metacognitive Strategies with Educational Technology: A Reflective Commentary

The present study examined beliefs and reported practices of fifth- and sixth-grade primary school teachers in Switzerland and Germany who use a digital learning environment, *LearningView*, to promote students' metacognitive strategies. Teaching and learning are shaped by various influences at different levels, from the immediate classroom environment to broader institutional and societal conditions. To better understand and interpret these influences, the wider context must be considered. Context in the present case refers to the multilayered conditions, social, institutional, technological conditions, that shape how SRL and metacognitive strategies are promoted. One useful framework for capturing this complexity is Bronfenbrenner's (1979) ecological model, which conceptualized human development as embedded within a system of environments. The present study draws on the model to highlight the different levels that shape the use of educational technology to support SRL and metacognitive strategies. Bronfenbrenner's model distinguishes between three interrelated levels: the micro, the meso, and the macro level.

On the *micro level*, learning occurs in the immediate classroom environment, shaped by interactions between students, teachers, and educational technology. Teachers promote SRL and metacognitive strategies by embedding them within concrete, subject-specific learning, using analog and digital practices informed by their beliefs and grounded in the practical realities of teaching. These practices create contexts that frame how and when SRL and metacognitive strategies are promoted. The classroom can be seen not merely as a backdrop, but also as a constructed space in which learning opportunities may be made explicit, or remain implicit (Bronfenbrenner, 1979).

The *meso level* encompasses the relationships between different contexts at the micro level, such as home and school, or among teachers within a school. These relationships influence how systematically students encounter support for SRL and metacognitive strategies in various contexts. For example, how teachers of one school collaborate in implementing *LearningView* and how families perceive and support SRL and metacognitive strategies at home play a crucial role. Although educational directives in Switzerland and Germany are issued at the canton or state level, they are implemented through local negotiations within schools. These meso-level dynamics influence how school leaders and teachers understand concepts such as autonomy and responsibility and how technological frameworks for promoting SRL and metacognitive strategies are developed. In this context, digitalization acts as a significant factor for school development, offering new tools and opportunities such as instructional design, collaboration, and self-reflection. Moreover, metacognitive strategies are a core element of education in the digital age, equipping students with the ability to navigate in complex digital technology through SRL (Bronfenbrenner, 1979).

At the *macro level*, systemic conditions, like educational discourses, policy frameworks for digital education, curriculum guidelines and cultural beliefs about learning form an important contextual backdrop for the contextualization of SRL and metacognitive strategies (Bronfenbrenner, 1979). While these macro-level influences shape the broader environment, the present study has focused on the micro level (e.g., classroom practices) and its interaction with the meso level (e.g., school-wide structures and educational technology), where these broader ideas become tangible in everyday educational settings.

In line with the learning-in-context framework, the present study has presented SRL and metacognitive strategies not solely as a pedagogical or technological issue, but as a contextualized process shaped by multiple perspectives. To shed light on how context influences and mediates this process, the following section adopts an analytical lens that considers three interrelated perspectives: the student, the teacher, and digital technology itself.

These perspectives serve as entry points to examine how different contextual layers, such as individual experiences, classroom dynamics, and technological affordances interact in the shaping of practices related to the promotion of SRL and metacognitive strategies.

7.8.1 The interplay of three perspectives on the promotion of SRL and metacognitive strategies supported with educational technology

The results of the present study suggested that teachers recognize the potential of DLEs in promoting metacognitive strategies and employing digital and analog methods. The effective implementation of educational technology in promoting metacognitive strategies is contingent upon teachers' beliefs, practices, technological infrastructure, and a broader context. The findings of the present study can be interpreted through three central perspectives that are frequently discussed in contemporary education, each of which conduces to promoting SRL and metacognitive strategies. These perspectives (including an elucidation of their interplay and their mutual influence) are herein examined through a learning-in-context lens. The first perspective is that of the students, who face the challenge of developing SRL and metacognitive strategies across various contexts, including educational technology, the classroom, school, peer groups, and the home. The second perspective is that of the teachers, who are responsible for supporting students' development of SRL and metacognitive strategies through the use of educational technology. The third perspective is that of educational technology itself, and how it can support teachers and students in SRL and metacognitive strategies.

7.8.1.1 Developing SRL and metacognitive strategies for future actors in society – the student perspective

Current educational discourse often describes today's world as being defined by VUCA conditions: volatility, uncertainty, complexity, and ambiguity (Bennett & Lemoine, 2014; Höfler, 2023; Seufert & Schüür-Langkau, 2022). As a response, the promotion of the 21st century skills, including creativity, critical thinking, communication, and collaboration, have been identified as essential (Ananiadou & Claro, 2009; Fadel et al., 2017). Accordingly, SRL and metacognitive strategies are often considered important competencies that may support students in managing their learning (Zimmerman, 2002).

The results of the present study underscore the importance of understanding how students learn to proactively plan, implement, and reflect on their learning process. In the digital age, the development of SRL and metacognitive strategies takes place in both analog and

technology-enhanced digital contexts. Educational technology, such as DLEs, can provide specific features that enhance or complement teacher analog support. Various forms, such as asynchronous digital feedback from teachers or peers, or the use of digital features such as self-reflection prompts can help students to monitor their learning progress. These forms promote adaptability and agility in students' learning, allowing them to dynamically and flexibly shape their learning in interaction with teachers, peers and educational technology (e.g., Tondeur et al., 2024).

The acquisition of metacognitive strategies by students through educational technology should be understood as part of a broader learning context shaped by social, material, and institutional factors (e.g., digital learning environments and task formats). The findings of this study suggest that digital task formats must be well-structured to promote metacognitive strategies. Another crucial factor is the extent and quality of teacher guidance, which can take analog, digital, or, ideally, a combination of digital and analog forms (as demonstrated by this study). Classroom social dynamics and the individual experiences and learning histories of students also play a significant role (Bronfenbrenner, 1979, Zimmerman, 2000, Winne and Hadwin, 1998). For example, while one student may find digital reflection tools useful, another may not engage with them (Winne & Hadwin, 1998). Additionally, disparities in access to digital devices and support at home create inequalities (Eickelmann & Gerick, 2020).

Research has shown that younger students often need clear guidance and explanations about the various steps in the learning process and the context-specific use of SRL and metacognitive strategies (Thronsen, 2011, Wilburne & Dause, 2017, Wong et al., 2019). Studies have also indicated that the explicit promotion of metacognitive strategies can significantly enhance students' learning and educational outcomes (e.g., Sins, de Leeuw, de Brouwer, & Vrieling-Teunter, 2024). Effective implementation of educational technology can complement teacher guidance by providing features (e.g., asynchronous feedback and visual overviews) that track progress and help students take responsibility for their learning. At the same time (at least in the present study), while teachers aimed to promote metacognitive strategies such as goal orientation, they often did so implicitly, which may not be sufficient, especially for younger students. Primary teachers must recognize that the effective use of educational technology depends on students' readiness and ability to engage with them, reinforcing the importance of encouraging interaction between the learner and the learning setting. Promoting metacognitive strategies appears to be a key component in preparing students for a digitalized world (Eickelmann and Drossel, 2020, Redecker, 2017). Students' capacity to take responsibility for their learning calls for intentional measures supporting the

development of metacognitive strategies across analog and digitally enhanced educational settings.

7.8.1.2 Promoting SRL and metacognitive strategies - the teacher perspective

Learning contexts are not fixed but are co-constructed. This study has highlighted the role teachers play in promoting SRL and metacognitive strategies, both generally and in relation to educational technology (Huh, 2016, Karlen et al., 2023). The results show that teachers' beliefs about the role and promotion of metacognitive strategies within a DLE are crucial for successful implementation. This invites one to reflect on how teachers' beliefs shape the contexts in which metacognitive strategies are developed.

The findings suggest that beliefs may inform practices (e.g., in how DLEs are deployed). When teachers value strategies such as task orientation, goal setting, or time management, this is often reflected in practice. Teachers who emphasize student autonomy tend to integrate both digital and analog tools. However, discrepancies can arise, especially in promoting self-reflection, where beliefs about its significance are not matched by practice, suggesting that while beliefs are foundational, contextual factors such as system limitations impact implementation.

Teachers often combine digital and analog methods, navigating between them in practice. Rather than being separate, these approaches form an interwoven learning ecology shaped by instructional design, social interaction, and technology. Designing such ecosystems requires didactic skills, flexibility, and self-reflection. While digital tools offer structured support, face-to-face feedback is pivotal. Indeed, teachers view direct interaction as enabling dialogic, co-constructive learning (Freire, 1970; Vygotskij, 1979). Such adaptability is especially crucial for complex processes like self-reflection, which this study found to be rarely realized, particularly in digital contexts. The social setting can help promote metacognitive strategies, underscoring the importance of interaction (including with DLEs).

Previous research has shown that SRL is promoted more implicitly than explicitly, particularly in analog settings (Depaepe et al., 2010, Dignath and Büttner, 2018). The findings of the present study confirm that the teachers promote metacognitive strategies more implicitly through digital methods and more explicitly through analog methods. This raises the following questions: Do students recognize the implicit promotion of SRL and metacognitive strategies in digital environments? How important is explicit digital promotion? While technology may support the use of metacognitive strategies, explicit instruction remains essential (Veenman, 2016). In this study, the teachers mediated the promotion of evaluation and self-reflection,

regardless of the use of the DLE. Their understanding of the role of self-reflection varied: some saw it as a concluding phase, others as an ongoing process throughout the SRL cycle. Such variation in thinking and approaches may hinder the development of SRL (Pintrich, 2002, Schraw and Dennison, 1994, Zhang and Lockee, 2022).

Given these findings, a more nuanced understanding of school context and conditions for teachers' professional learning is needed. The teachers in the study were relatively experienced with DLEs, which may have facilitated implementation. This raises another question: What challenges do less experienced teachers face? At this point, tailored professional development is needed to support teachers at different experience levels. At the least, teachers must learn to promote metacognitive strategies through digital tools (Dignath & Veenman, 2021), particularly in personalized, adaptive environments (Simon and Zeng, 2024, Divanji et al., 2023). Initial and in-service teacher education should prepare trainees to promote SRL and metacognitive strategies using digital and analog means.

Scholars have argued that teachers require more expertise in promoting SRL (Karlen et al., 2020), especially when they use educational technology. Based on the present findings, this could be achieved by focusing on the following: (a) technological competence: Teachers must learn to select, adapt, and implement tools aligned with pedagogical goals and student needs; (b) belief reflection: Teachers should reflect on their beliefs regarding SRL and metacognitive strategies (and the practical implications); (c) Explicit promotion of SRL and metacognitive strategies: Teachers must recognize the value of explicit strategy instruction, particularly in digital contexts; (d) reflection strategies: Teachers must guide students in their continual, tech-supported reflection.

In conclusion, teachers face a significant challenge in promoting SRL and metacognitive strategies through analog and digital means. It involves orchestrating interactions between students, teachers, and educational technology (Tondeur et al., 2024). The present study has shown that analog methods cannot simply be transferred into digital formats; successful implementation requires contextual adaptation. Where digital infrastructure or the school culture is found wanting, teachers need support and orientation. Learning environments are shaped by the interplay of institutional structures, technology, and human relationships; in other words, teachers are not just facilitators of SRL and metacognitive strategies but learning ecosystem designers; as such, they must be equipped to combine digital tools with pedagogy in ways that empower students to self-regulate effectively.

7.8.1.3 *Supporting SRL and metacognitive development - the perspective of educational technology*

Educational technology has transformed the traditional classroom into a new kind of learning space (Tondeur et al., 2024). This process was accelerated by the COVID-19 pandemic, which prompted a shift to online learning combined with elements of SRL (Pfiffner, Sterel, & Hassler, 2021). New instructional practices require the development of metacognitive strategies among students and pedagogical competence among teachers. Promoting SRL and metacognitive strategies requires a deliberative approach; for example, teachers must carefully consider the circumstances and tasks in and for which they employ educational technology (Alonso-Mencia et al., 2020, Garcia et al., 2018, Huh, 2016, Karlen et al., 2023, Wong et al., 2019). Technology offers tools that can promote SRL and metacognitive strategies and allow teachers to scaffold more effectively.

A substantial body of literature has confirmed that well-developed metacognitive strategies are imperative for students to navigate educational technology (Perels & Dörrenbächer, 2020). Without these, they risk assuming a passive role. Regardless of how sophisticated educational technology is, it cannot supplant the need for students to engage actively in self-regulation and metacognitive strategies (Arianto & Hanif, 2024). Nevertheless, *LearningView* provides tools to monitor learning, analyze products, provide feedback, and communicate with students, and teachers have evidenced the need to combine them with analog methodologies. (Only a small number promoted metacognitive strategies purely digitally; Appendix E).

The findings of this study have prompted yet more questions: How does the technological context influence the promotion of SRL and metacognitive strategies, either through teachers' practices or students' engagement with the tools themselves? What factors hamper a more consistent use of educational technology in promoting metacognitive strategies? Are some teachers reluctant to adapt to it due to a lack of training, doubts about effectiveness, contextual constraints, or the belief that analog is best? Such questions highlight the fact that technology is not neutral and that it shapes how and why SRL strategies are supported in practice.

The implications for researchers may primarily be considered at the micro and meso levels. The present study, which has revealed that teachers' feedback on students' metacognitive strategies took digital and analog forms, has underscored the need for studies on how educational technology influences feedback practices, particularly concerning adaptive learning systems and their integration into everyday teaching. In addition to teacher practices, learner characteristics, and age-specific challenges are also relevant. The findings point to the need for

more targeted research on younger learners, as well as raising questions about the efficacy of educational technology in supporting SRL and metacognitive strategies at developmental stages (the micro level).

Structural conditions within schools and institutions must also be considered. As Simon and Zeng (2024) emphasized, teachers require long-term support (e.g., time, resources, and continuing professional development) to implement educational technology effectively. Future researchers might therefore examine which forms of institutional support enable teachers to promote SRL and metacognitive strategies through technology and how this support can be delivered sustainably (meso level).

Pedagogical and institutional considerations must be complemented by a design-orientated perspective. Educational technology should not only offer technical functionality but also support SRL and metacognitive strategies, for example, through embedded self-reflection prompts or adaptive features that respond to individual learning progress and the development of metacognitive strategies (Simon and Zeng, 2024, Sui et al., 2024). Adaptive learning systems and generative artificial intelligence (GenAI) offer new opportunities for bespoke support. At the same time, while they may provide real-time data, adapt dynamically to learners' needs, suggest personalized pathways, and put in place the necessary scaffolding, they are not yet able to directly give students' the individualized skills they need to regulate their learning (Chiu, 2024). Without well-developed metacognitive strategies, students may struggle to use these systems meaningfully. The technological context thus exerts a dual influence: it provides the infrastructure to support SRL and metacognitive strategies while expecting students to apply such strategies effectively. The educational potential of GenAI can only be realized when students are equipped to engage with it strategically and reflectively. Future researchers should, therefore, not only explore the technical capabilities of such systems but also examine how learners develop the SRL competencies necessary to use them effectively. There is also a pressing need for longitudinal studies on the development of SRL in hybrid learning environments and the evolving role of teachers in increasingly autonomous technological contexts (the meso level) and on the optimal balance between direct and indirect promotion of SRL and metacognitive strategies across age groups (e.g., using classroom observations to verify that the implementation thereof is appropriate and explore further how learning environments can assist in the process).

7.8.2 Conclusion

The integration of educational technology in the classroom must be grounded in a differentiated understanding of how these tools interact with SRL and metacognitive strategies. Rather than replacing SRL, educational technology should scaffold and enhance it through deliberate instructional design and pedagogical guidance. This requires teachers who understand both the affordances and limitations of digital tools and students who are supported in their attempts to cultivate the corresponding metacognitive strategies.

The present study has highlighted the reciprocal interplay between teachers, students, and educational technology. While educational technology can structure and support metacognitive strategies, their full potential unfolds only within reflective, responsive teacher–student interactions. Effective promotion of SRL and metacognitive strategies thus relies on aligning technology use, pedagogical intention, and interactive practice. Educational technology should be seen not as a separate layer, but as a mediator of instructional dialogue. To realize this potential, three interdependent dimensions must be considered: informed teachers, engaged learners, and supportive educational technology. Although each of these has been studied individually, their dynamic interplay remains underexplored. (Future research should further investigate how varying educational technology contexts, such as adaptive learning systems, shape these interrelations.).

The learning-in-context perspective of this study has demonstrated that the effectiveness of educational technology depends not only on its design but also on the context in which it is embedded; interrelated cultural, institutional, and individual factors shape how it is interpreted and enacted. Accordingly, educational technology should not be regarded as a neutral instrument but an active component of dynamic learning ecologies. Whether SRL and metacognitive strategies are successfully promoted depends on the availability of educational technology and how teachers and learners use it. The design and implementation of educational technology must therefore be guided by theoretical models of SRL, metacognitive strategies, and a deep understanding of classroom realities. Teachers must take an active role in the codesign of these tools to ensure they align with their beliefs and practices.

While SRL and metacognitive strategies, including their digital support, are increasingly reflected in curricular and policy frameworks at the systemic level, there remains considerable potential for deeper and more consistent integration. Yet, policy alone is insufficient without resonance in classroom practices. It is in teacher–student interactions, enhanced through technology, that curricular intentions become pedagogical reality. Here, innovation emerges as teachers adapt and refine practices to local needs, generating insights that should inform both

professional development and policy. Schools are mediating spaces where system-level directives are put into practice and classroom experiences are a matter of policy discourse. Initiatives around the integration of educational technology or SRL-driven school development must exemplify this dual role. Educational innovation should be seen as an iterative and reciprocal process that balances structural guidance with pedagogical experimentation. Technology is more likely to serve as a catalyst for positive change when embedded in a reflective, collaborative learning culture. Ultimately, the promotion of SRL and metacognitive strategies in the 21st century depends on aligning technology-enhanced instruction with a human-centered, metacognitively rich pedagogy.

References

- Abdelshiheed, M., Hostetter, J. W., Barnes, T., & Chi, M. (2023). Leveraging deep reinforcement learning for metacognitive interventions across intelligent tutoring systems. *arXiv*, 2304, 09821. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.09821>
- Alonso-Mencia, M. E., Alario-Hoyos, C., Maldonado-Mahauad, J., Est'évez-Ayres, I., P'erez-Sanagustin, M., & Delgado Kloos, C. (2020). Self-regulated learning in MOOCs: Lessons learned from a literature review. *Educational Review*, 72(3), 319–345. <https://doi.org/10.1080/00131911.2019.1566208>
- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries. In *OECD Education Working Papers*, 41. OECD Publishing,. <https://doi.org/10.1787/218525261154>
- Arianto, F., & Hanif, M. (2024). Evaluating metacognitive strategies and self-regulated learning to predict primary school students' self-efficacy and problem-solving skills in science learning. *Journal of Pedagogical Research*, 8(3), 301–319. <https://doi.org/10.33902/JPR.202428575>
- Bannert, M. (2009). Promoting self-regulated learning through prompts. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 23(2), 139–145.
- Barana, A., Fissore, C., & Marchisio, M. (2021). Automatic formative assessment strategies for the adaptive teaching of mathematics. In H. C. Lane, S. Zvacek, & J. Uhomoibhi (Eds.), *Computer supported education*, 1473 pp. 341–365). Communications in Computer and Information Science. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86439-2_18
- Bennett, N., & Lemoine, G. J. (2014). What a difference a word makes: Understanding threats to performance in a VUCA world. *Business Horizons*, 57(3), 311–317. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2014.01.001>

- Biswas, G., Segedy, J. R., & Bunchongchit, K. (2016). From design to implementation to practice a learning by teaching system: Betty's brain. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 350–364. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0057-9>
- Boekaerts, M. (1999). Self-regulated learning: Where we are today. *International Journal of Educational Research*, 31, 445–457. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(99\)00014-2](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(99)00014-2)
- Braad, E., Degens, N., Barendregt, W., & Ijsselsteijn, W. (2022). Improving metacognition through self-explication in a digital self-regulated learning tool. *Educational Technology Research and Development*, 70. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10156-2>
- Brennan, R. L., & Prediger, D. J. (1981). Coefficient kappa: Some uses, misuses, and alternatives. *Educational and Psychological Measurement*, 41(3), 687–699. <https://doi.org/10.1177/001316448104100307>
- Bronfenbrenner, U. (1979). The ecology of human development. Cambridge: Harvard University Press.
- Brown, A. L. (1978). Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition. In R. Glaser (Ed.), *Advances in instructional psychology*, 1 pp. 77–165. Erlbaum.
- Brown, C., Hedberg, J., & Harper, B. (1994). Metacognition as a basis for learning support software. *Performance Improvement Quarterly*, 7(2), 3–26.
- Chen, Y.-C., Hwang, G.-J., & Lai, C.-L. (2024). Motivating students to become self-regulatory learners: A gamified mobile self-regulated learning approach. *Education and Information Technologies*, 29, 15533–15556. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12462-z>
- Chiu, T. K. F. (2024). A classification tool to foster self-regulated learning with generative artificial intelligence by applying self-determination theory: A case of ChatGPT. *Educational Technology Research and Development*, 72, 2401–2416. <https://doi.org/10.1007/s11423-024-10366-w>
- De Corte, E., Verschaffel, L., & Masui, C. (2004). The CLIA-model: A framework for designing powerful learning environments for thinking and problem solving. *European Journal of Psychology of Education*, 19(4), 365–384. <https://doi.org/10.1007/BF03173216>
- Dent, A. L., & Koenka, A. C. (2016). The relation between self-regulated learning and academic achievement across childhood and adolescence: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 28, 425–474. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9320-8>

- Depaepe, F., De Corte, E., & Verschaffel, L. (2010). Teachers' metacognitive and heuristic approaches to word problem solving: Analysis and impact on students' beliefs and performance. *ZDM*, 42(2), 205–218. <https://doi.org/10.1007/s11858-009-0221-5>
- Dignath, C., & Büttner, G. (2008). Components of fostering self-regulated learning among students. A meta-analysis on intervention studies at primary and secondary school level. *Metacognition and Learning*, 3(3), 231–264. <https://doi.org/10.1007/s11409-008-9029-x>
- Dignath, C., & Büttner, G. (2018). Teachers' direct and indirect promotion of self-regulated learning in primary and secondary school mathematics classes: Insights from video-based classroom observations and teacher interviews. *Metacognition and Learning*, 13, 127–157. <https://doi.org/10.1007/s11409-018-9181-x>
- Dignath, C., & Veenman, M. V. J. (2021). The role of direct strategy instruction and indirect activation of self-regulated learning—Evidence from classroom observation studies. *Educational Psychology Review*, 33(2), 489–533. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09534-0>
- Dignath-van Ewijk, C., & Van Der Werf, G. (2012). What teachers think about self-regulated learning: Investigating teacher beliefs and teacher behavior of enhancing students' self-regulation. *Education Research International*, 2012, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2012/741713>
- Divanji, R. A., Bindman, S., Tung, A., Chen, K., Castaneda, L., & Scanlon, M. (2023). A one stop shop? Perspectives on the value of adaptive learning technologies in K-12 education. *Computers and Education Open*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2023.100157>
- Donker, A. S., de Boer, H., Kostons, D., Dignath van Ewijk, C. C., & van der Werf, M. P. C. (2014). Effectiveness of learning strategy instruction on academic performance: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 11, 1–26. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.11.002>
- Efklides, A. (2006). Metacognition and affect: What can metacognitive experiences tell us about the learning process? *Educational Research Review*, 1(1), 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2005.11.001>
- Eickelmann, B., & Drossel, K. (2020). Schule auf dem Weg in die digitale Bildung? Empirische Befunde der ICILS-Studie [Schools on the path to digital education? Empirical findings from the ICILS study. In B. Eickelmann, K. Drossel, & I. Bos (Eds.), *Schule auf dem Weg in die digitale Bildung* (pp. 15–30). Waxmann.

- Eickelmann, B., & Gerick, J. (2020). Digitalisierung in der Bildung – empirische Befunde und Herausforderungen [Digitalization in education – empirical findings and challenges. In In. M. Blossfeld, & H.-P. Blossfeld (Eds.), *Bildung und Digitalisierung* (pp. 15–32). Springer VS.
- Ertmer, P. A. (2005). Teacher pedagogical beliefs: The final frontier in our quest for technology integration? *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 25–39. <https://doi.org/10.1007/BF02504683>
- Fadel, C., Bialik, M., & Trilling, B. (2017). Die vier Dimensionen der Bildung: Was Schülerinnen und Schüler im 21. Jahrhundert lernen müssen [The four dimensions of education: What students need to learn in the 21st century]. Verlag Zentralstelle für Lernen und Lehren im 21. Jahrhundert e.V.
- Fahrni, D., Hielscher, M., & Prasse, D. (2020). Digitale Lernumgebungen “LearningView.” Unterstützung des selbstregulierten Lernens [Digital learning environments “LearningView.” Supporting self-regulated learning]. *Schule+Bildung SZ*, 1, 30–32.
- Fahrni, D. D. D., Iten, G., Prasse, D., & Hascher, T. (2025). Teachers’ practices in the use of digital technology to promote students’ self-regulated learning and metacognition: A systematic review. *Teaching and Teacher Education*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2025.105150>
- Fives, H., & Buehl, M. M. (2012). Spring cleaning for the “messy” construct of teachers’ beliefs: What are they? Which have been examined? What can they tell us? In In. K. R. Harris, S. Graham, & T. Urdan (Eds.), *APA educational psychology handbook: Vol. 2. Individual differences and cultural and contextual factors* (pp. 471–499). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/13274-019>
- Fives, H., & Gill, M. G. (2014). The relationship between teachers’ beliefs and teachers’ practices. In H. Fives, & M. G. Gill (Eds.), *International handbook of research on teachers’ beliefs* (pp. 199–213). Routledge.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring. A new area of cognitive-development inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906–911. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- Fox, R. A., Leif, E. S., Moore, D. W., Furlonger, B., Anderson, A., & Sharma, U. (2022). A systematic review of the facilitators and barriers to the sustained implementation of school-wide positive behavioral interventions and supports. *Education and Treatment of Children*, 45(1), 105–126. <https://doi.org/10.1007/s43494-021-00056-0>
- Freire, P. (1970). *Pedagogy of the oppressed*. Herder and Herder.

- Friedrich, H. F., & Mandl, H. (1997). Analyse und Förderung selbstgesteuerten Lernens [Analysis and promotion of self-regulated learning]. In F. E. Weinert, & H. Mandl (Eds.), *Psychologische Erwachsenenbildung. Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich. Praxisgebiete, Serie I, Pädagogische Psychologie*, 4 pp. 237–293). Hogrefe.
- Garcia, R., Falkner, K., & Vivian, R. (2018). Systematic literature review: Self-regulated learning strategies using e-learning tools for computer science. *Computers & Education*, 123, 150–163. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.006>
- Garofalo, J., & Lester, F. K. (1985). Metacognition, cognitive monitoring, and mathematical performance. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16(3), 163–176. <https://doi.org/10.2307/748391>
- Hartman, H. (2015). Engaging adolescent students' metacognition through WebQuests: A case study of embedded metacognition. In A. Pena-Ayala (Ed.), *Metacognition: Fundamentals, applications, and trends* (pp. 135–166). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-11062-2_6
- Hasselhorn, M., & Gold, A. (2022). *Erfolgreiches Lernen und Lehren* [Educational Psychology: Successful Learning and Teaching]. Kohlhammer. *Pädagogische Psychologie*. <https://doi.org/10.17433/978-3-17-039783-5>
- Helfferrich, C. (2011). Die Qualität qualitativer Daten: Manual für die Durchführung qualitativer Interviews [The quality of qualitative data: Manual for conducting qualitative interviews]. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Hielscher, M., Tschudi, C., Prasse, D., & Döbeli Honegger, B. (2017). LearningView – Ein digitales Werkzeug zur Unterstützung eines offenen Unterrichts [LearningView – A digital tool to support open teaching]. In C. Igel, C. Ullrich, & M. Wessner (Eds.), *Bildungsräume DeLFI 2017* (pp. 131–136). Gesellschaft für Informatik.
- Höfler, E. (2023). Connectivism, VUCA und futures literacy. Versuch einer synthese [Connectivism, VUCA, and futures literacy: An attempt at a synthesis]. In C. Sippl, G. Bradhofer, & E. Rauscher (Eds.), *Futures literacy. Zukunft lernen und lehren. Pädagogik für Niederösterreich. Band, 13* pp. 343–351). StudienVerlag.
- Huang, R., Spector, J.M., & Yang, J. (2019). Educational technology: A primer for the 21st century. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-6643-7>
- Huh, Y. (2016). Exploring teachers' practices to develop students' self-regulated learning in U.S. K-12 online schools (Publication No. 10103290) [Doctoral dissertation, Indiana University]. ProQuest Dissertations Publishing.

- Huh, Y., & Reigeluth, C. M. (2018). Online K-12 teachers' perceptions and practices of supporting self-regulated learning. *Journal of Educational Computing Research*, 55(8), 1129–1153. <https://doi.org/10.1177/0735633117699231>
- Initiative D21. (2022). 21st century schools. Lagebild des digitalen Schulunterrichts in den 16 Bundesl"ändern aus Sicht der Eltern [Situation report on digital school teaching in the 16 federal states from the perspective of parents]. Initiative D21.
- Judson, E. (2006). How teachers integrate technology and their beliefs about learning: Is there a connection? *Journal of Technology and Teacher Education*, 14(3), 581–597. <https://www.learntechlib.org/primary/p/6046/>
- Karlen, Y., Hertel, S., & Hirt, C. N. (2020). Teachers' professional competences in self-regulated learning: An approach to integrate teachers' competences as self-regulated learners and as agents of self-regulated learning in a holistic manner. *Frontiers in Education*, 5, 1–20. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feduc.2020.00159>
- Karlen, Y., Hirt, C. N., Jud, J., Rosenthal, A., & Eberli, T. D. (2023). Teachers as learners and agents of self-regulated learning: The importance of different teachers' competence aspects for promoting metacognition. *Teaching and Teacher Education*, 125, Article 104055. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104055>
- Kim, C., Kim, M. K., Lee, C., Spector, J. M., & DeMeester, K. (2013). Teacher beliefs and technology integration. *Teaching and Teacher Education*, 29, 76–85. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2012.08.005>
- Kistner, S., Rakoczy, K., Otto, B., Dignath-van Ewijk, C., Büttner, G., & Klieme, E. (2010). Promotion of self-regulated learning in classrooms: Investigating frequency, quality, and consequences for student performance. *Metacognition and Learning*, 5(2), 157–171. <https://doi.org/10.1007/s11409-010-9055-3>
- Knoop-van Campen, C., & Molenaar, I. (2020). How teachers integrate dashboards into their feedback practices. *Frontline Learning Research*, 8(4), 37–51. <https://doi.org/10.14786/flr.v8i4.641>
- Kuckartz, U., & Rädiker, S. (2022). Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung: Grundlagentexte Methoden (5th ed.). Beltz Juventa.
- Kultusministerkonferenz der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2023). Grundstruktur des Bildungswesens in der Bundesrepublik Deutschland [Basic structure of the education system in the Federal Republic of Germany]. Kultusministerkonferenz (KMK). <https://www.kmk.org>

- Lachner, A., Scheiter, K., & Stürmer, K. (2020). Digitalisierung und Lernen mit digitalen Medien als Gegenstand der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. In C. Cramer, J. König, M. Rotland, & S. Blömeke (Eds.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung*. Julius Klinkhard. <https://doi.org/10.35468/hblb2020-007>
- Levin, T., & Wadmany, R. (2005). Changes in educational beliefs and classroom practices of teachers and students in rich technology-based classrooms. *Technology Pedagogy and Education*, 14(3), 281–307. <https://doi.org/10.1080/14759390500200208>
- Li, T., Nath, D., Cheng, Y., Fan, Y., Li, X., Raković, M., Khosravi, H., Swiecki, Z., Tsai, Y.-S., & Gašević, D. (2025). Turning real-time analytics into adaptive scaffolds for self-regulated learning using generative artificial intelligence. *Proceedings of the 15th International Learning Analytics and Knowledge Conference*, 667–679. <https://doi.org/10.1145/3706468.3706559>
- Liou, Y.-H., Canrinus, E. T., & Daly, A. J. (2019). Activating the implementers: The role of organizational expectations, teacher beliefs, and motivation in bringing about reform. *Teaching and Teacher Education*, 79, 60–72. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.12.004>
- Liu, S.-H. (2011). Factors related to pedagogical beliefs of teachers and technology integration. *Computers & Education*, 56(4), 1012–1022. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.12.001>
- Maor, R., Levi, R., Mevarech, Z., Paz-Baruch, N., Grinshpan, N., Milman, A., Shlomo, S., & Zion, M. (2023). Difference between zoom-based online versus classroom lesson plan performances in creativity and metacognition during Covid-19 pandemic. *Learning Environments Research*, 26, 803–822. <https://doi.org/10.1007/s10984-023-09455-z>
- McCaslin, M., & Hickey, D. T. (2001). Self-regulated learning and academic achievement: A Vygotskian view. In B. Zimmerman, & D. Schunk (Eds.), *Self-regulated learning and academic achievement: Theory, research, and practice* (pp. 227–252). Erlbaum.
- McCormick, J. (2017). Using digital portfolio process with young learners and facilitation of metacognition (Publication No. 10601698) [Doctoral dissertation, Wilkes University]. ProQuest Dissertations Publishing.
- Moos, D. C., & Ringdal, A. (2012). Self-regulated learning in the classroom: A literature review on the teacher's role. *Education Research International*. <https://doi.org/10.1155/2012/423284>
- OECD. (2019). OECD Lernkompass 2030: OECD-Projekt Future of Education and Skills 2030—Rahmenkonzept des Lernens. OECD Publishing. <https://www.oecd.org>

- Pajares, F. M. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307–332.
- Panadero, E. (2017). A review of self-regulated learning: Six models and four directions for research. *Frontiers in Psychology*, 8, 1–28. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422>
- Pereles, A., Ortega-Ruipérez, B., & Lázaro, M. (2024). The power of metacognitive strategies to enhance critical thinking in online learning. *Journal of Technology and Science Education*, 14(3), 831–843. <https://doi.org/10.3926/jotse.2721>
- Perels, F., & Dörrenbächer, L. (2020). Selbstreguliertes Lernen und (technologiebasierte) Bildungsmedien [Self-regulated learning and (technology-based) educational media]. In H. Niegemann, & A. Weinberger (Eds.), *Handbuch Bildungstechnologie. Konzeption und Einsatz digitaler Lernumgebungen [Educational technology handbook: Design and use of digital learning environments]*. https://doi.org/10.1007/978-3-662-54368-9_5
- Pfiffner, M., Sterel, S., & Hassler, D. (2021). 4K und digitale Kompetenzen. Chancen und Herausforderungen [4K and digital skills: Opportunities and challenges]. Hep.
- Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 452–502). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50043-3>
- Pintrich, P. R. (2002). The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing. *Theory Into Practice*, 41(4), 219–225. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_3
- Prasse, D. (2012). Bedingungen innovativen Handelns in Schulen. Funktion und Interaktion von Innovationsbereitschaft, Innovationsklima und Akteursnetzwerken am Beispiel der IKT-Integration an Schulen [Conditions for innovative action in schools. Function and interaction of innovation readiness, innovation climate, and actor networks using the example of ICT integration in schools]. Waxmann.
- Prasse, D., Webb, M., Deschênes, M., Parent, S., Aeschlimann, F., Goda, Y., Yamada, M., & Raynault, A. (2024). Challenges in promoting self-regulated learning in technology supported learning environments: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Technology Knowledge and Learning*. <https://doi.org/10.1007/s10758-024-09772-z>
- Redecker, C. (2017). European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>

- Schmitz, B., & Wiese, B. S. (2006). New perspectives for the evaluation of training sessions in self-regulated learning: Time-series analyses of diary data. *Contemporary Educational Psychology*, 31, 64–96.
- Schraw, G., & Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19(4), 460–475. <https://doi.org/10.1006/ceps.1994.1033>
- Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (2024). Bildungssystem: Grafik [Education system: Graphic]. <https://www.edk.ch/de/bildungssystem/grafik>
- Seufert, S., & Schüür-Langkau, A. (2022). Bildungssystem der Zukunft in VUCA-Welten [Education system of the future in a VUCA world]. *Innovative Verwaltung*, 44(12). <https://doi.org/10.1007/s35114-022-1473-y>
- Shifflet, R., & Weilbacher, G. (2015). Teacher beliefs and their influence on technology use: A case study. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education (CITE Journal)*, 15(3), 368–394.
- Simon, P. D., & Zeng, L. M. (2024). Behind the scenes of adaptive learning: A scoping review of teachers' perspectives on the use of adaptive learning technologies. *Education Sciences*, 14, 1413. <https://doi.org/10.3390/educsci14121413>
- Sins, P. H. M., de Leeuw, R., de Brouwer, J., & Vrieling-Teunter, E. (2024). Promoting explicit instruction of strategies for self-regulated learning: Evaluating a teacher professional development program in primary education. *Metacognition and Learning*, 19(1), 215–247. <https://doi.org/10.1007/s11409-023-09368-5>
- Spruce, R., & Bol, L. (2015). Teacher beliefs, knowledge, and practice of self-regulated learning. *Metacognition and Learning*, 10(2), 245–277. <https://doi.org/10.1007/s11409-014-9124-0>
- Sui, C.-J., Yen, M.-H., & Chang, C.-Y. (2024). Teachers' perceptions of teaching science with technology-enhanced self-regulated learning strategies through the DECODE model. *Education and Information Technologies*, 29, 22813–22839. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12715-x>
- Thondsen, I. (2011). Self-regulated learning of basic arithmetic skills: A longitudinal study. *British Journal of Educational Psychology*, 81(4), 558–578. <https://doi.org/10.1348/2044-8279.002008>
- Tondeur, J., Howard, S., Carvalho, A. A., Kral, M., Petko, D., Ganesh, L. T., Røkenes, F. M., Starkey, L., Bower, M., Redmond, P., & Andresen, B. B. (2024). The DTALE model: Designing digital and physical spaces for integrated learning environments. *Technology Knowledge and Learning*, 29, 1767–1789. <https://doi.org/10.1007/s10758-024-09784-9>

- Torrington, J., Bower, M., & Burns, E. C. (2024). How remote learning impacted elementary students' online self-regulation for learning: A COVID-19 natural experiment. *Education and Information Technologies*, 29, 12989–13023. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12352-w>
- Van Der Stel, M., & Veenman, M. V. J. (2014). Metacognitive skills and intellectual ability of young adolescents: A longitudinal study from a developmental perspective. *European Journal of Psychology of Education*, 29(1), 117–137. <https://doi.org/10.1007/s10212-013-0190-5>
- Veenman, M. V. J. (2015). Metacognition. In P. Afflerbach (Ed.), *Handbook of individual differences in reading reader, text, and context* (pp. 26–40). Routledge.
- Veenman, M. V. J. (2016). Learning to self-monitor and self-regulate. In R. E. Mayer, & P. A. Alexander (Eds.), *Handbook of research on learning and instruction* (2nd ed., pp. 233–257). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315736419>
- Vygotskij, L.S. (1979). Denken und Sprechen. Beltz.
- Wilburne, J. M., & Dause, E. (2017). Teaching self-regulated learning strategies to low-achieving fourth-grade students to enhance their perseverance in mathematical problem solving. *Investigations in Mathematics Learning*, 9(1), 38–52. <https://doi.org/10.1080/19477503.2016.1245036>
- Winne, P. H., & Hadwin, A. F. (1998). Studying as self-regulated engagement in learning. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A. C. Graesser (Eds.), *Metacognition in educational theory and practice* (pp. 277–304). Erlbaum.
- Winters, F. I., Greene, J. A., & Costich, C. M. (2008). Self-regulation of learning within computer-based learning environments: A critical analysis. *Educational Psychology Review*, 20, 429–444. <https://doi.org/10.1007/s10648-008-9080-9>
- Wong, J., Baars, M., Davis, D., Van Der Zee, T., Houben, G.-J., & Paas, F. (2019). Supporting self-regulated learning in online learning environments and MOOCs: A systematic review. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35(4–5), 356–373. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1543084>
- Yu, F.-Y., & Wu, W.-S. (2020). Effects of student-generated feedback corresponding to answers to online student-generated questions on learning: What, why, and how? *Computers & Education*, 145. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103723>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the

- educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Zhang, Q., & Lockee, B. B. (2022). Designing a framework to facilitate metacognitive strategy development in computer-mediated problem-solving instruction. *Journal of Formative Design in Learning*, 6(2), 127–143. <https://doi.org/10.1007/s41686-022-00068-y>
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 13–39). San Diego, CA: Academic Press.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into Practice*, 41(2), 64–70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2
- Zimmerman, B. J., & Moylan, A. (2009). Self-regulation: Where metacognition and motivation intersect. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A. C. Graesser (Eds.), *Handbook of metacognition in education* (pp. 299–315). Routledge.

8 Zusammenfassung und Diskussion

In der vorliegenden Dissertation wurde die folgende übergeordnete Fragestellung untersucht:

Welche Überzeugungen vertreten Lehrpersonen hinsichtlich der Förderung von SRL und Metakognition mit digitalen Technologien im Unterricht und welche Praktiken setzen sie um?

In diesem Kapitel werden in einem ersten Schritt die wesentlichen Ergebnisse beider Studien mit Blick auf die übergeordnete Fragestellung zusammengeführt. Darauf aufbauend erfolgt in einem zweiten Schritt die anschließende Diskussion und Einordnung der Resultate in den weiteren Kontext.

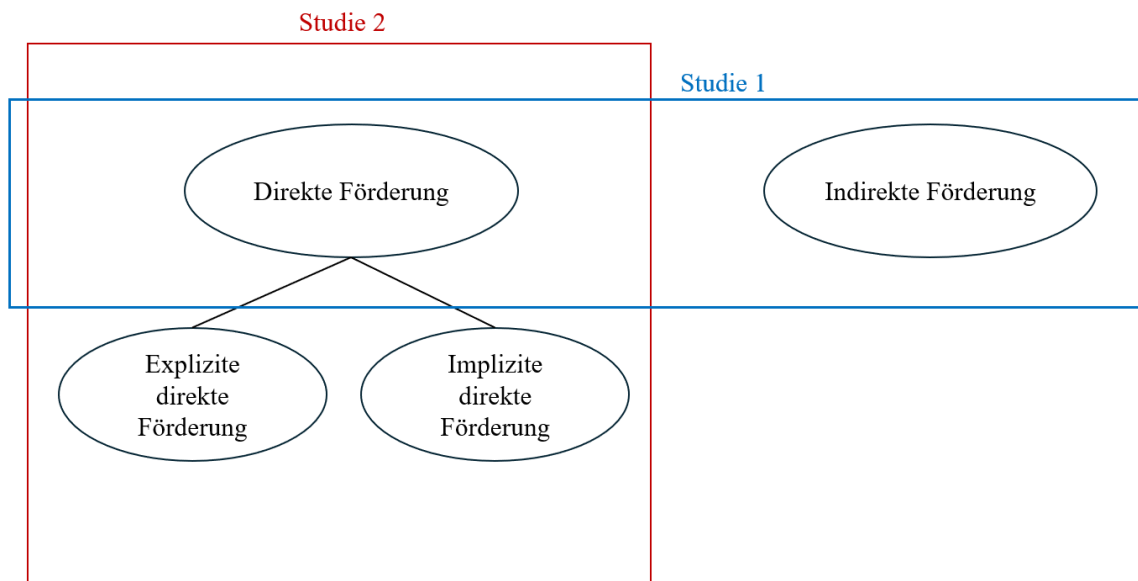
8.1 Übergeordnete Zusammenfassung der Ergebnisse

Das Ziel der Dissertation bestand darin, ein fundiertes Verständnis dessen zu erhalten, wie Lehrpersonen digitale Technologien im Unterricht nutzen, um SRL und metakognitive Strategien bei Schüler:innen zu fördern. Während Studie I sowohl direkte und indirekte Förderung untersuchte, fokussierte sich Studie II spezifisch auf die direkte Förderung und differenzierte diese in explizite und implizite direkte Förderung (Abbildung 8). Gemeinsam bilden die beiden Studien eine Grundlage für eine differenzierte Diskussion darüber, wie Lehrpersonen digitale Technologien zur gezielten Förderung von SRL und Metakognition einsetzen, bzw. darüber wie digitale Technologien Lehrpersonen dabei helfen können, SRL und Metakognition wirksam zu fördern.

In den folgenden Abschnitten 8.1.1 bis 8.1.4 werden die Ergebnisse über beide Studien hinweg in vier zentralen Aspekten nochmals zusammengeführt. Sie dienen der Ausgangslage der anschließenden Kontextualisierung.

Abbildung 8

Übersicht Studien I und II zur Förderung von SRL und Metakognition mit digitalen Technologien



8.1.1 Digitale und analoge Förderung von SRL und Metakognition

Beide Studien belegten, dass digitale Technologien bzw. Bildungstechnologien von Lehrpersonen zur Förderung von SRL und Metakognition eingesetzt wurden. In beiden Studien zeigte sich zudem, dass digitale und analoge Förderung häufig kombiniert eingesetzt wurden. Das systematische Review (Studie I) ergab diesbezüglich, dass in den meisten der 45 einbezogenen Studien digitale und analoge Förderung kombiniert worden waren ($n = 23$). Demgegenüber untersuchten 10 Studien ausschliesslich digitale und 12 Studien ausschliesslich analoge Förderung. Auch die Ergebnisse der Interviewstudie (Studie II) zeigten, dass die befragten Primarlehrpersonen mehrheitlich eine Kombination von digitaler und analoger Förderung einsetzten, um metakognitive Strategien zu fördern. Besonders deutlich wurde dies bei drei spezifischen metakognitiven Strategien: Bei der Aufgabenplanung und der Aufgabenorientierung förderten 19 der 20 befragten Lehrpersonen kombiniert, bei der Förderung des Zeitmanagements waren es 16 Lehrpersonen und bei der Förderung von Reflexion und Evaluation 14 Lehrpersonen. Drei Lehrpersonen förderten gemäss eigener Aussage alle vier metakognitiven Strategien konsequent durch eine Kombination von digitaler und analoger Förderung. Rein digitale oder rein analoge Förderung schien demgegenüber insgesamt weniger zum Einsatz zu kommen. Der höchste Anteil ausschliesslich digitaler Förderung liess sich im Zusammenhang mit der Zielsetzung und der Zielorientierung feststellen

(6 von 20 Lehrpersonen), während ausschliesslich analoge Förderung am häufigsten mit der Reflexion und Evaluation einherging (5 von 20 Lehrpersonen).

8.1.2 Direkte und indirekte Förderung von SRL und Metakognition mit digitalen Technologien

Beide Studien analysierten die direkte Förderung von SRL und Metakognition. Die Ergebnisse des Reviews zeigten, dass 44 der 45 einbezogenen Studien die direkte Förderung untersuchten. Davon liessen sich 22 Studien zusätzlich der Kategorie der indirekten Förderung zuordnen, während eine Studie ausschliesslich in diese Kategorie fiel. In den Interviews von Studie II lag der Schwerpunkt auf der direkten Förderung von vier ausgewählten metakognitiven Strategien. Dabei wurde zwischen expliziter und impliziter direkter Förderung differenziert. Die Ergebnisse verdeutlichten, dass klare Anleitungen und Hilfestellungen sowohl digital als auch durch die Lehrperson vermittelt wurden, beispielsweise mit Lerndialogen.

8.1.3 Explizite und implizite direkte Förderung von metakognitiven Strategien mit digitalen Technologien

Von den insgesamt 45 in das systematische Review einbezogenen Studien untersuchten 16 metakognitive Aspekte. Aufbauend auf diesem Befund wurden in Studie II gezielt vier metakognitive Strategien fokussiert und hinsichtlich ihrer Förderung durch die Lernplattform *LearningView* analysiert. Dabei wurde zwischen expliziter und impliziter direkter Förderung unterschieden. Die Ergebnisse zeigen, dass bei den 20 befragten Lehrpersonen digitale Förderung im Kontext von Bildungstechnologien häufiger implizit erfolgt, während analoge Förderung in digital unterstützten Unterrichtssettings, beispielsweise zusätzliches Face-to-Face-Feedback, häufiger explizit umgesetzt wird. Dieses Muster fand sich über alle vier untersuchten metakognitiven Strategien hinweg. Besonders deutlich wurde dies bei der Förderung der metakognitiven Strategie des Zeitmanagements. Digitale Förderung erfolgt in diesem Bereich meist nur implizit oder in einer Kombination aus expliziter und impliziter direkter Förderung. Lehrpersonen setzen beispielsweise Zeitvorgaben im Tool, legen im Tool Abgabefristen fest oder nutzen die zeitgesteuerte Freischaltung von Aufgaben innerhalb der Plattform, um die metakognitive Auseinandersetzung mit Zeitressourcen bei den Schüler:innen implizit zu fördern.

8.1.4 Überzeugungen und Praktiken in Bezug auf die Förderung von SRL und Metakognition mit Bildungstechnologien

Beide Studien befassten sich mit den Praktiken von Lehrpersonen zur Förderung von SRL und Metakognition. Vor dem Hintergrund bestehender Forschung gelten Überzeugungen von Lehrpersonen als ein zentraler Einflussfaktor ihres pädagogischen Denkens und Handelns (Fives & Buehl, 2012; Pajares, 1992). Überzeugungen stehen in einer wechselseitigen, dynamischen Beziehung zu ihrem unterrichtlichen Handeln, wobei beide Bereiche durch verschiedene Kontextfaktoren beeinflusst werden, wie etwa schulische Rahmenbedingungen, Curricula oder bildungspolitische Vorgaben (Buehl & Beck, 2015). In Studie II wurden deshalb die in den Interviews von den Lehrpersonen geäußerten Überzeugungen zur Förderung von vier ausgewählten metakognitiven Strategien analysiert. Als zentrales Ergebnis lässt sich festhalten, dass zwischen den Überzeugungen der Lehrpersonen und ihren berichteten Praktiken zur Förderung dieser Strategien insgesamt eine weitgehende Übereinstimmung besteht. Gleichzeitig liessen sich in einzelnen Bereichen, bei der Aufgabenplanung und der Aufgabenorientierung sowie bei der Reflexion und Evaluation, gewisse Abweichungen zwischen den geäußerten Überzeugungen und der konkret berichteten Umsetzung im Unterricht feststellen.

8.2 Diskussion und Implikationen für Praxis und Forschung

Ausgehend von den Ergebnissen der beiden Studien ergeben sich folgende drei übergeordnete Diskussionsschwerpunkte, die zentrale Erkenntnisse der beiden Studien bündeln und sie im aktuellen bildungswissenschaftlichen Diskurs verorten:

- Einsatz von digitalen Technologien bzw. Bildungstechnologien zur Förderung von SRL und Metakognition
- Praktiken von Lehrpersonen bei der Förderung von SRL und Metakognition mit Bildungstechnologien
- Überzeugungen und Praktiken bei der Förderung von SRL und Metakognition mit Bildungstechnologien

Jeder Diskussionsschwerpunkt wird durch Implikationen für die Praxis und die Forschung ergänzt.

8.2.1 Einsatz von digitalen Technologien bzw. Bildungstechnologien zur Förderung von SRL und Metakognition

Studie I, das systematische Review, verdeutlicht, wie sich digitale Technologien und deren Einsatz zur Förderung von SRL und Metakognition im Zeitraum von 1986 bis 2025 entwickelt haben. Während in den 1980er- und 1990er-Jahren vor allem der Erwerb grundlegender Computerkenntnisse im Vordergrund stand, wurden ab 2000 digitale Tools systematischer in den Unterricht integriert; zwischen 2000 und 2010 kamen vermehrt Online-Lernumgebungen und E-Portfolios zum Einsatz, um SRL zu fördern. Seit 2010 gewinnen spezialisierte Tools zunehmend an Bedeutung. Ab dem Jahr 2020 rückte zunehmend der gezielte Einsatz von Bildungstechnologien für personalisiertes, kollaboratives und selbstreguliertes Lernen in den Fokus. Mit diesen technologischen Entwicklungen ging auch eine stärkere Fokussierung in der Forschung auf Fragen der Förderung von SRL mit digitalen Technologien bzw. Bildungstechnologien einher, wie dies auch das systematische Review der Studie I belegt. Insbesondere die COVID-19-Pandemie führte zu einer verstärkten Nutzung von digitalen Technologien, Bildungstechnologien und Online-Unterricht. In diesem Zusammenhang betonen beispielsweise Fischer und Dignath (2024) die Bedeutung digitaler Kompetenzen von Lehrpersonen, um SRL im Kontext des Fernunterrichts, insbesondere beim Lernen zu Hause gezielt unterstützen zu können. Zudem gewinnen insbesondere KI-gestützte digitale Technologien zunehmend an Bedeutung für die Förderung von SRL. Eingebettet in adaptive Lernumgebungen können diese Lernprozesse dokumentieren, analysieren und dadurch individualisierte Unterstützung ermöglichen. Seit 2023/2024 gewinnt zunehmend auch generative KI an Bedeutung für die Förderung von SRL, etwa durch den Einsatz von ChatGPT als Lernbegleitung (Chiu, 2024). Im Vergleich zu früheren Studien eröffnen sich dadurch neue Möglichkeiten zur Untersuchung und gezielten Unterstützung von SRL und Metakognition.

Die Betrachtung dieser Entwicklungen verdeutlicht eine zunehmende technologische und didaktische Ausdifferenzierung digitaler Technologien im Hinblick auf ihr Potenzial zur Förderung von SRL und Metakognition. Eine mögliche Einordnung ergibt sich entlang eines Kontinuums zwischen zwei Ausprägungen. Auf der einen Seite stehen generische digitale Technologien, die nicht explizit zur Förderung von SRL oder Metakognition entwickelt wurden, jedoch im Unterricht von den Lehrpersonen entsprechend eingesetzt werden können, wie etwa „ChatGPT“. Auf der anderen Seite finden sich spezialisierte Bildungstechnologien, die gezielt für die Unterstützung von SRL und Metakognition konzipiert wurden, beispielsweise „FLoRA Engine“ (Li et al., 2025). Das in Studie II untersuchte Tool *LearningView* bewegt sich beispielsweise im mittleren Bereich des Kontinuums mit Tendenz zu den

Bildungstechnologien. Obwohl es nicht explizit zur Förderung von metakognitiven Strategien konzipiert wurde, unterstützt es Schüler:innen bei der Planung, Dokumentation und Überwachung ihrer Lernprozesse und ermöglicht als Organisations- und Diagnosetool individualisierte Aufgabenverteilung, Lernverlaufsdokumentation und Feedback. Dies sind Funktionen, die zentrale Aspekte metakognitiver Förderung adressieren (Fahrni et al., 2020; Hielscher et al., 2017).

Die im systematischen Review nachgezeichnete Entwicklung der digitalen Technologien sowie die Befunde der Studie II verdeutlichen, dass der Einsatz digitaler Technologien bzw. Bildungstechnologien zur Förderung von SRL und Metakognition nicht pauschal wirksam ist. Er hängt davon ab, welche technologischen Möglichkeiten zur Verfügung stehen und genutzt werden (z. B. Tools mit Learning Analytics oder integrierter generativer KI), welche didaktischen Zielsetzungen zusätzlich verfolgt werden (z. B. kollaboratives oder personalisiertes Lernen), wie Lerninhalte mit digitalen Technologien aufbereitet werden können (z. B. mit Tools, die spezifisch zur Förderung von SRL konzipiert wurden) und unter welchen strukturellen Bedingungen Lernen stattfindet (z. B. Präsenzunterricht oder Distanzunterricht). In Bezug dessen und in Bezug auf das dargestellte Kontinuum der digitalen Technologien stellt sich die Frage, inwiefern Funktionen von generischen Technologien ausreichen, um SRL oder Metakognition wirksam im Unterricht zu fördern. Dem gegenüber stehen Funktionen spezifischer bildungstechnologischer Tools, die Lehrpersonen explizit dabei unterstützen SRL und Metakognition zu fördern. Welche spezifischen Merkmale machen digitale Technologien und im Besonderen Bildungstechnologien zur Förderung von SRL und Metakognition besonders wirksam? Mit den Ergebnissen der beiden Studien der vorliegenden Dissertation können diese Fragen nicht abschliessend beantwortet werden. Es zeigte sich jedoch, dass weder generische digitale Tools noch bildungstechnologische Tools die professionelle Begleitung durch die Lehrperson ersetzen können.

Mit Blick auf die technologische Entwicklung stellt sich zunehmend die Frage, wie generative KI die Förderung SRL und Metakognition sowie die Rolle der Lehrperson künftig beeinflussen wird. Oder umgekehrt, wie Lehrpersonen generative KI vermehrt in den Unterricht integriert können, um die Lernprozesse der Schüler:innen zu fördern. Die Ergebnisse von Studie I deuten darauf hin, dass KI-Tools, beispielsweise Chatbots (Chiu et al., 2024), das Potenzial haben, SRL-Elemente durch dialogische Unterstützung zu fördern. Bei gezieltem Einsatz bieten sie niederschwellige Unterstützung, etwa durch permanente Verfügbarkeit, die Beantwortung individueller Fragen, den Einsatz metakognitiver Prompts oder adaptives Feedback sowie Impulse zur Reflexion. Demgegenüber kann aber auch die Gefahr bestehen,

dass generative KI die Entwicklung metakognitiver Strategien und selbstregulierten Lernens eher hemmt, da Lernende dazu verleitet werden können, sich auf die Technologie zu verlassen, anstatt metakognitive Prozesse eigenständig zu durchlaufen (Fan et al., 2025). Auch hier hängt die Qualität der Förderung auch weiterhin massgeblich von der didaktischen Gestaltung und der aktiven Rolle der Lehrperson ab (Dignath & Veenman, 2021).

In diesem Zusammenhang kommt die wechselseitige Interaktion zwischen Lehrperson, Schüler:innen und Bildungstechnologien, die in der Einleitung der vorliegenden Arbeit dargelegt wurde, zum Tragen. Digitale Technologien unterstützen mit ihren Funktionen SRL und Metakognition (einige spezifischer andere weniger spezifisch) und die Lehrperson hat die Aufgabe, diese Funktionen lernwirksam einzusetzen, einzubetten und pädagogisch zu begleiten. Zudem soll gewährleistet werden, dass bei den Schüler:innen selbstregulative und metakognitive Strategien entwickelt und vertieft werden (z. B. Perels & Dörrenbächer, 2020). Dies bestätigt auch das Rahmenmodell von Lachner et al. (2020), das, obwohl nicht explizit auf SRL oder Metakognition ausgerichtet, zeigt, dass sich das Potenzial digitaler Technologien aus der Passung zwischen technologischen Möglichkeiten, didaktischer Gestaltung und Lerninhalten ergibt. Entsprechend sollte die Frage, wie Bildungstechnologien zur Unterstützung von SRL und Metakognition beitragen können, stets im Zusammenspiel dieser drei Aspekte analysiert werden.

Implikationen für die Praxis

Die Ergebnisse der beiden Studien zeigen, dass der erfolgreiche Einsatz von digitalen Technologien bzw. Bildungstechnologien zur Förderung von SRL und Metakognition über die bloße Bereitstellung von digitalen Tools hinausgeht. Ein didaktisch fundierter Einsatz erfordert zugleich, dass die Kompetenzen der Lehrpersonen zum Einsatz von digitalen Technologien im Unterricht (Lachner et al., 2020) in der Ausbildung entwickelt und im Rahmen von Weiterbildungen kontinuierlich weiterentwickelt sowie systematisch aktualisiert werden.

Daraus lässt sich schliessen, dass Lehrpersonen generische digitale Technologien und Bildungstechnologien gezielt danach auswählen können sollten, ob deren Funktionen sie im Unterricht wirksam bei der Förderung von SRL und metakognitiven Strategien der Schüler:innen unterstützen. Insbesondere bei jüngeren Schüler:innen sollten sie zudem beurteilen können, ob die Funktionen eines Tools nicht nur für die implizite, sondern auch für die explizite direkte Förderung hilfreich sind.

Im Anbetracht der technologischen Entwicklung im Bereich KI ist es zudem zentral, dass Lehrpersonen KI-spezifisches Wissen erwerben und vertiefen können. Lehrpersonen sollen

Kompetenzen aufbauen können, KI als Werkzeug im Unterricht gezielt zu nutzen, dieses jedoch auch kritisch zu reflektieren. In Anlehnung an Fan et al. (2025) sollte dabei diskutiert werden, wie KI in den Unterricht integriert werden kann, damit sie Lernprozesse unterstützt, ohne dabei die eigenständige Auseinandersetzung der Schüler:innen mit Inhalten zu ersetzen oder metakognitive Aktivitäten zu verringern. Gemäss Mishra et al. (2023) müssen Lehrpersonen demzufolge ihr Technological Pedagogical Knowledge weiterentwickeln, um KI gezielt in Lernprozesse einzubetten. Zudem sollen Weiterbildungen thematisieren, wie sich die Rolle der Lehrperson durch den Einfluss von KI verändert (Mishra et al., 2023). Wichtig ist, dass Lehrpersonen dies im Zusammenhang mit den anderen Wissensarten (technologischem, fachlichem, didaktischem, kontextualisiertem Wissen und Kontextwissen) gemäss dem TPACK-Modell verknüpfen (Mishra, 2019; Petko et al., 2025).

Ergänzend dazu verdeutlicht das Modell von Lachner et al. (2020), dass der erfolgreiche Einsatz digitaler Medien bzw. von Bildungstechnologien nicht allein von der Kompetenz der Lehrperson abhängt, sondern im Zusammenspiel mit der Qualität des Medienangebots, der Nutzung durch die Schüler:innen, individuellen sowie strukturellen Rahmenbedingungen steht (Petko et al., 2025). Letztere beinhalten insbesondere auf der Mikro- und der Mesoebene eine verlässliche technische Infrastruktur, praxistaugliche Bildungstechnologien sowie Zeit und personelle Ressourcen für die Erprobung, Weiterentwicklung und Evaluation von innovativen, technologiebasierten Unterrichtssettings. Um dies zu ermöglichen, sind Schulentwicklungsprozesse erforderlich, die verschiedene Akteur:innen wie Schulleitung, Lehrpersonen, IT-Fachpersonen und pädagogische Fachpersonen einbeziehen. So beeinflusst etwa eine gut strukturierte digitale Lernumgebung, aktivierende Aufgabenformate und die technischen und organisatorischen Voraussetzungen, ob der Einsatz eines Tools lernförderlich ist.

Implikationen für die Forschung

SRL-Phasenmodelle (z. B. Pintrich, 2000; Zimmerman & Moylan, 2009) bieten eine wichtige Orientierung, um die Förderung von SRL durch Bildungstechnologien gezielt an einzelnen SRL-Prozessen (z. B. Zielsetzung oder Reflexion) auszurichten und einer unspezifischen Integration entgegenzuwirken. Gerade weil SRL ein komplexer und wenig sichtbarer Prozess ist, bieten die Modelle eine wichtige Grundlage für die theoriegeleitete Erforschung von Lernprozessen. Gleichzeitig führt der Einsatz digitaler Technologien im Unterricht zu neuen Forschungsfragen, die wiederum Rückwirkungen auf theoretische Modellbildung haben können.

Weiterführende Forschung sollte sich vertieft mit der Frage befassen, welche spezifischen Funktionen digitale Technologien und im speziellen Bildungstechnologien aufweisen (z. B. digitale Reflexionsprompts oder Feedbacksysteme) und wie diese gestaltet sein müssen, damit sie SRL und Metakognition wirksam zu fördern vermögen. Dabei gilt es auch zu untersuchen, inwiefern digitale Technologien Lehrpersonen gezielt dabei unterstützen können, SRL und metakognitive Strategien im Unterricht umzusetzen und wie Lehrpersonen eine passende Balance zwischen digitaler und analoger Förderung finden.

In diesem Zusammenhang ist insbesondere die Rolle von KI ein vielversprechendes, jedoch bislang wenig erforschtes Feld. Insbesondere KI-gestützte Bildungstechnologien, wie etwa Lernsysteme mit integrierter Lernanalyse, bieten neue Möglichkeiten zur Begleitung von Lernprozessen. Das systematische Review der vorliegenden Dissertation analysierte erste Studien, deren Ergebnisse darauf hindeuten, dass beispielsweise generative KI Potenziale für die Unterstützung von SRL bietet (z. B. Chiu, 2024). Vor diesem Hintergrund sollte künftige Forschung der Frage nachgehen, wie KI und insbesondere generative KI pädagogisch sinnvoll in Unterrichtskontexte integriert werden kann, um beispielsweise die Entwicklung von metakognitiven Strategien nachhaltig zu fördern. Dabei stellt sich auch die Frage, wann KI Lernprozesse unterstützt und wann sie diesbezüglich weniger förderlich ist. So könnte beispielsweise untersucht werden, inwiefern KI-generierte Reflexionsfragen bei den Schüler:innen die nachhaltige Anwendung metakognitiver Strategien unterstützen oder eher hemmen können. Ebenso könnte analysiert werden, wie sich das Zeitmanagementverhalten verändert, wenn Schüler:innen automatisierte Prompts zu ihrer Zeitplanung erhalten. Darüber hinaus ist bislang offen, ob automatisierte, KI-gestützte Rückmeldungen tatsächlich metakognitive Prozesse fördern oder eher die Eigenverantwortung der Schüler:innen reduzieren. Auch die Frage, ob generative KI zur Vertiefung kognitiver Strategien beitragen oder eher Lernen auf Oberflächenstrukturen begünstigen, bleibt bislang unbeantwortet. Entscheidend ist dabei weniger das mediale Format als vielmehr die Frage, ob durch KI lernwirksame Tiefenmerkmale, wie kognitive Aktivierung oder metakognitive Reflexion, tatsächlich unterstützt werden. Decristan et al. (2020) liefern hierfür den theoretischen Hintergrund durch ihre Reflexion über Oberflächen- und Tiefenmerkmale im Unterricht, ohne Settings gestützt durch generative KI zu untersuchen.

8.2.2 Praktiken von Lehrpersonen bei der Förderung von SRL und Metakognition mit Bildungstechnologien

Während der Diskussionsschwerpunkt im Unterabschnitt 8.2.1 den Einsatz der digitalen Technologien sowie Bildungstechnologien zur Förderung von SRL und Metakognition im Überblick diskutiert, richtet sich der Fokus dieses Unterabschnitts auf die konkreten Förderpraktiken von Lehrpersonen im Umgang mit diesen Technologien.

Das Review von Dignath und Veenman (2021) gelangte zum Ergebnis, dass Lehrpersonen SRL überwiegend indirekt fördern (ohne Einbezug digitaler Technologien). Die Ergebnisse des Reviews aus Studie I zeigte jedoch, dass in einem Grossteil der analysierten Studien auch direkte Förderung (mithilfe digitaler Technologien) festgestellt worden war (44 von 45 Studien). Gleichzeitig liessen sich in 22 dieser Studien ebenfalls Elemente indirekter Förderung identifizieren, in einer Studie sogar ausschliesslich. Der Unterschied in den Ergebnissen lässt sich möglicherweise durch die unterschiedlichen methodischen Zugänge der beiden Untersuchungen erklären. Dignath und Veenman (2021) analysierten ausschliesslich Unterrichtsbeobachtungsstudien im Präsenzunterricht ohne Einsatz digitaler Technologien. Der Fokus lag primär auf dem konkreten Handeln der Lehrpersonen im Klassenzimmer. Im Gegensatz dazu berücksichtigte das in der vorliegenden Dissertation erstellte Review ein breiteres Spektrum an Forschungsdesigns zur Untersuchung der Förderung von SRL und Metakognition im Kontext digitaler Technologien, ohne methodische Einschränkungen. Eingeschlossen wurden qualitative, quantitative und Mixed-Methods-Studien. Vor allem Interventionsstudien enthalten oft gezielte Massnahmen zur Förderung von SRL, die systematisch erfasst und beschrieben werden, da sie Teil des untersuchten didaktischen Konzepts sind.

In Studie II lag der Fokus auf der direkten Förderung metakognitiver Strategien, wobei insbesondere zwischen expliziter und impliziter direkter Förderung in digitalen und analogen Unterrichtssettings unterschieden wurde. Im Vergleich mit anderen Forschungsergebnissen, wie etwa denjenigen von Dignath und Büttner (2018), die SRL ohne Einbezug von digitalen Technologien untersuchen, ergab sich ein erweitertes Bild: Während diese Studien aufzeigten, dass die direkte Förderung von SRL eher implizit als explizit erfolgt, legen die Ergebnisse von Studie II nahe, dass bei den befragten 20 Lehrpersonen im Kontext von Bildungstechnologien implizite direkte Förderung deutlich häufiger zum Einsatz kommt als explizite direkte Förderung. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich Studie II auf ausgewählte metakognitive Strategien beschränkte, während Dignath und Büttner (2018) beispielsweise SRL als umfassendes Konstrukt untersucht hatten. Nichtsdestotrotz deuten diese Ergebnisse

darauf hin, dass die Art der Förderung möglicherweise mit dem Einsatz von Bildungstechnologien zusammenhängen könnte. Vor diesem Hintergrund lassen sich die Befunde theoretisch mit dem Konzept der Affordanzen in Verbindung bringen, das beschreibt, welche Interaktionsmöglichkeiten digitale Technologien den Nutzer:innen durch ihre Gestaltung ermöglichen (Hopkins, 2016). Gemäss Hartson (2003) gibt es im Bereich der Mensch-Computer-Interaktion verschiedene Typen von Affordanzen, nämlich kognitive, physische, sensorische und funktionale Affordanzen. Im vorliegenden Kontext sind insbesondere die kognitiven Affordanzen relevant, die sich auf Gestaltungsmerkmale digitaler Technologien beziehen, die kognitive Prozesse, wie Planen, Entscheiden oder Reflektieren ermöglichen oder anregen, ohne dass diese Prozesse explizit vermittelt werden. Digitale Technologien können somit Lernstrategien unterstützen und Lernprozesse initiieren, indem sie bestimmte Denk- und Handlungsschritte vorstrukturieren, die von den Schüler:innen eigenständig aktiviert werden, beispielsweise durch interaktive Planungsfunktionen oder automatisiertes Feedback. Diese Affordanzen sind jedoch, gemäss Hartson (2003), Gestaltungsmerkmale der Technologie und beziehen sich nicht auf die didaktische Ausgestaltung. Um SRL und metakognitive Strategien bei den Schüler:innen gezielt zu fördern, müssen die Lehrpersonen eine zentrale Rolle bei der didaktischen Gestaltung einnehmen. Diese Rolle bei einigen der befragten Lehrpersonen der Studie II sichtbar. Die Lehrperson fungiert als Vermittlerin zwischen Bildungstechnologien und den Schüler:innen, indem sie implizite Funktionen sichtbar macht, metakognitive Strategien explizit direkt fördert und digitale Massnahmen durch analoge Unterstützungsformate ergänzt.

Bei eher impliziter Förderung besteht zudem die Gefahr, dass der Nutzen von SRL und metakognitiven Strategien insbesondere für jüngere Schüler:innen nicht ausreichend erkennbar wird. Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass jüngere Schüler:innen klare Anleitungen und Erklärungen zu einzelnen Schritten im Lernprozess sowie zur Anwendung metakognitiver Strategien benötigen (Dignath & Büttner, 2008; Donker et al., 2014). Dies ermöglicht es Schüler:innen eine Strategie in anderen Kontexten eigenständig anzuwenden. Weitere Studien belegen, dass eine explizite direkte Förderung metakognitiver Strategien das Lernen und die Leistung der Lernenden signifikant verbessern kann (Sins et al., 2024). Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, dass Lehrpersonen eine ausgewogene Kombination aus expliziter direkter und impliziter direkter Förderung gezielt gestalten und lernwirksam umsetzen. Dies ist grundsätzlich sowohl in analogen als auch in digitalen Kontexten möglich, wobei analoge Kontexte eine unmittelbare Interaktion zwischen Lehrperson und Schüler:innen ermöglichen,

in denen metakognitive Strategien explizit thematisiert, modelliert und begründet werden können (Dignath & Veenman, 2021).

Das in Studie II untersuchte digitale Tool *LearningView* lässt sich anhand seiner Merkmale, die auf eine gezielte Förderung von SRL und Metakognition hinweisen, innerhalb des Kontinuums zwischen generischen digitalen Technologien und spezialisierten Bildungstechnologien eher im Bereich der spezialisierten Bildungstechnologien verorten (Abschnitt 8.2.1). Jedoch wurde die Förderung metakognitiver Strategien nicht als inhärenter Bestandteil des Tools implementiert, sondern sie erfolgt primär über die didaktische Gestaltung durch die Lehrperson. Diese Förderung lässt sich als ein top-down-orientierter Ansatz verstehen, wie er in der Weiterentwicklung des Metakognitionsmodells von Nelson (1996) durch Veenman (2016) beschrieben wird. Die metakognitive Regulation wird dabei von den Schüler:innen oder dem Tool nicht erst im Fall von Störungen reaktiv aktiviert, sondern bereits zu Beginn proaktiv angeregt.

Die Ergebnisse der Studie II zeigen somit nicht nur, wie Lehrpersonen Bildungstechnologien zur Förderung metakognitiver Strategien einsetzen, sondern auch, welche professionellen Kompetenzen dabei handlungsleitend sind. Daraus ergeben sich wichtige Implikationen für die Praxis, die im folgenden Abschnitt dargestellt werden.

Implikationen für die Praxis

Vor diesem Hintergrund ist es entscheidend, dass die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen nicht nur auf die Schulung der technologischen Aspekte abzielt, sondern darauf, dass Lehrpersonen professionelle Kompetenzen in Bezug auf die Förderung von SRL und Metakognition mit digitalen Technologien entwickeln können. Das umfasst gemäss dem COACTIV-Modell (Baumert & Kunter, 2011) die Auseinandersetzung mit den Überzeugungen (Abschnitt 8.2.3) sowie mit motivationalen Orientierungen, Selbstregulation und Professionswissen. Lehrpersonen sollten dabei gezielt in der Entwicklung, Weiterentwicklung und Reflexion ihres professionellen Wissens unterstützt werden. Diesbezüglich können Modelle, wie beispielsweise das integrierte Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK), einen Rahmen bieten. Zugleich gilt es zu berücksichtigen, dass das Vorhandensein entsprechenden Wissens noch keine Aussage über die Umsetzung im Unterricht zulässt. Für die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen bedeutet das, dass Modelle wie TPACK nicht abstrakt vermittelt, sondern in konkreten Anwendungssituationen verankert und reflektiert werden sollten. Dies erfordert praxisnahe Lerngelegenheiten, etwa durch Fallanalysen, Reflexionen des eigenen Unterrichts oder kollegiale Hospitationen. Lehrpersonen sollten darin

unterstützt werden, Affordanzen digitaler Technologien zu erkennen und didaktisch sinnvoll einzusetzen, beispielsweise durch explizite Förderung oder ergänzende analoge Förderung. Ebenso wichtig ist die Fähigkeit, digitale und analoge Förderung begründet einzusetzen, sowie die Fähigkeit, explizite und implizite direkte Förderung zu differenzieren und beide Formen didaktisch sinnvoll zu kombinieren zu können. Dies erfordert stetige Reflexionen darüber, wie digitale Technologien zur Förderung von SRL und Metakognition eingesetzt werden. Auch im Rahmenmodell zur Integration digitaler Medien von Lachner et al. (2020) wird deutlich, dass die Qualität digitaler Lernangebote nicht durch die Technologie selbst, sondern durch deren didaktisch reflektierte Nutzung entsteht, insbesondere im Hinblick auf individuelle Lernvoraussetzungen und schulische Rahmenbedingungen.

Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse, dass spezialisierte Bildungstechnologien wie *LearningView* zwar bestimmte metakognitive Prozesse anstossen können, diese jedoch selten vollständig eingebettet sind. Deshalb ist es umso wichtiger, dass Schulen entsprechende Umsetzungskonzepte entwickeln, in denen nicht nur der Einsatz digitaler Tools geregelt ist, sondern auch ihre pädagogische Zielrichtung im Sinne von SRL-Förderung und metakognitivem Lernen. Es erscheint sinnvoll, dass Schulentwicklung in diesem Bereich verstärkt auf die Förderung professioneller Handlungskompetenz ausgerichtet ist und nicht primär auf technische Infrastruktur setzt.

Implikationen für die Forschung

Aus den Ergebnissen von Studien I und Studie II zu den Kompetenzen von Lehrpersonen zur Förderung von SRL und Metakognition mit Bildungstechnologien lassen sich Implikationen für die Forschung ableiten, die in zukünftige Studien adressiert werden können.

- *Direkte und indirekte Förderung mit Bildungstechnologien:* Ein zentrales Forschungsdesiderat betrifft die direkte und die indirekte Förderung von SRL und Metakognition mit Bildungstechnologien. Der aktuelle Forschungsstand zur Förderung von SRL (ohne Einbezug von digitalen Technologien) zeigt, dass Lehrpersonen im besten Fall einen dualen Ansatz verfolgen sollten, der direkte und indirekten Förderung kombiniert (Karlen et al., 2020; Paris & Paris, 2001). Obwohl in Studie I Studien analysiert wurden, in denen direkte und indirekte Förderung gemeinsam vorkamen, wurde deren Zusammenspiel nicht systematisch analysiert. In Studie II stand ausschliesslich die direkte Förderung im Fokus. Ein vertiefendes Verständnis darüber, wie ein dualer Ansatz tatsächlich realisiert wird, steht daher weiterhin aus. Künftige Forschung sollte deshalb untersuchen, wie ein solcher dualer Förderansatz in der Praxis

konkret umgesetzt werden kann und welche Implikationen sich daraus für die Gestaltung von Unterricht ergeben. Dieser Aspekt gewinnt auch im Kontext von KI an Bedeutung, die in zukünftigen Studien ebenfalls aufgegriffen werden sollte. Darüber hinaus besteht weiterer Forschungsbedarf in Bezug auf die wirksame Gestaltung indirekter Förderung mit Bildungstechnologien. Dabei sollte insbesondere berücksichtigt werden, unter welchen Bedingungen indirekte Förderung von SRL und Metakognition nachhaltig unterstützt wird.

- *Explizite und implizite direkte Förderung von SRL oder metakognitiven Strategien mit Bildungstechnologien:* Im Vergleich zum Review von Dignath und Veenman (2021), in welchem Studien zu analogen Unterrichtsformen analysiert worden waren und eine überwiegend implizite direkte Förderung von SRL festgestellt wurde, ergab Studie II der vorliegenden Dissertation, in der Unterricht mit Bildungstechnologien untersucht wurde, ein differenzierteres Bild. Die Ergebnisse von Studie II deuten darauf hin, dass metakognitive Strategien im digitalen Kontext eher implizit, im analogen hingegen eher explizit gefördert werden. Dieses Ergebnis lässt vermuten, dass die Art der Förderung mit dem eingesetzten Tool zusammenhängen könnte und digitale Technologien eher eine implizite Förderung begünstigen (digitale Affordanzen; Hartson, 2003). Diese Hypothese könnte in zukünftigen Studien überprüft werden. Quantitative Studien könnten die Wirksamkeit expliziter und impliziter direkter Förderung von SRL und Metakognition systematisch vergleichen (z. B. anhand von Befragungen von Lehrpersonen, Schüler:innen in einem Prä-Post-Design), sowohl im digitalen als auch im analogen Kontext. Ein besonderer Fokus könnte dabei auf unterschiedliche Altersgruppen gelegt werden, weil es dies erlauben würde, mögliche entwicklungspsychologische Unterschiede im Lernverhalten zu identifizieren. Darüber hinaus könnten Studien mit einem Mixed-Methods-Design dazu beitragen, implizite direkte Förderung empirisch sichtbar zu machen. Dies könnte beispielsweise durch die Auswertung von Logfiles oder Chatverläufen erfolgen, um konkrete Hinweise auf implizite direkte Unterstützungsprozesse mit Bildungstechnologien zu gewinnen.
- *Kombination von digitaler und analoger Förderung von SRL und Metakognition:* Studie I und Studie II zeigten, dass Lehrpersonen bei der Förderung von SRL und Metakognition sowohl digitale als auch analoge Förderung kombinieren. In Studie II wurde dieser kombinierte Ansatz näher untersucht. Aufbauend auf diesen Ergebnissen könnten zukünftige Studien die Wirksamkeit kombinierter Förderung vertieft analysieren. Dabei wäre insbesondere zu klären, unter welchen Bedingungen welche

Kombination, etwa in Abhängigkeit von bestimmten Lernzielen, Fachinhalten oder Altersgruppen, besonders effektiv ist.

- *Förderung metakognitiver Strategien:* Studie II befasste sich mit der Förderung ausgewählter metakognitiver Strategien, differenzierte dabei jedoch nicht zwischen Bottom-up- und Top-down-Prozessen beim Einsatz dieser Strategien. Zukünftige Forschung könnte an dieser Stelle ansetzen und beide Ansätze gesondert untersuchen (Nelson, 1996; Veenman, 2016).

8.2.3 Überzeugungen und Praktiken bei der Förderung von SRL und Metakognition mit Bildungstechnologien

Bei der Förderung von SRL und Metakognition mit Bildungstechnologien sind auch die Überzeugungen von Lehrpersonen zentral und damit einhergehend die Frage, wie diese mit den konkreten Praktiken bei der Förderung von SRL und Metakognition mit Bildungstechnologien zusammenhängen. Gemäss dem COACTIV-Modell (Baumert & Kunter, 2011) zählen Überzeugungen (neben Professionswissen, motivationalen Orientierungen und Selbstregulation) zu den zentralen Komponenten professioneller Kompetenz von Lehrpersonen, die das unterrichtliche Handeln massgeblich beeinflussen.

Im Rahmen der systematischen Literaturanalyse in Studie I zeigte sich, dass bislang nur wenige Studien die Überzeugungen und Praktiken bei der Förderung von SRL und Metakognition mit Bildungstechnologien untersucht haben. In Studie II wurde diese Forschungslücke explorativ aufgegriffen. Zudem wurde in Studie II keine explizite Unterscheidung zwischen bereichsübergreifenden und bereichsspezifischen Überzeugungen vorgenommen. Trotzdem ist diese Unterscheidung relevant, da bereichsspezifische Überzeugungen kontextnäher sind und das konkrete Handeln stärker beeinflussen können als bereichsübergreifende Überzeugungen über Lehren und Lernen (Fives & Buehl, 2008). Die in Studie II erhobenen Aussagen der Lehrpersonen lassen sich mehrheitlich bereichsspezifischen Überzeugungen zuordnen, da sie sich auf konkrete Praktiken mit der Lernplattform *LearningView* beziehen

Die Ergebnisse von Studie II zeigen eine weitgehende Übereinstimmung zwischen den Überzeugungen der befragten Lehrpersonen und ihren berichteten Praktiken zur Förderung von SRL und Metakognition mit *LearningView*, insbesondere im Hinblick auf Zielsetzung und Zielorientierung sowie Zeitmanagement. Gleichzeitig liess sich feststellen, dass die Förderung bestimmter metakognitive Strategien, wie beispielsweise der Aufgabenplanung und Aufgabenorientierung sowie der Reflexion und Evaluation, trotz positiver Überzeugungen der

Lehrpersonen nur begrenzt umgesetzt werden. Unter Rückgriff auf das Modell von Buehl und Beck (2015) lassen sich die verschiedenen Einflussfaktoren benennen, welche den Zusammenhang zwischen Überzeugungen und Praktiken sowohl unterstützen als auch begrenzen können. Dabei unterscheiden die Autoren zwischen internen und externen Faktoren. Zu den internen Faktoren zählen unter anderem die Selbstwahrnehmung („Self-Awareness“), die eigene Fähigkeit zur Reflexion („Self-Reflection“) sowie das professionelle Wissen („Knowledge“) der Lehrpersonen. Letzteres lässt sich theoretisch mit dem TPACK-Modell (Mishra, 2019) verknüpfen, das die Integration von fachlichem, pädagogischem und technologischem Wissen beschreibt. Diese Wissensintegration gilt in verschiedenen Modellen (z.B. Baumert & Kunter, 2011) als wichtige Grundlage dafür, dass Lehrpersonen nicht nur Überzeugungen entwickeln, beispielsweise zur Förderung von Metakognition, sondern diese unter Zuhilfenahme ihres Wissens auch in der Praxis umsetzen können. Zusätzlich beschreibt das Modell von Buehl und Beck (2015) externe Faktoren auf Klassenebene, Schulebene, Schulträgerschaftsebene und nationaler Ebene, die massgeblich mitbestimmen, in welcher Form Überzeugungen in praktisches Handeln umgesetzt werden können. Dazu zählen beispielsweise auf Schulebene die technische Ausstattung der Schule, schulinterne Entwicklungsstrategien sowie Weiterbildungsangebote für Lehrpersonen. Auch solche externen Rahmenbedingungen beeinflussen den Zusammenhang zwischen Überzeugungen von Lehrpersonen und ihre konkreten Praktiken zur Förderung von SRL und Metakognition mit Bildungstechnologie. Die Differenzierung dieser Einflussfaktoren ist für die Interpretation des Zusammenhangs zwischen Überzeugungen und Praktiken im Umgang mit Bildungstechnologien relevant, da sie verdeutlicht, dass solche Zusammenhänge nicht nur durch individuelle Überzeugungen bestimmt werden, sondern auch durch die verschiedenen Kontextbedingungen (Buehl & Beck, 2015). Ein umfassendes Verständnis dieser Bedingungen ist notwendig, um eruieren zu können, unter welchen Voraussetzungen Lehrpersonen Bildungstechnologien sinnvoll für die Förderung von SRL und Metakognition nutzen können. Vor diesem Hintergrund ist es zentral, dass sich Lehrpersonen aktiv mit ihren eigenen Überzeugungen auseinandersetzen, diese reflektieren und sich im Hinblick auf spezifische Wissensbereiche weiterentwickeln. Besonders bedeutsam sind dabei Überzeugungen darüber, wie SRL und Metakognition gezielt gefördert werden können, sowie die Fähigkeit, Bildungstechnologien didaktisch sinnvoll einzusetzen, um Lerngelegenheiten für SRL und Metakognition zu schaffen (Lachner et al., 2020). Lehrpersonen sollten ihre Praktiken dabei nicht als losgelöstes Handeln in der eigenen Klasse verstehen, sondern als Teil eines komplexen,

systemischen Gefüges. Auf dieser Basis ergeben sich konkrete Implikationen für die Praxis, die im Folgenden näher erläutert werden.

Implikationen für die Praxis

Aus- und Weiterbildungsangebote können dazu beitragen, Lehrpersonen für ihre Überzeugungen und deren Zusammenhang mit der Praxis zu sensibilisieren und ihnen Werkzeuge an die Hand zu geben, damit sie sich ihrer eigenen Überzeugungen bewusstwerden und deren Einfluss auf ihr professionelles Handeln gezielt reflektieren können. Solche Angebote sollen die folgenden Elemente beinhalten:

1. Lehrpersonen sollten sich mit ihren Überzeugungen zur Förderung von SRL und Metakognition durch Bildungstechnologien auseinandersetzen. Dabei ist es wichtig, sowohl bereichsübergreifende als auch bereichsspezifische sowie explizite und implizite Überzeugungen bewusst zu reflektieren (Fives & Buehl, 2008; Spruce & Bol, 2015). Ausserdem sollten sie verstehen können, welche Begründungen und Erfahrungen diesen Überzeugungen zugrunde liegen.
2. Darauf aufbauend sollten sich Lehrpersonen mit der Frage auseinandersetzen, wie diese Überzeugungen die Gestaltung von Unterricht und konkrete Praktiken beeinflussen können, beispielsweise bei der Nutzung von Bildungstechnologien zur Förderung metakognitiver Strategien.
3. Lehrpersonen sollten sich Strategien aneignen, mit denen sie ihre Überzeugungen regelmässig reflektieren und weiterentwickeln können. Unterstützt werden kann dies durch Massnahmen, wie kollegiale Hospitationen und Diskussionen, die Aneignung neuen Fachwissens oder gezielte Selbstreflexion.
4. Schliesslich sollten Aus- und Weiterbildungsangebote Lehrpersonen aufzeigen, wie sie im Spannungsfeld zwischen eigenen Überzeugungen und äusseren Kontextbedingungen professionell agieren können. Dies kann auch bedeuten, dass sie lernen, ihre Praktiken weiterzuentwickeln, um ihren Überzeugungen gerecht zu werden.

Das Rahmenmodell zur didaktisch sinnvollen Integration digitaler Medien von Lachner et al. (2020) kann hierfür eine hilfreiche Orientierung bieten. Es zeigt auf, dass die Wirksamkeit digitaler Technologien im Unterricht wesentlich von der Qualität der Medienintegration abhängt, die wiederum durch die professionellen Kompetenzen der Lehrperson (z. B. ihre Überzeugungen und ihr Wissen) beeinflusst wird. Diese Qualität spiegelt sich in der konkreten Gestaltung des Unterrichtsangebots wider. Damit digitale Technologien wirksam eingesetzt werden können, ist es notwendig, dass Lehrpersonen ihre Überzeugungen zur Förderung von

SRL und Metakognition sowie hinsichtlich digitaler Technologien reflektieren. Die bewusste Auseinandersetzung mit den eigenen Überzeugungen kann somit als Voraussetzung für eine qualitativ hochwertige Integration von Bildungstechnologien zur Förderung von SRL und Metakognition verstanden werden.

Implikationen für die Forschung

Weiterführende Forschung könnte untersuchen, welche Überzeugungen Lehrpersonen in Bezug auf die Förderung von SRL und Metakognition vertreten und in welchem Masse sich diese auf ihr unterrichtliches Handeln auswirken. Um die Zusammenhänge zwischen Überzeugungen und Praktiken differenziert erfassen zu können, wären kombinierte Erhebungsdesigns sinnvoll. So könnten standardisierte Fragebögen mit videobasierten Unterrichtsbeobachtungen verbunden werden, um sowohl Überzeugungen der Lehrpersonen als auch beobachtbares Handeln aus einer externen, intersubjektiven Perspektive zu analysieren. Darüber hinaus wäre zu analysieren, wie diese Überzeugungen durch institutionelle Rahmenbedingungen (beispielsweise Schulentwicklung, kollegiale Zusammenarbeit, digitale Infrastruktur) unterstützt oder eingeschränkt werden. Mithilfe einer Längsschnittstudie liesse sich zudem erfassen, wie sich Überzeugungen von Lehrpersonen in Bezug auf die Förderung von SRL und Metakognition mit Bildungstechnologien im Verlauf ihrer beruflichen Entwicklung verändern und in welcher Weise diese Veränderungen mit der Unterrichtspraxis, wie etwa infolge neuer Anforderungen im Umgang mit Bildungstechnologien, zusammenhängen.

Anknüpfend an die praxisbezogenen Implikationen könnte darüber hinaus untersucht werden, wie Aus- und Weiterbildung Lehrpersonen gezielt darin unterstützen können, ihre Überzeugungen zu reflektieren und weiterzuentwickeln. Hier bieten sich insbesondere Studien zu berufsbegleitenden professionellen Entwicklungsprozessen an, die Überzeugungen nicht normativ bewerten, sondern sie kontextgebunden analysieren und sichtbar machen. Ein mögliches Vorgehen wäre die Durchführung von Interventionsstudien, in denen ein Weiterbildungskonzept mit Hilfe einer Experimental- und einer Kontrollgruppe evaluiert wird.

Studie II lieferte erste Hinweise darauf, dass es Übereinstimmungen zwischen den Überzeugungen und den berichteten Praktiken von Lehrpersonen bei der Förderung metakognitiver Strategien mit Bildungstechnologien gibt. Dieser Aspekt wurde jedoch bis anhin zu wenig systematisch und in Studie II nur exemplarisch untersucht. Eine weitere Forschungsperspektive könnte in diesem Bereich die Untersuchung von sowohl bereichsübergreifenden als auch bereichsspezifischen Überzeugungen und ihren Zusammenhängen mit der Praxis sein.

8.3 Limitationen

Die Aussagekraft der Ergebnisse wird durch bestimmte methodische und inhaltliche Begrenzungen beeinflusst, die sich aus dem qualitativen Design, der Auswahl der Teilnehmenden und dem Fokus auf die Perspektive der Lehrpersonen ergeben.

- In Studie I und Studie II wurden die Praktiken von Lehrpersonen bei der Förderung von SRL und Metakognition in den Blick genommen. In Studie II wurden die Praktiken nicht direkt beobachtet, sondern auf der Basis von Interviewaussagen erhoben und analysiert. Zukünftige Studien sollten ergänzend reale Unterrichtssituationen beobachten, um die Umsetzung der Praktiken sowie das zugrunde liegende Verständnis von SRL und Metakognition vertiefend aus einer externen Perspektive analysieren zu können.
- In der vorliegenden Dissertation wurde die Interaktion zwischen Lehrpersonen, Schüler:innen und Bildungstechnologien als zentraler Aspekt hervorgehoben. Im Rahmen der beiden Studien konnte jedoch einzig die Perspektive der Lehrperson betrachtet werden. Eine empirische Untersuchung der wechselseitigen Einflüsse zwischen den beteiligten Akteur:innen konnte demgegenüber nicht durchgeführt werden. Die Frage, wie genau sich die Interaktionen zwischen Lehrperson, Schüler:innen und digitalen Technologien oder Bildungstechnologien bei der Förderung von SRL oder Metakognition im Unterricht konkret ausgestalten und wie sie sich gegenseitig beeinflussen, bleibt somit noch offen und stellt ein Desiderat für zukünftige Forschung dar.
- Beide Studien weisen hinsichtlich der Generalisierbarkeit der Ergebnisse Einschränkungen auf. In Studie I verunmöglichte die methodische Heterogenität der einbezogenen Studien verallgemeinerbare Schlussfolgerungen. Die Ergebnisse dienen jedoch zur Systematisierung des Forschungsstandes und bieten erste Anhaltspunkte. Auch in Studie II waren aufgrund des qualitativen Designs und der eher kleinen Stichprobe, die insbesondere digital affine Lehrpersonen umfasste, keine generalisierbaren Aussagen möglich. Der Fokus auf ein spezifisches bildungstechnologisches Tool (*LearningView*) stellt eine weitere Einschränkung dar. Für zukünftige Forschung wären quantitative Studien mit grösseren Stichproben sowie mit Einbezug unterschiedlicher Bildungstechnologien sinnvoll, um breitere Erkenntnisse zur Förderung von SRL und Metakognition zu gewinnen.
- In qualitativen Interviewstudien besteht grundsätzlich das Risiko, dass Antworten durch soziale Erwünschtheit verzerrt sind. Auch wenn zwischen der Interviewerin und den

befragten Lehrpersonen kein persönliches Verhältnis bestand und alle Teilnehmenden der Studie anonymisiert wurden, ist nicht auszuschliessen, dass Interviewaussagen sozial erwünscht formuliert wurden. Dies betrifft insbesondere berichtete Praktiken, die als professionell wünschenswert gelten. Zukünftige Forschung könnte ergänzend auf Beobachtungsdaten oder videobasierte Analysen zurückgreifen, um solche potenziellen Verzerrungen weiter zu minimieren.

9 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die vorliegende Dissertation untersucht die Überzeugungen und Praktiken von Lehrpersonen bei der Förderung von SRL und Metakognition im Kontext digitaler Technologien. Auf Grundlage eines systematischen Reviews (Studie I) sowie einer qualitativen Interviewstudie (Studie II) wurde untersucht, wie Lehrpersonen SRL und metakognitive Strategien digital und analog fördern und in welchem Zusammenhang ihre diesbezüglichen Überzeugungen mit ihren Praktiken stehen.

Der Mehrwert dieser Arbeit liegt in der differenzierten Analyse von Überzeugungen und Praktiken zur Förderung von SRL und Metakognition mit digitalen Technologien bzw. Bildungstechnologien, der Untersuchung expliziter und impliziter direkter sowie indirekter Förderung und der Reflexion und Kontextualisierung der empirischen Befunde. Die Dissertation liefert Implikationen für die Praxis und Forschung zur Förderung von SRL und Metakognition mit Bildungstechnologien.

In einer Zeit, in der digitale Technologien und zunehmend auch generative KI immer stärker in Schule und Unterricht integriert werden, ist die Fähigkeit selbstreguliert lernen zu können zentraler denn je. SRL und Metakognition werden dabei zu wichtigen Kompetenzen in digital unterstützten Unterrichtssettings (Azevedo et al., 2019; Fan et al., 2025; Ng et al., 2024; Perels & Dörrenbächer, 2020). Gerade unter diesen Bedingungen stellt sich nicht nur die Frage, *ob* digitale Technologien SRL und Metakognition fördern können. Vielmehr rückt zunehmend die Rolle der Lehrperson in den Fokus (Perels & Dörrenbächer, 2020). Auch die Ergebnisse dieser Dissertation zeigen, dass weiterhin geklärt werden muss, wie Lehrpersonen ihren Unterricht mit digitalen Technologien didaktisch umsetzen können, um SRL und Metakognition zu fördern. Die Integration digitaler Technologien in den Unterricht ist nicht die Aufgabe der einzelnen Lehrperson allein. Dazu braucht es in der Praxis zusätzliche Schulentwicklungsprozesse, in denen die Lehrpersonen eine entsprechende didaktische Kultur gemeinsam kritisch-reflexiv entwickeln. Zudem bedarf es neben fachlichen Weiterentwicklungsmöglichkeiten auch weitere Rahmenbedingungen, wie technische, personale und zeitliche Ressourcen. Die Forschung hat die Aufgabe, diese Entwicklungen systematisch zu begleiten und untersuchen. Bei der Interpretation der Ergebnisse der vorliegenden Dissertation sind das qualitative Studiendesign und die begrenzte Stichprobe zu berücksichtigen. Sie ermöglichen keine generalisierten Aussagen, bieten jedoch fundierte Einblicke in die Überzeugungen und Praktiken von Lehrpersonen bei der Förderung von SRL und Metakognition. Zukünftig braucht es weiterhin eine differenzierte empirische

Auseinandersetzung mit der Frage, wie sich unterschiedliche digitale Förderung (explizite oder implizite direkte oder indirekte Förderung) mit verschiedenen digitalen Tools auf die Qualität von SRL und Metakognition auswirken.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es in einem Unterricht mit digitalen Technologien entscheidend ist, wie Lehrpersonen diese verantwortungsvoll zur Förderung von Lernprozessen einsetzen und den Unterricht diesbezüglich didaktisch gestalten. Im Zentrum stehen dabei nicht die digitalen Technologien, sondern das professionelle Wissen (z. B. Petko et al., 2025) und die didaktische Handlungskompetenz der Lehrperson (Lachner et al., 2020). Ziel ist es, Lernumgebungen mit digitalen Technologien zu schaffen, in denen Schüler:innen dazu befähigt werden, eigene Lernprozesse zu planen, zu steuern, zu reflektieren und weiterzuentwickeln. Die Förderung von SRL und Metakognition mit digitalen Technologien ist deshalb nicht nur eine didaktische Aufgabe, sondern ein grundlegender Bestandteil zeitgemässer Bildung.

10 Literatur

- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). *21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries* (OECD Education Working Papers No. 41). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/218525261154>
- Arianto, F., & Hanif, M. (2024). Evaluating metacognitive strategies and self-regulated learning to predict primary school students' self-efficacy and problem-solving skills in science learning. *Journal of Pedagogical Research*, 8(3), 301–319. <https://doi.org/10.33902/JPR.202428575>
- Aronson, E., Wilson, T. D., & Sommers, S. R. (2023). *Sozialpsychologie* (M. Reiss, Trans.; 10th rev. ed.). Pearson. (Original work published 2018).
- Artelt, C. (2000). *Strategisches Lernen*. Waxmann.
- Azevedo, R., Cromley, J. G., & Seibert, D. (2004). Does adaptive scaffolding facilitate students' ability to regulate their learning with hypermedia? *Contemporary Educational Psychology*, 29(3), 344–370. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2003.09.002>
- Azevedo, R., Mudrick, N., Taub, M., & Bradbury, A. (2019). Self-regulation in computer-assisted learning systems. In J. Dunlosky & K. A. Rawson (Eds.), *The Cambridge handbook of cognition and education* (pp. 587–618). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108235631.024>
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall.
- Bannert, M. (2007). *Metakognition beim Lernen mit Hypermedien: Erfassung, Beschreibung und Vermittlung wirksamer metakognitiver Strategien und Regulationsaktivitäten*. Waxmann.
- Bannert, M. (2009). Promoting self-regulated learning through prompts. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 23(2), 139–145. <https://doi.org/10.1024/1010-0652.23.2.139>
- Bannert, M., & Mengelkamp, C. (2013). Scaffolding hypermedia learning through metacognitive prompts. In R. Azevedo & V. Aleven (Eds.), *International handbook of metacognition and learning technologies* (pp. 171–186). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-5546-3_12
- Barana, A., Fissore, C., & Marchisio, M. (2021). Automatic formative assessment strategies for the adaptive teaching of mathematics. In H. C. Lane, S. Zvacek, & J. Uhomoibhi (Eds.), *Computer supported education (Communications in Computer and Information*

- Science*, Vol. 1473, pp. 341–365). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86439-2_18
- Baumert, J., & Kunter, M. (2011). Das Kompetenzmodell von COACTIV. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, & M. Neubrand (Eds.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (pp. 29–47). Waxmann.
- Baumgartner, P., Häfele, H., & Maier-Häfele, K. (2002). E-Learning Standards aus didaktischer Perspektive. In G. Bachmann, O. Haefeli, & M. Kindt (Eds.), *Campus 2002: Die virtuelle Hochschule in der Konsolidierungsphase* (pp. 277–286). Waxmann.
- Biswas, G., Segedy, J. R., & Bunchongchit, K. (2016). From design to implementation to practice a learning by teaching system: Betty’s Brain. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 350–364. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0057-9>
- Boekaerts, M. (1999). Self-regulated learning: Where we are today. *International Journal of Educational Research*, 31(6), 445–457. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(99\)00014-2](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(99)00014-2)
- Braad, E., Degens, N., & IJsselsteijn, W. A. (2020). Designing for metacognition in game-based learning: A qualitative review. *Translational Issues in Psychological Science*, 6(1), 53–69. <https://doi.org/10.1037/tps0000217>
- Brandhofer, G., Miglbauer, M., Fikisz, W., Garzi, M., Groissböck, P., Leitgeb, T., & Winder, G. (2022). Professionsentwicklung und Kompetenzen von Lehrpersonen in einer Kultur der Digitalität am Beispiel digi.kompP. *R&E-Source*, 2022(18), Article a1085. <https://doi.org/10.53349/resource.2022.i18.a1085>
- Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of human development. Experiments by nature and design*. Harward University Press.
- Brown, A. L. (1978). Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition. In R. Glaser (Ed.), *Advances in instructional psychology* (Vol. 1, pp. 77–165). Erlbaum.
- Brown, C., Hedberg, J., & Harper, B. (1994). Metacognition as a basis for learning support software. *Performance Improvement Quarterly*, 7(2), 3–26.
- Brunstein, J. C., & Spörer, N. (2001). Selbstgesteuertes Lernen. In D. H. Rost (Ed.) *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (2nd rev. & expanded ed., pp. 742–749). Beltz.
- Buehl, M. M., & Beck, J. S. (2015). The relationship between teachers’ beliefs and teachers’ practices. In H. Fives & M. Gregoire Gill (Eds.), *International handbook of research on teachers’ beliefs* (pp. 78–96). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203108437>

- Butler, D. L., & Winne, P. H. (1995). Feedback and self-regulated learning: A theoretical synthesis. *Review of Educational Research*, 65(3), 245–281.
<https://doi.org/10.3102/00346543065003245>
- Celik, I. (2023). Towards intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior*, 138, Article 107468.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107468>
- Chen, J. (2022). The effectiveness of self-regulated learning (SRL) interventions on L2 learning achievement, strategy employment and self-efficacy: A meta-analytic study. *Frontiers in Psychology*, 13, Article 1021101.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1021101>
- Chiu, T. K. F. (2024). A classification tool to foster self-regulated learning with generative artificial intelligence by applying self-determination theory: A case of ChatGPT. *Educational Technology Research and Development*, 72, 2401–2416.
<https://doi.org/10.1007/s11423-024-10366-w>
- Chiu, T. K. F., Moorhouse, B. L., Chai, C. S., & Ismailov, M. (2024). Teacher support and student motivation to learn with artificial intelligence (AI)-based chatbot. *Interactive Learning Environments*, 32(7), 3240–3256.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2172044>
- Cosnefroy, L., & Carré, P. (2014). Self-regulated and self-directed learning: Why don't some neighbors communicate? *International Journal of Self-Directed Learning*, 11(2), 1–12.
- Craig, K., Hale, D., Grainger, C., & Stewart, M. E. (2020). Evaluating metacognitive self-reports: Systematic reviews of the value of self-report in metacognitive research. *Metacognition and Learning*, 15(2), 155–213. <https://doi.org/10.1007/s11409-020-09222-y>
- Daher, W., & Hashash, I. (2022). Mathematics teachers' encouragement of their students' metacognitive processes. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 12(9), 1272–1284. <https://doi.org/10.3390/ejihpe12090088>
- Dale, A. (2020). *Using a metacognition scaffold to improve student critical thinking: A qualitative single case study of a grade twelve English class* [Doctoral dissertation, Northcentral University School of Education]. ProQuest Dissertations and Theses Global.
- Dann, H.-D. (2000). Lehrerkognitionen und Handlungsentscheidungen. In M. K. W. Schweer (Ed.), *Lehrer-Schüler-Interaktion* (pp. 79–108). VS Verlag für Sozialwissenschaften.

- Daumiller, M., & Dresel, M. (2019). Supporting self-regulated learning with digital media using motivational regulation and metacognitive prompts. *The Journal of Experimental Education*, 87(1), 161–176. <https://doi.org/10.1080/00220973.2018.1448744>
- Davenport, S. (2021). *Teachers' perceptions of self-regulated learning in a technology-supported collaborative learning environment* (Publication No. 28712909) [Doctoral dissertation, Walden University]. ProQuest Dissertations and Theses Global.
- De Corte, E., Verschaffel, L., & Masui, C. (2004). The CLIA-model: A framework for designing powerful learning environments for thinking and problem solving. *European Journal of Psychology of Education*, 19(4), 365–384. <https://doi.org/10.1007/BF03173216>
- De Smul, M., Heirweg, S., Van Keer, H., Devos, G., & Vandeveld, S. (2018). How competent do teachers feel instructing self-regulated learning strategies? Development and validation of the teacher self-efficacy scale to implement self-regulated learning. *Teaching and Teacher Education*, 71, 214–225. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.01.001>
- Decristan, J., Hess, M., Holzberger, D., & Praetorius, A.-K. (2020). Oberflächen- und Tiefenmerkmale. Eine Reflexion zweier prominenter Begriffe der Unterrichtsforschung. In A.-K. Prätorius, J. Grünkorn, & E. Klieme (Eds.), *Empirische Forschung zu Unterrichtsqualität. Theoretische Grundfragen und quantitative Modellierungen* (pp. 102–116). Beltz Juventa. <https://doi.org/10.25656/01:25867>
- Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz (D-EDK). (2014). *Lehrplan 21*. <https://www.lehrplan.ch>
- Devolder, A., van Braak, J., & Tondeur, J. (2012). Supporting self-regulated learning in computer-based learning environments: Systematic review of effects of scaffolding in the domain of science education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 28(6), 557–573. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2011.00476.x>
- Dignath, C., & Büttner, G. (2008). Components of fostering self-regulated learning among students: A meta-analysis on intervention studies at primary and secondary school level. *Metacognition and Learning*, 3(3), 231–264. <https://doi.org/10.1007/s11409-008-9029-x>
- Dignath, C., & Büttner, G. (2018). Teachers' direct and indirect promotion of self-regulated learning in primary and secondary school mathematics classes: Insights from video-based classroom observations and teacher interviews. *Metacognition Learning*, 13, 127–157. <https://doi.org/10.1007/s11409-018-9181-x>

- Dignath, C., & Veenman, M. V. J. (2021). The role of direct strategy instruction and indirect activation of self-regulated learning—Evidence from classroom observation studies. *Educational Psychology Review*, 33(2), 489–533. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09534-0>
- Dignath, C., Büttner, G., & Langfeldt, H.-P. (2008). How can primary school students learn self-regulated learning strategies most effectively? *Educational Research Review*, 3(2), 101–129. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2008.02.003>
- Dignath-van Ewijk, C. D. (2016). What determines whether teachers enhance self-regulated learning? Predicting teachers' self-reported promotion of self-regulated learning by teachers' beliefs, knowledge, and self-efficacy. *Frontline Learning Research*, 4(5), 83–105. <https://doi.org/10.14786/flr.v4i5.247>
- Dignath-van Ewijk, C., & van der Werf, G. (2012). What teachers think about self-regulated learning: Investigating teacher beliefs and teacher behavior of enhancing students' self-regulation. *Education Research International*, 2012, Article 741713, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2012/741713>
- Domagk, S., Schwartz, R. N., & Plass, J. L. (2010). Interactivity in multimedia learning: An integrated model. *Computers in Human Behavior*, 26(5), 1024–1033. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.03.003>
- Donker, A. S., de Boer, H., Kostons, D., Dignath van Ewijk, C. C., & van der Werf, M. P. C. (2014). Effectiveness of learning strategy instruction on academic performance: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 11, 1–26. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.11.002>
- Drieschner, E. (2007). *Erziehungsziel „Selbständigkeit“: Grundlagen, Theorien und Probleme eines Leitbildes der Pädagogik*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-90562-4>
- Du Plooy, E., Casteleijn, D., & Franzsen, D. (2024). Personalized adaptive learning in higher education: A scoping review of key characteristics and impact on academic performance and engagement. *Heliyon*, 10(21), e39630. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39630>
- Efklides, A. (2011). Interactions of metacognition with motivation and affect in self-regulated learning: The MASRL model. *Educational Psychologist*, 46(1), 6–25. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.538645>

- Eggers, J. H., Oostdam, R., & Voogt, J. (2021). Self-regulation strategies in blended learning environments in higher education: A systematic review. *Australasian Journal of Educational Technology*, 37(6), 175–192. <https://doi.org/10.14742/ajet.6453>
- Eickelmann, B., & Drossel, K. (2020). *Lehrer*innenbildung und Digitalisierung – Konzepte und Entwicklungsperspektiven*. In I. van Ackeren, H. Bremer, F. Kessl, H. C. Koller, N. Pfaff, C. Rotter, D. Klein, & U. Salascheck (Eds.), *Bewegungen. Beiträge zum 26. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft* (pp. 349–362). Verlag Barbara Budrich. <https://doi.org/10.25656/01:19253>
- Elmabaredy, A., & Gencel, N. (2024). Exploring the integration of self-regulated learning into digital platforms to improve students' achievement and performance. *Discover Education*, 3(1), 262. <https://doi.org/10.1007/s44217-024-00233-4>
- Ertmer, P. A. (2005). Teacher pedagogical beliefs: The final frontier in our quest for technology integration? *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 25–39. <https://doi.org/10.1007/BF02504683>
- Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. T., Sadik, O., Sendurur, E., & Sendurur, P. (2012). Teacher beliefs and technology integration practices: Examining the alignment between espoused and enacted beliefs. In J. G. Schraw, D. H. Robinson, & J. A. Plake (Eds.), *Teachers' pedagogical beliefs: Definition and operationalisation—Connections to knowledge and performance—Development and change* (pp. 149–169). Waxmann.
- Ertmer, P., Ottenbreit-Leftwich, A., & Tondeur, J. (2015). Teacher beliefs and uses of technology support 21st century teaching and learning. In H. Fives & M. G. Gill (Eds.), *International handbook of research on teacher beliefs* (pp. 403–419). Routledge.
- Estapa, A., Schmidt-Crawford, D., Ash, A., & Sahin, E. (2022). Elementary teachers' approach to responsive teaching in a self-regulated mathematics environment. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 22(2), 326–352.
- European Commission, Joint Research Centre. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Fahrni, D., Hielscher, M., & Prasse, D. (2020). *Digitale Lernumgebungen - „LearningView“: Unterstützung des selbstregulierten Lernens*. schule+bildung.
- Fan, Y., Tang, L., Le, H., Shen, K., Tan, S., Zhao, Y., Shen, Y., Li, X., & Gašević, D. (2025). Beware of metacognitive laziness: Effects of generative artificial intelligence on learning motivation, processes, and performance. *British Journal of Educational Technology*, 56(2), 489–530. <https://doi.org/10.1111/bjet.13544>

- Faustich, P. (2002). Vom selbstorganisierten zum selbstbestimmten Lernen. In A. von Oettingen & H. Sunkel (Eds.), *Praxishandbuch selbstbestimmtes Lernen: Konzepte, Perspektiven und Instrumente für die berufliche Aus- und Weiterbildung* (pp. 61–98). Juventa.
- Fischer, A., & Dignath, C. (2024). How do teachers promote self-regulation of learning when students need to learn at home? The moderating role of teachers' ICT competency. *Unterrichtswissenschaft*, 52(1), 65–92. <https://doi.org/10.1007/s42010-023-00191-0>
- Fives, H., & Buehl, M. M. (2008). What do teachers believe? Developing a framework for examining beliefs about teachers' knowledge and ability. *Contemporary Educational Psychology*, 33(2), 134–176. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2008.01.001>
- Fives, H., & Buehl, M. M. (2012). Spring cleaning for the “messy” construct of teachers' beliefs: What are they? Which have been examined? What can they tell us? In K. R. Harris, S. Graham, T. Urdan, J. M. Royer, & M. Zeidner (Eds.), *APA educational psychology handbook* (Vol. 2, pp. 471–499). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/13274-019>
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-development inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906–911. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- Friedrich, H. F., & Mandl, H. (1997). Analyse und Förderung selbstgesteuerten Lernens. In F. E. Weinert (Ed.), *Psychologische Erwachsenenbildung. Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich D, Praxisgebiete, Serie I, Pädagogische Psychologie* (Vol. 4, pp. 237–293). Hogrefe.
- Garcia, R., Falkner, K., & Vivian, R. (2018). Systematic literature review: Self-regulated learning strategies using e-learning tools for computer science. *Computers & Education*, 123, 150–163. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.006>
- Grant, A. M. (2012). The efficacy of coaching. In J. Passmore, D. B. Peterson, & T. Freire (Eds.), *The Wiley-Blackwell handbook of the psychology of coaching and mentoring* (pp. 13–39). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118326459.ch2>
- Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information and Libraries Journal*, 26, 91–108. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- Groeben, N., & Schlee, J. (1988). *Das Forschungsprogramm subjektive Theorien: Eine Einführung in die Psychologie des reflexiven Subjekts*. Francke.

- Hartman, H. J. (2015). Engaging adolescent students' metacognition through WebQuests: A case study of embedded metacognition. In A. Peña-Ayala (Ed.), *Metacognition: fundamentals, applications and trends* (pp. 135–166). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-11062-2_6
- Hartson, R. (2003). Cognitive, physical, sensory, and functional affordances in interaction design. *Behaviour & Information Technology*, 22(5), 315–338.
<https://doi.org/10.1080/01449290310001592587>
- Hasselhorn, M. (1992). Metakognition und Lernen. In A. Gold (Ed.), *Lernbedingungen und Lernstrategien. Welche Rolle spielen kognitive Verstehensstrukturen?* (pp. 35–63). Narr.
- Hasselhorn, M., & Gold, A. (2022). *Pädagogische Psychologie: Erfolgreiches Lernen und Lehren*. Kohlhammer GmbH. <https://doi.org/10.17433/978-3-17-039783-5>
- Helmke, A. & Schrader, F.-W. (2014). Angebots-Nutzungs-Modell. In M. A. Wirtz (Eds.), *Dorsch – Lexikon der Psychologie* (17th ed., p. 149–150). Huber.
- Hertel, S., & Karlen, Y. (2021). Implicit theories of self-regulated learning: Interplay with students' achievement goals, learning strategies, and metacognition. *British Journal of Educational Psychology*, 91(3), 972–996. <https://doi.org/10.1111/bjep.12402>
- Hielscher, M., Tschudi, C., Prasse, D., & Honegger, B. D. (2017). LearningView—Ein digitales Werkzeug zur Unterstützung eines offenen Unterrichts. In *DeLFI 2017: Die 15. E-Learning Fachtagung Informatik* (pp. 131–136). In C. Igel, C. Ullrich, & M. Wessner (Eds.), *Bildungsräume DeLFI 2017* (pp. 131–136). Gesellschaft für Informatik.
- Higgins, S., & Moseley, D. (2001). Teachers' thinking about information and communications technology and learning: Beliefs and outcomes. *Teacher Development*, 5(2), 191–210.
<https://doi.org/10.1080/13664530100200138>
- Hilbe, R. (2022). *Selbst organisiertes Lernen am Gymnasium: Eine Untersuchung interindividueller Unterschiede bei Schülerinnen und Schülern im Umgang mit der Lernerautonomie*. Buddrich Academic Press. <https://doi.org/10.3224/96665026>
- Hopkins, J. (2016). The concept of affordances in digital media. In H. Friese, G. Rebane, M. Nolden, & M. Schreiter (Eds.), *Handbuch Soziale Praktiken und Digitale Alltagswelten* (pp. 1–8). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-08460-8_67-1
- Huh, Y., & Reigeluth, C. M. (2018). Online K-12 teachers' perceptions and practices of supporting self-regulated learning. *Journal of Educational Computing Research*, 55(8), 1129–1153. <https://doi.org/10.1177/0735633117699231>

- Ifenthaler, D. (2023). Technologies for learning, instruction, and performance: A section introduction. In J. M. Spector, B. B., Lockee, & M. D. Childress (Eds.), *Learning, design, and technology: An international compendium of theory, research, practice, and policy* (pp. 557–559). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-17461-7>
- Ifenthaler, D., & Yau, J. Y.-K. (2020). Utilising learning analytics to support study success in higher education: A systematic review. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1961–1990. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09788-z>
- Jacob, L., Benick, M., Dörrenbächer, S., & Perels, F. (2020). Promoting self-regulated learning in preschoolers. *Journal of Childhood, Education & Society*, 1(2), 116–140. <https://doi.org/10.37291/2717638X.20201237>
- Judson, E. (2006). How teachers integrate technology and their beliefs about learning: Is there a connection? *Journal of Technology and Teacher Education*, 14(3), 581–597.
- Karataş, F., & Ataç, B. A. (2025). When TPACK meets artificial intelligence: Analyzing TPACK and AI-TPACK components through structural equation modelling. *Education and Information Technologies*, 30(7), 8979–9004. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13164-2>
- Karlen, Y., Hertel, S., & Hirt, C. N. (2020). Teachers’ professional competences in self-regulated learning: An approach to integrate teachers’ competences as self-regulated learners and as agents of self-regulated learning in a holistic manner. *Frontiers in Education*, 5, Article 159. <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.00159>
- Karlen, Y., Hertel, S., Grob, U., Jud, J., & Hirt, C. N. (2025). Teachers matter: Linking teachers and students’ self-regulated learning. *Research Papers in Education*, 40(3), 414–441. <https://doi.org/10.1080/02671522.2024.2394059>
- Khan-Galaria, M., Cukurova, M., & Luckin, R. (2020). A framework for exploring the impact of tutor practices on learner self-regulation in online environments. In I. I. Bittencourt, M. Cukurova, K. Muldner, R. Luckin, & E. Millán (Eds.), *Artificial Intelligence in Education* (pp. 135–139). Springer.
- Kistner, S., Rakoczy, K., Otto, B., Klieme, E., & Büttner, G. (2015). Teaching learning strategies: The role of instructional context and teacher beliefs. *Journal for Educational Research Online*, 7(1), 176–197. <https://doi.org/10.25656/01:11052>
- Knüsel Schäfer, D. (2020). *Überzeugungen von Lehrpersonen zu digitalen Medien. Eine qualitative Untersuchung zu Entstehung, Bedingungsfaktoren und typenspezifischen Entwicklungsverläufen*. Julius Klinkhardt. <https://doi.org/10.35468/5826>

- Konrad, K. (2008). *Erfolgreich selbstgesteuert Lernen: Theoretische Grundlagen, Forschungsergebnisse, Impulse für die Praxis*. Julius Klinkhardt.
- Konrad, K. (2024). *Selbstgesteuertes Lernen neu denken: Mit neuen Konzepten von der Lehrersteuerung zum Schülerhandeln*. Beltz Juventa. <https://doi.org/10.3262/978-3-7799-7903-6>
- Kuckartz, U., & Rädiker, S. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung: Grundlagentexte Methoden* (5th ed.). Beltz Juventa.
- Lachner, A., Scheiter, K., & Stürmer, K. (2020). Digitalisierung und Lernen mit digitalen Medien als Gegenstand der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. In C. Cramer, J. König, M. Rothland, & S. Blömeke (Eds.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (pp. 67–75). Julius Klinkhardt. <https://doi.org/10.35468/hblb2020-007>
- Landmann, M., Perels, F., Otto, B., Schnick-Vollmer, K., & Schmitz, B. (2015). Selbstregulation und selbstreguliertes Lernen. In E. Wild & J. Möller (Eds.), *Pädagogische Psychologie* (3rd ed., pp. 45–65). Springer.
- Leutner, D., Opfermann, M., & Schmeck, A. (2014). Lernen mit Medien. In T. Seidel & A. Krapp (Eds.), *Pädagogische Psychologie* (6th ed., pp. 297–322). Beltz.
- Levin, T., & Wadmany, R. (2005). Changes in educational beliefs and classroom practices of teachers and students in rich technology-based classrooms. *Technology, Pedagogy and Education*, 14(3), 281–307. <https://doi.org/10.1080/14759390500200208>
- Li, T., Nath, D., Cheng, Y., Fan, Y., Li, X., Raković, M., Khosravi, H., Swiecki, Z., Tsai, Y.-S., & Gašević, D. (2025). Turning real-time analytics into adaptive scaffolds for self-regulated learning using generative artificial intelligence. *Proceedings of the 15th International Learning Analytics and Knowledge Conference*, 667–679. <https://doi.org/10.1145/3706468.3706559>
- Liu, S.-H. (2011). Factors related to pedagogical beliefs of teachers and technology integration. *Computers & Education*, 56(4), 1012–1022. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.12.001>
- Maag Merki, K., Hofer, K., Ramseier, E., & Karlen, Y. (2012). *Selbst organisiertes Lernen (SOL) an Zürcher Mittelschulen—Neue Lehr- und Lernformen: Abschlussbericht zur SOL-Evaluation (SOLEVA) im Schuljahr 2010/11*. Universität Zürich & Pädagogische Hochschule Bern.
- Maio, G. R., Haddock, G., & Verplanken, B. (2019). *The psychology of attitudes and attitude change* (3rd ed.). Sage.

- Mama, M., & Hennessy, S. (2013). Developing a typology of teacher beliefs and practices concerning classroom use of ICT. *Computers & Education*, 68, 380–387.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.05.022>
- Maor, R., Levi, R., Mevarech, Z., Paz-Baruch, N., Grinshpan, N., Milman, A., Shlomo, S., & Zion, M. (2023). Difference between Zoom-based online versus classroom lesson plan performances in creativity and metacognition during COVID-19 pandemic. *Learning Environments Research*, 26(3), 803–822. <https://doi.org/10.1007/s10984-023-09455-z>
- Matzat, U., & Vrieling, E. M. (2015). Self-regulated learning and social media—A ‘natural alliance’? Evidence on students’ self-regulation of learning, social media use, and student-teacher relationship. *Learning, Media and Technology*, 41(1), 73–99.
<https://doi.org/10.1080/17439884.2015.1064953>
- McCormick, J. (2017). *Using digital portfolio process with young learners and facilitation of metacognition* (Publication No. 10601898) [Doctoral dissertation, Wilkes University]. ProQuest Dissertations Publishing and Theses Global.
- Mejeh, M., & Held, T. (2022). Understanding the development of self-regulated learning: An intervention study to promote self-regulated learning in vocational schools. *Vocations and Learning*, 15(3), 531–568. <https://doi.org/10.1007/s12186-022-09298-4>
- Mishra, P. (2019). Considering contextual knowledge: The TPACK diagram gets an upgrade. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 35(2), 76–78.
<https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1588611>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Mishra, P., Warr, M., & Islam, R. (2023). TPACK in the age of ChatGPT and generative AI. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 39(4), 235–251.
<https://doi.org/10.1080/21532974.2023.2247480>
- Nelson, T. O. (1996). Consciousness and metacognition. *American Psychologist*, 51(2), 102–116. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.51.2.102>
- Ng, D. T. K., Tan, C. W., & Leung, J. K. L. (2024). Empowering student self-regulated learning and science education through CHATGPT: A pioneering pilot study. *British Journal of Educational Technology*, 55(4), 1328–1353.
<https://doi.org/10.1111/bjet.13454>
- Niegemann, H. M., & Heidig, S. (2019). Interaktivität und Adaptivität in multimedialen Lernumgebungen. In H. Niegemann & A. Weinberger (Eds.), *Lernen mit*

- Bildungstechnologien* (pp. 1–25). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-54373-3_33-1
- Olid-Luque, M., Ayllón-Salas, P., Arco-Tirado, J. L., & Fernández-Martín, F. D. (2025). Impact of self-regulated learning programs in primary education: A systematic review. *Psychology in the Schools*, 62, 734–755. <https://doi.org/10.1002/pits.23352>
- Opfermann, M., Höffler, T. N., & Schmeck, A. (2020). Lernen mit Medien: Ein Überblick. In H. Niegemann & A. Weinberger (Eds.), *Handbuch Bildungstechnologie* (pp. 17–30). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-54368-9_2
- Ottenbreit-Leftwich, A. T., Glazewski, K. D., Newby, T. J., & Ertmer, P. A. (2010). Teacher value beliefs associated with using technology: Addressing professional and student needs. *Computers & Education*, 55(3), 1321–1335. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.06.002>
- Page, M. J., Moher, D., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., et al. (2021). PRISMA 2020 explanation and elaboration: Updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372(160), 1–36. <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>
- Pajares, F. M. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307–332. <https://doi.org/10.3102/00346543062003307>
- Panadero, E. (2017). A review of self-regulated learning: Six models and four directions for research. *Frontiers in Psychology*, 8, Article 422. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422>
- Paris, S. G., & Paris, A. H. (2001). Classroom applications of research on self-regulated learning. *Educational Psychologist*, 36(2), 89–101. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3602_4
- Perels, F., & Dörrenbächer, L. (2020). Selbstreguliertes Lernen und (technologiebasierte) Bildungsmedien. In H. Niegemann & A. Weinberger (Eds.), *Handbuch Bildungstechnologie: Konzeption und Einsatz digitaler Lernumgebungen* (pp. 81–92). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-54368-9_5
- Perels, F., Dörrenbächer-Ulrich, L., Landmann, M., Otto, B., Schnick-Vollmer, K., & Schmitz, B. (2020). Selbstregulation und selbstreguliertes Lernen. In E. Wild & J. Möller (Eds.),

- Pädagogische Psychologie* (3rd ed., p. 45–66). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-61403-7_3
- Peretti, S., Kubiato, M., Caruso, F., Di Mascio, T., Giancola, M., D’Amico, S., & Pino, M. C. (2024). #InstaMind: Teachers’ beliefs on educational technology to promote seamless technology integration in early education. *Frontiers in Education*, 9, 1399807. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1399807>
- Petko, D., Mishra, P., & Koehler, M. J. (2025). TPACK in context: An updated model. *Computers and Education Open*, 8, Article 100244. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2025.100244>
- Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 451–502). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50043-3>
- Pintrich, P. R. (2002). The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing. *Theory Into Practice*, 41(4), 219–225. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_3
- Pintrich, P. R. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational Psychology Review*, 16(4), 385–407. <https://doi.org/10.1007/s10648-004-0006-x>
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33–40. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.1.33>
- Pintrich, P. R., Wolters, C. A., & Baxter, G. P. (2000). Assessing metacognition and self-regulated learning. In G. Schraw & J. C. Impara (Eds.), *Issues in the measurement of metacognition* (pp. 43–97). Buros Institute of Mental Measurements.
- Prasse, D., Webb, M., Deschênes, M., Parent, S., Aeschlimann, F., Goda, Y., Yamada, M., & Raynault, A. (2024). Challenges in promoting self-regulated learning in technology supported learning environments: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Technology, Knowledge and Learning*, 29, 1809–1830. <https://doi.org/10.1007/s10758-024-09772-z>
- Reckwitz, A. (2003). Grundelemente einer Theorie sozialer Praktiken. *Zeitschrift für Soziologie*, 32(4), 282–301. <https://doi.org/10.1515/zfsoz-2003-0401>
- Scheiter, K., Bauer, E., Omarchevska, Y., Schumacher, C., & Sailer, M. (2025). *Künstliche Intelligenz in der Schule. Eine Handreichung zum Stand der Wissenschaft und Praxis*. Rahmenprogramm Empirische Bildungsforschung.

- Schneider, S., Beege, M., Nebel, S., & Rey, G. D. (2022). Psychologische Befunde zum Lernen mit digitalen Medien – ein Überblick. In M. A. Pfannstiel & P. F.-J. Steinhoff (Eds.), *E-Learning im digitalen Zeitalter* (pp. 581–605). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-36113-6_28
- Schraw, G., & Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19(4), 460–475. <https://doi.org/10.1006/ceps.1994.1033>
- Schulmeister, R. (2005). *Lernplattformen für das virtuelle Lernen: Evaluation und Didaktik*. De Gruyter.
- Seidel, T. (2014). Angebots-Nutzungs-Modelle in der Unterrichtspsychologie. Integration von Struktur-und Prozessparadigma. *Zeitschrift für Pädagogik*, 60(6), 828–844.
- Seufert, S., & Schüür-Langkau, A. (2022). Bildungssystem der Zukunft in VUCA-Welten. *Innovative Verwaltung*, 44(12). <https://doi.org/10.1007/s35114-022-1473-y>
- Shifflet, R., & Weilbacher, G. (2015). Teacher beliefs and their influence on technology use: A case study. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 15(3), 368–394.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Sins, P., De Leeuw, R., De Brouwer, J., & Vrieling-Teunter, E. (2024). Promoting explicit instruction of strategies for self-regulated learning: Evaluating a teacher professional development program in primary education. *Metacognition and Learning*, 19(1), 215–247. <https://doi.org/10.1007/s11409-023-09368-5>
- Skilling, K., & Stylianides, G. J. (2023). Using vignettes to investigate mathematics teachers' beliefs for promoting cognitive engagement in secondary mathematics classroom practice. *ZDM Mathematics Education*, 55(2), 477–490. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01431-w>
- Spector, J. M., & Morel, G. M. (2022). *Foundations of educational technology: Integrative approaches and interdisciplinary perspectives* (3rd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003268406>
- Spruce, R., & Bol, L. (2015). Teacher beliefs, knowledge, and practice of self-regulated learning. *Metacognition and Learning*, 10(2), 245–277. <https://doi.org/10.1007/s11409-014-9124-0>
- Straka, G. A. (2005). *Von der Klassifikation von Lernstrategien im Rahmen selbstgesteuerten Lernens zur mehrdimensionalen und regulierten Handlungsepisode*. (ITB Forschungsberichte, No. 18). Institut Technik und Bildung, Universität Bremen.

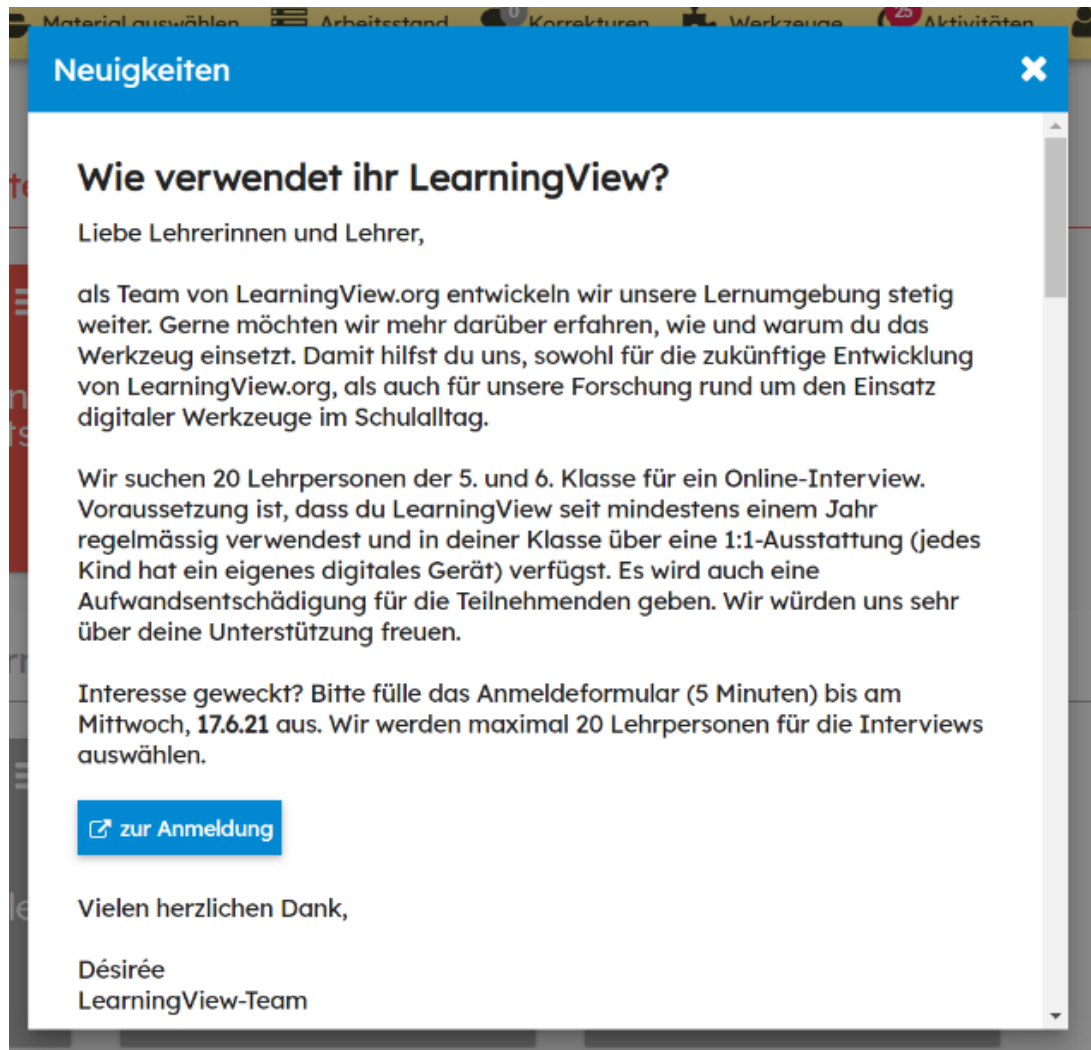
- Sui, C.-J., Yen, M.-H., & Chang, C.-Y. (2024). Investigating effects of perceived technology-enhanced environment on self-regulated learning: Beyond p-values. *Education and Information Technologies*, 29, 161–183. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12270-x>
- Sulisworo, D., Fatimah, N., Sunaryati, S. S., & Sanidi S. (2020). A quick study on SRL profiles of online learning participants during the anticipation of the spread of COVID-19. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 9(3), 723–730. <https://doi.org/10.11591/ijere.v9i3.20642>
- Şuteu, L. (2021). Teachers' beliefs about classroom practices that develop students' metacognition and self-regulated learning skills. *Acta Didactica Napocensia*, 14(1), 165–173. <https://doi.org/10.24193/adn.14.1.13>
- Tan, L. Y., Hu, S., Yeo, D. J., & Cheong, K. H. (2025). Artificial intelligence-enabled adaptive learning platforms: A review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 9, Article 100429. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100429>
- Teng, M. F. (2022). Effects of individual and group metacognitive prompts on tertiary-level students' metacognitive awareness and writing outcomes. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 31(5), 601–612. <https://doi.org/10.1007/s40299-021-00611-8>
- Thronsdon, I. (2011). Self-regulated learning of basic arithmetic skills: A longitudinal study. *British Journal of Educational Psychology*, 81(4), 558–578. <https://doi.org/10.1348/2044-8279.002008>
- Tur, G., Castañeda, L., Torres-Kompen, R., & Carpenter, J. P. (2024). A literature review on self-regulated learning and personal learning environments: Features of a close relationship. *Interactive Learning Environments*, 32(4), 1402–1421. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2121726>
- Van Loon, M. H., & Roebers, C. M. (2017). Effects of feedback on self-evaluations and self-regulation in elementary school. *Applied Cognitive Psychology*, 31(5), 508–519. <https://doi.org/10.1002/acp.3347>
- Vandeveldt, S., Vandenbussche, L., & Van Keer, H. (2012). Stimulating self-regulated learning in primary education: Encouraging versus hampering factors for teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 69, 1562–1571. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.099>
- Veenman, M. V. (2015). Metacognition. In P. Afflerbach (Ed.), *Handbook of individual differences in reading. Reader, text, and context* (pp. 26–40). Routledge.

- Veenman, M. V. J. (2016). Learning to self-monitor and self-regulate. In R. E. Mayer & P. A. Alexander (Eds.), *Handbook of research on learning and instruction* (2nd ed., pp. 233–257). Routledge.
- Vosniadou, S., Darmawan, I., Lawson, M. J., Van Deur, P., Jeffries, D., & Wyra, M. (2021). Beliefs about the self-regulation of learning predict cognitive and metacognitive strategies and academic performance in pre-service teachers. *Metacognition and Learning*, 16(3), 523–554. <https://doi.org/10.1007/s11409-020-09258-0>
- Wilburne, J. M., & Dause, E. (2017). Teaching self-regulated learning strategies to low-achieving fourth-grade students to enhance their perseverance in mathematical problem solving. *Investigations in Mathematics Learning*, 9(1), 38–52. <https://doi.org/10.1080/19477503.2016.1245036>
- Winne, P. H., & Hadwin, A. F. (1998). Studying as self-regulated learning. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A. C. Graesser (Eds.), *Metacognition in educational theory and practice* (pp. 277–304). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Winne, P. P., & Hadwin, A. F. (2008). The weave of motivation and self-regulated learning. In D. H. Schunk & B. J. Zimmerman (Eds.), *Motivation and self-regulated learning: Theory, research and applications* (pp. 297–314). Lawrence Erlbaum Associates.
- Winters, F. I., Greene, J. A., & Costich, C. M. (2008). Self-regulation of learning within computer-based learning environments: A critical analysis. *Educational Psychology Review*, 20(4), 429–444. <https://doi.org/10.1007/s10648-008-9080-9>
- Wong, J., Baars, M., Davis, D., Van Der Zee, T., Houben, G.-J., & Paas, F. (2019). Supporting self-regulated learning in online learning environments and MOOCs: A systematic review. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35(4–5), 356–373. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1543084>
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89–100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>
- Yan, Z. (2018). How teachers' beliefs and demographic variables impact on self-regulated learning instruction. *Educational Studies*, 44(5), 564–577. <https://doi.org/10.1080/03055698.2017.1382331>
- Yot-Domínguez, C., & Marcelo, C. (2017). University students' self-regulated learning using digital technologies. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14, Article 38. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0076-8>

- Zhang, Q., & Lockee, B. B. (2022). Designing a framework to facilitate metacognitive strategy development in computer-mediated problem-solving instruction. *Journal of Formative Design in Learning*, 6(2), 127–143. <https://doi.org/10.1007/s41686-022-00068-y>
- Zheng, L. (2016). The effectiveness of self-regulated learning scaffolds on academic performance in computer-based learning environments: A meta-analysis. *Asia Pacific Education Review*, 17(2), 187–202. <https://doi.org/10.1007/s12564-016-9426-9>
- Zimmerman, B. J., & Moylan, A. (2009). Self-regulation: Where metacognition and motivation intersect. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A. C. Graesser (Eds.), *Handbook of metacognition in education* (pp. 299–315). Routledge.

Anhang A: Rekrutierung Lehrpersonen Studie II

A1) Aufruf auf Website *LearningView* (Juni 2021)



A2) Kurzfragebogen für Aufruf auf Website *LearningView*

Name, Vorname	
Geschlecht	☐ männlich ☐ weiblich
Wie lange unterrichten Sie schon? (offene Frage)	
In welchen Unterrichtsfächern benutzen Sie <i>LearningView</i> ?	
In welchem unterrichtsmethodischen Kontext arbeiten Sie mit <i>LearningView</i> ? ☐ Wochenplan ☐ die Lernenden führen selbständig Projekte / Projektarbeit durch ☐ Werkstattunterricht ☐ die Lernenden planen und organisieren Lernprozesse in <i>LearningView</i> ☐ die Lernenden reflektieren und diskutieren Lernprozesse (z.B. Portfolio, Lerntagebuch) ☐ Übungs- und Anwendungsphasen ☐ die Lernenden arbeiten über längere Phasen selbständig und selbstreguliert ☐ Ablage von Materialien für die selbständige Erarbeitung eines Themas durch die Lernenden	☐ nie ☐ selten ☐ gelegentlich ☐ oft ☐ immer
Arbeiten Sie noch in anderen unterrichtsmethodischen Kontexten mit <i>LearningView</i> ? Wenn ja, in welchen?	
E-Mail-Adresse (offene Frage)	

A3) Anschreiben Lehrpersonen

Guten Tag Frau/Herr XX

Sie haben sich auf unseren Aufruf auf *LearningView* gemeldet und sich für ein Interview bereit erklärt. Mit Ihren Antworten werden Sie uns insbesondere bei unseren Forschungsprojekten als auch in der Weiterentwicklung von *LearningView* sehr unterstützen – vielen herzlichen Dank!! Wir freuen uns sehr über Ihre rege Teilnahme!

Anhand des von Ihnen ausgefüllten Fragebogens konnten wir 20 Lehrpersonen wählen, mit denen ich sehr gerne ein Interview durchführen würde. Sie sind auch in dieser Stichprobe, ich freue mich.

Uns interessiert, wie und warum Sie *LearningView* einsetzen und welche Rolle Sie als Lehrperson haben, wenn die Lernenden in selbstregulierten Arbeitsphasen mit *LearningView* arbeiten.

Das Interview dauert ca. eine Stunde und wird in Zoom durchgeführt. Sobald die Termine festgelegt sind, werde ich Ihnen einen Link schicken, mit dem Sie am Zoom-Meeting teilnehmen können.

Das Interview wird in Zoom für Forschungszwecke aufgenommen. Die Aufzeichnung des Interviews dient der Transkription und Auswertung der Daten. Ihre Angaben und Daten werden absolut vertraulich und anonymisiert behandelt (nicht mit Namen veröffentlicht). Für Ihre Teilnahme werden Sie eine Aufwandsentschädigung erhalten.

Für das Interview bitte ich Sie, sich bis am **Sonntag, 11.7.2021** unter folgendem Link für ein Datum einzutragen: [Link](#).

Ich bitte Sie, mehrere Termine anzugeben. Ich bemühe mich, möglichst schnell die Termine zu fixieren und Ihnen dann den definitiven Termin zu kommunizieren (damit Sie die Termine nicht zu lange reservieren müssen). Wenn Ihnen keines der Daten passt, bitte ich Sie, sich direkt bei mir zu melden. Dann können wir gerne individuell einen Termin vereinbaren.

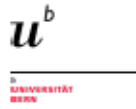
Ich freue mich sehr auf das Gespräch mit Ihnen und verbleibe mit freundlichen Grüßen

Désirée Fahrni

LearningView-Team

Anhang B: Interviewdurchführung Studie II

B1) Einverständniserklärung zum Interview



pädagogische hochschule schwyz

Einverständniserklärung zum Interview

Forschungsprojekt: Das Interview ist Teil des Forschungsprojektes "Die Rolle der Lehrperson bei der Förderung selbstregulierten Lernens mit digitalen Medien".

Durchführende Hochschulen: Universität Bern und Pädagogische Hochschule Schwyz

Projektleiter*in: Désirée Fahrni

Interviewer*in: Désirée Fahrni

Interviewtermin: 5.8.2021

Freiwilligkeit

- Die Teilnahme am Interview erfolgt auf freiwilliger Basis.
- Falls ich zu einer bestimmten Frage nicht Stellung nehmen möchte, muss ich nicht antworten.
- Ich habe jederzeit die Möglichkeit ohne Angabe von Gründen das Interview abubrechen.

Mit meiner Unterschrift bestätige ich, dass

- ich von der Interviewer*in über die Ziele und den Ablauf des Interviews informiert wurde,
- ich mich dazu bereit erkläre, im Rahmen des oben genannten Forschungsprojektes an einem Interview teilzunehmen,
- ich mein Einverständnis erteile, dass die im Rahmen des Interviews erhobenen Daten in anonymisierter und pseudonymisierter Form für Forschungszwecke genutzt werden dürfen und
- ich damit einverstanden bin, dass einzelne Sätze aus den Transkripten, die nicht mit meiner Person in Verbindung gebracht werden können, in wissenschaftlichen Arbeiten abgedruckt und veröffentlicht werden können.

Vorname und Name: _____

Ort, Datum: _____

Unterschrift: _____

B2) Leitfaden Interviews mit Lehrpersonen

1) Einleitung

Sie arbeiten seit einiger Zeit mit digitalen Medien im Unterricht und insbesondere mit *LearningView*. Anhand des heutigen Interviews möchte ich gerne von Ihnen erfahren, wie und warum Sie *LearningView* in Ihrem Unterricht einsetzen und wie Ihre Erfahrungen bezüglich des SRL mit *LearningView* sind. Insbesondere möchte ich Ihre Rolle als LP fokussieren.

Gerne würde ich zuerst für die Einordnung der Antworten ein paar demographische Angaben von Ihnen erfragen.

- In welchem Schulort unterrichten Sie?
- Auf welcher Schulstufe unterrichten Sie?
- Wo haben Sie die Ausbildung zur Lehrperson gemacht? (Institution und Ort)
- In welchem Altersrange sind Sie? 20-30 / 31-40 / 41-50 / 51-60 / über 60
- Gibt es etwas Spezielles zu Ihrer Schule, was für die Thematik SRL mit *LearningView* wichtig ist?
- Wie lange arbeiten Sie schon mit digitalen Medien in der Schule?

Teil 1: Überzeugungen, zugrunde liegende Konzeptionen und die Rolle der LP in Bezug auf SRL

Zuerst möchte ich auf das selbstregulierte Lernen allgemein zu sprechen kommen.

- Es gibt den Begriff des selbstregulierten oder selbstgesteuerten oder selbstorganisierten Lernens. Gerne möchte ich Sie am Anfang allgemein fragen: Was verstehen Sie unter darunter?
- Aktuell wird vermehrt über das selbstregulierte Lernen gesprochen. Die zentrale Komponente ist hier, dass die SuS ihr eigenes Lernen regulieren. Es gibt verschiedene Modelle zu SRL mit diversen Phasen und Elementen. Ich habe diese in einer Darstellung zusammengestellt (*Visualisierung zeigen, Darstellung kurz erläutern*). Wenn Sie sich diesen selbstregulierten Lernprozess, diesen Kreislauf anschauen: Welche der dargestellten Elemente sind Ihnen in Ihrem Unterricht *besonders* wichtig? Bitte beschreiben Sie vor allem die für Sie zentralsten Elemente und illustrieren Sie diese jeweils an einem Beispiel aus Ihrem Unterricht.
- Worin sehen Sie das Potenzial für die SuS, wenn sie im Unterricht selbstreguliert lernen und arbeiten?
- *Um selbstreguliert lernen zu können, brauchen die SuS das in der Darstellung visualisierte Wissen und Können.*
Wie sollte Unterricht in der Schule aus Ihrer Perspektive allgemein gestaltet werden, damit die SuS Wissen und Können zum SRL entwickeln können?

- Wie sollte der Unterricht konkret aussehen bzw. gestaltet werden?
 - Welche Rolle kann (könnte?) die LP einnehmen, damit die SuS diese Kompetenzen zum SRL entwickeln können?
 - Wie stehen Sie zu der folgenden Aussage: Die Förderung von SRL kann auf Ihrer Stufe gut realisiert werden. Begründen Sie bitte.
- Worin sehen Sie die Herausforderungen für die SuS, wenn sie im Unterricht selbstreguliert lernen und arbeiten?

Teil 2: Erfahrungen zum Einsatz und zu den Potentialen allgemein von *LearningView*

Nun möchte ich auf Ihre Erfahrungen mit und die Rolle von LearningView in Ihrem Unterricht zu sprechen kommen.

- Für welche Tätigkeiten/Aufgaben setzen Sie *LearningView* allgemein unabhängig von SRL in Ihrem Unterricht ein? Können Sie bitte einige Beispiele nennen?
- Warum nutzen Sie *LearningView*?
 - Wo sehen Sie die Potenziale von *LearningView* ganz allgemein?

Teil 3: Umsetzung von SRL mit *LearningView* und Vorstellungen zu Potentialen und Rolle der LP

Nun möchte ich gerne die beiden Elemente SRL und LearningView zusammennehmen und auf die Umsetzung von selbstregulierten Lernphasen mit LearningView in Ihrem Unterricht zu sprechen kommen (Folie 2 einblenden und erläutern).

3.1. Umsetzung von SRL mit *LearningView*

- Wie nutzen Sie *LearningView* oder die Funktionen von *LearningView*, um die SuS beim selbstregulierten Lernen zu fördern? Bitte gehen Sie auf jede Phase der Darstellung ein und zeigen Sie, wie Sie diese Bereiche als LP in Ihrem Unterricht mit *LearningView* fördern.
- Wie gestalten Sie Projekte oder Aufgabenstellungen in *LearningView*, welche die inhaltlichen und SRL-spezifischen Kompetenzen der SuS fördern?
 - Wie formulieren und strukturieren Sie Projekte bzw. Aufgaben in *LearningView*, damit die SuS an ihrem SRL-spezifischen Vorwissen anknüpfen können?
- Wie bzw. mit welchen Funktionen von *LearningView* bauen Sie eine Lernumgebung für eine selbstregulierte Unterrichtseinheit mit *LearningView* auf?
- Wie differenzieren und/oder individualisieren Sie, wenn Sie eine Lernumgebung mit *LearningView* umsetzen, in welcher die SuS selbstreguliert arbeiten?
 - Welche Wahlmöglichkeiten haben die SuS bei der Bearbeitung der Aufgaben in *LearningView*? (Zeit, Ort, Schwierigkeitsniveau, Kooperation etc.).

3.2. Wahrgenommene Potentiale für SRL mit/durch *LearningView*

Ich möchte nun gerne die verschiedenen Perspektiven von Lehrperson und SuS einnehmen.

	Potentiale von <i>LearningView</i> in Bezug auf SRL (Rolle des Tools in Bezug auf SRL)	Herausforderungen von <i>LearningView</i> in Bezug auf SRL (Rolle des Tools in Bezug auf SRL)
LP	Worin sehen Sie die Potentiale von <i>LearningView</i> für Sie als LP , wenn Sie selbstregulierte Lernphasen im Unterricht umsetzen?	Worin sehen Sie die Herausforderungen von <i>LearningView</i> für Sie als LP , wenn Sie selbstregulierte Lernphasen im Unterricht umsetzen?
SuS	Worin sehen Sie die Potentiale von <i>LearningView</i> für die SuS , wenn sie im Unterricht selbstreguliert lernen?	Worin sehen Sie die Herausforderungen von <i>LearningView</i> für die SuS , wenn sie im Unterricht selbstreguliert lernen?

3.3 Wahrgenommene Rolle LP für SRL

Nun möchte ich den Fokus konkret auf Ihre Rolle als LP beim selbstregulierten Lernen Ihrer SuS legen.

- Welche Rolle sehen Sie für sich als LP, wenn die SuS in *LearningView* selbstreguliert lernen und arbeiten? Wie sieht das konkret im Unterricht aus? Bitte gehen Sie bei der Erläuterung ihrer *Rolle* auf die drei Phasen und die Elemente zum SRL auf der Darstellung ein. (Verweis auf Folie 2)
- Welche Lernstrategien, Lernmethoden und Lernmöglichkeiten zum SRL vermitteln Sie Ihren SuS? Bitte gehen Sie wiederum auf die drei Phasen zum SRL auf der Darstellung ein.
- Wie vermitteln Sie diese Lernstrategien in den drei Phasen zum SRL? Bitte gehen Sie wieder auf die Darstellung ein.
 - Machen Sie in bestimmten Unterrichtsphasen auch direkte Inputs (z.B. im Frontalunterricht), in denen sie selbstreguliertes Lernen vermitteln?
 - Zu welchen Inhalten werden diese Inputs gestaltet? Bitte geben Sie ein paar Beispiele.
 - Gestalten Sie solche Inputs auch in *LearningView* oder in anderer Form oder beides?
- Wie erinnern Sie die SuS an den Einsatz von Lernstrategien während des selbstregulierten Arbeitens?
 - Gestalten Sie solche Erinnerungen auch in *LearningView* oder in anderer Form oder beides?
- In welchen Phasen des selbstregulierten Lernprozesses der SuS erteilen Sie Feedback?

- Zu welchen konkreten Aspekten im SRL-Lernprozess geben Sie den SuS ein Feedback?
- Wie geben Sie Feedback? Wie in *LearningView*? Wie anderweitig?
- Wann geben Sie Feedback? Was ist ausschlaggebend für Ihr Feedback?
- Inwiefern hat sich Ihre Art und Weise Feedback zu geben mit dem Tool und den Funktionen von *LearningView* verändert / entwickelt?
- Wie fördern Sie die Motivation der SuS beim SRL mit *LearningView*?
 - Inwieweit helfen hier bestimmte Funktionen von *LearningView*?
 - Welches sind die Herausforderungen?
- Wie dokumentieren Sie die individuellen sowie die klassenspezifischen Lernprozesse der SuS?
 - Wie gelingt es, eine Übersicht über den Stand der Lernprozesse und -produkte der SuS zu haben?
 - Inwieweit ist hier *LearningView* nützlich?
- Wie beurteilen und bewerten Sie den Lernprozesse, den Lernstand und das SRL der Lernenden beim SRL mit *LearningView*?
 - Wie erfolgt das durch die Lehrperson?
 - Wie erfolgt das durch die Lernenden selber?
- Inwiefern verändert der Einsatz von *LearningView* Ihre Rolle als LP bei der Unterstützung Ihrer SuS beim selbstregulierten Lernen?
 - Was hat sich schon verändert?
 - Was wird sich in Zukunft verändern?

3.4 Unterrichtsvorbereitung

Wir haben jetzt intensiv über die Arbeitsphase während des Unterrichts gesprochen, in welcher die SuS selbstreguliert arbeiten. Nun möchte ich auch noch auf Ihre Unterrichtsvorbereitung eingehen, d.h. die Phase vor dem Unterricht, in dem Sie als LP die SRL-Sequenzen mit LearningView planen. Ich meine hier Ihre persönliche Unterrichtsvorbereitung.

- Stellen Sie sich vor, Sie als Lehrperson sind daran, eine Unterrichtseinheit bzw. eine Lernumgebung mit *LearningView* vorzubereiten, in welcher die SuS selbstreguliert arbeiten können. Beschreiben Sie bitte, wie Sie Schritt für Schritt vorgehen, worauf sie achten und welche Überlegungen Ihre Unterrichtsvorbereitung leiten.
 - Wie bauen Sie eine Unterrichtseinheit mit *LearningView* auf?

- Wie hilft Ihnen *LearningView* bei der Vorbereitung der Unterrichtseinheit?
- Wie planen Sie Ihre Rolle als LP ein?

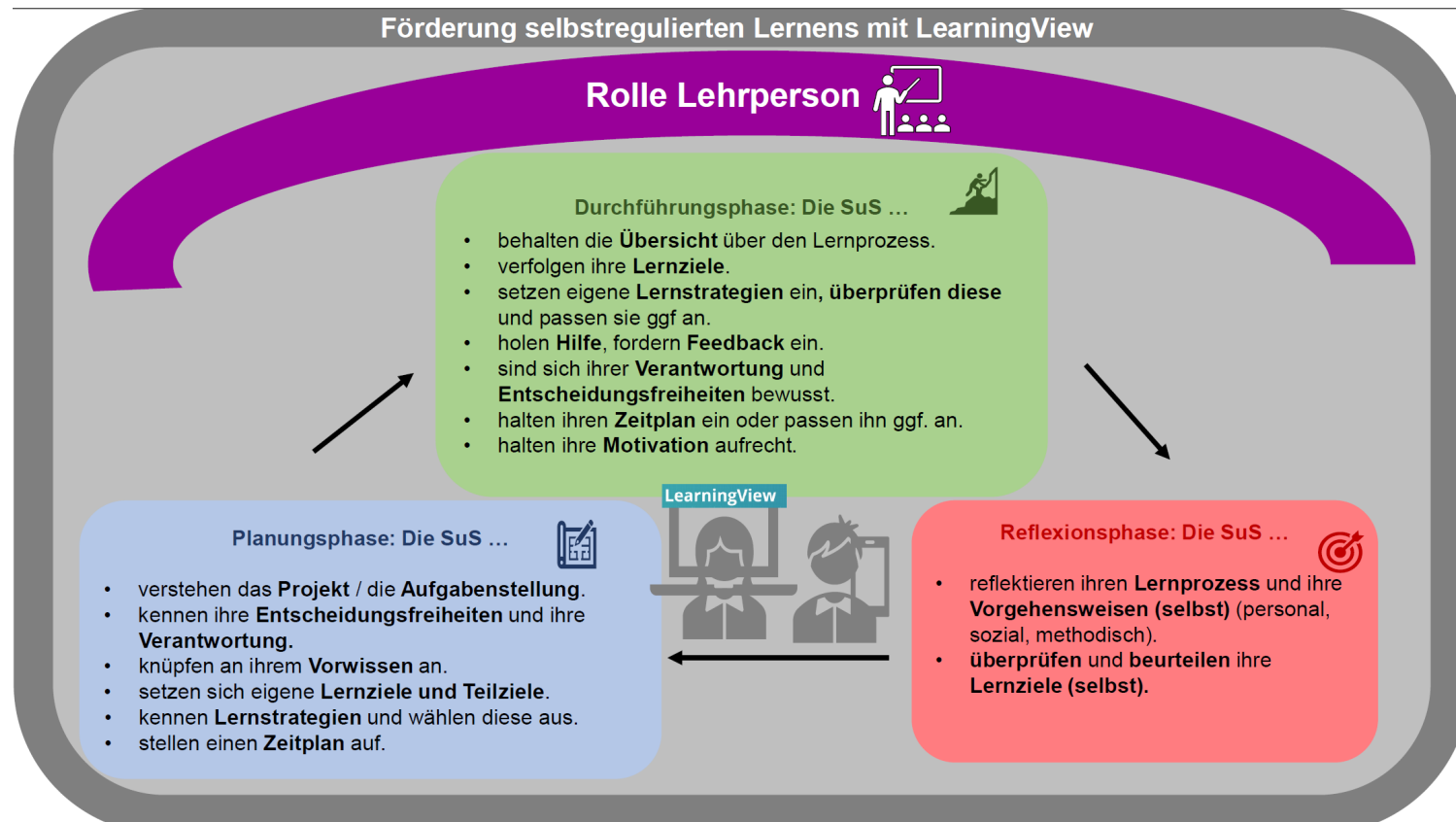
Schlussfrage

Gerne komme ich nun zur letzten Frage.

- Gibt es noch etwas Wichtiges, was Sie noch zu diesem Thema sagen möchten, was wir hier nicht angesprochen haben?

Ganz herzlichen Dank für Ihre Bereitschaft, am Interview teilzunehmen! Ihre Antworten waren sehr wertvoll.

B3) Visualisierung für Interviews



Anhang C: Interviewauswertung Studie II

C1) Transcription Rules

The following transcription rules determine how the spoken language from the interviews is transferred into a written form and into the interview transcripts.

1. The interviews are transcribed verbatim—i.e., not phonetically or summarized—but in Standard High German, although some of the interviews were conducted in Swiss German dialectal forms.
2. The language and punctuation are slightly smoothed out—i.e., brought closer to the Standard High German. This may lead to changes in sentence structure. These changes are only allowed if they do not change the meaning of the sentence. The German anchor examples are then translated into English.
3. Words that cannot be translated directly from the Swiss German dialect into the Standard High German are retained in the original form and set off by single quotation marks.
4. The interviewer is abbreviated to I.
5. Interviewees are marked with a P (= participant) followed by interview number (P01, P02, etc.).
6. All personal information about interviewees is anonymized (e.g., locations and schools where respondents teach).
7. Years are always written as a four-digit number.
8. Longer pauses are indicated by an ellipsis and brackets: (...)
9. Word and sentence breaks are smoothed out and omitted, and repeated words are included only when used as a stylistic device for emphasis.
10. Agreeing or confirming statements made by the interviewer (Mm, Aha, etc.) are not transcribed if they interrupt the flow of the interviewee's speech.
11. Important vocalizations by the respondent that support or clarify the statement are placed in parentheses, e.g., (*she laughs*).
12. Interruptions that affect the interview situation are also placed in parentheses—e.g., (*Phone rings, PX picks up*). Exchanges during interruptions are not transcribed.
13. Direct speech used by the interviewee is indicated by single quotation marks, e.g., 'xxx'.
14. Specific terms, topics, or names of computer programs are enclosed in quotes: e.g., *the topic „Bees“*.
15. Each speaker change is indicated by a double press of the Enter key—i.e., a blank line between the speakers—for better readability.

C2) Coding scheme

1 The teachers' practices

1a) The teachers' practices to promote the students' metacognition in digital ways (by using features of the digital learning environment)

Category	Definition of the category
Explicit promotion of the students' task orientation and planning using the DLE features	The teachers can explicitly promote their students' task orientation and planning. DLEs have specific features that can support teachers in promoting these aspects. In this category, text passages are coded that describe how the teachers use the DLE features explicitly to support the students' task orientation and planning. Text passages are coded that: • Show how the teachers use the DLE features explicitly to explain and demonstrate to the students strategies for keeping track of the projects or tasks in the forethought and performance phases of SRL. • Show how the teachers use the DLE features explicitly to support the students in selecting tasks and choosing the order in which to complete them. • Show how the teachers use the DLE features to provide the students with relevant explicit information, descriptions, and step-by-step instructions for their forethought and performance phases of SRL. • Show how the teachers use the DLE features to demonstrate to the students the importance of an overview in the forethought and performance phases of SRL. • Show how the teachers use the DLE features explicitly to ask the students to gain an overview of the projects and tasks in the forethought and performance phases of SRL. • Show how the teachers use the DLE features to discuss with the students how, when, and why they should use strategies for planning and managing tasks.
Implicit promotion of the students' task orientation and	The teachers can implicitly promote their students' task orientation and planning. DLEs have specific features that can support teachers in promoting these aspects. In this category, text passages are coded that describe how the teachers use the DLE features implicitly to support the students' task orientation and planning.

planning using the DLE features	Text passages are coded that: • Show how the teachers use the DLE features to demonstrate to the students in the SRL forethought and performance phases how the students should gain an overview of the SRL project or the tasks. The teachers do not mention these strategies. • Show how the teachers demonstrate to the students their own ways of structuring projects or tasks by using the DLE features without explicitly mentioning it. • Show how the teachers use the DLE features to encourage the students to develop their own strategies for task planning and management. • Show how the teachers use the DLE features to place a topic, problem, or task at the center of a lesson in which the students must use strategies to get an overview of the tasks and manage these tasks..
Explicit promotion of students' goal setting and goal monitoring using the DLE features	The teachers can explicitly promote their students' goals setting and goal monitoring. DLEs have specific features that can support teachers in promoting these aspects. In this category, text passages are coded that describe how the teachers use the DLE features explicitly to support the students' goal setting and goal monitoring. Text passages are coded that: • Show how the teachers use the DLE features to explain and demonstrate to the students how to formulate learning goals (e.g., by giving a task in the DLE with step-by-step instructions on how to formulate learning goals). • Show how the teachers use the DLE features to ask the students to formulate learning goals (with explicit explanations) in the forethought phase of their SRL. • Show how the teachers use the DLE features to ask the students to track and monitor their learning goals and, if necessary, develop or reformulate their learning goals in the performance phase of SRL. • Show how the teachers use the DLE features to provide feedback to the students on their learning goals, goal formulation, and monitoring of their learning goals in the forethought and performance phases of SRL (e.g., by using the DLE feedback feature). • Show how the teachers use the DLE features to support the students in monitoring their learning goals—e.g., by storing, describing, and adapting the learning goals in the DLE. • Show how the teachers use the DLE features to demonstrate to the students if, how, when, and why they should formulate learning goals. • Show how the teachers use the DLE features explicitly to demonstrate to the students the benefits of learning goals for the SRL process.

Implicit promotion of students' goal setting and goal monitoring using the DLE features	The teachers can implicitly promote their students' goals setting and goal monitoring. DLEs have specific features that can support teachers in promoting these aspects. In this category, text passages are coded that describe how the teachers use the DLE features implicitly to support the students' goal setting and goal monitoring. Text passages are coded that: • Show how the teachers use the DLE features to specify and provide the learning goals in the tasks and thus exemplify how learning goals should or can be formulated. • Show how the teachers use the DLE features to provide the students with materials that enable them to formulate their own learning goals in the forethought phase of SRL. • Show how the teachers demonstrate to the students their own ways of setting and tracking goals using the DLE features without explicitly mentioning it. • Show how the teachers use the DLE features to focus on a topic, problem, or task in which the students can formulate or monitor their own learning goals.
Explicit promotion of the students' time management using the DLE features	The teachers can explicitly promote their students setting up a schedule by using planning strategies. The teachers can explicitly promote the students' time management skills by choosing monitoring strategies to complete their tasks, and using appropriate time management skills. DLEs have specific features that can support teachers in promoting these aspects. In this category, text passages are coded that describe how the teachers use the DLE features explicitly to support the students in time management. Text passages are coded that: • Show how the teachers use the DLE features to explain or demonstrate to the students how to create a time schedule for their SRL during the forethought phase and how to manage their time in the performance phase of SRL. • Show how the teachers use the DLE features to help and explain to the students' planning steps and milestones for their SRL. • Show how the teachers use the DLE features to demonstrate to the students in the planning phase how to make a timeline and ask them to create a timeline for their SRL. • Show how the teachers use the DLE features to support the students in time management and monitoring in the SRL performance phase. • Show how the teachers use the DLE features to discuss with the students if, how, when, and why they should make a timetable.

Implicit promotion of the students' time management using the DLE features	The teachers can implicitly promote their students' time management. DLEs have specific features that can support teachers in promoting these aspects. In this category, text passages are coded that describe how the teachers use the DLE features implicitly to support the students in their time management. Text passages are coded that: • Show how the teachers use the DLE features for their own time planning and time management without explicitly mentioning them (e.g., by giving the time in the DLE or pinning tasks in the DLE), with the aim that the students use them in their time planning. • Show how the teachers demonstrate to the students their own ways of time management by using the DLE features without explicitly mentioning it. • Show how the teachers use the DLE features to provide materials with explanations of time planning and time management (e.g., YouTube videos) for the students to acquire and implement in their SRL. • Show how the teachers use the DLE features to place a topic, problem, or task at the center of the lesson, which requires the students to create a schedule and adequate time management for their SRL.
Explicit promotion of the students' evaluation and reflection using the DLE features	The teachers can explicitly promote their students' evaluation of and reflection on their learning processes. DLEs have specific features that can support teachers in promoting these aspects. In this category, text passages are coded that describe how the teachers use the DLE features explicitly to support the students in evaluation and reflection. Text passages are coded that: • Show how the teachers use the DLE features to explain and show the students how to reflect on their learning strategies, acquired knowledge, and learning process (e.g., in the task description in the DLE). • Show how the teachers use the DLE features to ask the students to evaluate and reflect on their learning strategies, acquired knowledge, and learning process. • Show how the teachers use the DLE features to demonstrate to the students if, how, when, and why they should evaluate and reflect on their learning strategies, acquired knowledge, and learning process.
Implicit promotion of the students' evaluation and	The teachers can implicitly promote their students' evaluation of and reflection on their learning processes. DLEs have specific features that can support teachers in promoting these aspects. In this category, text passages are coded that describe how the teachers use the DLE features implicitly to support the students in evaluation and reflection.

reflection using the DLE features	Text passages are coded that: • Show how the teachers themselves use the DLE features to reflect on and evaluate their SRL strategies, acquired knowledge, and learning process without explicitly pointing this out or mentioning it. • Show how the teachers demonstrate to the students their own evaluation and reflection strategies using the DLE features without explicitly mentioning them. • Show how the teachers use the DLE features (e.g., quizzes in the DLE) to support students to learn the variants of reflection on or evaluation of their learning strategies. • Show how the teachers use the DLE features to focus on an task in which the students are asked to reflect on their SRL strategies, acquired knowledge, and learning process.
---	--

1b) The teachers' practices to promote the students' metacognition in analog ways in the digital enhanced classroom environment

Category	Definition of the category
Explicit promotion of the students' task orientation and planning	The teachers can explicitly promote their students' task orientation and planning. In this category, text passages are coded that describe how teachers explicitly support the students in these aspects in a digitally enhanced classroom environment. Text passages are coded that: • Show how the teachers explicitly explain and demonstrate to the students strategies for keeping track of the tasks or project in the forethought and performance phases of SRL. • Show how the teachers explicitly support the students in selecting tasks and choosing the order in which to complete them. • Show how the teachers provide the students with relevant explicit information, descriptions, and step-by-step instructions for the forethought and performance phases of SRL. • Show how the teachers demonstrate why it is important for the students to get an overview in the forethought and performance phases of SRL.

	• Show how the teachers explicitly ask the students to get an overview of the tasks in the forethought and performance phases of SRL. • Show how the teachers discuss with the students how, when, and why they should use strategies for planning and managing tasks.
Implicit promotion of the students' task orientation and planning	The teachers can implicitly support their students' task orientation and planning. In this category, text passages are coded that describe how the teachers implicitly support the students in these aspects in a digitally enhanced classroom environment. Text passages are coded that: • Show how the teachers demonstrate to the students in the forethought and performance phases of SRL how they should gain an overview of the SRL project or the tasks. The teachers do not mention these strategies. • Show how the teachers encourage the students to develop their own strategies for task planning and managing without mentioning it. • Show how the teachers put a topic, problem or task at the center of a lesson in which the students must use strategies to get an overview of the tasks and manage the tasks.
Explicit promotion of students' goal setting and goal monitoring	The teachers can explicitly promote their students' goal setting and goal monitoring. In this category, text passages are coded that describe how the teachers explicitly support the students in these aspects in a digitally enhanced classroom environment. Text passages are coded that: • Show how the teachers explain and demonstrate to the students how to formulate learning goals in a digitally enhanced environment. • Show how the teachers ask the students to formulate learning goals (e.g., with explicit oral explanations) in the forethought phase of their SRL. • Show how the teachers ask the students to track and monitor their learning goals and, if necessary, develop or reformulate their learning goals in the performance phase of SRL. • Show how the teachers provide feedback to the students on their learning goals, goal formulation, and monitoring of their learning goals in the forethought and performance phases of SRL (e.g., by providing oral feedback). • Show how the teachers support the students in monitoring their learning goals.

	• Show how the teachers demonstrate to the students if, how, when, and why they should formulate learning goals. • Show how the teachers demonstrate to the students the benefits of learning goals for the SRL process.
Implicit promotion of students' goal setting and goal monitoring	The teachers can implicitly promote their students' setting and tracking of their learning goals. In this category, text passages are coded that describe how the teachers implicitly support the students in these aspects in a digitally enhanced classroom environment. Text passages are coded that: • Show how the teachers specify and provide the learning goals in the tasks and thus exemplify how learning goals should or can be formulated. • Show how the teachers demonstrate to the students their own ways of setting and tracking their learning goals without explicitly mentioning it. • Show how the teachers provide the students with materials that enable them to formulate their own learning goals in the forethought phase in SRL. • Show how the teachers focus on a topic, problem, or task in which the students can formulate or monitor their own learning goals.
Explicit promotion of the students' time management	The teachers can explicitly promote their students' time management. In this category, text passages are coded that describe how the teachers explicitly promote students' time management in the digitally enhanced classroom environment. Text passages are coded that: • Show how the teachers explain or demonstrate to the students how to create a time schedule for their SRL during the forethought phase and how to manage their time in the performance phase of SRL. • Show how the teachers help the students plan steps and milestones for their SRL. • Show how the teachers demonstrate to the students in the planning phase how to make a timeline and ask them to create a timeline for their SRL. • Show how the teachers support the students in time management and monitoring in the SRL performance phase. • Show how the teachers discuss with the students if, how, when, and why they should make a timetable.

Implicit promotion of the students' time management	The teachers can implicitly promote their students' time management. In this category, text passages are coded that describe how the teachers implicitly support the students in their time management in a digitally enhanced classroom environment. Text passages are coded that: • Show how the teachers demonstrate to the students their own time planning and time management without explicitly mentioning them (e.g., by giving the time in the DLE or pinning tasks in the DLE), with the aim that the students use them in their time planning. • Show how the teachers provide materials with explanations of time planning and time management for the students to acquire and implement in their SRL. • Show how the teachers place a topic, problem, or task at the center of the lesson that requires the students to create a schedule and adequate time management for their SRL.
Explicit promotion of the students' evaluation of and reflection	The teachers can explicitly promote the students' evaluation of and reflection on their learning processes. In this category, text passages are coded that describe how the teachers explicitly promote the students' evaluation and reflection processes in a digitally enhanced classroom environment. Text passages are coded that: • Show how the teachers explain and show the students how to reflect on their learning strategies, acquired knowledge, and learning process (e.g., with individual analog feedback or orally in class). • Show how the teachers ask the students to evaluate and reflect on their learning strategies, acquired knowledge ,and learning process (e.g., with pre-defined reflection questions that the teachers and the students discuss in class using analog resources). • Show how the teachers demonstrate to the students and discuss with the students if, how, when, and why they should evaluate and reflect on their SRL strategies, acquired knowledge, and learning process.
Implicit promotion of the students' evaluation of and reflection	The teachers can implicitly promote their students' evaluation of and reflection on their learning processes. In this category, text passages are coded that describe how the teachers implicitly promote the students' evaluation and reflection processes in a digitally enhanced classroom environment.

	Text passages are coded that: • Show how the teachers demonstrate to the students their own ways of evaluating and reflecting without explicitly mentioning them. • Show how the teachers themselves reflect on and evaluate their learning strategies, acquired knowledge, and learning process without explicitly pointing this out or mentioning it. • Show how the teachers ask the students to learn the variants of reflection on or evaluation of their learning strategies. • Show how the teachers focus on an task in which the students are asked to reflect on their learning strategies, acquired knowledge, and learning process.
--	---

2 The teachers' beliefs

2a) The teachers' beliefs about promoting the students' metacognition in digital ways (using features of the DLE)

Category	Definition of the category
Beliefs about...	In these text passages, the interviewed teachers describe and refer to their beliefs about the use of DLE features to promote the students' metacognitive strategies in SRL, including: • How they justify this. • How they evaluate them. • What the potential benefits and challenges are.
... promoting the students' task orientation and planning using DLE features	The teachers' beliefs about their use of the DLE features to promote the students' task orientation and planning relate to: • Why the teachers use the DLE features specifically to describe the project or task. • How the teachers justify and evaluate the structure and design they have chosen in the DLE so that the students can get an overview of the project and the tasks and can (continue to) work in a self-regulated way. • How the teachers justify and evaluate the way in which they use the DLE features to individualize or differentiate the students' tasks and/or projects.

	• How the teachers justify and evaluate their feedback to the students' structuring of their projects and/or tasks using the DLE features. • How the teachers justify and evaluate the ways in which they use the DLE features to specify or provide content, information, explanations, methods, materials, and tools for working on projects or tasks. • How the teachers justify and evaluate the extent to which they use the DLE features to provide guidance on a project or task.
...promoting the students' goal setting and goal monitoring using DLE features	The teachers' beliefs about using the DLE features to support the students' goal setting and goal monitoring relate to: • Why the teachers use the DLE features to support the students' goal setting and goal monitoring, and how they justify and evaluate this. • Why the teachers use the DLE features to support the students' in their understanding of the learning goals they have formulated and how they justify and evaluate it. • How the teachers justify and evaluate their feedback on the students' goal setting and goal monitoring using the DLE features.
... promoting the students' time management using DLE features	The teachers' beliefs about using the DLE features to support the students' time management relate to: • How the teachers justify and evaluate the way in which they set a timetable for the students using the DLE features. • How the teachers justify and evaluate the way in which they support the students making a timetable using the DLE features. • How the teachers justify and evaluate the way in which they support the students' time management during SRL by using the DLE features. • How the teachers justify and evaluate their feedback on the students' time management using the DLE features.
... promoting the students' evaluation of and reflection using DLE features	The teachers' beliefs about using the DLE features to support the students' evaluation and reflection relate to: • How the teachers justify and evaluate the students' reflection processes on their topic-related knowledge acquisition during SRL using the DLE features. • How the teachers justify and evaluate the students' reflective processes about their learning process-related knowledge acquisition during SRL using the DLE features. • How the teachers justify and evaluate their feedback on the students' evaluation and reflection processes using the DLE features.

2b) The teachers' beliefs about promoting the students' metacognition in analog ways (in the digitally enhanced classroom environment)

Category	Definition of the category
Beliefs about...	In these text passages, the interviewed teachers describe and point out their beliefs about promoting their students' metacognitive strategies in the digitally enhanced classroom environment with the DLE, including: • How they justify this. • How they evaluate them. • What the potential benefits and challenges are in this regard.
... promoting the task orientation and planning	The teachers' beliefs about students' task orientation and planning in the digitally enhanced classroom environment relate to: • How the teachers justify and evaluate their project or tasks description. • How the teachers justify and evaluate the structure of their project and/or task. • How the teachers justify and evaluate the way in which they individualize and differentiate the students' projects and/or tasks. • How the teachers justify and evaluate the way in which they specify or provide content, information, explanations, methods, materials, and tools for working on projects and/or tasks. • How the teachers justify and evaluate their feedback on the students' structuring of their projects and/or tasks. • How the teachers justify and evaluate the students' structuring of the projects and/or tasks in relation to the embedded educational technology.
... promoting the students' goal setting and goal monitoring	The teachers' beliefs about managing learning goals when supporting their students' management of learning goals in the digitally enhanced classroom environment relate to: • How the teachers justify and evaluate their promotion in students' goal setting and goal monitoring. • How the teachers justify and evaluate the students' understanding of the learning goals formulated by the teachers. • How the teachers justify and evaluate their feedback on the students' goal setting and goal monitoring.
... promoting the students' time management	The teachers' beliefs about promoting the students' time management in the digitally enhanced classroom environment relate to: • How the teachers justify and evaluate the way in which they set a timetable for the students. • How the teachers justify and evaluate the way in which they support the students in making a timetable. • How the teachers justify and evaluate the way in which they support the students' time management.

	• How they justify and evaluate their feedback on the students' time management.
... promoting the students' evaluation of and reflection	The teachers' beliefs about promoting students' evaluation of and reflection on the (self-regulated) learning in the digitally enhanced classroom environment relate to: • How the teachers justify and evaluate the students' evaluation and reflection processes on their topic-related knowledge acquisition during SRL. • How the teachers justify and evaluate the students' reflective processes about their learning process-related knowledge acquisition during SRL. • How the teachers justify and evaluate their feedback on the students' evaluation and reflection processes.

Anhang D: Erklärung zur Eigenleistung

Philosophisch-humanwissenschaftliche Fakultät
Dekanat
Fabrikstrasse 8, CH-3012 Bern

u^b

**UNIVERSITÄT
BERN**

Erklärung zur Dissertation

Hiermit bestätige ich, dass ich die Dissertation (Titel): Förderung von selbstreguliertem Lernen und Metakognition mit digitalen Technologien im Unterricht: Überzeugungen und Praktiken von Lehrpersonen

im Fach Erziehungswissenschaft

unter der Leitung von Prof. in Dr.in Tina Hascher

ohne unerlaubte Hilfe ausgeführt und an keiner anderen Universität zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht habe.

Datum : 8. August 2025

Unterschrift

