

**Vergleiche**

-

**eine kognitiv aktivierende Maßnahme der Hochschuldidaktik**

**Dissertation**

zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Philosophie

am Fachbereich 5: Erziehungswissenschaften

der Universität Koblenz-Landau

vorgelegt am

Sabrina Maria Stiel-Dämmer

**Datum der Disputation**

23.01.2023

Erstgutachterin: Prof. Dr. Miriam Leuchter, Universität Koblenz-Landau

Zweitgutachter: Prof. Dr. Frank Lipowsky, Universität Kassel



---

## Danksagung

Persönliche Grenzen zu überwinden und das eigene Potenzial zu entfalten, beflügelt und bringt inneren Reichtum. Ein großes Geschenk ist es, inspirierende Menschen im Leben zu treffen, die wohlwollend dabei helfen. Daher möchte ich mich bei einigen bedanken, die mich auf diesem Weg begleitet haben und ohne die ich nicht ans Ziel gekommen wäre.

Mein tiefster Dank gilt an erster Stelle meiner Doktormutter Prof. Dr. Miriam Leuchter. Sie hat sich enorm viel Zeit genommen, um mich auszubilden. Geduldig beantwortete sie Fragen, erklärte ausdauernd SPO's und gab stets wertschätzende und konstruktive Rückmeldung. Das Kostbarste schenkte sie mir jedoch durch ihren unerschütterlichen Glauben an mich. Sie ignorierte humorvoll meine wiederkehrenden Zweifel und konzentrierte sich nur auf das Ziel.

Danken möchte ich meinem Zweitgutachter Prof. Dr. Frank Lipowsky. In Arbeitstreffen gab er konstruktive Rückmeldung und willigte trotz seines enormen Arbeitspensums sofort ein, die Arbeit zu begutachten. Ermuntert bzw. etwas geschubst haben mich Prof. Dr. Astrid Rank und Prof. Dr. Anja Wildemann. Ohne sie wäre ich vermutlich gar nicht erst losgegangen.

Mein Dank gilt meinen Kolleginnen und Kollegen am Institut für Bildung im Kindes- und Jugendalter. Ich möchte mich bei Dr. Anke Weber bedanken. Mit Ausdauer saß sie bei statistischen Auswertungen neben mir und erklärte geduldig Zusammenhänge.

Heide Sasse, Veronika Barkela und Dr. Verena Zucker halfen in unzähligen Gesprächen mit fachlicher Expertise und lasen Korrektur. Dr. Maren Ebel danke ich für Formatierung und Hilfe auf den letzten Metern. Außerdem bedanke ich mich von Herzen bei Martin Müller und Sylvia Klews, die beide die Arbeit in unterschiedlichen Entwicklungsstadien mehrmals korrigierten, sowie bei Christine Schneider für schnelle Literaturrecherche und unkonventionelle Beschaffung. Ich habe das Glück, viele großartige Menschen an meiner Seite zu wissen, und danke den Landau Girls, all meinen Freunden und Gefährten. Insbesondere sind meine geliebten Freundinnen Tini Schneider, Claudia Hengesbach, Heide Sasse, Vroni Barkela,

---

Verena Zucker, Francesca Schlindwein, Katharina Köppen, Christel Müller-Antl und meine Schwester Kerstin Pramme zu nennen. Sie feierten Etappensiege, trockneten Tränen, tranken Kaffee, kochten Essen, betreuten Kinder, beruhigten Nerven, ermutigten und teilten Zeit. Eure liebevolle Unterstützung und Zuneigung rühren mich zutiefst und machen mein Leben reich.

Schließlich möchte ich mich bei meinem Mann und meinen Kindern bedanken. Ihnen wurde während der langen Promotionsphase ebenfalls viel abverlangt und auch sie wurden aus der Komfortzone gezwungen. Sie glaubten fest an mich, verzichteten oft auf meine (geistige) Anwesenheit und ertrugen emotionale Hochs und Tiefs.

Lieber Christian, lieber Henrik, liebe Helena und liebe Marla, von Herzen danke ich Euch für Eure Liebe. Ihr seid mein größtes Glück und die Freude meines Lebens!

## **Kontext der vorliegenden Dissertation**

Die vorliegende Dissertation ist im Rahmen des Großprojekts „MoSAiK“ (Laufzeit: 2016 - 2023) der Universität Koblenz-Landau entstanden und wurde durch das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des Bund-Länder-Programms „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ finanziert. Ziel des Gesamtprojekts ist eine modulare Schulpraxiseinbindung als Ausgangspunkt zur individuellen Kompetenzentwicklung. Die vorliegende Arbeit wurde in dem Teilprojekt „FoSach“ (Aufbau von Kompetenzen des Formative Assessment im Sachunterricht) verfasst, das die Methoden zur Förderung sachunterrichtsbezogener Diagnose- und Reflexionskompetenzen bei Lehramtsstudierenden untersucht.

## Zusammenfassung

Ziel von Hochschullehre ist es, Studierende anzuregen, sich vertieft mit dem Lerngegenstand auseinanderzusetzen und professionelles Wissen aufzubauen. In diesem Zusammenhang konnte Forschung im schulischen Kontext die Anregung zum Vergleichen als lernwirksam identifizieren. Die vorliegende Dissertation untersucht, ob sich diese Ergebnisse auf den Hochschulkontext übertragen lassen.

Zentrales Forschungsinteresse dieser Untersuchung war die empirische Überprüfung, ob der Abruf von Vorwissen von Studierenden und ihre Lernprozesse durch den Einsatz von Vergleichen unterstützt werden können. Dazu wurden zwei Studien durchgeführt.

*Studie 1 Vorwissen mit Vergleichen aktivieren* war ein zweifaktorielles Experimentaldesign mit vier Bedingungen und untersuchte, ob der Abruf von Vorwissen durch die Anregung zum Vergleichen unterstützt werden kann und darüber hinaus, inwiefern spezifische Hinweise zum Lerngegenstand den Abruf von Vorwissen beeinflussen. Die Befunde der ersten Studie zeigen erwartungskonform, dass Vorwissen durch gezieltes Anregen zum Vergleichen besser abgerufen werden kann. Hingegen bestätigte sich nur teilweise die Vermutung, dass die Darbietung spezifischer Hinweise zum Lerngegenstand den Abruf von Vorwissen unterstützt.

*Studie 2 Lernen mit Vergleichen* befasste sich mit dem Einfluss von Vergleichen auf das Lernen und die Rolle von Fachwissen. Für die Messung des Einflusses von Vergleichen wurde ein Prä-Post-Follow-Up-Kontrollgruppendesign mit Transferaufgabe im Rahmen eines Masterseminars mit Lehramtsstudierenden durchgeführt. Die erste Experimentalgruppe wurde gezielt zum Vergleichen angeregt, während die zweite Experimentalgruppe ohne Vergleiche unterrichtet wurde. Die Kontrollgruppe nahm weder am Seminar noch an der Intervention teil. Die Befunde der zweiten Studie bestätigen die Vermutung, dass Vergleiche das Lernen unterstützen können. Auffällig war, dass das Anregen zum Vergleichen bei der Bearbeitung von neuen und anspruchsvollen Aufgabenformaten besonders vorteilhaft zu sein scheint. Beide

Experimentalgruppen wiesen signifikant bessere Ergebnisse als die Kontrollgruppe auf. Allerdings glichen sich die Experimentalgruppen über die Zeit einander an. So konnten beim Follow-Up-Test keine Gruppenunterschiede mehr festgestellt werden. Wenn Fachwissen als Moderator des Verlaufs und der Gruppenunterschiede einbezogen wurde, zeigten sich Gruppenunterschiede zugunsten der Experimentalgruppe, die nicht gezielt zum Vergleichen angeregt wurde. Dies lässt den Schluss zu, dass die Anregung von Vergleichsprozessen fehlendes Fachwissen kompensieren kann.

Diese Dissertation zeigt, dass der gezielte Einsatz von Vergleichen im Kontext der Hochschullehre eine effektive und niedrigschwellige Fördermaßnahme sein kann, um Studierende zur Aktivierung von Vorwissen und zum Erwerb professionellen Wissens anzuregen.

## Abstract

The aim of higher education is to encourage college students to engage in depth in respect to a subject and to acquire professional knowledge. In this context, research on classroom teaching has revealed that stimulating comparisons enhances learning. This dissertation thesis investigates if transferring stimuli for comparisons to teaching practices in higher education scaffolds college students' learning. The key research interest of this dissertation is to empirically test whether college students' prior knowledge can be activated and learning processes can be supported by applying comparisons. Therefore, two studies were conducted:

*Study 1 "Activating prior knowledge by using comparisons"* investigated in a two factorial experimental design based on four conditions, whether the retrieval of prior knowledge can be stimulated by encouraging students to apply comparisons and to what extent the provision of additional information on the subject under observation influences the retrieval of prior knowledge. As expected, the findings of the first study confirmed that applying comparisons scaffolds the retrieval of prior knowledge. However, the hypothesis that providing additional information on the subject under observation scaffolds the retrieval of prior knowledge was only partially confirmed.

*Study 2 "Learning with comparisons"* examined the impact of stimulating comparisons on learning and the role of content knowledge using a pre-post follow-up control group design with transfer tasks. The study was conducted in the context of a master class on elementary education for teaching candidates. The first experimental group received stimuli for comparisons during a seminar while the second experimental group solely attended the seminar. The control group neither attended the seminar nor received the stimuli. The results confirmed the hypothesis that stimuli for comparisons enhance learning. Comparing seems to be particularly beneficial when solving new and challenging tasks. Both experimental groups significantly outperformed the control group. However, the experimental groups converged



---

over time, and no group differences were observed during the follow-up test. When introducing content knowledge as moderator to the model, the group without stimuli for comparisons performed better. This suggests that the stimulation of comparisons can compensate for a lack of content knowledge. This dissertation argues that the deliberate use of comparisons in higher education teaching can be an effective and low-threshold scaffold to stimulate students to activate prior knowledge and obtain professional knowledge.

---

# Inhaltsverzeichnis

DANKSAGUNG .....	1
KONTEXT DER VORLIEGENDEN DISSERTATION .....	3
ZUSAMMENFASSUNG .....	4
ABSTRACT .....	6
INHALTSVERZEICHNIS .....	8
ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	12
TABELLENVERZEICHNIS .....	12
I. KAPITEL ALLGEMEINE EINFÜHRUNG .....	15
I.1. EINLEITUNG .....	16
I.2. KOGNITIVE AKTIVIERUNG .....	18
I.2.1. KOGNITIVE AKTIVIERUNG IM KONTEXT DIESER DISSERTATION .....	18
I.2.2. VERORTUNG DES KONSTRUKTS DER KOGNITIVEN AKTIVIERUNG .....	18
I.2.3. BESCHREIBUNG DES KONSTRUKTS DER KOGNITIVEN AKTIVIERUNG .....	21
I.3. VERGLEICHE .....	25
I.3.1. ELEMENTE VON VERGLEICHEN .....	26
I.3.2. VERGLEICHSFORMEN .....	33
I.3.3. KATEGORISIERUNG .....	36
I.3.4. VERGLEICHSLOGIKEN .....	40
I.3.5. ZUSAMMENFASSUNG .....	42
I.4. LEHR-LERN-THEORETISCHE VERORTUNG IM KONTEXT DIESER DISSERTATION .....	42
I.5. ÜBERBLICK ÜBER DAS GESAMTE FORSCHUNGSVORHABEN .....	46
I.5.1. FORSCHUNGSDESIDERATA .....	46
I.5.2. FORSCHUNGSZIEL DIESER ARBEIT .....	47
I.5.3. FORSCHUNGSFRAGEN .....	48
I.5.4. METHODISCHER ÜBERBLICK .....	49
I.6. ZUSAMMENFASSENDE ERGEBNISÜBERBLICK .....	50

---

<b>II. KAPITEL STUDIE 1 VORWISSEN MIT VERGLEICHEN AKTIVIEREN</b> .....	<b>53</b>
<b>II.1. EINLEITUNG</b> .....	<b>54</b>
<b>II.2. VORWISSEN</b> .....	<b>54</b>
<b>II.2.1. EINFLUSS DES VORWISSENS BEIM WISSENSERWERB</b> .....	<b>54</b>
<b>II.2.2. EINBEZUG VON VORWISSEN IM LEHRAMTSSTUDIUM</b> .....	<b>57</b>
<b>II.3. VERGLEICHE</b> .....	<b>60</b>
<b>II.3.1. VERGLEICHSDDEFINITION</b> .....	<b>60</b>
<b>II.3.2. VERGLEICHSFOKUS</b> .....	<b>61</b>
<b>II.3.3. ZWEI VERGLEICHASPEKTE</b> .....	<b>62</b>
<b>II.3.4. EINFLUSS DES REFERENZPUNKTS</b> .....	<b>66</b>
<b>II.4. EMPIRISCHE UNTERSUCHUNG STUDIE 1</b> .....	<b>68</b>
<b>II.4.1. ENTWICKLUNG EINES TESTINSTRUMENTS ZUM ABRUF VON VORWISSEN MIT VERGLEICHEN</b> .....	<b>70</b>
<b>II.4.2. ERGEBNISSE</b> .....	<b>78</b>
<b>II.4.3. DISKUSSION</b> .....	<b>81</b>
<b>III. KAPITEL STUDIE 2 LERNEN MIT VERGLEICHEN</b> .....	<b>88</b>
<b>III.1. EINLEITUNG</b> .....	<b>89</b>
<b>III.2. VERGLEICHEN</b> .....	<b>89</b>
<b>III.2.1. VERGLEICHSPROZESSE</b> .....	<b>90</b>
<b>III.2.2. LERNEN MIT VERGLEICHEN</b> .....	<b>91</b>
<b>III.2.3. VERGLEICHE LERNWIRKSAM ANREGEN</b> .....	<b>93</b>
<b>III.3. KOGNITIVE AKTIVIERUNG</b> .....	<b>96</b>
<b>III.3.1. KOGNITIVE AKTIVIERUNG ALS LERNGEGENSTAND FÜR LEHRAMTSSTUDIERENDE</b> .....	<b>96</b>
<b>III.3.2. KOGNITIV AKTIVIERENDE MAßNAHMEN IM SACHUNTERRICHT</b> .....	<b>97</b>
<b>III.4. EMPIRISCHE UNTERSUCHUNG STUDIE 2</b> .....	<b>103</b>
<b>III.4.1. ZIELE UND FORSCHUNGSFRAGEN DER DREI TEILSTUDIEN</b> .....	<b>104</b>
<b>III.4.2. STICHPROBEN</b> .....	<b>106</b>
<b>III.4.3. ENTWICKLUNG DER MESSINSTRUMENTE ALLER DREI TEILSTUDIEN</b> .....	<b>107</b>
<b>III.4.4. VORGEHEN</b> .....	<b>113</b>
<b>III.4.5. TEILSTUDIE 1: VALIDIERUNG DES INSTRUMENTES</b> .....	<b>114</b>
<b>III.4.5.1. STATISTISCHE ANALYSEN TEILSTUDIE 1</b> .....	<b>115</b>
<b>III.4.5.2. DISKUSSION TEILSTUDIE 1</b> .....	<b>121</b>
<b>III.4.6. TEILSTUDIE 2: ANTWORTVERHALTEN DER GRUPPEN WÄHREND DER INTERVENTION</b> ....	<b>122</b>

III.4.6.1. STATISTISCHE ANALYSEN TEILSTUDIE 2 .....	123
III.4.6.2. DISKUSSION TEILSTUDIE 2 .....	125
III.4.7. TEILSTUDIE 3: LERNEN MIT VERGLEICHEN .....	<b>128</b>
III.4.7.1. STATISTISCHE ANALYSEN TEILSTUDIE 3 .....	128
III.4.7.2. DISKUSSION TEILSTUDIE 3 .....	135
III.4.8. GESAMTDISKUSSION STUDIE 2 .....	<b>136</b>
III.4.8.1. LIMITATIONEN.....	140
III.4.8.2. FAZIT .....	142
IV. KAPITEL ALLGEMEINE DISKUSSION .....	<b>145</b>
IV.1. EINLEITUNG .....	<b>146</b>
IV.2. ZUSAMMENFASSUNG .....	<b>146</b>
IV.3. ERGEBNISINTERPRETATION UND EINORDNUNG IN DIE LITERATUR.....	<b>149</b>
IV.3.1. MESSUNG DES KONSTRUKTS DER KOGNITIVEN AKTIVIERUNG.....	149
IV.3.2. KOMPARATA UND RELATION .....	151
IV.3.3. DER VERGLEICHENDE.....	154
IV.3.4. DER REFERENZPUNKT.....	158
IV.4. LIMITATIONEN.....	<b>160</b>
IV.5. FAZIT UND IMPLIKATIONEN .....	<b>161</b>
LITERATURVERZEICHNIS .....	<b>164</b>
ANHANG .....	<b>I</b>
STUDIE 1: VORWISSEN MIT VERGLEICHEN AKTIVIEREN .....	<b>II</b>
1. TEXTVIGNETTENSET MIT REFERENZPUNKT UND ZWEI STANDARDS.....	<b>II</b>
2. TEXTVIGNETTENSET OHNE REFERENZPUNKT UND MIT ZWEI STANDARDS .....	<b>V</b>
3. TEXTVIGNETTENSET MIT REFERENZPUNKT UND EINEM STANDARD.....	<b>VIII</b>
4. TEXTVIGNETTENSET OHNE REFERENZPUNKT UND MIT EINEM STANDARD .....	<b>XI</b>
STUDIE 2 LERNEN MIT VERGLEICHEN .....	<b>XV</b>
TEILSTUDIE 1: VALIDIERUNG DES INSTRUMENTS .....	<b>XV</b>
TEILSTUDIE 2 ANTWORTVERHALTEN WÄHREND DER INTERVENTION .....	<b>XV</b>
TEXTVIGNETTENSET 1: SCHWIMMEN UND SINKEN MIT EINEM STANDARD.....	<b>XV</b>
TEXTVIGNETTENSET 2: SCHWIMMEN UND SINKEN MIT ZWEI STANDARDS .....	<b>XIX</b>
TEILSTUDIE 3 LERNEN MIT VERGLEICHEN .....	<b>XXII</b>
1. TRANSFERTEST .....	<b>XXII</b>
2. FACHWISSENSTEST MAGNETISMUS.....	<b>XXV</b>
3. TESTINSTRUMENTE KOGNITIVE FÄHIGKEITEN.....	<b>XXVII</b>

---

<b>3.1 LOGIK UND PROBLEMLÖSUNG .....</b>	<b>XXVII</b>
<b>3.2 MENTALE ROTATION.....</b>	<b>XXIX</b>
<b>VITA.....</b>	<b>XXXI</b>

---

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1</b> Überblick der Studiendesigns .....	50
<b>Abbildung 2</b> Arbeitsanweisung für Vignette mit einem Standard .....	72
<b>Abbildung 3</b> Design Studie Vorwissen mit Vergleichen aktivieren .....	73
<b>Abbildung 4</b> Arbeitsanweisung für Vignette mit zwei Standards.....	75
<b>Abbildung 5</b> Studiendesign Studie 2 Lernen mit Vergleichen.....	103
<b>Abbildung 6</b> Transfertest.....	111
<b>Abbildung 7</b> Wright Map der 7 Items des Tests .....	120
<b>Abbildung 8</b> Zusammenfassung Ergebnisse .....	147

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1</b> Beispielvignette Magnetismus mit einem Standard .....	72
<b>Tabelle 2</b> Beispielvignette Magnetismus mit zwei Standards .....	74
<b>Tabelle 3</b> Verteilung der kognitiv aktivierenden Maßnahmen der Textvignettensets.....	76
<b>Tabelle 4</b> Übersicht über die vier Experimentalgruppen .....	77
<b>Tabelle 5</b> Deskriptive Statistiken der Experimentalgruppen .....	78
<b>Tabelle 6</b> Prozentanteil richtig gelöster Items nach Gruppe.....	79
<b>Tabelle 7</b> Ergebnisse des Dunn-Tests.....	80
<b>Tabelle 8</b> Ergebnisse der Mehrebenenanalyse.....	81
<b>Tabelle 9</b> Stichprobengröße der Teilstudien und Gruppen.....	107
<b>Tabelle 10</b> Beispielvignette Schwimmen und Sinken mit einem Standard .....	109
<b>Tabelle 11</b> Beispielvignette Schwimmen und Sinken mit zwei Standards.....	109
<b>Tabelle 12</b> Häufigkeiten korrekter Antworten je Item .....	116
<b>Tabelle 13</b> Korrelationen der geschlossenen Items .....	116
<b>Tabelle 14</b> Vom Raschmodell implizierte Itemschwierigkeiten und Fit-Indizes .....	119
<b>Tabelle 15</b> Zwei Ebenen von Vergleichen.....	123
<b>Tabelle 16</b> Anzahl korrekt und inkorrekt beantworteter geschlossener Items nach Gruppe .	123
<b>Tabelle 17</b> Deskriptive Statistiken nach Gruppen für die offenen Items.....	124
<b>Tabelle 18</b> t-Tests .....	125
<b>Tabelle 19</b> Deskriptive Statistiken der Gruppen.....	129
<b>Tabelle 20</b> Korrelationen zwischen den Variablen.....	130
<b>Tabelle 21</b> Ergebnisse der Mehrebenenanalysen.....	133



# **I. Kapitel**

## **Allgemeine Einführung**



## I.1. Einleitung

Ziel eines Hochschulstudiums ist der Aufbau professionellen Wissens, welches anschlussfähig, in der Praxis flexibel anwendbar ist und den Studierenden auf ihrem weiteren Bildungsweg nutzt. Eine Voraussetzung, um professionelles Wissen aufzubauen, ist gute hochschuldidaktische Lehre (Elsholz, 2019). Kennzeichen qualitativer Lehre ist inhaltliche Kohärenz, sinnvolle Verknüpfung bedeutender Lerninhalte, Fokussierung auf Relevantes und die vertiefte Auseinandersetzung der Lernenden mit dem Lerngegenstand (Fauth & Leuders, 2018; Kleickmann et al., 2020; Klieme, 2019; Kunter & Ewald, 2016; Lipowsky & Bleck, 2019; Praetorius et al., 2020).

Eine Herausforderung für die Hochschulbildung stellt das heterogene Vorwissen der Studierenden in den Seminaren dar (Dochy et al., 1999). Studien identifizierten Vorwissen als einen zentralen Prädiktor für Lernerfolg (Ausubel et al., 1968; Chi, 1988; Greve et al., 2019; Shing & Brod, 2016; Simonsmeier et al., 2021). Diese empirischen Evidenzen sind auch für die Hochschullehre von Bedeutung und das Vorwissen von Studierenden sollte Beachtung finden (Schneider & Mustafić, 2015). Im Kontext der Hochschulbildung stehen Lehrende vor verschiedenen Herausforderungen und häufig werden bedeutende Kernelemente des Studiums isoliert voneinander unterrichtet, sodass der Aufbau von professionellem Wissen wenig aufeinander abgestimmt ist (Blömeke, 2006; Blömeke et al., 2011; Kleickmann & Hardy, 2019). Die Integration dieser Wissensfragmentierung wird häufig den Studierenden überlassen, wodurch kaum Transfer zwischen den Domänen stattfindet (Ball, 2000; Harr et al., 2014; Kleickmann & Hardy, 2019; Renkl et al., 1996).

Den Lehrenden steht jedoch ein vielfältiges Repertoire an Strategien zur Verfügung, das Vorwissen anzuregen und dadurch das Lernen zu unterstützen (Kleickmann, 2012; Krause & Stark, 2006; Lipowsky, 2020; Praetorius et al., 2018). Wichtig scheint dabei insbesondere das kognitive Aktivieren der Lernenden zu sein (Baumert et al., 2004; Kleickmann, 2012; Klieme et al., 2001; Lipowsky, 2020). Kognitiv aktivierende Maßnahmen bezeichnen gezielte

Lehrhandlungen, um die geistigen Prozesse von Lernenden anzuregen, sich vertiefter mit dem Lerngegenstand zu befassen (z.B. Baumert et al., 2004; Hugener et al., 2007; Kleickmann, 2012; Klieme et al., 2001; Lipowsky, 2020; Seidel & Shavelson, 2007).

Eine dieser kognitiv aktivierenden Maßnahmen ist das gezielte Anregen von Vergleichsprozessen. So wurden der Einsatz von Vergleichen als Grundlage für Schlussfolgerungen, Entwicklung von Begriffen und der Restrukturierung von Wissen identifiziert (Loewenstein & Gentner, 2001; Gentner & Smith, 2012; Gentner & Namy, 1999). Das explizite Auffordern zum Vergleichen ist ein pädagogisches Werkzeug, um vorhandenes Wissen sichtbar zu machen und das Lernen zu unterstützen (Lipowsky & Bleck, 2019; Ziegler & Stern, 2014). Im schulischen Kontext bestätigen einige Metaanalysen die Lernwirksamkeit von Vergleichen (z.B. Alfieri et al., 2013; Beesley & Apthorp, 2010; Dean et al., 2012; Marzano et al., 2001).

Die Wirksamkeit von Vergleichen kann auch für die Hochschule angenommen werden, allerdings liegen bisher kaum Studien vor, die die Bedeutung von Vergleichsprozessen in Bezug auf den Abruf von Vorwissen und das Lernen im Lehramtsstudium überprüft haben. Zentrales Forschungsinteresse dieser Studie ist daher die Überprüfung, ob der gezielte Einsatz von Vergleichen auch im Kontext der Hochschullehre gewinnbringend ist. Dazu wurden zwei Studien durchgeführt. Die erste Studie (Kapitel II) konzentriert sich dabei auf die Frage, ob das gezielte Anregen von Vergleichsprozessen den Abruf von Vorwissen unterstützen kann und darüber hinaus, inwiefern spezifische Hinweise den Abruf von Vorwissen beeinflussen. Die zweite Studie (Kapitel III) besteht aus drei Teilstudien. Die erste Teilstudie befasst sich mit der Validierung des Messinstruments, die zweite Teilstudie untersucht den Einfluss von Vergleichen auf das Antwortverhalten der Experimentalgruppen während der Intervention und die dritte Teilstudie überprüft, ob Vergleiche gewinnbringend für das Lernen sind.

Diese Dissertation soll einen Beitrag zur Forschung darüber leisten, ob das Vorwissen der Studierenden aktiviert und das Lernen im Hochschulstudium durch niedrigschwellige Lehrangebote, wie das kognitive Aktivieren durch Vergleiche, unterstützt werden kann.

## **I.2. Kognitive Aktivierung**

### **I.2.1. Kognitive Aktivierung im Kontext dieser Dissertation**

Diese Dissertation betrachtet *kognitive Aktivierung* auf zwei Ebenen. Einerseits liegt der Fokus auf dem Konstrukt der kognitiven Aktivierung, da dies ein Grundlagenthema im Lehramtsstudium und ein zentraler Lerngegenstand der in dieser Studie beforschten Seminare ist. Andererseits untersucht diese Studie den gezielten Einsatz der kognitiv aktivierenden Maßnahme *Vergleiche anregen* im Hochschulstudium. Dieses Kapitel widmet sich dem Konstrukt der kognitiven Aktivierung, um zu verdeutlichen, welche Bedeutung es in der Lehr-Lern-Forschung und insbesondere im Lehramtsstudium einnimmt. Das Konstrukt der kognitiven Aktivierung wird in Kapitel I.2.2 zunächst in den Kontext der Unterrichtsqualitätsforschung verortet und dann in Kapitel I.2.3 genauer definiert.

### **I.2.2. Verortung des Konstrukts der kognitiven Aktivierung**

Forschungsansätze in den letzten Jahrzehnten haben versucht, Kriterien und Merkmale guter Unterrichtsqualität auszumachen. Mehrere Paradigmenwechsel führten zu komplexen, detaillierten und vor allem unterschiedlichen Kriterienkatalogen von Indikatoren für Unterrichtsqualität (Kleickmann, 2012; Lipowsky, 2020; Lipowsky & Bleck, 2019). Einigkeit herrscht darüber, dass Lernwirksamkeit das zentrale Ziel von Unterricht ist und Schülerinnen und Schüler durch die Unterrichtsintervention ihr Wissen und ihre Kompetenzen entwickeln bzw. ausbauen sollen. Welchen Einfluss Unterricht auf die Lernenden genau hat, ist jedoch immer noch ein weites Forschungsfeld (Einsiedler, 2012).

Als Indikator guten Unterrichts werden leicht zu identifizierende Unterrichtsmerkmale wie Lernumgebung, Sozialformen, Einsatz von Medien und Methoden von Lehrkräften häufig zu stark gewichtet. Diese Unterrichtsmerkmale sagen jedoch nur wenig über die Qualität des Unterrichts und die Verstehensprozesse der Schülerinnen und Schüler aus (Hattie, 2009; Köller et al., 2013; Lipowsky, 2020). Kunter & Trautwein (2013) oder Lipowsky & Bleck (2019) bestätigen, dass sichtbare Inszenierungsformen des Unterrichts zwar Anhaltspunkte zur Organisation von Unterricht geben, meist aber wenig über dessen Lernwirksamkeit aussagen.

So zeigte beispielsweise die Studiensynthese von etwa 800 Metaanalysen von Hattie (2009), dass Sichtstrukturen wie offene Lehr- und Lernformen ( $d = 0.01$ ), Freiarbeit ( $d = 0.04$ ), Klassengröße ( $d = 0.21$ ) oder Klassenführung ( $d = 0.35$ ) für den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler weniger entscheidend sind. Hingegen ist die schwieriger zu erfassende und zu operationalisierende psychologisch-didaktische Prozessqualität für das Lernen bedeutsamer (Hattie, 2012b; Kleinknecht & Steffensky, 2016; Klieme et al., 2006; Kunter et al., 2013). So identifizierte Hattie (2012b) beispielsweise Lernfeedback ( $d = 0.70$ ), reziprokes Lehren ( $d = 0.74$ ), den Einsatz von Scaffolding-Maßnahmen ( $d = 0.82$ ) und besonders die kognitiv aktivierende Aufgabenanalyse (cognitive Task Analysis, CTA) ( $d = 1.29$ ) als hoch lernwirksam.

Ein Forschungserfolg ist die Erkenntnis, dass die vielen Merkmale und Kriterienkataloge, die lernförderlichen Unterricht kennzeichnen, zu wenigen *Basisdimensionen* verdichtet werden können (z.B. Hattie, 2012b; Kleinknecht et al., 2014; Klieme et al., 2006; Kunter & Voss, 2011; Lipowsky, 2020). Die Verdichtung der Unterrichtsmerkmale auf wenige Basisdimensionen erleichtert die Übersicht und so kann die Wirkung von Unterricht theoriebasiert besser aufgezeigt und erklärt werden (Lipowsky & Bleck, 2019). Zusammenfassungen von Studienergebnissen und Schlüsselkriterien haben eine Reihe von Autoren wie beispielsweise Ditton, (2000); Hugener et al., (2007); Kunter & Ewald (2016); Leuders & Holzäpfel, (2011); Pauli et al., (2008) erstellt. Zum etablierten Modell der drei

Basisdimensionen gehören *effektives Klassenmanagement (1)*, *unterstützendes Unterrichtsklima (2)*<sup>1</sup> und *kognitive Aktivierung (3)* (Klieme et al., 2006; Klieme & Vieluf, 2013; Kunter & Ewald, 2016; Lipowsky, 2020). Außerdem wird diskutiert, diese drei Basisdimensionen um eine vierte Komponente, die der *fachbezogenen Unterrichtsqualität (4)*, zu erweitern, da sich die verständliche Vermittlung fachlich korrekter Inhalte und die Verknüpfung verschiedener Unterrichtsgegenstände nicht explizit in den drei Basisdimensionen wiederfindet (Hiebert & Grouws, 2007; Lamain et al., 2017; Lipowsky & Bleck, 2019; Möller, 2016; Renkl, 2011).

Die erste Basisdimension, effektives Klassenmanagement, umfasst alle Ordnungs-, Struktur- und Kommunikationshandlungen der Lehrkraft, um einen flüssigen Unterrichtsverlauf mit möglichst viel Lernzeit zu gewährleisten (Schönbächler, 2005; Seidel, 2015, 2020). Die zweite Basisdimension, das unterstützende Unterrichtsklima, beinhaltet sowohl die subjektiv erlebte Schulumwelt der Lernenden, die Beziehungen der Kinder untereinander als auch das Lehrer-Schüler-Verhältnis. Von Bedeutung ist dabei nicht nur das emotionale Klima und der Umgang miteinander, sondern auch die fachlich-adaptive Unterstützung beim Lernprozess (Gruehn, 2000; Kunter & Trautwein, 2013; Lipowsky, 2015).

Im Vordergrund des Forschungsinteresses dieser Arbeit steht die dritte Basisdimension, die *kognitive Aktivierung*. Kognitive Aktivierung ist ein bildungspädagogisches Konstrukt und beschreibt einerseits die vorbereitete Lernumgebung und die pädagogischen Maßnahmen, die die Lehrkräfte im Unterricht einsetzen. Andererseits werden unter dem Konstrukt die Denk- und Lernprozesse der Lernenden gefasst, die durch gezielte Maßnahmen ihrer Lehrpersonen angeregt werden sollen, ihre geistigen Prozesse zu intensivieren (Baumert et al., 2010; Kleickmann et al., 2020; Klieme et al., 2006; Seidel & Shavelson, 2007).

---

<sup>1</sup> andere Autoren definieren den Begriff auch als konstruktive Lernunterstützung (z.B. Kunter & Voss, 2011)

Im Gegensatz zu den anderen Basisdimensionen steht bei der kognitiven Aktivierung der eigentliche Lerngegenstand im Fokus der Aufmerksamkeit. In dieser Dimension geht es um die tatsächlichen Verstehensprozesse, geistigen Abläufe und den Wissensaufbau der Lernenden (Kleickmann et al., 2018; Lipowsky & Bleck, 2019). Bei den Basisdimensionen *effektives Klassenmanagement* und *unterstützendes Unterrichtsklima* geht es hingegen weniger um das Lernen als solches als vielmehr um die Schaffung einer lernwirksamen Umgebung. Dazu zählt ein klar strukturierter Rahmen, der das Erlernen von Regeln, die Einführung von Ritualen, das Anstreben eines angstfreien Lernraumes, den Aufbau einer positiven Lehrer-Schüler-Beziehung mit einer bestmöglichen Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit kombiniert (Klieme et al., 2006; Klieme & Vieluf, 2013; Kunter & Ewald, 2016; Lipowsky, 2020).

### **I.2.3. Beschreibung des Konstrukts der kognitiven Aktivierung**

Vor dem Hintergrund eines konstruktivistischen Lernverständnisses wird unter dem Begriff der kognitiven Aktivierung das Zusammenspiel der kognitiven Aktivität seitens der Lernenden mit dem gezielten Einsatz von geistig anregenden Maßnahmen seitens der Lehrkräfte verstanden (Lipowsky & Bleck, 2019). Die Zielsetzung eines solchen Unterrichts ist die Erhöhung der mentalen Eigenaktivität der Lernenden, initiiert durch kognitiv aktivierende Maßnahmen seitens der Lehrpersonen (Kleickmann et al., 2020; Leuders & Holzäpfel, 2011; Lipowsky, 2015; Möller, 2016). Darüber hinaus zielt ein solches Lehrarrangement darauf ab, konzeptuelles Verständnis und anwendbares Wissen aufzubauen (z.B. Kunter et al., 2005; Lipowsky & Bleck, 2019).

Im Gegensatz zum Prozess-Produkt-Paradigma, in dem die Vorstellung dominierte, dass Lernleistungen überwiegend vom Unterricht abhängen und somit ein Produkt der Lehrpersonen ist (Bromme & Haag, 2004; Seidel & Shavelson, 2007), kann ein kognitiv aktivierender Unterricht im Sinne konstruktivistischer Lehr-Lern-Annahmen als ein

Bildungsangebot der Lehrkräfte an die Lernenden verstanden werden (Helmke & Schrader, 2013). Damit die intendierten Unterrichtsziele auch tatsächlich verwirklicht werden, müssen die Lernenden dieses Bildungsangebot jedoch aktiv annehmen und nutzen. Daher kann ein kognitiv aktivierender Unterricht im Rahmen des *Angebot-Nutzungs-Modells* verortet werden (Fend, 1981; Helmke, 2012). Im Angebot-Nutzungs-Modell wird zwar dem Handeln der Lehrperson große Bedeutung beigemessen, da sie wichtige Impulse setzt und dem Lernenden Lernunterstützung anbietet, aber der Einfluss auf den eigentlichen Lernerfolg wird der Lehrperson nur begrenzt zugeschrieben (Fend, 2000; Helmke & Helmke, 2017). Auch bei einem kognitiv aktivierenden Unterricht initiiert die Lehrperson komplexe, fachlich anspruchsvolle und herausfordernde Lerngelegenheiten mit dem Ziel, die geistigen Prozesse der Lernenden anzuregen. Ob die Lernenden die Impulse jedoch annehmen, ihre kognitiven Prozesse steigern und daraus Nutzen ziehen, entscheiden sie selbst (Helmke & Helmke, 2017; Leuders & Holzäpfel, 2011; Lipowsky, 2015; Schrader & Helmke, 2008).

Kognitive Aktivierung umfasst u.a. das kontinuierliche Diagnostizieren von Lernständen sowie ein Repertoire unterschiedlicher Maßnahmen, um Lernende anzuregen, sich vertiefter mit dem Lerngegenstand auseinanderzusetzen. Dabei ist die Diagnostik die Voraussetzung, um passende Maßnahmen der kognitiven Aktivierung zu identifizieren und einzusetzen. Das Repertoire der kognitiv aktivierenden Maßnahmen beinhaltet beispielsweise das *Provozieren kognitiver Konflikte*, das *Einfordern von Begründungen* oder die *Anregung zum Vergleichen* (Fauth & Leuders, 2018; Hardy et al., 2006; Hugener et al., 2007; Kleickmann, 2012; Klieme & Warwas, 2011).

Der Ländervergleich (1995 / 1999) der TIMSS-Videostudie<sup>2</sup> zeigte, dass der problemlösend-entdeckende japanische Mathematikunterricht eine kognitiv aktivierende Lernangelegenheit darstellt. Spätestens seit diesem Zeitpunkt definieren Bildungsforscher

---

<sup>2</sup> TIMSS = Third International Mathematics and Science Study bzw. heute Trends in International Mathematics and Science Study. Im deutschen Sprachraum „Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie“ (Baumert & Köller, 2000, S. 5).

solch ein anspruchsvolles Lernsetting als kognitiv aktivierenden Unterricht und diese Form des Lehrens wurde zum Vorbild für lernwirksamen Unterricht (Baumert et al., 2004; Fauth & Leuders, 2018; Kleickmann et al., 2018, 2020; Klieme, 2019; Lipowsky, 2020; Seidel & Shavelson, 2007). Auch Mayer (2004) trug zur Begriffsbildung der kognitiven Aktivität bei, indem er Kritik am entdeckenden Lernen übte (Klieme et al., 2006). Er grenzt in seinem Beitrag körperliche Aktivität (*hands on*) von kognitiver Aktivität (*minds on*) ab und erläutert die Bedeutung der Lehrperson. Er vertritt die Position, dass erst durch adäquate Lenkung der Lehrkraft kognitive Verarbeitung der Lerninhalte gewährleistet ist (Mayer, 2004).

Zu betonen ist, dass kognitive Aktivität der Schülerinnen und Schüler kaum an beobachtbarem Verhalten der Lernenden festzustellen ist. Lernende können körperlich sehr beschäftigt sein oder aufmerksam wirken, ohne jedoch geistig dem Unterrichtsgeschehen zu folgen (Klieme et al., 2006). Da kognitive Aktivität kaum unmittelbar operationalisierbar ist, liegt der Fokus der Forschung zur kognitiven Aktivierung meist auf Merkmalen des Lehrangebots und Aspekten der Nutzung dieses Angebots durch die Lernenden (Lipowsky, 2020). Allerdings konnten Hugener et al. (2007) in ihrer Videostudie zur Unterrichtsqualität keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Oberflächenmerkmalen eines kognitiv aktivierenden Inszenierungsmusters von Unterricht und Schülerleistung feststellen. Da eine Vielzahl von Studien jedoch überwiegend einen positiven Zusammenhang zwischen kognitiv aktivierendem Unterricht und der Leistungsentwicklung von Lernenden nachweisen konnten (Baumert & Kunter, 2011a; Fauth et al., 2014; Hanisch, 2018; Hattie, 2009; Herrmann et al., 2021; Kleickmann et al., 2020; Lipowsky et al., 2009; Praetorius et al., 2018; Sedova et al., 2019; Studhalter et al., 2021), ist davon auszugehen, dass kognitive Aktivierung nicht an ein spezifisches Inszenierungsmuster gebunden ist, sondern es sich vielmehr um ein tiefenstrukturelles Merkmal von Unterricht handelt (Hugener, 2008; Pauli et al., 2008).

Eine wichtige Voraussetzung für eine kognitiv aktivierende Lernumgebung scheint dabei das fachdidaktische Wissen der Lehrpersonen zu sein (Baumert & Kunter, 2011b). So



zeigte eine Untersuchung zu Lernerfolg im Mathematikunterricht mit Daten aus der COACTIV-Haupterhebung mit 181 Lehrkräften und 4353 Schülern, dass das fachdidaktische Wissen 39 Prozent der Varianz der Mathematikleistungen zwischen den Klassen erklärt (Baumert & Kunter, 2011a). Auch die Studie von Lange et al. (2015) zur Bedeutung von Fachwissen und fachdidaktischem Wissen für den Lernerfolg im naturwissenschaftlichen Sachunterricht in 60 vierten Klassen und mit 1326 Grundschulern stützen diese Ergebnisse. Während Fachwissen und Lernerfolg nicht positiv korrelierten, konnte ein positiver Zusammenhang zwischen fachdidaktischem Wissen und Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler festgestellt werden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es sich bei der kognitiven Aktivierung um ein mehrdimensionales Qualitätsmerkmal von Unterricht handelt. Verkürzt definiert besteht das Konstrukt aus den Komponenten:

- der *kognitiven Aktivität*, (geistige Prozesse der Lernenden)
- der *kognitiven Aktivierung* und (Handeln der Lehrenden)
- den *kognitiv aktivierenden Maßnahmen* (Methoden der Lehrenden)

Das Ziel eines kognitiv aktivierenden Unterrichts ist es, Lernende mit kognitiv aktivierenden Maßnahmen zu intensiveren geistigen Prozessen anzuregen, in denen sie sich vertieft mit dem Lerngegenstand auseinandersetzen, um neues Wissen aufzubauen, bestehendes Wissen zu verändern oder es zu erweitern (Kunter & Voss, 2011; Lipowsky et al., 2009).

Wie dieses Ziel verwirklicht werden kann, hängt von fachlichen und fachdidaktischen Überlegungen ab (Einsiedler & Hardy, 2010; Klieme & Rakoczy, 2008; Lipowsky et al., 2009). Da sich fachdidaktisches Wissen auf den Lernerfolg von Schülerinnen und Schüler auswirkt, ist es für Lehramtsstudierende bedeutsam, fachdidaktisches Wissen bereits im Studium aufzubauen. Lehrkräfte sollten über Strategien verfügen, Schülerinnen und Schüler beim Lernen adäquat zu unterstützen und ein breites Repertoire an Lehr-Lern-Strategien zu beherrschen. Eine dieser kognitiv aktivierenden Strategien ist das Anregen von

Vergleichsprozessen. Daher liegt der Fokus dieser Studie auf der Untersuchung, ob durch den Einsatz von Vergleichen Vorwissen aktiviert und das Lernen unterstützt werden kann.

### I.3. Vergleiche

Vergleichen ist ein ubiquitärer kognitiver Prozess der menschlichen Informationsverarbeitung (Mussweiler & Gentner, 2007; Waldmann, 2017). Vergleichsprozesse beeinflussen kognitive Prozesse wie beispielsweise *Kategorisieren*, *induktives* und *deduktives Schlussfolgern* oder *analoges Denken* (z. B. Loewenstein & Gentner, 2001; Gentner & Smith, 2012; Goswami, 2011; Markman & Rein, 2013; Mussweiler & Gentner, 2007; Gentner & Namy, 1999; Holyoak, 2005; Waldmann, 2017). Außerdem identifizierten Studien Vergleichsprozesse als bedeutend für die Entwicklung von Begrifflichkeiten und Restrukturierung von Vorwissen (Chi, 2008; Hardy et al., 2020; Namy & Gentner, 2002).

Da Vergleichsprozesse und ihr Potenzial das zentrale Forschungsinteresse dieser Dissertation sind, werden in den folgenden Kapiteln der Vergleich und vier bedeutende Vergleichselemente, nämlich die *Komparata*, die *Relation*, der *Vergleichende* und der *Referenzpunkt*, definiert und Kriterien für gewinnbringende Vergleiche vorgestellt (Kapitel I.3.1). In Kapitel I.3.2 werden drei Formen erläutert, auf die ein Vergleichender fokussieren kann. In Kapitel I.3.3 werden kognitive Abläufe bei Vergleichsprozessen beschrieben. In Kapitel I.3.4 folgt eine Vorstellung logischer Regeln, der es für sinnvolle Vergleiche bedarf. Das Kapitel schließt mit einer kurzen Zusammenfassung und einer Definition, auf die sich die Studie stützt (Kapitel I.3.5).

### I.3.1. Elemente von Vergleichen

Im Folgenden werden Vergleichselemente und unterschiedliche bereits existierende Definitionen des Vergleichsprozesses erläutert und analysiert. Diese werden als Grundlage genutzt, um am Ende dieses Kapitels eine Definition vorzustellen, die auf das Forschungsziel fokussiert, den Einfluss von Vergleichen zur Unterstützung beim Vorwissensabruf und dem Lernen zu überprüfen. Vergleiche sind folgendermaßen aufgebaut: Das Vergleichene ist das *comparatum* und das Vergleichende ist das *comparans* (Glück, 2016). Den Komparata muss wenigstens ein gemeinsames Merkmal innewohnen, das auch als *Tertium Comparationis* bezeichnet wird (von Sass, 2011; Zelditch, 1971). Komparata haben jedoch meistens mehrere gemeinsame Merkmale und je nach Hinsicht bzw. je nach Referenzpunkt wird auf unterschiedliche Merkmale fokussiert (von Sass, 2011).

Ein Vergleich, auch Komparation oder Metrisierung genannt, bezeichnet die *„Herstellung einer Korrelation zwischen zwei oder mehreren (Eigenschaften von) Gegenständen oder Sachverhalten, bezogen auf eine gemeinsame Eigenschaft“* (Glück, 2016, S. 677). Beispielsweise kann eine Beziehung zwischen Aluminium, Eisen und Kupfer hergestellt werden, weil alle aufgezählten Elemente mindestens ein gemeinsames Merkmal wie beispielsweise elektrische Leitfähigkeit, Duktilität oder metallischer Glanz aufweisen. Calker (1822) definiert Vergleiche als *„das gleichzeitige Zusammenfassen mehrerer Vorstellungen und die Wahrnehmung des Ähnlichen und Gleichen in denselben“* (Calker, 1822, S. 272).

Diese Definitionen beschreiben das Vergleichen jedoch lediglich mit dem Hauptaugenmerk auf Ähnlichkeiten. Allerdings beinhaltet das Wort *Vergleich* nicht nur die Gemeinsamkeiten, sondern gibt auch einen Hinweis zu den Unterschieden. Nach der griechischen und lateinischen Entsprechung bedeutet Vergleich das Nebeneinander- bzw. Zusammenstellen. Während die Silbe *gleich* Gemeinsamkeiten beschreibt, betont die Vorsilbe *ver-* den Kontrast im Augenblick des Gegenüberstellens in einem Vergleichsprozess (Mauz & von Sass, 2011).

Ein Vergleich ist nicht bloß das Feststellen von Ähnlichkeiten und Gemeinsamkeiten, ebenso wichtig ist die Erkenntnis, dass sich etwas unterscheidet oder unähnlich ist. Denn werden die äußerlich sehr ähnlichen Metalle Aluminium und Eisen nur nach Gemeinsamkeiten untersucht, bleiben bedeutende nicht augenscheinliche Differenzen wie z.B. verschiedene Dichte und unterschiedlich ferromagnetische Eigenschaften unerschlossen. Fries (1837) merkte an, dass lediglich die einfachste Form von Komparationen auf Einheitsvorstellungen beruht. Diesen Anspruch hat Alfred Brunswig (1910) aufgenommen und er erklärt die Vergleichsmethode nicht nur im Hinblick auf Ähnlichkeiten. Er definiert: „Zwei Objekte vergleichen heißt: sie aufmerksam nacheinander mit spezieller Hinsicht auf ihr gegenseitiges Verhältnis betrachten. Diese Intention auf die Erfassung des Verhältnisses durchwaltet den ganzen Prozeß“ (Brunswig, 1910, S. 62). Auch wenn er nicht explizit auf Unterschiede hinweist, sind Differenzen mit dem Hinweis auf das Verhältnis zwischen den Komparata inkludiert.

Diese Definition hat sich bis heute historisch kaum gewandelt. Von Sass (2011) betont die Unterschiede stärker, denn er weist explizit daraufhin, dass zwischen den Komparata nicht nur Ähnlichkeitsbeziehungen bestehen, sondern auch Unterschiede betrachtet und festgestellt werden müssen. Bei einer Vergleichsoperation werden Differenzen und Gemeinsamkeiten beim Vergleichen festgestellt, indem die Komparata mit einem entsprechenden Standard in Beziehung gesetzt werden. Daraus folgt, dass Gemeinsamkeiten keine Voraussetzung für einen Vergleich sind, sondern ein mögliches Resultat (Klauer & Leutner, 2012; von Sass, 2011).

Besonders zu unterstreichen ist, dass Brunswig (1910) die *Hinsicht*, mit dem die Komparata in Beziehung gesetzt werden, in seine Vergleichsdefinition mit aufgenommen hat. Dadurch hat er die Definition durch ein für den Vergleichsprozess entscheidendes Element erweitert. Brunswig definiert die *Hinsicht* jedoch nicht näher. Von Sass (2011) bezieht sich auf Brunswig und merkt an, dass ein bloßes Nebeneinanderstellen von Entitäten noch keinen Vergleich konstituiert, sondern entscheidend sei, wie Ähnlichkeiten und Unterschiede in

Verbindung gesetzt werden. In dieser Arbeit wird die *Hinsicht* im Folgenden als der *Fokus* bzw. der *Referenzpunkt* bezeichnet, mit dem die Komparata verglichen und in Beziehung gesetzt werden.

Dem *Referenzpunkt* wird eine besondere Rolle in Vergleichsprozessen beigemessen. So konnten Forschungen zeigen, dass Hinweise zu ihm die Wahrscheinlichkeit für das Vergleichen auf taxonomischer Ebene erhöht (z.B. Margraf & Schneider, 2009; Mussweiler & Gentner, 2007; Namy & Gentner, 2002; Saalbach & Schalk, 2011; Sloutsky & Fisher, 2004).

Im Hinblick auf das Forschungsinteresse ist Brunswigs (1910) Bezeichnung der Komparata als Objekte sprachlich zu ungenau. Als *Objekte* werden sprachwissenschaftlich gegenständliche Dinge und aus philosophischer Sicht Erscheinungen der materiellen Welt bezeichnet (von Sass, 2011). Grundlegend ist es jedoch möglich, nahezu alles zu vergleichen. Dabei können reale Objekte der Außenwelt wie z.B. Holzkugeln, Metallquader oder Plastikpyramiden verglichen werden oder auch abstrakte Dinge wie Aussagen, Gedanken, Konzepte oder didaktische Maßnahmen.

Da in dieser Studie Textvignetten im Kontext kognitiver Aktivierung miteinander verglichen werden, kann nicht von Objekten gesprochen werden. Daher wird der Begriff *Entität* verwendet. Entitäten bezeichnen sowohl konkrete Dinge als auch Abstraktes. Somit ist der Begriff für die Arbeit präziser und damit geeigneter.

Betrachtet man vor dem Hintergrund der Studie die vorgestellten Definitionen zum Vergleich, lassen sich für diese Forschung vier relevante Elemente identifizieren: die *Komparata*, die *Relation*, der *Vergleichende* und der *Referenzpunkt*.

Im Folgenden werden diese Elemente erläutert und Aussagen wiederholend zusammengefasst:

### *1.3.1.1 Komparata*

Damit das Erkennen einer Relation möglich ist, müssen mindestens zwei Entitäten zum Vergleichen vorhanden sein (Chi, 2008; Gentner & Smith, 2012; Namy & Gentner, 2002). Hingegen ist eine Einschränkung der Menge nach oben hin nicht erforderlich (von Sass, 2011; Zelditch, 1971). Goldwater und Schalk (2016) differenzieren Komparata, die in *merkmalbasierte* und *relationale* Kategorien eingeteilt werden können. Die Komparata, die in merkmalsbasierten Kategorien zusammengefasst werden, lassen sich relativ einfach identifizieren und darstellen. Diese Entitäten sind zeitlich und räumlich stabil und verfügen eher über extrinsische und perzeptuell wahrnehmbare Eigenschaften. Die Komparata, die in relationalen Kategorien zusammengefasst werden, lassen sich nur mit Vorwissen identifizieren und sind weniger offensichtlich. Diese Entitäten sind dynamisch und kurzlebig und verfügen eher über intrinsische nicht perzeptuell wahrnehmbare Eigenschaften (Goldwater & Schalk, 2016; von Sass, 2011).

### *1.3.1.2 Relation*

Zwischen den Komparata wird eine *Relation* festgestellt, die entweder auf *Ähnlichkeiten* und /oder *Differenzen* beruht. Es muss ein gleiches oder ein ungleiches Verhältnis zwischen den Komparata bestehen (Brunswig, 1910; Mauz & von Sass, 2011). Das Identifizieren von Gemeinsamkeiten definieren Marzano et al. (2001) als *Vergleichen*, das Identifizieren von Unterschieden hingegen als *Kontrastieren*. Für den Erkenntnisgewinn eines Vergleichs ist die Relation der Komparata bedeutend. Allerdings ist die Befundlage, ob ähnliche oder unähnliche Relationen zwischen den Komparata für den Erkenntnisgewinn nützlicher sind, unklar (Alfieri et al., 2013; Gentner & Markman, 1997; Lipowsky & Bleck, 2019; Schwelle, 2016).

So zeigen Studien beispielsweise, dass es Personen unter Zeitdruck schwerer fällt, Unterschiede zwischen unähnlichen Objekten wie beispielsweise Zeitung und Katze zu

beschreiben als Unterschiede zwischen ähnlichen Objekten wie Hotel und Motel (Gentner & Markman, 1994; Markman & Gentner, 1996). Diese Ergebnisse werden von einer Studie von Kurtz und Gentner (2013) zur Bedeutung strukturierter Vergleiche mit 75 Psychologiestudierenden gestützt. In drei Experimenten untersuchten sie, welche Bedingungen gewinnbringend für das Identifizieren von Anomalien in Tierskelettzeichnungen sind. Die erste Gruppe erhielt nacheinander nur Bilder mit einem anomalen Skelett. Die zweite Gruppe erhielt mehrere Bildpaare eines anomalen Skeletts, die sie mit einem korrekten Skelett vergleichen sollten, und die dritte Gruppe erhielt mehrere Bildpaare eines anomalen Skeletts, die sie mit einem korrekten, aber spiegelverkehrt abgebildeten Skelett vergleichen sollten. Die beiden Gruppen 2 und 3, die Skelette miteinander verglichen, waren der Gruppe 1 ohne Vergleiche überlegen. Darüber hinaus zeigte sich, dass die Gruppe 2, die ähnliche Skelette miteinander verglich, besser abschnitt als die Gruppe 3, die unähnliche Skelette verglich. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass es bedeutend für die Identifizierung von Unterschieden ist, die irrelevanten Merkmale möglichst konstant zu halten und die relevanten Merkmale zu variieren, damit der Vergleichende für einen Erkenntnisgewinn wichtige Unterschiede entdecken kann.

Die Erkenntnis, dass der Einsatz sich ähnelnder Komparata gewinnbringender für den Lernerfolg ist, widerspricht einer Studie zur Bedeutung der Oberflächenstruktur von Beispielen mit Hebeln im naturwissenschaftlichen Sachunterricht mit 429 Grundschulkindern (Schwelle, 2016). So zeigte diese Studie, dass explizit angeregte Vergleichsprozesse mit unähnlichen Komparata gewinnbringender für den Aufbau inhaltspezifischen Wissens ist als durch den Vergleich ähnlicher Komparata.

Allerdings erscheinen die unterschiedlichen Studienergebnisse plausibel, wenn davon ausgegangen wird, dass es, um Unterschiede zwischen Komparata bestimmen zu können, wichtig ist, zunächst die Gemeinsamkeiten zwischen den Komparata zu erkennen (Gentner & Markman, 1997). Für produktive Vergleiche ist mindestens eine Gemeinsamkeit der

Komparata erforderlich. Zwar müssen die Komparata nicht in Hinsicht auf die Merkmalsausprägung gleich sein, aber sie müssen wenigstens ein gemeinsames Merkmal bzw. eine Gemeinsamkeit - das *Tertium Comparationis* - aufweisen (Zelditch, 1971; von Sass, 2011). So sind zum Beispiel die beiden Stoffe Eisen und Aluminium vergleichbar, da sie beide metalltypische Eigenschaften aufweisen, auch wenn sie hinsichtlich der Merkmalsausprägung Magnetismus ungleich sind.

### 3.1.3 Vergleichender

Individuelle Merkmale wie beispielsweise das Alter, das Geschlecht, der kulturelle Kontext sowie die gesammelten Erfahrungen des Vergleichenden beeinflussen einen Vergleich (Mussweiler & Gentner, 2007; Namy & Gentner, 2002; von Sass, 2011). Für das Ergebnis eines Vergleichsprozesses bzw. die Schlussfolgerung ist das Vorwissen des Vergleichenden von besonderer Bedeutung (Mussweiler & Gentner, 2007; Namy & Gentner, 2002; von Sass, 2011). Je nach Vorwissen fokussiert der Vergleichende auf perzeptuelle, thematische oder taxonomische Eigenschaften der Komparata (Christie & Gentner, 2010; Goddu et al., 2020; Sloutsky & Fisher, 2004; Smith & Gentner, 2012). Je weniger eine Person weiß, desto eher fokussiert sie auf perzeptuelle Merkmale (Sloutsky & Fisher, 2004; Gentner, 1988). Verfügt sie jedoch über mehr Vorwissen, ändert sich die Präferenz des Vergleichs und es wird eher taxonomisch verglichen. Beispielsweise begründeten junge Kinder in einer Studie Gemeinsamkeiten zwischen einem Strohalm und einem Pflanzenstiel perzeptuell, da beides lang und dünn ist. Hingegen gaben ältere Kinder, bei denen von Vorwissen in diesem Bereich ausgegangen werden kann, taxonomische Gründe an, da beide Objekte Nährstoffe transportieren (Gentner, 1988). Nähere Ausführungen folgen in Kapitel I.3.2.



### 3.1.4 Referenzpunkt

Der *Referenzpunkt* spielt u.a. bei Entscheidungsprozessen, dem Beurteilen von Vergleichen, dem Abruf von Vorwissen und beim Lernen mit Vergleichen eine bedeutende Rolle (Mussweiler & Gentner, 2007; Mussweiler & Posten, 2012; Sloutsky & Fisher, 2004; von Sass, 2011). Das Darbieten eines Referenzpunktes und die Menge der zur Verfügung stehenden Informationen zu diesem kann das Vergleichsergebnis erheblich verändern. So zeigte beispielsweise eine Studie zu visueller Wahrnehmung und Wissen mit 71 Studierenden, dass die kontextuelle Einordnung relevant ist. So identifizierten Personen, die vor dem Vergleichen kurz präsentierter Objekte (z.B. Brot, Butter) Informationen zum entsprechenden Themenbereich der Objekte (Küche) erhielten, doppelt so viele Objekte wie die Personengruppe, die diese Informationen zuvor nicht erhielten (Palmer, 1975). Eine Studie von Tversky (1977) zu Ähnlichkeitsmerkmalen mit 69 Psychologiestudierenden zeigte, dass nicht nur die Gewichtung der einzelnen Merkmale der Komparata variabel ist, sondern je nach Kontext diese auch unterschiedlich wahrgenommen werden. So wird ein Amerikaner aus Maine und ein Amerikaner aus Florida in Tokio ähnlicher betrachtet als in New York. Sogar die Vergleichsrichtung spielt eine bedeutende Rolle. Die Einstufung der Ähnlichkeit von einem Granatapfel zu einem Apfel ist höher als die eines Apfels zum Granatapfel (Tversky, 1977; Waldmann, 2017). Medin et al. (1993) nennen dieses Phänomen Kontextsensitivität.

Das bewusste oder auch subliminale Darbieten von Informationen, um die Aufmerksamkeit vor dem Bearbeiten einer Aufgabe zu lenken, kann je nach Fachdisziplin und Studie unterschiedlich verlaufen und wird teilweise anders definiert. Die Beeinflussung der kognitiven Verarbeitungen einer Information (durch z.B. Bilder, Reize, Gerüche, Wörter etc.) aktiviert implizite Gedächtnisinhalte und wird in der Psychologie *Priming* genannt. Das Geben von Hinweisen durch verbale Hilfestellung oder aufgabenbezogene Erklärungen nennt man *Prompting* (Margraf & Schneider, 2009).

Prompts sind in der Lehr- und Lernforschung von großer Bedeutung und werden unterschiedlich dargeboten. So stellten beispielsweise Saalbach und Schalk (2011) in ihrer Studie zur Kategorisierungsfähigkeit junger Kinder Fragen zu Auswahlobjekten, welche den Probanden Hinweise zum Referenzpunkt gaben. Gentner und Kollegen untersuchten, ob sich durch das Präsentieren eines zweiten Standards, was automatisch Vergleichsprozesse auslöst, der Referenzpunkt ändert und der Vergleichende Taxonomien besser erkennt (Gentner & Namy, 1999; Imai et al., 1994; Namy & Gentner, 2002). Hirstein et al. (2017) erforschten, ob die professionelle Wahrnehmung von Lehramtsstudierenden besser gefördert werden kann, wenn der Fokus auf Kontrasten oder auf Gemeinsamkeiten liegt. In der vorliegenden Studie werden die Informationen, die den Studierenden zum Vergleichen zur Verfügung stehen, als *Referenzpunkt* bezeichnet.

### **I.3.2. Vergleichsformen**

Abhängig vom gewählten Referenzpunkt, auf den der Vergleichende fokussiert, ergeben sich drei Vergleichsformen. Man kann zwischen *perzeptuellen*, *thematischen* oder *taxonomischen* Vergleichen unterscheiden (von Sass, 2011; Rakison & Lawson, 2013). Welche Form des Vergleichs getätigt wird, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Dies sind beispielsweise die zur Verfügung stehende Zeit, die Komparata oder die individuellen Merkmale des Vergleichenden.

#### *I.3.2.1 Perzeptuelle Vergleiche*

*Perzeptuelle Vergleiche* (lateinisch *perceptio* „erfassen, ergreifen, wahrnehmen“) fokussieren auf deutlich erkennbare sensorische Merkmale wie z.B. Formen, Farbqualitäten oder Geräusche (Gentner & Hoyos, 2017). Zu perzeptuellen Vergleichen werden alle Vergleiche gezählt, die auf der Oberfläche zu erkennen sind und gemeinsame äußere Merkmale aufweisen. Dies sind Vergleiche, die durch abhebbare sensorische Kennzeichen wie z.B.

Formen (eckig, rund, groß, klein), Farbqualitäten (blau, gelb, hell, dunkel), Geräusche (laut, leise, brummend, melodisch) und Gerüche (blumig, stinkend) unterscheidbar sind. Es werden Objektmengen (wenig, viel) voneinander abgegrenzt, sichtbare Handlungen (sprechen, nicken) und Positionen (oben, unten) oder deutlich erkennbare Strukturen (rau, glatt) erkannt, eingeordnet und verglichen. Die meisten Objekte sind temporär konstant und lassen sich durch äußere Merkmale leicht unterscheiden (Klahr & Li, 2005). Perzeptuelle Vergleiche bei Objekten (Eisenwürfel und Holzkugel) oder Individuen (Lehrende und Kinder) sind meist gut zu erkennen und leicht zu beschreiben (Form, Kolorierung, Größe, Alter). Zu perzeptuellen Vergleichen zählen auch Komparationen auf der olfaktorischen (süß, herb), auditiven (leise, laut), gustatorischen (bitter, sauer) oder barischen (leicht, schwer) Ebene.

Häufig werden perzeptuelle Vergleiche von Personen getätigt, die wenig Vorwissen über die Komparata haben (Sloutsky & Fisher, 2004). Nicht nur Objekte, sondern auch Syntax, Semantik, Wörter und ähnliche Satzstrukturen können nach perzeptuellen Merkmalen verglichen werden (Asmuth & Gentner, 2017). Zur Verdeutlichung werden Fragen aus einer Textvignette dieser Studie angeführt. Die beiden Fragen „Beschreibe, wie ist das mit dem Aluminiumtopf und dem Magneten?“ und „Vermute, was passiert mit der Eisenkugel und dem Magneten?“ können beispielsweise perzeptuell verglichen werden. In jeder Frage ist eine Aufforderung und das Wort Magnet enthalten und beide enden mit einem Fragezeichen.

Gemein ist allen perzeptuellen Komparationen, dass überwiegend das Erscheinungsbild und ähnliche Oberflächenstrukturen wahrgenommen werden (Waldmann, 2017). Auch durch perzeptuelle Vergleiche lassen sich wichtige Erkenntnisse und Rückschlüsse ziehen. Beispielsweise kann ein Vergleichender durch das Aufdecken von Gewichtsunterschieden zwischen optisch identischen Vollkörpern die Erkenntnis erlangen, dass es sich um unterschiedliches Material handeln muss. Oder er kann durch das Beobachten des Schwimm- und Sinkverhaltens unterschiedlich großer Körper bemerken, dass nicht die Größe entscheidend für das Schwimm- und Sinkverhalten eines Körpers sein kann.

### *1.3.2.2 Thematische Vergleiche*

*Thematische Vergleiche* fokussieren auf inhaltliche Merkmale. Perzeptuelle Gemeinsamkeiten treten in den Hintergrund, da der Vergleichende über Wissen zu den Komparata verfügt und Informationen zu diesen abrufen kann (Imai et al., 1994). Zwar werden perzeptuelle Merkmale auch wahrgenommen, jedoch liegt das Hauptaugenmerk auf inhaltlichen Gesichtspunkten. Die angeführten Beispielfragen „Beschreibe, wie ist das mit dem Aluminiumtopf und dem Magneten?“ und „Vermute, was passiert mit der Eisenkugel und dem Magneten?“ lassen sich dem Thema Magnetismus im Sachunterricht zuordnen. Entitäten werden aufgrund des gleichen Themas zusammengefasst und nicht, weil sie funktionale Gemeinsamkeiten aufweisen oder sich optisch ähnlich sind. Bei der thematischen Zuordnung und inhaltlichen Vergleichen reichen perzeptuelle Einordnungen nicht aus, sondern es bedarf des Wissens des Vergleichenden, diese Entitäten thematisch zu verknüpfen.

### *1.3.2.3 Taxonomische Vergleiche*

*Taxonomische Vergleiche* (altgriechisch *táxis* „Ordnung“ und *nómos* „Gesetz“) fokussieren auf funktionale Kriterien. Entitäten werden aufgrund von hierarchischen, funktionalen Kriterien kategorisiert und zusammengefasst (siehe Markman & Rein, 2013).

Durch Taxonomien wird die Handhabung von Abstraktionen und Ausnahmen erleichtert, sie helfen, komplexe Sachverhalte zu erfassen, und erzeugen Überblick. Taxonomische Vergleiche stellen funktionale Bezüge her und können hierarchische Strukturen sichtbar machen. Taxonomie ist ein Klassifikationsschema nach festgelegten Regeln. So werden Entitäten hierarchisch nach funktionalen Kriterien oder biologischen Merkmalen gruppiert und zusammengefasst. Beispielsweise ist Metall das untergeordnete Taxon von Element und das übergeordnete Taxon von Gold. Eine Hierarchie nach taxonomischen Stufen sieht beispielsweise so aus:

Stoffe

Element

Metall

Edelmetall

Gold

Wie thematische Vergleiche können auch taxonomische Vergleiche nur dann vorgenommen werden, wenn der Vergleichende über Vorwissen zu den Komparata verfügt (Holyoak & Koh, 1987; Markman & Rein, 2013; Saalbach & Schalk, 2011). Bei den Beispielfragen „Beschreibe, wie ist das mit dem Aluminiumtopf und dem Magneten?“ und „Vermute, was passiert mit der Eisenkugel und dem Magneten?“ ist das taxonomische Merkmal die Lernbegleitung im Sachunterricht. Die erste Frage setzt einen Impuls zur Beschreibung einer Beobachtung. Die zweite Frage regt zum Vermuten mit anschließender Überprüfung an.

Taxonomien ermöglichen summarische Aussagen, die zu Erklärungen, Hypothesen und Interpretationen von Zusammenhängen führen können. Vergleiche auf taxonomische Aspekte gehen über perzeptuelle Merkmale hinaus und benötigen eine vertiefte kognitive Auseinandersetzung mit den Komparata. Taxonomische Beziehungen zu erfassen und taxonomische Bezüge vollziehen zu können ist eine wichtige Fähigkeit und Grundlage für den Aufbau weiteren Wissens (siehe Markman & Rein, 2013).

### **I.3.3. Kategorisierung**

Kategorisieren ist der kognitive Prozess, ähnliche Entitäten anhand eines übergeordneten Merkmals zu gruppieren. Entweder beruht die Einordnung von Entitäten in entsprechende Kategorien aufgrund offensichtlicher perzeptueller Gemeinsamkeiten oder sie resultiert aus dem Abgleich mit theoretischem Vorwissen (Gentner & Rattermann, 1991; Goldwater & Schalk, 2016; Rakison & Lawson, 2013; Waldmann, 2017).

Die Fähigkeit, Entitäten und ihre spezifischen Merkmale wahrzunehmen, zu bezeichnen und zu kategorisieren, ist Grundlage des Denkens (von Sass, 2011; Waldmann, 2017). Schon

auf der Ebene der Sinnesorgane laufen automatische Prozesse zur Auswahl, Gewichtung und Einordnung von Eindrücken ab, die als Vorstufe zur Kategorisierung auf kortikaler Ebene verstanden werden können. Voraussetzung zur differenzierteren Kategorienbildung ist die Fähigkeit, abstrakt zu denken (Waldmann, 2017).

Kategorisierung ist von zentraler Bedeutung, um vergangene Erfahrungen zu nutzen, neue Erkenntnisse mit bereits aufgebautem Wissen zu verbinden und sie auf neue Situationen anzuwenden. Weiterhin ist sie eine notwendige Kompetenz, um klassifizieren, inferieren und kommunizieren zu können (Goswami, 2001; Markman & Rein, 2013; Waldmann, 2017). Fehlt die Fähigkeit zur Kategorisierung, wäre ein Individuum nicht imstande, sich zu orientieren und Nutzen aus bereits Gelerntem zu ziehen. Jede Situation wäre neu und einzigartig. Kategorisierung ermöglicht es, spontan adäquat auf neue Situationen reagieren und bei Bedarf eine Voraussage treffen zu können.

Markman und Rein (2013) differenzieren Kategorien in fünf Arten. (1) *Merkmalsbasierte Kategorien* enthalten Entitäten, die aufgrund phänotypischer Eigenschaften zusammengefasst werden, wie z.B. alle Metalle glänzen. (2) *Von Zielen abgeleitete Kategorien* sind Kategorien, deren Mitglieder aufgrund eines übergeordneten Ziels zusammengefasst werden, wie z. B. Modelle, die Lernende dabei unterstützen, einen naturwissenschaftlichen Sachverhalt zu verstehen. (3) *Relationale Kategorien* sind Kategorien, deren Mitglieder aufgrund einer Beziehung zwischen ihnen zusammengefasst werden, wie z. B. gemeinsam Lernende im Sachunterricht bilden eine Schulklasse. (4) *Rollenkategorien* sind Kategorien, deren Mitglieder aufgrund einer Rolle bzw. Funktion in einer relationalen Struktur zusammengefasst werden. Beispielsweise können Magnete, Klettverschlüsse oder Druckknöpfe dem Oberbegriff Schließmechanismen zugeordnet werden. (5) *Thematische Kategorien* sind Kategorien, deren Mitglieder aufgrund der gleichzeitigen Erscheinung bei einem Ereignis zusammengefasst werden, wie z.B. Unterrichtsmaterialien zum Thema Magnetismus.

Durch Kategorisierung muss Wissen nicht für jede Entität eigens gelernt werden, sondern es kann das Wissen über eine Entität auf andere Mitglieder der Kategorie übertragen werden (Gentner & Smith, 2012; Goldwater & Schalk, 2016; Namy et al., 2007; Saalbach & Schalk, 2011). Verfügt ein Lernender beispielsweise über Wissen der Kategorie Metall und weiß er, dass damit glänzende, feste Stoffe bezeichnet werden, kann er Aluminium dieser Kategorie deduktiv zuordnen. Vergleicht der Lernende dann verschiedene Metalle unter dem Gesichtspunkt ferromagnetischer Eigenschaften, wird es ihm möglich, die Metalle induktiv in magnetische und nicht magnetische Kategorien zu ordnen.

Im Gegensatz zur Klassifizierung ist das Kategorisieren eine eher unbewusste intuitive Einordnung alltäglicher Erscheinungen in Gruppen. Die Gruppenmitglieder einer Alltagskategorie weisen häufig nicht alle Merkmale auf, die eine Kategorie bestimmen, sondern lediglich eine ausreichend große Anzahl. Alltagskategorien sind häufig durchzogen von Ausnahmen, da der Mensch jede Erscheinung unmittelbar und möglichst schnell in vertraute Kategorien einordnet. Das Ziel ist hier nicht, stets wissenschaftlich korrekte Gruppen zu bilden, sondern eine schnelle Informationsverarbeitung. Durch die Kategorienbildung werden Informationen geordnet und auf ein fassbares Maß reduziert (Goldwater & Schalk, 2016; Waldmann, 2017).

Kategorisierungen im Allgemeinen und Stereotypisierung im Besonderen werden genutzt, um Kapazitäten zu sparen und Informationen schneller und möglichst sinnvoll zu verarbeiten (Goldwater & Schalk, 2016).

*Deduktives* und *induktives* Schlussfolgern sind zwei grundlegende kognitive Prozesse, die unter anderem zum Kategorisieren beitragen (Hayes & Heit, 2013; Rehder, 2017a; Goddu et al., 2020). Während bei der Deduktion von einer Kategorie auf den Einzelfall geschlossen wird, verhält es sich bei der Induktion umgekehrt. Beim induktiven Schlussfolgern wird von Eigenschaften einer Entität auf alle Mitglieder einer Kategorie geschlossen bzw. die

Eigenschaften mehrerer Entitäten tragen zur Bildung einer Kategorie bei (Goswami, 2011; Johnson-Laird & Khemlani, 2017; Markman & Rein, 2013).

Als eine Sonderform des induktiven Schlussfolgerns kann das *analoge Denken* betrachtet werden (Goldstone et al., 2010; Goswami, 2001; Holyoak, 2005). Analoges Denken ist die Fähigkeit, Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Entitäten zu erkennen, diese zu kategorisieren, zu bewerten und mit Bekanntem zu vergleichen sowie daraus Rückschlüsse auf Unbekanntes zu ziehen (Gentner, 2016; Gentner & Smith, 2012; Goldstone et al., 2010). Eine wichtige Theorie des analogen Denkens ist die von Dedre Gentner (1983) entwickelte Struktur-Mapping-Theorie. Anders als frühere Theorien (beispielsweise Tverskys Kontrasttheorie, 1977), die davon ausgingen, dass eine Analogie stärker ist, je mehr Gemeinsamkeiten zwischen der Basis- und der Zieldomäne vorliegen, geht Gentner davon aus, dass zwischen Basis- und Zieldomäne große Unterschiede vorliegen können, die sich auf die Interpretation einer Analogie jedoch nicht auswirken müssen. Vielmehr entsteht die Analogie aus dem Erkennen einer gemeinsamen Struktur identischer Beziehungen von Situationen (Gentner, 1983, 2010; Gentner & Markman, 1997; Hofstadter, 2001). Gentner verwendet das Beispiel einer Batterie und einem Reservoir. Beide Objekte unterscheiden sich erheblich in Form, Farbe, Größe und Material. Dennoch kann eine Batterie als Reservoir betrachtet werden (Gentner, 1983). Durch diese Analogiebildung, also dem Vergleich sehr verschiedener Entitäten, können taxonomische Gemeinsamkeiten erkannt werden. Lernumgebungen, die sich an der Struktur-Mapping-Theorie orientieren, können taxonomische Erkenntnisse und den Aufbau von konzeptuellem Wissen begünstigen, da dabei Abstrahierung, Generalisierung von Erkenntnissen und die Entschlüsselung von Informationen gefördert werden (Gentner & Smith, 2012; Gentner & Hoyos, 2017).



### I.3.4. Vergleichslogiken

Damit Vergleiche zielführend sind und der Vergleichende gewinnbringende Erkenntnisse erlangen kann, ist die Einhaltung logischer Vergleichsregeln von Bedeutung. Dazu stellte Zelditch (1971) vier Regeln auf, die eine Grundlage für sinnvolle Vergleichsprozesse und logische Abläufe darstellen. Im Folgenden wird die Originalquelle der vier Regeln zitiert und dann jeweils ein Beispiel zur Veranschaulichung genannt.

1. *“Two or more instances of a phenomenon may be compared if and only if there exists some variable, say “V” common to each instance.”*

Die erste Regel sagt, dass den Komparata wenigstens ein gemeinsames Merkmal innewohnt, welches immer und zu jeder Zeit gilt. Allerdings bedeutet dies nicht, dass sich die Komparata in der Merkmalsausprägung gleichen müssen. Beispielsweise sind die Elemente Eisen und Aluminium vergleichbar, da sie beide zu der Variablen Metalle ( $V$ ) zählen, obwohl sie aus unterschiedlichem Material bestehen und verschiedene Eigenschaften aufweisen. Die Merkmalsausprägung Metalle ( $V$ ) ist ihnen jedoch zu jeder Zeit und unter allen Umständen gemein.

2. *“No second variable say “U”, is the cause or effect of “V” if it is not found when “V” is found.”*

Die zweite Regel sagt, dass eine weitere Variable ( $U$ ) nicht die Grundlage für den Vergleich der Gemeinsamkeit „Metalle“ ( $V$ ) sein kann, wenn „U“ wegfällt, aber „V“ gefunden wird. Wenn die Aussage getroffen wird, Metalle ( $V$ ) sind „magnetisch“ ( $U$ ), bleibt Aluminium immer noch ein Metall ( $V$ ), obwohl die Variable ( $U$ ) wegfällt. Daraus folgt, dass die Variable „magnetisch“ ( $U$ ) ein Metall nicht allein definieren kann.

3. *“No second variable “U” is the cause or effect of “V” if it is found when “V” is not.”*

Die dritte Regel sagt, dass dies auch umgekehrt nicht definierbar ist. Folglich ist ein Vergleich aufgrund einer zweiten Variablen  $U$  nicht möglich, wenn  $U$  auftritt, aber  $V$  nicht gefunden wird. So darf die Variable „geruchlos“ ( $U$ ) nicht die Ursache des Vergleichs sein, wenn das Merkmal  $V$  nicht gefunden wurde. Beispielsweise sind Eisen und Diamant beides geruchlose Stoffe ( $U$ ). Jedoch ist Diamant eine kubische Modifikation von Kohlenstoff und somit ein Mineral und darf nicht unter der Merkmalsausprägung „Metall“ ( $V$ ) verglichen werden.

4. *“No second variable “U” is definitely the cause or effect of “V” if there exists a third variable, say “W”, that is present or absent in the same circumstances as “U”.”*

Die vierte Regel sagt, dass keine weitere Variable ein Merkmal von  $V$  ist, wenn es eine dritte Variable  $W$  gibt, die unter den gleichen Umständen wie  $U$  auftritt. Beispielsweise ist Kupfer ein Metall ( $V$ ), das (bei Zimmertemperatur) fest ( $U$ ) und rötlich ( $W$ ) ist. Jedoch sind Stoffe, die fest und rötlich sind, nicht immer Metalle (z.B. Holz) und nicht alle Metalle sind bei Zimmertemperatur fest und rötlich (z.B. Quecksilber). Daraus folgt, dass „fest“ und „rötlich“ nicht bedeutet, ein „Metall“ zu sein, auch wenn beide Variablen zusammen auftreten oder gleichzeitig nicht in Erscheinung treten. Das Einhalten der vierten Regel verhindert Scheinkorrelationen.

Um keine falschen Rückschlüsse aus einem Vergleich zu ziehen, müssen diese Regeln beachtet werden. Die logischen Regeln von Zelditch (1971) spielen nicht nur beim Vergleichen

eine wichtige Rolle, sondern sind auch beim Schlussfolgern, Kategorisieren und Beobachten von Bedeutung.

### **I.3.5. Zusammenfassung**

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass Vergleichen von zentraler Bedeutung für das menschliche Denken ist. Das Ergebnis eines Vergleichs wird durch die *Komparata*, ihre *Relation*, dem *Vergleichenden* und dem fokussierten *Referenzpunkt* bestimmt. Diese vier Elemente sind eng miteinander verknüpft und bedingen sich gegenseitig. Denn einerseits bestimmt das Vorwissen des Vergleichenden, welcher Referenzpunkt herangezogen wird und ob ein perzeptueller, thematischer oder taxonomischer Vergleich vollzogen wird. Andererseits kann ein gezielt dargebotener Referenzpunkt Hinweise zur Relation der Komparata geben und den Vergleichenden beeinflussen, auf welche Merkmale der Komparata fokussiert wird. Vor dem Hintergrund der angeführten Theorien und Definitionen wurde für diese Studie folgende Definition entwickelt und es wird sich im Weiteren darauf bezogen:

*„Vergleichen ist die Tätigkeit eines Individuums, das wenigstens zwei Komparata anhand eines Referenzpunktes auf ihr gegenseitiges Verhältnis aufmerksam betrachtet und gemeinsame Merkmale und Differenzen erfasst und analysiert.“*

## **I.4. Lehr-Lern-theoretische Verortung im Kontext dieser**

### **Dissertation**

Diese Studie erforscht, ob durch den Einsatz der kognitiv aktivierenden Maßnahme *Vergleiche anregen* der Abruf von Vorwissen der Studierenden unterstützt werden kann und gewinnbringende Lernprozesse ausgelöst werden können. Im Folgenden wird daher ein kurzer Exkurs zum Lernen und die Aktivierung von Vorwissen gelegt.

Vor dem Hintergrund, dass kognitive Aktivierung eigenständiges Nachdenken über die Sache voraussetzt, wird Lernen in dieser Arbeit als ein *aktiver, selbstgesteuerter, konstruktiver, situativer* und *sozialer Prozess* definiert (Mandl & Krause, 2001; Reinmann-Rothmeier et al., 1998; Shuell, 1986). Es wird davon ausgegangen, dass die Basis des Lernens das eigene bestehende Wissen ist, das entweder umstrukturiert werden muss oder ausdifferenziert werden kann (Renkl, 2015). Dieser Prozess kann jedoch nur eigenaktiv und selbstgesteuert durch den Lernenden selbst vollzogen werden (Arnold, 2009; De Corte, 2000; Noddings, 1990; Reusser et al., 2010).

Studien zeigen allerdings, dass entsprechende Prozesse unterstützt werden können (Lipowsky, 2015; Posner et al., 1982; Rakoczy & Klieme, 2016; Reusser, 2006; Seidel & Reiss, 2014). In der Literatur zeigen sich insbesondere Maßnahmen der kognitiven Aktivierung in Zusammenhang mit inhaltlicher Strukturierung (Einsiedler & Hardy, 2010; Kleickmann, 2012; Möller, 2016; Rakoczy et al., 2010; Seidel & Reiss, 2014). So zeigte beispielsweise eine Studie von Rakoczy et al. (2010), dass durch eine inhaltliche Strukturierung, die selbstberichtete kognitive Aktivität insbesondere der leistungsschwächeren Schüler erhöht werden konnte.

Ausgangspunkt von Lernprozessen bildet dabei das entsprechende Vorwissen der Lernenden. Vorwissen ist definiert als das Wissen einer Person, welches vor einem Lernprozess im Langzeitgedächtnis gespeichert ist (Rakoczy & Klieme, 2016). Die Lehr-Lern-Forschung misst Vorwissen eine bedeutende Rolle beim weiteren Wissenserwerb bei (Ausubel et al., 1968; Greve et al., 2019; Simonsmeier et al., 2021). So besagt beispielsweise die *Knowledge-is-Power-Hypothese* (KiP), das Wissen zu den stärksten Faktoren von Lernen und Leistung zählt (van den Bos, 2007). Vorwissen kann den weiteren Wissenserwerb fördern und geringere Intelligenz ausgleichen (Gobet, 2005; Grabner et al., 2003). So zeigte eine Studie von Grabner, Stern und Neubauer (2003) zum Einfluss von Vorwissen und Intelligenz mit 31 Teilnehmenden, dass Personen mit einem weniger ausgeprägten Intelligenzquotienten bei einer neuen Aufgabe eine höhere kortikale Aktivierung als intelligentere Personen aufweisen, jedoch nicht bei einer

vertrauten Aufgabe. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass Vorwissen geringere intellektuelle Fähigkeiten kompensieren kann.

Allerdings impliziert die Annahme, dass Vorwissen den Erwerb von weiterem Wissen begünstigt, auch, dass Lernende mit mehr Vorwissen mehr lernen als ihre weniger gut ausgebildeten Kommilitonen, sodass die Kluft zwischen Lernenden mit niedrigem und hohem Vorwissen im Laufe der Zeit wächst (Simonsmeier et al., 2021). Dieses Phänomen, dass sich geringe anfängliche Wissensunterschiede zwischen Lernenden mit der Zeit verstärken, wird als Matthäus-Effekt definiert (Stanovich, 1986; Walberg & Tsai, 1983) und kann bestehende soziale Ungleichheiten zwischen Lernenden im Bildungssystem stabilisieren (Duff et al., 2015). So zeigte eine Studie zum Einfluss des Lesens auf den Wortschatzzuwachs mit 485 Kindern von Duff et al. (2015), dass das Wortschatzwachstum nach der vierten Klasse signifikant mit dem Lesen von Wörtern zusammenhängt. Dies bedeutet, dass überdurchschnittliche Leser über ein höheres Wortschatzwachstum als durchschnittliche Leser verfügen. Dieser Effekt verstärkt sich noch im Laufe der Zeit. Jedoch ist es auch möglich, dass die Wissensunterschiede mit der Zeit geringer werden, wie eine Studie zu kumulativen Vorteilen und Entstehung von sozialer Ungleichheit mit 136 Grundschulklassen im Lese- und Mathematikunterricht zeigte (Baumert et al., 2012). Diese Studienergebnisse zum Zusammenhang von Vorwissen, Intelligenz und Lernen sind insofern für diese Studie interessant, da der Einsatz von Vergleichen womöglich fehlendes Fachwissen oder geringere kognitive Fähigkeiten kompensieren kann.

Damit sich jedoch Vorwissen auf Lernprozesse und Leistungen positiv auswirken kann, muss es zunächst aktiviert werden. Denn solange Wissen lediglich im Langzeitgedächtnis vorhanden ist, kann es das Lernen nicht beeinflussen (z.B. Bransford & Johnson, 1972; Brod, 2021; Schneider & Sodian, 1997). Daher ist es von Bedeutung, dass das Vorwissen ins Arbeitsgedächtnis überführt wird (Simonsmeier et al., 2021).

Vor dem Hintergrund einer konstruktivistischen Definition von Lernen wird der Interaktion zwischen dem Lehrenden und dem Lernenden große Bedeutung beigemessen. Dabei sind die konstruktivistisch geltenden Unterstützungsmaßnahmen seitens der Lehrkraft deckungsgleich mit einer kognitiv aktivierenden Lernumgebung (Reusser, 2006). So bezieht lernwirksamer Unterricht einerseits das Vorwissen der Lernenden mit ein und regt andererseits die Lernenden zur vertieften Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand an (Mandl & Krause, 2001; Simonsmeier et al., 2021). Dieser Einbezug von Vorwissen ist ein Kennzeichen guten Unterrichts. Lehrpersonen steht ein breites Spektrum an Maßnahmen zur Verfügung, um Vorwissen zu aktivieren und das Lernen zu unterstützen. Diese können beispielsweise in fokussierte und offene Aktivierungsstrategien unterschieden werden (Krause & Stark, 2006). Während beispielsweise das Erstellen von Advance Organizer, gezieltes Fragen zu Wissensbeständen oder das Stellen von Problemlöseaufgaben zu den fokussierten Strategien zählen (Krause & Stark, 2006; van de Pol et al., 2010), werden Mappingverfahren, Brainstorming und das Generieren von Hypothesen und Fragen zu den offenen Formen sortiert (Osborn, 1963, Buzan & Buzan, 1995; Mandl & Fischer, 2000).

Eine weitere fokussierte Maßnahme, um Vorwissen zu aktivieren und das Lernen zu unterstützen, ist das Anregen von Vergleichsprozessen (z. B. Alfieri et al., 2013; Chi, 2008; Loewenstein & Gentner, 2001; Hardy et al., 2020; Mussweiler & Gentner, 2007; Gentner & Namy, 1999; Schalk, et al., 2011). So zählt der gezielte Einsatz von Vergleichen zu einer kognitiv aktivierenden Maßnahme, da Lernende angeregt werden, sich aktiv am Wissenserwerb zu beteiligen (Lipowsky & Bleck, 2019; Ziegler & Stern, 2014). Denn der Lernende muss beim Vergleichen Unterschiede und Gemeinsamkeiten der Komparata aktiv erkennen, diese anhand von Merkmalen gruppieren und die Beobachtungen mit seinem theoretischen Vorwissen abgleichen, um dann in einem weiteren Schritt Schlussfolgerungen zu ziehen (Gentner & Rattermann, 1991; Goldwater & Schalk, 2016; Rakison & Lawson, 2013; Waldmann, 2017).

Eine Reihe von Metaanalysen zeigte, dass Vergleiche lernwirksam sein können (z.B. Alfieri et al., 2013; Beesley & Apthorp, 2010; Dean et al., 2012; Marzano et al., 2001). Beispielsweise wies die kognitiv aktivierende Maßnahme *Gemeinsamkeiten und Unterschiede erkennen* in einer Metaanalyse zu Faktoren erfolgreichen Unterrichts von Marzano et al., (2001) die höchste Effektstärke ( $d = 1.61$ ) von insgesamt neun untersuchten didaktischen Maßnahmen auf.

Die Anregung von Vergleichsprozessen, um Vorwissen zu aktivieren und das Lernen zu unterstützen, ist zentrales Forschungsinteresse dieser Dissertation. Daher wird in *Studie 1 Vorwissen mit Vergleichen aktivieren* untersucht, ob der Einsatz von Vergleichen Potenzial hat, Vorwissen abzurufen, und in *Studie 2 Lernen mit Vergleichen* wird erforscht, ob und wie Vergleiche das Lernen unterstützen können.

## **I.5. Überblick über das gesamte Forschungsvorhaben**

Im nachfolgenden Kapitel wird eine zusammenfassende Übersicht über das gesamte Forschungsvorhaben der Dissertation präsentiert. In einem ersten Schritt werden die Forschungsdesiderata präzisiert (Kapitel I.5.1), um darauf aufbauend das Hauptziel der Arbeit zu formulieren (Kapitel I.5.2). Dieses Ziel bildet wiederum die Grundlage für die Entwicklung der Forschungsfragen (Kapitel I.5.3). Ein Einblick in das gewählte Studiendesign erfolgt in Kapitel I.5.4 und in Kapitel I.6 wird eine Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der Studien gezeigt. Ausführliche theoretische Grundlagen, umfassende Studienbeschreibungen, Ergebnispräsentationen sowie detaillierte Interpretationen sind in Kapitel II für die Studie *Vorwissen mit Vergleichen aktivieren* und in Kapitel III für die Studie *Lernen mit Vergleichen* zu finden. Die Arbeit wird mit einer Gesamtdiskussion in Kapitel IV abgeschlossen.

### **I.5.1. Forschungsdesiderata**

Die Hochschullehre verfolgt unter anderem die Ziele, an das Vorwissen der Studierenden anzuknüpfen und sie zur vertieften Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand

anzuregen (Kapitel I.1). Eine Möglichkeit, dieses Vorhaben zu unterstützen, könnte die Anregung von Vergleichsprozessen sein (Kapitel III.2). Vergleiche können das Lernen unterstützen und Vorwissen besser abrufbar machen, da sie das Erkennen taxonomischer Strukturen erleichtern (Alfieri et al., 2013; Goldwater & Schalk, 2016; Goddu et al., 2020; Saalbach & Schalk, 2011). Dabei hat sich die Darbietung eines adäquaten Referenzpunktes als besonders gewinnbringend erwiesen (Kapitel II.3.4). Studien zeigen, dass der Abruf von latentem Vorwissen durch die gezielte Darbietung von Hinweisen zum Referenzpunkt wahrscheinlicher wird und sich dadurch die Vergleichsergebnisse erheblich verändern können (Margraf & Schneider, 2009; Namy & Gentner, 2002; Saalbach & Schalk, 2011). So kann durch das zielgerichtete Präsentieren von Informationen die Aufmerksamkeit des Vergleichenden beispielsweise auf perzeptuelle, thematische oder taxonomische Merkmale der Komparata gelenkt werden (Medin et al., 1993; Mussweiler & Posten, 2012; Tversky, 1977; von Sass, 2011; Waldmann, 2017).

Die vorliegende Forschungslage bezüglich der Verwendung von Vergleichen zur Lernunterstützung in der Hochschullehre ist aktuell jedoch begrenzt und die Rolle des Referenzpunktes bei der Präsentation von Vergleichen wird oft vernachlässigt. Hierbei eröffnen sich jedoch Potenziale, die es zu nutzen gilt: Die Erkenntnisse über die Effektivität von Vergleichen und die Integration von Hinweisen zu einem adäquaten Referenzpunkt könnten dazu dienen, das vorhandene Vorwissen der Studierenden zu ermitteln und darauf aufbauend passgenaue Lerngelegenheiten zu gestalten. Die vorliegende Arbeit knüpft an dieser Stelle an und widmet sich der Untersuchung des Potenzials von Vergleichen in der Hochschuldidaktik.

### **I.5.2. Forschungsziel dieser Arbeit**

Das primäre Ziel dieser Forschungsarbeit besteht darin, die Wirksamkeit von Vergleichen in Bezug auf das Abrufen von Vorwissen und das Lernen zu untersuchen. Die Studie untersucht, ob professionelle Kompetenzen der Lehramtsstudierenden hinsichtlich kognitiver Aktivierung durch das Anregen von Vergleichsprozessen gefördert



werden können. Für Lehramtsstudierende ist es bedeutend, sowohl Wissen zur kognitiven Aktivierung aufzubauen als auch kognitiv aktivierende Maßnahmen in spezifischen Lehr-Lern-Situationen zu erkennen. Dabei wird nach dem PID-Modell (Blömeke et al., 2015) der Aufbau von Wissen zu den Dispositionen und das Erkennen von kognitiv aktivierenden Maßnahmen zu den situationsspezifischen Fähigkeiten gezählt.

Der Einsatz von Vergleichen wird in diesem Forschungsvorhaben auf zwei Ebenen genutzt. Zum einen dienen Vergleiche als Untersuchungsgegenstand, um zu ermitteln, ob und wie der Einsatz von Vergleichen den Abruf von Vorwissen und das Lernen der Studierenden beeinflusst. Zum anderen stellen die untersuchten Seminare die kognitive Aktivierung in den Fokus des Lerngeschehens. Da Vergleiche zu den kognitiv aktivierenden Maßnahmen zählen, sind sie somit auch integraler Bestandteil des Lehrinhalts.

Das Ziel, die Wirksamkeit von Vergleichen in Bezug auf den Abruf von Vorwissen und das Lernen zu untersuchen, bedingt die Strukturierung der Dissertation in zwei Studien: Eine Studie zur Erfassung des Abrufs von Vorwissen (Kapitel II) und eine zweite Studie, die den Lernprozess näher betrachtet (Kapitel III). Im Rahmen der zweiten Studie werden drei Teilstudien durchgeführt: Die Validierung des verwendeten Instruments (Kapitel III.4.5), die Untersuchung des Antwortverhaltens der Experimentalgruppen während der Intervention (Kapitel III.4.6) und die Analyse des Lernzuwachses durch die Intervention (Kapitel III.4.7).

### **I.5.3. Forschungsfragen**

Im Folgenden wird ein Überblick über die Hauptfragestellungen der beiden Studien gegeben. Die konkretisierten Fragestellungen sind für *Studie 1* in Kapitel II.4. und für *Studie 2* in Kapitel III.4. zu finden.

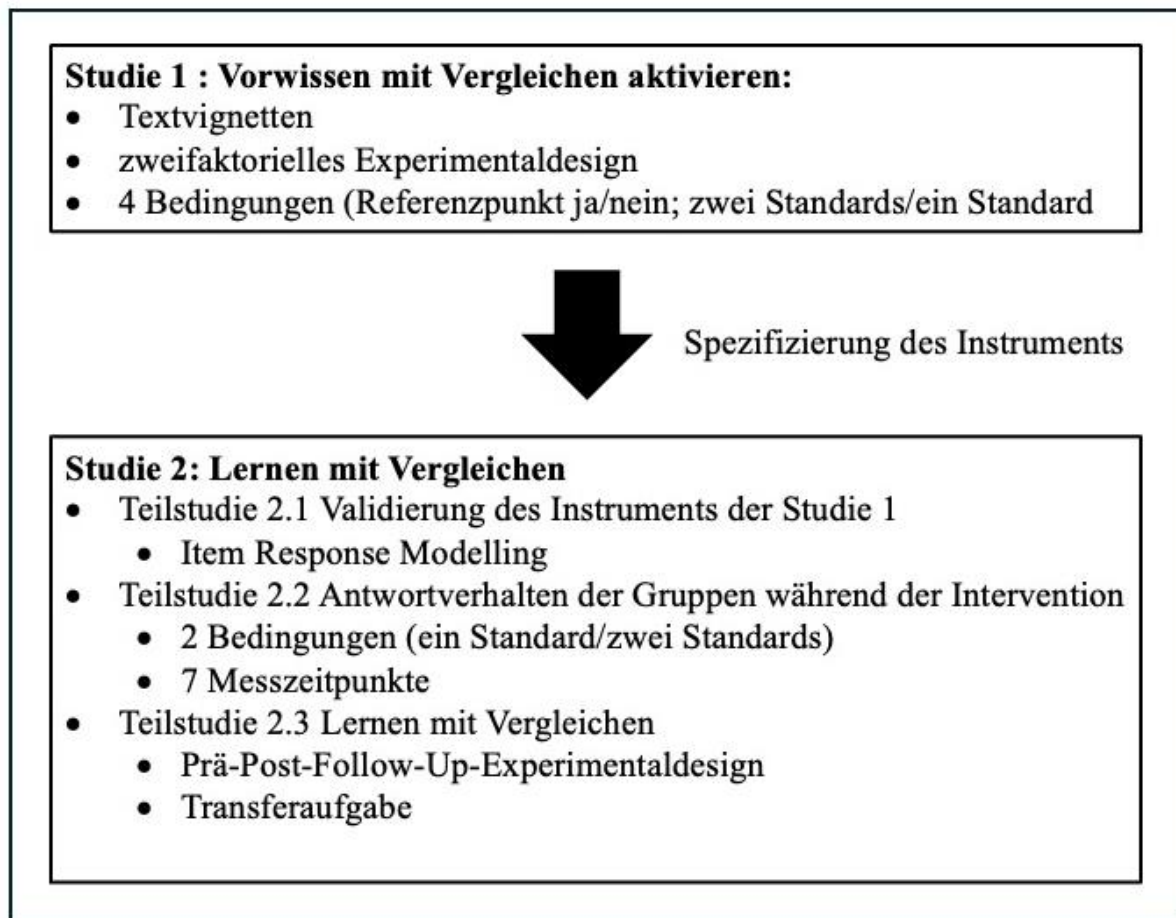
*Studie 1 Vorwissen mit Vergleichen.* Diese erste Studie widmet sich der Forschungsfrage, unter welchen Bedingungen (*mit/ohne Referenzpunkt; zwei Standards/ein Standard*) das Vorwissen

der Studierenden zu Maßnahmen der kognitiven Aktivierung am effektivsten abgerufen werden kann.

*Studie 2 Lernen mit Vergleichen.* Die zweite Studie gliedert sich in drei Teilstudien. Die erste Teilstudie untersucht die Frage, ob sich das entwickelte Prä-Post-Follow-Up-Instrument zur Messung des Konstrukts der kognitiven Aktivierung eignet. Die zweite Teilstudie widmet sich der Frage, ob sich das Antwortverhalten der beiden Experimentalgruppen während der Intervention voneinander unterscheidet, und in der dritten Teilstudie wird die Frage überprüft, ob der Einsatz von Vergleichen den Wissensaufbau und die Erkennung kognitiv aktivierender Maßnahmen fördert und das erworbene Wissen in einer Transferaufgabe angewendet werden kann.

#### **I.5.4. Methodischer Überblick**

In *Studie 1 Vorwissen mit Vergleichen aktivieren* wurde ein zweifaktorielles Experimentaldesign mit vier Bedingungen (*mit/ohne Referenzpunkt; zwei Standards/ein Standard*) angewendet. Die Erkenntnisse aus *Studie 1 Vorwissen mit Vergleichen aktivieren* führten zur Spezifizierung eines Messinstrumentes. In einem Prä-Post-Follow-Up Kontrollgruppendesign mit einer Transferaufgabe wurde in *Studie 2* das Messinstrument validiert, das Unterstützungspotential von Vergleichen untersucht und der Lernzuwachs gemessen (Abbildung 1). Die detaillierte Beschreibung der Entwicklung der Testinstrumente findet sich in Kapitel II.4.1 und in Kapitel III.4.1. Sämtliche eingesetzten Textvignetten und Instrumente sind im Anhang aufgeführt.

**Abbildung 1***Überblick der Studiendesigns*

## I.6. Zusammenfassender Ergebnisüberblick

*Die erste Studie* untersucht, ob der vergleichende Einsatz von Textvignetten besser geeignet ist, das Vorwissen der Studierenden abzurufen, als der Einsatz von Textvignetten ohne Vergleiche. Zudem wird analysiert, wie sich die Hinzunahme eines Referenzpunktes auf den Abruf von Vorwissen auswirkt. Die Vermutung, dass der Einsatz von zwei Standards das Vorwissen effektiver abrufen als der Einsatz von einem Standard, wurde bestätigt. Hingegen konnte die Annahme, dass der Referenzpunkt für alle Gruppen gleichermaßen vorteilhaft ist, nur teilweise bestätigt werden. Der Referenzpunkt erweist sich zwar als vorteilhaft für die Gruppe mit zwei Standards, jedoch nicht für die Gruppe mit nur einem Standard.

*Die zweite Studie* wurde in drei Teilstudien gegliedert. *Die erste Teilstudie* untersucht, ob Wissen zur kognitiven Aktivierung unter einem Konstrukt zusammengefasst werden kann.

Die Auswertungen des Raschmodells und die der konfirmatorischen Faktorenanalyse wiesen je eine gute Passung auf die Daten auf. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass das entwickelte Instrument das Konstrukt *kognitiv aktivierende Maßnahmen* adäquat erfassen kann und durch geeignete Items abgebildet wird.

*Die zweite Teilstudie* analysiert, ob und wie sich das Antwortverhalten der Experimentalgruppe mit zwei Standards von der Experimentalgruppe mit einem Standard während der Intervention unterscheidet. Wie angenommen schnitt die Gruppe mit zwei Standards während der Intervention überwiegend besser ab. Besonders vorteilhaft scheint ein zweiter Standard beim Lösen unbekannter und schwieriger Aufgabenformate zu sein.

*Die dritte Teilstudie* überprüft, ob die Anregung von Vergleichsprozessen zu einem höheren Erwerb von Wissen über kognitive Aktivierung führt im Vergleich zur Gruppe ohne diese Anregung. Die Gruppe mit Vergleichen schnitt im Posttest am besten ab. Allerdings näherten sich die Leistungen beider Gruppen im Laufe der Zeit an und beide Gruppen zeigten ähnliche Ergebnisse im Follow-Up-Test und bei der Transferaufgabe. Beide Gruppen schnitten insgesamt besser ab als die Kontrollgruppe, die keine Intervention erhielt.

Die Dissertation schließt in Kapitel IV mit einer allgemeinen Diskussion, in der die Ergebnisse beider Studien zusammengefasst und vor dem Hintergrund des theoretischen Rahmens und der praktischen Implikationen erörtert werden.



## **II. Kapitel**

### **Studie 1 Vorwissen mit Vergleichen aktivieren**

## II.1. Einleitung

Vergleichsprozesse sind ubiquitäre kognitive Prozesse menschlicher Informationsverarbeitung und haben vielfältige Funktionen (Mussweiler & Gentner, 2007; Waldmann, 2017). So wurden in der Forschung Vergleichsprozesse als entscheidender Mechanismus identifiziert, Vorwissen abzurufen (z. B. Loewenstein & Gentner, 2001; Gentner & Smith, 2012; Gentner & Namy, 1999; Saalbach & Schalk, 2011). Ferner kann mit Vergleichsprozessen das Lernen unterstützt werden, sind sie doch die Grundlage für Schlussfolgerungen, für die Entwicklung von Begriffen und die Restrukturierung von Vorwissen (Chi, 2008; Hardy et al., 2020; Namy & Gentner, 2002).

Im Rahmen dieser Studie werden unterschiedliche Settings zum Abruf von Vorwissen zu kognitiv aktivierenden Maßnahmen bei Lehramtsstudierenden bzgl. naturwissenschaftlicher Themen erforscht. Dabei wird untersucht, ob der Einsatz von vergleichenden Settings besser geeignet ist, das Vorwissen der Studierenden abzurufen, als der Einsatz von Settings ohne Vergleiche. Darüber hinaus wird überprüft, inwiefern spezifische Hinweise den Abruf von Vorwissen beeinflussen.

## II.2. Vorwissen

### II.2.1. Einfluss des Vorwissens beim Wissenserwerb

Vorwissen gilt als zentraler Prädiktor für Lernerfolg (Ausubel et al., 1968; Chi et al., 1989; Greve et al., 2019; Shing & Brod, 2016; Simonsmeier et al., 2021) Studierende beginnen mit unterschiedlichem Vorwissen ihr Hochschulstudium. Die verschiedenen Wissensstände führen in den Seminaren zu einer Heterogenität, die eine Herausforderung für die Hochschulbildung darstellt (Dochy, 1996). Ein Ziel der Hochschulbildung ist, dass alle Studierenden qualitativ hochwertiges Wissen aufbauen, welches anschlussfähig ist und ihnen als solide Grundlage für

den weiteren Bildungsweg dienen kann (Elsholz, 2019). Ein bedeutender Faktor für den Aufbau von qualitativ hochwertigem Wissen und Lernerfolg ist das Vorwissen (Dochy et al., 2002; Thompson & Zamboanga, 2003; Shapiro, 2004; Simonsmeier et al., 2021).

Vorwissen sind alle Informationen, die im Gedächtnis einer Person gespeichert sind, bevor sie zu lernen beginnt (z.B. Dochy & Alexander, 1995; Kendeou & O'Brien, 2015; Simonsmeier et al., 2021; Weinert, 1996). Gemäß pädagogisch-psychologischer Literatur umfasst Vorwissen deklaratives Wissen wie beispielsweise isolierte Fakten (Schneider & Grabner, 2012) und Wissen über abstrakte und relationale Konzepte (Goldwater & Schalk, 2016) sowie prozedurales Wissen, wie beispielsweise Wissen über Problemlösestrategien (Anderson et al., 2004). Auch wissenschaftlich inkorrekte Informationen und Fehleinschätzungen zählen zum Vorwissen (Shtulman & Valcarcel, 2012).

Im Kontext der Hochschulbildung wurde bereichsspezifisches Vorwissen in einer Vielzahl von akademischen Fächern untersucht, darunter beispielsweise Wirtschaftswissenschaften (Dochy, 1992), Psychologie (Thompson & Zamboanga, 2003; Verkoeijen et al., 2005; Wylie & McGuinness, 2004), Sozialwissenschaften (Portier & Wagemans, 1995), Ökologie (Wratten & Hodge, 1999) und Mathematik (Rach & Heinze, 2017). Die wichtigste Erkenntnis der Forschung dieser Studien zum Vorwissen ist die überragende Rolle des Vorwissens als Erklärungsvariable für Lernerfolg. Es beeinflusst die Qualität des Lernens und die Leistungen von Lernenden (Brod, 2021; Dochy, 1996; Simonsmeier et al., 2021). Es unterstützt Schlussfolgerungen (McNamara & Magliano, 2009; Shapiro, 2004) und kann Gedächtnisprozesse verbessern (Dochy, 1992; Thompson & Zamboanga, 2003; Simonsmeier et al., 2021).

Eine Metaanalyse zum Zusammenhang zwischen Vorwissen und Lernerfolg von Simonsmeier et al (2021) analysierte 493 Studien mit 8776 Effektgrößen aus 685 unabhängigen Stichproben mit insgesamt 126.050 Teilnehmenden aus 47 Ländern. Die Metaanalyse bestätigt, dass Vorwissen ein Prädiktor für späteres Wissen ist und Vorwissen einen großen Teil der



Varianz von Lernergebnissen erklärt. Thompson und Zamboanga (2003) zeigten in einer Studie mit 422 Psychologiestudierenden im ersten Semester, dass die Ergebnisse des Vorwissenstests zu psychologischen Grundlagenthemen eindeutig positive, signifikante Prädiktoren für die Leistung der Studierenden bei den Abschlussklausuren waren, wenn andere Einflüsse auf die Leistung (wie z. B. Hausaufgaben, Anwesenheit) kontrolliert wurden. Auch Kennedy et al., (2015) zeigten in einer Studie zu Vorwissen als Prädiktor für Leistungen bei Massive Open Online Courses (MOOCs) zur Informatik mit zwei Stichproben und  $N = 774$  (bestanden) und  $N = 6636$  (nicht bestanden), dass Vorwissen ein signifikanter Prädiktor für den Erfolg ist. Diese Ergebnisse stützt eine Studie von Harackiewicz et al. (2002) mit 471 Psychologiestudierenden (319w / 152m), die zeigte, dass frühere Schulleistungen ein positiver Prädiktor für studentische Leistungen sind. Die Autoren interpretieren dies als Hinweis für die Wichtigkeit von Vorwissen. Rach und Heinze (2017) zeigten in ihrer Studie zu individuellen mathematischen Lernvoraussetzungen von 182 Erstsemesterstudierenden, dass die schulischen Mathematikleistungen nur einen marginalen Einfluss haben, vertieftes mathematisches Vorwissen hingegen einer der Hauptfaktoren für einen erfolgreichen Studienbeginn ist.

Fehlerhaftes Vorwissen kann jedoch auch den Wissenserwerb behindern (Dochy & Alexander, 1995; Vosniadou, 1996). Auch kann es sein, dass das Vorwissen nicht aktiviert werden und somit auf den erfolgreichen Wissenserwerb keinen Einfluss nehmen kann (Simonsmeier et. al., 2021). Dies ist besonders dann der Fall, wenn bereits vorhandenes Wissen ungenau und unvollständig ist, es aus Alltagserfahrungen resultiert oder das neu zu erwerbende Wissen nicht mit den Vorannahmen des Lernenden übereinstimmt (Shing & Brod, 2016; Thompson & Zomboanga, 2003). Frühere Überzeugungen können sehr widerstandsfähig gegenüber Veränderungen sein, sogar im Rahmen von formalen Lehrgängen (Gerstenberg & Tenenbaum, 2017).

Eine Studie von Smith et al. (2013) mit 75 Studierenden in der Physik zeigte, dass intuitives Wissen zu Verzerrungen beim Lösen von Aufgaben führt. Eine weitere Studie von Weber et al. (2020) zum Stabilitätslernen während eines Bauspiels mit 183 Kindern im Alter von fünf und sechs Jahren wies ähnliche Ergebnisse auf. Die Kinder mit wissenschaftlich unkorrektem Vorwissen behielten nach der Intervention häufiger ihre fehlerhaften unwissenschaftlichen Begründungen bei und konnten kaum neues Wissen aufbauen. Die Kinder mit mehr Vorwissen zur Stabilität hingegen konnten nach der Intervention komplexere und differenziertere sowie eher korrekte Begründungen für die Stabilität von Bauwerken äußern.

Doch nicht nur für Kinder, sondern auch für Studierende ist das Vorwissen von Bedeutung. Es sollte auch in der Hochschullehre miteinbezogen werden und für das Lernen im Studium genutzt werden (Schneider & Mustafić, 2015). Im folgenden Kapitel II.2.2 liegt der Fokus daher auf dem Einbezug des Vorwissens in der Hochschullehre.

### **II.2.2. Einbezug von Vorwissen im Lehramtsstudium**

Der Einbezug des Vorwissens ist ein zentrales Qualitätsmerkmal von Unterricht und kann Lernende zu aktiven kognitiven Prozessen anregen (Gräsel & Göbel, 2011; Klieme, 2019). Erfolgreicher Unterricht vernetzt wichtige Lerngegenstände sinnvoll miteinander, fokussiert sich auf Relevantes und zeichnet sich durch eine hohe inhaltliche Kohärenz aus (Lipowsky & Bleck, 2019). Auch in der Hochschullehre sollten diese empirischen Evidenzen beachtet werden (Schneider & Mustafić, 2015). Wichtige Kernelemente des Lehramtsstudiums werden jedoch häufig getrennt voneinander unterrichtet und kaum aufeinander abgestimmt (Blömeke, 2006; Blömeke et al., 2011; Kleickmann & Hardy, 2019). Diese Fragmentierung von Wissen bereitet den Studierenden häufig Schwierigkeiten und die Herausforderung der Integration bleibt dem einzelnen Lernenden überlassen. Dies führt dazu, dass der Transfer zwischen den

Domänen kaum stattfindet (Ball, 2000; Harr et al., 2014; Kleickmann & Hardy, 2019; Renkl et al., 1996).

Dies wird auch häufig von Studierenden kritisch angemerkt, die das Lehrangebot als zersplittert wahrnehmen (Blömeke, 2006; Mayer et al., 2018). Diese Befunde werden beispielsweise von Joos et al. (2019) in einer qualitativen Studie zur studentischen Sicht auf die Kohärenz im Lehramtsstudium der Chemie bestätigt. Die zwölf an der qualitativen Studie teilnehmenden Studierenden sahen sich mit mangelnder Kohärenz im Studienverlauf konfrontiert und fühlten sich kaum dabei unterstützt, ihr Vorwissen mit dem neu zu erwerbenden Wissen zu verbinden. Eine Studie von Gimbel und Ziepprecht (2018) mit 1083 Lehramtsstudierenden und 61 Lehrenden im Kontext von vernetzten Lernumgebungen in der Lehrerbildung zeigt stark ausgeprägte Vernetzungspräferenzen der Studierenden unabhängig vom Studiengang und Studienfortschritt. Befunde zum domänenübergreifenden Mathematikunterricht (Harr et al., 2014) zeigen in einer experimentellen Studie mit 60 Mathematiklehramtsstudierenden die Auswirkung integrierter vs. separater Wissensvermittlung von fachdidaktischem und pädagogisch-psychologischem Wissen. Insgesamt deuten die Ergebnisse auf positive Auswirkungen eines integrierten Designs auf Wissenszuwachs und Anwendung der untersuchten Wissensarten (PPK und PCK) hin. Evens et al. (2018) konnten diese Befunde in ihrer experimentellen Untersuchung mit 174 Studierenden der Bildungswissenschaften zu Lernumgebungen nicht bestätigen. Das Team erkannte keinen Vorteil beim Aufbau von fachdidaktischem Wissen der angehenden Lehrkräfte, wenn sie fachliche, fachdidaktische und pädagogische Inhalte in vernetzten Lerngelegenheiten (vs. separater Darbietung) angeboten bekamen.

Die meisten Lerntheorien gehen davon aus, dass das Vorwissen erst aktiviert werden muss, um sich auf Lernprozesse und Lernergebnisse auswirken zu können. Vorwissen kann das Lernen nicht beeinflussen, solange das Wissen nur im Langzeitgedächtnis gespeichert ist (Bransford & Johnson, 1972; Brod, 2021; Schneider & Sodian, 1997). Es ist wichtig, dass

Vorwissen abrufbar ist und dem Arbeitsgedächtnis zur Verfügung steht (Simonsmeier et al., 2021). Der Abruf von Vorwissen aus dem Langzeitgedächtnis geschieht durch die Suche nach gewünschten Informationen. Dieser Suchprozess kann zielgerichtet oder zufällig geschehen (Unsworth et al., 2013). Die zielgerichtete Suche bezieht sich dabei auf eine strategische Suche nach Informationen z. B. durch Abrufstrategien, wie Mnemotechniken, Gedächtnisstützen und Merkhilfen, sowie die bewusste Suche nach Kontextinformationen. Bei der zufälligen Suche hingegen wird keine bestimmte Abrufstrategie verwendet. Der Lernende versucht wahllos, Informationen zu finden und sich an Passendes zu erinnern (Nelson & Narens, 1990; Raaijmakers & Shiffrin, 1980).

Lehrende haben verschiedene Möglichkeiten, Vorwissen bei Lernenden zu aktivieren. Methoden der Vorwissensaktivierung lassen sich in offenere und fokussierte Aktivierungsstrategien einteilen (Krause & Stark, 2006). Zu den offenen Formen werden beispielsweise Mappingverfahren, Brainstorming und das Generieren von Hypothesen und Fragen gezählt (Osborn, 1963; Buzan & Buzan, 1995; Mandl & Fischer, 2000). Fokussierte Formen sind beispielsweise das Erstellen von Advance Organizer, gezieltes Fragen zu Wissensbeständen oder das Stellen von Problemlöseaufgaben (Krause & Stark, 2006; van de Pol et al., 2010). Eine weitere Möglichkeit, um Vorwissen zu aktivieren, ist der Einsatz von Vergleichen (Gentner, 2010; Gentner & Smith, 2012; Goldstone et al., 2010; Holyoak, 2012; Holyoak & Stamenković, 2018; Rittle-Johnson & Star, 2011). Nach Mussweiler und Posten (2012) ist Vergleichen ein nützlicher kognitiver Prozess, der Vorwissen effizient aus dem Gedächtnis abruf und es mit neuen Informationen abgleicht. Das Abgleichen von mehreren Anhaltspunkten unterstützt dabei den fokussierten Abruf relevanter Informationen.

## II.3. Vergleiche

Der Abruf von Vorwissen mit Unterstützung von Vergleichsprozessen ist zentrales Forschungsinteresse dieser Studie. In den folgenden Kapiteln wird deswegen der theoretische Schwerpunkt auf *Vergleiche* gelegt. Vergleiche werden definiert, Funktionen erläutert und die Bedeutung des Referenzpunkts auf Vergleichsergebnisse betrachtet.

### II.3.1. Vergleichsdefinition

Vergleichen bezeichnet die Bestimmung von Ähnlichkeiten und Differenzen mindestens zweier Entitäten (Komparata), wie z.B. Objekte, Ideen oder Aussagen (Chi, 2008; Gentner & Smith, 2012; Namy & Gentner, 2002). Diese Entitäten können entweder untereinander oder in Bezug auf einen Standard hin verglichen werden (Gentner & Smith, 2012). Während des Vergleichsprozesses werden die Komparata in Beziehung gesetzt und Differenzen und Gemeinsamkeiten festgestellt. Den Komparata muss wenigstens ein gemeinsames Merkmal innewohnen, damit gewinnbringend verglichen werden kann (von Sass, 2011; Zelditch, 1971). Meistens haben Komparata jedoch mehrere gemeinsame Merkmale und können demnach nach unterschiedlichen Gesichtspunkten verglichen werden. Die Wahl des zu vergleichenden Merkmals wird durch einen von außen an die Komparata angelegten *Referenzpunkt* getroffen. Der Referenzpunkt ist der Fokus, mit dem die Entitäten in Beziehung gebracht werden (von Sass, 2011).

Beispielsweise weisen Komparata aus Nickel, Eisen und Kobalt verschiedene Materialeigenschaften als mögliche Vergleichsmerkmale auf. Wenn untersucht wird, ob diese Objekte magnetisch sind, ist das Vergleichsmerkmal die ferromagnetische Eigenschaft. Der Referenzpunkt ist dann die Fragestellung, ob die Objekte von Magneten angezogen werden. Wenn hingegen untersucht wird, aus welchem Material die Objekte sind, ist das Vergleichsmerkmal Metall. Der Referenzpunkt ist somit die Frage nach dem Objektmaterial.

Die ferromagnetische Eigenschaft und das Metall bleiben in beiden Fällen ein Vergleichsmerkmal, auch wenn sich der Referenzpunkt je nach Fragestellung ändert.

### II.3.2. Vergleichsfokus

Je nach Referenzpunkt werden unterschiedliche Vergleichsformen vollzogen. Diese können perzeptuell, thematisch oder taxonomisch sein (von Sass, 2011; Rakison & Lawson, 2013).

(1) *Perzeptuelle Vergleiche* sind Vergleiche, mit denen Komparata durch deutlich erkennbare sensorische Kennzeichen wie z.B. Formen, Farbqualitäten oder Geräusche in Beziehung gesetzt werden (Gentner & Hoyos, 2017). Solche Vergleiche werden häufig von Personen vorgenommen, die wenig Vorwissen über die Komparata haben (Sloutsky & Fisher, 2004). Auch Syntax und Semantik, synonyme Wörter und ähnliche grammatikalische Satzstrukturen können perzeptuell verglichen werden (Asmuth & Gentner, 2017). Beispielsweise können die beiden Fragen „Beschreibe, wie ist das mit dem Aluminiumtopf und dem Magneten?“ und „Vermute, was passiert mit der Eisenkugel und dem Magneten?“ perzeptuell verglichen werden. Beide Sätze enthalten eine Aufforderung, enden mit einem Fragezeichen und beinhalten das Wort Magnet.

(2) *Thematische Vergleiche* sind Vergleiche, die aufgrund von inhaltlicher Zuordnung vollzogen werden. Oberflächenmerkmale, also perzeptuelle Gemeinsamkeiten, werden vernachlässigt, da der Vergleichende über Vorwissen zu den Komparata verfügt und Informationen zu diesen abrufen kann (Saalbach & Schalk, 2011). Der Vergleichende nimmt zwar perzeptuelle Merkmale wahr, legt jedoch den Fokus auf inhaltliche Gesichtspunkte. Die Beispielfragen „Beschreibe, wie ist das mit dem Aluminiumtopf und dem Magneten?“ und „Vermute, was passiert mit der Eisenkugel und dem Magneten?“ können beide dem Thema Magnetismus im Sachunterricht zugeordnet werden.

(3) *Taxonomische Vergleiche* sind Vergleiche, mit denen Objekte aufgrund von hierarchischen, funktionalen Kriterien kategorisiert und zusammengefasst werden (siehe Markman & Rein, 2013). Auch taxonomische Vergleiche werden wie thematische dann vorgenommen, wenn die vergleichende Person Vorwissen über die Komparata hat (Saalbach & Schalk, 2011). Bei den Beispielfragen „Beschreibe, wie ist das mit dem Aluminiumtopf und dem Magneten?“ und „Vermute, was passiert mit der Eisenkugel und dem Magneten?“ ist das funktionale Kriterium die Lernbegleitung im Sachunterricht. Die erste Frage regt eine Beobachtung an, die beschrieben werden soll. Die zweite Frage soll eine Vermutung auslösen, die anschließend überprüft werden kann.

Taxonomien schaffen Übersicht, erleichtern die Handhabung von Abstraktionen und Ausnahmen und helfen, komplexe Sachverhalte zu erfassen. Sie ermöglichen summarische Aussagen, die zu Erklärungen, Hypothesen und Interpretationen von Zusammenhängen führen können. Taxonomische Vergleiche gehen über das perzeptuell Wahrnehmbare hinaus und erfordern eine vertiefte kognitive Auseinandersetzung mit den Komparata. Die Fähigkeit, taxonomische Beziehungen zu erkennen und herstellen zu können, ist eine wichtige Grundlage für den weiteren Wissenserwerb (siehe Markman & Rein, 2013).

### **II.3.3. Zwei Vergleichsaspekte**

In der Kognitionswissenschaft wird dem Vergleichen eine bedeutende Funktion zugewiesen. Vergleichsprozesse können unter zwei Aspekten betrachtet werden. Ein Aspekt sind die beim Vergleichsablauf universellen kognitiven Prozesse. Diese sind *Kategorisieren* und *analoges Denken*. Darüber hinaus sind als zweiter Aspekt die *individuellen Merkmale* des Vergleichenden bedeutend (Gentner, 2010; Genter & Smith, 2012; Goldstone et al., 2010; Holyoak, 2012; Holyoak & Stamenkovic, 2018; Rittle-Johnson & Star, 2011; Tversky & Kahneman, 1981).

### II.3.3.1 Universeller Aspekt

*Kategorisieren* bezeichnet die mentale Organisation und Strukturierung von Ereignissen und Entitäten. Dabei dient perzeptuelle Ähnlichkeit als ein erstes organisierendes Prinzip. Die Einordnung in die entsprechenden Kategorien resultiert aus offensichtlichen Gemeinsamkeiten der Entitäten oder aus dem Abgleich mit theoretischem Vorwissen (Asmuth & Gentner, 2017; Gentner & Rattermann, 1991; Goldwater & Schalk, 2016; Goswami, 2001; Waldmann, 2017).

Kategorisierungen ermöglichen es, neue Erkenntnisse mit bereits aufgebautem Wissen zu verbinden und auf neue Situationen anzuwenden. Ohne die Möglichkeit, Kategorien zu bilden, wäre ein Individuum nicht in der Lage, sich zu orientieren und von bereits erworbenem Wissen zu profitieren. Jede Erfahrung wäre einzigartig. Erst die Fähigkeit, Entitäten und ihre Eigenschaften wahrzunehmen, zu bezeichnen und einer Kategorie zuzuordnen, erlaubt es, adäquat reagieren und bei Bedarf eine Vorhersage treffen zu können. Die Fähigkeit, Kategorien bilden zu können, ist eine Grundlage des Denkens (Waldmann, 2017).

Zwei grundlegende kognitive Prozesse, die unter anderem zum Kategorisieren beitragen, sind das *deduktive* und das *induktive* Schlussfolgern (Goswami, 2001). Beim deduktiven Schlussfolgern wird von der Kategorie auf den Einzelfall geschlossen, während beim induktiven Schlussfolgern von Merkmalen von Einzelfällen auf alle Mitglieder einer Kategorie geschlossen wird oder Merkmale mehrerer Einzelfälle zur Bildung einer Kategorie beitragen (Goswami, 2011; Johnson-Laird & Khemlani, 2017; Markman & Rein, 2013)

Durch Kategorisierung muss nicht für jedes individuelle Objekt eigenes Wissen gelernt werden, sondern es kann Wissen auf Mitglieder einer Kategorie übertragen werden (Gentner & Smith, 2012; Goldwater & Schalk, 2016; Namy et al., 2007; Schalk et al., 2011). Kennt ein Kind beispielsweise die Kategorie Metall und weiß, dass damit glänzende, feste Stoffe bezeichnet werden, kann es Aluminium dieser Kategorie deduktiv zuordnen. Vergleicht es nun



unterschiedliche Metalle in Bezug auf ihre ferromagnetischen Eigenschaften, wird es ihm möglich, induktiv die Kategorien magnetische und nicht magnetische Metalle zu bilden.

*Analoges Denken* kann als eine Sonderform des induktiven Schlussfolgerns betrachtet werden (Goldstone et al., 2010; Goswami, 2001; Holyoak, 2005). Analoges Denken ist die Fähigkeit, Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Entitäten zu erkennen, diese zu kategorisieren, zu bewerten und mit Bekanntem zu vergleichen sowie daraus Rückschlüsse auf Unbekanntes zu ziehen (Gentner, 2016; Gentner & Smith, 2012; Goldstone et al., 2010). Das Herstellen taxonomischer Beziehungen zwischen Entitäten kann den Aufbau von konzeptuellem Wissen begünstigen, da dabei die Entschlüsselung von Informationen, Abstrahierung und Generalisierung von Erkenntnissen gefördert werden (Gentner & Smith, 2012; Gentner & Hoyos, 2017).

### *II.3.3.2 Individueller Aspekt*

Ein individueller Faktor, der beim Vergleichsprozess eine Rolle spielt, ist das Vorwissen des Vergleichenden (Mussweiler & Gentner, 2007; Namy & Gentner, 2002; von Sass, 2011). Geringes Vorwissen kann dazu führen, dass sich der Vergleichsfokus lediglich auf perzeptuelle Merkmale bezieht und taxonomische Beziehungen nicht erkannt oder diesen keine Bedeutung beigemessen werden (Christie & Gentner, 2010; Goddu et al., 2020; Sloutsky & Fisher, 2004; Smith & Gentner, 2012).

Studien deuten darauf hin, dass eine Person ohne oder mit wenig Vorwissen in erster Linie perzeptuell vergleicht. Besitzt sie jedoch Vorwissen oder werden ihr weiterführende Informationen bereitgestellt, sind taxonomische Vergleiche wahrscheinlicher. So analysierten beispielsweise Richland und Kollegen (2007) Daten aus der TIMMS-Videostudie von 1999 von Mittelstufenschülerinnen und -schülern aus drei Ländern (Hongkong, Japan, USA) zum mathematischen Denken. Sie zeigten, dass Novizen ähnliche mathematische Sachverhalte und Analogien häufig nicht aufeinander beziehen, da sie inhaltliche Parallelen nicht erkennen

können. Jugendliche mit entsprechendem mathematischem Vorwissen waren jedoch in der Lage, taxonomische Ähnlichkeiten zu erkennen und mathematische Bezüge herzustellen. Dies bestätigt eine Studie zum strategischen Wortlernen durch Bildkarten mit 60 Kindern zwischen drei bis fünf Jahren und dreißig Collegestudierenden (Imai et al., 1994). So neigen junge Kinder überwiegend dazu, Formen zu präferieren, während Erwachsene hingegen das Herstellen taxonomischer Bezüge bevorzugen. Diese Ergebnisse der Formpräferenz junger Kinder konnten Saalbach und Schalk (2011) in ihrer Studie mit 50 Kindern ( $\bar{x}$  3,8 Jahre) replizieren. Rakison und Hahn (2004) zeigten in Experimenten mit Bildkarten zu belebten und unbelebten Objekten, dass bereits Kleinkinder ab einem Alter von 14 Monaten fähig sind, auch nicht offensichtlich wahrnehmbare Eigenschaften von Entitäten taxonomisch zu verbinden und belebt und unbelebt zu unterscheiden. Kinder mit 12 Monaten waren hingegen nicht dazu fähig, was darauf schließen lässt, dass ältere Kinder die Gelegenheit hatten, Vorwissen dazu aufzubauen und darauf zurückgreifen.

Diese Ergebnisse unterstreichen die Rolle des Vorwissens. Die Fähigkeit, Taxonomien herzustellen, hängt jedoch nicht nur von der Kenntnis der relevanten Domänenbeziehung ab (Blanchette & Dunbar, 2001; Gentner & Rattermann, 1991; Holyoak, 2012; Rakison & Hahn, 2004; Rittle-Johnson & Star, 2011). Auch die bereitgestellten Informationen, die als Referenzpunkt von außen präsentiert werden, können taxonomisches Vergleichen fördern (Saalbach & Schalk, 2011; Opfer & Bulloch, 2007; Richland et al., 2007). Daher kann das Anregen von Vergleichsprozessen mit einem Referenzpunkt großes Potenzial haben, um vorhandenes Vorwissen abzurufen.

### II.3.4. Einfluss des Referenzpunkts

Der Referenzpunkt ist der Fokus, unter dem der Vergleichende die Komparata in Bezug auf Gemeinsamkeiten und/oder Unterschiede untersucht. Ein Referenzpunkt kann vom Vergleichenden selbst konstruiert werden oder er wird ihm von außen präsentiert (von Sass, 2011). Der zum Vergleich herangezogene Referenzpunkt beeinflusst entscheidend die Ergebnisqualität (Mussweiler & Posten, 2012). Wie die oben angeführten Studien zeigen, fokussiert sich der Vergleichende bei wenig Vorwissen häufig auf einen perzeptuellen Referenzpunkt. Je mehr Vorwissen er hat, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass er taxonomisch oder thematisch vergleicht. Die Informationen, die über den Referenzpunkt und die Komparata zur Verfügung stehen, beeinflussen, ob taxonomisch oder perzeptuell verglichen wird (Mussweiler & Gentner, 2007; Sloutsky & Fisher, 2004; von Sass, 2011). Studien zeigen, dass das Präsentieren von Hinweisen zum Referenzpunkt den Abruf von latentem Vorwissen wahrscheinlicher macht und somit Vergleichsergebnisse erheblich verändern kann (Margraf & Schneider, 2009; Namy & Gentner, 2002; Saalbach & Schalk, 2011). Das Präsentieren von Hinweisen kann beispielsweise in Form von verbaler Unterstützung oder in Form eines zweiten Vergleichsstandards erfolgen.

So konnten beispielsweise Saalbach und Schalk (2011) in einer Studie mit 103 Kindern zum strategischen Substantivlernen zeigen, dass der verbale Hinweis auf einen Referenzpunkt die Wahrscheinlichkeit für taxonomisches Vergleichen erhöht. Die Forscher gaben einem Teil der Kinder im Alter von 3 bis 5 Jahren ( $\bar{x}$  3,7) einen Standard und drei Auswahlobjekte, die sie dem Standard zuordnen sollten. Diese Herangehensweise bestätigte frühere Studien zur Formneigung junger Kinder (Imai et al., 1994). Bei der Zuordnung von Auswahlobjekten (z.B. Affe, Traube, Feder) zum Standard (Banane) wiesen die jüngsten Kinder eine perzeptuelle Neigung auf (Feder-Banane), ältere Kinder ordneten thematisch (Affe-Banane), während das taxonomische Objekt (Traube) am seltensten gewählt wurde. In der einen Interventionsgruppe mit sprachlicher Unterstützung stellte man den Kindern je eine Frage zu jedem Auswahlobjekt

(Was hält den Vogel warm? Was klettert in Bäumen? Was kann man essen?). Durch die Fragen erhielten sie einen Hinweis zum taxonomischen Referenzpunkt. Diesen nutzten auch die Jüngsten, um das taxonomische Auswahlobjekt dem Standard zuzuordnen. Dies lässt darauf schließen, dass das latente Vorwissen der Kinder aktiviert werden konnte. In einer weiteren Interventionsgruppe erhielten die Kinder einen zusätzlichen Standard (Karotte). Durch das Präsentieren des zusätzlichen Standards wurden die Kinder dazu angeregt, die beiden Standards (Karotte und Banane) miteinander zu vergleichen. Dieser Vergleichsprozess führte ebenfalls dazu, dass die Kinder das taxonomische Auswahlobjekt (Traube) häufiger auswählten als die Kinder der Kontrollgruppe mit lediglich einem Standard und ohne Hinweisfragen.

Diese Ergebnisse werden von Goddu, Lombrozo und Gopnik (2020) gestützt. In ihren Studien erzählten sie 168 Vorschulkindern zwischen 3 und 4 Jahren, dass ein Zauberer Alltagsgegenstände verändern kann, indem er sie z. B. vergrößert oder verkleinert. Die Forscherinnen fanden ebenfalls heraus, dass junge Kinder vornehmlich perzeptuell zuordnen, wenn sie keine spezifischen Hinweise erhalten. Erhielten sie jedoch zusätzlich verbale Unterstützung zur Bildung eines kausalen Referenzrahmens, gelang es den Vorschulkindern, taxonomische Bezüge herzustellen. Eine naturwissenschaftliche Untersuchung zum Thema *Schwimmen und Sinken* mit 99 Kindern zwischen vier und sieben Jahren bestätigt, dass ein zweiter Standard den Abruf von Vorwissen unterstützt (Hardy et al., 2020). Der zweite Standard regte die Kinder dazu an, sich von ihrem bisherigen perzeptuell gelenkten Entscheidungsverhalten zu lösen und sich auf taxonomische Merkmale der Objekte zu konzentrieren. Allerdings verstärkten entgegen der Erwartung des Forscherteams verbale Hinweise zum taxonomischen Referenzpunkt der Komparata den Effekt nicht. Opfer und Bulloch (2007) untersuchten ebenfalls das perzeptuelle und taxonomische Kategorisieren bei 64 Kindern zwischen 5 und 8 Jahren ( $\bar{x}$  6,7). In ihrer Studie nutzten Kinder vornehmlich perzeptuelle Informationen wie das Aussehen, um Insekten zu kategorisieren. Standen den

Kindern jedoch kausale Informationen zur Zielkategorie (z.B. Jungtiere / Beutetiere) zur Verfügung, nutzten sie diese Informationen, um taxonomisch zu vergleichen.

Die genannten Studien deuten darauf hin, dass der Einsatz von Vergleichen unter Einbezug eines geeigneten Referenzpunktes das Erkennen taxonomischer Strukturen und Beziehungen zwischen Entitäten unterstützt. Das Darbieten eines Referenzpunktes erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass Personen oberflächliche Merkmale vernachlässigen und gemeinsame, zunächst nicht augenfällige Eigenschaften identifizieren (Alfieri et al., 2013; Goldwater & Schalk, 2016; Goddu et al., 2020; Saalbach & Schalk, 2011). Der bewusste Einsatz von Informationen zum Referenzpunkt hat folglich großes Potenzial, vorhandenes Wissen sichtbar zu machen und taxonomische Vergleichsprozesse anzuregen.

Die Erkenntnis könnte genutzt werden und beispielsweise in der Hochschuldidaktik Anwendung finden. Allerdings liegen bisher kaum Studien vor, die die Wirksamkeit von Vergleichsprozessen und einem Referenzpunkt in Bezug auf den Abruf von Vorwissen im Studium untersucht haben. Diese Studie wurde daher konzipiert, um Erkenntnisse zu sammeln, wie Studierende mit niedrigschwelligen Angeboten zum Abruf von Vorwissen angeregt werden können.

## **II.4. Empirische Untersuchung Studie 1**

Ein Ziel der hochschuldidaktischen Lehre ist es, an das Vorwissen der Studierenden anzuknüpfen. Das kann dazu beitragen, dass sich die Studierenden vertieft mit dem Lerngegenstand auseinandersetzen (Lipowsky & Bleck, 2019). Der Abruf von Vorwissen und das Erkennen taxonomischer Strukturen wird durch den Einsatz von Vergleichen unterstützt (Alfieri et al., 2013; Goldwater & Schalk, 2016; Goddu et al., 2020; Saalbach & Schalk, 2011). Außerdem hat sich der Einsatz von Referenzpunkten als besonders relevant erwiesen. Studien zeigen, dass das Präsentieren von Hinweisen zum Referenzpunkt den Abruf von latentem Vorwissen wahrscheinlicher macht und somit Vergleichsergebnisse erheblich verändern kann

(Margraf & Schneider, 2009; Namy & Gentner, 2002; Saalbach & Schalk, 2011). Diese Mechanismen könnten in der Hochschullehre dazu eingesetzt werden, das Vorwissen der Studierenden zu eruieren, um im Nachgang passgenaue Lerngelegenheiten anzubieten.

Nach Wissen der Autorin ist die Forschung zum Einsatz von Vergleichen in der Hochschulbildung bisher jedoch spärlich und der Einfluss des Referenzpunktes beim Einsatz von Vergleichen wird häufig nicht berücksichtigt oder spielt nur eine untergeordnete Rolle. Ungeklärt ist insbesondere die Rolle des Referenzpunktes und der Einfluss eines zusätzlichen Standards auf den Abruf von Vorwissen. Ausgehend von dieser Forschungslücke wurde die folgende Forschungsfrage formuliert:

*Mit welchem Textvignettenset (mit/ohne Referenzpunkt; zwei Standards/ein Standard) kann das Vorwissen der Studierenden zur kognitiven Aktivierung am besten abgerufen werden?*

Es wird vermutet, dass a) das Vorwissen durch die Verwendung von zwei Standards effizienter abgerufen wird als mit einem Standard. Darüber hinaus wird angenommen, dass b) ein Referenzpunkt das Vorwissen effizienter abrufen lässt als das Fehlen eines Referenzpunktes. Infolgedessen wird erwartet, dass c) die Gruppe, die zwei Standards und einen Referenzpunkt verwendet, die höchste Lösungsrate aufweist, während die Gruppe mit nur einem Standard und ohne Referenzpunkt die niedrigste Lösungsrate zeigt

Um die Forschungsfrage zu beantworten, wurden Textvignetten entwickelt und Studierenden in vier verschiedenen Formaten zur Bearbeitung vorgelegt. Die angewandte Methode und die Details dieses Ablaufs werden im folgenden Abschnitt (II.4.1) ausführlich erläutert. In Kapitel II.4.2 werden die Ergebnisse präsentiert und in Kapitel II.4.3 diskutiert.

#### II.4.1. Entwicklung eines Testinstruments zum Abruf von Vorwissen mit Vergleichen

In diesem Abschnitt werden die Auswahlkriterien für die Inhalte, die Entscheidungsgrundlagen für die gewählte Erhebungsform, die Konstruktion der Aufgaben und das Auswertungsverfahren erläutert.

*Festlegung der Inhalte.* Das Testinstrument wurde inhaltlich auf das Thema *kognitive Aktivierung* ausgerichtet, da es ein bedeutender Lerngegenstand in Lehramtsstudiengängen ist (Kapitel I.2). Als Fachthema wurde Magnetismus ausgewählt, ein häufig unterrichtetes Thema im Sachunterricht in der Grundschule (Hardy & Steffensky, 2013; Möller et al., 2013; Steffensky & Hardy, 2013; von Aufschnaiter & Wodzinski, 2013).

Aus dem umfangreichen Repertoire kognitiv aktivierender Maßnahmen, wie beispielsweise die *Förderung von Diskussionen zwischen Lernenden*, die *Schaffung problemhaltiger Situationen* oder die *Reflexion über Lernwege*, wurden solche ausgewählt, die eine verbale Anwendung ermöglichen, tiefe Verarbeitungsprozesse anregen und eine zentrale Rolle im naturwissenschaftlichen Sachunterricht spielen (Baumert et al., 2004; Hugener et al., 2007; Kleickmann, 2012; Klieme et al., 2001; Lipowsky, 2020; Seidel & Shavelson, 2007). Daher wurden die folgenden Maßnahmen- das *Provozieren kognitiver Konflikte*, das *Einfordern von Begründungen* und das *Anregen von Vergleichen* verwendet (Kapitel I.2).

*Festlegung der Repräsentationsform.* Bei der Auswahl der Repräsentationsform wurde entschieden, Textvignetten zu verwenden, da sich diese in der pädagogischen Forschung aus mehreren Gründen als geeignet erweisen (z. B. Brovelli et al., 2013; Sherin & van Es, 2009; Stürmer & Seidel, 2017; von Aufschnaiter et al., 2017). Erstens ermöglichen sie eine standardisierte und kontrollierte Darbietung von Lehr-Lern-Situationen, bei denen bestimmte Aspekte des pädagogischen Prozesses gezielt untersucht werden können. Textvignetten können flexibel an verschiedene Bildungskontexte und Zielgruppen angepasst werden, was ihre Anwendbarkeit erhöht. Zweitens bieten Textvignetten den Studierenden die Möglichkeit, die präsentierten Szenarien in ihrem eigenen Tempo zu lesen und zu reflektieren, was zu einer

vertieften Auseinandersetzung mit dem Lehr-Lern-Prozess führen kann. Zudem weisen sie eine geringere Komplexität auf als beispielsweise Videovignetten (Syring et al., 2015). Dies ermöglicht eine gezielte Fokussierung auf die gewünschten Inhalte, da überflüssige Informationen sowie visuelle und auditive Reize weggelassen werden können und so die kognitive Belastung reduziert werden kann.

Allerdings werden andere Darstellungsformen, wie beispielsweise Videovignetten, teilweise als motivierender empfunden als Textvignetten (Koehler et al., 2005; Yadav et al., 2011). Darüber hinaus kann die Länge einer textbasierten Vignette zu einer zusätzlichen kognitiven Belastung führen (Gold et al., 2016). Um diesem entgegenzuwirken, wurden äußerst kurze Textvignetten konzipiert und in Form eines motivierenden Quiz präsentiert.

*Konstruktion und Arbeitsanweisungen.* Es wurden sieben Textvignetten entwickelt. In Bezug auf die grundlegende Struktur weisen sämtliche Textvignetten ein kohärentes Muster auf. Jede Vignette beginnt mit einem Beispielgespräch, welches aus einem zentralen Aussage- oder Fragesatz eines Kindes zum Themenbereich Magnetismus besteht und einer kognitiv aktivierenden Reaktion einer Lehrperson. Anschließend folgt in jeder Textvignette ein neues Gespräch, in dem drei verschiedene Aussagen der Lehrperson präsentiert werden.

Die Studierenden sollten aus drei Aussagen diejenige wählen, die dem Standard (kognitiv aktivierende Maßnahme der Lehrperson im Beispielgespräch) am ehesten entspricht. Die korrekte Antwort stimmt auf taxonomischer Ebene mit der Reaktion der Lehrkraft in der Standardvignette überein. Die anderen beiden Möglichkeiten wurden als Distraktoren eingefügt, um von der taxonomischen Auswahlantwort abzulenken. Zur Veranschaulichung wird im Folgenden ein Beispiel gezeigt (Tabelle 1). Im Anhang sind alle verwendeten Vignetten aufgeführt.



**Tabelle 1***Beispielvignette Magnetismus mit einem Standard*


---

*Einen kognitiven Konflikt provozieren*

---

<b>Standard</b>	<b>Aussage Kind</b>	Peter sagt: „Der Magnet zieht nur silberne Dinge an.“
	<b>Reaktion Lehrerin</b>	Lehrerin fragt: „Hm, erinnere dich mal, was mit der roten Büroklammer war?“

---

**Mögliches Gespräch**

---

	<b>Aussage Kind</b>	Birgit sagt: „Immer, wenn etwas aus Metall ist, zieht der Magnet es an!“
<b>Antwortoptionen</b>	<b>Option a</b>	Lehrerin fragt: „Ok, und was passiert mit dem Magnet an dem Alutopf?“
	<b>Option b</b>	Lehrerin fragt: „Überlege mal, bist du dir sicher, dass alle Dinge aus Metall magnetisch sind?“
	<b>Option c</b>	Lehrerin fragt: „Erinnere dich mal an die Eisenkugel, was passierte mit dem Magnet?“

---

In der Beispielvignette ist die korrekte Lösung Antwort a), da die Lehrerin nur in dieser Option wie in dem Standardgespräch versucht, bei den Kindern einen kognitiven Konflikt zu provozieren (genaue Auflistung im Anhang). Jede Vignette wird mit einer Arbeitsanweisung mit folgendem Wortlaut präsentiert (Abbildung 2).

**Abbildung 2***Arbeitsanweisung für Vignette mit einem Standard*

*Das Ziel der folgenden Aufgaben ist es, unterschiedliche Niveaustufen von Fragen kennenzulernen und einzuordnen. Im Folgenden sehen Sie kurze Unterrichtsgespräche zwischen einer Lehrerin und einem Kind im Kontext Magnetismus. Lesen Sie das Beispielgespräch auf den nächsten Folien sorgfältig durch. Lesen Sie dann das mögliche Gespräch mit den Antwortmöglichkeiten a, b und c. Wählen Sie dann diejenige Antwortmöglichkeit (a, b oder c), die auf eine ähnliche Antwort wie die der Lehrerin im Beispielgespräch abzielt!*

Um zu erforschen, ob Vergleiche und ein Referenzpunkt den Abruf von Vorwissen beeinflussen, wurden die Textvignetten und die Aufgabenbeschreibung in vier verschiedenen Varianten präsentiert (Abbildung 3).

**Abbildung 3**

*Design Studie Vorwissen mit Vergleichen aktivieren*

EG 1  Referenzpunkt  2 Standards	EG 2  Kein Referenzpunkt  2 Standards
EG 3  Referenzpunkt  1 Standard	EG 4  Kein Referenzpunkt  1 Standard

Als erste Experimentalbedingung wurde die Anzahl der Standards variiert (ein Standard vs. zwei Standards). Gemäß den Erläuterungen in Kapitel II.3. können Entitäten entweder untereinander oder in Bezug auf einen Standard hin verglichen werden (Gentner & Smith, 2012) und das Präsentieren eines zweiten Vergleichsstandards kann das Abrufen von Vorwissen unterstützen (Asmuth & Gentner, 2017; Gentner & Rattermann, 1991; Goddu et al., 2020). Daher wurde für die Bedingung mit zwei Standards ein zusätzliches Beispielgespräch gemäß Tabelle 2 hinzugefügt.

**Tabelle 2***Beispielvignette Magnetismus mit zwei Standards*


---

*Einen kognitiven Konflikt provozieren*

---

<b>Standard 1</b>	<b>Aussage Kind</b>	Peter sagt: „Der Magnet zieht nur silberne Dinge an.“
	<b>Reaktion Lehrerin</b>	Lehrerin fragt: „Hm, erinnere dich mal, was mit der roten Büroklammer war?“
<b>Standard 2</b>	<b>Aussage Kind</b>	Sabine sagt: „Ein Magnet hält nur an kleinen Dingen!“
	<b>Reaktion Lehrerin</b>	Lehrerin fragt: „So wie die Heizung?“
<b>Mögliches Gespräch</b>		
<b>Antwortoptionen</b>	<b>Aussage Kind</b>	Birgit sagt: „Immer, wenn etwas aus Metall ist, zieht der Magnet es an!“
	<b>Option a</b>	Lehrerin fragt: „Ok, und was passiert mit dem Magnet an dem Alutopf?“
	<b>Option b</b>	Lehrerin fragt: „Überlege mal, bist du dir sicher, dass alle Dinge aus Metall magnetisch sind?“
	<b>Option c</b>	Lehrerin fragt: „Erinnere dich mal an die Eisenkugel, was passierte mit dem Magnet?“

---

Als zweite Experimentalbedingung wurde die Darbietung eines Referenzpunktes variiert (mit Referenzpunkt vs. ohne Referenzpunkt). Gemäß den Ausführungen in Kapitel II.3.4 fokussiert ein Vergleichender bei einem Vergleichsprozess stets auf einen Referenzpunkt. Dieser Referenzpunkt kann entweder eigenständig durch den Vergleichenden konstruiert werden oder ihm von externen Quellen präsentiert werden (von Sass, 2011). Deswegen wurde in der Experimentalbedingung mit Referenzpunkt ein Hinweis zum taxonomischen Vergleichsfokus in der Aufgabenbeschreibung gegeben (Abbildung 4).

**Abbildung 4**

Arbeitsanweisung für Vignette mit zwei Standards

*Das Ziel der folgenden Aufgabe ist es, **kognitiv aktivierende Maßnahmen** kennenzulernen und einzuordnen. Im Folgenden sehen Sie zwei kurze Unterrichtsgespräche zwischen einer Lehrerin und einem Kind im Kontext Magnetismus.*

*Lesen Sie bitte die beiden Beispielgespräche auf der nächsten Folie sorgfältig durch und **vergleichen** Sie diese miteinander. Die Fragen der Lehrerin in den beiden Beispielgesprächen zielen auf ein kognitiv hohes Niveau und auf die **gleiche kognitiv aktivierende Maßnahme** ab. Lesen Sie dann das Gespräch mit den Antwortmöglichkeiten a, b und c.*

*Wählen Sie dann diejenige Antwortmöglichkeit, (a, b oder c), die auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die **gleiche kognitiv aktivierende Maßnahme** abzielt wie die der Lehrerin in den Beispielgesprächen!*

Den Teilnehmenden der Experimentalbedingung mit Referenzpunkt wurde explizit mitgeteilt, dass das Thema der Textvignetten kognitive Aktivierung sei und die Reaktion der Lehrperson immer auf eine kognitiv aktivierende Maßnahme abzielt. Sie wurden aufgefordert, die Textvignetten gezielt im Hinblick auf kognitiv aktivierende Maßnahmen zu analysieren. Die Fachwörter zur kognitiven Aktivierung in den Textvignetten wurden durch Fettschrift und Unterstreichung betont, um den Studierenden ihre besondere Bedeutung für die Analyse zu verdeutlichen. Insgesamt wurden sieben Textvignetten mit drei unterschiedlichen *kognitiv aktivierenden Maßnahmen* (Tabelle 3) erstellt.

**Tabelle 3***Verteilung der kognitiv aktivierenden Maßnahmen der Textvignettensets*

Textvignette	kognitiv aktivierende Maßnahme
1	kognitiver Konflikt
2	Begründungen einfordern
3	kognitiver Konflikt
4	Begründungen einfordern
5	Vergleiche anregen
6	kognitiver Konflikt
7	Vergleiche anregen

*Auswertungsverfahren.* In dieser Studie wurden ausschließlich geschlossene Aufgabenformate verwendet. Jede Aufgabe enthielt drei Antwortmöglichkeiten, von denen nur eine korrekt war und mit einem Punkt bewertet wurde.

Um das Bewertungsschema zu erstellen, wurden zur Bewertung der richtigen Lösungen Expertinnen konsultiert. Jede von ihnen bewertete die Aufgaben individuell und unabhängig. In Anlehnung an Oser et al. (2010) werden dabei als Expertinnen und Experten Personen bezeichnet, die aufgrund verschiedener Expertise (z. B. Schwerpunkt im Beruf, vergleichbares Thema in der Promotion) über vertieftes Wissen über Lehr-Lernstrategien im naturwissenschaftlichen Sachunterricht des Grundschulunterrichts verfügen. An der Bewertung der Items nahmen insgesamt sechs Expertinnen teil. Diese setzten sich aus einer Professorin, vier wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und einer Grundschullehrerin zusammen. Bei allen Mitgliedern der Gruppe handelte es sich um Personen, deren Forschung und Lehre einen Schwerpunkt im Bereich des naturwissenschaftlichen Grundschulunterrichts aufwies. Die Expertinnen erhielten das Textvignettenset mit Referenzpunkt und einem Standard. Die Abfolge der Bearbeitung entsprach der, die auch für die Studienteilnehmenden vorgesehen war. Sämtliche Expertinnen lösten alle Items korrekt. Daher ist davon auszugehen, dass die

Vignetten die eingesetzten kognitiv aktivierenden Maßnahmen gemäß der einschlägigen Literatur angemessen widerspiegeln.

### **Methode**

*Stichprobe.* Insgesamt nahmen 238 Lehramtsstudierende (81 % weiblich, Alter:  $M = 22.94$ ,  $SD = 2.57$ ) für Grund- und Sonderschulpädagogik der Universität Koblenz-Landau an der Studie teil. Alle Studierenden waren zum Zeitpunkt der Erhebung im Master ihres jeweiligen Studiengangs eingeschrieben und hatten im Bachelorstudiengang Veranstaltungen zum Thema Scaffolding und kognitive Aktivierung belegt. Daher kann davon ausgegangen werden, dass alle Teilnehmenden über Vorwissen zu diesem Inhaltsbereich verfügen.

*Vorgehen.* Die Studie wurde mit Teilnehmenden aus drei Pflichtveranstaltungen in Präsenz durchgeführt. Es wurde ein zweifaktorielles (*mit/ohne Referenzpunkt; zwei Standards/ein Standard*) Experimentaldesign verwendet. Die Teilnehmenden wurden beim Betreten des Seminarraums zufällig einer von vier Gruppen zugewiesen. Dies geschah durch die randomisierte Verteilung eines QR-Codes. Jeder QR-Code repräsentierte eine bestimmte Gruppe gemäß den Angaben in Tabelle 4. Jeder Studierende bearbeitete die sieben Textvignetten konsekutiv und hatte insgesamt für die Bearbeitung 60 Minuten Zeit. Im Anschluss erhielten die Studierenden die richtigen Lösungen und Fragen wurden beantwortet.

**Tabelle 4**  
*Übersicht über die vier Experimentalgruppen*

Gruppe	$N$	Referenzpunkt	Standards
Gruppe 1	64	ja	2
Gruppe 2	57		1
Gruppe 3	57	nein	2
Gruppe 4	60		1

### II.4.2. Ergebnisse

Die interne Konsistenz der Skala betrug  $\alpha = .60$ . Die deskriptiven Statistiken der vier Experimentalgruppen sind in Tabelle 5 dargestellt. Zunächst wurde das arithmetische Mittel über alle gegebenen Antworten aller sieben Textvignetten gebildet. Dabei bedeutet ein Wert von 1, dass eine Person alle Aufgaben richtig gelöst hat, ein Wert von 0, dass eine Person keine Aufgabe richtig gelöst hat.

#### **Tabelle 5**

##### *Deskriptive Statistiken der Experimentalgruppen*

Gruppe	<i>M</i>	<i>SD</i>
Gruppe 1: 2 Standards, Referenzpunkt ja (N = 64)	.59	.28
Gruppe 2: 1 Standard, Referenzpunkt nein (N = 57)	.32	.19
Gruppe 3: 2 Standards, Referenzpunkt ja (N = 57)	.42	.25
Gruppe 4: 1 Standard, Referenzpunkt nein (N = 60)	.29	.20

*Anmerkungen.* M = Mittelwert. SD = Standardabweichung; 2 = zwei Standards, ja = mit Referenzpunkt, 1 = ein Standard, nein = ohne Referenzpunkt

Deskriptiv zeigt sich, dass die Gruppe 1 mit zwei Standards und Referenzpunkt durchschnittlich die meisten Aufgaben richtig gelöst hat, am zweitbesten schneidet die Gruppe 3 ab und die Gruppen 2 und 4 haben durchschnittlich die wenigsten Aufgaben richtig gelöst und liegen knapp bei der Ratewahrscheinlichkeit von 33 %.

Betrachtet man die Lösungswahrscheinlichkeiten der einzelnen Items, so zeigt sich, dass Gruppe 1 mit zwei Standards und Referenzpunkt über alle Items hinweg die höchste Lösungsrate hatte. Zudem zeigt sich, dass Gruppe 4 mit einem Standard und ohne Referenzpunkt jeweils die geringste Lösungsrate aufwies. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 dargestellt.

**Tabelle 6**  
*Prozentanteil richtig gelöster Items nach Gruppe*

	Prozent richtig gelöst			
	Gruppe 1: 2, ja	Gruppe 2: 1, ja	Gruppe 3: 2, nein	Gruppe 4: 1, nein
Item 1 (kK)	58	30	32	27
Item 2 (Bg)	64	35	40	35
Item 3 (kK)	61	40	42	27
Item 4 (Bg)	70	37	49	53
Item 5 (Vg)	46	19	26	12
Item 6 (kK)	69	44	56	38
Item 7 (Vg)	48	21	51	10

*Anmerkungen.* 2 = zwei Standards, ja = mit Referenzpunkt, 1 = ein Standard, nein = ohne Referenzpunkt, kK = kognitiven Konflikt provozieren, Bg = Begründungen einfordern, Vg = Vergleiche anregen.

Zur Beantwortung der Forschungsfrage zu möglichen Unterschieden zwischen den Experimentalgruppen wurde zunächst auf Varianzhomogenität geprüft. Der Levene-Test zeigte, dass die Annahme der Varianzhomogenität verworfen werden musste,  $F(3) = 5.63$ ,  $p < .001$ . Deswegen wurde ein Kruskal-Wallis-Test spezifiziert. Dieser zeigte Unterschiede zwischen den Gruppen,  $H(3) = 43.34$ ,  $p < .001$ . Als Post-hoc-Test wurde der Dunn-Test mit Bonferroni-Korrektur verwendet, der Unterschiede zwischen Gruppe 1 mit zwei Standards und Referenzpunkt und den anderen drei Gruppen aufdeckte. Gruppe 1 erreichte demnach durchschnittlich mehr korrekte Antworten als die anderen drei Gruppen. Der Dunn-Test zeigte außerdem, dass Gruppe 3 mit einem Standard und Referenzpunkt durchschnittlich besser abschnitt als Gruppe 4 mit einem Standard und ohne Referenzpunkt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 dargestellt.



**Tabelle 7**  
Ergebnisse des Dunn-Tests

		<i>Z-Wert</i>	<i>p</i>
Gruppe 1	Gruppe 2	5.05	.000
	Gruppe 3	3.09	.006
	Gruppe 4	6.08	.000
Gruppe 2	Gruppe 3	-1.91	.167
	Gruppe 4	0.93	1.00
Gruppe 3	Gruppe 4	2.87	.012

Zuletzt wurde eine Mehrebenenanalyse mit den Teilnehmenden auf Level-2 spezifiziert, um der Struktur der Daten Rechnung zu tragen (Singer & Willett, 2003). Zunächst wurde die Intraklassenkorrelation für die Personenvariable berechnet und es zeigte sich, dass 16 % der Varianz auf Unterschiede zwischen den Personen zurückgingen. Danach wurden die Vignetten als Random Effect auf Level-1 eingefügt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 dargestellt.

Die Ergebnisse zeigen ebenfalls, dass die Gruppe 1 mit zwei Standards und mit Referenzpunkt am besten abschnitt im Vergleich zu allen anderen Gruppen. Am zweitbesten schneidet erneut die Gruppe 3 mit zwei Standards und ohne Referenzpunkt ab, während sich die Gruppe 2 mit einem Standard und mit Referenzpunkt nicht von der Gruppe 4 mit einem Standard und ohne Referenzpunkt unterscheidet.

**Tabelle 8**  
Ergebnisse der Mehrebenenanalyse

Feste Effekte	$\gamma$	<i>SE</i>
$\Delta$ Gruppe 1 – Gruppe 2	-0.25***	0.04
$\Delta$ Gruppe 1 – Gruppe 3	-0.15***	0.04
$\Delta$ Gruppe 1 – Gruppe 4	-0.29***	0.04
$\Delta$ Gruppe 2 – Gruppe 3	0.10*	0.04
$\Delta$ Gruppe 2 – Gruppe 4	-0.04	0.04
$\Delta$ Gruppe 3 – Gruppe 4	-0.14**	0.04
Random Effekte	<i>Var</i>	<i>SD</i>
Person	.04	0.19
Vignette	.00	0.01
Level-1 Residuum	.20	0.45

Anmerkungen. \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$ .

### II.4.3. Diskussion

Vorwissen ist ein bedeutender Faktor für den Aufbau von Wissen und den Lernerfolg (Dochy et al., 2002; Thompson & Zamboanga, 2003; Shapiro, 2004; Simonsmeier et al., 2021). Der Einbezug des Vorwissens von Lernenden ist ein Qualitätsmerkmal von Unterricht (Gräsel & Göbel, 2011). Jedoch wird die Relevanz von Vorwissen in der Hochschullehre noch wenig beachtet (Schneider & Mustafić, 2015). Um das Vorwissen als Ausgangspunkt des Lernens einzubeziehen, muss als erstes die Gelegenheit gegeben werden, Vorwissen abzurufen. Eine Möglichkeit, Vorwissen abzurufen, ist das Anregen von Vergleichsprozessen (z. B. Gentner & Smith, 2012; Gentner & Namy, 1999; Saalbach & Schalk, 2011; Mussweiler & Gentner, 2007). Bisher existieren nur wenige Studien, die den Einsatz von Vergleichen im Grundschullehrstudium zum Abruf von Vorwissen untersuchen. Die vorliegende Studie hatte zum Ziel, den Einfluss von Vergleichen auf den Vorwissensabruf von

Lehramtsstudierenden zu einem Grundlagenthema, nämlich kognitiv aktivierende Maßnahmen im Sachunterricht, zu untersuchen. Darüber hinaus wurde überprüft, ob die Darbietung eines Referenzpunkts den Vorwissensabruf zusätzlich zum Anregen von Vergleichen unterstützen kann.

Zu diesem Zweck wurden Textvignetten zum Thema kognitive Aktivierung im Kontext des Sachunterrichtsthemas Magnetismus entwickelt. In der Studie wurde der Abruf von Vorwissen unter vier Bedingungen verglichen. In der ersten Bedingung erhielten die Studierenden sieben Textvignetten mit zwei Standards und einem Referenzpunkt. Mit diesem Referenzpunkt wurde darauf hingewiesen, dass die Zielkategorie eine kognitiv aktivierende Maßnahme sei. In der zweiten Bedingung erhielten die Studierenden sieben Textvignetten mit zwei Standards ohne Referenzpunkt. In der dritten Bedingung erhielten die Studierenden sieben Textvignetten mit einem Standard mit Referenzpunkt und in der vierten Bedingung erhielten die Studierenden sieben Textvignetten mit einem Standard ohne Referenzpunkt.

Die Studierenden der Gruppen mit zwei Standards wiesen über alle Textvignetten hinweg eine höhere Lösungsrate auf als die Gruppen mit einem Standard, was Ergebnissen früherer Studien entspricht (Saalbach & Schalk, 2011; Gentner & Namy, 1999). Am besten schnitt die Gruppe 1 (*mit Referenzpunkt/ zwei Standards*) ab. Die Gruppe 2 (*ohne Referenzpunkt; zwei Standards*) konnte das Vorwissen besser abrufen als die Gruppen drei und vier mit nur jeweils einem Standard. Darüber hinaus zeigte sich, dass der Referenzpunkt nur den Gruppen mit zwei Standards zu einer besseren Lösungsrate verhalf. Dies widerspricht der vorherigen Annahme, dass der Referenzpunkt den Abruf des Vorwissens in allen Gruppen unterstützt. Die Gruppen drei und vier, mit nur einem Standard, unterschieden sich kaum.

Das Ergebnis, dass zwei Standards den Abruf von Vorwissen unterstützen, ist höchstwahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass durch den zweiten Standard produktive Vergleichsprozesse ausgelöst werden. Das Lösen der Textvignetten wird vermutlich dadurch erleichtert, dass die beiden Standards zunächst miteinander verglichen, taxonomische

Gemeinsamkeiten (wie bspw. *kognitiver Konflikt*) erkannt werden und induktiv auf die Zielkategorie geschlossen wird. Danach kann mit dem Wissen über die Zielkategorie nach ähnlichen Eigenschaften in den Auswahlmöglichkeiten gesucht und deduktiv auf die richtige Antwort geschlossen werden (Rehder, 2017a; Hayes & Heit, 2013; Markman & Rein, 2013). Damit der zweite Standard für Vergleichsprozesse gewinnbringend werden und einen sinnvollen Vergleich auslösen kann, sollte dieser gemeinsame taxonomische Merkmale mit dem ersten Standard aufweisen (Markman & Gentner, 1996; Zelditch, 1971). Der zweite Standard gibt einen Hinweis zur taxonomischen Beziehung von Standard eins und der richtigen Auswahlmöglichkeit. Er unterstützt damit das Erkennen der Zielkategorie und erleichtert die Generalisierung (Markman & Rein, 2013).

Die Textvignetten mit nur einem Standard waren schwieriger zu lösen. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Studierenden eher perzeptuelle Distraktoren wie zum Beispiel Semantik, Satzbau und gleiche Wörter fokussierten und sich vermutlich stärker durch die Distraktoren beeinflussen ließen als die Studierenden in den Gruppen mit zwei Standards. Allerdings nahm die Lösungsrate bei der Bearbeitung der sieben Textvignetten auch mit einem Standard zu, allerdings nur bei der Wiederholungsaufgabe der gleichen kognitiv aktivierenden Maßnahme.

Studien zeigen, dass Novizen eher zu perzeptuellen Vergleichen neigen (Sloutsky & Fisher, 2004). Dies entspricht entwicklungspsychologischer Literatur zu Vergleichsprozessen bei Kindern (z.B. Saalbach & Schalk, 2011; Namy & Genter, 2002). Die Ergebnisse der vorliegenden Studie weisen darauf hin, dass die Studierenden auch im Master des Lehramtsstudiums als Novizen bezüglich der Theorie der kognitiven Aktivierung angesehen werden können, auch wenn sie sich schon im Bachelor mit diesem Grundlagenthema beschäftigt haben.

Dass Vergleiche den Vorwissensabruf unterstützen und vermutlich Lernprozesse anregen, zeigen auch die deskriptiven Ergebnisse des Lösungsverlaufs. Es wurden sieben Textvignetten

zu drei kognitiv aktivierenden Maßnahmen dargeboten. Textvignetten eins, drei und sechs enthielten *einen kognitiven Konflikt provozieren*, Textvignetten zwei und vier *Begründungen einfordern* und Textvignetten fünf und sieben *Vergleiche anregen*. Zwar schnitt die Gruppe 1 mit zwei Standards und Referenzpunkt durchweg am besten ab, aber mit einer Ausnahme bei Gruppe 4 mit Textvignette sieben wiesen alle Gruppen bei der Wiederholungsaufgabe der gleichen Maßnahme bessere Lösungsraten auf. Vermutlich haben die Studierenden die Textvignette bei der Wiederholung mit der vorherigen verglichen, dadurch taxonomische Gemeinsamkeiten identifiziert und gelernt, diese zu übertragen. Auch Goddu et al. (2020) zeigten, dass zugrunde liegende Gemeinsamkeiten zwischen Komparata erkannt und auf wiederkehrende Ereignisse transferiert werden können.

Erwartungsgemäß schnitt die Gruppe 1, mit zwei Standards und Referenzpunkt, am besten ab. Die Darbietung eines Referenzpunktes stellt höchstwahrscheinlich eine zusätzliche Hilfe dar. Durch das Präsentieren der Zielkategorie müssen sich die Studierenden diese nicht selbst erschließen, was zu einer kognitiven Entlastung führt. Sie können sich durch die Vorgabe des Referenzpunktes möglicherweise leichter an Gelerntes erinnern und sie werden sicherer, nach welchen Merkmalen sie beim Vergleichen fokussieren sollen. Das Präsentieren eines Referenzpunktes kann somit taxonomische Vergleiche erleichtern, da der Vergleichende von außen induzierte Informationen zur Hilfestellung erhält (Margraf & Schneider, 2009; Namy & Gentner, 2002; Saalbach & Schalk, 2011). Allerdings wirkte sich entgegen der Erwartung der Referenzpunkt bei den Gruppen mit nur einem Standard nicht aus (Hardy et al., 2020). Dieses Ergebnis legt nahe, dass die Studierenden in der Bedingung mit einem Standard in erster Linie die oberflächlichen Merkmale verwendeten, um Schlussfolgerungen bzgl. der zugrunde liegenden Gemeinsamkeiten zu ziehen. Vermutlich konnten die Studierenden in den Gruppen mit nur einem Standard von dem Referenzpunkt nicht profitieren, da sie über wenig Vorwissen zur Thematik der kognitiven Aktivierung verfügten. Ohne Vorwissen zur Zielkategorie und ohne die Möglichkeit, zusätzlich zu vergleichen, scheint das alleinige Nennen des Fachbegriffes

als Referenzpunkt wenig hilfreich. Auch wenn ein Referenzpunkt angeboten wird, jedoch Wissen über taxonomische Merkmale einer Kategorie fehlt, wird auf perzeptuelle Wahrnehmung zurückgegriffen (Sloutsky & Fisher, 2004). Der Referenzpunkt und zwei Standards können fehlendes Vorwissen zwar nicht ersetzen, aber durch das Präsentieren dieser Elemente kann der Vergleichende durch induktive und deduktive Prozesse auf die Kategorie schließen.

#### *II.4.4.1 Limitationen*

Diese Studie weist einige Limitationen auf, die sich auf das Messinstrument und mögliche Korrelate beziehen. Insgesamt wurden lediglich drei kognitiv aktivierende Maßnahmen in sieben Textvignetten eingesetzt. Somit wurde nicht das gesamte Repertoire der kognitiv aktivierenden Maßnahmen abgebildet. Es könnte nämlich sein, dass die Studierenden andere Maßnahmen erkannt hätten. Es könnten mehr Vignetten entwickelt und noch weitere Maßnahmen behandelt werden. Für das Ziel der Studie, den Einfluss von Referenzpunkt und den Einsatz von Vergleichen auf den Abruf von Vorwissen zu untersuchen, erschien die Verwendung von sieben Textvignetten jedoch ökonomisch.

Zudem hatte jede Textvignette nur drei Items zur Auswahl und dies ergibt mit 33 Prozent eine recht hohe Ratewahrscheinlichkeit. Daher wäre es gewinnbringend, in einer Folgestudie offene Begründungen einzufordern, um zu überprüfen, ob die Studierenden auf das Richtige schließen. Dadurch könnte der potenzielle Einfluss der Ratewahrscheinlichkeit abgemildert werden.

Bezüglich möglicher Korrelate könnte das Fachwissen zu Magnetismus einen Einfluss auf den Abruf des Vorwissens haben, da die kognitiv aktivierenden Maßnahmen in den Vignetten in den Kontext Magnetismus gestellt wurden. Daher wäre die Erhebung dieses Fachwissens für eine zukünftige Studie wichtig. Beispielsweise wäre es möglich, dass kognitive Konflikte nur identifiziert werden können, wenn über entsprechendes Fachwissen zu

Metallen und deren Materialeigenschaften verfügt wird. Interessant wäre es auch festzustellen, ob der zweite Standard wirklich den Abruf von Vorwissen unterstützt oder es vielleicht intelligenteren Studierenden durch den zweiten Standard besser gelingt, induktiv Bezüge herzustellen. Intelligenz und Vorwissen können in einer weiteren Studie als Prädiktoren erhoben werden, um diese Annahmen zu überprüfen.

#### *II.4.4.2 Fazit*

Ungeachtet der in Kap. II.4.4.1 angegebenen Limitationen lässt sich aus den Ergebnissen schließen, dass das Anregen von Vergleichsprozessen mit zwei Standards und der zusätzlichen Unterstützung eines Referenzpunktes den Abruf von Vorwissen bei Studierenden unterstützen kann. Diese Ergebnisse können genutzt werden, um ein lernwirksames Seminar zu konzipieren. Lehrende können durch gezielte Aufforderung zum Vergleichen (z.B. durch das Bereitstellen mehrerer Standards) und das bewusste Präsentieren eines Referenzpunktes (z.B. in Form von bekannten Fachbegriffen oder graphischen Darstellungen) das Vorwissen der Studierenden aktivieren und sie dabei unterstützen, die Aufmerksamkeit auf taxonomische Strukturen zu lenken. Diese Forschung kann dazu beitragen, geeignete Lehrmethoden zu bestimmen, um den Abruf von Vorwissen und das Lernen mit Vergleichen bei Hochschulstudierenden zu unterstützen. Außerdem kann in einer zukünftigen Studie genauer untersucht werden, ob die Anregung von Vergleichsprozessen auch das Lernen unterstützen kann. Dazu müssten neben Textvignetten mit geschlossenen Items auch Transferaufgaben eingesetzt werden.





## **III. Kapitel**

### **Studie 2 Lernen mit Vergleichen**

### III.1. Einleitung

Kognitive Aktivierung zählt in der Bildungsforschung zu einem zentralen Merkmal guter Unterrichtsqualität (Fauth & Leuders, 2018; Kleickmann et al., 2020; Klieme, 2019; Klieme et al., 2001; Kunter & Voss, 2011; Praetorius et al., 2018; Seidel & Shavelson, 2007; Waldis et al., 2010). Kognitive Aktivierung umfasst u.a. das kontinuierliche Diagnostizieren von Lernständen, das Geben von Rückmeldung sowie ein Repertoire verschiedener Maßnahmen wie beispielsweise *kognitive Konflikte provozieren*, *Begründungen einfordern* oder *zum Vergleichen anregen*, um Lernende dazu anzuregen sich vertieft mit den Lerninhalten auseinanderzusetzen (Kleickmann, 2012; Klieme & Warwas, 2011; Leuders & Holzäpfel, 2011; Lipowsky & Bleck, 2019; Hardy et al., 2006).

Studien belegen die Wirksamkeit von kognitiv aktivierendem Unterricht (Baumert & Kunter, 2011a; Fauth et al., 2014; Hattie, 2009b; Herrmann et al., 2021; Kleickmann et al., 2020; Klieme et al., 2006; Mannel, 2011; Praetorius et al., 2018; Sedova et al., 2019). Allerdings stehen Lehrkräfte vor Herausforderungen bei der Implementation eines solchen Unterrichts (Kleickmann et al., 2018; Klieme & Rakoczy, 2008; Parsons et al., 2018; Seidel & Shavelson, 2007; van de Pol et al., 2015; van Geel et al., 2019), da es ihnen oft nicht gelingt, die individuellen Lernprozesse ihrer Schülerinnen und Schüler adaptiv zu unterstützen (Deunk et al., 2015; Kleickmann, 2015; van Geel et al., 2019). Deswegen erscheint es sinnvoll, diese Kompetenzen schon früh im Lehramtsstudium anzubahnen.

### III.2. Vergleichen

Im Rahmen dieser Studie werden unterschiedliche Lernsettings zu kognitiv aktivierenden Maßnahmen bei Lehramtsstudierenden bzgl. naturwissenschaftlicher Themen erforscht. Dabei wird untersucht, ob der Einsatz von vergleichenden Lernsettings besser geeignet ist, um das Lernen der Studierenden zu unterstützen, als der Einsatz von Lernsettings

ohne Vergleiche. Dazu wurde eigens ein Instrument entwickelt, das in dieser Studie überprüft wird.

### III.2.1. Vergleichsprozesse

*Vergleichen* wird definiert als die Bestimmung von Ähnlichkeiten und Differenzen mindestens zweier Komparata, wie beispielsweise Objekte, Ideen oder Aussagen (Chi, 2008; Gentner et al., 2003; Gentner & Smith, 2012; Namy & Gentner, 2002). Die Komparata können miteinander oder mit einem Standard verglichen werden. Standards sind eine oder mehrere Entitäten, mit denen die Komparata in Beziehung gesetzt werden (Kurtz & Gentner, 2013; von Sass, 2011).

Der Fokus, mit dem die Merkmale und Eigenschaften der Komparata untersucht werden, wird als *Referenzpunkt* bezeichnet. Je nach Wahl des Referenzpunktes wird *perzeptuell*, *thematisch* oder *taxonomisch* verglichen (Rakison & Lawson, 2013). Ein perzeptueller Referenzpunkt kann beispielsweise dazu führen, Komparata auf Form und Farbe zu untersuchen, ein thematischer Referenzpunkt kann das Herstellen inhaltlicher Bezüge auslösen und ein taxonomischer Referenzpunkt kann dazu führen, dass Komparata aufgrund von hierarchischen und funktionalen Kriterien verglichen werden (Markman & Rein, 2013).

Dabei kann ein Referenzpunkt vom Vergleichenden selbst konstruiert oder ihm von außen präsentiert werden (von Sass, 2011). Konstruiert der Vergleichende den Referenzpunkt selbst, hängt es meist von individuellen Merkmalen des Vergleichenden ab, welcher Referenzpunkt herangezogen wird (Gentner & Smith, 2012; Holyoak & Stamenković, 2018). Geringes Vorwissen führt häufig zur Fokussierung auf perzeptuelle Merkmale, da taxonomische Beziehungen nicht erkannt oder diesen keine Bedeutung beigemessen wird (Christie & Gentner, 2010; Goddu et al., 2020; Sloutsky & Fisher, 2004; Smith & Gentner, 2012). Verfügt eine Person jedoch über Vorwissen, sind taxonomische Vergleiche wahrscheinlicher (Saalbach & Schalk, 2011; Gentner & Smith, 2012).

*Kategorisieren* und *analoges Denken* sind universelle Aspekte von Vergleichsprozessen. Kategorisieren ist die mentale Organisation von Informationen. Unterschiedliche Entitäten werden nach gemeinsamen Kriterien sortiert und entsprechenden Sammelbegriffen zugeordnet (Waldmann, 2017). Durch deduktives Schlussfolgern können Eigenschaften von einer Kategorie auf neue Entitäten übertragen werden. Durch induktives Schlussfolgern kann von mehreren Entitäten auf eine Kategorie geschlossen werden. Durch die Fähigkeit zu kategorisieren ist es möglich, neue Erkenntnisse mit Vorwissen zu verbinden (Goldwater & Schalk, 2016; Goswami, 2001; Waldmann, 2017).

*Analoges Denken* gilt als Sonderform des induktiven Schlussfolgerns (Goswami, 2001; Hayes & Heit, 2013; Holland et al., 1989; Holyoak, 2005; Rehder, 2017b). Analoges Denken bezeichnet die Fähigkeit, Diskriminieren, Kategorisieren, Bewerten und Vergleichen zu können, Bekanntes mit Neuem zu vernetzen und daraus Rückschlüsse zu ziehen (Gentner, 2016; Gentner & Smith, 2012; Goldstone et al., 2010). Analoges Denken kann das Herstellen taxonomischer Beziehungen zwischen Entitäten und den Aufbau von konzeptuellem Wissen begünstigen, da dabei die Entschlüsselung von Informationen, Abstrahierung und Generalisierung von Erkenntnissen gefördert werden. Daher hat das Anregen von analogem Denken, insbesondere das Vergleichen, großes Potenzial, das Lernen zu unterstützen (Gentner & Smith, 2012; Gentner & Hoyos, 2017).

### **III.2.2. Lernen mit Vergleichen**

Vergleiche bilden die Grundlage für Schlussfolgerungen, die Entwicklung von Begriffen, die Restrukturierung von Wissen und unterstützen das Abrufen von Vorwissen (Kurtz & Gentner, 2013). Somit können Vergleiche das Lernen fördern und zu einem vertieften Verständnis des Lerngegenstandes verhelfen (z.B. Alfieri et al., 2013; Chi, 2008; Hardy et al., 2020; Gentner, 2010; Holyoak, 2012; Rittle-Johnson & Star, 2011). Lernenden können Vergleiche implizit angeboten werden oder sie können durch Instruktionen explizit zum

Vergleichen aufgefordert werden (z.B. Alfieri et al., 2013; Gentner & Namy, 1999; Schalk et al., 2011; Schwelle, 2016; Ziegler & Stern, 2016).

Das explizite Auffordern zum Vergleichen ist ein pädagogisches Werkzeug, Lernende kognitiv zu aktivieren, da sie veranlasst werden, sich aktiv an der Konstruktion von Wissen zu beteiligen (Kleickmann, 2012; Lipowsky & Bleck, 2019; Ziegler & Stern, 2014). Metaanalysen bestätigen die Lernwirksamkeit von Vergleichen (z.B. Alfieri et al., 2013; Beesley & Aphorp, 2010; Dean et al., 2012; Marzano et al., 2001). Beispielsweise zeigt eine Metastudie mit 74 experimentellen Studien und 3600 Lernenden, dass Trainings zum induktiven Schlussfolgern gewinnbringend sind. Intelligenztestleistungen der Teilnehmenden wuchsen und der positive Transfer von Problemlösungen auf das schulische Lernen war größer als der Transfer auf die Intelligenztestleistungen (Klauer & Phye, 2008). Darüber hinaus wies die didaktische Maßnahme, Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu identifizieren, in einer Metaanalyse zu Gelingensbedingungen von Unterricht die höchste Effektstärke ( $d = 1,61$ ) von insgesamt neun untersuchten didaktischen Maßnahmen auf (Marzano et al., 2001).

Zudem beschäftigen sich viele Studien mit der Wirksamkeit von Vergleichen im Mathematikunterricht. So führte Rolfes (2017) eine Studie mit 331 Schülerinnen und Schülern aus 13 Schulklassen der siebten Jahrgangsstufe durch. Die Ergebnisse zeigten, dass der vergleichende bzw. parallele Einsatz mathematischer Repräsentanten (Graphen/Tabellen) lerneffizienter als das monorepräsentationale bzw. sequenzielle Darbieten der Repräsentationen ist und das Erkennen des gemeinsamen Prinzips begünstigt. Eine weitere Studie von Ziegler und Stern (2014) zu Additions- und Multiplikationsverfahren mit 72 Sechstklässlern lieferte ähnliche Ergebnisse. Die Forscherinnen ließen eine Schülergruppe Additions- und Multiplikationsaufgaben gleichzeitig bearbeiten und regten sie an, diese zu vergleichen. Eine andere Schülergruppe erhielt die gleichen Aufgaben nacheinander und ohne entsprechende Instruktion. Die Gruppe mit den Vergleichsbedingungen schnitt zunächst schlechter ab als die sequenzielle Gruppe. In den Folgetests (1 Tag, 1 Woche, 3 Monate später) nahm ihr Wissen

jedoch gegenüber der sequenziellen Gruppe deutlich zu. In einem zweiten Experiment mit 154 Kindern und verbesserter Methodik konnten die Ergebnisse repliziert werden. Die Autorinnen schließen deshalb, dass der Vergleich von oberflächlich ähnlichem, aber konzeptionell unterschiedlichem Material zu einem verbesserten Langzeitlernen führt.

### III.2.3. Vergleiche lernwirksam anregen

Die Ergebnisse der angeführten Studien zeigen, dass der Einsatz von Vergleichen als lernunterstützende Maßnahme ein wirkmächtiges Lehr- und Lernprinzip ist (z.B. Alfieri et al., 2013; Gentner & Smith, 2012; Lipowsky & Bleck, 2019). Allerdings weisen Studien auch darauf hin, dass der Einsatz von Vergleichen unterschiedlich effektiv ist und es nicht ausreicht, Lernende lediglich zum Vergleichen aufzufordern (Alfieri et al., 2013; Gentner et al., 2009; Gentner & Namy, 1999; Guo et al., 2012; Richland et al., 2007; Rittle-Johnson & Star, 2009; 2011).

Alfieri, Nokes-Malach und Schunn (2013) untersuchten in einer Metastudie zum Zusammenhang von Vergleichen und Lernen 57 unterschiedliche Experimente zum vergleichenden Lernen, die sowohl unter Laborbedingungen als auch in Klassenzimmern stattfanden. Auch diese Untersuchung bestätigt, dass das Lernen mit Vergleichen im Allgemeinen lernwirksam ist. Jedoch ist die durchschnittliche Effektstärke nur mittelgroß ( $d = 0.50$ ), 95 % CI [0.44; 0.56] und unterscheidet sich je nach Aufgabe, Kontext und Testmessung signifikant. Die Forscher unterstreichen daher die Bedeutung der moderierenden Variablen beim Einsatz von Vergleichen. Die Analyse zeigte, dass von 15 potenziellen Moderatoren insbesondere zwei Variablen die Effektivität von Vergleichsprozessen zuverlässig moderieren: Fokussierung auf Gemeinsamkeiten und Ähnlichkeiten zwischen den Entitäten und die Präsentation der Prinzipien, die den Vergleichen zugrunde liegen.

Ein Ergebnis der Moderatorenanalysen hebt das Forscherteam besonders hervor. Wenn Lernende explizit dazu aufgefordert werden, sich auf Gemeinsamkeiten und Ähnlichkeiten zu

fokussieren, und ihnen im Anschluss das gemeinsame Prinzip der Komparata präsentiert wird, zeigt die durchschnittliche Effektgröße höhere Werte als diejenige des Moderators Fokussierung auf Gemeinsamkeit, nämlich ( $d = 1,18$ ), 95 % CI [0,93, 1,44]. Mit dieser Kombination von Maßnahmen sind die Auswirkungen auf das Lernen besonders groß.

Auch Richland und Kollegen (2007) identifizierten wichtige Einflussfaktoren bei Vergleichsprozessen. Sie analysierten Daten aus der TIMMS-Videostudie zu Mathematikleistungen von Mittelstufenschülerinnen und -schülern (achte Klasse) aus drei Ländern (Hongkong, Japan, USA). Dabei stellten sie fest, dass amerikanische Mathematiklehrkräfte im Gegensatz zu ihren asiatischen Kollegen häufig das Potenzial von vergleichenden Aufgaben nicht erkannten. Sie setzten Vergleichsaufgaben zwar ähnlich häufig im Unterricht ein, präsentierten diese jedoch ohne explizite Instruktionen und Hinweise zum Referenzpunkt. Dies führte dazu, dass die amerikanischen Schülerinnen und Schüler nicht nur weniger lernten als die asiatischen Schülerinnen und Schüler, sondern auch unbeabsichtigt etwas völlig anderes. Die Wissenschaftler betonen, dass beim Einsatz vergleichender Aufgaben ohne Einbettung in einen Kontext die Schülerinnen und Schüler Schwierigkeiten bei der kognitiven Verarbeitung bekommen können. Hingegen können Vergleiche mit kontextueller Einordnung und Hinweisreizen zum adäquaten Referenzpunkt den Erwerb neuen Wissens unterstützen (Margraf & Schneider, 2009; Nagarajan & Hmelo-Silver, 2006; Namy & Gentner, 2002; Saalbach & Schalk, 2011).

Eine Studie mit Studierenden eines Einführungskurses in pädagogischer Psychologie ( $N = 81$ ), der die Wirksamkeit von Unterstützungsfragen beim Lernen zum Gegenstand hatte und mit kontrastierenden Videofällen arbeitete, untermauert diese Befunde (Nagarajan & Hmelo-Silver, 2006). Drei Gruppen erhielten eine andere Referenzfrage zum Vergleich der Videos. Die Forscherinnen untersuchten die Auswirkungen von (1) kognitiven, (2) metakognitiven und (3) affektiven Fragen auf das deklarative Wissen der Studierenden sowie auf ihre Fähigkeiten, Unterrichtssituationen zu beurteilen und Transferleistungen zu

vollziehen. Die erste Gruppe erhielt kognitive, aufgabenspezifische, kontextspezifische, sachbezogene und verständnisbezogene Fragen. Die zweite Gruppe erhielt metakognitive Fragen. Diese waren allgemeiner, kontextunabhängig und erforderten Reflexion. Die Kontrollgruppe erhielt lediglich neutrale und affektive Fragen. Alle Teilnehmenden zeigten signifikante Verbesserungen in Bezug auf das deklarative Wissen und die Fähigkeiten zur Fallinterpretation. Die Gruppe mit den (1) kognitiven Fragen übertraf jedoch die Gruppe mit den (2) metakognitiven Fragen in Bezug auf deklaratives Wissen, während die Gruppe mit den metakognitiven Fragen die Gruppe mit den kognitiven Fragen in Bezug auf die Beurteilung von Unterrichtssituationen im Posttest und bei den Transferaufgaben übertraf. Im Gegensatz dazu zeigte die Kontrollgruppe mit den (3) affektiven Fragen weder bei der Beurteilung der Unterrichtssituation noch in Bezug auf die Transferaufgaben einen Lernzuwachs. Zusammenfassend ist das zentrale Ergebnis der Studie, dass der Lernerfolg der Videovergleiche entscheidend von den gestellten Referenzfragen abhing. Ähnliche Befunde wies eine Studie zum Lernen von kontrastierenden Algebra-Aufgaben mit 156 Sechstklässlern von Ziegler et al. (2018) auf. Die Gruppe, die mit unterstützenden Leitfragen explizit angeregt wurde, den Fokus des Vergleichs auf zentrale Prinzipien zu richten, verzeichnete einen höheren Lernerfolg als die Gruppe, die mit impliziten Vergleichen arbeitete.

Den lernwirksamen Einfluss von Vergleichen mit zwei Standards bestätigt eine naturwissenschaftliche Untersuchung zum Thema *Schwimmen und Sinken* mit 99 Kindern zwischen vier und sieben Jahren (Hardy et al., 2020). Das Vergleichen regte die Kinder dazu an, sich von ihrem bisherigen perzeptuell gelenkten Entscheidungsverhalten zu lösen und sich auf taxonomische Merkmale der Objekte zu konzentrieren. Allerdings verstärkten verbale Hinweise zum taxonomischen Referenzpunkt der Komparata den Effekt nicht. Auch zeigten sich im Nachtest mit anderen Objekten keine statistisch bedeutenden Unterschiede zur Kontrollgruppe. Vermutlich reichte eine Kurzintervention mit Vergleichen für eine stabile konzeptuelle Veränderung nicht aus.



Zusammenfassend ist festzuhalten, dass der gezielte Einsatz von Vergleichen Lernende gewinnbringend unterstützen kann. Wie effektiv diese Maßnahme ist, hängt jedoch entscheidend von der Präsentation der Vergleiche und der didaktischen Einbettung ab. Der bewusste Einbezug eines Referenzpunktes, um die Lernenden explizit zum Vergleichen aufzufordern und sich dabei auf Ähnlichkeiten und Gemeinsamkeiten der Komparata zu fokussieren, sowie das bewusste Präsentieren bzw. Reflektieren nach dem Vergleichen erhöhen die Lernwirksamkeit.

### **III.3. Kognitive Aktivierung**

#### **III.3.1. Kognitive Aktivierung als Lerngegenstand für Lehramtsstudierende**

Der Terminus *kognitive Aktivierung* hat sich im deutschen Sprachraum etabliert, um das erfolgreiche Lehrerhandeln zu beschreiben, welches Lernende dabei unterstützt, sich vertiefter mit dem Lerngegenstand auseinanderzusetzen (Baumert et al., 2004; Klieme et al., 2006; Lipowsky & Bleck, 2019). Kognitive Aktivierung ist der gezielte Einsatz verschiedener Maßnahmen, um die geistigen Prozesse der Schülerinnen und Schüler zu erhöhen.

Leicht zu identifizierende Unterrichtsmerkmale wie beispielsweise Lernumgebung, Sozialformen, Einsatz von Medien und Methoden werden häufig als Indikator guten Unterrichts von Lehrkräften überschätzt und sagen nur wenig über die Lernwirksamkeit des Unterrichts und die Verstehensprozesse der Lernenden aus (Hattie, 2009; Köller et al., 2013; Lipowsky & Bleck, 2019). Hatties (2009) Studiensynthese von etwa 800 Metaanalysen mit dem Ziel, Indikatoren für Lernerfolg zu identifizieren, zeigte beispielsweise, dass Sichtstrukturen wie offene Lehr- und Lernformen ( $d = 0,01$ ), Freiarbeit ( $d = 0,04$ ), Klassengröße ( $d = 0,21$ ) oder Klassenführung ( $d = 0,35$ ) nur unterdurchschnittliche Einflussfaktoren für Lernerfolg sind. Sichtbare Inszenierungsformen des Unterrichts geben zwar Hinweise zur Organisation von Unterricht, sagen jedoch häufig wenig über dessen Lernwirksamkeit aus (Kunter & Trautwein, 2013). Bedeutsamer für das Lernen ist vielmehr die psychologisch-didaktische Prozessqualität,

die viel schwieriger zu erfassen und zu operationalisieren ist (z.B. Hattie, 2009; Klieme et al., 2006; Kunter & Klusmann, 2010). So zeigte Hattie, dass Lernfeedback ( $d = 0,70$ ), reziprokes Lehren, der Einsatz von Scaffolding-Maßnahmen ( $0,82$ ) und besonders kognitiv aktivierende Aufgaben ( $d = 1,29$ ) lernwirksam sind (Hattie, 2012a). Im Gegensatz zu vielen anderen Unterrichtsmerkmalen steht bei der kognitiven Aktivierung der eigentliche Lerngegenstand im Fokus der Aufmerksamkeit (Lipowsky & Bleck 2019).

Schülerinnen und Schüler gezielt kognitiv zu aktivieren, erfordert unterschiedliche Kompetenzen seitens der Lehrperson (Furtak et al., 2016; Gotwals et al., 2015) wie beispielsweise stetiges Diagnostizieren von Lernständen (Decristan et al., 2015). Lernvoraussetzungen der Lernenden müssen erfasst werden, um auf dieser Grundlage Lernumgebungen zu planen und auf Schüleräußerungen adäquat reagieren zu können, um sie zum Nachdenken anzuregen. Empirische Befunde zeigen allerdings, dass das Umsetzen solcher kognitiv aktivierenden Lehrtätigkeiten für Lehrpersonen in hohem Maße herausfordernd ist (Deunk et al., 2015; Gotwals et al., 2015; Grob et al., 2017; Hardy et al., 2011; Hoesli Füeg, 2020; Leuchter et al., 2020; Möller, 2019). Lehrpersonen gelingt es häufig nicht, individuelle Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern zu unterstützen (Deunk et al., 2015; Kleickmann, 2015; Kleickmann et al., 2018; van Geel et al., 2019). Diese Kompetenzen schon früh im Lehramtsstudium anzubahnen, erscheint also sinnvoll.

### **III.3.2. Kognitiv aktivierende Maßnahmen im Sachunterricht**

Schülerinnen und Schüler haben bereits vor schulischem Unterricht durch aktive Auseinandersetzung mit ihrer Umwelt vielfältiges Vorwissen zu naturwissenschaftlichen Phänomenen erworben. Überwiegend können diese naiven Vorstellungen wissenschaftlichen Erklärungen allerdings nicht standhalten (Brewer, 2008; Chi, 2013; Harlen, 2001). Beispielsweise meinen Grundschulkindern häufig, dass alle oder nur silberglänzende Materialien ferromagnetische Eigenschaften besitzen oder alle kleinen Dinge schwimmen und schwere

sinken. Das naturwissenschaftliche Denken der Kinder besteht meist aus Wissensfragmenten und Einzelerfahrungen (Leuchter, 2017). Im Laufe der Schulzeit sollten die Kinder naive Vorstellungen aufgeben, sukzessive naturwissenschaftlich annähernd korrekte Vorstellungen aufbauen und ein kohärentes Wissen erwerben (Möller et al., 2011). Damit Lernende Vorstellungen konstruieren und verändern, müssen sie kognitiv herausgefordert werden (Möller, 2001). Die Lehrperson kann die Lernenden mithilfe einer anregenden Lernumgebung sowie verbalen Maßnahmen dabei unterstützen (Hardy et al., 2006; Leuchter & Naber, 2019; Leuchter & Saalbach, 2014).

Lehrkräfte können beispielsweise kognitiv aktivierende Maßnahmen einsetzen, um Schülervorstellungen und ihre zugrunde liegenden Denkprozesse zu explorieren und gewinnbringende Impulse und Rückmeldungen zu geben. Kognitiv aktivierende Maßnahmen bezeichnen ein Repertoire verschiedener Unterrichtshandlungen wie beispielsweise *kognitive Konflikte provozieren*, *Begründungen einfordern* oder *zum Vergleichen anregen*, die Lehrpersonen gezielt einsetzen können, um die geistigen Prozesse von Lernenden anzuregen, sich vertiefter mit dem Lerngegenstand zu befassen (z.B. Baumert et al., 2004; Hugener et al., 2007; Kleickmann, 2012; Klieme et al., 2001; Lipowsky, 2020; Seidel & Shavelson, 2007).

### III.3.2.1 Kognitive Konflikte provozieren

Das Induzieren eines *kognitiven Konflikts* als Lehr-Lern-Strategie einzusetzen, findet seinen Ursprung in der Theorie der kognitiven Dissonanz (Festinger, 1954). Kognitionen können nach Festinger (1954) dissonant oder konsonant zueinanderstehen. Das gleichzeitige In-Erscheinung-Treten der Informationen „alle Metalle haben ferromagnetische Eigenschaften“ und „Aluminium ist ferromagnetisch“ erzeugt bei einer Person kognitive Dissonanz, wenn sie über das Wissen verfügt, dass Aluminium zwar ein Metall, aber nicht ferromagnetisch ist. Diese Informationen erzeugen jedoch kognitive Konsonanz, wenn die Person über die Fehlvorstellung verfügt, dass Aluminium ein ferromagnetisches Metall sei. Ob

Informationen bei einer Person Konsonanz oder Dissonanz erzeugen, hängt vom Verhältnis der Informationen zueinander und dem Vorwissen der Person ab. Nach Festinger (1957) sind Personen bestrebt, ein kognitives Gleichgewicht zu erlangen (vgl. auch Piagets Begriff der Äquilibration). Dies ist möglich, indem sie ihre Vorstellungen mit der neuen Information in Einklang bringen. Ein kognitiver Konflikt entsteht jedoch, wenn das Vorwissen einer Person nicht mit neuen Informationen übereinstimmt.

Die skizzierten kognitiven Prozesse können sich Lehrende gezielt zunutze machen, um Lernprozesse bei Schülerinnen und Schülern zu initiieren. Durch Konfliktinduzierung können Lehrpersonen bei Lernenden Neugier auslösen, einen Sachverhalt genauer zu betrachten, und Motivation erzeugen, Erkenntnisse über das Phänomen zu gewinnen (Chan et al., 1997; Limón, 2001; Litman, 2008; Vosniadou, 1999; Zohar & Aharon-Kravetsky, 2005). Beispielsweise kann eine Lehrperson auf die Behauptung eines Kindes, dass alle silbernen Dinge magnetisch seien, mit einer Konfliktinduzierung reagieren. Sie gibt dann dem Kind den Auftrag, alle silbernen Dinge in der Forscherecke auf ihre magnetischen Eigenschaften zu untersuchen. Sobald das Kind versucht, den Magneten an einem Aluminiumgegenstand zu befestigen, wird ein kognitiver Konflikt provoziert.

Für den Lernerfolg ist das Verarbeiten neuer Informationen und das Überwinden kognitiver Konflikte essenziell (Bereiter & Scardamalia, 1993; Schwichow et al., 2016). Studien zeigen, dass kognitive Konflikte den ersten Schritt im Prozess der konzeptionellen Veränderung einleiten können. Beispielsweise zeigte eine Studie zur Förderung des Verständnisses der Variablenkontrollstrategie mit Kugelbahnen mit 72 Kindern der Klassenstufe drei bis fünf, dass Demonstrationen in Kombination mit dabei induzierten kognitiven Konflikten besonders lernwirksam sind (Strand-Cary & Klahr, 2008). Eine Metaanalyse von Schwichow et al. (2016) untermauert dieses Ergebnis. Sie analysierten Befunde von 72 Studien zur Förderung wissenschaftlichen Denkens von Schülerinnen und Schülern. Die Metaanalyse zeigte, dass der gezielte Einsatz nicht erwartungskonformer

Ereignisse sich positiv auf den Lernerfolg auswirkt. Von sieben Moderatoren hatte das Induzieren eines kognitiven Konflikts die höchste Effektstärke ( $g = 0,80$ ) auf das Lernen.

### *III.3.2.2 Begründungen einfordern*

Das *Einfordern von Begründungen* ist eine kognitiv aktivierende Maßnahme, da Vorwissen abgerufen (Kellogg & Raulerson, 2007), neue Informationen in das eigene Wissensnetzwerk eingeflochten und ein mentales Modell der Argumentationslinie entworfen werden muss (Becker-Mrotzek et al., 2014; Schnotz, 2006). Begründungen einzufordern, hilft beim Strukturieren und Organisieren von Wissen und fördert den Lernprozess (Becker-Mrotzek et al., 2014; Schnotz, 2006). Durch die Ermutigung der Lehrkraft, einen Sachverhalt oder eine Vermutung zu begründen, werden die Schülerinnen und Schüler dazu angeregt, über eigene Vorstellungen und Konzepte zu reflektieren (Hogan & Pressley, 1997; Möller, 2001). Einerseits wirkt das Formulieren eigener Gedanken und das Darlegen von Argumenten strukturierend, andererseits kann es dem Lernenden zum vertieften Nachdenken über die eigenen Vorstellungen verhelfen (Bisra et al., 2018; Hsin & Wu, 2011; van de Pol et al., 2010; Weber et al., 2020). Auch können Fehler in der eigenen Argumentationskette entdeckt werden und dies verhilft dazu, die eigenen Meinungen zu revidieren (Rakoczy & Pauli, 2006; Wagenschein, 2010). Dass das Einfordern von Begründungen lernwirksam ist, zeigt beispielsweise eine Studie zu Unterstützungsmaßnahmen im Biologieunterricht zum Thema *Ökosystem Wasser* mit 124 Schülerinnen und Schülern der achten Klasse (Eckhardt et al., 2013). Die Studienteilnehmenden wurden randomisiert einer von drei Untersuchungsbedingungen zugewiesen. Die erste Schülergruppe sollte ihre Vermutungen und Ergebnisse beschreiben und begründen, die zweite Gruppe erhielt eine vorgegebene Erklärung zum Sachverhalt und in der dritten Gruppe gab es keine weiteren Unterstützungsmaßnahmen. Die besten Leistungen im anschließenden Wissenstest wurde von der Schülergruppe erbracht, die aufgefordert wurde zu begründen. Auch eine Studie zum Stabilitätsverständnis mit 183 Kindern im Alter von fünf bis

sechs Jahren wies ähnliche Ergebnisse auf. Kinder, die ihre Theorien zur Stabilität begründen sollten, konnten korrektere Theorien entwickeln und ein besseres Stabilitätsverständnis aufbauen als diejenigen Kinder, die ihre Vorstellungen nicht begründen mussten (Weber et al., 2020). Eine Metaanalyse von Bisra et al. (2018) stützt diese Erkenntnisse. Das Forscherteam analysierte 64 Primärstudien zum Begründen als Lernstrategie. Die Befunde ergaben, dass Lernende, die Impulse erhielten, Lerninhalte zu begründen, im Durchschnitt eine höhere Lernleistung zeigten als die Schülerinnen und Schüler, die keine Aufforderung dazu erhielten (Gesamteffekt  $g = 0.55$ ).

Neben der Unterstützung von Reflexionsprozessen bietet das Einfordern von Begründungen den Lehrpersonen Raum zur Exploration von Schülervorstellungen und ihren geistigen Prozessen. Lernstände der Schülerinnen und Schüler werden sichtbar und Lehrpersonen haben die Gelegenheit, adäquate Rückmeldung zu geben und das Lernen zu unterstützen (Hugener et al., 2007; Rakoczy & Pauli, 2006; Seidel, 2003). Somit bietet das Einfordern von Begründungen Raum für Diagnostik und wirkt gleichzeitig kognitiv aktivierend und lernunterstützend (Hsin & Wu, 2011; Möller et al., 2011).

### *III.3.2.3 Vergleiche anregen*

*Vergleiche* sind eine kognitiv aktivierende Maßnahme, da Lernende dazu angeregt werden, Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Phänomenen und Sachverhalten zu erkennen. Vergleichsprozesse können Vorwissen aktivieren und das Lernen unterstützen (z.B. Clement & Brown, 2008; Gentner & Namy, 1999; Gentner & Smith, 2012; Loewenstein & Gentner, 2001; Schalk et al., 2011). So zeigte eine Studie zum Thema *Schwimmen und Sinken* mit 99 Kindern zwischen vier und sieben Jahren, dass die gezielte Anregung zum Vergleichen lernwirksam ist. Die Kinder, die durch einen zweiten Standard veranlasst wurden, Materialien zu vergleichen, lernten mehr als die Kinder, die nicht zum Vergleichen angeregt wurden (Hardy et al., 2020). Auch eine Studie zum Einsatz von Analogien im Chemieunterricht der

Sekundarstufe mit 101 Schülerinnen und Schülern bestätigt die Lernwirksamkeit von Vergleichen. Die Gruppe, die zum Vergleichen angeregt wurde, schrieb nach der Intervention differenziertere Schlussfolgerungen als die Gruppe, in der dies unterblieb (Diehl & Reese, 2010). Mussweiler und Epstein (2009) zeigten, dass vergleichende Fragen (z.B. „Was kennst du, was so ähnlich ist?“) für das Lernen effizienter sind als die Aufforderung, etwas zu beschreiben.

Allerdings wird Vorwissen zu einem Phänomen benötigt, um aus Vergleichen taxonomische Erkenntnisse ziehen zu können (Gentner & Smith, 2012; Gentner, 1988; Markman & Rein, 2013). Da Kinder häufig dazu neigen, perzeptuell zu vergleichen (Gentner & Hoyos, 2017; Sloutsky & Fisher, 2004), sollten Lehrkräfte Impulse setzen, damit Kinder den Fokus auf gemeinsame Prinzipien der Komparata legen (Richland et al., 2007).

Da Lehrkräfte über Strategien verfügen sollten, das Lernen zu unterstützen, ist es für Lehramtsstudierende bedeutsam, diese bereits im Studium zu erlernen. Das Provozieren eines kognitiven Konflikts, das Einfordern von Begründungen und das Anregen von Vergleichen als kognitiv aktivierende Maßnahmen sollten demnach schon im Lehramtsstudium Thema sein. Diese Studie versuchte dies zusammenzuführen.

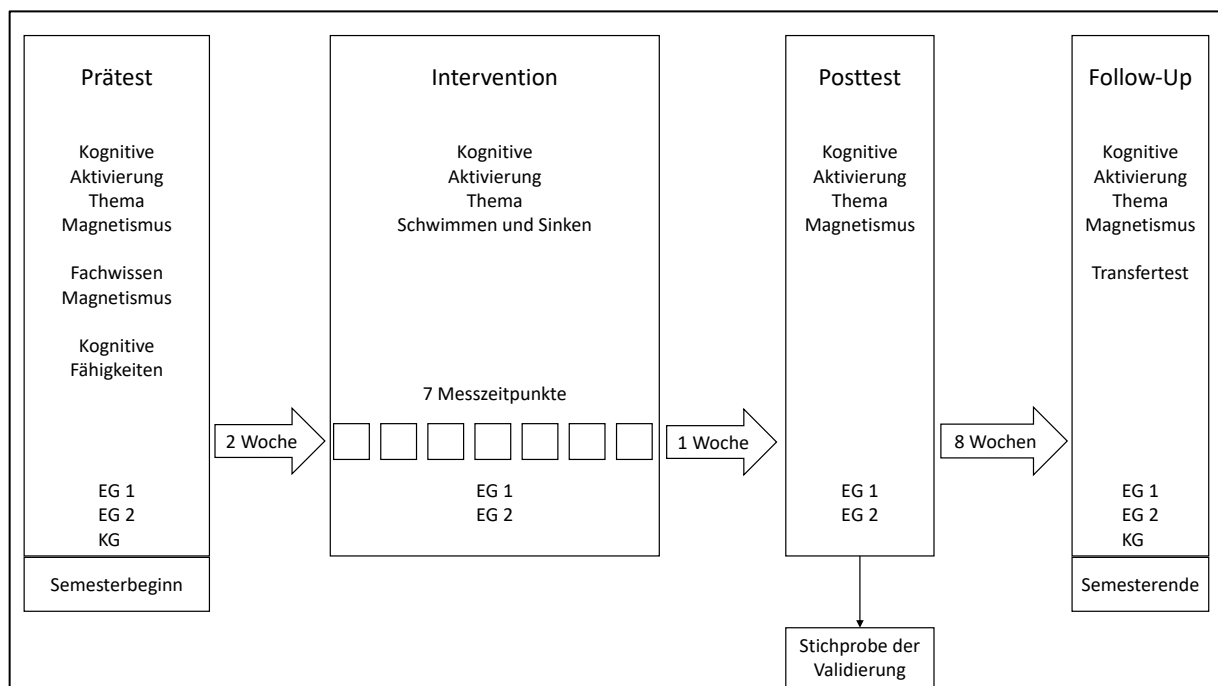
### III.4. Empirische Untersuchung Studie 2

In der ersten Studie, *Vorwissen mit Vergleichen aktivieren*, wurde demonstriert, dass Vergleiche in Verbindung mit einem geeigneten Referenzpunkt über das Potenzial verfügen, das Vorwissen von Lehramtsstudierenden zu aktivieren (Kapitel II.4). Basierend auf diesen Erkenntnissen verfolgte die zweite Studie *Lernen mit Vergleichen* (Abbildung 5) das Ziel, zwei Hauptfragen zu untersuchen: Erstens, ob ein in Studie 1 entwickelter textbasierter Vignettentest das Erkennen von kognitiv aktivierenden Maßnahmen adäquat messen kann; und zweitens, ob der Einsatz von Vergleichen in der Hochschullehre den Lernprozess der Studierenden unterstützen kann. Diese Forschungsziele führten zu drei Hauptthemen:

- Validierung des Instrumentes,
- Analyse der Intervention und
- Überprüfung des Lernerfolgs

#### Abbildung 5

Studiendesign Studie 2 Lernen mit Vergleichen





Um diese Ziele zu erreichen, wurde die Studie in drei Teilstudien gegliedert, die in den folgenden Kapiteln näher erläutert werden. Kapitel III.4.1 stellt die Ziele und Forschungsfragen vor, während Kapitel III.4.2 die Stichproben beschreibt. Die Entwicklung der Messinstrumente und das methodische Vorgehen für die gesamte Studie werden in Kapitel III.4.3 und III.4.4 erörtert. Anschließend werden die Ergebnisse der drei Teilstudien in den Kapiteln III.4.5-4.7 präsentiert und diskutiert. Das Kapitel endet mit einer Gesamtdiskussion in Kapitel III.4.8.

### **III.4.1. Ziele und Forschungsfragen der drei Teilstudien**

Im Folgenden werden die Ziele näher erläutert, die Forschungsfragen der drei Teilstudien präsentiert und die zugrunde liegenden Annahmen vorgestellt.

#### ***Teilstudie I Validierung des Instruments.***

Die in Studie II *Lernen mit Vergleichen* untersuchten Seminare behandelten das lehramtsspezifische Grundlagenthema *Kognitive Aktivierung*. Zur Messung des Lernfortschritts der Seminarteilnehmenden im Bereich des Wissens über Maßnahmen der kognitiven Aktivierung wurde ein textbasierter Vignettentest entwickelt. Dieser Vignettentest wurde in den Seminaren als Prä-Post-Follow-Up-Test verwendet (Kapitel III.4.3). Dieser Test umfasst die drei kognitiv aktivierenden Maßnahmen: *kognitive Konflikte provozieren*, *Begründungen einfordern* und *Vergleiche anregen*.

Das Ziel der ersten Teilstudie bestand darin, die Validität dieses textbasierten Vignettentests zu gewährleisten, insbesondere im Hinblick auf seine Fähigkeit, das Konstrukt der kognitiven Aktivierung adäquat zu erfassen. Basierend auf diesem Ziel wurden in der Teilstudie 1 die folgenden Fragestellungen untersucht:

- Können die eingesetzten Items, zu kognitiv aktivierenden Maßnahmen, unter einem Konstrukt zusammengefasst werden?
- Bilden die eingesetzten Items, zu Maßnahmen der kognitiven Aktivierung, das Konstrukt gleich gut ab?

*Annahme.* Es wird angenommen, dass die eingesetzten kognitiv aktivierenden Maßnahmen *kognitive Konflikte provozieren, Begründungen einfordern* und *Vergleiche anregen* korrelieren und somit unter dem Konstrukt *kognitiv aktivierende Maßnahmen* zusammengefasst werden können.

### ***Teilstudie 2 Antwortverhalten der Gruppen während der Intervention***

In Teilstudie 2 wurden beide Experimentalgruppen im Rahmen der Intervention dazu aufgefordert, sieben Textvignetten bezüglich kognitiver Aktivierung zum Fachthema "Schwimmen und Sinken" zu analysieren. Nach jeder Bearbeitung wurde das Antwortverhalten der Studierenden gemessen.

Das Ziel der zweiten Studie bestand darin zu überprüfen, ob sich das Antwortverhalten der Studierenden während der Intervention zwischen den Experimentalgruppen unterscheidet. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde in Teilstudie 2 die folgende Fragestellung untersucht:

- *Unterscheidet sich das Antwortverhalten der Gruppe mit zwei Standards von der Gruppe mit einem Standard während der Intervention?*

*Annahme.* Es wird angenommen, dass es Unterschiede im Antwortverhalten zwischen den Experimentalgruppen gibt. Es wird davon ausgegangen, dass die Experimentalgruppe mit zwei Standards die Items während der Intervention besser löst.

### ***Teilstudie 3 Lernen mit Vergleichen***

In der dritten Teilstudie *Lernen mit Vergleichen* wurde ein Prä-Post-Follow-Up-Instrument in Verbindung mit einem Transfertest eingesetzt, um den Lernfortschritt zu erfassen. Zusätzlich wurden Fachwissen und kognitive Fähigkeiten erfasst. Das Ziel der dritten Teilstudie bestand darin, den Einfluss der Intervention auf den Lernfortschritt zu untersuchen

und etwaige Unterschiede zwischen den Experimentalgruppen und der Kontrollgruppe festzustellen. Des Weiteren wurde analysiert, ob Fachwissen und kognitive Fähigkeiten den Lernerfolg beeinflussen. Auf der Grundlage dieser Ziele wurden in der dritten Teilstudie folgende Fragestellungen untersucht:

- *Ist der vergleichende Einsatz von Textvignetten mit zwei Standards lernwirksamer als der Einsatz von Textvignetten mit einem Standard?*
- *Erkennt die Gruppe mit zwei Standards kognitiv aktivierende Maßnahmen in einer Transferaufgabe besser als die Gruppe mit einem Standard?*
- *Wirken sich Fachwissen und kognitive Fähigkeiten auf das Erkennen von kognitiv aktivierenden Maßnahmen aus?*

*Annahme.* Es wird angenommen, dass Unterschiede zwischen den Experimentalgruppen und der Kontrollgruppe bestehen. Es ist davon auszugehen, dass zwei Standards lernwirksamer sind als ein Standard. Folglich sollte die Gruppe mit zwei Standards sowohl den Posttest als auch die Transferaufgabe häufiger richtig lösen. Zusätzlich wird erwartet, dass beide Experimentalgruppen bessere Leistungen erzielen als die Kontrollgruppe. Außerdem werden Fachwissen und kognitive Fähigkeiten wahrscheinlich das Erkennen von kognitiver Aktivierung positiv beeinflussen.

### **III.4.2. Stichproben**

Alle drei Teilstudien wurden im Bereich Grundschullehramt an der Universität Koblenz-Landau über einen Zeitraum von drei Semestern (Wintersemester 2018/19 bis Wintersemester 2019/20) durchgeführt. Zum Zeitpunkt der Datenerhebung waren alle Teilnehmenden im Masterstudiengang eingeschrieben und hatten während ihres Bachelorstudiums Veranstaltungen zu den Themen Scaffolding und kognitive Aktivierung

absolviert (Tabelle 9). Die Rekrutierung aller Teilnehmenden erfolgte im Rahmen einer obligatorischen Lehrveranstaltung.

**Tabelle 9**  
*Stichprobengröße der Teilstudien und Gruppen*

Studie	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>weiblich</i>	<i>EG 1</i>	<i>EG 2</i>	<i>KG</i>
Teilstudie 1	204	24.02	2.79	87%			
Teilstudie 2	278	23.79	2.83	90%	118	160	
Teilstudie 3	291	23.91	2.97	89%	99	92	100

*Anmerkungen.* *M* = Mittelwert. *SD* = Standardabweichung. *EG1* = zwei Standards, *EG2* = ein Standard, *KG* = Kontrollgruppe.

### III.4.3. Entwicklung der Messinstrumente aller drei Teilstudien

Im folgenden Kapitel werden sämtliche in den drei Teilstudien verwendeten Instrumente beschrieben und anhand von Beispielen veranschaulicht. Zudem wird das Auswertungsverfahren erläutert. Die Instrumente umfassen den Prä-Post-Follow-Up-Test, das Interventionsinstrument, den Transfertest sowie potenzielle Einflussfaktoren wie Tests zum Fachwissen und zu den kognitiven Fähigkeiten. Dabei werden lediglich Auszüge der genutzten Instrumente präsentiert, während eine vollständige Liste aller Messinstrumente in der Anlage zu finden ist.

**Messinstrument 1: Prä-Post-Follow-Up-Instrument.** Für die Messung des Lernzuwachses wurde die Arbeitsanweisung und das Textvignettenset mit dem Format mit Referenzpunkt und einem Standard von der ersten Studie *Vorwissen mit Vergleichen aktivieren* eingesetzt (Kapitel II.4.1). In diesem Format wird gewährleistet, dass das Messinstrument nicht gezielt zum Vergleichen auffordert. Zudem ist der Referenzpunkt kognitive Aktivierung ein inhaltlicher Themenschwerpunkt des untersuchten Masterseminars.

Eine Limitation der ersten Studie *Vorwissen mit Vergleichen aktivieren* bestand in der hohen Ratewahrscheinlichkeit von 33 % des Testinstruments (Kapitel II.4.4.1). Um dieser

Limitation im Hinblick auf die Entwicklung eines Textinstruments entgegenzuwirken, wurde für jede Textvignette eine Begründung von den Teilnehmenden eingefordert. Diese Maßnahme sollte dazu dienen, die Ratewahrscheinlichkeit zu reduzieren und eine höhere Genauigkeit der Ergebnisse zu gewährleisten.

**Messinstrument 2: Interventionsinstrument.** Im Rahmen der Intervention und zur Messung des Antwortverhaltens wurde entsprechend dem Prä-Post-Follow-Up-Instrument ein weiteres textvignettenbasiertes Instrument entwickelt. Dieses Textvignettenset befasste sich mit dem Fachthema *Schwimmen und Sinken*, welches ebenfalls eine bedeutende Rolle im Grundschulunterricht einnimmt (Blumberg et al., 2008; Möller et. al., 2006; Stern et al., 2002). Das Interventionsinstrument zum Fachthema „Schwimmen und Sinken“ umfasste ebenfalls sieben zu bearbeitende Textvignetten. Analog zu *Studie 1* mussten die Teilnehmenden aus drei Antwortoption die Richtige identifizieren und ihre Wahl in einem offenen Textfeld begründen.

In den nachfolgenden beiden Tabellen werden Beispiele von den Textvignetten aus den Interventionen der Experimentalgruppen mit einem Standard (Tabelle 10) sowie mit zwei Standards (Tabelle 11) präsentiert.

**Tabelle 10***Beispielvignette Schwimmen und Sinken mit einem Standard*

<b>Einen kognitiven Konflikt provozieren</b>		
<b>Standard</b>	<b>Aussage Kind</b>	Peter sagt: „Es schwimmt, weil es klein ist.“
	<b>Reaktion Lehrerin</b>	Die Lehrerin fragt: „Genau wie die Nadel?“
<b>Mögliches Gespräch</b>		
<b>Antwortoptionen</b>	<b>Aussage Kind</b>	Birgit meint: „Immer, wenn etwas Löcher hat, sinkt es!“
	<b>Option a</b>	Lehrerin antwortet: „Was passiert denn im Wasser mit der löchrigen Holzkugel?“
	<b>Option b</b>	Lehrerin fragt: „Bist du dir sicher, dass alle Dinge mit Löchern sinken?“
	<b>Option c</b>	Lehrerin fragt: „So wie mit der Titanic, die durch den Eisberg ein Loch bekam?“

**Tabelle 11***Beispielvignette Schwimmen und Sinken mit zwei Standards*

<b>Einen kognitiven Konflikt provozieren</b>		
<b>Standard 1</b>	<b>Aussage Kind</b>	Peter sagt: „Es schwimmt, weil es klein ist.“
	<b>Reaktion Lehrerin</b>	Die Lehrerin fragt: „Genau wie die Nadel?“
<b>Standard 2</b>	<b>Aussage Kind</b>	Sabine meint: „Alle Kugeln sinken!“
	<b>Reaktion Lehrerin</b>	Lehrerin fragt: „So wie die Holzkugel?“
<b>Mögliches Gespräch</b>		
<b>Antwortoptionen</b>	<b>Aussage Kind</b>	Birgit meint: „Immer, wenn etwas Löcher hat, sinkt es!“
	<b>Option a</b>	Lehrerin antwortet: „Was passiert denn im Wasser mit der löchrigen Holzkugel?“
	<b>Option b</b>	Lehrerin fragt: „Bist du dir sicher, dass alle Dinge mit Löchern sinken?“
	<b>Option c</b>	Lehrerin fragt: „So wie mit der Titanic, die durch den Eisberg ein Loch bekam?“

Die korrekte Antwort für beide Textvignetten ist Antwort a), da nur in dieser Option die Lehrerin versucht, bei den Kindern einen kognitiven Konflikt zu provozieren, ähnlich dem in den Standardgesprächen. Jede Textvignette wurde gemäß der Arbeitsanweisung des Prä-Post-Follow-Up-Instruments präsentiert, wobei die Gruppe, die zwei Standards erhielt, speziell dazu aufgefordert wurde, diese Standards miteinander zu vergleichen (Abbildung 4).

*Auswertung der Messinstrumente 1 und 2.* Die Auswertung erfolgte in dieser Studie analog zur Vorgehensweise in *Studie 1 Vorwissen mit Vergleichen aktivieren* (Kapitel II. 4.4.1). Für jede korrekte Antwort wurde den Studierenden ein Punkt zuerkannt. Zusätzlich mussten die Teilnehmenden nach der Auswahl einer Antwortoption ihre Entscheidung in einem offenen Textfeld in ein bis zwei kurzen Sätzen begründen. Für eine richtige Begründung erhielten sie ebenfalls einen Punkt.

**Messinstrument 3: Transferaufgabe.** Um die Transferleistung der Studienteilnehmer zu überprüfen, wurde zum dritten Messzeitpunkt ein Transfertest durchgeführt. Dieser Test diente dazu festzustellen, ob das gelernte Wissen und die erworbenen Fähigkeiten aus der Intervention auch in einem anderen Kontext erfolgreich angewendet werden können. Der Transfertest besteht aus einer Textvignette, die ein Unterrichtsgespräch zum Thema Magnetismus zwischen einer Lehrperson und einer Schülergruppe beschreibt. Die Aufgabe der Teilnehmenden bestand darin, sechs Äußerungen der Lehrperson zu analysieren. Dabei wurden sie aufgefordert, zu entscheiden und zu begründen, ob es sich bei den Äußerungen der Lehrkraft um kognitiv aktivierende Maßnahmen handelte. Falls dies der Fall war, sollten sie den passenden Fachbegriff dafür benennen (Abbildung 6).

**Abbildung 6***Transfertest***Arbeitsanweisung:**

Identifizieren Sie **kognitiv aktivierende Maßnahmen** von Frau Meister. Entscheiden Sie für jede Aussage, ob es sich um eine **kognitiv aktivierende Maßnahme** handelt. Begründen Sie Ihre Entscheidung. Nennen Sie den **Fachbegriff** und die Art der Rückmeldung:

Felix: Ja, die forschen. Sie stellen eine Vermutung auf.

Julia: Nee, das ist falsch. Zuerst kommt 'ne Frage.

**FM: Julia, nicht reinrufen! Benni, kipple nicht! Felix, denk nochmal nach.**

- Ja, weil \_\_\_\_\_
- Nein, weil \_\_\_\_\_
- Bezeichnung der Rückmeldung \_\_\_\_\_

**Richtige Lösung Beispiel 1:**

- **Nein, weil** sich die Antwort der Lehrperson ausschließlich auf das Verhalten der Kinder bezieht und nicht auf eine Förderung des Lehr-Lernprozesses.
- **Bezeichnung der Rückmeldung:** Diese Form der Rückmeldung wird als personenbezogene Rückmeldung klassifiziert.

Tom: Woran liegt es, dass etwas magnetisch ist?

Tim: Das liegt an der Farbe, dass es magnetisch ist.

**FM: Dann nimm doch mal einen Magneten und untersuche, ob alle grünen und silbernen Gegenstände angezogen werden.**

- Ja, weil \_\_\_\_\_
- Nein, weil \_\_\_\_\_
- Bezeichnung der Rückmeldung: \_\_\_\_\_

**Richtige Lösung Beispiel 2:**

- **Ja, weil** die Lehrerin die Schüler dazu auffordert, die Gegenstände mit unterschiedlicher Farbe hinsichtlich ihrer ferromagnetischen Eigenschaften zu untersuchen.
- **Bezeichnung der Rückmeldung:** Dies ist die kognitiv aktivierende Maßnahme *zum Vergleichen anregen*.

*Auswertung des Transfertest.* Der Transfertest enthielt sechs offen Items, in denen Begründungen und Fachbegriffe eingefordert wurden. Für jede korrekte Antwort erhielten die Studierenden einen Punkt.

Die offenen Items dieser drei Messinstrumente generierten qualitative Daten. Um quantitative Auswertungsmethoden auf qualitative Daten anwenden zu können, war eine Umwandlung der Daten in eine quantitative Form erforderlich (Rost, 2004). Für die Analyse der offenen Aufgabenformate hat sich insbesondere die Verwendung von Kodierhandbüchern



etabliert (Blömeke et al., 2015). Hierbei werden die offenen Antworten segmentiert und zu Kodiereinheiten zusammengefasst, die ähnliche Argumentationsstränge aufweisen. Diese Einheiten werden anschließend anhand vordefinierter Schwerpunkte ausgewertet und auf verschiedenen Niveaustufen bewertet (Barth, 2017; Santagata & Angelici, 2010).

Das Einfordern von Begründungen für die offenen Antworten in dieser Studie zielte darauf ab, eine Unterscheidung zwischen den Studierenden zu ermöglichen, die ihre Auswahl basierend auf fundiertem Wissen trafen, und denen, die lediglich geraten oder die Antwort nicht gewusst hatten. In Anlehnung an Mayring (2015) wurde für die Auswertung der offenen Antworten des Prä-Post-Follow-Up-Instruments, des Interventionsinstruments und der Transferaufgabe jeweils ein Kodierleitfaden erstellt. Die Studierenden erhielten einen Punkt für jede richtige Begründung, und zusätzliche Punkte wurden vergeben, wenn korrekte Fachbegriffe verwendet wurden. Die Kodierung der offenen Antworten erfolgte gemäß den in der Literatur empfohlenen Verfahren durch mindestens zwei unabhängige Rater (Dreher & Kuntze, 2015; Sherin & van Es, 2009; Hoth et al., 2018; Knievel et al., 2015). Das Übereinstimmungsmaß lag bei  $\kappa = .70 - 1.00$ .

**Messinstrument 4: Fachwissen Magnetismus.** Um zu überprüfen, ob Fachwissen über Magnetismus das Erkennen kognitiv aktivierender Maßnahmen beeinflusst, wurde ein Single-Choice-Test zum Thema Magnetismus mit 19 Fragen entwickelt. Die Studierenden sollten ankreuzen, ob die Aussagen richtig oder falsch sind. Zur Veranschaulichung werden drei Beispiele vorgestellt: „wenn man Magnete zu oft benutzt, werden sie schwächer“, „Aluminium ist magnetisch“, „der magnetische Südpol ist der geographische Nordpol“.

*Auswertungsverfahren.* Für jede korrekte Antwort wurde den Studierenden ein Punkt zuerkannt.

**Messinstrument 5: Kognitive Fähigkeiten.** Um zu überprüfen, ob kognitive Fähigkeiten das Erkennen kognitiv aktivierender Maßnahmen beeinflusst, wurde ein validiertes, öffentlich zugängliches Bewertungsinstrument zu kognitiven Fähigkeiten

eingesetzt, das von der International Cognitive Ability Resource (ICAR) bereitgestellt wird. Dieses Instrument besteht aus fünf Aufgaben zur mentalen Rotation und fünf Aufgaben zum figuralen Schlussfolgern.

*Auswertungsverfahren.* Jede Aufgabe präsentierte den Teilnehmenden jeweils acht Antwortmöglichkeiten, von denen nur eine die korrekte Lösung war (The International Cognitive Ability Resource Team (2014). <https://icar-project.com/>). Für jede korrekte Lösung erhielten die Probanden einen Punkt.

#### III.4.4. Vorgehen

Das Forschungsdesign umfasste ein Prä-Post-Follow-Up-Kontrollgruppendesign mit einer Transferaufgabe, das im Rahmen eines Masterseminars für Lehramtsstudierende der Grundschulpädagogik im naturwissenschaftlichen Sachunterricht durchgeführt wurde. Die Seminare wurden zufällig den Experimentalbedingungen *ein Standard/zwei Standards* zugeordnet. Die Kontrollgruppe bestand aus Masterstudierenden, die das Seminar zu diesem Zeitpunkt noch nicht besucht hatten.

Die erste Datenerhebung fand zu Beginn des Seminars statt. Alle Gruppen nahmen am Prätest zur kognitiven Aktivierung teil. Darüber hinaus absolvierten sie einen Fachwissenstest zum Thema Magnetismus sowie Aufgaben zur Messung kognitiver Fähigkeiten (Kapitel III.4.3).

**Intervention.** Die Intervention erfolgte etwa zwei Wochen nach Seminarbeginn. Die Dozentinnen lasen entsprechend der Experimentalbedingung sowohl die Arbeitsanweisungen (Abbildungen 2 und 4) als auch die Textvignetten im Plenum vor. Im Kontrast zur vorangegangenen Studie *Vorwissen mit Vergleichen aktivieren* wurden in dieser Untersuchung den Studierenden die Textvignetten nicht im Block präsentiert. Stattdessen wurde ihnen unmittelbar nach der Bearbeitung jeder einzelnen Vignette die richtige Lösung mit

entsprechender Begründung präsentiert. Daraus ergaben sich insgesamt sieben Messzeitpunkte des Antwortverhaltens während der Intervention. Bei der Lösungspräsentation konnten die Studierenden Fragen stellen und es wurde erläutert, weshalb die anderen beiden Antwortoptionen nicht als korrekt angesehen wurden. Zusätzlich wurden die Experimentalgruppen, die zwei Standards erhielten, dazu ermutigt, bei der Reflexion die beiden Standardgespräche miteinander zu vergleichen. Um sicherzustellen, dass beide Interventionsgruppen die gleichen Informationen erhielten, fassten alle Dozentinnen am Ende der Intervention die korrekten Lösungen anhand eines zuvor festgelegten Skripts zusammen. Der Posttest wurde eine Woche nach der Intervention mit den Experimentalgruppen durchgeführt. Der Follow-Up-Test mit Transferaufgabe fand weitere acht Wochen später statt. Am Follow-Up-Test mit Transferaufgabe nahm die Kontrollgruppe ebenfalls teil. Einen graphischen Überblick bietet Abbildung 1.

### **III.4.5. Teilstudie 1: Validierung des Instrumentes**

Für die *Studie 2 Lernen mit Vergleichen* wurde ein textbasierter Vignettentest entwickelt, um den Lernfortschritt der Seminarteilnehmenden im Bereich der kognitiven Aktivierung zu messen (Kapitel III.4.2 und III.4.3). Dieser Test wurde als Prä-Post-Follow-Up-Test verwendet und umfasst Maßnahmen wie „kognitive Konflikte provozieren“, „Begründungen einfordern“ und „Vergleiche anregen“. Die erste Teilstudie hatte das Ziel, die Validität dieses Tests zu prüfen, um zu gewährleisten, dass das Instrument die eingesetzten Maßnahmen zur kognitiven Aktivierung adäquat erfasst. Im Folgenden werden die statistischen Analysen zur Validierung des Prä-Post-Follow-Up-Instrumentes präsentiert. Nach der Präsentation der Auswertungen werden die Ergebnisse vor dem Hintergrund der Theorie diskutiert.

### III.4.5.1. Statistische Analysen Teilstudie 1

Zur Untersuchung der Forschungsfragen, ob die eingesetzten kognitiv aktivierenden Maßnahmen unter einem Konstrukt zusammengefasst werden können und die erstellten Items das Konstrukt gleich gut abbilden, wurde ein Instrument zur Erfassung von Wissen zu kognitiver Aktivierung mit dem Sachthema Magnetismus entwickelt und validiert. Zur Validierung wurden die Posttestdaten der Teilstudie drei herangezogen, da im Prätest dieser Studie zu wenige Items korrekt erkannt wurden, was möglicherweise dazu führte, dass Korrelate nicht aufgedeckt werden konnten. Die Schwierigkeiten der Studierenden im Prätest könnten darauf zurückzuführen sein, dass sie noch nicht über ausreichend Wissen verfügen, um kognitive Aktivierung zuverlässig zu erkennen. Daher könnten sie im Prätest geraten haben, was zu zufälligen Antworten führte. Die Verwendung von Posttestdaten ist ein verbreitetes Verfahren, wenn inhaltliche Validität gegeben ist (gemäß May & Jackson, 2005; Singer & Willett, 2003).

**Deskriptive Statistiken und Korrelationen.** Cronbachs Alpha für die geschlossenen Items betrug  $\alpha = .56$ . Die Häufigkeit von korrekten Antworten lag zwischen 50 % und 84 % (Tabelle 12). Die Anzahl an richtigen Antworten impliziert, dass die Studierenden alle Items eher richtig als falsch beantworteten. Zudem wiesen die beiden Vergleichsitems die geringste Rate an richtigen Lösungen auf. Das bedeutet, dass diese Items möglicherweise schwieriger sein könnten als die Konflikt- und Begründungsitems.

**Tabelle 12**  
Häufigkeiten korrekter Antworten je Item

Item	Antworten		
	$\Sigma$ Korrekt	$\Sigma$ Inkorrekt	% Korrekt
Konflikt 1	157	47	77
Begründen 1	162	42	79
Konflikt 2	172	32	84
Begründen 2	162	42	79
Vergleich 1	112	92	55
Konflikt 3	149	55	73
Vergleich 2	103	101	50

Für die Berechnung von Korrelationen wurde Pearsons  $\phi$  berechnet (Tabelle 13). Es zeigt sich, dass die Items vornehmlich positiv korreliert sind. Die Konfliktitems und die Vergleichsitems hängen jeweils miteinander zusammen, während die beiden Begründungsitems nicht untereinander korrelieren.

**Tabelle 13**  
Korrelationen der geschlossenen Items

	Konf. 1	Begr. 1	Konf. 2	Begr. 2	Vergl. 1	Konf. 3
Begr. 1	.24**					
Konf. 2	.28***	.25***				
Begr. 2	.04	.01	.28***			
Vergl. 1	.16*	.15*	.15*	.12		
Konf. 3	.22**	.16*	.22**	.05	.20**	
Vergl. 2	.13	.08	.14*	-.04	.17*	.22**

Anmerkungen. Konf. = Konflikt, Begr. = Begründen, Vergl. = Vergleichen.

**Item Response Modelling.** Zu den Fragen, ob alle Items unter einem Konstrukt zusammengefasst werden können und ob alle Items das Konstrukt gleich gut erfassen, wurde die Item-Response-Theorie herangezogen. Die Item Response Theorie ermöglicht die Berechnung der Wahrscheinlichkeit, dass bestimmte Antworten durch ein zugrundeliegendes Merkmal (latent trait) verursacht werden (Embretson & Reise, 2000). Im Gegensatz zur klassischen Testtheorie werden hierbei das latente Merkmal (das Erkennen von kognitiv aktivierenden Maßnahmen) und das manifeste Verhalten (Antwort auf die Textvignetten) nicht gleichgesetzt und die Ratewahrscheinlichkeit der Items berücksichtigt. Dieses Verfahren berücksichtigt die unterschiedlichen Schwierigkeiten der Elemente, überprüft die Anpassung des Modells auf individueller Ebene und ermöglicht ein adaptives Testen der Elemente. Für die geschlossenen Items wurde ein Rasch-Modell spezifiziert und die notwendigen Voraussetzungen geprüft.

Item Response Modelling hat drei Voraussetzungen, die im Folgenden geprüft werden: (1) Das latente Konstrukt sollte eindimensional sein, (2) es sollte keine Hinweise auf Differential Item Functioning (DIF) geben und (3) die Items sollten lokal stochastisch unabhängig voneinander sein (Wells & Faulkner-Bond, 2016).

**Eindimensionalität vom Erkennen kognitiv aktivierender Maßnahmen.** Um die erste Voraussetzung der Item Response Theorie zu überprüfen, muss die Eindimensionalität des latenten Konstrukts geprüft werden. Hierzu wurde eine konfirmatorische Faktorenanalyse mit Yuan-Bentler-Korrektur spezifiziert, da die Yuan-Bentler-Korrektur eine robustere Lösung bietet als die Maximum-Likelihood-Schätzung ohne Korrektur (Li, 2016). Das Modell zeigte eine gute Passung auf die Daten,  $\chi^2 = 19.22$ ,  $df = 14$ ,  $p = .157$ ,  $CFI = .93$ ,  $RMSEA = .04$ ,  $p = .568$ ,  $SRMR = .05$  (Abbildung 1). Die Eindimensionalität des *Erkennens kognitiv aktivierender Maßnahmen* kann also angenommen werden.

**Differential Item Functioning und lokale stochastische Unabhängigkeit.** Wenn ein Testverfahren kein Differential Item Functioning (DIF) aufweist, ist das ein Hinweis darauf, dass der Test messinvariant ist, die Faktorenstruktur sich in unterschiedlichen Gruppen zeigt und der Test also in diesen Gruppen fair misst. Zur Prüfung auf DIF wurde ein Anderson Likelihood Ratio Test berechnet, um die Interventionsgruppe mit einem Standard mit der Gruppe mit zwei Standards zu vergleichen. Der Test ergab keine Hinweise auf das Vorhandensein von DIF,  $LR = 8.62$ ,  $df = 6$ ,  $p = .196$ . Somit ist auch die zweite Voraussetzung der Item Response Theorie erfüllt.

Lokale stochastische Unabhängigkeit bedeutet, dass die Beantwortung eines Items nicht von der Antwort von anderen Items beeinflusst wird (Wells et al., 2016). Zur Prüfung dieser Annahme wurde Yens adjusted Q3 berechnet. Die Ergebnisse deuten auf lokale stochastische Unabhängigkeit hin, mittleres  $aQ3 = .00$ , die Item Residual Korrelationen hatten eine Spannweite von  $aQ3 = -.17$  bis  $aQ3 = .19$ .

**Das Raschmodell.** Im letzten Schritt wurde das Raschmodell spezifiziert, das eine gute Passung auf die Daten aufwies,  $RMSEA = .03$ .

Die Itemschwierigkeiten finden sich in Tabelle 14 Itemschwierigkeiten von 0 implizieren ein Item, das mittelschwer ist, Schwierigkeiten kleiner als 0 deuten auf einfache und Schwierigkeiten größer als 0 auf schwierigere Items hin. Die Items waren einfach bis mittelschwerig zu lösen. Auffällig ist, dass vor allem die beiden Vergleichsitems schwierig zu lösen waren.

**Tabelle 14***Vom Raschmodell implizierte Itemschwierigkeiten und Fit-Indizes*

Item	Schwierigkeit	Infit	<i>p</i>	Outfit	<i>p</i>
1 Konflikt 1	-1.46	0.97	.798	0.92	.669
2 Begründen 1	-1.62	1.00	.947	1.02	.872
3 Konflikt 2	-2.01	0.91	.496	0.76	.286
4 Begründen 2	-1.62	1.09	.355	1.16	.389
5 Vergleich 1	-0.24	1.00	.987	1.00	.979
6 Konflikt 3	-1.21	0.97	.738	0.94	.711
7 Vergleich 2	-0.03	1.05	.373	1.07	.401

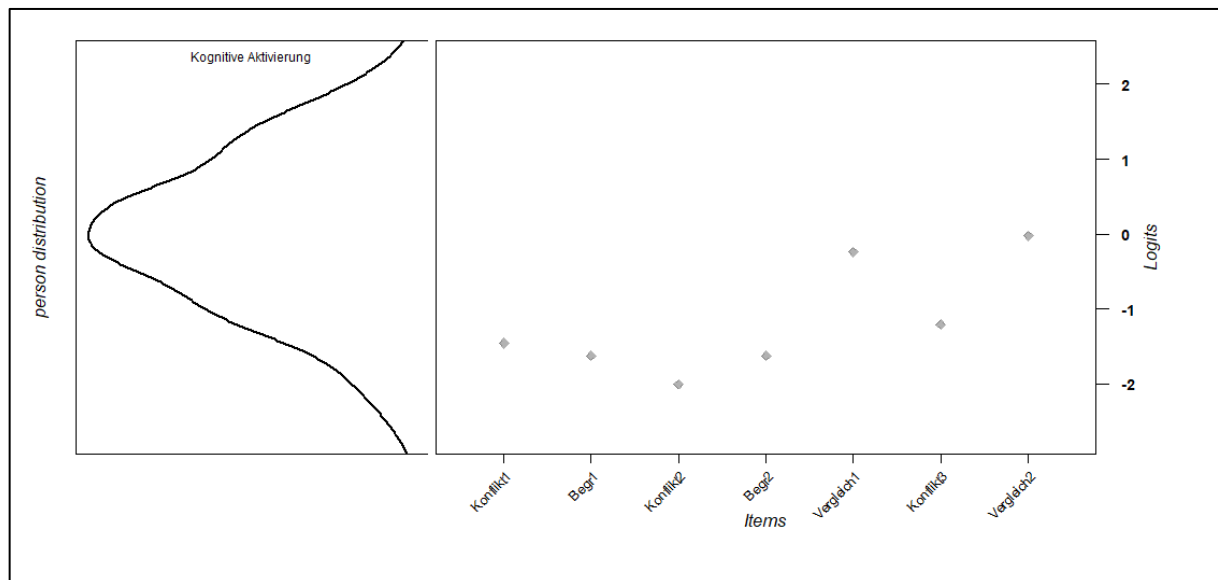
Infit und Outfit sind zwei Itemfitmaße, die die Abweichungen der Items vom Gesamtmodell messen. Outfit bedeutet *outlier-sensitive* und ist ein ungewichtetes Maß, das die mittlere standardisierte Residualvarianz über Items und Personen angibt. Der Outfit reagiert z. B. auf Rater oder versehentlich gemachte Fehler in den Daten, die meist leicht beseitigt werden können. Infit bedeutet *inlier-sensitive* und gibt die gewichtete Residualvarianz an. Der Infit reagiert z. B. auf spezifische Antwortmuster in Subgruppen. Aus beiden Indizes lässt sich ablesen, wie gut jedes einzelne Item der Annahme des Raschmodells entspricht, dass die Trennschärfen aller Items gleich sind. Die Werte lassen sich folgendermaßen interpretieren (Linacre & Wright, 2002; Wright & Linacre, 1989): Ein Wert von 1.00 bedeutet, dass das Item zu 100 % produktiv für die Messung des Konstrukts ist. Abweichungen nach oben bedeuten, dass mehr Zufälligkeit im Item enthalten ist als vom Raschmodell angenommen; bei einem Wert von 1.10 betrüge diese Abweichung 10 %. Abweichungen über 2.00 gelten als gefährdend für die Messung des Konstrukts und sollten aus der Analyse ausgeschlossen werden.



Abweichungen nach unten kann ein Hinweis dafür sein, dass das Item nicht den vom Rasch-Modell implizierten logistischen Verlauf aufweist, sondern eher dem stufenförmigen Guttman-Verfahren entspricht (gilt nur für geschlossene Items). Die meisten Studien legen Werte zwischen 0.70 und 1.30 an, damit ein Item als produktiv für die Messung des latenten Konstrukts gesehen werden kann (Smith et al., 2008). Alle Items in dieser Studie können somit als produktiv für die Messung des Erkennens von kognitiv aktivierenden Maßnahmen gesehen werden.

Abbildung 7 zeigt eine Wright Map, die auf der linken Seite die Verteilung der Personen auf dem latenten Konstrukt *Erkennen kognitiv aktivierender Maßnahmen* abbildet. Auf der rechten Seite sind die Itemschwierigkeiten abgebildet. Die Verteilung der Personen deutet auf eine Normalverteilung hin, während die Items sich im leichten bis mittelschweren Bereich finden.

**Abbildung 7**  
*Wright Map der 7 Items des Tests*



*Anmerkung.* Der linke Teil der Abbildung zeigt die latenten Fähigkeiten der Studierenden, kognitive Aktivierung zu erkennen.

### III.4.5.2. Diskussion Teilstudie 1

Die deskriptive Auswertung des Posttests zeigt, dass viele kognitiv aktivierende Maßnahmen in den Textvignetten nun richtig erkannt wurden. Jedoch fielen die beiden Items der kognitiv aktivierenden Maßnahme *Vergleiche anregen* durch eine geringere Lösungsrate auf. Dies verweist auf einen höheren Schwierigkeitsgrad der Items *Vergleiche anregen* im Gegensatz zu den Items *kognitive Konflikte provozieren* und *Begründungen einfordern* hin. Der erhöhte Schwierigkeitsgrad kann unterschiedliche Gründe haben. Einerseits ist den Studierenden möglicherweise die Lehrhandlung *Vergleiche anregen* als kognitiv aktivierende Maßnahme weniger vertraut als die anderen kognitiv aktivierenden Maßnahmen. Andererseits könnte es sein, dass mehr fachdidaktisches Wissen erforderlich ist, um *Vergleiche anregen* als kognitiv aktivierende Maßnahme zu identifizieren, während das *Einfordern von Begründungen* eher auch mit Alltagswissen anhand von Oberflächenmerkmalen erkannt werden kann (z.B. warum, erkläre, erzähle). Zusätzlich ist das Erkennen der richtigen Antwortmöglichkeit bei den Vignetten mit der Maßnahme *Vergleiche anregen* anspruchsvoller als bei den anderen Textvignetten: In den Beispielgesprächen der Maßnahme *Vergleiche anregen* zählt die Lehrperson einzelne Objekte (z.B. Suppenlöffel, kleiner Löffel) auf. Im Gegensatz dazu nutzt die Lehrperson ein Kollektivum (z.B. Besteck) in der korrekten Lösungsoption. Möglicherweise erkannten die Studierenden durch die fehlende Aufzählung in der korrekten Lösungsoption den Vergleich nicht. Da die wiederholte Aufzählung zweier oder mehr Objekte in der korrekten Antwortoption zu stark auf die Lösung verwiesen hätte, wurden die Vergleichsvignetten bewusst so angelegt, dass Kategorien anstelle von Einzelobjekten genannt wurden. Einem möglichen Deckeneffekt sollte so entgegengewirkt werden.

Im Posttest zeigte sich, dass mehr als zwei Drittel der Items signifikant zusammenhängen. Außerdem ergaben sowohl die Auswertung des Raschmodelles als auch die konfirmatorische Faktorenanalyse je eine gute Passung auf die Daten. Somit kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei dem *Erkennen kognitiv aktivierender Maßnahmen* um

einen eindimensionalen latenten Faktor handelt. Die Items korrelieren miteinander und können somit unter dem Konstrukt *kognitiv aktivierende Maßnahmen* zusammengefasst werden. Zwar wies das Raschmodell eine gute Passung auf die Daten auf, aber das Instrument differenziert nicht gut zwischen den Personen mit mittleren und hohen Fähigkeiten. Zwischen Personen mit geringen und mittleren Fähigkeiten kann es jedoch sehr gut unterscheiden, was bedeutend für die Identifikation von Lernpotenzialen ist. Die Items erschließen sich im Durchschnitt leicht bzw. mittelschwer. Dies hängt allerdings auch damit zusammen, dass die Prüfung der Itemschwierigkeiten mit den Postdaten vollzogen wurde und die Items folglich den Studierenden bekannt waren. Darüber hinaus hatten die Studierenden auch durch die Seminarinhalte Möglichkeiten, sich mit dem Lerngegenstand vertraut zu machen. Um die ganze Spannbreite an Kompetenzen abbilden zu können, wäre es erstrebenswert, mehr schwierige Items zu konzipieren. Die sehr guten Infit- und Outfit-Werte weisen dennoch darauf hin, dass die Variablen produktiv für die Messung sind. Somit kann davon ausgegangen werden, dass keine systematischen Messfehler vorliegen und das Konstrukt durch geeignete Items abgebildet wird.

#### **III.4.6. Teilstudie 2: Antwortverhalten der Gruppen während der Intervention**

In *Teilstudie 2 Antwortverhalten der Gruppen während der Intervention* wurde untersucht, ob das Präsentieren von zwei Standards Erkennen kognitiv aktivierender Maßnahmen während der Intervention stärker unterstützt als ein präsentierter Standard. Dazu wurden Gruppenunterschiede für die geschlossen und offenen Items berechnet.

Dabei betrachtet diese Untersuchung Vergleiche auf zwei Ebenen. Einerseits dienen Vergleiche als Interventionsmaßnahme, um zu analysieren, inwieweit ihr Einsatz in einem Seminar für Grundschulstudierende die Effektivität des Lernprozesses beeinflusst. Andererseits bildet die Anregung von Vergleichen als Teil des Repertoires kognitiv aktivierender Maßnahmen einen zentralen Lehrinhalt des Seminars (Tabelle 15).

**Tabelle 15***Zwei Ebenen von Vergleichen*

<b>„Vergleiche anregen“ auf zwei Ebenen</b>	
Untersuchungsgegenstand der Studie	Lerngegenstand im Seminar
Interventionsinstrument	Vergleichen =
Vergleiche anregen ja / nein	kognitiv aktivierende Maßnahme

**III.4.6.1. Statistische Analysen Teilstudie 2**

Die Anzahl richtiger Lösungen für die geschlossenen Items während der Intervention sind in Tabelle 16 dargestellt, die Ergebnisse der offenen Items in Tabelle 17.

**Deskriptive Ergebnisse.** Für die geschlossenen Items zeigt sich, dass die Gruppe mit zwei Standards vor allem zu Beginn mehr Items löst als die Gruppe mit einem Standard. Zudem hatte sie bei den schwierigeren Vergleichsitems Vorteile. Ein ähnliches Bild zeigt sich auch für die offenen Items.

**Tabelle 16***Anzahl korrekt und inkorrekt beantworteter geschlossener Items nach Gruppe*

	2 Standards		1 Standard	
	% Korrekt	% Inkorrekt	% Korrekt	% Inkorrekt
1 Konflikt 1	65	35	39	61
2 Begründen 1	76	24	69	31
3 Konflikt 2	94	6	88	12
4 Begründen 2	93	7	87	13
5 Vergleich 1	46	54	21	79
6 Konflikt 3	71	29	78	22
7 Vergleich 2	41	59	25	75

**Tabelle 17***Deskriptive Statistiken nach Gruppen für die offenen Items*

	2 Standards		1 Standard		Range
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	
1 Punkte Konflikt 1	0.71	1.05	0.57	1.06	0–3
2 Punkte Begründen 1	1.21	0.97	1.15	0.99	0–2
3 Punkte Konflikt 2	1.27	1.26	1.72	1.25	0–3
4 Punkte Begründen 2	1.42	0.91	1.20	0.97	0–2
5 Punkte Vergleich 1	0.88	1.35	0.18	0.71	0–3
6 Punkte Konflikt 3	1.36	1.36	1.40	1.38	0–3
7 Punkte Vergleich 2	0.86	1.33	0.40	1.00	0–3

**Inferenzstatistische Auswertungen.** Inferenzstatistische Auswertungen mit *t*-Tests zeigten, dass die Studierenden in der Gruppe mit zwei Standards auf allen geschlossenen Items bis auf Item 6 *Konflikt 3* besser abschnitten als die Studierenden in der Gruppe mit einem Standard. Allerdings waren nur die Gruppenunterschiede auf Items 1 *Konflikt 1*, 5 *Vergleich 1* und 7 *Vergleich 2* signifikant (Tabelle 18). Diese Ergebnisse zeigen, dass vor allem zu Beginn einer neuen Aufgabe und bei schwierigen Items, wie denen zum Vergleich, zwei Standards hilfreich sind.

Für die offenen Items zeigten die *t*-Tests Unterschiede in *Konflikt 2* zugunsten der Gruppe mit einem Standard. Die Gruppe mit zwei Standards schnitt bei *Begründen 2*, *Vergleichen 1* und 2 besser ab als die Gruppe mit einem Standard.

**Tabelle 18**  
*t-Tests*

	<i>t(df)</i>	<i>P</i>
1 Di Konflikt 1	4.39(246.22)	.000
2 Di Begründen 1	1.27(240.61)	.204
3 Di Konflikt 2	1.755(201.70)	.081
4 Di Begründen 2	1.48(216.95)	.141
5 Di Vergleich 1	4.56(270.10)	.000
6 Di Konflikt 3	-1.19(249.53)	.234
7 Di Vergleich 2	2.83(247.17)	.005
1 Punkte Konflikt 1	1.12(257.51)	.264
2 Punkte Begründen 1	0.50(255.21)	.611
3 Punkte Konflikt 2	-3.01(259.40)	.003
4 Punkte Begründen 2	1.97(248.49)	.050
5 Punkte Vergleich 1	5.61(251.24)	.000
6 Punkte Konflikt 3	-0.26(257.18)	.797
7 Punkte Vergleich 2	3.34(276.89)	.001

*Anmerkungen: Di 1-7 geschlossene Items, Punkte 1-7 offene Items*

### III.4.6.2. Diskussion Teilstudie 2

Zur Erfassung von möglichen Unterschieden im Antwortverhalten der Studierenden während der Intervention im Hinblick auf das *Erkennen kognitiver aktivierender Maßnahmen* wurde ein Instrument entwickelt, welches im Aufbau der gleichen Logik des in *Studie 1* dargestellten Instruments folgt. Allerdings unterscheiden sich die Instrumente im Fachthema. *Studie 1* beinhaltet das Fachthema *Magnetismus* und das Interventionsinstrument in *Studie 2* ist im Kontext des Sachunterrichtsthemas *Schwimmen und Sinken* verortet. Die Studierenden mussten sieben Textvignetten zu drei kognitiv aktivierenden Maßnahmen bearbeiten.

Textvignetten eins, drei und sechs enthielten *einen kognitiven Konflikt auslösen*, Thema der Textvignette zwei und vier war *Begründungen einfordern* und Inhalt der Textvignetten fünf und sieben war die Maßnahme *Vergleiche anregen*. Die Studierenden erhielten je nach Experimentalgruppe einen oder zwei Standards in Form von einem oder zwei Beispielgesprächen zwischen Lehrperson und Kind. Diese sollten sie im Hinblick auf kognitiv aktivierende Maßnahmen analysieren, sich im Anschluss für eine von drei Antwortoptionen entscheiden und die Entscheidung in einem offenen Antwortformat begründen.

Bei der Analyse der Ergebnisse fielen die beiden Textvignetten zur kognitiv aktivierenden Maßnahme *Vergleiche anregen* durch eine sehr geringe Lösungsrate auf. Dies deutet darauf hin, dass diese Textvignetten im Vergleich zu den anderen einen höheren Schwierigkeitsgrad aufweisen. Ein weiterer Grund könnte sein, dass Studierenden die Maßnahme *Vergleiche anregen* als kognitiv aktivierende Maßnahme weniger bekannt ist, was analog zur Teilstudie eins ist.

Mit Ausnahme der sechsten Textvignette, einer Wiederholung der Maßnahme *einen kognitiven Konflikt auslösen*, schnitt die Gruppe mit zwei Standards beim Interventionsverlauf stets besser ab als die Gruppe mit einem Standard, was Ergebnissen anderer Studien entspricht (Saalbach & Schalk, 2011; Genter & Namy, 1999). Die Gruppe mit zwei Standards löste die erste Textvignette *kognitiver Konflikt provozieren* und die Vignetten fünf und sieben zur kognitiv aktivierenden Maßnahme *Vergleiche anregen* signifikant besser.

Eine höhere Lösungsrate in der Gruppe mit zwei Standards weist darauf hin, dass der zweite Standard das Abrufen von Vorwissen während der Intervention anregt und das Lernen begünstigen könnte. Durch das Darbieten eines zweiten Standards werden kognitiv aktivierende Vergleichsprozesse ausgelöst (Alfieri et al., 2013; Namy & Gentner, 2002; Saalbach & Schalk, 2011). Wahrscheinlich wird das Finden der korrekten Lösung erleichtert, da durch den Vergleich der beiden Standards taxonomische Gemeinsamkeiten, in unserer Studie kognitiv aktivierende Maßnahmen, erkannt werden und so induktiv auf die Zielkategorie

geschlossen werden kann. Das Resultat des Vergleichs kann im Anschluss genutzt werden, um in den Antwortmöglichkeiten ähnliche Merkmale zu identifizieren, um dann deduktiv auf die Lösung zu schließen (Rehder, 2017b; Hayes & Heit, 2013; Markman & Rein, 2013). Der zusätzliche Standard verdeutlicht die taxonomische Beziehung zwischen den Standards und der richtigen Antwortmöglichkeit und unterstützt dadurch die Zuordnung zur Zielkategorie. Auch wird die Generalisierung im Gegensatz zur Darbietung lediglich eines Standards erleichtert (Markman & Rein, 2013). Eine Bedingung für die Auslösung eines gewinnbringenden Vergleichs ist jedoch, dass beide Standards eine gemeinsame taxonomische Eigenschaft aufweisen (Gentner & Markman, 1994; Kurtz & Gentner, 2013; Zelditch, 1971).

Signifikant besser löste die Gruppe mit zwei Standards die erste und die beiden schwierigsten Textvignetten *Vergleiche anregen*. Dies weist darauf hin, dass die Darbietung eines zweiten Standards besonders beim Lösen unbekannter und schwieriger Aufgabenformate gewinnbringend ist. Da die Studierenden der Gruppe mit einem Standard weniger Informationen zur taxonomischen Gemeinsamkeit der Antwortmöglichkeit hatten, ließen sie sich vermutlich eher durch perzeptuelle Distraktoren wie beispielsweise Semantik, Satzbau und gleiche Wörter beeinflussen.

Darüber hinaus ist über den weiteren Verlauf der Intervention festzustellen, dass eine Angleichung der Gruppe mit einem Standard zur Gruppe mit zwei Standards stattfindet. Deskriptiv schnitt die Gruppe mit einem Standard beim dritten Item zur kognitiv aktivierenden Maßnahme *einen kognitiven Konflikt provozieren* sogar besser als die Gruppe mit zwei Standards ab, wenn auch nicht signifikant. Auch die Analyse der offenen Antworten weist ähnliche Ergebnisse auf. Nur bei den beiden Wiederholungen der zu begründenden Textvignetten *einen kognitiven Konflikt provozieren* zeigte die Gruppe mit einem Standard eine bessere Leistung als die Gruppe mit zusätzlichem Standard, jedoch auch hier nicht signifikant. Dies könnte einerseits damit erklärt werden, dass ein zweiter Standard bei Wiederholungsaufgaben möglicherweise nicht im gleichen Maße von Nutzen ist wie bei neuen



Aufgaben. Andererseits weist dies auch darauf hin, dass die Studierenden der Gruppe mit einem Standard im Verlauf durch die Intervention lernen und taxonomische Merkmale bei Wiederholungen eher identifizieren. Außerdem kann davon ausgegangen werden, dass auch die Studierenden mit einem Standard indirekt zum Vergleichen angeregt wurden. Zwar erhielten sie weder einen zweiten Standard noch wurden sie explizit zum Vergleichen aufgefordert, jedoch konnten sie durch die Bearbeitungen der vorangegangenen Textvignetten Bezüge herstellen und diese auch ohne Vorlage miteinander vergleichen. Auch Goddu et al., (2020) zeigten, dass taxonomisches Erkennen auf wiederkehrende Ereignisse transferiert werden kann.

### III.4.7. Teilstudie 3: Lernen mit Vergleichen

In Teilstudie 3 wurde das *Lernen mit Vergleichen* erforscht. Hierzu wurden die Unterschiede im Verlauf des Seminars von Prä- zu Follow-Up-Test zwischen den Experimentalgruppen mit einem bzw. zwei Standards und der Kontrollgruppe untersucht. Außerdem wurde überprüft, ob sich Gruppenunterschiede bei einer Transferleistung zeigen.

#### III.4.7.1. Statistische Analysen Teilstudie 3

**Deskriptive Statistiken und Korrelationen.** Die deskriptiven Statistiken finden sich in Tabelle 19. Zum Aufdecken möglicher Gruppenunterschiede im Prätest und in den Kontrollvariablen wurden ANOVAs spezifiziert. Diese zeigten keine Gruppenunterschiede im *Erkennen kognitiver Aktivierung* im Prätest,  $F(2) = 0.15$ ,  $p = .860$ , in den Punkten im Prätest,  $F(2) = 2.78$ ,  $p = .064$  und der Intelligenz,  $F(2) = 0.56$ ,  $p = .570$ . Im Fachwissen fanden sich jedoch Gruppenunterschiede,  $F(2) = 12.00$ ,  $p < .001$ . Ein Tukey-HSD-Test zeigte Unterschiede zwischen der Gruppe mit zwei Standards und der Gruppe mit einem Standard,  $p < .001$ , und der Gruppe mit zwei Standards und der Kontrollgruppe,  $p < 0.003$ .

**Tabelle 19**  
*Deskriptive Statistiken der Gruppen*

	2 Standards		1 Standard		Kontrollgruppe		Range	A
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
KA Prätest	0.46	0.21	0.47	0.22	0.45	0.27	0–1	0.44
KA Posttest	0.76	0.20	0.67	0.24	-	-	0–1	.55
KA Follow-Up	0.67	0.24	0.62	0.25	0.48	0.23	0–1	.58
PKA Prätest	2.98	2.76	3.98	3.08	3.23	3.16	0–19	.50
PKA Posttest	10.48	5.08	9.45	5.61	-	-	0–19	.73
PKA Follow-Up	9.03	5.38	8.58	4.91	4.63	3.49	0–19	.71
Intelligenz	0.32	0.17	0.35	0.21	0.33	0.24	0–1	.67
Fachwissen	0.72	0.14	0.60	0.18	0.62	0.16	0–1	.72
Transkript	0.82	0.16	0.78	0.19	0.74	0.17	0–1	.28

*Anmerkungen.* KA = Erkennen kognitiv aktivierender Maßnahmen, PKA = Punkte für offene Antworten zum Erkennen kognitiv aktivierender Maßnahmen.

Die Korrelationen zwischen den Variablen sind in Tabelle 20 dargestellt. Es zeigt sich, dass das *Erkennen kognitiv aktivierender Maßnahmen* mit den einzelnen Messzeitpunkten positiv zusammenhängt. Im Hinblick auf die Punkte für die offenen Antworten zeigt sich ein ähnliches Bild. Zudem hängen sowohl die Intelligenz, das Fachwissen zum Magnetismus und das Transkript positiv mit dem *Erkennen kognitiv aktivierender Maßnahmen* im Post- und Follow-Up-Test zusammen.

**Tabelle 20***Korrelationen zwischen den Variablen*

	KA Prätest	KA Posttest	KA Follow-Up	PKA Prätest	PKA Posttest	PKA Follow-Up	Intelligenz	Fachwissen
KA Posttest	.26***							
KA Follow-Up	.42***	.48***						
PKA Prätest	.65***	.28***	.40***					
PKA Posttest	.27***	.81***	.45***	.35***				
PKA Follow-Up	.33***	.43***	.75***	.39***	.47***			
Intelligenz	.09	.21***	.28***	.22**	.29***	.32***		
Fachwissen	.26***	.22**	.27***	.17**	.19*	.17*	.07	
Transkript	.09	.26***	.25***	.09	.24**	.23**	.08	.19**

Anmerkungen. KA = Erkennen kognitiv aktivierender Maßnahmen, PKA = Punkte für offene Antworten zum Erkennen kognitiv aktivierender Maßnahmen, \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$ .

Zur Prüfung der Gruppenunterschiede über das Seminar wurden zwei Mehrebenenregressionen mit Personen auf Level-2 und Zeitpunkt auf Level-1 spezifiziert (Tabelle 21). Mehrebenenregressionen bieten sich für diese Studie an, da sie es ermöglichen, individuelle Unterschiede zu modellieren und nicht nur Mittelwertvergleiche durchzuführen. Um dies zu überprüfen, wurde zunächst die Multilevelstruktur getestet, indem der Intraklassenkoeffizient  $\rho$  berechnet wurde. Dabei zeigte sich, dass 28 % der Varianz der kognitiven Aktivierung bei den geschlossenen Items und 19 % der Varianz der kognitiven Aktivierung bei den offenen Items durch individuelle Unterschiede über den Verlauf vom Prätest zu Posttest bis zum Follow-Up-Test erklärt wurden, was eine zweite Ebene rechtfertigt (vgl. Singer & Willett, 2003).

Um das optimale Modell zu ermitteln, wurden mehrere Modelle mit verschiedenen Funktionen der Zeit als feste und zufällige Effekte unter Verwendung der Devianzstatistik getestet. Wenn die Zeit als fester Effekt einbezogen wird, wird die Veränderung der abhängigen Variable für alle Individuen gleichgesetzt. Dies bedeutet, dass Unterschiede der Individuen für die Achsenabschnitte geschätzt werden. Wenn die Zeit als Zufallseffekt einbezogen wird, können sowohl die Abschnitte als auch die Veränderung der abhängigen Variable zwischen den Individuen variieren. Im spezifizierten Modell wurden die Versuchspersonen als fester Effekt auf Level-2 und die Zeit als fester Effekt auf Level-1 integriert. Der Posttest wurde als Zeitpunkt null kodiert, um Unterschiede zwischen den Gruppen im Posttest zu ermitteln. Zusätzlich wurde die Gruppe, Intelligenz und Fachwissen jeweils als fester Effekt auf Level-1 integriert, um unterschiedliche Veränderungsraten in Abhängigkeit der Gruppen, Intelligenz und des Fachwissens zu analysieren.

Die Gruppe mit zwei Standards schnitt auf den geschlossenen Items durchweg am besten ab (Intercept). Es zeigten sich Unterschiede zur Kontrollgruppe ( $\gamma\Delta$  Intercept KG – 2 Std = 0.39,  $p = .004$ ) und zur Gruppe mit einem Standard ( $\gamma\Delta$  Intercept 2Std– 1 Std = -0.20,  $p$

= .039) im Posttest. Für die offenen Items zeigten sich hingegen keine Unterschiede zwischen den beiden Experimentalgruppen; beide schnitten jedoch besser ab als die Kontrollgruppe.

Um mögliche Zusammenhänge mit den Kontrollvariablen Intelligenz und Fachwissen zu untersuchen, wurden diese Variablen in das Modell mit aufgenommen und als Prädiktoren spezifiziert (Tabelle 21) Diese zeigten signifikante Verbesserungen im *Erkennen kognitiv aktivierender Maßnahmen* in beiden Experimentalgruppen, jedoch nicht in der Kontrollgruppe. Zudem schnitten beide Experimentalgruppen über das Seminar hinweg besser ab als die Kontrollgruppe. Die Gruppe mit zwei Standards schnitt jedoch nicht besser ab als die Gruppe mit einem Standard. Intelligenz sowie Fachwissen hatten jeweils einen positiven Zusammenhang mit dem *Erkennen kognitiv aktivierender Maßnahmen*. Für die Punkte, die für die offenen Antworten gegeben wurden, zeigte sich das gleiche Bild.

Wenn das Fachwissen als Moderator des Verlaufs und der Gruppenunterschiede einbezogen wurde, zeigten sich Gruppenunterschiede zwischen den Gruppen mit einem und zwei Standards im Posttest,  $\Delta$  2 Standards – 1 Standard  $\gamma = -0.20$ ,  $p_{\text{einseitig}} = .039$ , zugunsten der Gruppe mit zwei Standards. Zudem wurde der Unterschied in der Relevanz des Fachwissens für das *Erkennen kognitiv aktivierender Maßnahmen* zwischen den Gruppen zugunsten der Gruppe mit einem Standard signifikant,  $\Delta$  2 Standards – 1 Standard  $\gamma = 0.27$ ,  $p_{\text{einseitig}} = .049$ . Dies impliziert, dass das Fachwissen vor allem für die Gruppe mit einem Standard von Bedeutung zu sein scheint, während es für die Gruppe mit zwei Standards eine untergeordnete Bedeutung hat.

**Tabelle 21**  
*Ergebnisse der Mehrebenenanalysen*

	Kognitive Aktivierung (geschlossene Items)			Kognitive Aktivierung (offene Items)		
	$\rho$			$\rho$		
ICC	.28			.19		
Fixed Effects	$\gamma$	$P_{\text{einseitig}}$	SE	$\gamma$	$P_{\text{einseitig}}$	SE
Intercept (Posttest) KG	0.10	.194	0.11	-0.25	.221	0.32
Intercept (Posttest) 1Std	0.30	.000	0.06	0.39	.001	0.17
Intercept (Posttest) 2Std	0.49	.000	0.10	0.66	.007	0.27
$\Delta$ Intercept KG – 1Std	0.20	.061	0.13	0.64	.004	0.36
$\Delta$ Intercept KG – 2Std	0.39	.004	0.15	0.91	.015	0.41
$\Delta$ Intercept 2Std – 1Std	-0.20	.039	0.11	0.27	.188	0.31
Zeit * KG	0.05	.292	0.09	0.05	.427	0.27
Zeit * 1Std	0.06	.130	0.05	0.17	.137	0.16
Zeit * 2Std	0.15	.265	0.08	0.90	.000	0.25
$\Delta$ Zeit * KG – 1Std	0.01	.452	0.10	0.12	.346	0.31
$\Delta$ Zeit * KG – 2 Std	0.10	.186	0.11	0.85	.010	0.37
$\Delta$ Zeit * 2Std – 1Std	-0.09	.165	0.09	-0.73	.007	0.30
Zeit*Wissen, $\Delta$ 2Std – 1Std	0.09	.250	0.14	0.91	.017	0.43
Zeit*Wissen, $\Delta$ 2Std – KG	-0.37	.460	0.22	-0.73	.090	0.55
Zeit*Wissen, $\Delta$ 1Std – KG	-0.10	.304	0.20	0.18	.359	0.50
Gruppe*Wissen, $\Delta$ 2Std – 1Std	0.27	.025	0.16	0.42	.175	0.45
Gruppe*Wissen, $\Delta$ 2Std – KG	-0.01	.481	0.17	-0.68	.140	0.62
Gruppe*Wissen, $\Delta$ 1 Std – KG	0.08	.300	0.16	-0.26	.328	0.58
Intelligenz	0.20	.000	0.06	0.82	.000	0.16

Random Effects	Var	SD	Var	SD
Person	0.01	0.12	0.09	0.29
Level-1 Residuum	0.04	0.20	0.34	0.58

Anmerkungen. KG = Kontrollgruppe, 1 Std = Gruppe mit 1 Standard, 2 Std = Gruppe mit 2 Standards.

Für die offenen Antworten zeigten sich Unterschiede im Lernverlauf über das Seminar zwischen der Gruppe mit zwei Standards und der Gruppe mit einem Standard,  $\Delta$  2Standards – 1 Standard  $\gamma = 0.73$ ,  $p_{\text{einseitig}} = .007$ , und der Gruppe mit zwei Standards und der Kontrollgruppe,  $\Delta$  2 Standards – KG  $\gamma = 0.85$ ,  $p_{\text{einseitig}} = .010$ . Es wurde der Unterschied in der Relevanz des Fachwissens zwischen den Gruppen zugunsten der Gruppe mit einem Standard signifikant,  $\Delta$  2 Standards – 1 Standard  $\gamma = 0.91$ ,  $p_{\text{einseitig}} = .016$ . Dies impliziert erneut, dass das Fachwissen für die Gruppe mit einem Standard eine größere Rolle spielt als für die Gruppe mit zwei Standards.

Zuletzt wurden Gruppenunterschiede im Transfertest, dem Transkript, untersucht. Hierzu wurde eine ANOVA spezifiziert, die Unterschiede zwischen den Gruppen implizierte,  $F(2) = 3.66$ ,  $p = .027$ . Ein Tukey-HSD zeigte Unterschiede zwischen der Gruppe mit zwei Standards und der Kontrollgruppe,  $p = .027$ , jedoch nicht zwischen der Gruppe mit zwei Standards und einem Standard,  $p = 0.167$ , oder der Gruppe mit einem Standard und der Kontrollgruppe,  $p = 0.483$ .

Zur Prüfung möglicher Zusammenhänge des Transfertests mit den Kontrollvariablen wurde eine moderierte Regression spezifiziert,  $F(8) = 2.77$ ,  $p = .006$ . Diese zeigte, dass die Intelligenz in keiner der drei Gruppen einen Zusammenhang mit dem Abschneiden im Transfertest hatte. Das Fachwissen hingegen war für die Kontrollgruppe relevant,  $\beta = .33$ ,  $p = .031$ , jedoch nicht für die anderen beiden Gruppen.

### III.4.7.2. Diskussion Teilstudie 3

Gemäß der Erwartung schnitt die Gruppe 1 mit zwei Standards im Posttest am besten ab. Diese Studierenden wählten häufiger die richtige Antwortoption. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die Präsentation eines zweiten Standards gewinnbringende Vergleichsprozesse anregt und das Lernen unterstützt. Taxonomische Merkmale zwischen den Standards und der Auswahloption werden durch die Anregung zum Vergleichen eher erkannt. Durch die Unterstützung des zweiten Standards in Verbindung mit dem Wissen zum Referenzpunkt kann der Vergleichende nach Gemeinsamkeiten in den Auswahlmöglichkeiten suchen und deduktiv auf die Lösung schließen (Rehder, 2017b; Hayes & Heit, 2013; Markman & Rein, 2013). Allerdings zeigten sich für die offenen Items keine Unterschiede zwischen den beiden Experimentalgruppen. Jedoch schnitten beide besser als die Kontrollgruppe ab.

Im Studium bauen die Lehramtsstudierenden theoretisches Wissen zur kognitiven Aktivierung auf. Allerdings ist davon auszugehen, dass sie beim Erkennen von kognitiv aktivierenden Maßnahmen im Unterricht Anfänger sind. Diese Annahme wird gestützt durch die Tatsache, dass insbesondere die Studierenden der Gruppe mit zusätzlichem Standard die Textvignetten besser bearbeiteten, während die Gruppe mit einem Standard dazu neigte, perzeptuelle Vergleiche zu vollziehen. Dies stimmt mit anderen Studien zu Vergleichsprozessen überein, die ergaben, dass Novizen ohne zusätzliche Unterstützung eher perzeptuell vergleichen (z. B. Sloutsky & Fisher, 2004; Saalbach & Schalk, 2011; Namy & Genter, 2002). Im Hinblick auf das Lehramtsstudium lässt sich schlussfolgern, dass auch noch Masterlehramtsstudierende diesbezüglich, als Novizen betrachten werden können.

Es ist darauf hinzuweisen, dass sich die beiden Experimentalgruppen einander angleichen und sich keine Gruppenunterschiede zwischen den Experimentalgruppen im Follow-Up-Test und der Transferaufgabe zeigten. Vermutlich hängt dies mit dem Themenschwerpunkt der kognitiven Aktivierung des fortlaufenden Seminars zusammen. Durchgängig schnitten beide Experimentalgruppen besser als die Kontrollgruppe ab. Dies bestätigt, dass die



Studierenden durch die Intervention und das Seminar unabhängig von ihrer Gruppenzugehörigkeit lernen konnten.

#### **III.4.8. Gesamtdiskussion Studie 2**

*Kognitiv aktivierende Maßnahmen* sind Lehrhandlungen, mit denen Schülerinnen und Schüler im Unterricht dazu angeregt werden sollen, über Lerninhalte vertiefter nachzudenken (z.B. Kleickmann et al., 2020; Klieme & Warwas, 2011; Leuders & Holzäpfel, 2011; Lipowsky & Bleck, 2019). Das Repertoire kognitiv aktivierender Maßnahmen umfasst beispielsweise das *Provozieren kognitiver Konflikte*, das *Einfordern von Begründungen* oder die *Anregung von Vergleichen* (Kleickmann, 2012; Möller, 2016; Leuders & Holzäpfel, 2011). Die Implementation eines solch kognitiv aktivierenden Unterrichts ist jedoch für Lehrpersonen herausfordernd (Parsons et al., 2018; van de Pol et al., 2015; van Geel et al., 2019; Klieme & Rakoczy, 2008; Kleickmann et al., 2018). Daher erscheint es sinnvoll, diese Kompetenzen bereits im Lehramtsstudium zu fördern. Da Studien das Anregen von Vergleichen als lernwirksam identifiziert haben (Alfieri et al., 2013; Chi, 2008; Hardy et al., 2020), könnte es sich als ertragreich erweisen, Wissen zu kognitiver Aktivierung mit dem Einsatz von Vergleichen aufzubauen und das Erfassen kognitiv aktivierender Maßnahmen mit der Anregung von Vergleichsprozessen zu schulen. Der Autorin sind bisher keine Studien bekannt, die Vergleichsprozesse zur Lernunterstützung beim Wissensaufbau von kognitiver Aktivierung im Grundschullehramtsstudium untersuchen. Deswegen hat die vorliegende Studie zum Ziel zu überprüfen, ob und wie durch die Anregung von Vergleichsprozessen Wissen zu kognitiver Aktivierung im Lehramtsstudium aufgebaut werden kann.

Dazu wurden drei Teilstudien durchgeführt:

1. In Teilstudie 1 wurde untersucht, ob *Wissen zur kognitiven Aktivierung* unter einem Konstrukt zusammengefasst werden kann.
2. In Teilstudie 2 wurde analysiert, ob und wie sich das Antwortverhalten während der Intervention von Studierenden, die mit einem zweiten Standard zum Vergleichen angeregt werden, von dem Antwortverhalten von Studierenden ohne diese Anregung unterscheiden.
3. In Teilstudie 3 wurde untersucht, ob durch die Anregung von Vergleichsprozessen mehr *Wissen zur kognitiven Aktivierung* aufgebaut und das *Erkennen kognitiv aktivierender Maßnahmen* gefördert werden kann als ohne die Anregung von Vergleichsprozessen.

*Instrument.* Zur Beantwortung der Fragen wurde ein Prä-Post-Follow-Up-Kontrollgruppendesign mit Transferaufgabe im Rahmen eines Masterseminars mit Lehramtsstudierenden durchgeführt. Zur Erfassung von Wissen zu kognitiver Aktivierung wurde ein Instrument im Kontext *Magnetismus* entwickelt und validiert. Die Intervention fand im Kontext *Schwimmen und Sinken* statt und dauerte eine Seminarsitzung. Die Auswertungen des Raschmodelles und die der konfirmatorischen Faktorenanalyse wiesen je eine gute Passung auf die Daten auf und die Itemfitmaße des Gesamtmodells sind produktiv für die Messung. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass das entwickelte Instrument das Konstrukt *kognitiv aktivierende Maßnahmen* adäquat erfassen kann und durch geeignete Items abgebildet wird.

*Textvignetten im Kontext Vergleiche anregen.* Sowohl bei der Intervention als auch beim Prä-Post-Instrument fallen die beiden Textvignetten zum Kontext *Vergleiche anregen* im Gegensatz zu den anderen Textvignetten in allen Gruppen durch eine auffallend geringe Lösungsrate auf. Dies deutet darauf hin, dass *Vergleiche anregen* schwieriger zu erkennen ist

als *Konflikte provozieren* und *Begründungen einfordern*. Möglicherweise muss bei der kognitiv aktivierenden Maßnahme *Vergleiche anregen* eher auf fachdidaktisches Wissen zurückgegriffen werden, während das Einfordern von Begründungen auch mit Alltagswissen identifiziert werden kann. Die Maßnahme *kognitiver Konflikt provozieren* bedarf zwar auch fachdidaktischen Wissens, lässt sich jedoch auf der Oberflächenstruktur erschließen, da in diesen Textvignetten Gegenbeispiele präsentiert werden (nähere Ausführung Teilstudie 1).

*Antwortverhalten der Gruppen während der Intervention.* Gemäß der Erwartung schnitt die Experimentalgruppe 1 mit zwei Standards während der Intervention überwiegend am besten ab. Die Studierenden wählten häufiger die korrekte Antwortoption und konnten sie auch besser begründen. Insbesondere fällt auf, dass die Gruppe mit zwei Standards sowohl bei der Intervention als auch beim Posttest die schwierigsten Textvignetten erfolgreicher bearbeitete. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass zwei Standards das Lernen unterstützen und produktive Vergleichsprozesse durch den zweiten Standard ausgelöst werden. Besonders vorteilhaft scheint ein zweiter Standard beim Lösen unbekannter und schwieriger Aufgabenformate zu sein (nähere Ausführungen Teilstudie 2).

*Interpretation.* Der zweite Standard erleichtert das Erkennen der richtigen Textvignetten, da die beiden Standards zunächst miteinander verglichen werden können, sodass taxonomische Gemeinsamkeiten erkannt werden und induktiv auf die Zielkategorie geschlossen werden kann. Im Anschluss kann das Vergleichsergebnis genutzt werden, um nach ähnlichen Merkmalen in den Antwortmöglichkeiten zu suchen, um dann deduktiv auf die richtige Lösung zu schließen (Rehder, 2017b; Hayes & Heit, 2013; Markman & Rein, 2013). Die Studierenden der Gruppe mit einem Standard ließen sich womöglich leichter durch perzeptuelle Distraktoren wie zum Beispiel Semantik, Satzbau und gleiche Wörter beeinflussen, da durch das Fehlen des zweiten Standards der Hinweis zur taxonomischen Gemeinsamkeit mit der Antwortmöglichkeit entfiel. Durch den zweiten Standard wird die taxonomische Beziehung zwischen den Standards und der korrekten Antwortmöglichkeit

deutlicher als bei der Darbietung von nur einem Standard, da dies die Zuordnung zur Zielkategorie unterstützt und die Generalisierung erleichtert (Markman & Rein, 2013).

Damit der Vergleichende allerdings von einem zweiten Standard profitieren und ein gewinnbringender Vergleich ausgelöst werden kann, ist es notwendig, dass beide Standards eine gemeinsame taxonomische Eigenschaft aufweisen (Markman & Gentner, 1996; Zelditch, 1971). In dieser Studie waren dies die kognitiv aktivierenden Maßnahmen (*einen kognitiven Konflikt provozieren, Begründungen einfordern, Vergleiche anregen*).

*Einschränkung.* Allerdings glichen sich die beiden Experimentalgruppen sowohl während der Intervention als auch über die Zeit aneinander an. Wenn man den Prä-, Post- und Follow-Up-Test mit einbezieht, zeigen sich keine Unterschiede zwischen den Experimentalgruppen. Während der Intervention schnitt die Gruppe mit einem Standard bei einer Wiederholungsvignette deskriptiv sogar besser als die Gruppe mit zwei Standards ab, wenn auch nicht signifikant. Dies lässt vermuten, dass die Gruppe mit einem Standard durch die Intervention lernt und der zweite Standard bei Wiederholungsaufgaben an Bedeutung verliert. Auch bei der Transferaufgabe zeigten sich keine Gruppenunterschiede zwischen den Experimentalgruppen. Dies kann mit dem fortlaufenden Seminar zusammenhängen, welches kognitive Aktivierung zum Lerngegenstand hatte. Durch die Seminarsitzungen, das Lesen von Texten und der Bearbeitung von Aufgaben zur kognitiven Aktivierung im Anschluss an die Intervention hatten beide Gruppen weitere Möglichkeiten zu lernen und sich so einander anzugleichen. Beide Experimentalgruppen schnitten jedoch durchgängig besser als die Kontrollgruppe ab. Dies weist wiederum darauf hin, dass beide Experimentalgruppen durch die Intervention lernten.

*Moderatoren.* Es zeigte sich, dass sowohl Vorwissen zum Fachthema *Magnetismus* als auch kognitive Fähigkeiten das *Erkennen kognitiv aktivierender Maßnahmen* positiv beeinflusst. Jedoch wurden unter Einbezug der kognitiven Fähigkeiten keine Gruppenunterschiede zwischen den Experimentalgruppen im Posttest sichtbar. Vermutlich

erschließen sich Studierende mit höheren kognitiven Fähigkeiten das zugrunde liegende Konzept leichter und ein zweiter Standard ist für diese Personengruppe nicht so bedeutsam.

Anders verhält es sich beim Fachwissen zu *Magnetismus*. Unter Einbezug des Fachwissens zeigen sich Gruppenunterschiede zugunsten der Gruppe mit einem Standard. Daraus kann man schließen, dass Personen mit fehlendem Fachwissen von der Darbietung eines zweiten Standards besonders profitieren. Durch den zweiten Standard kann fehlendes Fachwissen kompensiert werden, da durch die Vergleichsprozesse mehr Hinweise zur Zielkategorie zur Verfügung stehen.

#### III.4.8.1. Limitationen

Diese Studie weist einige Limitationen auf, die sich auf die Messinstrumente, die Intervention und mögliche Korrelate beziehen. Mit den drei Maßnahmen *kognitive Konflikte provozieren*, *Begründungen einfordern* und *zum Vergleichen anregen* wurde lediglich ein kleiner Ausschnitt des vielfältigen Repertoires von kognitiv aktivierenden Maßnahmen einbezogen. Möglicherweise hätten die Studierenden zu anderen Maßnahmen über mehr Vorwissen verfügt und diese auch abrufen können. Daher wäre es wünschenswert, mehr Textvignetten mit weiteren kognitiv aktivierenden Maßnahmen zu entwickeln und einzusetzen. Für das Ziel der Studie erschien jedoch der zeitliche Aufwand einer Seminarsitzung für die Intervention mit sieben Textvignetten und ausführlicher Reflexion ökonomisch vertretbar sowie hinreichend aussagekräftig.

Außerdem ergab die geringe Anzahl von drei Antwortoptionen je Textvignette eine recht hohe Ratewahrscheinlichkeit von 33 Prozent. Aus diesem Grund wurden offene Begründungen eingefordert, um zu überprüfen, ob die Lernenden auf die richtige kognitiv aktivierende Maßnahme geschlossen hatten. Dadurch, dass nur diese Items als richtig kodiert wurden, bei denen auch die Begründung korrekt war, wurde der potenzielle Einfluss der Ratewahrscheinlichkeit abgemildert.

Sowohl das Prä-Post-Instrument mit dem Fachthema *Magnetismus* als auch das Interventionsinstrument zum Fachthema *Schwimmen und Sinken* differenziert gut zwischen Personen mit niedrigen und mittleren Fähigkeiten, was bedeutend für die Identifizierung von Verständnisschwierigkeiten der Studierenden ist. Allerdings können die Instrumente zwischen Personen mit mittleren und hohen Fähigkeiten nicht genügend unterscheiden und es wäre vorteilhaft, noch anspruchsvollere Items zu konzipieren, damit das ganze Kompetenzspektrum abgebildet werden kann. Die sehr guten Infit- und Outfit-Werte lassen jedoch erkennen, dass die Variablen für die Messung produktiv sind, keine systematischen Messfehler vorliegen und das Konstrukt durch geeignete Items abgebildet wird.

Die Transferaufgabe wurde aus organisatorischen Gründen zusammen mit dem Follow-Up-Test am Ende des Semesters durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt zeigten sich allerdings keine signifikanten Unterschiede mehr zwischen den Experimentalgruppen; die Gruppen gleichen sich über die Zeit also an. Daher sollte zukünftig auch eine Transferaufgabe direkt nach der Intervention zusammen mit dem Posttest eingesetzt werden.

Eine weitere Limitation ist, dass zwar das Fachwissen zum naturwissenschaftlichen Thema des Prä-Post-Instruments, aber nicht zum naturwissenschaftlichen Thema *Schwimmen und Sinken* der Intervention erhoben wurde. Dies könnte jedoch für eine zukünftige Studie interessant sein, nämlich um zu überprüfen, ob sich der Lernzuwachs während der Intervention von Personen mit unterschiedlichem Fachwissen unterscheidet. Der Einbezug des Fachwissens im Posttest gibt Hinweise darauf, dass in Bezug auf den Lernzuwachs Personen mit weniger Fachwissen von einem zusätzlichen Standard mehr profitieren als Personen mit mehr Vorwissen.

Außerdem könnte in einer weiteren Studie der Einfluss von kognitiven Fähigkeiten im Bereich verbaler Kompetenzen für das *Erkennen von kognitiv aktivierenden Maßnahmen* untersucht werden. In dieser Untersuchung wurden zwar kognitive Fähigkeiten mit Matrizen und mentalen Rotationsaufgaben erhoben, diese bilden jedoch vor allem Aspekte räumlicher

Fähigkeiten ab. Räumliche Fähigkeiten geben zwar Hinweise auf kognitive Fähigkeiten, dennoch wäre es denkbar, dass eine Erhebung von verbalen Kompetenzen zu einem anderen Ergebnis geführt hätte. Möglicherweise profitieren Personen mit geringeren kognitiven Fähigkeiten in verbalen Bereichen mehr von einem zweiten Standard als Personen mit hohen kognitiven Fähigkeiten. In einer zukünftigen Studie sollte dies berücksichtigt werden.

#### **III.4.8.2. Fazit**

Trotz all dieser Limitationen lässt sich aus den Studienergebnissen schließen, dass das Anregen von Vergleichsprozessen mit zwei Standards Potenzial hat, das Lernen von Studierenden zu unterstützen. Lehrende können durch den gezielten Einsatz von Vergleichen (z.B. durch das Bereitstellen mehrerer Standards) das Vorwissen der Studierenden aktivieren. Durch das Anregen von Vergleichsprozessen können Lehrpersonen die Aufmerksamkeit der Studierenden auf taxonomische Strukturen lenken und sie dadurch unterstützen, effiziente Verständnisprozesse zu vollziehen.







## **IV. Kapitel**

### **Allgemeine Diskussion**

## **IV.1. Einleitung**

Im letzten Kapitel werden zunächst die theoretischen Schwerpunkte und die zentralen Ergebnisse dieser Arbeit zusammengefasst. Im Weiteren werden die Ergebnisse interpretiert und vor dem Hintergrund der Fachliteratur diskutiert und eingeordnet. Im Anschluss daran folgt eine kritische Reflexion der methodischen Aspekte der empirischen Studie. Schließlich wird aus den Ergebnissen ein Fazit abgeleitet und es werden praktische Implikationen vorgestellt.

## **IV.2. Zusammenfassung**

Die Evaluation von didaktischen Methoden an Hochschulen ist von hoher praktischer Relevanz. Gute Lehre zeichnet sich durch inhaltliche Kohärenz, sinnvolle Verknüpfung bedeutender Lerninhalte, Konzentration auf Wesentliches und eine vertiefte kognitive Beschäftigung der Lernenden mit den Lerninhalten aus (Fauth & Leuders, 2018; Kleickmann et al., 2020; Klieme, 2019; Kunter & Ewald, 2016; Lipowsky & Bleck, 2019; Praetorius et al., 2020). Darüber hinaus ist der Einbezug von individuellen Merkmalen der Lernenden wie beispielsweise ihr Vorwissen und ihr kognitives Lernpotenzial ein weiteres Kennzeichen eines qualitativ hochwertigen und wirksamen Bildungsangebots (Gräsel & Göbel, 2011; Lipowsky, 2015; Simonsmeier et al., 2021). Eine Lernumgebung, die sich auf Wesentliches fokussiert, Vorwissen einbezieht und Impulse zur vertieften geistigen Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand setzt, kann als kognitiv aktivierendes Lehrangebot bezeichnet werden. Lehrpersonen steht ein breites Repertoire unterschiedlicher Maßnahmen zur Verfügung, um Lernende kognitiv zu aktivieren. Eine dieser kognitiv aktivierenden Maßnahmen ist das Anregen von Vergleichsprozessen (Kleickmann, 2012; Klieme et al., 2001; Lipowsky, 2015; 2020). Vergleichen ist die Fähigkeit, Gemeinsamkeiten und Differenzen zwischen Entitäten zu erkennen und Bezüge zwischen bekannten und neuen Situationen herzustellen (Loewenstein &

Gentner, 2001; Gentner & Smith, 2012; Gentner & Namy, 1999; Saalbach & Schalk, 2011). So bilden Vergleiche die Grundlage für Schlussfolgerungen, das Bilden von Kategorien und die Restrukturierung von Vorwissen (Chi, 2008; Namy & Gentner, 2002).

Nach Kenntnisstand der Autorin liegen bisher keine Forschungsergebnisse zu den Einsatzmöglichkeiten von Vergleichen im Lehramtsstudium und dem Einfluss des Referenzpunktes beim Präsentieren von Vergleichen vor. Daher soll diese Dissertation einen empirischen Beitrag zur Diskussion von effektiven Lehrmethoden an Hochschulen leisten. Ziel dieser Untersuchung war es zu überprüfen, ob die kognitiv aktivierende Maßnahme *Vergleiche anregen* den Abruf von Vorwissen und das Lernen unterstützt. Im Folgenden werden zunächst die wichtigsten Ergebnisse der beiden Studien zusammengefasst (Abbildung 8).

### Abbildung 8

#### *Zusammenfassung Ergebnisse*

<p><b>Studie 1: Vorwissen mit Vergleichen aktivieren:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 2 Standards unterstützen den Abruf von Vorwissen stärker als 1 Standard</li><li>• Referenzpunkt nur bei 2 Standards von Vorteil</li></ul>
<p><b>Studie 2: Lernen mit Vergleichen</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Teilstudie 2.1 Validierung des Instruments der Studie 1<ul style="list-style-type: none"><li>• gute Passung auf die Daten</li><li>• Variablen sind produktiv für die Messung</li></ul></li><li>• Teilstudie 2.2 Antwortverhalten der Gruppen während der Intervention<ul style="list-style-type: none"><li>• 2 Standards höhere Lösungsrate als 1 Standard</li><li>• 2 Standards bei neuen und schwierigen Items besonders vorteilhaft</li></ul></li><li>• Teilstudie 2.3 Lernen mit Vergleichen<ul style="list-style-type: none"><li>• EG mit 2 Standards im Posttest mehr Lernzuwachs im Vergleich zu EG mit 1 Standard</li><li>• keine Unterschiede der EG 1 und EG 2 im Follow-Up-Test und Transferaufgabe</li><li>• beide Experimentalgruppen höheren Lernerfolg als KG</li></ul></li></ul>

*Studie 1 Vorwissen mit Vergleichen aktivieren* befasste sich mit dem vergleichenden Einsatz von Textvignetten, um das Vorwissen der Studierenden abzurufen. Im Weiteren wurde überprüft, inwiefern die Darbietung eines Referenzpunktes den Vorwissensabruf beeinflusst.

Erwartungskonform zeigte sich, dass zwei Standards den Abruf von Vorwissen besser unterstützten als ein Standard. Hingegen trat die Erwartung, dass die Darbietung eines Referenzpunktes für den Abruf von Vorwissen von Vorteil ist, nur teilweise ein. Während die Gruppen mit zwei Standards durch die Darbietung des Referenzpunktes Nutzen ziehen konnte, ergaben sich für die Gruppen mit einem Standard keine Vorteile.

*Studie 2 Lernen mit Vergleichen* wurde in drei Studien unterteilt. Teilstudie 1 fokussierte auf die Validierung des Messinstrumentes. Die Analysen des Raschmodells und die der konfirmatorischen Faktorenanalyse wiesen je eine gute Passung auf die Daten auf. Daher ist darauf zu schließen, dass das entwickelte Instrument das Konstrukt *kognitiv aktivierende Maßnahmen* für die eingesetzten Maßnahmen angemessen erfasst und es durch passende Items dargestellt wird.

Die zweite Teilstudie überprüfte das Antwortverhalten der beiden Experimentalgruppen während der Intervention. Die Vermutung, dass zwei Standards das Lernen unterstützen, bestätigte sich. Die Gruppe, die durch einen zusätzlichen Standard zu Vergleichsprozessen angeregt wurde, schnitt während der Intervention überwiegend bessere ab. Dabei hat sich gezeigt, dass ein zweiter Standard bei der Bearbeitung von unbekanntem und anspruchsvollen Aufgabenformaten besonders vorteilhaft zu sein scheint.

Die dritte Teilstudie untersuchte, ob durch die Anregung von Vergleichsprozessen mehr Wissen zur kognitiven Aktivierung erworben werden kann als ohne diese Anregung. Die Gruppe mit zwei Standards schnitt erwartungskonform im Posttest am besten ab. Beide Interventionsgruppen schnitten signifikant besser als die Kontrollgruppe ab. Jedoch glichen sich beide Experimentalgruppen über die Zeit einander an. So waren beim Follow-Up-Test sowie beim Transfertest keine Gruppenunterschiede mehr festzustellen. Die Gruppe mit einem Standard konnte durch Fachwissen mehr als die Gruppe mit zwei Standards profitieren.

Im Weiteren werden alle Ergebnisse im Hinblick auf die Forschungsfragen dieser Dissertation und in Bezug auf die zuvor vorgestellten Theorien ausführlich diskutiert.

### **IV.3. Ergebnisinterpretation und Einordnung in die Literatur**

Die im vorherigen Abschnitt zusammengefasste Literatur und die zentralen Ergebnisse werden im Folgenden interpretiert, diskutiert und in den Kontext der Literatur eingeordnet sowie kritisch bewertet. Hierbei soll auch die Frage beantwortet werden, inwieweit sich die in dieser Studie gefundenen Ergebnisse mit der Theorie und dem Forschungsstand decken und welche Schlussfolgerungen aus ihnen zu ziehen sind. Zunächst werden die Ergebnisse der Validierung des Instruments zur Erfassung von Wissen zu kognitiver Aktivierung mit dem Sachthema Magnetismus diskutiert. Im Anschluss folgt die Diskussion gemäß der Theorieausführungen in Kapitel I. Es werden die *Komparata* und ihre *Relation* (Aufbau der Textvignetten), der *Vergleichende* (Vorwissen, Lernprozesse, individuelle Merkmale) sowie der Einfluss des *Referenzpunktes* diskutiert.

#### **IV.3.1. Messung des Konstrukts der kognitiven Aktivierung**

Ziel dieser Dissertation war die Überprüfung, ob Vergleiche im Kontext der Hochschulbildung in der Lehre gewinnbringend eingesetzt werden können. Dazu musste in einem ersten Schritt ein Testinstrument zur Messung validiert werden. Da die Studie in einem Lehramtsstudium durchgeführt wurde, hat sich als Fachinhalt für das Testinstrument das Grundlagenthema *kognitive Aktivierung* angeboten, denn es ist für Lehramtsstudierende wichtig, sowohl Wissen zur kognitiven Aktivierung aufzubauen als auch kognitiv aktivierende Maßnahmen in spezifischen Lehr-Lern-Situationen zu erkennen.

Kognitiv aktivierender Unterricht bietet Lernenden komplexe, fachlich anspruchsvolle und herausfordernde Lerngelegenheiten (Kleickmann et al., 2020; Klieme et al., 2006; Kunter et al., 2005; Kunter & Voss, 2011). Ob die Bereitstellung einer kognitiv aktivierenden Lernumgebung gelingt, scheint vom fachdidaktischen Wissen einer Lehrperson abhängig zu sein (Baumert & Kunter, 2011b). Daher ist es für Lehramtsstudierende bedeutsam, fachdidaktisches Wissen bereits im Studium aufzubauen. Ob Lernende sich geistig auf den

Lerngegenstand fokussieren, ist jedoch schwierig festzustellen (Klieme et al., 2006). Daher konzentrieren sich Studien überwiegend auf Merkmale des Lehrangebots (Lipowsky, 2020).

Auch die vorliegende Studie untersuchte, ob Merkmale eines kognitiv aktivierenden Lehrangebots unter einem Konstrukt zusammengefasst werden können und die erstellten Items das Konstrukt gut abbilden. Die Auswertungen bestätigten dies. Mehr als zwei Drittel der erstellten Items des Testinstruments zur Erfassung von Wissen zu kognitiver Aktivierung im Kontext Magnetismus hängen signifikant zusammen. Somit ist davon auszugehen, dass die Items unter dem Konstrukt *Erkennen kognitiv aktivierender Maßnahmen* zusammengefasst werden können. Sowohl die konfirmatorische Faktorenanalyse als auch das Raschmodell wiesen eine gute Passung auf die Daten auf, was bedeutet, dass es sich bei den überprüften kognitiv aktivierenden Maßnahmen um einen eindimensionalen latenten Faktor handelt (vgl. Field & Field, 2012) genauere Informationen Kapitel III.4.5). Das Ergebnis, dass die drei überprüften Maßnahmen *kognitive Konflikte provozieren*, *Begründungen einfordern* und *Vergleichen anregen* unter das Konstrukt der kognitiven Aktivierung gefasst werden können, ist vor dem Hintergrund der angeführten Lehr-Lern-Theorie plausibel (Baumert et al., 2004, Kleickmann, 2012; Klieme et al., 2006). Alle drei Maßnahmen setzen Impulse zum vertieften Nachdenken und wurden als lernwirksam identifiziert. So konnte in der Metaanalyse von Seidel und Shavelson (2007) beispielsweise gezeigt werden, dass für Verstehensprozesse kognitiv herausfordernde, gut strukturierte Lernangebote (einschließlich Fragen) und eine lernprozessbezogene adaptive Lernunterstützung wichtig sind. Dies sind beides Elemente, die sich in den drei eingesetzten kognitiv aktivierenden Maßnahmen finden lassen. So hilft das „*Einfordern von Begründungen*“ Lernenden dabei, sich zu strukturieren, es aktiviert das Vorwissen der Lernenden und hilft ihnen beim Reflektieren (Becker-Mrotzek et al., 2014; Kellogg & Raulerson, 2007; Schnotz, 2006). Die Metaanalyse von Marzano und Kolleginnen (2001) zeigte, dass u.a. *Gemeinsamkeiten und Unterschiede identifizieren* ein Merkmal eines qualitativ vollen Unterrichts ist. Das *Provozieren eines kognitiven Konflikts* identifizierten

Schwichow et al. (2016) als effektivsten Moderator auf den Lernerfolg neben sechs weiteren Moderatoren. Durch diese Maßnahmen kann die kognitive Aktivität der Lernenden erhöht und so das Ziel eines kognitiv aktivierenden Unterrichts erreicht werden. Kognitive Aktivierung ist an kein spezifisches Inszenierungsmuster gebunden und auf der Oberflächenstruktur von Unterricht nicht zwingend erkennbar (Hugener et al., 2007; Pauli et al., 2008). Dennoch kann ein positiver Zusammenhang zwischen kognitiv aktivierendem Unterricht und Leistungsentwicklung von Lernenden nachgewiesen werden (Baumert & Kunter, 2011a; Kleickmann et al., 2020; Lipowsky, 2015; Praetorius et al., 2018). Die drei in der vorliegenden Arbeit eingesetzten Maßnahmen können in der Theorie unter einem Konstrukt zusammengefasst werden, da sie auf tiefenstrukturelle Merkmale von Unterricht zielen und taxonomisch zusammenhängen (Baumert et al., 2004; Klieme et al., 2006; Lipowsky, 2015).

Auch belegten die Daten des Raschmodells eine gute Passung, allerdings unterscheidet das Instrument nicht gut zwischen Studierenden mit mittleren und hohen Fähigkeiten. Zwischen Personen mit geringen und mittleren Fähigkeiten differenziert es hingegen sehr gut, was für die Identifikation von Lernständen bedeutend ist. Für die Abbildung der gesamten Spannbreite an Kompetenzen wäre es wünschenswert, mehr anspruchsvollere Textvignetten zu konzipieren. Dennoch weisen die sehr guten Infit- und Outfit-Werte darauf hin, dass die entwickelten Vignetten produktiv für die Messung sind. Somit kann davon ausgegangen werden, dass das Konstrukt durch geeignete Items abgebildet wird und keine systematischen Messfehler vorliegen. Daher ist das Instrument zum *Erkennen kognitiv aktivierender Maßnahmen* gut geeignet. Im folgenden Kapitel wird erklärt und diskutiert, wie die eingesetzten Komparata zueinanderstehen.

### **IV.3.2. Komparata und Relation**

Ziele dieser Arbeit waren einerseits, den Einfluss der Maßnahme „Vergleiche anregen“ auf den Abruf von Vorwissen und das Lernen zu überprüfen, und andererseits evidenzbasiert qualitativ hochwertige Seminarmaterialien zu entwickeln. Um den strukturellen Aufbau der



eingesetzten Textvignetten zu verdeutlichen, folgt anbei eine exemplarische Textvignette mit zwei Standards aus dem Instrument *Studie 1 Vorwissen mit Vergleichen aktivieren*.

### **Textvignette im Kontext Magnetismus**

**Standard 1:** Peter sagt: „Der Magnet zieht nur silberne Dinge an.“

Lehrerin: „Hm, erinnere dich mal, was war mit der roten Büroklammer?“

**Standard 2:** Sabine sagt: „Ein Magnet hält nur an kleinen Dingen!“

Lehrerin: „So wie die Heizung?“

### **Mögliche Gespräche:**

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Ok, und was passiert mit dem Magnet am Alutopf?“
- b) „Überlege mal, bist du sicher, dass alle Dinge aus Metall magnetisch sind?“
- c) „Erinnere dich mal an die Eisenkugel, was passierte mit dem Magneten?“

Das übergeordnete Merkmal aller eingesetzten Textvignetten ist die kognitive Aktivierung. Die Komparata sind die Standards der Textvignetten, und das taxonomische Tertium Comparationis der Standards ist die konkrete kognitiv aktivierende Maßnahme (von Sass, 2011; Zelditch, 1971). Aus dem breiten Repertoire der kognitiv aktivierenden Maßnahmen wurden die Maßnahmen *kognitive Konflikte provozieren*, *Begründungen einfordern* und *Vergleichen anregen* ausgewählt (Kleickmann, 2012; Klieme et al., 2006; Kunter & Voss, 2011; Lipowsky & Bleck, 2019). Jede Antwortoption der Textvignetten enthält ein gemeinsames Tertium Comparationis mit den Standards. In der oben angeführten Beispielvignette ist die richtige Lösung Antwort a). Sowohl die Standardgespräche als auch Antwort a) haben das taxonomische Tertium Comparationis, einen *kognitiven Konflikt zu provozieren* (Festinger, 1954; Bereiter & Scardamalia, 1993; Schwichow et al., 2016). Die Antwortoptionen b) und c) weisen ein perzeptuelles Tertium Comparationis auf, das gezielt als Distraktor eingefügt wurde (Asmuth & Gentner, 2017; Gentner & Hoyos, 2017; Rakison & Lawson, 2013; Sloutsky & Fisher, 2004). Tatsächlich ließen sich viele Studierende von den

Distraktoren ablenken. Studierende, die fälschlicherweise Antwort c) wählten, begründeten ihre Auswahl damit, dass die Lehrerin in Antwort c) und im ersten Standardgespräch dem Kind den gleichen Auftrag gibt, sich an frühere Erfahrungen zu erinnern und daran anzuknüpfen. Vor allem die ähnliche Satzstruktur und die identischen Wörter (*Erinnere dich mal...*) wurden wahrgenommen und beeinflussten die Auswahl (Asmuth & Gentner, 2017). Dies weist auf fehlendes Fachwissen hin, da perzeptuelle Vergleiche häufig von Personen vorgenommen werden, die wenig Vorwissen über die Komparata vorweisen (Christie & Gentner, 2010; Goddu et al., 2020; Sloutsky & Fisher, 2004; Smith & Gentner, 2012).

Gemäß der Differenzierung von Kategorien von Markman und Rein (2013) gehören die Textvignetten zur vierten Kategorie, der *Rollenkategorie*, da alle Textvignetten aufgrund ihrer Funktion (nämlich kognitiv aktivierende Maßnahmen zu verdeutlichen) und nicht aufgrund von perzeptuellen Merkmalen zusammengefasst werden. Goldwater und Schalk (2016) folgend werden die Textvignetten hingegen zur relationalen Kategorie eingeteilt, da ihre Relation wenig offensichtlich und das Tertium Comparationis nur mit Vorwissen des Vergleichenden zu identifizieren ist. In Bezug auf die Konstruktion und den Einsatz der Textvignetten in dieser Studie sind demnach beide Einteilungen möglich.

Die deskriptive Auswertung des Posttests zeigt, dass durch die Intervention gelernt werden konnte und viele kognitiv aktivierende Maßnahmen in den Textvignetten richtig erkannt wurden. Mit Ausnahme einer Wiederholungsvignette bearbeiteten erwartungsgemäß die Gruppen mit zwei Standards in allen Teilstudien die Textvignetten besser als die Gruppen mit einem Standard, was Ergebnissen anderer Studien zu Vergleichsprozessen entspricht (Hardy et al., 2020; Imai et al., 1994; Gentner & Namy, 1999; Rolfes, 2017; Saalbach & Imai, 2006; Saalbach & Schalk, 2011; Ziegler, 2011; Ziegler & Stern, 2014).

Auffällig ist jedoch, dass die Textvignetten im Kontext *Vergleiche anregen* in beiden Studien, in allen Gruppen und zu allen Messzeitpunkten die geringste Lösungsrate aufwiesen. Dies lässt darauf schließen, dass der Schwierigkeitsgrad dieser Textvignetten höher als die der

beiden anderen Textvignetten *Konflikte provozieren* und *Begründungen einfordern* ist, was auch inferenzstatistisch vom Rasch-Modell gezeigt wurde.

Vermutlich hat die erhöhte Erschwernis multifaktorielle Gründe. Zum einen könnte es daran liegen, dass *Vergleiche anregen* den Studierenden als kognitiv aktivierende Maßnahme weniger geläufig ist. Zum anderen ist es denkbar, dass das *Einfordern von Begründungen* mit Alltagswissen identifiziert werden kann, während die Maßnahme *Vergleiche anregen* fachdidaktisches Wissen voraussetzt.

Darüber hinaus liegt es vermutlich auch an der Konzeption der richtigen Antwortoptionen. Diese sind inhaltlich bei den Textvignetten im Kontext *Vergleiche anregen* schwieriger als bei den Vignetten der anderen beiden Maßnahmen zu erkennen. Während bei den Textvignetten im Kontext *Vergleiche anregen* die Lehrperson einzelne Objekte (z.B. Suppenlöffel, kleiner Löffel) aufzählt, verwendet die Lehrperson in der Lösungsoption jeweils ein Kollektivum (z.B. Besteck). Dies erfassten die Studierenden möglicherweise nicht oder es führte zu einer verstärkten Verunsicherung. Die Vergleichsvignetten wurden jedoch bewusst so konzipiert, da eine wiederholte Aufzählung zweier Objekte in der richtigen Antwortoption zu stark auf die korrekte Lösung verwiesen und es so eventuell zu Deckeneffekten geführt hätte. Für eine zukünftige Studie wäre es denkbar, die Textvignetten zusätzlich mit graphischen Darstellungen zu bereichern, da die Verwendung von graphischen Inhalten in der Metastudie von Alfieri und Kollegen (2013) als eine von vier Variablen identifiziert wurde, die Lernwirksamkeit zuverlässig moderiert.

### **IV.3.3. Der Vergleichende**

Ein bedeutender Faktor, der das Ergebnis von Vergleichen beeinflusst, ist das Vorwissen des Vergleichenden (Mussweiler & Gentner, 2007; Namy & Gentner, 2002; von Sass, 2011). Geringes Vorwissen kann dazu führen, dass sich der Vergleichsfokus lediglich auf perzeptuelle Merkmale bezieht und taxonomische Beziehungen nicht erkannt werden oder

diesen keine Bedeutung beigemessen wird (Christie & Gentner, 2010; Goddu et al., 2020; Sloutsky & Fisher, 2004; Smith & Gentner, 2012). Lehramtsstudierende bauen in den ersten Semestern theoretisches Wissen zur kognitiven Aktivierung auf. Dennoch ist davon auszugehen, dass sie beim *Erkennen von kognitiv aktivierenden Maßnahmen* im Unterricht Novizen sind, da sie in beiden hier dargestellten Studien dazu neigten, perzeptuell zu vergleichen (siehe auch Christie & Gentner, 2010; Goddu et al., 2020; Sloutsky & Fisher, 2004). So schnitten gemäß der Erwartung Studierende, die den Gruppen mit zwei Standards zugeteilt waren, sowohl in *Studie 1 Vorwissen mit Vergleichen aktivieren* als auch in *Studie 2 Lernen mit Vergleichen* während der Intervention überwiegend und im Posttest durchweg am besten ab (detaillierte Ergebnisse Kapitel II.**Error! Reference source not found.** und Kapitel III.**Error! Reference source not found.**; Genter & Namy, 1999; Rittle-Johnson & Star, 2011; Saalbach & Imai, 2006; Saalbach & Schalk, 2011).

Vermutlich waren die Textvignetten für die Studierenden mit nur einem Standard schwieriger zu lösen, da durch das Fehlen des zweiten Standards taxonomische Bezüge weniger offensichtlich waren und sie den Fokus eher auf perzeptuelle Distraktoren wie beispielsweise Semantik, Satzbau und gleiche Wörter legten (Asmuth & Gentner, 2017). Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die Präsentation eines zweiten Standards der Neigung von Novizen, sich auf perzeptuelle Merkmale zu fokussieren, entgegenwirkt. Ähnliche Ergebnisse wurden auch in anderen Studien zum Einsatz von Vergleichen gefunden (Hardy et al., 2020; Margraf & Schneider, 2009; Richland et al., 2007; Saalbach & Schalk, 2011; Ziegler et al., 2018). Besonders vorteilhaft scheint ein zweiter Standard beim Lösen unbekannter und anspruchsvoller Aufgabenformate zu sein, da die Gruppen mit zwei Standards die erste Textvignette und die schwierigsten Textvignetten im Kontext *Vergleiche anregen* signifikant besser lösten.

Es ist davon auszugehen, dass zwei Standards den Abruf von Vorwissen und das Lernen unterstützen, da gewinnbringende Vergleichsprozesse durch den zweiten Standard ausgelöst

werden. Dem Vergleichenden stehen durch den zweiten Standard und den fokussierten Abgleich miteinander mehr Informationen zur Verfügung. Das Erkennen taxonomischer Gemeinsamkeiten (wie bspw. kognitiver Konflikt) wird dadurch erleichtert und der Vergleichende kann induktiv auf die Zielkategorie schließen (Goswami, 2011; Johnson-Laird & Khemlani, 2017; Markman & Rein, 2013). Im Anschluss kann er mit dem Wissen über die Zielkategorie nach ähnlichen Eigenschaften in den Auswahlmöglichkeiten suchen und deduktiv auf die korrekte Antwort schließen (Rehder, 2017b; Hayes & Heit, 2013; Markman & Rein, 2013).

Darüber hinaus konnte ein positiver Zusammenhang zwischen Fachwissen und dem Erkennen taxonomischer Merkmale sowohl bei den geschlossenen als auch bei den offenen Antwortformaten gefunden werden. Personen mit mehr Fachwissen konnten die kognitiv aktivierenden Maßnahmen eher erkennen. Dies untermauert die Annahme, dass Personen mit mehr Vorwissen eher taxonomisch vergleichen (Gentner, 1988; Imai et al., 1994; Richland et al., 2007). Außerdem bestätigen die Ergebnisse die Knowledge-is-Power-Hypothese, da die Gruppe mit mehr bereichsspezifischem Wissen auch mehr lernte (van den Bos, 2007). Beim Vergleich der Gruppen mit einem Standard mit den Gruppen mit zwei Standards wurde die Relevanz des Fachwissens für das *Erkennen kognitiv aktivierender Maßnahmen* signifikant. Dies impliziert, dass Fachwissen für die Gruppe mit einem Standard wichtiger zu sein scheint, während die Bedeutung des Fachwissens für die Gruppe mit zwei Standards für die Bearbeitung der Textvignetten nicht so sehr ins Gewicht fällt. Daraus lässt sich schließen, dass das Anregen von Vergleichsprozessen für Personen mit fehlendem Fachwissen besonders gewinnbringend ist. Im Hinblick auf den Matthäuseffekt könnte durch den Einsatz von Vergleichsprozessen fehlendes Vorwissen möglicherweise kompensiert werden (Baumert et al., 2012).

Zu betonen ist, dass sich die beiden Experimentalgruppen sowohl während der Intervention als auch über die Zeit einander angleichen und keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen mit ein und zwei Standards im Follow-Up-Test und der Transferaufgabe

festgestellt werden konnten. Diese Ergebnisse widersprechen beispielsweise den Befunden einer Studie zum Vergleichsverfahren im Mathematikunterricht von Ziegler und Stern (2014). Die Experimentalgruppe, die zum Vergleichen angeregt wurde, schnitt zunächst schlechter ab als die Gruppe ohne Vergleiche. In den Folgetests nahm das Wissen dieser Gruppe dann jedoch deutlich gegenüber der Gruppe ohne Vergleiche zu. Diese Ergebnisse konnten die Forscherinnen in einem zweiten Experiment replizieren. Möglicherweise führt der Einsatz von Vergleichen beim Aufbau von mathematischem Fachwissen zunächst eher zu einer Überforderung als *beim Erkennen von kognitiv aktivierenden Maßnahmen*.

Das Angleichen der beiden Experimentalgruppen hängt wahrscheinlich auch mit dem Themenschwerpunkt der kognitiven Aktivierung des fortlaufenden Seminars zusammen. Durchgängig schnitten beide Experimentalgruppen besser als die Kontrollgruppe ab, die kein Seminar besuchte. Dies bestätigt, dass die Studierenden durch die Intervention und das Seminar unabhängig von ihrer Gruppenzugehörigkeit lernen konnten.

Zudem war vermutlich der Zeitraum zwischen Posttest, Follow-Up-Test und der Transferaufgabe zu lang, um noch Unterschiede aufdecken zu können. So gibt Holyoak (2012) an, dass das sofortige Testen nach Schlussfolgerungen aus Vergleichen die besten Resultate erzielt und im Anschluss weitere Unterstützung erforderlich ist, da sonst die Erkenntnisse aus den Vergleichen vergessen werden.

Auch könnte es sein, dass der zweite Standard bei Wiederholungsaufgaben an Bedeutung verliert, da Personen der Gruppe mit einem Standard zu vergangenen Textvignetten Bezüge herstellen können und lernen, Erkenntnisse zu übertragen. Dies stimmt mit Studienergebnissen von Goddu et al. (2020) überein, die zeigten, dass zugrunde liegende Gemeinsamkeiten zwischen Komparata erkannt und auf wiederkehrende Ereignisse transferiert werden können. Auch weisen die Ergebnisse der *Studie I Vorwissen mit Vergleichen aktivieren* darauf hin. Die Gruppe mit zwei Standards schnitt zwar durchweg am besten ab, jedoch wiesen

mit einer Ausnahme alle Gruppen bei Textvignetten, die eine Maßnahme das zweite oder dritte Mal thematisierten, eine bessere Lösungsrate auf.

#### IV.3.4. Der Referenzpunkt

Das *Tertium Comparationis* ist das gemeinsame Merkmal, welches den Entitäten innewohnt. Der *Referenzpunkt* ist der Fokus, auf den der Vergleich ausgerichtet ist. Entweder konstruiert sich der Vergleichende den Referenzpunkt selbst oder er bekommt ihn von außen präsentiert (von Sass, 2011). In dieser Studie ist das taxonomische *Tertium Comparationis* die kognitiv aktivierende Maßnahme *kognitiven Konflikt provozieren, Begründungen einfordern* oder *Vergleiche anregen* und der Referenzpunkt ist der Hinweis in der Aufgabenbeschreibung, dass die Textvignetten im Hinblick auf kognitive Aktivierung untersucht werden sollen sowie der Hinweis, dass die Zielkategorie die gleiche kognitiv aktivierende Maßnahme ist wie die im Standardgespräch. In *Studie 1 Vorwissen mit Vergleichen aktivieren* wurde der Abruf von Vorwissen unter vier Bedingungen (*mit/ohne Referenzpunkt; zwei Standards/ein Standard*) verglichen.

Entsprechend der Literatur schnitten über alle Textvignetten die Gruppen mit zwei Standards besser ab als die Gruppen mit einem Standard (Saalbach & Schalk, 2011; Genter & Namy 1999). Am besten schnitt die Gruppe eins (*mit Referenzpunkt; zwei Standards*) ab. Die Gruppe zwei (*ohne Referenzpunkt; zwei Standards*) konnte das Vorwissen besser abrufen als die Gruppen drei und vier mit nur jeweils einem Standard.

Daraus folgt, dass die Präsentation eines Referenzpunkts höchstwahrscheinlich die Erschließung der Zielkategorie unterstützt, da sich die Studierenden diese durch die Vorgabe nicht mehr selbst erschließen müssen, was sie kognitiv entlastet. Der Referenzpunkt hilft, Vorwissen abzurufen, und die Fokussierung auf relevante Merkmale wird gefördert (Margraf & Schneider, 2009; Namy & Gentner, 2002; Richland et al., 2007; Saalbach & Schalk, 2011).

Darüber hinaus zeigte sich, dass der Referenzpunkt nur den Gruppen mit zwei Standards zu einer besseren Lösungsrate verhalf. Dies ähnelt den Ergebnissen einer Studie von Hardy et al. (2020). Auch in dieser Studie verstärkten verbale Hinweise zum taxonomischen Referenzpunkt der Komparata den Lerneffekt nicht. Dies widerspricht allerdings der vorherigen Annahme, dass der Referenzpunkt den Abruf des Vorwissens in allen Gruppen unterstützt. Erklären lässt sich dieser Widerspruch dadurch, dass Studierende auch im Master noch Novizen sind. Schließlich haben sie wenig Unterrichtserfahrung und die Textvignetten sind sehr praxisnah. Vermutlich konnten sie entgegen der Erwartung nicht vom Referenzpunkt profitieren, da sie über wenig Vorwissen zur Thematik der kognitiven Aktivierung verfügten. Ohne Fachwissen zur Zielkategorie und ohne die fehlende Unterstützung eines zweiten Standards zum Vergleichen, scheint das alleinige Nennen des Fachbegriffes als Referenzpunkt keinen Vorteil zu ergeben. So wird trotz Hinweisen zum taxonomischen Tertium Comparationis auf perzeptuelle Wahrnehmung zurückgegriffen, da Wissen über taxonomische Merkmale einer Kategorie fehlt (Gentner & Hoyos, 2017; Sloutsky & Fisher, 2004). Zwar können ein Referenzpunkt und zwei Standards fehlendes Vorwissen nicht ersetzen, jedoch können durch die Präsentation dieser Elemente induktive und deduktive Prozesse des Vergleichenden unterstützt werden, sodass er auf die taxonomische Kategorie schließen kann (Asmuth & Gentner, 2017; Gentner & Rattermann, 1991; Goddu et al. 2020; Goswami, 2001; Waldmann, 2017).

Der Referenzpunkt war nur Untersuchungsgegenstand von *Studie 1 Vorwissen mit Vergleichen aktivieren*. In *Studie 2 Lernen mit Vergleichen* konnte die Wirksamkeit des Referenzpunktes auf das Lernen nicht überprüft werden, da diese Studie in ein Seminar eingebunden war und dieses nicht theoriefrei gehalten werden kann.



## IV.4. Limitationen

Diese Dissertation weist einige Limitationen auf, die sich auf die Messinstrumente, die Intervention und mögliche Korrelate beziehen. Sowohl das Prä-Post-Instrument als auch die Intervention enthielten mit den drei Maßnahmen *kognitive Konflikte provozieren*, *Begründungen einfordern* und zum *Vergleichen auffordern* lediglich einen kleinen Ausschnitt des umfangreichen Repertoires von kognitiv aktivierenden Maßnahmen. Daher wäre es möglich, dass die Studierenden zu anderen Maßnahmen über mehr Vorwissen verfügen und dieses auch abrufen können. Ein größeres Spektrum aus Textvignetten zu weiteren kognitiv aktivierenden Maßnahmen zu entwickeln und einzusetzen wäre demnach gewinnbringend. Der zeitliche Aufwand einer Seminarsitzung für die Intervention mit sieben Textvignetten und ausführlicher Reflexion erschien jedoch für das Ziel der Studie aussagekräftig genug. Ein erweitertes Spektrum an kognitiv aktivierenden Maßnahmen und dazugehörigen Textvignetten hätte zusätzliche Seminarsitzungen benötigt und wäre somit vermutlich weniger ökonomisch.

Eine Limitation ist zudem, dass beim Bearbeiten der Textvignetten in *Studie 1* *Vorwissen durch Vergleiche aktivieren* eine hohe Ratewahrscheinlichkeit von 33 Prozent vorlag, da die Vignetten nur drei Antwortoptionen enthielten. Um dem entgegenzuwirken, wurden für die *zweite Studie Lernen mit Vergleichen* offene Begründungen eingefordert, wodurch der potenzielle Einfluss der Ratewahrscheinlichkeit abgemildert werden konnte.

Das eingesetzte Prä-Post-Instrument mit dem Fachthema Magnetismus differenziert gut zwischen Personen mit niedrigen und mittleren Fähigkeiten, allerdings kann es nicht zufriedenstellend zwischen Personen mit mittleren und hohen Fähigkeiten unterscheiden. Um das gesamte Kompetenzspektrum abzubilden, wäre die Konzeption anspruchsvollerer Items nötig. Allerdings sind die entwickelten Items ideal für das Ziel dieser Arbeit, die Verständnisschwierigkeiten der Studierenden zu identifizieren. Darüber hinaus weisen die sehr guten Infit- und Outfit-Werte darauf hin, dass die Variablen für die Messung produktiv sind

und keine systematischen Messfehler vorliegen. Somit wird das Konstrukt der kognitiven Aktivierung durch geeignete Items abgebildet.

In einer Folgestudie wäre es interessant, den Einfluss von kognitiven Fähigkeiten, insbesondere der verbalen Kompetenzen, auf das *Erkennen von kognitiv aktivierenden Maßnahmen* zu überprüfen. Kognitive Fähigkeiten wurden zwar mit Matrizen und mentalen Rotationsaufgaben erhoben, diese bilden allerdings lediglich Aspekte räumlicher Fähigkeiten ab. Räumliches Orientierungsvermögen weist zwar auf kognitive Fähigkeiten hin, jedoch könnte es sein, dass verbale Kompetenzen für die Bearbeitung von Textvignetten ausschlaggebender sind (Cattell, 1963). Es ist denkbar, dass Personen mit geringeren kognitiven Fähigkeiten in verbalen Bereichen mehr von einem zweiten Standard profitieren als Personen mit hohen kognitiven Fähigkeiten. Dies sollte in einer zukünftigen Studie Berücksichtigung finden.

Trotz der Limitationen lässt sich aus den Ergebnissen der Dissertation schließen, dass das Anregen von Vergleichsprozessen eine lernwirksame Lehrmethode ist und es gewinnbringend sein könnte, diese vermehrt in der Hochschullehre zu implementieren.

## IV.5. Fazit und Implikationen

Auf Grundlage der gewonnenen Ergebnisse können sowohl weiteres Forschungspotenzial identifiziert als auch Schlussfolgerungen für die Praxis gezogen werden. Beides wird im Folgenden präsentiert.

*Implikationen für die Forschung.* Das Angebots-Nutzungs-Modell der Wirkungsweise von Unterricht zeigt, dass ein gutes Bildungsangebot zum einen durch die Qualität der Lehrprozesse und zum anderen durch die Qualität des Lehr-Lern-Materials beeinflusst wird (Helmke, 2012). So können die eingesetzten Textvignetten dieser Studie als das Angebot (Unterricht), die Bearbeitung der Textvignetten während der Intervention als Nutzung

(Lernaktivität), die Testergebnisse als Wirkungen (Ertrag) und das Fachwissen sowie die kognitiven Fähigkeiten der Studierenden als Lernpotenzial in dem Modell verortet werden.

Im Hinblick auf das Angebots-Nutzungs-Modell der Wirkungsweise von Unterricht (Helmke, 2012) konnten jedoch nicht alle wichtigen Komponenten des Modells in dieser Studie ausreichend beleuchtet werden. Sie sollten in zukünftigen Studien in den Blick genommen werden. Ein bedeutender Aspekt ist beispielsweise die Rolle der Dozierenden. In dieser Studie wurde beispielsweise nicht behandelt, welchen Einfluss das Professionswissen der Dozierenden auf die Lernaktivitäten der Studierenden hat. Könnten durch spezifische Schulungen, in denen die Grundlagen des Vergleichens mit den Dozierenden erarbeitet werden, Seminare lernwirksamer werden? Darüber hinaus könnten in einer weiteren Studie die entwickelten Textvignetten in einem Onlinetool ohne die Anwesenheit eines Dozierenden eingesetzt werden. Die Ergebnisse der Onlinestudie könnten dann mit den Ergebnissen dieser Dissertation verglichen werden. Ein weiterer Aspekt sind Fragen zum Kontext der Lehrveranstaltung: Es stellt sich die Frage, wie oft Vergleiche im Rahmen der Lehrveranstaltung eingesetzt werden sollten, um möglichst lernwirksam zu sein. Außerdem könnte überprüft werden, ob sich Vergleiche als kognitiv aktivierende Maßnahme auch in anderen Fächern als ertragreich erweisen.

*Implikationen für die Praxis.* Die Evaluation zeigte, dass das Textvignettenset der *Studie 1 Vorwissen mit Vergleichen aktivieren* mit zwei Standards und Referenzpunkt das Vorwissen der Studierenden am besten abrufte. Beide Experimentalgruppen der *Studie 2 Lernen mit Vergleichen* konnten Wissen zur kognitiven Aktivierung und situationsspezifische Fähigkeiten auf- bzw. ausbauen. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass Fachwissen den weiteren Wissensaufbau begünstigt, jedoch ein zweiter Standard fehlendes Fachwissen ausgleichen kann. Daher wäre es gewinnbringend, wenn Dozierende beim Konzipieren ihrer Lehrveranstaltung überprüfen, an welcher Stelle das gezielte Auffordern zum Vergleichen vorteilhaft wäre, um das Vorwissen der Studierenden zu aktivieren und sie beim Lernen zu

unterstützen. Für einen möglichst effektiven Einsatz von Vergleichen ist es von Bedeutung, dass die dargebotenen Standards mindestens ein gemeinsames taxonomisches Merkmal aufweisen. Zusätzlich ist ein adäquater Referenzpunkt anzubieten, um den Fokus auf den Lerngegenstand und taxonomische Strukturen zu lenken (Richland et al., 2007). Ebenso von Bedeutung ist die Aufarbeitung durch die Dozierenden im Anschluss an das Vergleichen. Die Dozierenden sollten Bezüge und gemeinsame Prinzipien der Komparata wiederholt thematisieren, damit die Erkenntnisse ins Langzeitgedächtnis überführt werden können (Holyoak, 2012).

*Fazit.* In dieser Arbeit wurde gezeigt, dass der Einsatz von Vergleichen für den Abruf von Vorwissen und für das Lernen in der Hochschullehre gewinnbringend ist. Darüber hinaus wurde gezeigt, dass die entwickelten Instrumente lernwirksam sind und dass es sich bei den konzipierten Textvignetten um qualitativ hochwertige Seminarmaterialien handelt, die in Lehramtsstudiengängen in der Hochschullehre genutzt werden können, um den Aufbau von Wissen zur kognitiven Aktivierung und das *Erkennen kognitiv aktivierender Maßnahmen* zu fördern.

## Literaturverzeichnis

- Alfieri, L., Nokes-Malach, T. J., & Schunn, C. D. (2013). Learning through case comparisons: A meta-analytic review. *Educational Psychologist, 48*(2), 87–113.
- Anderson, J. R., Bothell, D., Byrne, M. D., Douglass, S., Lebiere, C., & Qin, Y. (2004). An integrated theory of the mind. *Psychological Review, 111*(4), 1036–1060.
- Arnold, K.-H. (2009). Lehren und Lernen. In K.-H. Arnold, U. Sandfuch & J. Wiechmann (Hrsg.), *Handbuch Unterricht* (S. 30–36). Klinkhardt.
- Asmuth, J., & Gentner, D. (2017). Relational categories are more mutable than entity categories. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 70*(10), 2007–2025.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1968). *Educational psychology: A cognitive view* (Bd. 6). Rinehart und Winston.
- Ball, D. L. (2000). Bridging practices: Intertwining content and pedagogy in teaching and learning to teach. *Journal of Teacher Education, 51*(3), 241–247.
- Barth, V. L. (2017). *Professionelle Wahrnehmung von Störungen im Unterricht*. Springer VS.
- Baumert, J., & Köller, O. (2000). Unterrichtsgestaltung, verständnisvolles Lernen und multiple Zielerreichung im Mathematik- und Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. In J. Baumert & O. Köller (Hrsg.), *TIMSS/III: Dritte internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn* (S. 271–315). Leske und Budrich.
- Baumert, J., & Kunter, M. (2011a). Das Kompetenzmodell von COACTIV. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 29–53). Waxmann.
- Baumert, J., & Kunter, M. (2011b). Das mathematikspezifische Wissen von Lehrkräften, kognitive Aktivierung im Unterricht und Lernfortschritte von Schülerinnen und Schülern. In J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, M. Kunter & M. Neubrand

- (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 163–192). Waxmann.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M., & Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180. <https://doi.org/10.3102/0002831209345157>
- Baumert, J., Kunter, M., Brunner, M., Krauss, S., Blum, W. & Neubrand, M. (2004). Mathematikunterricht aus Sicht der PISA-Schülerinnen und -Schüler und ihrer Lehrkräfte. In M. Prenzel, J. Baumert, W. Blum, R. Lehmann, D. Leutner, M. Neubrand, R. Pekrun, H.-G. Rolff, J. Rost & U. Schiefele (Hrsg.) *PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs* (S. 314-354). Waxmann.
- Baumert, J., Nagy, G., & Lehmann, R. (2012). Cumulative advantages and the emergence of social and ethnic inequality: Matthew effects in reading and mathematics development within elementary schools? *Child Development*, 83(4), 1347–1367. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2012.01779.x>
- Becker-Mrotzek, M., Grabowski, J., Jost, J., Knopp, M., & Linnemann, M. (2014). Adressatenorientierung und Kohärenzherstellung im Text. Zum Zusammenhang kognitiver und sprachlicher realisierter Teilkompetenzen von Schreibkompetenz. *Didaktik Deutsch: Halbjahresschrift für die Didaktik der deutschen Sprache und Literatur*, 20(37), 21–43.
- Beesley, A. D., & Aphorp, H. S. (2010). Classroom instruction that works, Second Edition: Research Report. *Mid-continent Research for Education and Learning (McREL)*.
- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (1993). *Surpassing ourselves. An inquiry into the nature and implications of expertise*. Open Court.

- Bisra, K., Liu, Q., Nesbit, J. C., Salimi, F., & Winne, P. H. (2018). Inducing self-explanation: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 30(3), 703–725. <https://doi.org/10.1007/S10648-018-9434-X>
- Blanchette, I., & Dunbar, K. (2001). Analogy use in naturalistic settings: The influence of audience, emotion, and goals. *Memory & Cognition*, 29(5), 730–735.
- Blömeke, S. (2006). Globalization and educational reform in German teacher education. *International Journal of Educational Research*, 45(4-5), 315–324.
- Blömeke, S., Bremerich-Vos, A., Haudeck, H., Kaiser, G., Nold, G., & Schwippert, K. (2011). *Kompetenzen von Lehramtsstudierenden in gering strukturierten Domänen. Erste Ergebnisse aus TEDS-LT*. Waxmann.
- Blömeke, S., Gustafsson, J. E., & Shavelson, R. J. (2015). Beyond dichotomies – competence viewed as a continuum. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 3–13.
- Blumberg, E., Hardy, I., & Möller, K. (2008). Anspruchsvolles naturwissenschaftsbezogenes Lernen im Sachunterricht der Grundschule – auch für Mädchen. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 1(2), 59–72.
- Bransford, J. D., & Johnson, M. K. (1972). Contextual prerequisites for understanding: Some investigations of comprehension and recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11(6), 717–726.
- Brewer, C. (2008). *Scientific literacy in the classroom*. American Institute of Biological Sciences.
- Brod, G. (2021). Generative learning: Which strategies for what age? *Educational Psychology Review*, 33(4), 1295–1318.
- Bromme, R., & Haag, L. (2004). Forschung zur Lehrerpersönlichkeit. In W. Helsper & J. Böhme (Hrsg.), *Handbuch der Schulforschung* (S. 777–793). VS Verlag für Sozialwissenschaften.

- Brovelli, D., Bölsterli, K., Rehm, M., & Wilhelm, M. (2013). Erfassen professioneller Kompetenzen für den naturwissenschaftlichen Unterricht: Ein Vignettentest mit authentisch komplexen Unterrichtssituationen und offenem Antwortformat. *Unterrichtswissenschaft, 41*(4), 306–329.
- Brunswig, A. (1910). *Das Vergleichen und die Relationserkenntnis*. B. G. Teubner.
- Buzan, T., & Buzan, B. (1995). *The Mind Map book*. BBC Books.
- Calker, F. (1822). *Denklehre oder Logik und Dialektik nebst einem Abriss der Geschichte und Literatur derselben*. Eduard Weber.
- Cattell, R. B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology, 54*(1), 1–22.
- Chan, C., Burtis, J., & Bereiter, C. (1997). Knowledge building as a mediator of conflict in conceptual change. *Cognition and Instruction, 15*(1), 1–40.  
[https://doi.org/10.1207/s1532690xci1501\\_1](https://doi.org/10.1207/s1532690xci1501_1)
- Chi, M. T. H. (1988). Children's lack of access and knowledge reorganization: An example from the concept of animism. In F. E. Weinert & M. Perlmutter (Hrsg.), *Memory development: Universal changes and individual differences* (S. 169–194.). Taylor and Francis.
- Chi, M. T. H. (2008). Three types of conceptual change: Belief revision, mental model transformation, and categorical shift. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (S. 61–82). Routledge.
- Chi, M. T. H. (2013). Two kinds and four sub-types of misconceived knowledge, ways to change it, and the learning outcomes. In S. Vosniadou (Hrsg.), *International handbook of research on conceptual change* (S. 49–70). Routledge.  
<https://doi.org/10.4324/9780203154472.ch3>



- Chi, M. T. H., Hutchinson, J. E., & Robin, A. F. (1989). How inferences about novel domain-related concepts can be constrained by structured knowledge. *Merrill-Palmer Quarterly*, 35(1), 27–62.
- Christie, S., & Gentner, D. (2010). Where hypotheses come from: Learning new relations by structural alignment. *Journal of Cognition and Development*, 11(3), 356–373.
- Clement, J. J., & Brown, D. E. (2008). Using analogies and models in instruction to deal with students' preconceptions. In J. J. Clement (Hrsg.), *Creative model construction in scientists and students* (S. 139–155). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6712-9\\_10](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6712-9_10)
- De Corte, E. (2000). Marrying theory building and the improvement of school practice: A permanent challenge for instructional psychology. *Learning and Instruction*, 10(3), 249–266. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(99\)00029-8](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(99)00029-8)
- Dean, C., Hubbell, E., Pitler, H., & Stone, B. (2012). *Classroom instruction that works: Research-based strategies for increasing student achievement*. Alexandria: Mid-continent Research for Education and Learning.
- Decristan, J., Klieme, E., Kunter, M., Hochweber, J., Büttner, G., Fauth, B., Hondrich, A. L., Rieser, S., Hertel, S., & Hardy, I. (2015). Embedded formative assessment and classroom process quality: How do they interact in promoting science understanding? *American Educational Research Journal*, 52(6), 1133–1159. <https://doi.org/10.3102/0002831215596412>
- Deunk, M. I., Doolaard, S., Smalle-Jacobse, A., & Bosker, R. J. (2015). *Differentiation within and across classrooms: A systematic review of studies into the cognitive effects of differentiation practices*. RUG/GION.
- Diehl, V., & Reese, D. D. (2010). Elaborated metaphors support viable inferences about difficult science concepts. *Educational Psychology*, 30(7), 771–791.

- Ditton, H. (2000). Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung in Schule und Unterricht. Ein Überblick zum Stand der empirischen Forschung. In A. Helmke, W. Hornstein & E. Terhart (Hrsg.), *Qualität und Qualitätssicherung im Bildungsbereich. Schule, Sozialpädagogik, Hochschule* (S. 73–92). Beltz 2000.
- Dochy, F. J. R. C. (1992). *Assessment of prior knowledge as a determinant for future learning*. Lemma B.V.
- Dochy, F. J. (1996). Assessment of domain-specific and domain-transcending prior knowledge: Entry assessment and the use of profile analysis. In M. Birenbaum & F.J.R.C. Dochy (Hrsg.), *Alternatives in assessment of achievements, learning processes and prior knowledge* (S. 227–264). Springer.
- Dochy, F. J., & Alexander, P. A. (1995). Mapping prior knowledge: A framework for discussion among researchers. *European Journal of Psychology of Education*, *10*, 225–242.
- Dochy, F., de Rijdt, C., & Dyck, W. (2002). Cognitive prerequisites and learning: How far have we progressed since bloom? Implications for educational practice and teaching. *Active Learning in Higher Education*, *3*(3), 265–284. <https://doi.org/10.1177/1469787402003003006>
- Dochy, F., Segers, M., & Buehl, M. M. (1999). The relation between assessment practices and outcomes of studies: The case of research on prior knowledge. *Review of Educational Research*, *69*(2), 145–186. <https://doi.org/10.3102/00346543069002145>
- Dreher, A., & Kuntze, S. (2015). Teachers' professional knowledge and noticing: The case of multiple representations in the mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, *88*(1), 89–114.
- Duff, D., Tomblin, J. B., & Catts, H. (2015). The influence of reading on vocabulary growth: A case for a Matthew effect. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *58*(3), 853–864. [https://doi.org/10.1044/2015\\_JSLHR-L-13-0310](https://doi.org/10.1044/2015_JSLHR-L-13-0310)

- Eckhardt, M., Urhahne, D., Conrad, O., & Harms, U. (2013). How effective is instructional support for learning with computer simulations? *Instructional Science*, *41*(1), 105–124. <https://doi.org/10.1007/s11251-012-9220-y>
- Einsiedler, W. (2012). 20 Jahre empirisch-quantitative Grundschulforschung: Rückblick und Ausblick. In F. Hellmich, S. Förster & F. Hoya (Hrsg.), *Bedingungen des Lehrens und Lernens in der Grundschule* (S. 19–38). VS Verlag für Sozialwissenschaften. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-19137-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-531-19137-9_2)
- Einsiedler, W., & Hardy, I. (2010). Kognitive Strukturierung im Unterricht. Einführung und Begriffsklärungen. *Unterrichtswissenschaft*, *38*(3), 194–209.
- Elsholz, U. (2019). Hochschulbildung zwischen Fachwissenschaft, Praxisbezug und Persönlichkeitsentwicklung. In T. Jenert, G. Reinmann & T. Schmohl (Hrsg.), *Hochschulbildungsforschung* (S. 7–21). Springer VS. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-20309-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-658-20309-2_2)
- Embretson, S. E., & Reise, S. (2000). *Item response theory for psychologists*. Erlbaum.
- Evens, M., Elen, J., Larmuseau, C., & Depaepe, F. (2018). Promoting the development of teacher professional knowledge: Integrating content and pedagogy in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, *75*, 244–258. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.07.001>.
- Fauth, B., Decristan, J., Rieser, S., Klieme, E., & Büttner, G. (2014). Student ratings of teaching quality in primary school: Dimensions and prediction of student outcomes. *Learning and Instruction*, *29*, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.07.001>
- Fauth, B., & Leuders, T. (2018). *Kognitive Aktivierung im Unterricht*. Landesinstitut für Schulentwicklung Stuttgart.
- Fend, H. (1981). *Theorie der Schule* (2. Aufl.). Urban & Schwarzenberg.
- Fend, H. (2000). Qualität und Qualitätssicherung im Bildungswesen. Wohlfahrtsstaatliche Modelle und Marktmodelle. In A. Helmke, W. Hornstein & E. Ewald (Hrsg.), *Qualität*

- und Qualitätssicherung im Bildungsbereich. Schule, Sozialpädagogik, Hochschule* (S. 55–72). Beltz.
- Festinger, L. (1954). A theory of social comparison processes. *Human Relations*, 7, 117–140.
- Field, Z., Miles, J., & Field, A. (2012). *Discovering statistics using R*. Sage.
- Fries, J. F. (1837). *System der Logik: Ein Handbuch für Lehrer und zum Selbstgebrauch*. Winter.
- Furtak, E. M., Kiemer, K., Circi, R. K., Swanson, R., de León, V., Morrison, D., & Heredia, S. C. (2016). Teachers' formative assessment abilities and their relationship to student learning: Findings from a four-year intervention study. *Instructional Science*, 44, 267–291.
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7, 155–170. [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(83\)80009-3](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(83)80009-3)
- Gentner, D. (1988). Metaphor as structure mapping: The relational shift. *Child development*, 59, 47–59.
- Gentner, D. (2010). Bootstrapping the mind: Analogical processes and symbol systems. *Cognitive Science*, 34(5), 752–775. <https://doi.org/10.1111/j.15516709.2010.01114.x>
- Gentner, D. (2016). Language as cognitive tool kit: How language supports relational thought. *American Psychologist*, 71(8), 650–657.
- Gentner, D., & Hoyos, C. (2017). Analogy and abstraction. *Topics in Cognitive Science*, 9(3), 672–693.
- Gentner, D., Loewenstein, J., & Thompson, L. (2003). Learning and transfer: A general role for analogical encoding. *Journal of Educational Psychology*, 95(2), 393–408. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.2.393>
- Gentner, D., Loewenstein, J., Thompson, L., & Forbus, K. D. (2009). Reviving inert knowledge: Analogical abstraction supports relational retrieval of past events. *Cognitive Science*, 33(8), 1343–1382. <https://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2009.01070.x>

- Gentner, D., & Markman, A. B. (1994). Structural alignment in comparison: No difference without similarity. *Psychological Science*, 5(3), 152–158. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1994.tb00652.x>
- Gentner, D., & Markman, A. B. (1997). Structure mapping in analogy and similarity. *American Psychologist*, 52(1), 45–56. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.52.1.45>
- Gentner, D., & Namy, L. L. (1999). Comparison in the development of categories. *Cognitive Development*, 14(4), 487–513. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(99\)00016-7](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(99)00016-7)
- Gentner, D., & Rattermann, M. J. (1991). Language and the career of similarity. In S. A. Gelman & J. P. Byrnes (Hrsg.), *Perspectives on language and thought: Interrelations in development* (S. 225–277). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511983689.008>
- Gentner, D., & Smith, L. (2012). Analogical reasoning. In V.S. Ramachandran (Hrsg.), *Encyclopedia of Human Behavior* (S. 130–136). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375000-6.00022-7>
- Gerstenberg, T., & Tenenbaum, J. B. (2017). Intuitive theories. In M. R. Waldmann (Hrsg.), *The Oxford handbook of causal reasoning* (S. 515–548). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199399550.013.28>
- Gimbel, K., & Ziepprecht, K. (2018). Vernetzung fachlicher und fachdidaktischer Lerninhalte im Rahmen einer situierten Lernumgebung zum Thema Genetik. In M. Meier, K. Ziepprecht & J. Mayer (Hrsg.), *Lehrerbildung in vernetzten Lernumgebungen* (S. 77–91). Waxmann.
- Glück, H. (2016). *Metzler Lexikon Sprache*. J. B. Metzler.
- Gobet, F. (2005). Chunking models of expertise: Implications for education. *Applied Cognitive Psychology*, 19(2), 183–204. <https://doi.org/10.1002/acp.1110>

- Goddu, M. K., Lombrozo, T., & Gopnik, A. (2020). Transformations and Transfer: Preschool children understand abstract relations and reason analogically in a causal task. *Child Development, 91*(6), 1898–1915. <https://doi.org/10.1111/cdev.13412>
- Gold, B., Hellermann, C., Burgula, K., & Holodynski, M. (2016). Fallbasierte Unterrichtsanalyse. Effekte von video- und textbasierter Fallanalyse auf kognitive Belastung, aufgabenspezifisches Interesse und die professionelle Unterrichtswahrnehmung von Grundschullehrerstudierenden. *Unterrichtswissenschaft, 44*(4), 322–338.
- Goldstone, R. L., Day, S., & Son, J. Y. (2010). Comparison. In B. Glatzeder, V. Goel & A. Müller (Hrsg.), *Towards a theory of thinking* (S. 103-121). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-03129-8\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-642-03129-8_7)
- Goldwater, M. B., & Schalk, L. (2016). Relational categories as a bridge between cognitive and educational research. *Psychological Bulletin, 142*(7), 729–757. <https://doi.org/10.1037/bul0000043>
- Goswami, U. (2001). Early phonological development and the acquisition of literacy. *Handbook of Early Literacy Research, 1*, 111–125.
- Goswami, U. (2011). Inductive and deductive reasoning. In U. Goswami (Hrsg.), *The Wiley-Blackwell handbook of childhood cognitive development* (2. Aufl., S. 399-419). Wiley-Blackwell.
- Gotwals, A. W., Philhower, J., Cisterna, D., & Bennett, S. (2015). Using video to examine formative assessment practices as measures of expertise for mathematics and science teachers. *International Journal of Science and Mathematics Education, 13*(2), 405–423. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9623-8>
- Grabner, R. H., Stern, E., & Neubauer, A. C. (2003). When intelligence loses its impact: Neural efficiency during reasoning in a familiar area. *International Journal of Psychophysiology, 49*(2), 89–98. [https://doi.org/10.1016/S0167-8760\(03\)00095-3](https://doi.org/10.1016/S0167-8760(03)00095-3)

- Gräsel, C., & Göbel, K. (2011). Unterrichtsqualität. In H. Reinders, H. Ditton, C. Gräsel & B. Gniewosz (Hrsg.), *Empirische Bildungsforschung* (S. 87–98). VS Verlag für Sozialwissenschaften. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-93021-3\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-531-93021-3_8)
- Greve, A., Cooper, E., Tibon, R., & Henson, R. N. (2019). Knowledge is power: Prior knowledge aids memory for both congruent and incongruent events, but in different ways. *Journal of Experimental Psychology: General*, *148*(2), 325–341. <http://dx.doi.org/10.1037/xge0000498>
- Grob, R., Schlesinger, M., Pace, A., Golinkoff, R. M., & Hirsh-Pasek, K. (2017). Playing with ideas: Evaluating the impact of the ultimate block party, a collective experiential intervention to enrich perceptions of play. *Child Development*, *88*(5), 1419–1434. <https://doi.org/10.1111/cdev.12897>
- Gruehn, S. (2000). *Unterricht und schulisches Lernen. Schüler als Quellen der Unterrichtsbeschreibung*. Waxmann.
- Guo, J.-P., Pang, M. F., Yang, L.-Y., & Ding, Y. (2012). Learning from comparing multiple examples: On the dilemma of “similar” or “different”. *Educational Psychology Review*, *24*(2), 251–269. <https://doi.org/10.1007/s10648-012-9192-0>
- Hanisch, A. K. (2018). *Kognitive Aktivierung im Rechtschreibunterricht: Eine Interventionsstudie in der Grundschule*. Waxmann.
- Harackiewicz, J. M., Barron, K. E., Tauer, J. M., & Elliot, A. J. (2002). Predicting success in college: A longitudinal study of achievement goals and ability measures as predictors of interest and performance from freshman year through graduation. *Journal of Educational Psychology*, *94*(3), 562–575. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.94.3.562>
- Hardy, I., Hertel, S., Kunter, M., Klieme, E., Warwas, J., Büttner, G., & Lühken, A. (2011). Adaptive Lerngelegenheiten in der Grundschule. Merkmale, methodisch-didaktische Schwerpunktsetzungen und erforderliche Lehrerkompetenzen. *Zeitschrift für Pädagogik*, *57*(6), 819–833.

- Hardy, I., Jonen, A., Möller, K., & Stern, E. (2006). Effects of instructional support within constructivist learning environments for elementary school students' understanding of „floating and sinking“. *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 307–326. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.98.2.307>
- Hardy, I., Saalbach, H., Leuchter, M., & Schalk, L. (2020). Preschoolers' induction of the concept of material kind to make predictions: The effects of comparison and linguistic labels. *Frontiers in Psychology*, 11, 531503. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.531503>
- Hardy, I., & Steffensky, M. (2013). *Spiralcurriculum Magnetismus. Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen – Elementarbereich* (Bd. 1). Friedrich Verlag.
- Harlen, W. (2001). Taking children's ideas seriously—influences and trends. *Primary Science Review*, 67, 14-17.
- Harr, N., Eichler, A., & Renkl, A. (2014). Integrating pedagogical content knowledge and pedagogical/psychological knowledge in mathematics. *Frontiers in Psychology*, 5, 924. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00924>
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
- Hattie, J. (2012a). Feedback in schools. In R. M. Sutton, M. J. Hornsey & K. M. Douglas (Hrsg.), *Feedback. The Communication of Praise, Criticism, and Advice* (S. 265–278). Peter Lang Publishing.
- Hattie, J. (2012b). *Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning*. Routledge.
- Hayes, B. K., & Heit, E. (2013). How similar are recognition memory and inductive reasoning? *Memory & Cognition*, 41(5), 781–795. <https://doi.org/10.3758/s13421-013-0297-6>
- Helmke, A. (2012). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts* (4. Aufl.). Klett Kallmeyer.



- Helmke, A., & Helmke, T. (2017). Unterrichtsdiagnostik als Ausgangspunkt für Unterrichtsentwicklung 1. In C. Fischer, C. Fischer-Ontrup, F. Käpnick, F.-J. Mönks & N. Neuber (Hrsg.), *Potenzialentwicklung, Begabungsförderung. Bildung der Vielfalt. Beiträge aus der Begabungsforschung* (S. 69–84). Waxmann.
- Helmke, A., & Schrader, F.-W. (2013). Angebots-Nutzungs-Modell der Wirkfaktoren akademischer Leistungen. In M. A. Wirtz (Hrsg.), *Dorsch. Lexikon der Psychologie* (S147–148). Hans Huber.
- Herrmann, A., Bürgermeister, A., Lange-Schubert, K., & Saalbach, H. (2021). Die Bedeutung von Partizipation und Scaffolding für die Leistung im naturwissenschaftlichen Sachunterricht in Klassen mit hohem und niedrigem Anteil mehrsprachiger Schüler\*innen. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, *14*(2), 305–323.  
<https://doi.org/10.1007/s42278-021-00112-z>
- Hiebert, J., & Grouws, D. A. (2007). The effects of classroom mathematics teaching on students' learning. *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, *1*(1), 371–404.
- Hirstein, A., Denn, A. K., Jurkowski, S., & Lipowsky, F. (2017). Entwicklung der professionellen Wahrnehmungs- und Beurteilungsfähigkeit von Lehramtsstudierenden durch das Lernen mit kontrastierenden Videofällen – Anlage und erste Ergebnisse des Projekts KONTRAST. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, *35*(3), 472–486.
- Hoesli Füeg, M. (2020). *Förderung von kompetenzorientiertem naturwissenschaftlichem Lehren und Lernen im Sachunterricht*. Pädagogische Hochschule Heidelberg.
- Hofstadter, D. R. (2001). Analogy as the core of cognition. *The Analogical Mind: Perspectives from Cognitive Science*, 499–538.
- Hogan, K. E., & Pressley, M. E. (1997). *Scaffolding student learning: Instructional approaches and issues*. Brookline Books.

- Holland, J. H., Holyoak, K. J., Nisbett, R. E., & Thagard, P. R. (1989). *Induction: Processes of inference, learning, and discovery*. MIT press.
- Holyoak, K. J. (2005). Analogy. In K. J. Holyoak & R. G. Morrison (Hrsg.), *The Cambridge handbook of thinking and reasoning* (S. 117–142). Cambridge University Press.
- Holyoak, K. J. (2012). Analogy and relational reasoning. In K. J. Holyoak & R. G. Morrison (Hrsg.), *The Oxford handbook of thinking and reasoning* (S. 234–259). Oxford University Press.
- Holyoak, K. J., & Koh, K. (1987). Surface and structural similarity in analogical transfer. *Memory & Cognition*, 15(4), 332–340.
- Holyoak, K. J., & Stamenković, D. (2018). Metaphor comprehension: A critical review of theories and evidence. *Psychological Bulletin*, 144(6), 641–671. <https://doi.org/10.1037/bul0000145>
- Hoth, J., Kaiser, G., Döhrmann, M., König, J., & Blömeke, S. (2018). A situated approach to assess teachers' professional competencies using classroom videos. In O. Buchbinder & S. Kuntze (Hrsg.), *Mathematics teachers engaging with representations of practice. A dynamically evolving field* (S. 23–45). Springer.
- Hsin, C.-T., & Wu, H.-K. (2011). Using scaffolding strategies to promote young children's scientific understandings of floating and sinking. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 656–666. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9310-7>
- Hugener, I. (2008). *Inszenierungsmuster im Unterricht und Lernqualität. Sichtstrukturen schweizerischen und deutschen Mathematikunterrichts in seiner Beziehung zur Schülerwahrnehmung und Lernleistung—Eine Videoanalyse* (Bd. 68). Waxmann.
- Hugener, I., Pauli, C., & Reusser, K. (2007). Inszenierungsmuster, kognitive Aktivierung und Leistung im Mathematikunterricht. Analyse der deutsch-schweizerischen Studie. In D. Lemmermöhle, M. Rothgangel, S. Bögeholz, M. Hasselhorn & R. Watermann (Hrsg.), *Professionell Lehren. Erfolgreich Lernen* (S. 109–122). Waxmann.

- Imai, M., Gentner, D., & Uchida, N. (1994). Children's theories of word meaning: The role of shape similarity in early acquisition. *Cognitive Development*, 9(1), 45–75.
- Johnson-Laird, P. N., & Khemlani, S. S. (2017). Mental models and causation. In M. R. Waldmann (Hrsg.), *Oxford handbook of causal reasoning* (S.147–168). Oxford University Press.
- Joos, T. A., Liefländer, A., & Spörhase, U. (2019). Studentische Sicht auf Kohärenz im Lehramtsstudium. *Kohärenz in der Lehrerbildung: Theorien, Modelle und empirische Befunde*, 51–67. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-23940-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-658-23940-4_4)
- Kellogg, R. T., & Raulerson, B. A. (2007). Improving the writing skills of college students. *Psychonomic bulletin & review*, 14(2), 237–242. <https://doi.org/10.3758/BF03194058>
- Kendeou, P., & O'Brien, E. J. (2015). Prior knowledge: Acquisition and revision. In P. Afflerbach (Hrsg.), *Handbook of individual differences in reading* (S. 151–163). Routledge.
- Kennedy, G., Coffrin, C., De Barba, P., & Corrin, L. (2015). Predicting success: How learners' prior knowledge, skills and activities predict MOOC performance. *Proceedings of the Fifth International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, 136–140. <https://doi.org/10.1145/2723576.2723593>.
- Klahr, D., & Li, J. (2005). Cognitive research and elementary science instruction: From the laboratory to the classroom, and back. *Journal of Science Education and Technology*, 14(2), 217–238. <https://doi.org/10.1007/s10956-005-4423-5>
- Klauer, K. J., & Leutner, D. (2012). *Lehren und Lernen. Einführung in die Instruktionspsychologie*. Beltz PVU.
- Klauer, K. J., & Phe, G. D. (2008). Inductive reasoning: A training approach. *Review of Educational Research*, 78(1), 85–123. <https://doi.org/10.3102/0034654307313402>

- Kleickmann, T. (2012). *Kognitiv aktivieren und inhaltlich strukturieren im naturwissenschaftlichen Sachunterricht*. IPN Leibniz-Institut f. d. Pädagogik d. Naturwissenschaften an d. Universität.
- Kleickmann, T. (2015). Professionelle Kompetenz von Primarschullehrkräften im Bereich des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 8(1), 7–22.
- Kleickmann, T., & Hardy, I. (2019). Vernetzung professionellen Wissens angehender Lehrkräfte im Lehramtsstudium. *Unterrichtswissenschaft*, 47(1), 1–6. <https://doi.org/10.1007/s42010-018-00035-2>
- Kleickmann, T., Praetorius, A.-K., & Rogh, W. (2020). Blinde Flecken des Modells der drei Basisdimensionen von Unterrichtsqualität? Das Modell im Spiegel einer internationalen Synthese von Merkmalen der Unterrichtsqualität. *Unterrichtswissenschaft*, 48(3), 303–318. <https://doi.org/10.1007/s42010-020-00072-w>
- Kleickmann, T., Praetorius, A.-K., & Steffensky, M. (2018). *Qualität naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Grundschule: Mehr als drei Basisdimensionen* [Vortrag]. 6. GEBF-Tagung, Basel, Schweiz. <https://unterrichtsforschung.dipf.de/de/arbeitsergebnisse/tagungsbeitraege/beitraege-als-pdf/geb-2018-kleickmann-praetorius-steffensky.pdf>
- Kleinknecht, M., Schneider, J., & Syring, M. (2014). Varianten videobasierten Lehrens und Lernens in der Lehrpersonenaus- und -fortbildung – Empirische Befunde und didaktische Empfehlungen zum Einsatz unterschiedlicher Lehr-Lern-Konzepte und Videotypen. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 32(2), 210–220. <https://doi.org/10.36950/bzl.32.2014.9613>
- Kleinknecht, M., & Steffensky, M. (2016). Wirkungen videobasierter Lernumgebungen auf die professionelle Kompetenz und das Handeln (angehender) Lehrpersonen. Ein Überblick

- zu Ergebnissen aus aktuellen (quasi-)experimentellen Studien. *Unterrichtswissenschaft*, 44(4), 305–321.
- Klieme E. (2019). Unterrichtsqualität. In M. Gläser-Zikuda, M. Harring & C. Rohlf's (Hrsg.), *Handbuch Schulpädagogik* (S. 393–408). Waxmann.
- Klieme, E., Lipowsky, F., Rakoczy, K., & Ratzka, N. (2006). Qualitätsdimensionen und Wirksamkeit von Mathematikunterricht. Theoretische Grundlagen und ausgewählte Ergebnisse des Projekts „Pythagoras“. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms* (S. 127–146). Waxmann.
- Klieme, E., & Rakoczy, K. (2008). Empirische Unterrichtsforschung und Fachdidaktik. Outcome-orientierte Messung und Prozessqualität des Unterrichts. *Zeitschrift für Pädagogik*, 54, 222–237. <https://doi.org/10.25656/01:4348>
- Klieme, E., Schümer, G., & Knoll, S. (2001). Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I: "Aufgabenkultur" und Unterrichtsgestaltung. In Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.), *TIMSS-Impulse für Schule und Unterricht. Forschungsbefunde, Reforminitiativen, Praxisberichte und Video-Dokumente* (S. 43–57). Medienhaus Biering.
- Klieme, E., & Vieluf, S. (2013). Schulische Bildung im internationalen Vergleich. Ein Rahmenmodell für Kontextanalysen in PISA. In N. Jude & E. Klieme (Hrsg.), *PISA 2009 – Impulse für die Schul- und Unterrichtsforschung*. 59. Beiheft der *Zeitschrift für Pädagogik* (S. 229–246). Beltz Juventa.
- Klieme, E., & Warwas, J. (2011). Konzepte der Individuellen Förderung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 57(6), 805–818. <https://doi.org/10.25656/01:8782>
- Knievel, I., Lindmeier, A. M., & Heinze, A. (2015). Beyond knowledge: Measuring primary teachers' subject-specific competences in and for teaching mathematics with items

- based on video vignettes. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(2), 309–329. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9608-z>
- Koehler, M., Yadav, A., Phillips, M., & Cavazos-Kottke, S. (2005). What is video good for? Examining how media and story genre interact. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 14(3), 249–272.
- Köller, O., Möller, J., & Möller, J. (2013). *Was wirkt wirklich? Einschätzungen von Determinanten schulischen Lernens*. Oldenbourg.
- Krause, U.-M., & Stark, R. (2006). Vorwissen aktivieren. In H. Mandl & H. F. Friedrich (Hrsg.), *Handbuch Lernstrategien* (S. 38–49). Hogrefe.
- Kunter, M., Brunner, M., Baumert, J., Klusmann, U., Krauss, S., Blum, W., Jordan, A., & Neubrand, M. (2005). Der Mathematikunterricht der PISA-Schülerinnen und -Schüler. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 8(4), 502–520. <https://doi.org/10.1007/s11618-005-0156-8>
- Kunter, M., & Ewald, S. (2016). Bedingungen und Effekte von Unterricht: Aktuelle Forschungsperspektiven aus der pädagogischen Psychologie. In N. McElvany, W. Bos, H. G. Holtappels, M. M. Gebauer & F. Schwabe (Hrsg.), *Bedingungen und Effekte guten Unterrichts. Dortmunder Symposium der Empirischen Bildungsforschung* (Bd. 1, S. 9–32). Waxmann.
- Kunter, M., & Klusmann, U. (2010). Kompetenzmessung bei Lehrkräften – Methodische Herausforderungen. *Unterrichtswissenschaften*, 38(1), 68–86.
- Kunter, M., Klusmann, U., Baumert, J., Richter, D., Voss, T., & Hachfeld, A. (2013). Professional competence of teachers: Effects on instructional quality and student development. *Journal of Educational Psychology*, 105(3), 805–820. <https://doi.org/10.1037/a0032583>
- Kunter, M., & Trautwein, U. (2013). *Psychologie des Unterrichts*. Utb.

- Kunter, M., & Voss, T. (2011). Das Modell der Unterrichtsqualität in COACTIV: Eine multikriteriale Analyse. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S.85–113). Waxmann.
- Kurtz, K. J., & Gentner, D. (2013). Detecting anomalous features in complex stimuli: The role of structured comparison. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 19(3), 219–232. <https://doi.org/10.1037/a0034395>
- Lamain, M., Scheerens, J., & Noort, P. (2017). Review and “vote count” analysis of OTL-effect studies. In J. Scheerens, M. Lamain, H. Luyten & P. Noort (Hrsg.), *Opportunity to Learn, Curriculum Alignment and Test Preparation* (S. 55–101). Springer.
- Lange, K., Ohle, A., Kleickmann, T., Kauertz, A., Möller, K., & Fischer, H. E. (2015). Zur Bedeutung von Fachwissen und fachdidaktischem Wissen für Lernfortschritte von Grundschülerinnen und Grundschülern im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 8(1), 23–38.
- Leuchter, M. (2017). *Kinder erkunden die Welt: Frühe naturwissenschaftliche Bildung und Förderung*. Kohlhammer Verlag.
- Leuchter, M., & Naber, B. (2019). Studying children’s knowledge base of one-sided levers as force amplifiers. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(1), 91–112. <https://doi.org/10.1002/tea.21470>
- Leuchter, M., & Saalbach, H. (2014). Verbale Unterstützungsmaßnahmen im Rahmen eines naturwissenschaftlichen Lernangebots in Kindergarten und Grundschule. *Unterrichtswissenschaft*, 42(2), 117–131.
- Leuchter, M., Saalbach, H., Studhalter, U., & Tettenborn, A. (2020). Teaching for conceptual change in preschool science: Relations among teachers’ professional beliefs, knowledge, and instructional practice. *International Journal of Science Education*, 42(12), 1941–1967. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1805137>

- Leuders, T., & Holzäpfel, L. (2011). Kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 39(3), 213–230.
- Li, C. H. (2016). Confirmatory factor analysis with ordinal data: Comparing robust maximum likelihood and diagonally weighted least squares. *Behavior Research Methods*, 48, 936–949. <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0619-7>
- Limón, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: A critical appraisal. *Learning and Instruction*, 11(4–5), 357–380. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(00\)00037-2](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(00)00037-2)
- Linacre, J. M., & Wright, B. D. (2002). Construction of measures from many-facet data. *Journal of Applied Measurement*, 3(4), 486–512.
- Lipowsky, F. (2015). Unterricht. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 69–105). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-41291-2\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-642-41291-2_4)
- Lipowsky, F. (2020). Unterricht. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 69–118). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41291-2>
- Lipowsky, F., & Bleck, V. (2019). Was wissen wir über guten Unterricht? – Ein Update. In U. Steffens & R. Messner (Hrsg.), *Konzepte und Bedingungen qualitätvollen Unterrichts (Grundlagen der Qualität der Schule)* (Bd. 3, S. 26–30). Waxmann.
- Lipowsky, F., Rakoczy, K., Pauli, C., Drollinger-Vetter, B., Klieme, E., & Reusser, K. (2009). Quality of geometry instruction and its short-term impact on students' understanding of the Pythagorean theorem. *Learning and Instruction*, 19(6), 527–537. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.11.001>
- Litman, J. A. (2008). Interest and deprivation factors of epistemic curiosity. *Personality and Individual Differences*, 44(7), 1585–1595. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2008.01.014>
- Loewenstein, J., & Gentner, D. (2001). Spatial mapping in preschoolers: Close comparisons facilitate far mappings. *Journal of Cognition and Development*, 2(2), 189–219. [https://doi.org/10.1207/S15327647JCD0202\\_4](https://doi.org/10.1207/S15327647JCD0202_4)



- Mandl, H., & Fischer, F. (2000). *Wissen sichtbar machen. Wissensmanagement mit Mapping-Techniken*. Hogrefe.
- Mandl, H., & Krause, U.-M. (2001). *Lernkompetenz für die Wissensgesellschaft*. LMU.
- Mannel, S. (2011). *Assessing scientific inquiry: Development and evaluation of a test for the low-performings Stage* (Bd. 111). Logos Verlag Berlin.
- Margraf, J., & Schneider, S. (2009). *Lehrbuch der Verhaltenstherapie* (Bd. 3). Springer.
- Markman, A. B., & Gentner, D. (1996). Commonalities and differences in similarity comparisons. *Memory & Cognition*, 24(2), 235–249.
- Markman, A. B., & Rein, J. R. (2013). The nature of mental concepts. In D. Reisberg (Hrsg.), *The Oxford handbook of cognitive psychology* (S. 321–329). Oxford University Press.
- Marzano, R. J., Pickering, D., & Pollock, J. E. (2001). *Classroom instruction that works: Research-based strategies for increasing student achievement*. Association for Supervision and Curriculum Development.
- Mauz, A., & von Sass, H. (2011). *Hermeneutik des Vergleichs. Strukturen, Anwendungen und Grenzen komparativer Verfahren* (Bd. 8). Königshausen & Neumann.
- May, K., & Jackson, T. S. (2005). IRT item parameters and the reliability and validity of pretest, posttest, and gain scores. *International Journal of Testing*, 5(1), 63–73. [https://doi.org/10.1207/s15327574ijt0501\\_5](https://doi.org/10.1207/s15327574ijt0501_5)
- Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? *American Psychologist*, 59(1), 14–19. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.59.1.14>
- Mayer, J., Ziepprecht, K., & Meier, M. (2018). Vernetzung fachlicher, fachdidaktischer und bildungswissenschaftlicher Studienelemente in der Lehrerbildung. In M. Meier, K. Ziepprecht & J. Mayer (Hrsg.), *Lehrerausbildung in vernetzten Lernumgebungen* (S. 9–20). Waxmann.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse - Grundlagen und Techniken* (12. Aufl.). Beltz.

- McNamara, D. S., & Magliano, J. (2009). Toward a comprehensive model of comprehension. *Psychology of Learning and Motivation, 51*, 297–384. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(09\)51009-2](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(09)51009-2)
- Medin, D. L., Goldstone, R. L., & Gentner, D. (1993). Respects for similarity. *Psychological Review, 100*(2), 254–278. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.100.2.254>
- Möller, K. (2001). Konstruktivistische Sichtweisen für das Lernen in der Grundschule? In H.-G. Roßbach, K. Nölle & K. Czerwenka (Hrsg.), *Forschungen zu Lehr- und Lernkonzepten für die Grundschule* (S.16–31). VS Verlag für Sozialwissenschaften. [https://doi.org/10.1007/978-3-322-97504-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-322-97504-1_2)
- Möller, K. (2016). Bedingungen und Effekte qualitätvollen Unterrichts — Ein Beitrag aus fachdidaktischer Perspektive. In N. McElvany, W. Bos, H. G. Holtappels, M. M. Gebauer & F. Schwabe (Hrsg.), *Bedingungen und Effekte guten Unterrichts* (S. 43–64). Waxmann.
- Möller, K. (2019). Lernen von Naturwissenschaften heißt: Vorstellungen verändern. In P. Labudde & S. Metzger (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1.-9. Schuljahr* (3. ü. Aufl., S. 59–74). Haupt.
- Möller, K., Bohrmann, M., Hirschmann, A., Wilke, T., & Wyssen, H.-P. (2013). *Spiralcurriculum Magnetismus - Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen* (Band 2: Primarbereich). Friedrich Verlag.
- Möller, K., Hardy, I., Jonen, A., Kleickmann, T., & Blumberg, E. (2006). Naturwissenschaften in der Primarstufe. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule: Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms* (S. 161-193). Waxmann.
- Möller, K., Kleickmann, T., & Sodian, B. (2011). Naturwissenschaftlich-technischer Lernbereich. In W. Einsiedler, M. Götz, A. Hartinger, F. Heinzl, J. Kahlert & U.

- Sandfuchs (Hrsg.), *Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik* (3. Aufl., S. 509–517). Klinkhardt.
- Mussweiler, T., & Epstude, K. (2009). Relatively fast! Efficiency advantages of comparative thinking. *Journal of Experimental Psychology: General*, *138*(1), 1–21. <https://doi.org/10.1037/a0014374>
- Mussweiler, T., & Gentner, D. (2007). On apples and oranges: Structural alignment in the selection of social comparison standards. *Journal of Cognitive Science*, *8*(1), 1–38.
- Mussweiler, T., & Posten, A. C. (2012). Relatively certain! Comparative thinking reduces uncertainty. *Cognition*, *122*(2), 236–240. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2011.10.005>
- Nagarajan, A., & Hmelo-Silver, C. (2006). Scaffolding learning from contrasting video cases. In S. A. Barab, K. E. Hay & D. T. Hickey (Hrsg.), *The International Conference of the Learning Sciences: Indiana University 2006. Proceedings of ICLS 2006* (Bd. 1, S. 495–501). International Society of the Learning Sciences. <https://doi.org/repository.isls.org/handle/1/3545>
- Namy, L. L., & Gentner, D. (2002). Making a silk purse out of two sow's ears: Young children's use of comparison in category learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, *131*(1), 5–15. <https://doi.org/10.1037//0096-3445.131.1.5>
- Namy, L. L., Gentner, D., & Clepper, L. E. (2007). How close is too close? Alignment and perceptual similarity in children's categorization. *Cognition, Creier, Comportament/Cognition, Brain, Behavior*, *11*(4), 647–659.
- Nelson, T. O., & Narens, L. (1990). Metamemory: A theoretical framework and new findings. In G. H. Bower (Hrsg.), *The Psychology of Learning and Motivation* (26, 125–173). Academic Press.

- Noddings, N. (1990). Chapter 1: Constructivism in mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education. Monograph*, 4, 7–210.  
<https://doi.org/10.2307/749909>
- Opfer, J. E., & Bulloch, M. J. (2007). Causal relations drive young children's induction, naming, and categorization. *Cognition*, 105(1), 206–217.  
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.08.006>
- Osborn, A. F. (1963). *Applied imagination: The principles and procedures of creative thinking*. Charles Scribner's Sons.
- Oser, F., Heinzer, S., & Salzmann, P. (2010). Die Messung der Qualität von professionellen Kompetenzprofilen von Lehrpersonen mit Hilfe der Einschätzung von Filmvignetten. Chancen und Grenzen des advokatorischen Ansatzes. *Unterrichtswissenschaft*, 38(1), 5–28.
- Palmer, S. E. (1975). Visual perception and world knowledge: Notes on a model of sensory-cognitive interaction. In D. A. Norman & D. E. Rumelhart (Hrsg.), *Explorations in cognition* (S. 279–307). W. H. Freeman and Company.
- Parsons, S. A., Vaughn, M., Scales, R. Q., Gallagher, M. A., Parsons, A. W., Davis, S. G., Pierczynski, M., & Allen, M. (2018). Teachers' instructional adaptations: A research synthesis. *Review of Educational Research*, 88(2), 205–242.  
<https://doi.org/10.3102/0034654317743198>
- Pauli, C., Drollinger-Vetter, B., Hugener, I., & Lipowsky, F. (2008). Kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 22(2), 127–133.  
<https://doi.org/10.1024/1010-0652.22.2.127>
- Portier, S. J., & Wagemans, L. J. J. M. (1995). The assessment of prior knowledge profiles: A support for independent learning? *Distance Education*, 16(1), 65–87.  
<https://doi.org/10.1080/0158791950160106>

- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, *66*(2), 211–227. <http://dx.doi.org/10.1002/sce.3730660207>
- Praetorius, A.-K., Herrmann, C., Gerlach, E., Zülzdorf-Kersting, M., Heinitz, B., & Nehring, A. (2020). Unterrichtsqualität in den Fachdidaktiken im deutschsprachigen Raum – zwischen Generik und Fachspezifik. *Unterrichtswissenschaft*, *48*(3), 409–446. <https://doi.org/10.1007/s42010-020-00082-8>
- Praetorius, A.-K., Klieme, E., Herbert, B., & Pinger, P. (2018). Generic dimensions of teaching quality: The German framework of three basic dimensions. *ZDM Mathematics Education*, *50*(3), 407–426. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0918-4>
- Rach, S., & Heinze, A. (2017). The transition from school to university in mathematics: Which influence do school-related variables have? *International Journal of Science and Mathematics Education*, *15*, 1343–1363. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9744-8>
- Raaijmakers, J. G., & Shiffrin, R. M. (1980). SAM: A theory of probabilistic search of associative memory. In *Psychology of learning and motivation* (14, S.207-262). Academic Press.
- Rakison, D. H., & Hahn, E. R. (2004). The mechanisms of early categorization and induction: Smart or dumb infants? *Advances in Child Development and Behavior*, *32*, 281–322. [https://doi.org/10.1016/S0065-2407\(04\)80010-7](https://doi.org/10.1016/S0065-2407(04)80010-7)
- Rakison, D. H., & Lawson, C. A. (2013). Categorization. In P. D. Zelazo (Hrsg.), *The Oxford handbook of developmental psychology, Vol. 1. Body and mind* (S. 591–627). Oxford University Press.
- Rakoczy, K., & Klieme, E. (2016). Unterrichtsqualität aus Sicht der Forschung. In K. Seifried, S. Drewes & M. Hasselhorn (Hrsg.), *Handbuch Schulpsychologie. Psychologie für die Schule*, *2* (S. 331–340). Verlag W. Kohlhammer.

- Rakoczy, K., Klieme, E., Lipowsky, F., & Drollinger-Vetter, B. (2010). Strukturierung, kognitive Aktivität und Leistungsentwicklung im Mathematikunterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 38(3), 229–246.
- Rakoczy, K., & Pauli, C. (2006). Hoch inferentes Rating: Beurteilung der Qualität unterrichtlicher Prozesse. In I. Hugener, C. Pauli & K. Reusser (Hrsg.), *Videoanalysen. Dokumentation der Erhebungs- und Auswertungsinstrumente zur schweizerisch-deutschen Videostudie "Unterrichtsqualität, Lernverhalten und mathematisches Verständnis"*. *Materialien zur Bildungsforschung* (Bd. 15, S. 206–233). GPF.
- Rehder, B. (2017a). Concepts as causal models: Categorization. In M. R. Waldmann (Hrsg.), *The Oxford handbook of causal reasoning* (S. 347–375). Oxford University Press.
- Rehder, B. (2017b). Concepts as causal models: Induction. In M. R. Waldmann (Hrsg.), *The Oxford handbook of causal reasoning* (S. 377–413). Oxford University Press.
- Reinmann-Rothmeier, G., Mandl, H., Krapp, A., & Weidenmann, B. (1998). *Pädagogische Psychologie*. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Renkl, A. (2011). Aktives Lernen: Von sinnvollen und weniger sinnvollen theoretischen Perspektiven zu einem schillernden Konstrukt. *Unterrichtswissenschaft*, 39(3), 197–212.
- Renkl, A. (2015). Drei Dogmen guten Lernens und Lehrens: Warum sie falsch sind. *Psychologische Rundschau*, 66(4), 211–220. <https://doi.org/10.1026/0033-3042/a000274>
- Renkl, A., Mandl, H., & Gruber, H. (1996). Inert knowledge: Analyses and remedies. *Educational Psychologist*, 31(2), 115–121. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep3102\\_3](https://doi.org/10.1207/s15326985ep3102_3)
- Reusser, K. (2006). Konstruktivismus – vom epistemologischen Leitbegriff zur Erneuerung der didaktischen Kultur. In M. Baer, M. Fuchs, P. Fügler, K. Reusser & C. Wyss (Hrsg.),

- Didaktik auf psychologischer Grundlage. Von Hans Aeblis kognitionspsychologischer Didaktik zur modernen Lehr-und Lernforschung* (S. 151–168). h.e.p.
- Reusser, K., Pauli, C., & Waldis, M. (2010). *Unterrichtsgestaltung und Unterrichtsqualität. Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Videostudie zum Mathematikunterricht*. Waxmann.
- Richland, L. E., Zur, O., & Holyoak, K. J. (2007). Cognitive supports for analogies in the mathematics classroom. *Science*, *316*(5828), 1128–1129.  
<https://doi.org/10.1126/science.1142103>
- Rittle-Johnson, B., & Star, J. R. (2009). Compared with what? The effects of different comparisons on conceptual knowledge and procedural flexibility for equation solving. *Journal of Educational Psychology*, *101*(3), 529–544.  
<https://doi.org/10.1037/a0014224>
- Rittle-Johnson, B., & Star, J. R. (2011). The power of comparison in learning and instruction: Learning outcomes supported by different types of comparisons. In J. P. Mestre & B. H. Ross (Hrsg.), *Psychology of Learning and Motivation* (Bd. 55, S. 199–225). Elsevier.
- Rolfes, M. (2017). Predictive Policing: Beobachtungen und Reflexionen zur Einführung und Etablierung einer vorhersagenden Polizeiarbeit. *Potsdamer Geographische Praxis*, *12*, 51–76.
- Rost, J. (2004). *Lehrbuch Testtheorie – Testkonstruktion* (2. Aufl.). Huber.
- Saalbach, H., & Imai, M. (2006). Categorization, label extension, and inductive reasoning in Chinese and German preschoolers: Influence of a classifier system and universal cognitive constraints. In R. Sun & N. Miyake (Hrsg.), *Proceedings of the 28th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (S. 703–708). Cognitive Science Society.
- Saalbach, H., & Schalk, L. (2011). Preschoolers' novel noun extensions: Shape in spite of knowing better. *Frontiers in Psychology*, *2*, 317.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00317>

- Santagata, R., & Angelici, G. (2010). Studying the impact of the lesson analysis framework on preservice teacher abilities to reflect on videos of classroom teaching. *Journal of Teacher Education*, *61*(4), 339–349. <https://doi.org/10.1177/0022487110369555>
- Schalk, L., Saalbach, H., & Stern, E. (2011). Designing learning materials to foster transfer of principles. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, *33*(33), 6. <https://doi.org/10.3929/ethz-a-006877848>
- Schneider, M., & Grabner, R. H. (2012). Fact learning. In N. M. Seel (Hrsg.), *Encyclopedia of the sciences of learning* (S. 1264–1266). Springer.
- Schneider, M., & Mustafić, M. (2015). *Gute Hochschullehre: Eine evidenzbasierte Orientierungshilfe: Wie man Vorlesungen, Seminare und Projekte effektiv gestaltet*. Springer.
- Schneider, W., & Sodian, B. (1997). Memory strategy development: Lessons from longitudinal research. *Developmental Review*, *17*(4), 442–461. <https://doi.org/10.1006/drev.1997.0441>
- Schnotz, W. (2006). Was geschieht im Kopf des Lesers? Mentale Konstruktionsprozesse beim Textverstehen aus der Sicht der Psychologie und der kognitiven Linguistik. In H. Blühdorn, E. Breindl & U. Waßner (Hrsg.), *Text–Verstehen. Grammatik und darüber hinaus* (S.222–238). De Gruyter.
- Schönbächler, M.-T. (2005). *Klassenmanagement auf der Primarstufe. Dokumentation zur Datenerhebung bei den Lehrpersonen und bei den Schülerinnen und Schülern*. Institut für Pädagogik und Schulpädagogik Abteilung Pädagogische Psychologie.
- Schrader, F.-W., & Helmke, A. (2008). Determinanten der Schulleistung. In M. K. W. Schweer (Hrsg.), *Lehrer-Schüler-Interaktion* (S. 285–302). Springer.
- Schwelle, V. (2016). *Lernen mit (un-)ähnlichen Beispielen: Zur Bedeutung der Oberflächenstruktur von Beispielen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht*. Waxmann.



- Schwichow, M., Croker, S., Zimmerman, C., Höffler, T., & Härtig, H. (2016). Teaching the control-of-variables strategy: A meta-analysis. *Developmental Review, 39*, 37–63. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2015.12.001>
- Sedova, K., Sedlacek, M., Svaricek, R., Majcik, M., Navratilova, J., Drexlerova, A., Kychler, J., & Salamounova, Z. (2019). Do those who talk more learn more? The relationship between student classroom talk and student achievement. *Learning and Instruction, 63*, 101217. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.101217>
- Seidel, T. (2003). Sichtstrukturen – Organisation unterrichtlicher Aktivitäten. In T. Seidel, M. Prenzel, R. Duit & M. Lehrke (Hrsg.), *Technischer Bericht zur Videostudie „Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht“* (S. 99–112). IPN.
- Seidel, T. (2015). Klassenführung. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 107–119). Springer.
- Seidel, T. (2020). Klassenführung. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Lehrbuch. Pädagogische Psychologie* (3. vollst. ü. und akt. Aufl., S. 119–131). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-61403-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-662-61403-7_5)
- Seidel, T., & Reiss, K. (2014). *Lerngelegenheiten im Unterricht*. Beltz.
- Seidel, T., & Shavelson, R. J. (2007). Teaching effectiveness research in the past decade: The role of theory and research design in disentangling meta-analysis results. *Review of Educational Research, 77*(4), 454–499. <https://doi.org/10.3102/0034654307310317>
- Shapiro, A. M. (2004). How including prior knowledge as a subject variable may change outcomes of learning research. *American Educational Research Journal, 41*(1), 159–189. <https://doi.org/10.3102/00028312041001159>
- Sherin, M. G., & van Es, E. A. (2009). Effects of video club participation on teachers' professional vision. *Journal of Teacher Education, 60*(1), 20–37. <https://doi.org/10.1177/0022487108328155>

- Shing, Y. L., & Brod, G. (2016). Effects of prior knowledge on memory: Implications for education. *Mind, Brain, and Education*, *10*(3), 153–161. <https://doi.org/10.1111/mbe.12110>
- Shtulman, A., & Valcarcel, J. (2012). Scientific knowledge suppresses but does not supplant earlier intuitions. *Cognition*, *124*(2), 209–215. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2015.07.003>
- Shuell, T. J. (1986). Cognitive conceptions of learning. *Review of Educational Research*, *56*(4), 411–436. <https://doi.org/10.3102/00346543056004411>
- Simonsmeier, B. A., Flaig, M., Deiglmayr, A., Schalk, L., & Schneider, M. (2021). Domain-specific prior knowledge and learning: A meta-analysis. *Educational Psychologist*, *57*(1), 31–54. <https://doi.org/10.1080/00461520.2021.1939700>
- Singer, J. D., & Willett, J. B. (2003). *Applied longitudinal data analysis: Modeling change and event occurrence*. Oxford University Press.
- Sloutsky, V. M., & Fisher, A. V. (2004). Induction and categorization in young children: A similarity-based model. *Journal of Experimental Psychology: General*, *133*(2), 166–188. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.133.2.166>
- Smith, D. V., Clithero, J. A., Rorden, C., & Karnath, H.-O. (2013). Decoding the anatomical network of spatial attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *110*(4), 1518–1523. <https://doi.org/10.1073/pnas.1210126110>
- Smith, L. A., & Gentner, D. (2012). Using spatial analogy to facilitate graph learning. In C. Stachniss, K. Schill & D. Uttal (Hrsg.), *Spatial Cognition VIII: International Conference, Spatial Cognition 2012, Kloster Seeon, Germany, August 31–September 3, 2012. Proceedings 8* (S. 196–209). Springer.
- Smith, A. B., Rush, R., Fallowfield, L. J., Velikova, G., & Sharpe, M. (2008). Rasch fit statistics and sample size considerations for polytomous data. *BMC Medical Research Methodology*, *8*(33), 1–11. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-8-33>

- Stanovich, K. E. (1986). Matthew effects in reading: Some consequences of individual differences in the acquisition of literacy. *Journal of Education*, 189(1–2), 23–55.  
<https://doi.org/10.1177/0022057409189001-204>
- Steffensky, M., & Hardy, I. (2013). *Spiralcurriculum Magnetismus. Naturwissenschaftlich denken und arbeiten lernen - Elementarbereich*. Friedrich Verlag.
- Stern, E., Moller, K., Hardy, I., & Jonen, A. (2002). Warum schwimmt ein Baumstamm? *Physik Journal*, 1(3), 63–67.
- Strand-Cary, M., & Klahr, D. (2008). Developing elementary science skills: Instructional effectiveness and path independence. *Cognitive Development*, 23(4), 488–511.  
<https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2008.09.005>
- Studhalter, U. T., Leuchter, M., Tettenborn, A., Elmer, A., Edelsbrunner, P. A., & Saalbach, H. (2021). Early science learning: The effects of teacher talk. *Learning and Instruction*, 71, 101371. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2020.101371>
- Stürmer, K. & Seidel, T. (2017). Connecting generic pedagogical knowledge with practice. In S. Guerriero (E.), *Pedagogical knowledge and the changing nature of the teaching profession* (S. 137-149). OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264270695-8-en>
- Syring, M., Bohl, T., Kleinknecht, M., Kuntze, S., Rehm, M., & Schneider, J. (2015). Videos oder Texte in der Lehrerbildung? Effekte unterschiedlicher Medien auf die kognitive Belastung und die motivational-emotionalen Prozesse beim Lernen mit Fällen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 18(4), 667–685.  
<https://doi.org/10.1007/s11618-015-0631-9>
- Thompson, R. A., & Zamboanga, B. L. (2003). Prior knowledge and its relevance to student achievement in introduction to psychology. *Teaching of Psychology*, 30(2), 96–101.  
[https://doi.org/10.1207/S15328023TOP3002\\_02](https://doi.org/10.1207/S15328023TOP3002_02)
- Tversky, A. (1977). Features of similarity. *Psychological Review*, 84(4), 327–352.  
<https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.4.327>

- Tversky, A., & Kahneman, D. (1981). The framing of decisions and the psychology of choice. *Science*, *211*(4481), 453–458. <https://doi.org/10.1126/science.7455683>
- Unsworth, N., Brewer, G. A., & Spillers, G. J. (2013). Working memory capacity and retrieval from long-term memory: The role of controlled search. *Memory & Cognition*, *41*, 242–254. <https://doi.org/10.3758/s13421-012-0261-x>
- Van de Pol, J., Volman, M., & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in teacher–student interaction: A decade of research. *Educational Psychology Review*, *22*(3), 271–296. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9127-6>
- Van de Pol, J., Volman, M., Oort, F., & Beishuizen, J. (2015). The effects of scaffolding in the classroom: Support contingency and student independent working time in relation to student achievement, task effort and appreciation of support. *Instructional Science*, *43*(5), 615–641. <https://doi.org/10.1007/s11251-015-9351-z>
- Van den Bos, G. R. (2007). *APA dictionary of psychology*. American Psychological Association.
- Van Geel, M., Keuning, T., Frèrejean, J., Dolmans, D., van Merriënboer, J., & Visscher, A. J. (2019). Capturing the complexity of differentiated instruction. *School Effectiveness and School Improvement*, *30*(1), 51–67. <https://doi.org/10.1080/09243453.2018.1539013>
- Verkoeijen, P. P., Rikers, R. M., & Schmidt, H. G. (2005). The effects of prior knowledge on study-time allocation and free recall: Investigating the discrepancy reduction model. *The Journal of Psychology*, *139*(1), 67–79. <https://doi.org/10.3200/JRLP.139.1.67-79>
- Von Aufschnaiter, C., Selter, C., & Michaelis, J. (2017). Nutzung von Vignetten zur Entwicklung von Diagnose- und Förderkompetenzen. Konzeptionelle Überlegungen und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung. In C. Selter, S. Hußmann, C. Höble, C. Knipping & K. Lengnink (Hrsg.), *Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen. Theorien, Konzepte und Beispiele aus der MINT- Lehrerbildung* (S. 85–105). Waxmann.

- Von Aufschnaiter, C. V., & Wodzinski, R. (2013). *Spiralcurriculum Magnetismus: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen. Band 3: Sekundarbereich*. Friedrich Verlag.
- Von Sass, H. (2011). Vergleiche(n). Ein hermeneutischer Rund- und Sinkflug. In A. Mauz & H. von Sass (Hrsg.), *Hermeneutik des Vergleichs: Strukturen, Anwendungen und Grenzen komparativer Verfahren* (Bd. 8, S. 25–47). Königshausen & Neumann.
- Vosniadou, S. (1996). Towards a revised cognitive psychology for new advances in learning and instruction. *Learning and Instruction*, 6(2), 95–109. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(96\)00008-4](https://doi.org/10.1016/0959-4752(96)00008-4)
- Vosniadou, S. (1999). Conceptual change research: State of the art and future directions. In W. Schnotz, S. Vosniadou & M. Carretero (Hrsg.), *New perspectives on conceptual change* (S. 3–14). Pergamon.
- Wagenschein, M. (2010). *Verstehen lehren: Genetisch, sokratisch, exemplarisch* (Bd. 22). Beltz.
- Walberg, H. J., & Tsai, S.-L. (1983). Matthew effects in education. *American Educational Research Journal*, 20(3), 359–373. <https://doi.org/10.3102/00028312020003359>
- Waldis, M., Grob, U., Pauli, C., & Reusser, K. (2010). Der schweizerische Mathematikunterricht aus der Sicht von Schülerinnen und Schülern und in der Perspektive hochinferenter Beobachterurteile. In K. Reusser, C. Pauli & M. Waldis (Hrsg.), *Unterrichtsgestaltung und Unterrichtsqualität* (Bd. 171, S. 171–208). Waxmann.
- Waldmann, M. (2017). Kategorisierung und Wissenserwerb. In J. Müsseler & M. Rieger (Hrsg.), *Allgemeine Psychologie* (S. 357–399). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-53898-8\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-642-53898-8_11)

- Weber, A. M., Reuter, T., & Leuchter, M. (2020). The impact of a construction play on 5- to 6-year-old children's reasoning about stability. *Frontiers in Psychology, 11*, 1737. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01737>
- Weinert, F. E. (1996). Lerntheorien und Instruktionsmodelle. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Lernens und der Instruktion* (S. 1–48). Hogrefe.
- Wells, C. S., Rios, J., & Faulkner-Bond, M. (2016). Testing assumptions of item response theory models. In C. S. Wells & M. Faulkner-Bond (Hrsg.), *Educational measurement: From foundations to future* (S.162-181). The Guilford Press.
- Wratten, S. D., & Hodge, S. (1999). The use and value of prior knowledge assessments in ecology curriculum design. *Journal of Biological Education, 33*(4), 201–203.
- Wright, B. D., & Linacre, J. M. (1989). Observations are always ordinal; measurements, however, must be interval. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 70*(12), 857–860.
- Wylie, J., & McGuinness, C. (2004). The interactive effects of prior knowledge and text structure on memory for cognitive psychology texts. *British Journal of Educational Psychology, 74*(4), 497–514.
- Yadav, A., Philips, M. M., Lundeberg, M. A., Koehler, M. J., Hilden, K., & Dirkin, K. H. (2011). If a picture is worth a thousand words is video worth a million? Differences in affective and cognitive processing of video and text cases. *Journal of Computing in Higher Education, 23* (1), 15–37.
- Zelditch, M. Jr. (1971). Intelligible comparisons. In P. Boss, W. J. Doherty, R. LaRossa, W. R. Schumm & S. K. Steinmetz (Hrsg.), *Comparative methods in sociology* (S. 267–308). University of California Press.
- Ziegler, E. (2011). *Comparison processes and their benefits for learning frequently confused concepts in algebra*. ETH Zurich. <https://doi.org/10.3929/ethz-a-006874613>

- Ziegler, E., Edelsbrunner, P. A., & Stern, E. (2018). The relative merits of explicit and implicit learning of contrasted algebra principles. *Educational Psychology Review*, *30*(2), 531–558. <https://doi.org/10.1007/s10648-017-9424-4>
- Ziegler, E., & Stern, E. (2014). Delayed benefits of learning elementary algebraic transformations through contrasted comparisons. *Learning and Instruction*, *33*, 131–146.
- Ziegler, E., & Stern, E. (2016). Consistent advantages of contrasted comparisons: Algebra learning under direct instruction. *Learning and Instruction*, *41*, 41–51. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.09.006>
- Zohar, A., & Aharon-Kravetsky, S. (2005). Exploring the effects of cognitive conflict and direct teaching for students of different academic levels. *Journal of Research in Science Teaching*, *42*(7), 829–855. <https://doi.org/10.1002/tea.20075>

## **Anhang**

### **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die beigefügte Dissertation selbstständig verfasst habe. Für die statistischen Auswertungen habe ich substanzielle Hilfe von Dr. Anke Weber erhalten. Ich habe keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel genutzt. Alle wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen habe ich als solche gekennzeichnet.

Ich versichere außerdem, dass ich die beigefügte Dissertation nur in diesem und keinem anderen Promotionsverfahren eingereicht habe und dass diesem Promotionsverfahren keine endgültig gescheiterten Promotionsverfahren vorausgegangen sind.

Landau, 07.07.2022



## Studie 1: Vorwissen mit Vergleichen aktivieren

**Hinweis:** Sie überprüfte den Abruf von Vorwissen unter vier Bedingungen.

Die erste Gruppe erhielt zwei Standards und einen Referenzpunkt.

Die zweite Gruppe erhielt zwei Standards und keinen Referenzpunkt.

Die dritte Gruppe erhielt einen Standard und einen Referenzpunkt.

Die vierte Gruppe erhielt einen Standard und keinen Referenzpunkt

Im Folgenden werden alle Aufgabenbeschreibungen und Textvignetten aufgelistet.

Die Lösungen erhielten die Studierenden direkt nach der Bearbeitung im Rahmen ihres Seminars.

### 1. Textvignettenset mit Referenzpunkt und zwei Standards

#### Aufgabenbeschreibung

Das Ziel der folgenden Aufgabe ist es, kognitiv aktivierende Maßnahmen kennen zu lernen und einzuordnen. Im Folgenden sehen Sie zwei kurze Unterrichtsgespräche zwischen einer Lehrerin und einem Kind im Kontext „*Magnetismus*“.

Lesen Sie bitte die beiden Beispielgespräche auf der nächsten Folie sorgfältig durch und vergleichen Sie diese miteinander. Die Fragen der Lehrerin in den beiden Beispielgesprächen zielen auf ein kognitiv hohes Niveau und auf die gleiche kognitiv aktivierende Maßnahme ab.

Lesen Sie dann das Gespräch mit den Antwortmöglichkeiten a, b und c.

Wählen Sie dann diejenige Antwortmöglichkeit, (a, b oder c) die auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche kognitiv aktivierende Maßnahme abzielt wie die der Lehrerin in den Beispielgesprächen!

**Textvignette 1 mit Referenzpunkt und zwei Standards**

Beispielgespräche mit Fragen, die auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau abzielen:

**Beispielgespräch 1:** Peter sagt: „Nur kleine Dinge sind magnetisch.“

Lehrerin: „Hm, aber der Magnet hielt doch auch an der großen Tafel?“

**Beispielgespräch 2:** Sabine meint: „Alle silbernen Dinge zieht der Magnet an.“

Lehrerin: „Was wird mit der Aluminiumfolie passieren?“

**Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Fragen in den Beispielgesprächen?**

**Mögliche Gespräche:**

Sabine sagt: „Alle Münzen sind magnetisch!“

Lehrerin antwortet:

- „Hm, erkläre mal, wieso du meinst, dass alle Münzen an Magneten halten?“
- „Denkst Du, es liegt an der Form, dass Münzen magnetisch sind?“
- „Was macht das 50-Cent-Stück an dem Magneten?“

Richtige Antwort: c) Einen kognitiven Konflikt provozieren

**Textvignette 2 mit Referenzpunkt und zwei Standards**

**Beispielgespräch 1:** Peter sagt: „Je kleiner ein Magnet ist, desto weniger Kraft hat er.“

Lehrerin: „Du bist der Meinung, dass kleine Magneten schwächer sind, weshalb denkst du so?“

**Beispielgespräch 2:** Sabine sagt: „Es liegt am Material, ob etwas magnetisch ist!“

Lehrerin: „Wie kommst du darauf, dass es am Material liegt?“

**Welche Frage zielt auf ein ähnliches Niveau wie die Fragen in den Beispielgesprächen?**

**Mögliches Gespräch:**

Birgit meint: „Der große Magnet ist viel stärker.“

Die Lehrerin antwortet:

- „Glaubst du denn, jeder kleine Magnet ist schwächer als ein großer Magnet?“
- „Du denkst also, dass große Magnete immer mehr Kraft haben?“
- „Erkläre mal, sind große Magneten immer stärker?“

Richtige Antwort: c) Eine Begründungen einfordern

**Textvignette 3 mit Referenzpunkt und zwei Standards**

**Beispielgespräch 1:** Peter sagt: „Nur kleine Dinge sind magnetisch.“

Lehrerin: „Hm, aber der Magnet hielt doch auch an der großen Tafel?“

**Beispielgespräch 2:** Sabine meint: „Alle silbernen Dinge zieht der Magnet an.“

Lehrerin: „Was wird mit der Aluminiumfolie passieren?“

**Welche Frage zielt auf ein ähnliches Niveau wie die Fragen in den Beispielgesprächen?**

**Mögliches Gespräch:**

Sabine sagt: „Alle Münzen sind magnetisch!“

Lehrerin antwortet:

- „Hm, erkläre mal, wieso du meinst, dass alle Münzen an Magneten halten?“

- b) „Denkst Du, es liegt an der Form, dass Münzen magnetisch sind?“
- c) „Was macht das 50-Cent-Stück an dem Magneten?“

Richtige Antwort: c) Einen kognitiven Konflikt provozieren

#### **Textvignette 4 mit Referenzpunkt und zwei Standards**

**Beispielgespräche mit Fragen, die auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau abzielen:**

**Beispielgespräch 1:** Peter sagt: „Eisenkugeln sind immer magnetisch!“

Lehrerin: „Sag mal, woran liegt es denn, dass die Kugeln magnetisch sind?“

**Beispielgespräch 2:** Sabine sagt: „Alles, was aus Eisen ist, ist magnetisch!“

Lehrerin: „Kannst du das genauer begründen?“

**Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Fragen in den Beispielgesprächen?**

**Mögliche Gespräche:**

Birgit meint: „Weil der Löffel silbern ist, hält der Magnet an ihm.“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Was ist denn wichtig, damit etwas magnetisch ist?“
- b) „Sag mir mal, ob auch der grüne Löffel magnetisch ist?“
- c) „Überlege mal, kannst du denn silberne Dinge nennen, die nicht magnetisch sind?“

Richtige Antwort: a) eine Begründung einfordern

#### **Textvignette 5 mit Referenzpunkt und zwei Standards**

**Beispielgespräche mit Fragen, die auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau abzielen:**

**Beispielgespräch 1:** Peter fragt: Liegt es vielleicht am Material, ob etwas magnetisch ist?“

Lehrerin: „Überlege, wie war das mit der Büroklammer und der Nadel?“

**Beispielgespräch 2:** Sabine sagt: „Kann es sein, dass alles aus Eisen vom Magnet angezogen wird?“

Lehrerin: „Überprüfe doch mal alle Eisendinge, die du kennst!“

**Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Fragen in den Beispielgesprächen?**

**Mögliche Gespräche:**

Birgit fragt: „Zieht ein Magnet Dinge aus Eisen immer an?“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Denke doch mal an das Besteck!“
- b) „Überlege doch mal, wie war das mit der Kugel?“
- c) „Erklär mir mal, wie du darauf kommst, dass Dinge aus Eisen immer magnetisch sind!“

Richtige Antwort: b) Aktivieren durch Vergleiche

### Textvignette 6 mit Referenzpunkt und zwei Standards

#### Beispielgespräche mit Fragen, die auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau abzielen:

**Beispielgespräch 1:** Peter sagt: „Der Magnet zieht nur silberne Dinge an.“  
Lehrerin: „Hm, erinnere dich mal, was mit der roten Büroklammer war?“

**Beispielgespräch 2:** Sabine sagt: „Ein Magnet hält nur an kleinen Dingen!“  
Lehrerin: „So wie die Heizung?“

#### Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau wie die Fragen in den Beispielgesprächen?

##### Mögliche Gespräche:

Birgit meint: „Immer, wenn etwas aus Metall ist, zieht der Magnet es an!“

Die Lehrerin antwortet:

- „Ok, und was passiert mit dem Magneten an dem Alutopf?“
- „Überlege mal, bist du dir sicher, dass alle Dinge aus Metall magnetisch sind?“
- „Erinnere Dich mal an die Eisenkugel, was passierte mit dem Magneten?“

Richtige Antwort: a) Einen kognitiven Konflikt provozieren

### Textvignette 7 mit Referenzpunkt und zwei Standards

#### Beispielgespräche mit Fragen, die auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau abzielen:

**Beispielgespräch 1:** Peter sagt: „Liegt es vielleicht an der Größe, ob der Magnet etwas anzieht?“

Lehrerin: „Denke doch mal an den Suppenlöffel und den Teelöffel?“

**Beispielgespräch 2:** Sabine sagt: „Es wird nur angezogen, weil es silbern ist.“

Lehrerin: „Untersuche doch mal alle silbernen Dinge im Raum!“

#### Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau wie die Fragen in den Beispielgesprächen?

##### Mögliche Gespräche:

Birgit meint: „Der Magnet zieht alle kleinen Dinge an.“

Die Lehrerin antwortet:

- „Erklär mir mal, wie kommst du darauf, dass es an der Größe liegt?“
- „Denke doch mal an den Kochtopf, der ist doch gar nicht so klein?“
- „Hast du alle kleinen Dinge in der Forscherbox untersucht?“

Richtige Antwort: c) Aktivieren durch Vergleiche

## 2. Textvignettenset ohne Referenzpunkt und mit zwei Standards

### Aufgabenbeschreibung

#### Fragen stellen

Das Ziel der folgenden Aufgaben ist es unterschiedliche Niveaustufen von Fragen kennen zu lernen und einzuordnen. Im Folgenden sehen Sie kurze Unterrichtsgespräche zwischen einer Lehrerin und einem Kind im Kontext „Magnetismus“.

- Lesen Sie die Beispielgespräche auf der nächsten Folie sorgfältig durch.
- Lesen Sie dann das mögliche Gespräch mit den Antwortmöglichkeiten a, b und c.

- Wählen Sie dann diejenige Antwortmöglichkeit (a, b oder c), die auf ein **ähnliches** Niveau abzielt wie die der Lehrerin in den Beispielgesprächen!

### **Textvignette 1 ohne Referenzpunkt 2 Standards**

**Beispielgespräch 1:** Peter sagt: „Alle silbernen Dinge sind magnetisch.“  
Lehrerin: „Wie kann das sein, der Magnet hielt doch nicht am Topf?“

**Beispielgespräch 2:** Sabine sagt: „Magnete kleben an allen Löffeln!“  
Lehrerin: „Aha, und was war mit dem Eierlöffel?“

**Welche Frage zielt auf ein ähnliches Niveau wie die Fragen in den Beispielgesprächen?  
Mögliches Gespräch:**

Anne meint: „Magnete ziehen alle Metalle an.“

Die Lehrerin antwortet:

- „Also du meinst, alle Büroklammern sind magnetisch?“
- „Aus welchem Material war denn der Ring?“
- „Erkläre mal, denkst Du, es liegt nur am Material, wenn ein Magnet eine Nadel anzieht?“

Richtige Antwort: b) Einen kognitiven Konflikt provozieren

### **Textvignette 2 ohne Referenzpunkt 2 Standards**

**Beispielgespräch 1:** Peter sagt: „Je kleiner ein Magnet ist, desto weniger Kraft hat er.“  
Lehrerin: „Du bist der Meinung, dass kleine Magneten schwächer sind, weshalb denkst du so?“

**Beispielgespräch 2:** Sabine sagt: „Es liegt am Material, ob etwas magnetisch ist!“  
Lehrerin: „Wie kommst du darauf, dass es am Material liegt?“

**Welche Frage zielt auf ein ähnliches Niveau wie die Fragen in den Beispielgesprächen?  
Mögliches Gespräch:**

Birgit meint: „Der große Magnet ist viel stärker.“

Die Lehrerin antwortet:

- „Glaubst du denn, jeder kleine Magnet ist schwächer als ein großer Magnet?“
- „Du denkst also, dass große Magnete immer mehr Kraft haben?“
- „Erkläre mal, sind große Magneten immer stärker?“

Richtige Antwort: c) Eine Begründungen einfordern

### **Textvignette 3 ohne Referenzpunkt 2 Standards**

**Beispielgespräch 1:** Peter sagt: „Nur kleine Dinge sind magnetisch.“  
Lehrerin: „Hm, aber der Magnet hielt doch auch an der großen Tafel?“

**Beispielgespräch 2:** Sabine meint: „Alle silbernen Dinge zieht der Magnet an.“  
Lehrerin: „Was wird mit der Aluminiumfolie passieren?“

**Welche Frage zielt auf ein ähnliches Niveau wie die Fragen in den Beispielgesprächen?  
Mögliches Gespräch:**

Sabine sagt: „Alle Münzen sind magnetisch!“

Lehrerin antwortet:

- d) „Hm, erkläre mal, wieso du meinst, dass alle Münzen an Magneten halten?“
- e) „Denkst Du, es liegt an der Form, dass Münzen magnetisch sind?“
- f) „Was macht das 50-Cent-Stück an dem Magneten?“

Richtige Antwort: c) Einen kognitiven Konflikt provozieren

#### **Textvignette 4 ohne Referenzpunkt 2 Standards**

**Beispielgespräch 1:** Peter sagt: „Eisenkugeln sind immer magnetisch!“

Lehrerin: „Sag mal, woran liegt es denn, dass die Kugeln magnetisch sind?“

**Beispielgespräch 2:** Sabine sagt: „Alles, was aus Eisen ist, ist magnetisch!“

Lehrerin: „Kannst du das genauer begründen?“

**Welche Frage zielt auf ein ähnliches Niveau wie die Fragen in den Beispielgesprächen?**

**Mögliches Gespräch:**

Birgit meint: „Weil der Löffel silbern ist, hält der Magnet an ihm.“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Was ist denn wichtig, damit etwas magnetisch ist?“
- b) „Sag mir mal, ob auch der grüne Löffel magnetisch ist?“
- c) „Überlege mal, kannst du denn silberne Dinge nennen, die nicht magnetisch sind?“

Richtige Antwort: a) Eine Begründung einfordern

#### **Textvignette 5 ohne Referenzpunkt 2 Standards**

**Beispielgespräch 1:** Peter fragt: Liegt es vielleicht am Material, ob etwas magnetisch ist?“

Lehrerin: „Überlege, wie war das mit der Büroklammer und der Nadel?“

**Beispielgespräch 2:** Sabine sagt: „Kann es sein, dass alles aus Eisen vom Magnet angezogen wird?“

Lehrerin: „Überprüfe doch mal alle Eisendinge, die du kennst!“

**Welche Frage zielt auf ein ähnliches Niveau wie die Fragen in den Beispielgesprächen?**

**Mögliches Gespräch:**

Birgit fragt: „Zieht ein Magnet Dinge aus Eisen immer an?“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Denke doch mal an das Besteck!“
- b) „Überlege doch mal, wie war das mit der Kugel?“
- c) „Erklär mir mal, wie du darauf kommst, dass Dinge aus Eisen immer magnetisch sind!“

Richtige Antwort: b) Aktivieren durch Vergleiche

### Textvignette 6 ohne Referenzpunkt 2 Standards

**Beispielgespräch 1:** Peter sagt: „Der Magnet zieht nur silberne Dinge an.“  
Lehrerin: „Hm, erinnere dich mal, was mit der roten Büroklammer war?“

**Beispielgespräch 2:** Sabine sagt: „Ein Magnet hält nur an kleinen Dingen!“  
Lehrerin: „So wie die Heizung?“

**Welche Frage zielt auf ein ähnliches Niveau wie die Fragen in den Beispielgesprächen?**

**Mögliches Gespräch:**

Birgit meint: „Immer, wenn etwas aus Metall ist, zieht der Magnet es an!“

Die Lehrerin antwortet:

- „Ok, und was passiert mit dem Magneten an dem Alutopf?“
- „Überlege mal, bist du dir sicher, dass alle Dinge aus Metall magnetisch sind?“
- „Erinnere Dich mal an die Eisenkugel, was passierte mit dem Magneten?“

Richtige Antwort: a) Einen kognitiven Konflikt provozieren

### Textvignette 7 ohne Referenzpunkt 2 Standards

**Beispielgespräch 1:** Peter sagt: „Liegt es vielleicht an der Größe, ob der Magnet etwas anzieht?“

Lehrerin: „Denke doch mal an den Suppenlöffel und den Teelöffel?“

**Beispielgespräch 2:**

Sabine sagt: „Es wird nur angezogen, weil es silbern ist.“

Lehrerin: „Untersuche doch mal alle silbernen Dinge im Raum!“

**Welche Frage zielt auf ein ähnliches Niveau wie die Fragen in den Beispielgesprächen?**

**Mögliches Gespräch:**

Birgit meint: „Der Magnet zieht alle kleinen Dinge an.“

Die Lehrerin antwortet:

- „Erklär mir mal, wie kommst du darauf, dass es an der Größe liegt?“
- „Denke doch mal an den Kochtopf, der ist doch gar nicht so klein?“
- „Hast du alle kleinen Dinge in der Forscherbox untersucht?“

Richtige Antwort: c) Aktivieren durch Vergleiche

## 3. Textvignettenset mit Referenzpunkt und einem Standard

### Aufgabenbeschreibung

#### Fragen stellen auf einem kognitiv hohen Niveau

Das Ziel der folgenden Aufgabe ist es, Fragen auf kognitiv hohem Niveau kennen zu lernen und einzuordnen.

Im Folgenden sehen Sie ein kurzes Unterrichtsgespräch zwischen einer Lehrerin und einem Kind im Kontext „Magnetismus“.

- Lesen Sie das Beispielgespräch auf der nächsten Folie sorgfältig durch.
- Die Frage der Lehrerin im Beispielgespräch zielt auf ein **kognitiv hohes** Niveau.
- Lesen Sie dann das mögliche Gespräch mit den Antwortmöglichkeiten a, b und c.

- Wählen Sie dann diejenige Antwortmöglichkeit (a, b oder c), die auf ein **kognitiv ähnlich hohes** Niveau und die **gleiche** Maßnahme abzielt wie die der Lehrerin im Beispielgespräch!

### **Textvignette 1 mit Referenzpunkt und einem Standard**

#### **Beispielgespräch mit Frage, die auf ein kognitiv hohes Niveau abzielt:**

Peter sagt: „Alle silbernen Dinge sind magnetisch.“

Lehrerin: „Wie kann das sein, der Magnet hielt doch nicht am Topf?“

#### **Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Fragen im Beispielgespräch?**

##### **Mögliche Gespräche:**

Birgit meint: „Magnete ziehen alle Metalle an.“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Also du meinst, alle Büroklammern sind magnetisch?“
- b) „Aus welchem Material war denn der Ring?“
- c) „Erkläre mal, denkst Du, es liegt nur am Material, wenn ein Magnet eine Nadel anzieht?“

Richtige Antwort: b) Einen kognitiven Konflikt provozieren

### **Textvignette 2 mit Referenzpunkt und einem Standard**

#### **Beispielgespräch mit Frage, die auf ein kognitiv hohes Niveau abzielt:**

Peter sagt: „Je kleiner ein Magnet ist, desto weniger Kraft hat er.“

Lehrerin: „Du bist der Meinung, dass kleine Magneten schwächer sind, weshalb denkst du so?“

#### **Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Fragen im Beispielgespräch?**

##### **Mögliche Gespräche:**

Birgit meint: „Der große Magnet ist viel stärker.“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Glaubst du denn, jeder kleine Magnet ist schwächer als ein großer Magnet?“
- b) „Du denkst also, dass große Magnete immer mehr Kraft haben?“
- c) „Erkläre mal, sind große Magneten immer stärker?“

Richtige Antwort: c) Eine Begründung einfordern

### **Textvignette 3 mit Referenzpunkt und einem Standard**

#### **Beispielgespräch mit Frage, die auf ein kognitiv hohes Niveau abzielt:**

Peter sagt: „Nur kleine Dinge sind magnetisch.“

Lehrerin: „Hm, aber der Magnet hielt doch auch an der großen Tafel?“



**Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Fragen in den Beispielgesprächen?**

**Mögliche Gespräche:**

Sabine sagt: „Alle Münzen sind magnetisch!“

Lehrerin antwortet:

- a) „Hm, erkläre mal wieso du meinst, dass alle Münzen an Magneten halten?“
- b) „Denkst Du es liegt an der Form, dass Münzen magnetisch sind?“
- c) „Was macht das 50 Cent Stück an dem Magneten?“

Richtige Antwort: c) Einen kognitiven Konflikt provozieren

#### **Textvignette 4 mit Referenzpunkt und einem Standard**

**Beispielgespräch mit Frage, die auf ein kognitiv hohes Niveau abzielt:**

Peter sagt: „Eisenkugeln sind immer magnetisch!“

Lehrerin: „Sag mal, woran liegt es denn, dass die Kugeln magnetisch sind?“

**Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Fragen im Beispielgespräch?**

**Mögliche Gespräche:**

Birgit meint: „Weil der Löffel silbern ist, hält der Magnet an ihm.“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Was ist denn wichtig, damit etwas magnetisch ist?“
- b) „Sag mir mal, ob auch der grüne Löffel magnetisch ist?“
- c) „Überlege mal, kannst du denn silberne Dinge nennen, die nicht magnetisch sind?“

Richtige Antwort: a) Eine Begründung einfordern

#### **Textvignette 5 mit Referenzpunkt und einem Standard**

**Beispielgespräch mit Frage, die auf ein kognitiv hohes Niveau abzielt:**

Peter fragt: „Liegt es vielleicht am Material, ob etwas magnetisch ist?“

Lehrerin: „Überlege, wie war das mit der Büroklammer und der Nadel?“

**Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Fragen im Beispielgespräch?**

**Mögliche Gespräche:**

Birgit fragt: „Zieht ein Magnet Dinge aus Eisen immer an?“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Denke doch mal an das Besteck!“
- b) „Überlege doch mal, wie war das mit der Kugel?“
- c) „Erklär mir mal, wie du darauf kommst, dass Dinge aus Eisen immer magnetisch sind!“

Richtige Antwort: b) Aktivieren durch Vergleiche

### Textvignette 6 mit Referenzpunkt und einem Standard

#### Beispielgespräch mit Frage, die auf ein kognitiv hohes Niveau abzielt:

Peter sagt: „Der Magnet zieht nur silberne Dinge an.“

Lehrerin: „Hm, erinnere dich mal, was mit der roten Büroklammer war?“

#### Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Fragen im Beispielgespräch?

##### Mögliche Gespräche:

Birgit meint: „Immer, wenn etwas aus Metall ist, zieht der Magnet es an!“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Ok, und was passiert mit dem Magneten an dem Alutopf?“
- b) „Überlege mal, bist du dir sicher, dass alle Dinge aus Metall magnetisch sind?“
- c) „Erinnere Dich mal an die Eisenkugel, was passierte mit dem Magneten?“

Richtige Antwort: a) Einen kognitiven Konflikt provozieren

### Textvignette 7 mit Referenzpunkt und einem Standard

#### Beispielgespräch mit Frage, die auf ein kognitiv hohes Niveau abzielt:

Peter sagt: „Liegt es vielleicht an der Größe, ob der Magnet etwas anzieht?“

Lehrerin: „Denke doch mal an den Suppenlöffel und den Teelöffel?“

#### Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Fragen im Beispielgespräch?

##### Mögliche Gespräche:

Birgit meint: „Der Magnet zieht alle kleinen Dinge an.“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Erklär mir mal, wie kommst du darauf, dass es an der Größe liegt?“
- b) „Denke doch mal an den Kochtopf, der ist doch gar nicht so klein?“
- c) „Hast du alle kleinen Dinge in der Forscherbox untersucht?“

Richtige Antwort: c) Aktivieren durch Vergleiche

## 4. Textvignettenset ohne Referenzpunkt und mit einem Standard

### Aufgabenbeschreibung

Das Ziel der folgenden Aufgaben ist es unterschiedliche Niveaustufen von Fragen kennen zu lernen und einzuordnen.

Im Folgenden sehen Sie kurze Unterrichtsgespräche zwischen einer Lehrerin und einem Kind im Kontext „Magnetismus“.

- Lesen Sie das Beispielgespräch auf den nächsten Folien sorgfältig durch.
- Lesen Sie dann das mögliche Gespräch mit den Antwortmöglichkeiten a, b und c.
- Wählen Sie dann diejenige Antwortmöglichkeit (a, b oder c) die auf ein ähnliches Niveau abzielt wie die Antwort der Lehrerin im Beispielgespräch!

**Textvignette 1 ohne Referenzpunkt und mit einem Standard****Beispielgespräch:**

Peter sagt: „Alle silbernen Dinge sind magnetisch.“

Lehrerin: „Wie kann das sein, der Magnet hielt doch nicht am Topf?“

**Welche Frage zielt auf ein ähnliches Niveau wie die Frage im Beispielgespräch?****Mögliche Gespräche:**

Birgit meint: „Magnete ziehen alle Metalle an.“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Also du meinst, alle Büroklammern sind magnetisch?“
- b) „Aus welchem Material war denn der Ring?“
- c) „Erkläre mal, denkst Du es liegt nur am Material, wenn ein Magnet eine Nadel anzieht?“

Richtige Antwort: b) Einen kognitiven Konflikt provozieren

**Textvignette 2 ohne Referenzpunkt und mit einem Standard****Beispielgespräch**

Peter sagt: „Je kleiner ein Magnet ist, desto weniger Kraft hat er.“

Lehrerin: „Du bist der Meinung, dass kleine Magneten schwächer sind, weshalb denkst du so?“

**Welche Frage zielt auf ein ähnliches Niveau wie die Frage im Beispielgespräch?****Mögliche Gespräche:**

Birgit meint: „Der große Magnet ist viel stärker.“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Glaubst du denn, jeder kleine Magnet ist schwächer als ein großer Magnet?“
- b) „Du denkst also, dass große Magnete immer mehr Kraft haben?“
- c) „Erkläre mal, sind große Magneten immer stärker?“

Richtige Antwort: c) Eine Begründung einfordern

**Textvignette 3 ohne Referenzpunkt und mit einem Standard****Beispielgespräch**

Peter sagt: „Nur kleine Dinge sind magnetisch.“

Lehrerin: „Hm, aber der Magnet hielt doch auch an der großen Tafel?“

**Welche Frage zielt auf ein ähnliches Niveau wie die Frage im Beispielgespräch?****Mögliche Gespräche:**

Sabine sagt: „Alle Münzen sind magnetisch!“

Lehrerin antwortet:

- a) „Hm, erkläre mal, wieso du meinst, dass alle Münzen an Magneten halten?“
- b) „Denkst Du, es liegt an der Form, dass Münzen magnetisch sind?“
- c) „Was macht das 50-Cent-Stück an dem Magneten?“

Richtige Antwort: c) Einen kognitiven Konflikt provozieren

#### **Textvignette 4 ohne Referenzpunkt und mit einem Standard**

##### **Beispielgespräch:**

Peter sagt: „Eisenkugeln sind immer magnetisch!“

Lehrerin: „Sag mal, woran liegt es denn, dass die Kugeln magnetisch sind?“

**Welche Frage zielt auf ein ähnliches Niveau wie die Frage im Beispielgespräch?**

##### **Mögliche Gespräche:**

Birgit meint: „Weil der Löffel silbern ist, hält der Magnet an ihm.“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Was ist denn wichtig, damit etwas magnetisch ist?“
- b) „Sag mir mal, ob auch der grüne Löffel magnetisch ist?“
- c) „Überlege mal, kannst du denn silberne Dinge nennen, die nicht magnetisch sind?“

Richtige Antwort: a) Eine Begründung einfordern

#### **Textvignette 5 ohne Referenzpunkt und mit einem Standard**

##### **Beispielgespräch:**

Peter fragt: „Liegt es vielleicht am Material, ob etwas magnetisch ist?“

Lehrerin: „Überlege, wie war das mit der Büroklammer und der Nadel?“

**Welche Frage zielt auf ein ähnliches Niveau wie die Frage im Beispielgespräch?**

##### **Mögliche Gespräche:**

Birgit fragt: „Zieht ein Magnet Dinge aus Eisen immer an?“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Denke doch mal an das Besteck!“
- b) „Überlege doch mal, wie war das mit der Kugel?“
- c) „Erklär mir mal, wie du darauf kommst, dass Dinge aus Eisen immer magnetisch sind!“

Richtige Antwort: b) Aktivieren durch Vergleiche

#### **Textvignette 6 ohne Referenzpunkt und mit einem Standard**

##### **Beispielgespräch:**

Peter sagt: „Der Magnet zieht nur silberne Dinge an.“

Lehrerin: „Hm, erinnere dich mal, was mit der roten Büroklammer war?“

**Welche Frage zielt auf ein ähnliches Niveau wie die Frage im Beispielgespräch?**

##### **Mögliche Gespräche:**

Birgit meint: „Immer, wenn etwas aus Metall ist, zieht der Magnet es an!“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Ok, und was passiert mit dem Magneten an dem Alutopf?“
- b) „Überlege mal, bist du dir sicher, dass alle Dinge aus Metall magnetisch sind?“
- c) „Erinnere Dich mal an die Eisenkugel, was passierte mit dem Magnet?“

Richtige Antwort: a) Einen kognitiven Konflikt provozieren

### **Textvignette 7 ohne Referenzpunkt und mit einem Standard**

#### **Beispielgespräch:**

Peter sagt: „Liegt es vielleicht an der Größe, ob der Magnet etwas anzieht?“

Lehrerin: „Denke doch mal an den Suppenlöffel und den Teelöffel?“

**Welche Frage zielt auf ein ähnliches Niveau wie die Frage im Beispielgespräch?**

#### **Mögliche Gespräche:**

Birgit meint: „Der Magnet zieht alle kleinen Dinge an.“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Erklär mir mal, wie kommst du darauf, dass es an der Größe liegt?“
- b) „Denke doch mal an den Kochtopf, der ist doch gar nicht so klein?“
- c) „Hast du alle kleinen Dinge in der Forscherbox untersucht?“

Richtige Antwort: c) Aktivieren durch Vergleiche

## Studie 2 Lernen mit Vergleichen

### Teilstudie 1: Validierung des Instruments

**Hinweis:** Es wurden das Textvignetten-Set zur kognitiven Aktivierung im Kontext des Magnetismus mit einem Referenzpunkt und einem Standard aus Studie 1 verwendet (siehe Anhang Seite IX). Das Instrument wurde nach der Intervention mit dem Fachthema *Schwimmen und Sinken* anhand der Postdaten berechnet. Die Lösungen des Instruments zum Thema *Magnetismus* wurden den Studierenden erst nach dem Follow-Up-Test zur Verfügung gestellt, um ein Lernen durch das Testinstrument zu vermeiden.

### Teilstudie 2 Antwortverhalten während der Intervention

Hinweis: Im Folgenden werden die beiden Textvignetten-Sets der Intervention von Studie Zwei aufgelistet. Die Textvignetten wurden in der Experimentalgruppe 1 mit zwei Standards und einem Referenzpunkt eingesetzt, während Experimentalgruppe 2 einen Standard und einen Referenzpunkt erhielt. Die Studierenden erhielten die Textvignetten zur Bearbeitung, und im Anschluss an jede einzelne Textvignette erhielten sie eine Erklärung darüber, welche Antwortoption richtig ist und warum. Des Weiteren wurden die Gründe dafür erläutert, warum die anderen beiden Antwortoptionen nicht korrekt sind. Die Textvignetten hatten das Fachthema Schwimmen und Sinken.

#### Textvignettenset 1: Schwimmen und Sinken mit einem Standard

##### Aufgabenbeschreibung: Textvignettenset mit einem Standard

##### Fragen stellen auf einem kognitiv hohem Niveau

Das Ziel der folgenden Aufgabe ist es, Fragen auf kognitiv hohem Niveau kennen zu lernen und einzuordnen.

Im Folgenden sehen Sie ein kurzes Unterrichtsgespräch zwischen einer Lehrerin und einem Kind im Kontext „Schwimmen und Sinken“.

- Lesen Sie das Beispielgespräch auf der nächsten Folie sorgfältig durch.
- Die Frage der Lehrerin im Beispielgespräch zielt auf ein **kognitiv hohes** Niveau.
- Lesen Sie dann das mögliche Gespräch mit den Antwortmöglichkeiten a, b und c.
- Wählen Sie dann diejenige Antwortmöglichkeit (a, b oder c), die auf ein **kognitiv ähnlich hohes** Niveau und die **gleiche** Maßnahme abzielt wie die der Lehrerin im Beispielgespräch!

## 1. Textvignette mit einem Standard

### Beispielgespräch mit Frage, die auf ein kognitiv hohes Niveau abzielt:

Peter sagt: „Alle kleinen Dinge schwimmen.“

Lehrerin: „Wie kann das sein, die kleine Nadel ist doch gesunken?“

### Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Frage im Beispielgespräch?

#### Mögliche Gespräche:

Anne meint: „Alle Dinge aus Eisen sinken.“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Also du meinst, ein Eisenknopf geht unter?“
- b) „Aus welchem Material war denn die Klangschale?“
- c) „Erkläre mal, denkst Du, es liegt nur am Material, wenn eine Nadel sinkt?“

Richtige Antwort: b) Einen kognitiven Konflikt provozieren

## 2. Textvignette mit einem Standard

### Beispielgespräch mit Frage, die auf ein kognitiv hohes Niveau abzielt:

Peter sagt: „Jeder schwere Gegenstand sinkt!“

Lehrerin: „Du bist also der Meinung, dass schwere Dinge sinken, weshalb denkst du so?“

### Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Frage im Beispielgespräch?

#### Mögliche Gespräche:

Anne meint: „Der kleine Klotz schwimmt.“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Glaubst du denn, dass große Klötze immer sinken?“
- b) „Du denkst also, dass jeder kleine Bauklotz schwimmt?“
- c) „Erkläre mal, ob kleine Bauklötze immer schwimmen?“

Richtige Antwort: c) Eine Begründung einfordern

## 3. Textvignette mit einem Standard

### Beispielgespräch mit Frage, die auf ein kognitiv hohes Niveau abzielt:

Peter sagt: „Alle flachen Dinge schwimmen.“

Lehrerin: „Hm, aber die flache Metallplatte ist doch gesunken?“

### Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Frage im Beispielgespräch?

#### Mögliche Gespräche:

Anne sagt: „Alle Kugeln sinken!“

Lehrerin antwortet:

- a) „Aha, also erkläre mir mal, wieso du meinst, dass alle Kugeln sinken?“
- b) „Denkst Du, es liegt an der Form, dass Kugeln sinken?“

c) „Was macht denn die Wachskugel?“

Richtige Antwort: c) Einen kognitiven Konflikt provozieren

#### 4. Textvignette mit einem Standard

##### **Beispielgespräch mit Frage, die auf ein kognitiv hohes Niveau abzielt:**

Peter sagt: „Eisenkugeln sinken immer!“

Lehrerin: „Sag mal, woran liegt es denn, dass die Kugeln sinken?“

**Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Frage im Beispielgespräch?**

##### **Mögliche Gespräche:**

Birgit meint: „Weil der Baumstamm klein ist, kann er schwimmen.“

Die Lehrerin antwortet:

a) „Sag mir mal, ob der riesige Baumstamm auch schwimmen kann?“

b) „Was ist denn wichtig, damit etwas schwimmen kann?“

c) „Überleg mal, kannst du auch kleine Dinge nennen, die nicht schwimmen können?“

Richtige Antwort: b) Eine Begründung einfordern

#### 5. Textvignette mit einem Standard

##### **Beispielgespräch mit Frage, die auf ein kognitiv hohes Niveau abzielt:**

Peter fragt: „Liegt es vielleicht am Material, ob etwas schwimmen kann?“

Lehrerin: „Überlege, wie war das mit dem Holz- und dem Eisenwürfel?“

**Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Frage im Beispielgespräch?**

##### **Mögliche Gespräche:**

Birgit fragt: „Sinken Dinge aus Eisen immer?“

Die Lehrerin antwortet:

a) „Erinnerst du dich denn an Dinge aus Eisen, die schwimmen können?“

b) „Hast du alle Eisendinge aus der Forscherbox untersucht?“

c) „Erklär mir mal, wie du darauf kommst, dass Dinge aus Eisen sinken!“

Richtige Antwort: b) Aktivieren durch Vergleiche

#### 6. Textvignette mit einem Standard

##### **Beispielgespräch mit Frage, die auf ein kognitiv hohes Niveau abzielt:**

Peter sagt: „Es schwimmt, weil es klein ist.“

Lehrerin: „Genau wie die Nadel?“

**Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Frage im Beispielgespräch?**



**Mögliche Gespräche:**

Birgit meint: „Immer, wenn etwas Löcher hat sinkt es!“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Was passiert denn im Wasser mit der löchrigen Holzkugel?“
- b) „Bist du dir sicher, dass alle Dinge mit Löchern sinken?“
- c) „Sowie mit der Titanic, die durch den Eisberg ein Loch bekam?“

Richtige Antwort: a) Einen kognitiven Konflikt provozieren

**7. Textvignette mit einem Standard****Beispielgespräch mit Frage, die auf ein kognitiv hohes Niveau abzielt:**

Peter sagt: „Liegt es vielleicht an der Größe, ob etwas schwimmt?“

Lehrerin: „Überlege mal, wie war das mit der kleinen und der großen Eisenkugel?“

**Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Frage im Beispielgespräch?****Mögliche Gespräche:**

Birgit meint: „Schwimmen nur kleine Dinge?“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Erklär mir mal, wie kommst du darauf, dass es an der Größe liegt?“
- b) „Wie war es denn mit dem Baumstamm, der war doch gar nicht klein?“
- c) „Denke doch mal an die Teile vom Holzbesteck!“

Richtige Antwort: c) Aktivieren durch Vergleiche

## Textvignettenset 2: Schwimmen und Sinken mit zwei Standards

### Aufgabenbeschreibung: Textvignettenset mit zwei Standards

#### Fragen stellen auf einem kognitiv hohem Niveau

Das Ziel der folgenden Aufgabe ist es, Fragen auf kognitiv hohem Niveau kennen zu lernen und einzuordnen.

Im Folgenden sehen Sie zwei kurze Unterrichtsgespräche zwischen einer Lehrerin und einem Kind im Kontext „Schwimmen und Sinken“.

- Lesen Sie die beiden Beispielgespräche auf der nächsten Folie sorgfältig durch und **vergleichen** Sie diese.
- Die Fragen der Lehrerin in beiden Beispielgesprächen zielt auf ein **kognitiv hohes** Niveau.
- Lesen Sie dann das mögliche Gespräch mit den Antwortmöglichkeiten a, b und c.
- Wählen Sie dann diejenige Antwortmöglichkeit (a, b oder c), die auf ein **kognitiv ähnlich hohes** Niveau und die **gleiche** Maßnahme abzielt wie die der Lehrerin in den Beispielgesprächen!

### 1. Textvignette mit zwei Standards

#### Beispielgespräche mit Fragen, die auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau abzielen:

**Beispielgespräch 1:** Peter sagt: „Alle kleinen Dinge schwimmen.“

Lehrerin: „Wie kann das sein, die kleine Nadel ist doch gesunken?“

**Beispielgespräch 2:** Sabine sagt: „Alle Dinge mit Luft schwimmen!“

Lehrerin: „Aha, und in der Glaswasserflasche war keine Luft?“

**Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Fragen in den Beispielgesprächen?**

#### Mögliche Gespräche:

Anne meint: „Alle Dinge aus Eisen sinken.“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Also du meinst, ein Eisenknopf geht unter?“
- b) „Aus welchem Material war denn die Klangschale?“
- c) „Erkläre mal, denkst Du, es liegt nur am Material, wenn eine Nadel sinkt?“

Richtige Antwort: b) Einen kognitiven Konflikt provozieren

### 2. Textvignette mit zwei Standards

**Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Fragen in den Beispielgesprächen?**

**Beispielgespräch 1:** Peter sagt: „Jeder schwere Gegenstand sinkt!“

Lehrerin: „Du bist also der Meinung, dass schwere Dinge sinken, weshalb denkst du so?“

**Beispielgespräch 2:** Sabine sagt: „Es liegt am Material, ob etwas sinkt!“

Lehrerin: „Wie kommst du darauf, dass es am Material liegt?“

**Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Fragen in den Beispielgesprächen?**

**Mögliche Gespräche:**

Anne meint: „Der kleine Klotz schwimmt.“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Glaubst du denn, dass große Klötze immer sinken?“
- b) „Du denkst also, dass jeder kleine Bauklotz schwimmt?“
- c) „Erkläre mal, ob kleine Bauklötze immer schwimmen?“

Richtige Antwort: c) Eine Begründung einfordern

### 3. Textvignette mit zwei Standards

**Beispielgespräche mit Fragen, die auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau abzielen:**

**Beispielgespräch 1:** Peter sagt: „Alle flachen Dinge schwimmen.“

Lehrerin: „Hm, aber die flache Metallplatte ist doch gesunken?“

**Beispielgespräch 2:** Sabine meint: „Alle leichten Dinge schwimmen.“

Lehrerin: „Was wird mit der Büroklammer passieren?“

**Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Fragen in den Beispielgesprächen?**

**Mögliche Gespräche:**

Anne sagt: „Alle Kugeln sinken!“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Aha, also erkläre mir mal, wieso du meinst, dass alle Kugeln sinken?“
- b) „Denkst Du, es liegt an der Form, dass Kugeln sinken?“
- c) „Was macht denn die Wachskugel?“

Richtige Antwort: c) Einen kognitiven Konflikt provozieren

### 4. Textvignette mit zwei Standards

**Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Fragen in den Beispielgesprächen?**

**Beispielgespräch 1:** Peter sagt: „Eisenkugeln sinken immer!“

Lehrerin: „Sag mal, woran liegt es denn, dass die Kugeln sinken?“

**Beispielgespräch 2:** Sabine sagt: „Alles, was nur aus Wachs ist, schwimmt!“

Lehrerin: „Kannst du das genauer beschreiben?“

**Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Fragen in den Beispielgesprächen?**

**Mögliche Gespräche:**

Birgit meint: „Weil der Baumstamm klein ist, kann er schwimmen.“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Sag mir mal, ob der riesige Baumstamm auch schwimmen kann?“
- b) „Was ist denn wichtig, damit etwas schwimmen kann?“
- c) „Überleg mal, kannst du auch kleine Dinge nennen, die nicht schwimmen können?“

Richtige Antwort: b) Begründung einfordern

### 5. Textvignette mit zwei Standards

**Beispielgespräche mit Fragen, die auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau abzielen:**

**Beispielgespräch 1:** Peter fragt: „Liegt es vielleicht am Material, ob etwas schwimmen kann?“

Lehrerin: „Überlege, wie war das mit dem Holz- und dem Eisenwürfel?“

**Beispielgespräch 2:** Sabine sagt: „Kann es sein, dass alles aus Plastik schwimmt?“

Lehrerin: „Überprüfe doch mal alle Plastikdinge, die du kennst!“

**Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Fragen in den Beispielgesprächen?**

**Mögliche Gespräche:**

Birgit fragt: „Sinken Dinge aus Eisen immer?“

Die Lehrerin antwortet:

- „Erinnerst du dich denn an Dinge aus Eisen, die schwimmen können?“
- „Hast du alle Eisendinge aus der Forscherbox untersucht?“
- „Erklär mir mal, wie du darauf kommst, dass Dinge aus Eisen sinken!“

Richtige Antwort: b) Aktivieren durch Vergleiche

### 6. Textvignette mit zwei Standards

**Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Fragen in den Beispielgesprächen?**

**Beispielgespräch 1:** Peter sagt: „Es schwimmt, weil es klein ist.“

Lehrerin: „Genau wie die Nadel?“

**Beispielgespräch 2:** Sabine sagt: „Alle Kugeln sinken!“

Lehrerin: „So wie die Holzkugel?“

**Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Fragen in den Beispielgesprächen?**

**Mögliche Gespräche:**

Birgit meint: „Immer, wenn etwas Löcher hat sinkt es!“

Die Lehrerin antwortet:

- „Was passiert denn im Wasser mit der löchrigen Holzkugel?“
- „Bist du dir sicher, dass alle Dinge mit Löchern sinken?“
- „Sowie mit der Titanic, die durch den Eisberg ein Loch bekam?“

Richtige Antwort: a) Einen kognitiven Konflikt provozieren

### 7. Textvignette mit zwei Standards

**Beispielgespräche mit Fragen, die auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau abzielen:**

**Beispielgespräch 1:** Peter sagt: „Liegt es vielleicht an der Größe, ob etwas schwimmt?“

Lehrerin: „Überlege mal, wie war das mit der kleinen und der großen Eisenkugel?“

**Beispielgespräch 2:** Sabine sagt: „Es schwimmt, weil es klein ist.“

Lehrerin: „Untersuche doch mal den kleinen und den großen Wachswürfel!“

**Welche Frage zielt auf ein kognitiv ähnlich hohes Niveau und die gleiche Maßnahme wie die Fragen in den Beispielgesprächen?**

**Mögliche Gespräche:**

Birgit meint: „Schwimmen nur kleine Dinge?“

Die Lehrerin antwortet:

- a) „Erklär mir mal, wie kommst du darauf, dass es an der Größe liegt?“
- b) „Wie war es denn mit Baumstamm, der war doch gar nicht klein?“
- c) „Denke doch mal an alle Teile von dem Holzbesteck!“

Richtige Antwort: c) Aktivieren durch Vergleiche

## Teilstudie 3 Lernen mit Vergleichen

**Hinweis:** Das Transkript wurde parallel zum Follow-Up-Test eingesetzt

### 1. Transfertest

**Aufgabenbeschreibung:**

Lesen Sie bitte zunächst den ganzen Text „Magnetismus mit Frau Meister“

#### **Magnetismus mit Frau Meister**

Frau Meister arbeitet in der Fischer-Silbereisen-Grundschule im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Für den heutigen Sachunterricht in der dritten Klasse hat sie sich das Thema Magnetismus ausgesucht. Die Kinder sitzen an Tischen mit entsprechenden Materialien.

FM: Heute wollen wir etwas über Magnete lernen. Wisst ihr noch, wie Forscher arbeiten?

Felix: Ja, die forschen. Sie stellen eine Vermutung auf.

Julia: Ne, das ist falsch. Zuerst kommt 'ne Frage.

FM: Julia, nicht reinrufen! Benni, kipple nicht! Felix, denk noch mal nach.

Felix: Ja, zuerst gibt's die Forscherfrage. Aber Vermuten gehört trotzdem dazu.

Tom: Magnetisch.

FM: Tom, ist das eine Forscherfrage? Erkläre mal genauer, was du damit meinst!

Tom: Woran liegt es, dass etwas magnetisch ist?

Tim: Das liegt an der Farbe, dass es magnetisch ist.

FM: Dann nimm doch mal einen Magneten und untersuche, ob alle grünen und silbernen Gegenstände angezogen werden.

Tim: Kein grünes Teil ist angezogen worden, aber ein blaues und alle silbernen. Also sind alle silbernen Dinge und keine grünen Dinge magnetisch und manche blaue.

Julia: Ja, alle silbernen Dinge werden angezogen, weil das Metall ist.

FM: Ok. Dann nehmt mal die Aluminiumfolie und schaut, was passiert.

Julia: Hää? Die wird gar nicht angezogen. Wie kann das denn sein?

Tim: Keine Ahnung. Die Alufolie ist silbern.

Julia: Hää? Alufolie ist auch aus Metall.

Tim: Mmh... es liegt doch nicht an der Farbe, dass es magnetisch ist. Woran liegt es denn dann?

Tom: Ah, ich weiß! Nur kleine Dinge sind magnetisch.

FM: Super, dann hol doch mal die kleinen Eisennägel.

Tom: Siehst du! Alle kleinen Nägel sind magnetisch.

### Aufgabenbeschreibung

2. Identifizieren Sie **kognitiv aktivierende Maßnahmen** von Frau Meister. Entscheiden Sie für jede Aussage, ob es sich um eine **kognitiv aktivierende Maßnahme** handelt. Begründen Sie Ihre Entscheidung. Nennen Sie den **Fachbegriff** der Art der Rückmeldung.

**FM: Heute wollen wir etwas über Magnete lernen. Wisst ihr noch, wie Forscher arbeiten?**

- Ja, weil \_\_\_\_\_
- Nein, weil \_\_\_\_\_
- Bezeichnung der Rückmeldung \_\_\_\_\_

Felix: Ja, die forschen. Sie stellen eine Vermutung auf.

Julia: Ne, das ist falsch. Zuerst kommt 'ne Frage.

**FM: Julia, nicht reinrufen! Benni, kipple nicht! Felix, denk nochmal nach.**

- Ja, weil \_\_\_\_\_
- Nein, weil \_\_\_\_\_
- Bezeichnung der Rückmeldung \_\_\_\_\_

Felix: Ja, zuerst gibt's die Forscherfrage. Aber Vermuten gehört trotzdem dazu.

Tom: Magnetisch.

**FM: Tom, Ist das eine Forscherfrage? Erkläre mal genauer, was du damit meinst!**

- Ja, weil \_\_\_\_\_
- Nein, weil \_\_\_\_\_
- Bezeichnung der Rückmeldung \_\_\_\_\_

Tom: Woran liegt es, dass etwas magnetisch ist?

Tim: Das liegt an der Farbe, dass es magnetisch ist.

**FM: Dann nimm doch mal einen Magneten und untersuche, ob alle grünen und silbernen Gegenstände angezogen werden.**

- Ja, weil \_\_\_\_\_
- Nein, weil \_\_\_\_\_
- Bezeichnung der Rückmeldung \_\_\_\_\_

Tim: Kein grünes Teil ist angezogen worden, aber ein blaues und alle silbernen. Also sind alle silbernen Dinge und keine grünen Dinge magnetisch und manche blaue.

Julia: Ja, alle silbernen Dinge werden angezogen, weil das Metall ist.

**FM: Ok. Dann nehmt mal die Aluminiumfolie und schaut, was passiert.**

- Ja, weil \_\_\_\_\_
- Nein, weil \_\_\_\_\_
- Bezeichnung der Rückmeldung \_\_\_\_\_

Julia: Hää? Die wird gar nicht angezogen. Wie kann das denn sein?

Tim: Keine Ahnung. Die Alufolie ist silbern.

Julia: Hää? Alufolie ist auch aus Metall.

Tim: Mmh... es liegt doch nicht an der Farbe, dass es magnetisch ist. Woran liegt es denn dann?

Tom: Ah, ich weiß! Nur kleine Dinge sind magnetisch.

**FM: Super, dann hol doch mal die kleinen Eisennägel.**

- Ja, weil \_\_\_\_\_
- Nein, weil \_\_\_\_\_
- Bezeichnung der Rückmeldung: \_\_\_\_\_

Tom: Siehst du! Alle kleinen Nägel sind magnetisch.

### Lösungen

Kinder sitzen an Tischen mit entsprechenden Materialien.

**FM: Heute wollen wir etwas über Magnete lernen. Wisst ihr noch, wie Forscher arbeiten?**

- Ja, weil **FM über bereits Gelerntes sprechen möchte.**
- Nein, weil \_\_\_\_\_
- Bezeichnung der Rückmeldung: **Aktivierung von Vorwissen**

Felix: Ja, die forschen. Sie stellen eine Vermutung auf.

Julia: Ne, das ist falsch. Zuerst kommt 'ne Frage.

**FM: Julia, nicht reinrufen! Benni, kipple nicht! Felix, denk nochmal nach.**

- Ja, weil \_\_\_\_\_
- Nein, weil **sie lediglich eine Rückmeldung zum Verhalten und nicht zu LL-prozessen gibt**
- Bezeichnung der Rückmeldung: **Personenbezogene Rückmeldung**

Felix: Ja, zuerst gibt's die Forscherfrage. Aber Vermuten gehört trotzdem dazu.

Tom: Magnetisch.

**FM: Tom, ist das eine Forscherfrage? Erkläre mal genauer, was du damit meinst!**

- Ja, weil **sie möchte, dass die Kinder über die Forschungsfrage nachdenken und Tom soll erklären**
  - Nein, weil \_\_\_\_\_
- Bezeichnung der Rückmeldung: **Begründungen einfordern**

Tom: Woran liegt es, dass etwas magnetisch ist?

Tim: Das liegt an der Farbe, dass es magnetisch ist.

**FM: Dann nimm doch mal einen Magneten und untersuche, ob alle grünen und silbernen Gegenstände angezogen werden.**

- Ja, weil **FM möchte, dass Gegenstände untersucht und verglichen werden**
- Nein, weil \_\_\_\_\_
- Bezeichnung der Rückmeldung: **zum Vergleichen anregen**

Tim: Kein grünes Teil ist angezogen worden, aber ein blaues und alle silbernen. Also sind alle silbernen Dinge und keine grünen Dinge magnetisch und manche blaue.

Julia: Ja, alle silbernen Dinge werden angezogen, weil das Metall ist.

**FM: Ok. Dann nehmt mal die Aluminiumfolie und schaut, was passiert.**

- Ja, weil **sie das Kind mit einem Gegenbeispiel irritiert und es widerlegt**
- Nein, weil \_\_\_\_\_
- Bezeichnung der Rückmeldung: **Provozieren eines kognitiven Konflikts.**

Julia: Hää? Die wird gar nicht angezogen. Wie kann das denn sein?

Tim: Keine Ahnung. Die Alufolie ist silbern.

Julia: Hää? Alufolie ist auch aus Metall.

Tim: Mmh... es liegt doch nicht an der Farbe, dass es magnetisch ist. Woran liegt es denn dann?

Tom: Ah, ich weiß! Nur kleine Dinge sind magnetisch.

**FM: Super, dann hol doch mal die kleinen Eisennägel.**

- Ja, weil \_\_\_\_\_
- Nein, weil **Schwachsinn. Mit diesem Beispiel würde FM das falsche Präkonzept bestätigen.**
- Bezeichnung Rückmeldung: **Verankern falscher Vorstellungen**

Tom: Siehst du! Alle kleinen Nägel sind magnetisch.

## 2. Fachwissenstest Magnetismus

### Aufgabenbeschreibung: Fachwissenstest Magnetismus

Liebe Studierende,

anbei sehen Sie einen kurzen Fragebogen zum Fachwissen Magnetismus. Bitte kreuzen Sie richtig oder falsch an.

1. alle Metalle sind magnetisch
2. es gibt auch Magnete, die nur einen Pol haben
3. je kleiner ein Magnet ist, desto schwächer ist er
4. man kann aus Eisen einen Magneten selbst herstellen
5. nur der Magnet zieht das Metall an
6. das Metall zieht den Magneten auch an
7. es kommt auf die Größe an, wer wen anzieht
8. Magnete können schwächer werden
9. der magnetische Südpol ist der geographische Nordpol
10. ein Magnet kann immer nur anziehen oder abstoßen
11. Magnete ziehen sich am gleichen Pol an
12. Magnete können durch Gegenstände anziehen
13. wenn man Magneten zu oft benutzt, werden sie schwächer
14. je größer ein Magnet ist, desto stärker ist er
15. jeder Topf ist magnetisch
16. Magnete kann man künstlich herstellen
17. es gibt natürliche Magnete
18. Aluminium ist magnetisch
19. nur Eisen ist magnetisch



**Lösungen**

**Hinweis:** Rote Vermerke sind falsche Aussagen, grüne Vermerke sind richtige Aussagen.

1. alle Metalle sind magnetisch
2. es gibt auch Magnete, die nur einen Pol haben
3. je kleiner ein Magnet ist, desto schwächer ist er
4. man kann aus Eisen einen Magneten selbst herstellen
5. nur der Magnet zieht das Metall an
6. das Metall zieht den Magneten auch an
7. es kommt auf die Größe an, wer wen anzieht
8. Magnete können schwächer werden
9. der magnetische Südpol ist der geographische Nordpol
10. ein Magnet kann immer nur anziehen oder abstoßen
11. Magnete ziehen sich am gleichen Pol an
12. Magnete können durch Gegenstände anziehen
13. wenn man Magneten zu oft benutzt, werden sie schwächer
14. je größer ein Magnet ist, desto stärker ist er
15. jeder Topf ist magnetisch
16. Magnete kann man künstlich herstellen
17. es gibt natürliche Magnete
18. Aluminium ist magnetisch
19. nur Eisen ist magnetisch

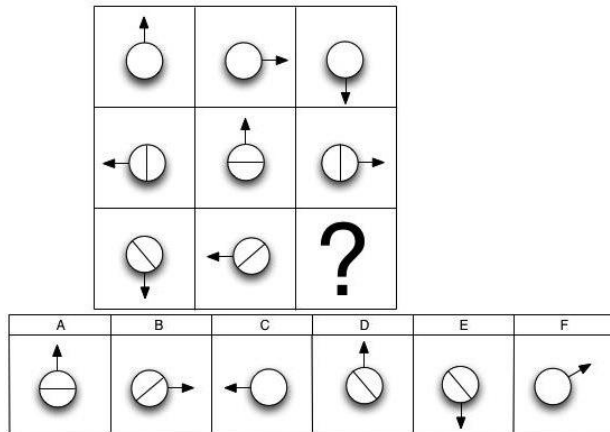
### 3. Testinstrumente kognitive Fähigkeiten

#### 3.1 Logik und Problemlösung

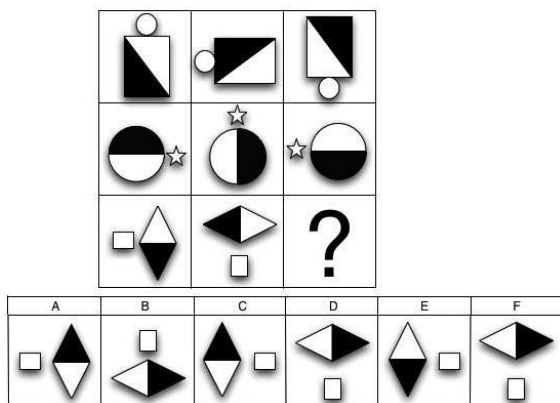
##### Aufgabenbeschreibung

Finden Sie immer das fehlende passende Bild!

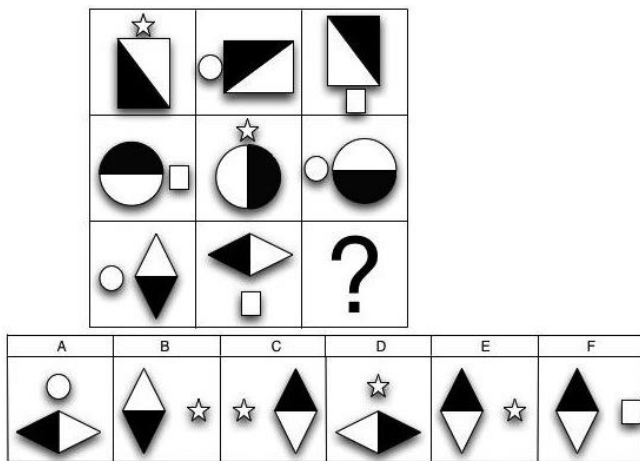
##### 1. Aufgabe



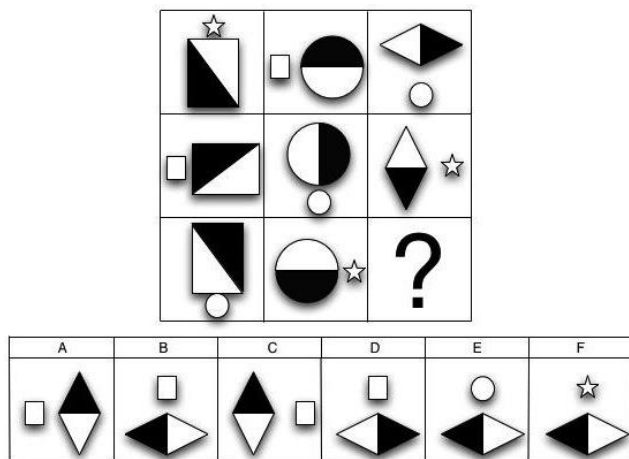
##### 2. Aufgabe



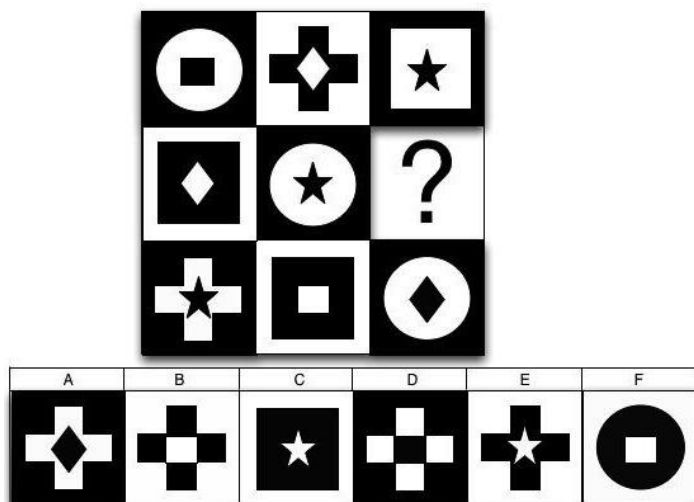
3. Aufgabe



4. Aufgabe



5. Aufgabe

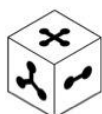



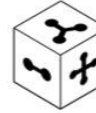

### 3.2 Mentale Rotation

#### Aufgabenbeschreibung: Mentale Rotation

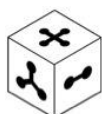
Welcher der Würfel ist die Drehung des Beispielwürfels X?




#### 1. Aufgabe






None of the cubes could be a rotation.

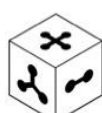
A
B
C
D









I do not know the solution.

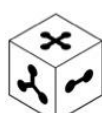
E
F
G
H




#### 2. Aufgabe






None of the cubes could be a rotation.

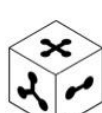
A
B
C
D









I do not know the solution.

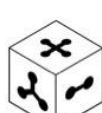
E
F
G
H




#### 3. Aufgabe






None of the cubes could be a rotation.

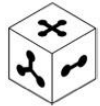
A
B
C
D








I do not know the solution.


E
F
G
H

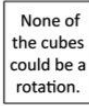
4. Aufgabe



  
X



  
A



  
B

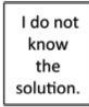

  
C


  
D

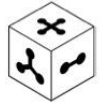

  
E



  
F



  
G

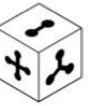

  
H

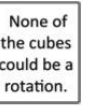
5. Aufgabe



  
X

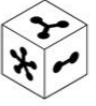

  
A

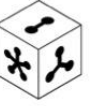

  
B

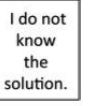

  
C


  
D


  
E


  
F


  
G


  
H

## Vita

**Verfasserin:** Sabrina Maria Stiel-Dämmer

### Schulbildung

2000 Abitur, Gymnasium an der Siegesstraße, Wuppertal

### Studium

2000-2001 Bibliothekswissenschaften Diplom (FH), (ohne Abschluss), Fachhochschule Köln

2001-2003 Bibliotheks- und Politikwissenschaften (Magister) (ohne Abschluss), Universität Koblenz-Landau, Campus Landau

2004-2009 Lehramt für Grund- und Hauptschulen, Universität Koblenz-Landau, Campus Landau

2009 Erstes Staatsexamen für Lehramt für Grund- und Hauptschulen, Universität Koblenz-Landau, Campus Landau

2014-2016 Eignungsfeststellungsverfahren zur Promotion, Universität Koblenz-Landau, Campus Landau

2017-2022 Promotionsstudium, Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau (RPTU), Campus Landau

2023 Disputation, Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau (RPTU), Campus Landau

### Referendariat

2010-2012 Staatliches Studienseminar für das Lehramt an Grund- und Hauptschulen, Rohrbach

2011 Zweites Staatsexamen für das Lehramt an Grund- und Hauptschulen, Rohrbach

**Tätigkeiten**

2012-2016	Lehrerin an der Grundschule und der IGS an der Freien Montessorischule, Landau
2013	Vertretungslehrerin an der Clemens-Beck-Grundschule, Dudenhofen
2013-2014	Vertretungslehrerin an der Jakob Heinrich Lützel Schule, Iggelheim
2014-2017	Wissenschaftliche Mitarbeiterin für Theorie-Praxis-Verzahnung am Institut für Bildung im Kindes- und Jugendalter Arbeitsbereich Grundschulpädagogik, Universität Koblenz-Landau, Campus Landau
2017-2018	Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Projekt „SINUS und FoKuS Hand in Hand“ (Einzelprojekt gefördert vom Ministerium für Bildung und Kultur (MBK), Saarland
2016-2019	Wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin im Projekt "MoSaiK": Aufbau unterrichtsbezogener Diagnose- und Reflexionskompetenz im Sachunterricht" (Teilprojekt IIIV: gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung)
2019-2023	Wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin im Projekt "MoSaiK": Formative Assessment im Sachunterricht mit Bezug zum digitalen Lernen in allen Phasen der Lehrerbildung" (Teilprojekt 8: gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung)
Seit 2022	Wissenschaftliche Mitarbeiterin für Theorie-Praxis-Verzahnung am Institut für Bildung im Kindes- und Jugendalter, Arbeitsbereich Grundschulpädagogik, Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau (RPTU), Campus Landau