

Forschend-entdeckendes Lernen in der Hochschulbildung als pädagogischer Doppeldecker im naturwissenschaftlichen Sachunterricht – Eine Evaluationsstudie zu einer studierendenzentrierteren Lehr- und Lernkultur

Doris Neubauer und Astrid Huber

Inquiry-based learning is supposed to be a crucial element of a reform-oriented teacher education. Furthermore, a consensus seems to prevail nationally as well as internationally. In terms of the professionalisation process, prospective teachers are supposed to build up not merely professional content knowledge (CK) and pedagogical content knowledge (PCK), but at the same time also acquire, among other things, self-reflective practical competencies. The article presents the results of an evaluation study in teacher education with student teachers for primary school and discusses the prerequisites, perspectives and conditions for success on this basis in reference to the international state of research. First, the question is addressed as to which framework conditions are necessary at the university so that students can autonomously design their own learning processes and thereby develop a kind of inquiry habitus in order to be able to initiate this development in the sense of a pedagogical double-decker in school practice with the young learners. In the following, future-oriented approaches resulting from the study will be discussed.

1. Einleitung

Die vorliegende Evaluationsstudie soll einen Beitrag zu einer studierendenzentrierteren Lehr- und Lernkultur leisten, der dem forschend-entdeckenden Lernprinzip (FeL) im Bachelorstudium der Primarstufe in naturwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen an der Privaten Pädagogischen Hochschule der Diözese Linz (Ö) durch das Lernen in einem pädagogischen Doppeldecker einen hohen Stellenwert einräumt. Die Studie präsentiert Erkenntnisse zum Status Quo in eigenen Sachunterrichtslehrveranstaltungen, evaluiert Wünsche, Vorstellungen, Ziele von Studierenden im forschenden Lernprozess, zeigt Grenzen auf und thematisiert Zukunftsperspektiven des Lehr- und Lernprinzips. Die Ergebnisse werden diskutiert und Anreize zur Qualitätsverbesserung von Hochschulbildung gegeben. Der Theorie-Praxis-Beitrag soll an die Erkenntnisse des Tagungsbandes der GDSU (Knörzer et al. 2019) mit dem Schwerpunkt „Forschendes Lernen im Sachunterricht“ anknüpfen und einen evaluativ-selbstkritischen Beitrag zum forschungsbasierten Lehren und Lernen im hochschuldidaktischen Diskurs zum forschungsbasierten Lehren und Lernen leisten, um das Spannungsfeld zwischen Theorie und Handeln zu überwinden.

2. Theoretischer Hintergrund – Inquiry Based Learning Arrangements

Forschende Lernarrangements als partizipationsorientierte innovative Lehr- und Lernkonzepte können mit einem hohen Anteil an Eigenaktivität, Selbstbestimmung und Selbstwirksamkeitserleben als motivationsförderliche Lerngelegenheiten betrachtet werden (Reitinger 2013; Luttenberger et al. 2020).

Im deutschsprachigen tertiären Bildungssektor scheint weitgehend Konsens darüber zu bestehen: Forschungsbasiertes Lernen soll ein zentrales Moment einer reformorientierten Lehrer*innenbildung darstellen (Wissenschaftsrat 2001; Hochschulrektorenkonferenz 2006; Einsiedler et al. 2014, 28). Auf den Pfaden von Bruners *Discovery Learning* Ansatz, Lehre mit Lernen, Wissenschaft und Forschung in eine untrennbare Einheit zu bringen und die Entwicklung einer „Forschenden Grundhaltung“ als ambitionierte Forderung der Bologna-Reform, bleiben jedoch weitgehend ein frommer Wunsch, an deren Umsetzung durchaus schon Humboldt und Kollegen an ihre Grenzen stießen (Brinkmann 2020). Nicht zuletzt deshalb, da bis dato keine einheitliche Grundlagentheorie zum forschenden Lehr- und Lehransatz vorliegt. Diverseste bildungstheoretische Ansätze, Definitionen, Auslegungen, Interpretationen, Konzeptualisierungsschwerpunkte und zahlreiche didaktische Modelle sorgen in der Folge für Kontroversen (Fichten 2017). Die inflationäre Nutzung des Begriffes „Inquiry“ (Reinmann 2019) sowie die Vermischung von Gegenstand und Subjekt seien Grundprobleme und würden einer Begriffsschärfung wenig dienlich sein (Brinkmann 2020). Ein kurzer Abstecher zu den Anfängen: Der Begriff *Undergraduate Research* (Mieg & Lehmann 2017) entwickelte sich in den 70er Jahren vor dem Hintergrund eines wachsenden Interesses und wissenschaftlicher Initiativen, Lehre und Forschung zusammen zu führen. Veröffentlichungen von Healey & Jenkins (2009), die u. a. das Quadrantenmodell (2008) publik machten, legten den Grundstein für die „Inquiry-based learning“-Bewegung. Das Rahmenmodell klassifiziert mittels vier Quadranten das Wesen forschender Lernprozesse: forschungsgeleitet, -orientiert, -basiert und forschungsbegleitet. Die horizontale Quadrantenachse teilt Studierende in aktiv Teilhabende oder passive Rezipient*innen. In der vertikalen Achse liegen die Schwerpunkte auf der Unterscheidung deklarativer oder prozedural-problemorientierter Forschung, wobei Jenkins & Healey (2010, 38) feststellen, dass weit mehr Hochschullehrveranstaltungen im unteren Quadrantenbereich abgehalten werden und Lehrende vermehrt rezeptive Vermittlungsstrategien anwenden als auf eine ausgewogene Betonung zu setzen.

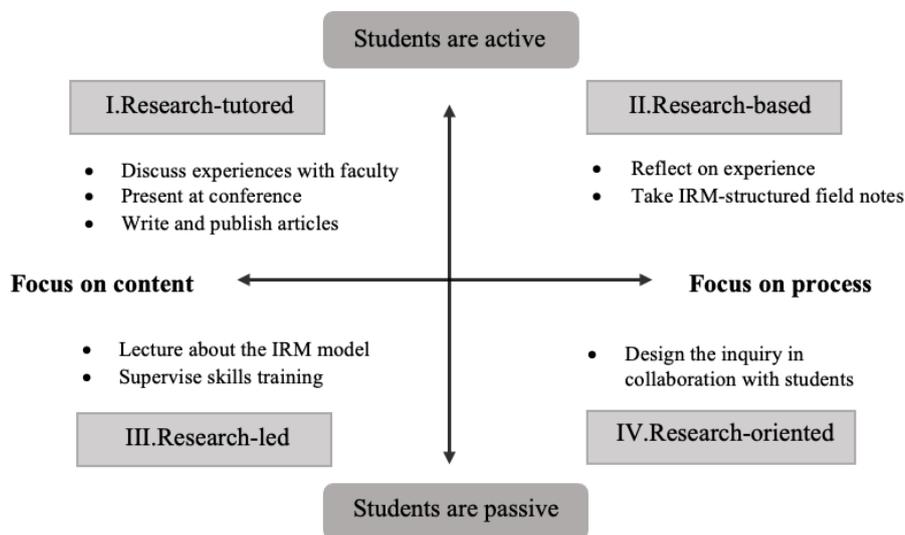


Abb. 1 Quadrantenmodell nach Jenkins & Healey (2008; 2010)

„Inquiry Learning“ als schuldidaktisches Lehr- und Lernprinzip löste einen regelrechten Boom aus, der in eine Flut an Publikationen über die letzten zehn Jahre hinweg mündete. Diverse Ansätze zum forschenden Lern-Trend erschwerten in weiterer Folge die Überschaubarkeit und Trennschärfe der kursierenden Begrifflichkeiten. Internationale Forscher*innenteams bemühten sich um Klarheit und Begriffsschärfe. Pedaste et al. (2015) und Rönnebeck et al. (2016) systematisierten die Publikationen und verhandelten generische Elemente forschender Lernarrangements. Die Analysen zeigten, dass vorwiegend phasen-zentrierte zyklische Modelle mit durchaus ähnlichen Merkmalen vorzufinden waren (vgl. White & Frederiksen 1998 (6 Phasen-Modell); Bell et al. 2010 (9-Phasen-Modell); Gilbert 2009 (5E Forschungskreislauf)). Aus den 32 untersuchten Publikationen zum forschenden Lernen fasste Pedaste et al. (2015) *gemeinsame Merkmale* in ein generisches international anerkanntes Phasenmodell dem „Inquiry Cycle“ zusammen. Dieser Forschungskreislauf umfasst 5 Hauptphasen mit ergänzenden 5 Subphasen: (1) Orientation (1a) Questioning (1b) Hypothesis, (2) Conceptualisation, (3) Investigation (3a) Exploration, (3b) Experimentation, (3c) Data Interpretation, (4) Conclusion, (5) Discussion. Dieses Modell bildet einen klassischen naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsprozess ab. In den vergangenen zwei Jahrzehnten entwickelte sich aus der Inquiry-Bewegung eine Trendwende weg vom Fokus der Untersuchung „inquiry“ hin zu naturwissenschaftlichen Praktiken „science practices“ (K-12-Science Classrooms: Bybee 2011; National Research Council 2012). Forschendes Lernen wird unter diesem Gesichtspunkt nicht mehr nur ausschließlich als eine Form der kognitiven und epistemischen Wissensaneignung verstanden, sondern durch einen praktisch-sozialen Aspekt erweitert, der einen jungen Menschen prozedural ermächtigt, Mitglied einer Science Community zu werden, weil er seine Grammatik versteht und dementsprechend zu kommunizieren in der Lage ist, an Aktivitäten teilnimmt, die von einer Community geschätzt werden und handelt, wie es den Normen der Gemeinschaft entspricht (Aditomo & Klieme, 2021; Duschl 2007). Naturwissenschaftliches Lernen kann als Teilhabe an authentischen wissenschaftlichen Praktiken verstanden werden, was wiederum bedeutet, Modelle und/oder Theorien zu konstruieren, die einen Aspekt der natürlichen Welt erklären, um für deren Wert und Gültigkeit zu argumentieren (Aditomo & Klieme 2021; Osborne et al. 2013; Windschitl et al. 2008).

Für den deutschsprachigen Raum konnte Huber (2009) eine viel zitierte und elaborierte Begriffsbestimmung hochschuldidaktischen forschenden Lernens vornehmen, die einen Transfer der neu gewonnenen Erkenntnisse für „Dritte“ vorsieht. Eine klare Trennung der Begrifflichkeiten in forschungsbasiert, -orientiert und Forschendes Lernen im engeren Sinn wird von Huber in Anlehnung an Jenkins & Healey vorgeschlagen. Ein gemeinsam gebrauchter Überbegriff fehle jedoch weitgehend, deshalb konstatiert Huber den Schirmbegriff „Forschungsnahes Lehren und Lernen“ als Schärfung des Konstrukts (Huber 2019, 25). Um eine weitere Definition u.a. für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht zu nennen, beschreibt Hellmer (2009) ein klassisches idealtypisches Phasenmodell, welches systematisch vom Emergieren einer persönlich relevanten Forschungsfrage, dem Formulieren einer Hypothese, dem Entwerfen eines Untersuchungsplanes, dem Aneignen wissenschaftlicher Methoden, der Durchführung der Untersuchung bis hin zur diskursiven

Reflexion und der Präsentation der Ergebnisse führt (vgl. auch Huber 2009) in aktiver und selbsttätiger Eingebundenheit der forschenden Akteur*innen. Scholkmann (2016) versucht forschend-entdeckendes Lernen (FeL) für die Hochschullehre zu klassifizieren und ordnet es in ein vierdimensionales Quadrantenmodell ein, welches je nach Freiheitsgraden bezogen auf die Offenheit in Thema, Fragestellung oder des Ergebnisses in einem Kontinuum von festgelegt bis offen bzw. hinsichtlich seiner Struktur der Bearbeitungsprozesse im Kontinuum von hoch bis gering strukturiert unterschieden werden kann. Sie klassifiziert FeL in der Hochschule je nach Strukturierungsdimension und Freiheitsgraden in Problem-basiertes Lernen (Quadrant I), Projektbasiertes Lernen (Quadrant II), Fallbasiertes Lernen (Quadrant III) und Forschendes Lernen (Quadrant IV). Letzteres ordnet Scholkmann ob seiner Freiheitsgrade hinsichtlich des Bearbeitungsprozesses der gering strukturierten und offenen Dimension zu.

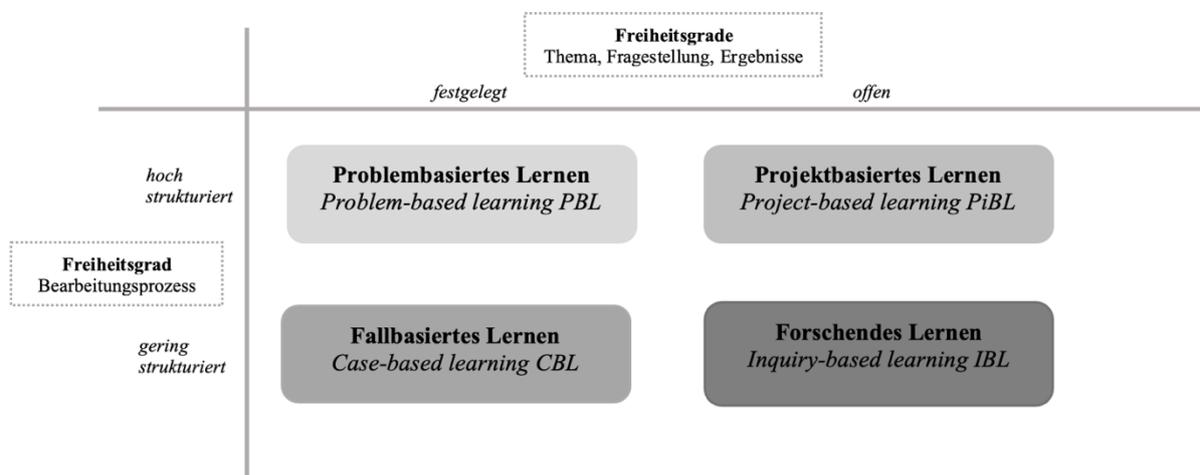


Abb. 2 Vier Dimensionen forschend-entdeckenden Lernens in der Hochschullehre nach Scholkmann (2016)

Ein plausibles hochschuldidaktisches Konzept zum Forschenden Lernen legt auch Reitinger (2013) mit CrEEed (Criteria-based Explorations in Education) und AuRELIA (Authentic Reflective Exploratory Learning and Interaction Arrangements) vor. Mittels forschungsbezogener kriterienbasierter Handlungsdomänen treten Lernende in einen selbstbestimmungsorientierten und vertrauensbasierten forschenden Lernprozess ein. Grundlage dafür bildet eine anliegenorientierte Vereinbarungskultur (Seyfried 2002; 2009), die auf Entdeckungsinteresse, Neugierde und Methodenaffirmation aufbaut. Studien, die die Entfaltung der Kriterien zum Forschenden Lernen examinieren, bestätigen die Wirksamkeit des Konstrukts (Reitinger 2013, Ketter et al. 2016, Reitinger & Oyrer 2020, Reitinger & Hauer 2012). Das Forschungsinteresse der Autor*innen bezieht sich eben auf jene Kriterien, die im Zuge einer Evaluationsstudie auf ihre Entfaltung hin untersucht werden und hochschulische Rahmenbedingungen begleitend auditieren. Ausgehend von Neugierde, Entdeckungsinteresse und einer zustimmenden Haltung zum Prozessverlauf, ist das Modell auf 4 Säulen aufgebaut, die Reitinger als forschungsbezogene Handlungsdomänen bezeichnet: (1) Erfahrungsbasiertes Hypothesieren (2) Authentisches Explorieren (3) Kritischer Diskurs

(4) Transfer des neu Entdeckten. Der Ablauf muss nicht stringent vollzogen werden, er kann auch Schleifengänge beinhalten, ähnlich wie auch in Prozessen der Aktionsforschung beschrieben (Altrichter et al. 2018).

Forschend-entdeckende Lehrkonzepte aus der Hochschullehre erfahren mittlerweile eine Konjunktur und bilden eine kontextuelle Schnittstelle zwischen universitärer Lehre und schuldidaktischer Implementierung, denn forschungsbasierte Unterrichtsansätze stellen substantielle Lerngelegenheiten dar, um naturwissenschaftliche Kompetenzen von Schüler*innen zu fördern und aufzubauen (Engeln et al. 2014).

Messners Auffassung (2009), Forschen sei ein Grundrecht und eine universelle menschliche Grundfähigkeit, impliziert die Wahrnehmung, dass junge Kinder insbesondere Primarstufenschüler*innen „in der Lage sind, in einem Sinne zu forschen, der dem des erwachsenen Wissenschaftlers in wesentlichen Belangen gleichkommt“ (Knörzer et al. 2019, 11; Sodian et al. 2002, Koerber et al. 2011). Bildungswirksame forschende Lernarrangements orientieren sich an moderat sozial-konstruktivistischen Ansätzen, worin junge Forscher*innen einen authentischen systematischen Lern- und Forschungszyklus durchlaufen und persönlich relevanten interessanten Fragen nachgehen können.

Empirische Evidenz aus der Unterrichtsqualitätsforschung zeigt, dass es mehr um Tiefenstrukturen geht, wenn Lerngelegenheiten effektiv sein sollen. Diese Belege haben Einzug in die sachunterrichtliche Fachdidaktik gehalten, wonach wirksame naturwissenschaftliche Lerngelegenheiten demnach von inhaltlich klar strukturierten Lernumgebungen (classroom management), verbaler Unterstützung (lernfreundliches Unterrichtsklima) sowie kognitiv-inhaltlicher Sequenzierungen und altersadäquater „higher order thinking samples“ (kognitive Aktivierung) gekennzeichnet sind (vgl. Zone der nächsten Entwicklung; Vygotsky 1978). Überforderungen und die Entstehung von Fehlkonzepten (Conceptual Change) sollen durch ko-konstruktive Lernbegleitung ausgeglichen werden (Möller et al. 2002; Lange et al. 2012; Leuchter & Saalbach 2014; Kleickmann et al. 2016; Hmelo-silver et al. 2007; Schmidt et al. 2007; Kleickmann et al. 2020; Kirschner et al. 2006).

Der Science Literacy Ansatz versteht den Aufbau naturwissenschaftlicher Grundbildung durch *forschendes Lernen* einerseits als das (altersadäquate) konzeptuelle Verständnis des Wesens der Naturwissenschaften (*nature of science*) durch aktiv handelnde Erfahrungen und andererseits als das Kennenlernen und Aneignen von Methoden und Praktiken (*science practices*) naturwissenschaftlichen Denkens, Arbeitens und Handelns wozu das Beobachten von Phänomenen, Fragen stellen, Hypothesieren, Sammeln von Daten, Dokumentieren von Prozessen, Planen von Versuchen, Durchführen, Anleiten und Überprüfen von Vorgängen sowie das Argumentieren, Analysieren, Interpretieren, Reflektieren und Präsentieren von Ergebnissen zählen (Marquardt-Mau 2011; Koerber et al. 2005). Forschende Lerngelegenheiten sind konstituierend für einen nachhaltigen verstehensorientierten naturwissenschaftlichen Sachunterricht, der nicht nur konzeptuelles und epistemisches Wissen fördern soll, sondern auch soziale Aspekte einer Forscher*innengemeinschaft mit der Verfolgung und Erreichung gemeinsamer Ziele impliziert (National Research Council 2012; Duschl 2007).

2.1. *Stand der Forschung*

Ist der Forschende Lehr- und Lernansatz im schulischen Kontext nun effektiv(er) und bildungswirksam(er) als andere pädagogische Konzepte und leistet das Konstrukt ob seines Aufwandes und seiner pädagogisch-didaktischen Anstrengungen und Vorkenntnisse das, was es zu leisten verspricht? In Anbetracht der Vielfalt an Konzepten und Akzentuierungen zum forschenden Lernen, liegt die Vermutung nahe, dass Lehrkräfte ihren naturwissenschaftlichen forschenden Unterricht dementsprechend vielfältig gestalten, individuell anlegen, planen und durchführen.

Empirische Befunde des schulischen Kontextes geben ein diverses Bild ab, auch hinsichtlich beforschter Dimensionen zu Leistung und Motivation. Hatties Metaanalysen (2009) konstatieren geringe Bildungseffekte durch Forschendes Lernen ($d = 0.30$). ILSA-Daten aus TIMSS oder PISA berichten einen ebenso negativen Zusammenhang zwischen Forschenden Lernarrangements und naturwissenschaftlicher Leistung (PISA 2016). Ebenso zeigen Studien, die die Häufigkeit des Einsatzes naturwissenschaftlicher Experimente im Unterricht fokussierten, einen negativen Zusammenhang mit naturwissenschaftlicher Kompetenz, sowohl in Primar- als auch Sekundarstufe (Teig et al. 2018; Cairns 2019). Worin legitimiert sich dennoch der Bildungswert forschenden Lernens?

Aditomo & Klieme (2020) wiesen auf Einschränkungen der Dateninterpretation aus Large-Scale-Assessments hin und bemängelten, dass jene groß angelegten repräsentativen Studien, deren Erkenntnisse gegen einen forschenden Lernansatz argumentieren, einem differenzierten Blick unterzogen werden müssten, um zu überprüfen, welche Faktoren und Determinanten mit Forschendem Lernen und den Schüler*innenoutcomes in Zusammenhang gebracht wurden. Sie stellten erneut PISA-Daten von jeweils zehn leistungsstarken sowie leistungsschwachen Regionen gegenüber und zeigten auf, dass der Zusammenhang zwischen dem Forschenden Treatment und der Lernleistung stark vom Grad und der Intensität der Begleitung der Lehrperson abhing und die Lehrer*innenunterstützung einen wesentlichen Indikator für den Lernerfolg darstellte. Es konnten auch positive Zusammenhänge zwischen intrinsischer Motivation und den epistemischen Überzeugungen verzeichnet werden. Regionen, in denen sehr frei und ohne Unterstützung forschend gelernt wurde, zeigten hingegen negative Zusammenhänge mit naturwissenschaftlicher Lernleistung. Aditomo & Klieme (2020) analysieren ihre Erkenntnisse dahingehend, dass es kaum eine Rolle spiele, ob eine Lehrkraft die Schüler*innen aufforderte, Experimente zu planen und durchzuführen, oder ob eine andere Lehrkraft empirische Daten bereitstellte, die die Schüler*innen hätten diskutieren und erörtern können. Entscheidend war für das Lernen der Schüler*innen vielmehr, ob die Lehrperson aktiv daran beteiligt ist, den Schüler*innen dabei zu helfen, ihre Untersuchungsaktivitäten zu verstehen und zu konzeptualisieren. Das Forscher*innenteam stellte auf Basis der Erkenntnisse weiter fest, dass Lehrkräfte dazu neigten, Schüler*innen, die zu Beginn des Unterrichts wenig Interesse, Kompetenz, Motivation und/oder Leistung zeigten, keine konzeptionelle Anleitung gaben. Die anfängliche Motivation und Leistung der Schüler*innen könnten die treibende Kraft dafür sein, welche Art von Unterricht die Lehrkräfte einsetzen. Eine Querschnittstudie auf Basis österreichischer TIMSS Daten 2019 (4.

Schulstufe) untersucht den Einfluss der Wahrnehmung von Sachunterrichtslehrkräften (wahrgenommene Leistung & Motivationseinschätzungen) auf die Wahl und Nutzungshäufigkeit forschender Unterrichtsstrategien im Sachunterricht und analysiert, ob es signifikante Unterschiede bei der Wahl und Nutzungshäufigkeit forschender Strategien in Zusammenhang mit Merkmalen der Klassenzusammensetzung und der Lehrer*innenwahrnehmung gibt (Neubauer et al. 2023).

Zum Diskurs um *Guided Inquiry* vs. *Independent Inquiry* knüpfen Furtak et al. (2012) in ihren Meta-Analysen von 37 experimentiellen und quasi-experimentellen Studien an die positiven Zusammenhänge an und führen einen Rahmen für forschungsbasierten Unterricht ein, der zwischen kognitiven Merkmalen und dem Ausmaß der Unterstützung und Anleitung seitens der Lehrkraft unterscheidet. Grabau & Ma (2017) konnten weiters aus PISA-Daten belegen, dass Aspekte des naturwissenschaftlichen Engagements statistisch signifikant und positiv mit den naturwissenschaftlichen Leistungen zusammenhängen und fast alle mittlere oder große Effektstärken aufwiesen. Lazonder & Harmsen (2016) konnten weiters positive Effekte der Beratung auf die Lernaktivitäten ($d=0,66$), den Leistungserfolg ($d=0,71$) und die Lernergebnisse ($d=0,50$) berichten, wobei erhebliche Unterschiede bei der Wirkung der Beratung auf die Lernaktivitäten festgestellt werden konnten und die Art der Beratung die Auswirkungen auf den Leistungserfolg moderierte. Eine weitere repräsentative Studie von Chi et al. (2018) mit PISA-Daten zeigte, dass eher das disziplinäre Klima als die Unterstützung durch die Lehrkräfte den Zusammenhang zwischen forschungsbasierten naturwissenschaftlichen Aktivitäten und den naturwissenschaftlichen Leistungen der Schüler*innen beider Geschlechter moderierten. Cairns & Areepattamannil (2017) fanden in ihrer Studie heraus, dass forschender naturwissenschaftlicher Unterricht zwar einen negativen Zusammenhang mit dem Lernerfolg zeigte, jedoch signifikant positiv mit der Einstellung zu Naturwissenschaften verbunden war und das Interesse und die Freude am naturwissenschaftlichen Lernen, zukunftsorientierte naturwissenschaftliche Motivation und das Selbstkonzept und Selbstwirksamkeitserleben hinsichtlich Naturwissenschaften steigerte.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass sich die meisten Studien mit der Sekundarstufe beschäftigten und nur wenige Studien Aspekte zum forschenden naturwissenschaftlichen Unterricht in der Primarstufe fokussierten sowie differenzierte Schüler*innen- und Lehrer*innenmerkmale hinsichtlich Unterrichtsqualität in den Blick nahmen (Fauth et al. 2014; Teig et al. 2019; Nilsen et al. 2016, Möller et al. 2002; Steffensky et al. 2018; Kleickmann 2012; 2015). Forschungs- und Evaluationsbedarf besteht weiterhin für die Weiterentwicklung des hochschuldidaktischen Konzepts zum Forschenden Lernen im Rahmen des Professionalisierungsprozesses. Mittlerweile liegen erste Studien vor, die u.a. im Zuge der Schriftenreihe der GDSU mit Schwerpunkt zum Forschenden Lernen in Sachunterricht (Knörzer et al. 2019) erschienen sind und weitere Blickwinkel zur Implementierung und Weiterentwicklung eröffnen (Weitzel et al. 2019; Volmer et al. 2019; Goll 2019; Ketter et al. 2016; Reitinger et al. 2016; Reitinger & Hauer 2012; Anderson 2002; Luttenberger & Pustak 2020).

Empirische Evidenzen attestieren dem forschenden Lernkonstrukt bislang zusammenfassend kognitive und affektiv-motivationale Bildungswirksamkeit, jedoch bedarf es bestimmter struktureller Voraussetzungen, Gelingensbedingungen, Einstellungen und Haltungen seitens der Lehrenden. Wir hypothetisieren, dass Lernende (in unserem Fall angehende Lehrende in der Rolle als Lernende an der Hochschule) ob des offenen Charakters forschender Lehr- und Lernarrangements ebenso adäquate Begleitung und Unterstützung in Form inhaltlicher und kognitiver Strukturierungsmaßnahmen benötigen.

Anderson (2002) fand beispielsweise für den hochschuldidaktischen Kontext heraus, dass angehende Lehrer*innen Prinzipien des forschenden Lernansatzes nur dann erfolgreich anwenden, wenn sie persönliche Erfahrungen in ihrem Studium damit gemacht haben.

Auf Basis dieser Erkenntnisse und als wahrgenommener Forschungsauftrag, in einen kritischen Diskurs mit der eigenen Lehre zu treten, wurde die Implementierung eines pädagogischen Doppeldeckers als Chance zur tieferen Verarbeitung des forschenden Lehr- und Lernkonstruktes sowie ein weiterer Beitrag zum Diskurs um Gelingensbedingungen und Voraussetzungen für Forschendes Lernen im hochschuldidaktischen Kontext unumgänglich.

2.2. Pädagogischer Doppeldecker als Teil des Professionalisierungsprozesses

Die Professionsforschung betont, zukünftige Lehrkräfte sollen nicht nur Professionswissen in den Fachwissenschaften, Fachdidaktiken, pädagogisch-psychologische, organisatorische, beratende, motivationale und selbstregulative Kompetenzen aufbauen (Baumert & Kunter 2011; Baier et al. 2019), sondern gleichzeitig auch zu selbstreflexiven Praktiker*innen ausgebildet werden (Schön 1983; Heinzl & Marini 2009). Neuere Erkenntnisse aus der Unterrichtsforschung rücken weitere Facetten in den Diskurs und betonen die Bedeutung der Persönlichkeitsmerkmale von Lehrkräften, wonach Überzeugungen und Werthaltungen einen nicht unwesentlichen Einfluss auf die Effektivität und Wirksamkeit des (naturwissenschaftlichen) Unterrichts haben (Teig et al. 2018; Dunker 2015; 2016; Calderhead 1996; Baier et al. 2019). Überzeugungen („beliefs“) sind relativ resistent gegenüber Veränderungsbemühungen in Aus-, Fort- und Weiterbildung, weil sie biografisch entstanden sind und sich in der täglichen Unterrichtspraxis bewährt haben (Wahl 2013). Handlungsleitend seien äußerst stabile subjektive Theorien (Wahl 1991). Ein bloßes Reproduzieren von Wissens-elementen oder schlichtes Raten durch einen fragend-entwickelnden Unterrichtsstil verhindere das Entstehen von Problemlöseprozessen und wirke sich ungünstig auf das Lernen aus (vgl. Klieme 2002). Eine der wirksamsten Formen gegen das Produzieren trägen Wissens ist der „pädagogische Doppeldecker“ (Wahl 2013). Geissler (1985) beschreibt ihn auch als "Prinzip der Selbstanwendung". Der Ausdruck „pädagogischer Doppeldecker“ meint im engeren Sinne, dass die Lernenden genau mit jenen Methoden unterrichtet werden, die sie später als Lehrende einsetzen sollen. Ist es beispielsweise ein Ziel, die Methode Freiarbeit zu vermitteln, so erarbeiten sich die Lernenden jene Methode in und mit Freiarbeitsphasen. Übertragen auf Forschendes Lernen: Soll das Ziel sein, Forschend-entdeckende Lernformen in der Primarstufe im eigenen zukünftigen Unterricht zu implementieren, so bedarf es einer forschend-entdeckenden universitären Lernumgebung,

die Selbsterfahrung und Selbstanwendung möglich macht. Durch das handelnde Erfahren sollen Studierende die Stärken und Grenzen des (forschenden) Lehr- und Lernprinzips erleben und eher in der Lage sein, ihre praktischen Erfahrungen später an ihre anvertrauten Schüler*innen weiterzugeben (Huber 2019, 27). Der pädagogische Doppeldecker hat eine weitere Funktion: Subjektive Theorien sollen aufgedeckt und didaktisch-methodisches Handeln bewusst gemacht werden. „Er ist insofern eine ökologisch valide Übung, als darin die theoretisch angepriesenen Lernumgebungen ganz konkret `am eigenen Leibe` erlebt werden können“ (Wahl 2002, 234).

3. Methode, Design, Forschungsfragen

Die quantitativ-qualitative Evaluationsstudie im Pre-Post-Design zu zwei Messzeitpunkten (MSZ I, MSZ II) sollte den Fragen nachgehen, welche Vorerfahrungen (Begegnungen mit FeL), Wünsche, Vorstellungen und Ziele von Studierenden vor und im forschenden Lernprozess emergieren und ob sich die Kriterien des forschenden Lernansatzes nach Reitinger (2013) im Laufe der Lehrveranstaltung entfalten. Das Forschungsinteresse intentierte, Studierende selbstbestimmt ihre individuellen Lernprozesse gestalten zu lassen und ihre forschende Haltung zu entwickeln, um eben diese im Sinne eines pädagogischen Doppeldeckers in die Schulpraxis transferieren zu können (Wahl 2013).

Zu MSZ 1 wurde ein Online-Fragebogen mit einer geschlossenen Frage (FeL bisher im Studium) und 3 offenen Frageformaten (Erwartungen, Wünsche, Ziele) erstellt, der als Bestandsaufnahme dienen sollte, worin Studierende einerseits ihre demografischen Daten sowie erste Vorstellungen, Erwartungen, Wünsche und Ziele vor dem Eintreten in den forschenden Lernprozess einschätzen sollten.

Zu MSZ 2 wurde die Entfaltung der Kriterien zum forschenden Lernprozess mit dem standardisierten Erhebungsinstrument CILI-D erhoben (Reitinger et al. 2020), wodurch wir uns erhofften, valide Aussagen über einen tatsächlich stattgefundenen forschenden Lernprozess tätigen zu können. Expert*inneninterviews sollten additiv qualitative Erkenntnisse bringen und einen vertieften Einblick in Studierendenvorstellungen geben.

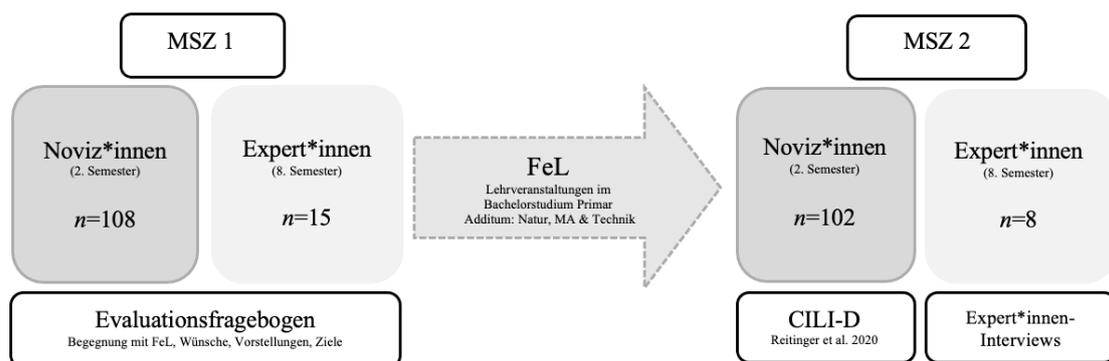


Abb. 3 Forschungsdesign der Evaluationsstudie (Neubauer & Huber 2021)

3.1. Erhebungsinstrument

Das Erhebungsinstrument CILI-D (Reitinger et al. 2020) als *Criteria of Inquiry Learning Inventory* verstanden misst auf einer 7-stufigen Likertskala: 1 (stimmt gar nicht); 2; 3; 4 (stimmt teilweise), 5; 6; 7 (stimmt völlig) mittels 12 Items die Entfaltung der vier Kriterien Forschenden Lernens. Die Erhebungen erstreckten sich über den Zeitraum eines Semesters (Wintersemester: Oktober – Jänner 2021/22). Der erste Messzeitpunkt fand am Beginn des Semesters statt, der zweite Messzeitpunkt am Ende.

Erfahrungsbasiertes Hypothesisieren

1. Die Lehrveranstaltung brachte mich dazu, Vermutungen über mögliche Lösungen anzustellen.
2. Bei dieser Lehrveranstaltung kamen mir viele Überlegungen zu möglichen Ergebnissen in den Sinn.
3. Ich dachte über mögliche Lösungen nach.

Authentisches Explorieren

4. Die Lehrveranstaltung ermutigte mich, offenen Fragen nachzugehen.
5. Durch Erforschen erlangte ich spannende Erkenntnisse über das Thema.
6. Während dieser Lehrveranstaltung konnte ich eigenständig neue Erkenntnisse gewinnen.

Kritischer Diskurs

7. Es gab viele Situationen, in denen ich meine Ideen einbringen konnte.
8. Ich erinnere mich an viele interessante Gespräche während dieser Lehrveranstaltung.
9. Diese Lehrveranstaltung hatte viele sinnvolle Diskussionen beinhaltet.

Konklusionsbasierter Transfer

10. Mit den Erkenntnissen, die ich während dieser Lehrveranstaltung gewonnen habe, möchte ich auf jeden Fall mehr tun.
11. Ich habe viele Ideen für sinnvolle Dinge, die ich mit den neuen Erkenntnissen machen kann.
12. Diese Lehrveranstaltung hat mir Ideen für interessante weitere Tätigkeiten gebracht.

3.2. Sample

Lehramtsstudierende des 2. Semesters Primarstufe [$n=108$; $m=6$ (5,55%), $w=102$ (94,45%); Alter: $M=20.68$, $SD=3.43$; Vorerfahrung in Jahren: $M=1.42$, $SD=3.4$, keine Berufserf.: 70 (64,81%) Zugang zum Studium: Berufsreifeprüfung: 53 (49,07%) Matura AHS: 51 (47,22%) andere Zugänge: 4 (3,7%)] – von den Autor*innen als Noviz*innen bezeichnet - sollten sich im Zuge ihres Professionalisierungsprozesses an der Pädagogischen Hochschule der Diözese

Linz kooperativ im Tandem selbstgewählten naturwissenschaftlichen Themen widmen, die jeweiligen naturwissenschaftlichen Konzepte weitgehend eigenständig erarbeiten und im Anschluss einen Mini-Workshop konzipieren, den sie an einem gemeinsamen Projekttag in die Schulpraxis überführen sollten. Ein höherer Grad an strukturierenden Unterstützungsmaßnahmen im Selbstbestimmungsprozess während des forschenden Lernens zeigte sich vergleichsweise bei den Noviz*innen in ausgeprägterer Form als bei der Kontrollgruppe. Beim zweiten Messzeitpunkt war eine Rücklaufquote von 94,44% der ursprünglichen Stichprobe gegeben.

Als Vergleichsgruppe (Expert*innen) wurden Lehramtsstudierende aus dem 8. Semester rekrutiert [$n=15$; $m=2$ (13,3%), $w=13$ (86,66%); Alter: $M=25.53$, $SD=5.85$; Vorerfahrung in Jahren: $M=2.93$, $SD=5.73$, keine Berufserfahrung: 9 (60%) Zugang zum Studium: Berufsreifeprüfung: 9 (60%) Matura AHS: 6 (40%)] – als Expert*innengruppe bezeichnet –, die den Schwerpunkt „Natur und Technik“ zuvor vier Semester belegten. Aus dieser Kontrollgruppe wurde ein selbstreflexiverer und kompetenterer Zugang zum forschenden Lernprinzip erwartet.

Bei der ersten Erhebung sollten die Studierenden auf einer 7-stufigen Likertskala, die von „stimme völlig zu“ bis „stimme nicht zu“ reichte, angeben, ob ihnen

- (1) die Methode des FeL im Studium schon begegnet sei (wobei wir davon ausgingen, dass die Expert*innengruppe mit dem Nawi-Schwerpunkt einen höheren Mittelwert erzielen werden)

In der Folge wurden in offenen Frage-Antwortformaten erhoben,

- (2) welche Erwartungen Studierende von Lehrveranstaltungen, die FeL möglich machen, haben,
- (3) was sie sich von den Dozent*innen im Lernprozess wünschen resp. erwarten und
- (4) welche Ziele sie sich persönlich im kommenden Semester setzen möchten.

4. Ergebnisse

Messzeitpunkt I. Evaluationsfragebogen

Begegnung im Studium

Aus der ersten Erhebung kann erwartungsgemäß aus der Treatmentgruppe Noviz*innen ($M= 4.07$; $SD = 1.42$) ein etwas geringerer Wert zur Begegnung von FeL im Studium berichtet werden, wobei die Expert*innen ($M= 5.73$; $SD = 1.38$) einen deutlich höheren Mittelwert vorweisen.

Erwartungen

Die Aussagen der Proband*innen zu den Erwartungen im Forschenden Lernprozess konnten bestätigen, dass eine Vision von offenem forschenden Unterricht vorhanden ist, der die Förderung von eigenaktivem Handeln hervorhebt und die Selbstständigkeit fördert.

Wünsche

Studierende wünschen sich „Patentrezepte“, die Klarheit, Struktur und Sicherheit geben. Konkrete Beispiele, sowie richtungsweisende Ideen sollen dem autonomen Arbeiten durch Scaffoldingmaßnahmen einen stabilen Unterbau bieten.

Zielvorstellungen

Studierende nehmen sich für den autonomen Lernprozess besseres Zeitmanagement im Sinne einer fachlichen Professionalisierung vor. Weiters lassen sich Angaben zu einer schnellen Erledigung der Aufgaben sowie Spaß im Studium als Ziele berichten.

Messzeitpunkt II. Fragebogen CILI-D

Die Mittel- und Reliabilitätswerte der einzelnen Skalen bilden in allen vier Konstruktvariablen ein affirmatives Bild ab. Daraus kann abgeleitet werden, dass Forschendes Lernen aufgrund der hohen Entfaltungsgrade der Kriterien Forschenden Lernens nach Reitinger (2013) in unseren Lehrveranstaltungen stattgefunden hat.

Tab. 1 Mittelwertvergleiche CILI-D; MSZ II; Skala 1-7 (Reitinger et al. 2020)

	Konstruktvariable	M <i>Mittelwert</i>	SD <i>Standardabweichung</i>	Cronbach's α
Erfahrungsbasiertes Hypothesieren	eh	5,61	1,39	0.89
Authentisches Explorieren	ae	5,7	1,37	0.92
Kritischer Diskurs	kd	5,45	1,38	0.87
Konklusionsbasierter Transfer	kt	5,61	1,45	0.93

Expert*innen-Interviews

Die Befragung wurde anhand eines leitfadengestützten Interviews durchgeführt, dabei wurden die Proband*innen [$n=8$; $m=1$ (12,5%), $w=7$ (87,5%); Alter: $M=24.8$; 8. Sem.] über ihre persönlichen Erfahrungen, Erkenntnisse, Organisation des Forschenden Lernprozesses und ihr persönliches Erleben befragt. Alle acht Expert*innen standen kurz vor ihrem Bachelorabschluss und waren bereits aufgrund des Lehrer*innenmangels im Schuldienst angestellt. Im Sinn des „pädagogischen Doppeldeckers“ konnten die Befragten sowohl die Erfahrungen mit der Methode des Forschenden Lernens in ihrem Studium, als auch den Transfer der Methode in ihren eigenen Unterricht reflektieren.

Rückblick auf das Studium

Alle acht Befragten merkten an, dass sie im Studium mehr Hospitationsmöglichkeiten bei Lehrkräften, die Forschendes Lernen in ihrem Unterricht praktizieren, gewünscht hätten. Auch Planungsvorschläge wären ihrer Meinung nach eine große Unterstützung gewesen. So haben sie lediglich im Schwerpunkt „Mathematik-Naturwissenschaft-Technik“ eine

intensive Auseinandersetzung bzw. Umsetzung des Forschenden Lernens sowohl an der Hochschule, wie auch in ihren Praxisstunden an den Schulen kennen gelernt und erproben können.

Blick in ihren eigenen Unterricht

Sieben der acht Absolvent*innen konnten die Methode zum Befragungszeitpunkt nur in einigen wenigen Unterrichtsfächern anwenden – vorzugsweise im Sachunterricht bei MINT-Themen. Das könnte auf die Tatsache zurückgeführt werden, dass die Befragten hier auf Erfahrungen bei der Anwendung des forschenden Lernens im Studium zurückgreifen können und sich dabei sicherer bei der Umsetzung fühlen, als in anderen Unterrichtsfächern. Eine Befragte teilte mit, dass es ihr schon recht gut gelinge, die Methode in allen von ihr unterrichteten Fächern anzuwenden. Auch unter den Expert*innen bestätigt sich, ein nachhaltiger Transfer in die eigene Unterrichtspraxis kann nur erfolgreich gelingen, wenn das Erfahren und Erleben der Methode des Forschenden Lernens an der Hochschule in sämtlichen Fachbereichen des Curriculums ermöglicht wird (Huber 2019, Wahl 2002).

5. Fazit & Diskussion

Forschendes Lernen kann von Beginn an im Lehramt für Primarstufe in Sachunterrichtslehrveranstaltungen umgesetzt werden. Es bedarf jedoch bestimmter Voraussetzungen und Gelingensbedingungen. Strukturierende Lehrelemente sowie begleitend-unterstützende Maßnahmen als symbolischer „Kick-Off“, scheint dem Anspruch eines konstruktivistischen Lehr-Lernverständnisses vorerst zu widersprechen. Wie die Evaluationsstudie zeigt, dürften modellartige Rezepte und Good-Practice-Beispiele notwendige Scaffoldingmaßnahmen darstellen, die Studierende benötigen, um in einen individualisierten und autonomisierten forschenden Lernprozess einsteigen zu können. Der Wunsch nach Modellen und Beispielen in beiden Treatmentgruppen macht deutlich, dass hier ein Spannungsfeld überwunden werden muss. Aus konstruktivistischer Sicht dürfte für Studierende der Primarstufe eine Adaption hin zu einem moderat-sozial-konstruktivistischen Zugang als adäquater Lernpfad notwendig sein. Ansätze aus dem Cognitive Apprenticeship (Collins et al. 1989) könnten vermehrt in die Lehre Einzug halten. Lernen in einem pädagogischen Doppeldecker eröffnet Studierenden ein autonomes Lernfeld, indem sie sich selbst ausprobieren und vieles erproben können. Die Schaffung einer positiven Fehlerkultur und der individuelle Kompetenzaufbau scheinen im Doppeldeckersetting zentral zu sein, um naturwissenschaftliche Konzeptionen selbst zu verstehen und in der Folge durch Lehrerhandeln in den Unterricht überzuführen. Die evidenzbasierte Annahme, die den anleitungsbasierten forschenden Lernansätzen den Vorzug gibt, konnte durch die Evaluationsstudie abermals bestätigt werden und scheint auch für den hochschuldidaktischen Kontext von Bedeutung zu sein. Der sichere Umgang mit den Freiheitsgraden im forschenden tertiären Lernprozess dürfte in einem Kontinuum über die Studiensemester aufgebaut werden, stellt aber auch Schwerpunktstudierende höheren Semesters vor Herausforderungen, vor allem dann, wenn es um den Praxistransfer geht. Die Studie weist jedoch darauf hin, dass Studierende im Vertiefungsstudium (Additum) über eine höhere Affinität zum forschenden Lernen aufweisen. Dies kann dem besonderen Interesse,

der Motivation und dem Engagement der Schwerpunktstudierenden für naturwissenschaftliche Themen geschuldet sein.

Damit forschendes Lernen als innovatives studierendenzentriertes Lehr-Lernprinzip in der tertiären Bildungslandschaft Bestand und Perspektive hat, wäre die Pflege eines kontinuierlichen sachunterrichtsdidaktischen Diskurses wünschenswert. Vor dem Hintergrund fortschreitender Digitalität als neue Perspektive in der Hochschullehre stellen hybride Lehr-Lernformate (z.B. Blended Learning) die Fachdidaktiker*innen vor neuartige Herausforderungen. Qualitative digitale Lehrformate für den forschenden Sachunterricht zu entwickeln, die Elemente der Online- und Präsenzlehre als pandemisches „Erbe“ effizient in einem günstigen Verhältnis kombinieren, könnte ein zukunftsweisender Entwicklungsauftrag sein, der neue Dimensionen zum forschenden Lehren und Lernen eröffnet und (digitale) Unterrichts- und Lehrqualität an Hochschulen implementiert.

Literatur

- Aditomo, A. & Klieme, E. (2020): Forms of inquiry-based science instruction and their relations with learning outcomes: Evidence from high and low-performing education systems. *International Journal of Science Education*, 1–22.
- Altrichter, H., Posch, P. & Spann, H. (2018): *Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht* (5. Aufl.). Bad Heilbrunn.
- Anderson, R. D. (2002): Reforming science teaching: What research says about inquiry?. In: *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1–12.
- Baier, F., Decker, A.-T., Voss, T., Kleickmann, T., Klusmann, U. & Kunter, M. (2019): What makes a good teacher? The relative importance of mathematics teachers' cognitive ability, personality, knowledge, beliefs, and motivation for instructional quality. In: *British Journal of Educational Psychology*, 89, 767–786.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2011): Das Kompetenzmodell von COACTIV. In: Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand M. (Hrsg.): *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* Münster, 29-53.
- Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S. & Ploetzner, R. (2010): Collaborative inquiry learning: Models, tools, and challenges. *International Journal of Science Education*, 32, 349–377.
- Brinkmann, M. (2020): Zum Verhältnis von Lehren und Lernen im Studium - Bildungstheoretische, didaktische und phänomenologische Perspektiven. In: Brinkmann, M. (Hrsg.): *Forschendes Lernen. Pädagogische Studien zur Konjunktur eines hochschuldidaktischen Konzepts*. Wiesbaden, 61–83.
- Bruner, J. S. (1960): *The process of education*. Cambridge, Mass.
- Bybee, R. W. (2011): *Scientific and Engineering Practices in K-12 Classrooms. Understanding A Framework for K-12 Science Education*, NSTA.
- Cairns, D. & Areepattamannil, S. (2017): Exploring the Relations of Inquiry-Based Teaching to Science Achievement and Dispositions in 54 Countries. In: *Research in Science Education*, 49, 1-19.
- Calderhead, J. (1996): Teachers: Beliefs and Knowledge. In: D. C. Berliner, & R. C. Calfee (Hrsg.): *Handbook of Educational Psychology*. New York, 709–725.
- Chi, S., Liu, X., Wang, Z. & Won Han, S. (2018): Moderation of the effects of scientific inquiry activities on low SES students' PISA 2015 science achievement by school teacher support and disciplinary climate in science classroom across gender. In: *International Journal of Science Education*, 40 (11), 1284–1304.

- Collins, A., Brown, J. & Newman, S. E. (1989): Cognitive Apprenticeship: Teaching the Crafts of Reading, Writing, and Mathematics. In: Resnick, L. B. (Hrsg.): *Knowing, Learning, and Instruction: Essays in Honor of Robert Glaser*. Hillsdale, NJ, 453–494.
- Duschl, R. A. (2007): Quality argumentation and epistemic criteria. In: Erduran, S. & Jimenez-Aleixandre, M. P. (Hrsg.): *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. Berlin, 159–175.
- Engeln, K., Mikelskis-Seifert, S. & Euler, M. (2014): Inquiry-based mathematics and science education across Europe: A synopsis of various approaches and their potentials. In: Bruguière, C. (Hrsg.): *Topics and Trends in current science education: 9th ESERA conference selected contributions*. Dordrecht, Heidelberg, New York, London, 229–242.
- Einsiedler, W., Götz, M., Hartinger, A., Heinzl, F., Kahlert, J. & Sandfuchs, U. (Hrsg.) (2014): *Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik* (4. Aufl.). Bad Heilbrunn.
- Ewerhardy, A., Kleickmann, T. & Möller, K. (2012): Fördert ein konstruktivistisch orientierter naturwissenschaftlicher Sachunterricht mit strukturierenden Anteilen das konzeptuelle Verständnis bei den Lernenden?. In: *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 5(1), 76–88.
- Fichten, W. (2017): Forschendes Lernen in der Lehrerbildung. In: Schüssler, R., Schöning, A., Schwier, V., Schicht, S., Gold, J. & Weyland, U. (Hrsg.): *Forschendes Lernen im Praxissemester. Zugänge, Konzepte, Erfahrungen*. Bad Heilbrunn, 30–38.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H. & Briggs, D. C. (2012): Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching. In: *Review of Educational Research*, 82, 300–329.
- Geissler, K. A. (1985): Lernen in Seminargruppen. Studienbrief 3 des Fernstudiums Erziehungswissenschaft „Pädagogisch-psychologische Grundlagen für das Lernen in Gruppen“. Deutsches Institut für Fernstudien.
- Goll, T. (2019): Forschendes Lernen im Praxissemester - Herausforderungen für das Fach Sachunterricht. In: M. Knörzer, L. Förster, U. Franz & A. Hartinger (Hrsg.): *Forschendes Lernen im Sachunterricht. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts*. Bad Heilbrunn, 225–232.
- Grabau, L. J., & Ma, X. (2017): Science engagement and science achievement in the context of science instruction: a multilevel analysis of U.S. students and schools. In: *International Journal of Science Education* 39 (8), 1045–1068.
- Hardy, I., Kleickmann, T., Koerber, S., Mayer, D., Möller, K., Pollmeier, J., Schwippert, K. & Sodian, B. (2010): Die Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz im Grundschulalter. Projekt Science-P. In: *Zeitschrift für Pädagogik (Beiheft 56)*, 115–125.
- Hattie, J. (2009): *Visible Learning. A Synthesis of over 800 Meta-Analyses relating to Achievement*. London, New York.
- Healey, M., & Jenkins, A. (2009): *Developing Undergraduate Research and Inquiry*. New York.
- Heinzl, F. & Marini, U. (2009): Forschendes Lernen mit dem Online-Fallarchiv Schulpädagogik an Hochschulen. Homepage der HRK, Beschlüsse, 21. Februar 2006, [05. 10. 2022]
- Hellmer, J. (2009): Forschendes Lernen an Hamburger Hochschulen – ein Überblick über Potentiale, Schwierigkeiten und Gelingensbedingungen. In: Huber, L., Hellmer, J. & Schneider, F. (Hrsg.): *Forschendes Lernen im Studium. Aktuelle Konzepte und Erfahrungen*. Bielefeld, 200–223.
- Hmelo-silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007): Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). In: *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107.
- Hochschulrektorenkonferenz (2006): Empfehlungen zur Zukunft der Lehrerbildung in den Hochschulen. Homepage der HRK, Beschlüsse, 21. Februar 2006, [05.10.2022]
- Huber, L. (2004): Forschendes Lernen: 10 Thesen zum Verhältnis von Forschung und Lehre aus der Perspektive des Studiums. In: *Journal für Wissenschaft und Bildung*, 13(2), 29–49.

- Huber, L. (2009): *Forschendes Lernen im Studium. Aktuelle Konzepte und Erfahrungen*. Bielefeld.
- Huber, L. (2019): *Forschende Haltung und Reflexion: Forschendes Lernen als Thema, Ziel und Praxis der Lehrerinnen- und Lehrerbildung*. In: Knörzer, M., Förster, L. & Hartinger, A. (Hrsg.): *Forschendes Lernen im Sachunterricht. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts*. Bad Heilbrunn, 19–35
- Huber, L., Hellmer, J. & Schneider, F. (Hrsg.) (2009): *Forschendes Lernen im Studium. Aktuelle Konzepte und Erfahrungen*. Bielefeld, 36–52.
- Jenkins, A. & Healey, M. (2008): *Developing students as researchers*. In: *Magazine of University and College Union*, 17–19.
- Jenkins, A., & Healey, M. (2010): *Undergraduate Research and International Initiatives to Link Teaching and Research*. In: *Council on Undergraduate Research* 30 (3), p. 2010. www.cur.org.
- Ketter, F. D., Schwaiger, U., Benzcak, S., Hauer, B. & Reitingner J. (2016): "CrEEEd" in der Ausbildung von Lehrpersonen. *Forschendes Lernen in der Mathematik-Didaktik der Primarstufe*. In: *R&E Source*, 6(2), 16–31.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006): *Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching*. In: *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86.
- Kleickmann, T., Tröbst, S., Jonen, A., Vehmeyer, J. & Möller, K. (2016): *The Effects of Expert Scaffolding in Elementary Science Professional Development on Teachers' Beliefs and Motivations, Instructional Practices, and Student Achievement*. In: *Journal of Educational Psychology*, 108(1), 21–42.
- Kleickmann, T., Gais, B. & Möller, K. (2005): *Lehrervorstellungen zum Lehren und Lernen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht- Gibt es einen Zusammenhang zwischen Vorstellungen und Lehrerausbildung?* In: Cech, D. & Giest, H. (Hrsg.): *Sachunterricht in Praxis und Forschung - Erwartungen an die Didaktik des Sachunterrichts: Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts*, Bd. 15. Bad Heilbrunn, 167–176.
- Kleickmann, T., Hardy, I., Pollmeier, J. & Möller, K. (2011): *Zur Struktur naturwissenschaftlichen Wissens von Grundschulkindern*. In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 43(4), 200–212. <https://doi.org/10.1026/0049-8637/a000053>
- Kleickmann, T. (2012): *Kognitiv aktivieren und inhaltlich strukturieren im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Handreichung des Programms SINUS an Grundschulen*. http://www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SGS/Handreichung_Kleickmann.pdf (Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts) [05.10.2022].
- Kleickmann, T. (2015): *Professionelle Kompetenz von Primarschullehrkräften im Bereich des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts*. In: Götz, M., Breidenstein, G., Fölling-Albers, M., Hartinger, A., Heinzl, F., Kammermeyer, G. & Bülow, K. von (Hrsg.): *Zeitschrift für Grundschulforschung: Bildung im Elementar- und Primarbereich. Lehrerbildung im naturwissenschaftlichen Sachunterricht*, Bd. 8. Bad Heilbrunn, 7–22.
- Kleickmann, T., Steffensky, M. & Praetorius, A.-K. (2020): *Quality of teaching in science education more than three basic dimensions?.* In: *Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft* 66, 37–55.
- Klieme, E. (2002): *Kreatives Problemlösen im Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht*. In: *Pädagogisches Handeln*, 6, 229–236.
- Knörzer, M., Förster, L., Franz, U. & Hartinger, A. (Hrsg.) (2019): *Forschendes Lernen im Sachunterricht. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts*. Bad Heilbrunn.
- Koerber, S., Sodian, B., Kropf, N., Mayer, D. & Schwippert, K. (2011): *Die Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens im Grundschulalter. Theorieverständnis, Experimentierstrategien, Dateninterpretation*. In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 43(1), 16–21.
- Koerber, S., Sodian, B., Thoermer, C. & Nett, U. (2005): *Scientific reasoning in young children: Preschoolers' ability to evaluate covariation evidence*. In: *Swiss Journal of Psychology* 64(3), 141–152.

- Lange, K., Kleickmann, T., Tröbst, S. & Möller, K. (2012): Fachdidaktisches Wissen von Lehrkräften und multiple Ziele im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15(1), 55–75.
- Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016): Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. In: *Review of Educational Research*, 86(3), 681–718.
- Leuchter, M. & Saalbach, H. (2014): Verbale Unterstützungsmaßnahmen im Rahmen eines naturwissenschaftlichen Lernangebots in Kindergarten und Grundschule. In: *Unterrichtswissenschaft*, 42, 117–131.
- Luttenberger, S. & Pustak, S. (Hrsg.) (2020): Entdecken. Forschen. Fördern. Forschendes Lernen in Theorie und Praxis: Studienreihe der Pädagogischen Hochschule Steiermark (Bd. 12). Graz.
- Marquardt-Mau, B. (2011): Der Forschungskreislauf: Was bedeutet forschen im Sachunterricht? In: Deutsche Telekom Stiftung und Deutsche Kinder- und Jugendstiftung (Hrsg.): *Wie gute naturwissenschaftliche Bildung an Grundschulen gelingt. Ergebnisse und Erfahrungen aus Primarforschung*, 32–37.
- Messner, R. (Hrsg.) (2009): *Schule forscht: Ansätze und Methoden zum forschenden Lernen*. Edition Körber-Stiftung.
- Mieg, H. A. & Lehmann, J. (2017): *Forschendes Lernen. Wie die Lehre in Universität und Fachhochschule erneuert werden kann*. Frankfurt am Main.
- Möller, K., Jonen, A., Hardy, I. & Stern, E. (2002): Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 45, 175–191.
- National Research Council (2000): *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, D.C.
- National Research Council. (2012): *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, D.C.
- Neubauer, D., Wendt, H., & Kasper, D. (in Vorbereitung): *Classroom Inquiry as a Reward for the Good Ones? Relationship between Science Teachers' Class Perception and Instructional Quality*. *Teaching and Teacher Education*.
- Nilsen, T. & Gustafsson, J.-E. (2016): *Teacher Quality, Instructional Quality and Student Outcomes: Relationships Across Countries, Cohorts and Time*, 2. Basel. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-41252-8>.
- Nilsen, T., Gustafsson, J.-E. & Blömeke, S. (2016): *Conceptual framework and methodology of this report*. In: T. Nilson & J.-E. Gustafsson (Hrsg.). *Teacher Quality, Instructional Quality and Student Outcomes: Relationships Across Countries, Cohorts and Time*. Berlin, 1–19.
- Osborne, J., Simon, S., Christodoulou, A., Howell-Richardson, C., & Richardson, K. (2013): Learning to argue: A study of four schools and their attempt to develop the use of argumentation as a common instructional practice and its impact on students. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 50 (3), 315–347.
- Oyrer, S., Hesse, A. & Reitinger, J. (2020): CrEEd for Schools – Unterrichts- und Schulentwicklung im Sinne Forschenden Lernens am Beispiel einer gymnasialen Unterstufe. In: Luttenberger, S. & Pustak, S. (Hrsg.): *entdecken. forschen. fördern. Themenband PHSt-Studienbuchreihe*. Graz, 29–48.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N. Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015): Phases of inquiry-based learning: Definitions and inquiry cycle. In: *Educational Research Review*, 14, 47–61.
- Reinmann, G. (2019): Vom Eigensinn der Hochschuldidaktik. In: Böhler, Y.-B., Heuchemer, S. & Szczyrba, B. (Hrsg.): *Hochschuldidaktik erforscht wissenschaftliche Perspektiven auf Lehren und Lernen Profildokumentation und Wertefragen in der Hochschulentwicklung IV*. Köln, 15–26.
- Reitinger, J. (2013): *Forschendes Lernen: Theorie, Evaluation und Praxis in naturwissenschaftlichen Lernarrangements*. Immenhausen bei Kassel.

- Reitinger, J. (2016a): On the Nature and Empirical Accessibility of Inquiry Learning. The Criteria of Inquiry Learning Inventory (CILI). In: Reitinger, J., Haberfellner, C., Brewster, E. & Kramer, M. (Hrsg.): Theory of Inquiry Learning Arrangements: Research, Reflection, and Implementation. Kassel, 39–59
- Reitinger, J. (2016b): Die Lern- bzw. Studienwerkstatt als Raum für selbstbestimmtes forschendes Lernen. In: Schude, S., Bosse, D. & Klusmeyer, J. (Hrsg.): Studienwerkstätten in der Lehrerbildung. Theoriebasierte Praxislernorte an der Hochschule. Wiesbaden, 37–53.
- Reitinger, J., Haberfellner, C., Brewster, E., & Kramer, M. (Hrsg.) (2016): Theory of Inquiry Learning Arrangements: Research, Reflection, and Implementation. Kassel.
- Reitinger, J. & Hauer, B. (2012): AuRELIA in der Lehrer/-innenbildung – Evaluation forschenden Lernens als Methode und Inhalt der Naturwissenschaftsdidaktik. In: Bosse, D., Criblez, L. & Hascher, T. (Hrsg.): Reform der Lehrerbildung in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Analysen, Perspektiven und Forschung. Teil 1. Immenhausen bei Kassel, 299–314.
- Reitinger, J. & Oyrer, S. (2020): CrEEd for Schools - ein partizipationsorientiertes Konzept für Unterrichts- und Schulentwicklung im Sinne Forschenden Lernens. In: Luttenberger, S. & Pustak, S. (Hrsg.): Entdecken. Forschen. Fördern. Forschendes Lernen in Theorie und Praxis: Studienreihe der Pädagogischen Hochschule Steiermark. Graz, 15–28.
- Reitinger, J., Schude, S., Cihlars, D. & Bosse, D. (2020): Forschendes Lernen in der tertiären Bildungslandschaft: Empirische Zugänglichkeit anhand des Criteria of Inquiry Learning Inventory D (CILI-D). In: Luttenberger, S. & Pustak, S. (Hrsg.): entdecken. forschen. fördern. Themenband PHSt-Studienbuchreihe. Graz, 227–245.
- Rönnebeck, S., Bernholt, S. & Ropohl, M. (2016): Searching for a common ground—A literature review of empirical research on scientific inquiry activities. In: Studies in Science Education, 52(2), 161–197.
- Schmidt, H. G., Loyens, S. M. M., & Paas, F. (2007): Problem-based learning is compatible with human cognitive architecture: Commentary on Kirschner, Sweller, and Clark (2006). In: Educational Psychologist, 42(2), 91–97.
- Schön, D. (1983): The Reflective Practitioner. How professionals think in action. New York.
- Seyfried, C. (2002): Unterricht als Moderation von Anliegen. Pädagogische Hochschule Linz (Hrsg.): Atelier Schule, 17, 19–23.
- Seyfried, C. (2009): Trust-Based-Learning – eine Neuaufwertung von Vertrauen in Lern- und Entwicklungsarrangements. In: Seyfried, C. & Weinberger, A. (Hrsg.): Auf der Suche nach den Werten. Wien, Berlin, 109–134
- Sodian, B., Thoerner, C., Kircher, E., Grygier, P. & Günther, J. (2002): Vermittlung von Wissenschaftverständnis in der Grundschule. In: Zeitschrift für Pädagogik, 45, 192–206.
- Steffensky, M. & Neuhaus, B. J. (2018): Unterrichtsqualität im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: Krüger, D., Parchmann, I. & Schecker, H. (Hrsg.): Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Berlin, Heidelberg, 299–313.
- Teig, N., Scherer, R., & Nilsen, T. (2018): More isn't always better: The curvilinear relationship between inquiry-based teaching and student achievement in science. In: Learning and Instruction, 56, 20–29.
- Teig, N., Scherer, R., & Nilsen, T. (2019): I Know I Can, but Do I Have the Time? The Role of Teachers' Self-Efficacy and Perceived Time Constraints in Implementing Cognitive-Activation Strategies in Science. *Frontiers in Psychology*.
- Volmer, M., Pawelzik, J., Todorova, M. & Windt, A. (2019): Forschend lernen – Praxissemesterstudierende erforschen und reflektieren ihren Sachunterricht. In: Knörzer, M., Förster, L., Franz, U. & Hartinger, A. (Hrsg.): Forschendes Lernen im Sachunterricht. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts. Bad Heilbrunn, 232–241.
- Vygotsky, L. S. (1978): Mind in Society. The development of higher psychological processes. Cambridge, Mass.

- Wahl, D. (1991): Handeln unter Druck. Der weite Weg vom Wissen zum Handeln bei Lehrern, Hochschullehrern und Erwachsenenbildern. Weinheim.
- Wahl, D. (2002): Mit Training vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln?. In: Zeitschrift für Pädagogik, 48(2), 227–241.
- Wahl, D. (2013): Lernumgebungen erfolgreich gestalten. Vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln, (3. Aufl. mit Methodensammlung). Bad Heilbrunn.
- Weitzel, H., Heinrich-Dönges, A., Reinhoffer, B., Klepser, R. & Manz, L. (2019): Erkenntnisinteresse als Ausgangspunkt Forschenden Lernens in fachlichen Lehrveranstaltungen erzeugen - Erste Ergebnisse einer Interventionsstudie im Sachunterrichtsstudium. In: Knörzer, M., Förster, L., Franz, U. & Hartinger, A. (Hrsg.): Forschendes Lernen im Sachunterricht. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts. Bad Heilbrunn, 185–193.
- White, B. Y. & Frederikson, J. R. (1998): Inquiry, modeling, and Metacognition: Making science accessible to all students. *Cognition and Instruction*, 16(1), 3–118.
- Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008): Beyond the Scientific Method: Model-Based Inquiry as a New Paradigm of Preference for School Science Investigations. In: *Science Education*, 941–967.
- Wissenschaftsrat (2001): Empfehlungen zur künftigen Struktur der Lehrerbildung. Köln.