

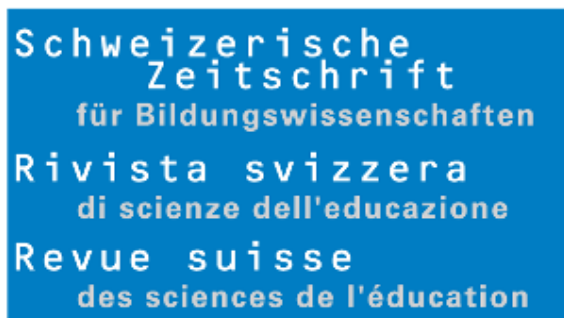
Stuppan, Sebastian; Wilhelm, Markus; Bölsterli Bardy, Katrin
Empirische Unterscheidung von Aufgabentypen - eine explorative Studie
Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften 45 (2023) 3, S. 278-292



Quellenangabe/ Reference:
Stuppan, Sebastian; Wilhelm, Markus; Bölsterli Bardy, Katrin: Empirische Unterscheidung von Aufgabentypen - eine explorative Studie - In: Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften 45 (2023) 3, S. 278-292 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-287980 - DOI: 10.25656/01:28798; 10.24452/sjer.45.3.5

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-287980>
<https://doi.org/10.25656/01:28798>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.rsse.ch/index.html>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.
Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and render this document accessible, make adaptations of this work or its contents accessible to the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Empirische Unterscheidung von Aufgabentypen – eine explorative Studie

Sebastian Stuppan, Pädagogische Hochschule Luzern & Pädagogische Hochschule Heidelberg
Markus Wilhelm, Pädagogische Hochschule Luzern & Pädagogische Hochschule Heidelberg
Katrin Bölsterli Bardy, Pädagogische Hochschule Luzern

Mit dem wechselnden Fokus von der Input- zur Outcomeorientierung und von der Schul- zur Unterrichtsqualität rückt die Aufgabenqualität in den Forschungsfokus. Damit der in den Lehrplänen anvisierte kumulative Kompetenzaufbau der Lernenden unterstützt werden kann, gewinnen aufeinander aufbauende Aufgaben an Bedeutung. Der in dieser Studie vorgestellte Lernprozessmodellansatz unterscheidet dazu fünf Aufgabentypen zur Konfrontation, Erarbeitung, Übung, Synthese und zum Transfer beim Lernen. Inwiefern sich diese Typen in Aufgabensets tatsächlich empirisch unterscheiden, wird in dieser Studie untersucht. Dazu werden 58 MINT-Aufgaben mittels Clusteranalysen zur Eruierung der Aufgabentypen in Gruppen eingeteilt. Die Befunde der Studie zeigen, dass eine Typisierung grundsätzlich möglich ist.

1. Einleitung

Aufgaben können als Kernstück des kompetenzorientierten Unterrichts bezeichnet werden (Abraham & Müller, 2009; Reusser, 2014), insofern als sie in der Planung und Gestaltung von Lehr-Lernprozessen eine wichtige Rolle spielen, weil sie curriculare Ziel- und Inhaltsvorgaben konkretisieren und folglich Lerngelegenheiten strukturieren (Jordan et al., 2006). Im Zuge des mit der Kompetenzorientierung einhergehenden Fokus-Wechsels auf die individuellen Lernprozesse der einzelnen Lernenden (Reusser, 2009) rücken Aufgabenqualitäten zunehmend ins Zentrum der Unterrichtsforschung (Rieck, 2005; Stäudel, 2006). Die breite Diskussion um nationale und internationale Schulleistungsmessungen und -vergleiche führte in der Vergangenheit zu immer neuen Aufgabenformaten, zur Detaillierung der Vorgaben und Anforderungen an die Qualität der Aufgaben und deren Umgang im Unterricht (Kleinknecht, 2019; Maier, 2017). Diese Auseinandersetzungen führten zur Entwicklung von Aufgabenanalyse-Kriterien (Blömeke et al., 2006; Heinle et al., 2022; Jordan et al., 2006; Kleinknecht et al., 2011; Maier et al., 2010). Heute vorliegende Analysen erfassen beispielsweise das kognitive oder motivationsunterstützende Potenzial von Aufgaben (Heinle et al., 2022; Maier et al., 2010). Weiter wurden „Best Practice“-Ansätze „guter“ Lernaufgaben, mit denen reichhaltige Aufgaben konstruiert werden können, ausgearbeitet (Adamina, 2010; Bender, 2012; Kraus & Nieweler, 2011; Metz, 2017; Thonhauser, 2016). Auf der anderen Seite liegen aus der schweizerischen kognitionspsychologischen Tradition theoretische Lernprozessmodelle vor, wie sie von Aebli (1959), Oser und Patry (1990) sowie Reusser (1999) vorgeschlagen wurden. Ihr Fokus liegt auf der Klärung des Rollenverständnisses der Lehrpersonen und Lernenden, den Unterrichtszielen und der Inhaltskultur. Aufgabenanforderungen tauchen darin nur am Rande auf (Luthiger et al., 2018).

Leisen (2006) beschreibt die Bedeutung des Zusammenwirkens der Art und Qualität von Aufgaben, deren Vernetzung untereinander und deren Einbettung in das Unterrichtsgeschehen als Aufgabenkultur. In dessen Gefolge haben einige Autor*innen Aspekte des Lernprozesses in ihre Definition „guter“ Lernaufgaben aufgenommen (Adamina & Hild, 2019; Landwehr, 2018; Stäudel, 2014), betrachten den Lernprozess aber nur als ein Merkmal einer Aufgabe.

Stäudel et al. (2012) beurteilen in ihren explorativen Analysen zu Aufgabensequenzen im naturwissenschaftlichen Unterricht die einzelnen Aufgaben mit dem von Maier et al. (2010) entwickelten Kategoriensystem und stellen sie in ihrer abschliessenden Visualisierung in ihren einzelnen Merkmalen und Ausprägungen des Kategoriensystems gemeinsam dar. Mit dieser Methode modellieren sie das Potenzial von Aufgaben systematisch für den Unterrichtsprozess. Die bisher vorliegenden Modelle stellen kaum eine Verbindung zwischen den Aufgabenmerkmalen und der Funktion von Aufgaben her und berücksichtigen nicht, dass sich Aufgabenmerkmalsausprägungen im Verlauf eines Lernprozesses in Abhängigkeit von ihrer intendierten Funktion im Lernprozess verändern (Luthiger et al., 2018). Ebenso wurde bislang noch keine aktuelle Untersuchung zur

Verbindung zwischen Aufgabenmerkmalen und der Funktion von Aufgaben im Lernprozess vorgenommen. Um die Aufgabenmerkmale und die Funktion im Lernprozess explizit miteinander verbinden zu können, wurde 2014 ein Lernprozessmodellansatz (Wilhelm et al., 2014) entwickelt, der die Aufgaben und ihre Merkmalsausprägungen in Beziehung zum Unterrichtsgeschehen setzt. Im Lernprozessmodellansatz fordert beispielsweise der Aufgabentyp Konfrontation die Lernenden mit möglichst vielen Aspekten einer oder mehrerer (Sub-) Kompetenzen der curricularen Bildungsstandards (Luthiger et al., 2018) heraus, indem die Lernenden in einem freien Lösungsvorgehen ihre Vorstellungen bezüglich der Aufgabe kommunizieren (Heeg et al., 2021; Mietzel, 2007).

2. Theoretischer Hintergrund

2.1 Merkmalsausprägungen von Aufgaben

Wilhelm et al. (2014) haben in einem heuristischen Verfahren relevante Aufgabenmerkmale und Merkmalsausprägungen auf Basis von empirischen (Blömeke et al., 2006; Jordan et al., 2006; Maier et al., 2010; Neubrand, 2002) und theoretischen Arbeiten (Büchter & Leuders, 2016) formuliert. Damit das Aufgabenpotenzial nicht nur nominal, vielfach in Form von Textbausteinen, beschrieben werden kann, haben Stuppan, Wilhelm, Bölsterli Bardy, et al. (2022) auf Grundlage von Wilhelm et al. (2014) ein Aufgaben-Analyse-Instrument (AAI) entwickelt und validiert. Mit dem AAI lässt sich das Aufgabenpotenzial in neun Skalen und entsprechenden Subskalen operationalisieren und erfassen (Stuppan, 2023). Im Folgenden wird auf die Skalen eins bis neun eingegangen, wobei das Konstrukt der Skalen erläutert und die theoretischen Grundlagen ausgeführt werden:

1) Die Skala *Kompetenzabbild* erfasst die Anzahl der Subkompetenzen eines Bildungsstandards, die mit einer Aufgabe entwickelt werden können (Flehsig, 2008; Lersch & Schreder, 2013). Mit dem Kompetenzabbild werden in der Aufgabe die Kompetenzbereiche eines Bildungsstandards erfasst und in den Subskalen *singulär*, *additiv* sowie *integrativ* ausgegeben. Die theoretischen Grundlagen der Skala bilden Brophy und Alleman (1991), Flehsig (2008) sowie Lersch und Schreder (2013).

2) Mit der Skala *Lebensweltbezug* wird auf die Relation zwischen dem domänenspezifischen Fachwissen und der individuellen Erfahrungs- und Lebenswelt der Lernenden Bezug genommen. Hierzu werden die drei Subskalen *konstruiert*, *authentisch* und *real* in einer Aufgabe erfasst. Die Skala beruht auf den Arbeiten von Brophy und Alleman (1991), Blömeke et al. (2006), Flehsig (2008), Maier et al. (2014), Neubrand (2002) sowie Stein et al. (1996).

3) Kompetenzen werden nach Wilhelm und Kalcsics (2017) auf den Grundlagen vorhandener Vorstellungen aktiv revidiert, um- oder ausgebaut. In Anlehnung an von Aufschneider und Alonzo (2018), Beerenwinkel et al. (2007) sowie Heeg et al. (2021) wird die Skala *Lernendenvorstellung* bei Aufgaben in die drei Subskalen *erheben*, *abgleichen* und *reflektieren* unterteilt.

4) Die Skala *Wissensart* stellt nach Anderson und Krathwohl (2001), Astleitner (2006), Blömeke et al. (2006) sowie Neubrand (2002) die verlangten Grundelemente zum Lösen einer Aufgabe in den Subskalen *Fakten*, *Prozeduren*, *Konzepte* und *Metakognition* dar.

5) Die Skala *Wissensaktivität* bezieht sich auf die Leistung, die eine Aufgabenbearbeitung von den Lernenden einfordert (Anderson & Krathwohl, 2001; Luthiger et al., 2018; Töpfer et al., 2022). In Anlehnung an Anderson und Krathwohl (2001) beinhaltet die Wissensaktivität die drei Subskalen *reproduzieren*, *transferieren* und *kreieren*.

6) Auf der Grundlage von Jordan et al. (2006), Neubrand (2002) und Stein et al. (1996) werden mit der Skala *Repräsentationsform* mentale Modelle und externe Darstellungen einer Aufgabe im Spektrum von *transformieren* bis *nicht transformieren* bzgl. der Aufgabenstellung, der Aufgabenbearbeitung (Prozess) und der erarbeiteten Lösung erhoben.

7) Die Skala *Offenheit* gibt Aufschluss darüber, inwieweit die Lernenden den Lernauftrag selbstständig bearbeiten können. Mit dieser Skala kann in einer Aufgabe das *Lösungsvorgehen frei* bis *erklärt*, das *Resultat vielfältig* bis *einheitlich* und die *Bearbeitung vorstrukturiert* bis *unstrukturiert* in jeweils einem Spektrum eingeordnet werden. Die Skala beruht auf Blömeke et al. (2006), Braund und Reiss (2006), Jordan et al. (2006) sowie Neubrand (2002).

8) Um eine Aufgabe individuell bearbeiten zu können, werden stellenweise Unterstützungsangebote präsentiert, die die Lernenden bei Bedarf in Anspruch nehmen können. Gemäss Astleitner (2006), Mietzel (2007) und Siemon et al. (2018) werden bei der Skala *Lernunterstützung* die drei Subskalen *Hilfestellung*, *Austauschmöglichkeit* und *Lehrpersonenfeedback* erhoben.

9) In Anlehnung an Büchter und Leuders (2016), Jonas (2020), Lee et al. (2018) und Niggli (2013) ergeben sich in der Skala *Lernweg* drei Subskalen: erstens Aufgaben, die unterschiedliche Lernstände ausgleichen und die Möglichkeiten bieten, fehlendes Wissen zu ergänzen und Unklarheiten aufzuarbeiten (Orientierung am *Kompensationsprinzip*), zweitens Aufgaben, die eine Wahlmöglichkeit nach individuellen Interessen ermöglichen (Orientierung am *Profilprinzip*), und drittens *selbstdifferenzierende* Aufgaben, die individuelle Lern- und Bearbeitungswege sowie Vertiefungsmöglichkeiten zulassen.

2.2 Zu den didaktischen Funktionszielen von Aufgaben

Schmit et al. (2014) bilanzieren in ihrem didaktischen und fachdidaktischen Diskurs über Lernaufgaben, dass der Fokus auf der Auseinandersetzung mit Einzelaufgaben und auf der Betrachtung von kategorisierten Einzelaufgaben in „Aufgaben-Mengen“ liegt. Aus Lernprozessmodell-Sicht wird eine ähnliche Kritik geäußert: „Die meisten Lernprozessmodelle und Aufgabentaxonomien lassen die typischen Merkmale von Aufgaben unberücksichtigt, die massgeblich durch die didaktische Funktion und Stellung im Lernprozess geprägt sind“ (Luthiger et al., 2018). Die didaktische Funktion von Aufgaben, die sich auf deren Einsatz in verschiedenen Phasen des Unterrichts bezieht, haben auch Kless (2014) oder Reusser (2014) aufgegriffen, wonach Aufgaben für den Einstieg ein anderes Ziel verfolgen als Aufgaben, die den Erarbeitungs-, Übungs- oder Wiederholungsphasen zugeordnet werden. So tritt eine einzelne Aufgabe in einer bestimmten Lernphase auf, ist jedoch immer in Vernetzung mit weiteren Aufgaben zu betrachten (Aufgabencurriculum). Luthiger (2014) führt aus, dass in einem kompetenzfördernden Unterricht unterschiedliche Aufgabentypen relevant sind, die entlang instruktionspsychologischer Ansätze geordnet werden können. Diverse Autor*innen unterteilen Aufgaben gemäss ihrer Funktion zum Lernen oder zur Lernkontrolle in Lern- und Leistungsaufgaben (Abraham & Müller, 2009; Büchter & Leuders, 2006; Kleinknecht, 2019; Leisen, 2010).

2.3 Der erweiterte Lernprozessmodellansatz – ein Zusammenspiel der Merkmalsausprägungen und didaktischen Funktionen von Lernaufgaben

Um den Kompetenzerwerb über die epistemologische und didaktische Funktion von Aufgaben zu fördern, haben Luthiger et al. (2018) auf den Vorarbeiten von Wilhelm et al. (2014) das Luzerner Modell zur Entwicklung kompetenzfördernder Aufgabensets (LUKAS-Modell) entwickelt. Das LUKAS-Modell greift auf eine Variante des PADUA-Modells (Aebli, 1959/2019), das KAFKA-Modell (Reusser, 1999) und das naturwissenschafts-didaktische Creative Problem Solving Model von DeHaan (2009) zurück. Zusätzlich finden sich im Modell Handlungskettenschritte wieder, wie sie Krabbe et al. (2015) in ihren Arbeiten zur lernprozessorientierten Gestaltung von Physikunterricht angewendet haben. Das LUKAS-Modell weicht dahingehend von den Basismodellen (Oser & Patry, 1990) ab, dass es Aufgaben in der Lernendenperspektive ins Zentrum der Unterrichtsstrukturierung setzt und ein dynamisches Verständnis von Kompetenzentwicklung im Lernprozess annimmt (Luthiger et al., 2018). Die Kompetenzentwicklung wird mit Aufgaben angestrebt, die einen kumulierenden Kompetenzaufbau ermöglichen und der Logik des Lehr-Lernprozesses entsprechen (Hattie & Yates, 2015; Helmke, 2015; Meyer, 2016; Wellenreuther, 2019). Solche Aufgabensammlungen werden von Luthiger et al. (2018) als Aufgabensets bezeichnet. Aufgrund von getätigten Untersuchungen zu Modellansätzen der systematischen Gestaltung von Lernumgebungen scheint das LUKAS-Modell mit seiner theoretischen Fundierung ein vielversprechender Vorschlag zu sein und wird in der Schweiz in der Ausbildung von Lehramtsstudierenden an mehreren pädagogischen Hochschulen (Bölsterli Bardy & Wilhelm, 2018; Wildhirt & Luthiger, 2020) sowie in diversen Projekten der Lehrmittelentwicklung bereits eingesetzt. Der Modellansatz zeichnet sich dadurch aus, dass er Einzelaufgaben didaktischen Funktionszielen zuordnet. Die Merkmale sind jeweils dieselben. Welche Ausprägungen für eine Aufgabe bedeutend sind, wird erst durch die ihr zugewiesene didaktische Funktion im Lernprozessmodellansatz festgelegt (Luthiger et al., 2018; Wildhirt & Luthiger, 2020). Bei der Beschreibung eines Aufgabentyps: Konfrontation, Erarbeitung, Übung, Synthese und Transfer, wird keine hierarchische Taxonomie der Ausprägungen angestrebt, wie dies beispielsweise bei der Taxonomie von Bloom (1976) der Fall ist. Der jeweilige Aufgabentyp wird vielmehr durch die Merkmalsausprägung beschrieben. Werden die fünf Aufgabentypen des Lernprozessmodellansatzes mit den Merkmalen und Merkmalsausprägung des AAI in einer Matrix zusammengeführt, können Aufgabenprofile beschrieben werden. In einem mehrstufigen Expert*innenbefragungsverfahren konnten empirische Vorschläge für fünf Aufgabenprofile (siehe Tabelle 1) ausgearbeitet werden (Stuppan, Wilhelm, & Bölsterli Bardy, 2022).

Tabelle 1

Nominale Expert*innenvorschläge zu den Aufgabenprofilen – Matrix der Aufgabentypen aus dem Lernprozessmodellansatz und der Merkmalsausprägungen aus dem AAI in Anlehnung an Luthiger et al. (2018, S. 67) sowie Stuppan, Wilhelm und Bölsterli Bardy (2022)

Merkmal	Aufgabentyp und Merkmalsausprägung				
	Konfrontation (Ka)	Erarbeitung (Ea)	Übung (Üa)	Synthese (Sa)	Transfer (Ta)
Kompetenzabbild	integrativ	additiv	singulär	integrativ	integrativ
Lebensweltbezug	konstruiert/ authentisch	konstruiert	konstruiert	konstruiert/ authentisch	konstruiert/ authentisch
Lernenden- vorstellung	erheben	erheben/ abgleichen/ reflektieren	erheben/ abgleichen	erheben/ abgleichen	erheben
Wissensart	Konzepte/ Metakognition	Fakten/ Prozeduren/ Konzepte/ Metakognition	Fakten/ Prozeduren/ Konzepte	Fakten/ Konzepte/ Metakognition	Konzepte/ Metakognition
Wissensaktivität	kreieren	transferieren	reproduzieren/ transferieren	reproduzieren/ transferieren	transferieren/ kreieren
Repräsentationsform	Teiltransfor- mation	keine Transfor- mation	Teiltransformation	Transformation	Transformation
Offenheit	Lösungsvor- gehen frei/ Resultat vielfältig/ Bearbeitung vorstrukturiert	Lösungsvorge- hen erklärt/ Resultat ein- heitlich/ Bearbeitung vorstrukturiert	Lösungsvorge- hen erklärt/ Resultat ein- heitlich/ Bearbeitung teilstrukturiert	Lösungsvorge- hen frei/ Resultat vielfältig/ Bearbeitung vorstrukturiert	Lösungsvorge- hen frei/ Resultat vielfältig/ Bearbeitung teilstrukturiert
Lernunterstützung	Austausch- möglichkeit	Hilfestellung/ Austausch- möglichkeit/ Lehrpersonen- feedback	Hilfestellung/ Lehrpersonen- feedback	Hilfestellung/ Lehrpersonen- feedback	Hilfestellung/ Austausch- möglichkeit/ Lehrpersonen- feedback
Lernweg	selbstdiffe- renzierend	kompensierend	kompensierend	profilbildend/ selbstdiffe- renzierend	profilbildend/ selbstdiffe- renzierend

2.4 Forschungsziel und Fragestellungen

Bislang beruhen viele Modellansätze zur systematischen Gestaltung von Lernumgebungen auf der normativen Annahme, Aufgaben verschiedenen Lernphasen zuordnen zu können. Zur theoretischen Annahme, dass sich Aufgabentypen über Merkmale und Merkmalsausprägungen definieren lassen, existiert derzeit kaum empirische Evidenz. Ziel dieser explorativen Studie ist es zu prüfen, ob 58 MINT-Aufgaben aus dem Grundschulprojekt „MINT unterwegs“¹ den funktionalen Aufgabentypen aus dem Lernprozessmodellansatz zuordenbar sind. Das Projekt „MINT unterwegs“ bietet sich an, da es mit seiner thematischen Ausrichtung (Themen: Körper, Energie, Stoffe, Optik, Elektrizität und Robotik) viele naturwissenschaftliche Bereiche abdeckt. Ausserdem eignet sich das Projekt „MINT unterwegs“, weil in der Didaktik der Naturwissenschaften Lernaufgaben eine zentrale Rolle zugeschrieben wird (Adamina & Hild, 2019; Bölsterli Bardy & Wilhelm, 2018) und weil aufgrund der langjährigen Projektdauer (2016 bis 2023) ein Praxis- sowie Forschungsinteresse von diversen Akteur*innen besteht, die Lernarrangements zu optimieren. Auf der Grundlage der theoretischen Ausführungen von Kless (2014), Luthiger et al. (2018) sowie Reusser (2014) wird angenommen, dass eine Gruppierung von Aufgaben nicht nur normativ, sondern auch datenbasiert möglich sei.

Ausgehend von dieser Zielsetzung ergeben sich für die Analysen folgende Teilfragestellungen:

- 1) Lassen sich MINT-Aufgaben anhand von Merkmalsausprägungen empirisch in Gruppen einteilen?

¹ „MINT unterwegs“ ist ein Kooperationsprojekt der Pädagogischen Hochschule Luzern und der Dienststelle Volksschulbildung Luzern (DVS) zur Stärkung des Themenbereichs MINT (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik). Aufgabenbeispiele sind auf der folgenden Website abrufbar: <https://mint-erleben.lu.ch> (abgerufen am 20. Januar 2023).

- 2) In welchen Merkmalsausprägungen unterscheiden sich die gruppierten MINT-Aufgaben?
 3) Können die gruppierten MINT-Aufgaben aufgrund ihrer Merkmalsausprägungen unterschiedlichen Aufgabentypen aus dem Lernprozessmodellansatz zugeordnet werden?

3. Methodik der Studie

3.1 Stichprobe und Instrument

Um eine hohe Qualität der Clusterlösungen zu gewährleisten (Döring & Bortz, 2016; Thorndike, 1953), liegen in der hier vorgestellten Auswertung Daten einer Stichprobe von $N = 58$ Aufgaben aus dem „MINT unterwegs“-Aufgabenpool vor. Die exemplarisch analysierten Aufgaben weisen ein breites Spektrum von unterschiedlichen Aufgabenstellungen aus verschiedenen naturwissenschaftlichen und technischen Themenbereichen auf. Sie wurden im Frühjahr 2016 von verschiedenen Lehrmittellautor*innen auf Basis erster Konzeptideen (vgl. DVS, 2020) zur Typisierung von Aufgaben entwickelt und von ihnen grob dem Lernprozessmodellansatz zugeordnet ($n_{\text{Übung}} = 33$; $n_{\text{Konfrontation}} = 25$). Die Lehrmittellautor*innen sind langjährige Mitarbeiter*innen der Pädagogischen Hochschule. Sie verfügen alle über einen fachdidaktischen Hintergrund und eine mehrjährige Berufspraxis im ausgearbeiteten MINT-Themengebiet.

Die 58 Aufgaben wurden von zwei vom „MINT unterwegs“-Projekt unabhängigen, geschulten Rater*innen, die beide ebenfalls über einen fachdidaktischen Hintergrund und eine mehrjährige Berufspraxis verfügen, mit dem AAI eigenständig beurteilt (Stuppan, Wilhelm, Bölsterli Bardy, et al., 2022). Dies ist, wie Döring und Bortz (2016) beschreiben, eine typische Form des Kodierens. Die Intraklassenkorrelationen ICC(A,1) der 24% doppelt beurteilten Aufgaben weisen nach Koo und Li (2016) durchschnittliche bis gute Werte auf ($M = .69$, $SD = .10$).

3.2 Statistische Methoden

Zur Untersuchung der ersten Fragestellung, ob sich Aufgaben basierend auf der Potenzialeinschätzung des AAI trennen lassen, wurden unterschiedliche Clusteranalysen mit der Statistikprogrammumgebung R (R Development Core Team, 2021) durchgeführt. Dazu wurden die Eingangsvariablen z-standardisiert (Döring & Bortz, 2016). Mit diesem Datensatz wurde in einem ersten Schritt eine hierarchisch-divisive Clusteranalyse unter Verwendung euklidischer Distanzen als Distanzmass durchgeführt, um die Anzahl Cluster datenbasiert zu bestimmen. Über visuelle Inspektion des Dendrogramms (grösster Unterschied im Distanzmass zwischen zwei Clusterlösungen) wurde eine vorläufige optimale Cluster-Anzahl bestimmt. Zur Überprüfung der Cluster-Anzahl Annahme wurden mit dem R-Paket NbClust von Charrad et al. (2014) über 30 weitere Indizes ausgerechnet und der Mehrheitsregel gefolgt.

Anschliessend konnte mit dem Clusterverfahren Partitioning Around Medoids (PAM) nach Kaufman und Rousseeuw (1990) die definitive Clustereinteilung bestimmt werden. Das gewählte zweistufige Clusterverfahren folgt den Empfehlungen von Bortz und Schuster (2010), eine mit einer hierarchischen Methode gefundene Partitionierung mit einem nicht-hierarchischen Verfahren zu bestätigen und ggf. zu optimieren.

Um die Stabilität der Clusterlösungen zu prüfen, wurde eine Jaccard-Bootstrap mit der R Bibliothek Flexible Procedures for Clustering (fpc) von Henning (2020) durchgeführt. Der Jaccard-Koeffizient (Jaccard, 1901) berechnet den Anteil der übereinstimmenden Objektpaare unter allen Objektpaaren, die zum gleichen Cluster gehören. Es gibt eine theoretische Rechtfertigung dafür, dass, wenn ein Jaccard-Ähnlichkeitswert kleiner oder gleich .5 ist, die Cluster als „aufgelöst“ zu betrachten sind (Hennig, 2008). Weiter wurden zusätzlich PAM-Clusteranalysen mit unterschiedlichen Variablenreihenfolgen gerechnet, um der Problematik der Reihenfolge der Objekte innerhalb der Cluster entgegenzuwirken (Bortz & Schuster, 2010). Da 26 AAI-Variablen zur Clusterlösung beitragen, wurde mittels einer Hauptkomponentenanalyse (principal component analysis, PCA) die Dimensionalität der Daten reduziert. In einem x-y-Streudiagramm wurden die ersten beiden Hauptdimensionen für die Darstellung der Daten verwendet. Die Visualisierung dient als Hilfsmittel, um die PAM grafisch darzustellen.

Zur Untersuchung der zweiten Forschungsfrage wurden die Subskalenmittelwerte der Clusterlösungen mit Signifikanztests für unverbundene Stichproben gegeneinander geprüft (Döring & Bortz, 2016; Sedlmeier & Burkhardt, 2021). Die Bedeutsamkeit der Ergebnisse wurde mit der Effektstärke nach Cohen's d berechnet, wobei die Effektstärke gemäss Cohen (1988) wie folgt interpretiert werden kann: $d = .20$ entspricht einem kleinen Effekt, $d = .50$ entspricht einem mittleren Effekt, $d = .80$ entspricht einem starken Effekt.

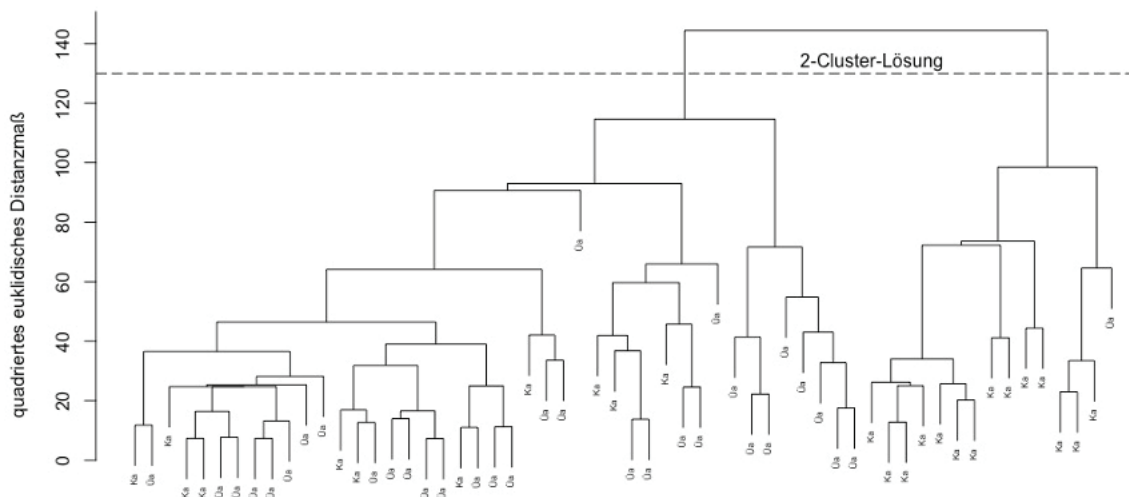
Zur Beantwortung der dritten Forschungsfrage wurden die Subskalen, die keine signifikanten Unterschiede in

den Skalenwerten aufweisen, aussortiert. In einem zweiten Schritt wurden die Skalen mit der höheren Wertung dem entsprechenden Cluster zugeordnet und diejenigen mit der tieferen Skalenwertung aus dem entsprechenden Cluster ausgeschlossen. Abschliessend wurden die Cluster aufgrund der Mehrheitsregel den Aufgabentypen aus dem Lernprozessmodellansatz zugeordnet. Die Mehrheitsregel wurde dahingehend angewendet, dass die Subskalenwerte der Cluster mit den Expert*innenvorschlägen aus dem Lernprozessmodellansatz (Stuppan, Wilhelm, & Bölsterli Bardy, 2022) verglichen wurden.

4. Ergebnisse

Zur Beantwortung der ersten Frage, ob sich Aufgaben anhand von Merkmalsausprägungen empirisch in Gruppen einteilen lassen, wurde eine Clusteranalyse mit $N = 58$ MINT-Aufgaben durchgeführt. Jede Aufgabe wurde zuvor mit den 26 Subskalenwerte des AAI von Stuppan, Wilhelm, Bölsterli Bardy, et al. (2022) vollständig beurteilt. Die visuelle Inspektion des Dendrogramms legt eine Zwei-Clusterlösung nahe, da der Zuwachs im Distanzmass (euklidische Distanz) von der Zwei- zur Ein-Clusterlösung am grössten ist. Veranschaulicht wird diese Zunahme der Distanzen zwischen den zusammengefassten Clustern durch das in Abbildung 1 dargestellte Dendrogramm.

Abbildung 1

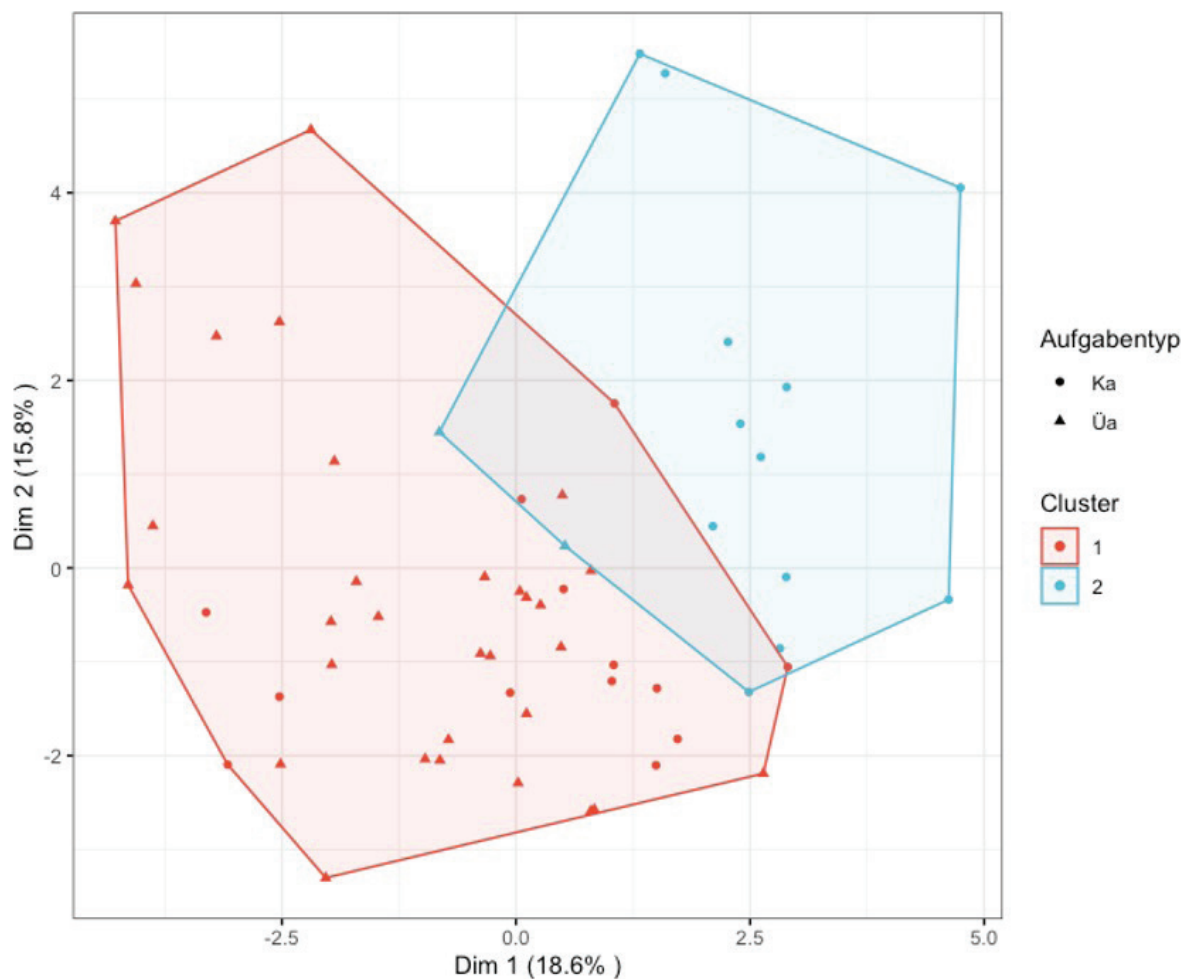


Dendrogramm der hierarchischen Clusteranalyse (divisive Methode, quadriertes euklidisches Distanzmass)
 Ka = Gemäss Lehrmittelautor*innen Konfrontationsaufgaben, Üa = Gemäss Lehrmittelautor*innen Übungsaufgaben

Um die Entscheidung für die Zwei-Clusterlösung weiter abzusichern, wurden mehrere Tests durchgeführt. Mit dem NbClust R-Paket wurden über 30 Indizes verarbeitet. In Anbetracht der Mehrheitsregel wird als bestes Resultat eine Zwei-Clusterlösung vorgeschlagen. Aufgrund dieser Voruntersuchungen wurde beim anschließenden PAM-Clusterverfahren eine Zwei-k-Clusterlösung gewählt. Die Stabilität der gefundenen Clusterlösungen wurde mit dem Jaccard-Koeffizienten (Jaccard, 1901) geprüft. Nach Jaccard-Bootstrap (Wiederholungsprüfungen: 300x) wurde bei Cluster 1 ein Index von .83 und bei Cluster 2 ein Index von .65 berechnet. Dies deutet darauf hin, dass die beiden Cluster die Daten zufriedenstellend abbilden und die Clusterlösungen stabil sind (Hennig, 2008). Weiter führte die Verwendung von verschiedenen Startpartitionen ebenfalls zu ähnlichen Clusterergebnissen. Abbildung 2 visualisiert als Hilfsmittel die Ergebnisse der PAM-Clusteranalyse als Streudiagramm in den ersten beiden PCA-Hauptdimensionen (PCA-Varianzaufklärung = 34.4%). So wird beispielsweise in Abbildung 2 Cluster 1 mit einer roten Umrandung visualisiert ($n = 44$ Aufgaben). Gemäss der Lehrmittelautor*innen beinhaltet Cluster 1 rund 13 Ka (als Kreise abgebildet) und 31 Üa (als Dreiecke abgebildet).

Abbildung 2

Hauptkomponentenanalyse-Streudiagramm der Partitioning Around Medoids - Clusterlösung



Rote Umrandung = Cluster 1 (n = 44 Aufgaben), türkise Umrandung = Cluster 2 (n = 14 Aufgaben), Ka = Gemäss Lehrmittelautor*innen Konfrontationsaufgaben, Üa = Gemäss Lehrmittelautor*innen Übungsaufgaben

Zur Beantwortung der Frage, in welchen Merkmalsausprägungen sich die gruppierten Aufgaben unterscheiden, sind in Tabelle 2 die Unterschiede der Subskalenmittelwerte der Cluster 1 und 2 der PAM-Clusteranalyse (M und SD) dargestellt. Beim Begutachten der Q-Q-Diagramme sind in den Randbereichen teilweise Abweichungen von einer Normalverteilung zu berichten. Die Histogramme weisen in einigen Fällen eine leichte schiefe Verteilung auf. Aus diesem Grund wurden sowohl parametrische als auch nicht-parametrische Berechnungen durchgeführt, die zu gleichen Ergebnissen führten, mit dem einzigen Unterschied, dass die Subskalen *Wissensart – Prozeduren* ($Mdn_{Cluster1} = 2.83$, $Mdn_{Cluster2} = 1.17$; $W = 413$, $p = .050$; $r = 0.22$) und *Lernunterstützung – Austauschmöglichkeit* ($Mdn_{Cluster1} = 3.00$, $Mdn_{Cluster2} = 4.00$; $W = 203$, $p = .047$; $r = 0.22$) mit dem Wilcoxon-Rangsummentest signifikant ausfallen, diese jedoch als Effektstärke gemäss Cohen (1988) als schwach zu interpretieren sind.

Tabelle 2

PAM-Cluster 1 und Cluster 2 – Mittelwertunterschiede der untersuchten MINT-Aufgaben

Skala	Subskala	Cluster 1 (n = 44)		Cluster 2 (n = 14)		t-Test mit Welch-Korrektur			
		M	SD	M	SD	df	t	p	d
Kompetenzabbild	singulär	0.67	0.94	0.76	1.21	18.25	-0.27	.790	-0.09
	additiv	2.90	1.28	2.26	1.50	19.40	1.44	.166	0.46
	integrativ	1.05	1.05	0.95	1.19	19.86	0.28	.780	0.09
Lebensweltbezug	konstruiert	2.03	1.12	2.05	1.30	19.60	-0.04	.965	-0.01
	authentisch	2.34	0.82	2.40	1.43	15.83	-0.16	.876	-0.05
	real	1.17	0.99	1.40	1.28	18.23	-0.64	.532	-0.21
Lernendenvorstellung	erheben	3.25	0.47	3.83	0.22	48.46	-6.36	< .001	-1.59
	abgleichen	1.95	1.08	0.64	0.60	40.32	5.74	< .001	1.50
	reflektieren	1.29	0.74	0.57	0.56	28.50	3.84	< .001	1.10
Wissensart	Fakten	2.80	0.49	2.02	0.91	15.51	3.03	.008	1.05
	Prozeduren	2.17	1.07	1.40	1.49	17.48	1.77	.094	0.59
	Konzepte	2.96	0.54	2.74	0.59	20.60	1.27	.220	0.40
	Metakognition	0.62	0.78	0.43	0.59	28.59	0.98	.335	0.28
Wissensaktivität	reproduzieren	1.85	0.93	0.61	0.56	37.23	6.03	< .001	1.61
	transferieren	2.48	0.82	1.55	1.13	17.61	2.82	.011	0.93
	kreieren	1.31	0.91	2.77	0.95	21.10	-5.08	< .001	-1.58
Repräsentationsform	Transformation	2.12	0.92	2.50	1.09	19.29	-1.18	.253	-0.38
Offenheit	Lösungsvorgehen frei	2.29	1.08	3.04	0.67	36.06	-3.07	.004	-0.83
	Resultat vielfältig	1.50	1.06	3.16	0.99	23.24	-5.38	< .001	-1.62
	Bearbeitung vorstrukturiert	2.74	0.91	2.86	0.96	20.92	-0.39	.703	-0.12
Lernunterstützung	Hilfestellung	1.30	0.95	0.71	0.79	25.82	2.27	.032	0.67
	Austauschmöglichkeit	2.98	0.98	3.43	0.97	22.10	-1.48	.152	-0.45
	Lehrpersonenfeedback	1.27	1.11	1.50	0.84	28.59	-0.81	.425	-0.23
Lernweg	kompensierend	2.45	0.74	0.52	0.74	22.11	8.52	< .001	2.61
	profilbildend	1.45	1.13	1.02	1.11	22.25	1.24	.227	0.38
	selbstdifferenzierend	2.12	1.00	2.93	0.92	23.60	-2.81	.010	-0.84

5-stufige Ratingskala (von 0 = stimmt nicht bis 4 = stimmt sehr); p < .05 sind durch Fettdruck hervorgehoben

Aufgrund der inferenzstatistischen Unterscheidungen und der Mehrheitsregel der vorkommenden Subskalen (Tabelle 2) lassen sich die beiden Clusterlösungen wie folgt beschreiben und deuten (dritte Fragestellung).

Cluster 1, Darstellung des Aufgabentyps *Übungsaufgaben*

Aufgaben des ersten Clusters zeichnen sich im Gegensatz zum zweiten Cluster dadurch aus, dass die Vorstellungen der Lernenden mit den Lösungen abgeglichen ($M = 1.95, SD = 1.08$) und erste Reflexionen ($M = 1.29, SD = 0.74$) bezüglich der Wissensveränderungen (Prä-/Post-Konzept) getätigt werden. Es wird vermehrt mit Fakten ($M = 2.80, SD = 0.49$) gearbeitet. Als Wissensaktivitäten kommen das Reproduzieren ($M = 1.85, SD = 0.93$), eine Form von Erinnerungsleistung mit Wiederholungscharakter, und die Transferleistung, worin sich Aufgabensituation und gespeichertes Wissen unterscheiden ($M = 2.48, SD = 0.82$), vor. Die Lernenden erhalten Lernunterstützungen von integrierten Hilfestellungen ($M = 1.30, SD = 0.95$). Die Lernwege sind kompensierend ($M = 2.45, SD = 0.74$), indem sie einen Ausgleich unterschiedlicher Lernstände oder die Möglichkeit, fehlendes Wissen zu ergänzen und Unklarheiten aufzuarbeiten, bieten. Bei Betrachtung der theoretischen Hintergründe bezüglich der Cluster-1-Beschreibungen kann aufgrund der sieben signifikant vorkommenden Subskalen Cluster 1 als typisches Übungsaufgaben-Cluster im Lernprozessmodellansatz

gedeutet werden.

Cluster 2, Darstellung des Aufgabentyps *Konfrontationsaufgaben*

Die Aufgaben des zweiten Clusters unterscheiden sich verglichen mit den Aufgaben des ersten Clusters dadurch, dass die Lernenden ihre Vorstellungen zur gestellten Aufgabe kommunizieren ($M = 3.83$, $SD = 0.22$). Weiter verlangt die Aufgabe von den Lernenden kreative Leistungen ($M = 2.77$, $SD = 0.95$). Da die Aufgaben Varianten des Lösungsvorgehens ($M = 3.04$, $SD = 0.67$) sowie mehrere mögliche Resultate zulassen ($M = 3.16$, $SD = 0.99$), sind sie mehrschichtig und anspruchsvoll. Ferner sind die Aufgaben selbstdifferenzierend ($M = 2.93$, $SD = 0.92$). Bei Betrachtung der theoretischen Grundlagen kann aufgrund der fünf signifikant vorkommenden Subskalen das zweite Cluster als typisches Konfrontationsaufgabe-Cluster im Lernprozessmodellansatz gedeutet werden.

5. Diskussion

In dieser explorativen Studie wurde untersucht, ob 58 MINT-Aufgaben mittels Clusteranalysen in die beiden funktionalen Kategorien: Konfrontation und Übung aus dem Lernprozessmodellansatz zuordenbar sind. Als Clustervariablen wurden neun Skalen eines empirisch entwickelten Aufgabenanalyseinstruments verwendet. Die gefundenen Cluster können aufgrund der Unterscheidungsmerkmale als Übungs- und Konfrontationsaufgaben gedeutet werden. Auch die Übereinstimmung der von den Lehrmittelautor*innen aufgrund ihres Professionswissens heuristisch eingeteilten Aufgabentypen, bestätigen diese Zuordnung (siehe Abbildung 2). Dies lässt den Schluss zu, dass gewisse Merkmale von Aufgaben – wie von Luthiger et al. (2018) erwartet – in funktionaler Lernprozessabhängigkeit unterschiedliche qualitative Ausprägungen aufweisen. Die Ergebnisse zeigen auf, dass bei der Entwicklung einer Aufgabenkultur nicht mehr nur Kriterien „guter“ (Bender, 2012; Metz, 2017) oder reichhaltiger Lernaufgaben (Adamina & Hild, 2019; Landwehr, 2018; Stäudel, 2014) beachtet werden müssen. Vielmehr unterscheiden sich Lernaufgaben aufgrund ihrer intendierten Position im Lernprozess in ihren jeweiligen Subskalen (siehe Tabelle 2) und dies gilt es zu beachten.

In den folgenden Aufgabensubskalen unterscheiden sich die gruppierten Aufgaben signifikant und lassen sich folgendermassen interpretieren. Die Ergebnisse der Analyse machen deutlich, dass im Konfrontationsaufgaben-Cluster das Aufgreifen von *Lernendenvorstellungen* einen hohen Stellenwert hat. Es werden beispielsweise mögliche Lösungsideen aufgeschrieben, erzählt oder skizziert. Im Übungsaufgaben-Cluster wird hingegen signifikant mehr an den Subskalen *Lernendenvorstellung – abgleichen* und *– reflektieren* gearbeitet. Denn Gelerntes zu flexibilisieren, bedeutet auch immer, einen Konzeptwechsel vornehmen zu können. Weiter zeigt sich in den Ergebnissen, dass sich die *Wissensaktivität* in den beiden Clustern unterscheidet. Während bei dem Konfrontationsaufgaben-Cluster kreative Lösungsideen, im Sinne des Zusammenfügens bzw. Kombinierens von vorhandenen Wissensselementen, sodass neues Wissen für eine Lösungsidee entsteht, im Vordergrund stehen, geht es beim Übungsaufgaben-Cluster signifikant mehr um Reproduktionsleistungen (Anderson & Krathwohl, 2001), sowie Transferleistungen. Ferner veranschaulichen die Ergebnisse, dass im Konfrontationsaufgaben-Cluster die Aufgaben bzgl. des Lösungsvorgehens und der Resultate freier und vielfältiger sind. Ist die Aufgabenstellung offen, können die Lernenden den Weg und das Ziel individuell anpassen. Diese Anpassung ist u.a. abhängig von den Lernvoraussetzungen wie zum Beispiel den Vorstellungen, der Motivation oder den Strategien (Ulrich, 2019). Blömeke et al. (2006) sehen eine offene Aufgabenstellung, die unterschiedliche, selbstständige Herangehensweisen zulässt, als Grundlage für die Förderung der Problemlösefähigkeit. Genau diese Problemlösefähigkeit soll in den Konfrontationsaufgaben zum Tragen kommen. Ausserdem legen die Ergebnisse dar, dass im Übungsaufgaben-Cluster mit integrierten Hilfestellungen, wie beispielsweise verschiedene Problemlösestrategien, Paraphrasierungen der Aufgabenstellung, Teilziele, Visualisierungen in Form von Skizzen, Advanced Organizers, Gedächtnishilfen, Scaffolds oder Coping-Strategien (Friedrich & Mandl, 1992; Leisen et al., 1999), gearbeitet wird. Dass sich die durch die Aufgabenformulierung intendierten *Lernwege* in den beiden Clustern derart unterscheiden, ist theoretisch begründbar. Während die Konfrontationsaufgaben selbstdifferenzierend sind, werden bei den Übungsaufgaben unterschiedliche Lernvoraussetzungen kompensiert. Die Differenzierung im Konfrontationsaufgaben-Cluster ist insofern gegeben, als die Lernenden unterschiedliche Lernwege einschlagen. Diese Wahlmöglichkeit besteht v.a. darin, dass das Abstraktionsniveau, auf dem die Lernenden arbeiten und argumentieren, unterschiedlich ist. Bei dem Übungsaufgaben-Cluster treten anstelle der gesamten Schulklasse vermehrt einzelne Lernende oder Lerngruppen als Adressaten in den Vordergrund und lassen einen Ausgleich unterschiedlicher Lernvoraussetzungen wahrscheinlich werden (Niggli, 2013).

Die richtige Anzahl Cluster zu finden ist ein Problem, seit es Clusteranalysen gibt (Thorndike, 1953). In dieser Studie wurden mit 26 Variablen in rund 58 beurteilten MINT-Aufgaben Strukturen in Form von Gruppen aufgedeckt. Einen generellen Daumenwert bezüglich der Stichprobengröße gibt es für Clusteranalysen nicht (Dolnicar, 2002). Gleichwohl gibt es mehrere Autor*innen, die verschiedene Stichprobengrößen vorschlagen. So empfehlen beispielsweise Qiu und Joe (2006), dass die Stichprobengröße mindestens das Zehnfache der Anzahl der Variablen in der Segmentierungsbasis mal der Anzahl der Cluster betragen sollte. Dies würde in dieser Untersuchung bedeuten, dass rund 520 MINT-Aufgaben für die Clusterlösung eingesetzt werden müssten. Eine solche Datenmenge war in der vorliegenden Studie nicht vorhanden. Trotzdem weisen die Clusterlösungen gute Jaccard-Ähnlichkeitswerte aus (Jaccard, 1901). Eine andere Möglichkeit wäre, die Anzahl Skalen und Subskalen zu reduzieren. Hierzu wurde bereits eine Reanalyse mit den vorhandenen Daten ($N = 58$ Aufgaben aus dem „MINT unterwegs“-Projekt und den 12 signifikanten Aufgabensubskalen aus dieser Studie) vorgenommen. Die Ergebnisse der PAM-Clusteranalyse (Jaccard-Ähnlichkeitswert Cluster 1 = .88 Cluster 2 = .79, PCA-Hauptdimensionen = 52 % Varianzaufklärung) zeigen, dass Cluster 1 mehrheitlich aus Übungsaufgaben ($n_{Ü_a} = 29$, $n_{K_a} = 9$) und Cluster 2 grösstenteils aus Konfrontationsaufgaben ($n_{Ü_a} = 4$, $n_{K_a} = 16$) besteht.

In einer weiteren Datenanalyse wurden von den Lehrmittelautor*innen heuristisch eingeteilte Konfrontationsaufgaben und Erarbeitungsaufgaben ($n_{K_a \& E_a} = 77$; $N_{\text{Subskalen}} = 26$) sowie Konfrontationsaufgaben und Transferaufgaben ($n_{K_a \& T_a} = 39$; $N_{\text{Subskalen}} = 26$) methodisch analog zur vorgestellten Studie ausgewertet. Die Ergebnisse der PAM-Clusteranalyse (Jaccard-Ähnlichkeitswert Cluster 1 = .77 Cluster 2 = .77, PCA-Hauptdimensionen = 34.5% Varianzaufklärung) zeigen, dass sich die Konfrontationsaufgaben und Erarbeitungsaufgaben in zwei Cluster einteilen lassen. Cluster 1 beinhaltet mehrheitlich Konfrontationsaufgaben ($n_{K_a} = 21$, $n_{E_a} = 14$) und Cluster 2 grösstenteils Erarbeitungsaufgaben ($n_{E_a} = 38$, $n_{K_a} = 4$). Eine Gruppierung der Konfrontationsaufgaben und Transferaufgaben scheint nicht zielführend. Zwei Gründe können die Gruppierung erschweren: 1) Der Datenpool mit 39 Aufgaben ist zu gering. 2) Weil sich die Merkmalsausprägungen, wie im Lernprozessmodellansatz beschrieben, in den beiden Aufgabentypen nur marginal unterscheiden, lassen sich die Aufgaben nicht in einzelne Cluster gruppieren. Da in der vorliegenden explorativen Studie der Datenpool zu gering ist, können zurzeit maximal zwei Aufgabentypen gleichzeitig mit stabilen Clusterlösungen analysiert werden. Wird in weiteren Schulungen, wie es beispielsweise Maier et al. (2010) ausführen, die Anzahl Rater*innen erhöht, können zusätzliche Aufgaben mit dem AAI beurteilt werden. Dieses neue Datenmaterial kann anschliessend dem vorhandenen Datenpool hinzugefügt werden und steht somit für weitere Clusteranalysen zur Verfügung.

Zur weiteren Generalisierung der beschriebenen Ergebnisse wäre eine Ausweitung auf Aufgaben von weiteren Artikulations- und Instruktionsdesignmodellen, wie Anchored Instruction von der Forschungsgruppe um Bransford (Bransford et al., 1990), Goal Based Scenarios (Niegemann et al., 2008), Osers Basismodelle (Oser & Patry, 1990) oder das Vier-Komponenten-Modell (4C/ID-Modell) von van Merriënboer (Merriënboer & Kirschner, 2012), nötig.

Indes: eine Aufgabe am „richtigen“ Ort in der Lernphase mit den geeigneten intendierten Merkmalsausprägungen allein reicht nicht aus, um den Unterricht erfolgreich gestalten zu können. Die Basis für qualitätsvollen Unterricht, wie sie Keller und Bender (2012) beschreiben, ist gelegt, doch muss in zukünftigen Forschungsprojekten die konkrete Umsetzung im Unterricht in verschiedenen Fächern betrachtet werden. So stellt sich die Frage, wie Lernende den Lebensweltbezug einer Aufgabe wahrnehmen (Stuppan et al., 2023), ob die beabsichtigten affektiven Intentionen tatsächlich hervorgerufen werden. Auch die Lehrpersonen müssen in den Fokus der Aufgabenanalysen rücken (Hoesli Füeg, 2020; Kleinknecht, 2019). Welche Aufgaben eine Lehrperson für die Lernenden zusammenstellt, ist eine subjektive Rekonstruktion normativer Traditionen und von den professionellen Kompetenzen der Lehrkräfte abhängig (Jordan et al., 2006; Schwarz & Schratz, 2014).

5.1 Ausblick – Implikation und Nutzungsaspekte für die Praxis

Neben vielfältigen weiterführenden Forschungsprojekten können die empirisch ermittelten Aufgabenmerkmalsausprägungen dazu dienen, ein Aufgabenprüfsystem auszuarbeiten, in dem die einzelnen Aufgabentypen charakterisiert werden, dazu würde vorgängig ein Abgleich zwischen den Vorschlägen der fünf Aufgabenprofilen (Tabelle 1) und dem Ergebnis der vorliegenden Studie stattfinden. Dieses Prüfsystem könnte einerseits eine Hilfestellung für Autor*innen sein, Aufgaben für Lernarrangements zu erstellen sowie bestehende Aufgaben auf der mikrodidaktischen Planungsebene zu überarbeiten. Mit dieser Methode könnten die Aufgaben bereits in der Entwicklungsphase qualitativ überarbeitet werden. Weiter wäre in der Lehrpersonenaus- und -weiterbildung ein vielfältiger Einsatz des Aufgabenprüfsystems möglich. Beispielsweise indem (angehende) Lehrpersonen in ihren Fachdidaktiken die unterschiedlichen Aufgabentypen und ihre vorgeschlagenen Merkmale und

Merkmalsausprägung diskutieren und verordnen, oder Aufgaben konstruieren, analysieren und überarbeiten (Hoesli Füeg & Fink, under review). Dadurch findet eine aktive Auseinandersetzung und Sensibilisierung bezüglich Aufgaben und ihrer Merkmalsausprägungen im Lernprozess statt.

5.2 Fazit

Der vorliegende Beitrag zeigt, dass Aufgaben ein mikrodidaktisch bedeutsames Unterrichtsmittel sind. Dabei ist die Qualität von Lernaufgaben lernprozessfunktional in Beziehung zu den didaktischen Funktionszielen zu fassen. Die Ergebnisse der Studie liefern einen begründeten Hinweis, dass eine Zuordnung von Aufgaben zu den verschiedenen Lernphasen des Unterrichts nicht normativ, sondern empirisch mittels Clusteranalysen möglich ist. Die ermittelten Merkmalsausprägungen für die Aufgabentypen: Konfrontation und Übung aus dem Lernprozessmodellansatz können als Basis für weitere Analysen dienen oder in zukünftigen Aufgabenentwicklungsprojekten als Ausgangspunkte eingesetzt werden.

6. Danksagung

Wir danken der „MINT unterwegs“-Autor*innengruppe für das Bereitstellen ihrer Aufgaben. Die Studie wurde vom Forschungsfonds und dem Institut für Fachdidaktik NMG der Pädagogischen Hochschule Luzern sowie der Aebli-Näf Stiftung teilfinanziert.

Literatur

- Abraham, U., & Müller, A. (2009). Aus Leistungsaufgaben lernen. *Praxis Deutsch*, 36(214), 4–12.
- Adamina, M. (2010). Mit Lernaufgaben grundlegende Kompetenzen fördern. In P. Labudde (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft: 1.–9. Schuljahr* (1. Aufl.). Haupt.
- Adamina, M., & Hild, P. (2019). Mit Lernaufgaben Kompetenzen fördern. In P. Labudde & S. Metzger (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft: 1.–9. Schuljahr* (3., erweiterte und aktualisierte Auflage). Haupt.
- Aebli, H. (1959). *Zwölf Grundformen des Lehrens: Eine allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage* (12. Auflage). Klett-Cotta.
- Aebli, H. (2019). *Zwölf Grundformen des Lehrens: Eine allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage: Medien und Inhalte didaktischer Kommunikation, der Lernzyklus* (15. Auflage). Klett-Cotta.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Hrsg.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives* (Complete ed). Longman.
- Astleitner, H. (2006). *Aufgaben-Sets und Lernen: Instruktionspsychologische Grundlagen und Anwendungen*. Peter Lang.
- Beerenwinkel, A., Parchmann, I., & Gräsel, C. (2007). Chemieschulbücher in der Unterrichtsplanung—Welche Bedeutung haben Schülervorstellungen? *CHEMKON*, 14(1), 7–14. <https://doi.org/10.1002/ckon.200710051>
- Bender, U. (2012). Aufgabekulturen in der Konsumbildung entwickeln. *Haushalt in Bildung & Forschung* 1, 3, 77–88. <https://doi.org/10.25656/01:18292>
- Blömeke, S., Risse, J., Müller, C., Eichler, D., & Schulz, W. (2006). Analyse der Qualität von Aufgaben aus didaktischer und fachlicher Sicht. Ein allgemeines Modell und seine exemplarische Umsetzung im Unterrichtsfach Mathematik. *Unterrichtswissenschaft*, 34(4), 330–357. <https://doi.org/10.25656/01:5522>
- Bloom, B. S., & Engelhart, M. D. (Hrsg.). (1976). *Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich* (5. Aufl.). Beltz.
- Bölsterli Bardy, K., & Wilhelm, M. (2018). Von kompetenzorientierten zu kompetenzfördernden Aufgaben im Schulbuch. *Erziehung & Unterricht*, 168(1/2), 121–129.
- Bortz, J., & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (7., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage). Springer.
- Bransford, J. D., Sherwood, R. D., Hasselbring, T. S., Kinzer, C. K., & Williams, S. M. (1990). Anchored instruction: Why we need it and how technology can help. In *Cognition, education, and multimedia: Exploring ideas in high technology*. (S. 115–141). L. Erlbaum Associates.
- Braund, M., & Reiss, M. (2006). Towards a more authentic science curriculum: The contribution of out-of-school learning. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1373–1388. <https://doi.org/10.1080/09500690500498419>
- Brophy, J., & Alleman, J. (1991). Activities as instructional tools: A framework for analysis and evaluation. *Educational Researcher*, 20(4), 9–23. <https://doi.org/10.3102/0013189X020004009>
- Büchter, A., & Leuders, T. (2006). Ein Aufgabenmodell für die Praxis. Einschätzung, Auswahl und Entwicklung von Mathematikaufgaben. *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule*, 55, 16–20.
- Büchter, A., & Leuders, T. (2016). *Mathematikaufgaben selbst entwickeln: Lernen fördern – Leistung überprüfen* (7., überarbeitete Neuauflage). Cornelsen.
- Charrad, M., Ghazzali, N., Boiteau, V., & Niknafs, A. (2014). NbClust: An R package for determining the relevant number of clusters in a data set. *Journal of Statistical Software*, 61(6), 1–36. <https://doi.org/10.18637/jss.v061.i06>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed). L. Erlbaum Associates.
- DeHaan, R. L. (2009). Teaching creativity and inventive problem solving in science. *CBE—Life Sciences Education*, 8(3), 172–181. <https://doi.org/10.1187/cbe.08-12-0081>

- Dolnicar, S. (2002). A review of unquestioned standards in using cluster analysis for data-driven market segmentation. *Faculty of Commerce - Papers (Archive)*. <https://ro.uow.edu.au/commpapers/273>
- Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5., vollständig überarbeitete, aktualisierte und erweiterte Auflage). Springer.
- DVS. (2020). *MINT unterwegs Konzept*. https://volksschulbildung.lu.ch/-/media/Volksschulbildung/Dokumente/unterricht_organisation/faecher_wost_lehrmittel/faecher/Zyklus1_2/Mint/mint_konzept_unterwegs.pdf?rev=68d4b47b10894f6389be4a3791ac3c1b
- Flechsig, K.-H. (2008). Komplexe Aufgaben in der beruflichen Aus- und Weiterbildung. In J. Thonhauser (Hrsg.), *Aufgaben als Katalysatoren von Lernprozessen: Eine zentrale Komponente organisierten Lehrens und Lernens aus der Sicht von Lernforschung, Allgemeiner Didaktik und Fachdidaktik* (S. 241–258). Waxmann Verlag.
- Friedrich, H. F., & Mandl, H. (1992). Lern- und Denkstrategien—Ein Problemaufriss. In H. Mandl & H. F. Friedrich (Hrsg.), *Lern- und Denkstrategien: Analyse und Intervention* (S. 3–54). Hogrefe.
- Hattie, J., & Yates, G. C. R. (2015). *Lernen sichtbar machen aus psychologischer Perspektive* (W. Beywl & K. Zierer, Hrsg.; 1. Auflage, überarbeitete deutschsprachige Ausgabe von „Visible learning and the science of how we learn“). Schneider Verlag Hohengehren.
- Heeg, J., Bittorf, R. M., & Schanze, S. (2021). Erforschung potenzieller Entwicklungsverläufe diagnostischer Fähigkeiten angehender Chemielehrkräfte hinsichtlich Lernendenvorstellungen – Die Bedeutung individueller Vorstellungen über Lernendenvorstellungen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 27(1), 17–44. <https://doi.org/10.1007/s40573-021-00124-3>
- Heinle, A., Schiepe-Tiska, A., Reinhold, F., Heine, J.-H., & Holzberger, D. (2022). Supporting student motivation in class: The motivational potential of tasks. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*. <https://doi.org/10.1007/s11618-022-01090-3>
- Helmke, A. (2015). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts: Franz Emanuel Weinert gewidmet* (6. Auflage). Klett/Kallmeyer.
- Hennig, C. (2008). Dissolution point and isolation robustness: Robustness criteria for general cluster analysis methods. *Journal of Multivariate Analysis*, 99(6), 1154–1176. <https://doi.org/10.1016/j.jmva.2007.07.002>
- Hennig, C. (2020). *fpc: Flexible Procedures for Clustering* (2.2-9) [Software]. <https://CRAN.R-project.org/package=fpc>
- Hoesli Füeg, M. (2020). *Förderung von kompetenzorientiertem naturwissenschaftlichem Lehren und Lernen im Sachunterricht* [Pädagogische Hochschule Heidelberg]. <https://opus.ph-heidelberg.de/frontdoor/index/index/docId/374>
- Hoesli Füeg, M., & Fink, E. (under review). *Kompetenzfördernde Aufgabensets im interdisziplinären Fachbereich Natur, Mensch, Gesellschaft*.
- Jaccard, P. (1901). Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura. *Bulletin del la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 37, 547–579. <https://doi.org/doi.org/10.5169/seals-266450>
- Jonas, K. (2020). *Zum Verhältnis von Interesse und Lebensweltbezug bei Lernaufgaben im Unterrichtsfach Geschichte*. <https://opus4.kobv.de/opus4-uni-passau/frontdoor/index/index/docId/774>
- Jordan, A., Ross, N., Krauss, S., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M., Löwen, K., Brunner, M., & Kunter, M. (2006). *Klassifikationsschema für Mathematikaufgaben. Dokumentation der Aufgabenkategorisierung im COACTIV-Projekt*. Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Kaufman, L., & Rousseeuw, P. J. (Hrsg.). (1990). Partitioning around medoids (Program PAM). In *Wiley Series in Probability and Statistics* (S. 68–125). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9780470316801.ch2>
- Keller, S., & Bender, U. (2012). Einleitung. In S. Keller & U. Bender (Hrsg.), *Aufgabenkulturen. Fachliche Lernprozesse herausfordern, begleiten, reflektieren*. 1. Aufl. (S. 8–20). Kallmeyer u.a.
- Kleinknecht, M. (2019). Aufgaben und Aufgabenkultur. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 12(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s42278-018-00035-2>
- Kleinknecht, M., Maier, U., Metz, K., & Bohl, T. (2011). Analyse des kognitiven Aufgabenpotenzials. Entwicklung und Erprobung eines allgemeindidaktischen Auswertungsmanuals. *Unterrichtswissenschaft*, 39(4), 328–344.
- Kless, E. (2014). Die Bedeutung und Einbettung von Aufgaben in der Allgemeinen Didaktik. In P. Blumschein (Hrsg.), *Lernaufgaben—Didaktische Forschungsperspektiven* (S. 91–103). Klinkhardt.
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- Krabbe, H., Zander, S., & Fischer, H. E. (2015). *Lernprozessorientierte Gestaltung von Physikunterricht: Materialien zur Lehrerfortbildung*. Waxmann.
- Kraus, A., & Nieweler, A. (2011). La tâche: Von der Übung zur Aufgabe. Kompetenzentwicklung und Aufgabenorientierung. In *Der fremdsprachliche Unterricht. Französisch* (Bd. 45, Nummer 112, S. 2–8).
- Landwehr, N. (2018). *Kompetenzorientierter Unterricht. Orientierungsraster für die Schulentwicklung und Schulevaluation an den Volksschulen*. Fachhochschule Nordwestschweiz, Pädagogische Hochschule, Institut Forschung und Entwicklung. Windisch.
- Lee, D., Huh, Y., Lin, C.-Y., & Reigeluth, C. M. (2018). Technology functions for personalized learning in learner-centered schools. *Educational Technology Research and Development*, 66(5), 1269–1302. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9615-9>
- Leisen, J. (2006). Aufgabenkultur im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 59(5), 260–266.
- Leisen, J. (2010). Lernprozesse mithilfe von Lernaufgaben strukturieren. Informationen und Beispiele zu Lernaufgaben im kompetenzorientierten Unterricht. In *Naturwissenschaften im Unterricht. Physik* (Bd. 21, Nummer 117/118, S. 9–13).
- Leisen, J., Kruczinn, R., & Bennung, R. (Hrsg.). (1999). *Methoden-Handbuch: Deutschsprachiger Fachunterricht (DFU)*. Pagina.
- Lersch, R., & Schreder, G. (2013). *Grundlagen kompetenzorientierten Unterrichts: Von den Bildungsstandards zum Schulcurriculum*. Budrich. <https://doi.org/10.2307/j.ctvdf0gbd>
- Luthiger, H. (2014). *Differenz von Lern- und Leistungssituationen. Eine explorative Studie zu ihrer theoretischen Grundlegung und empirischen Überprüfung*. Waxmann.
- Luthiger, H., Wilhelm, M., Wespi, C., & Wildhirt, S. (Hrsg.). (2018). *Kompetenzförderung mit Aufgabensets: Theorie – Konzept – Praxis* (1. Auflage). hep.

- Maier, U. (2017). *Lehr-Lernprozesse in der Schule: Studium* (2. Auflage). Klinkhardt.
- Maier, U., Bohl, T., Kleinknecht, M., & Metz, K. (2014). Allgemeine Didaktik und ein Kategoriensystem der überfachlichen Aufgabenanalyse. In P. Blumschein (Hrsg.), *Lernaufgaben – Didaktische Forschungsperspektiven* (S. 35–51). Klinkhardt.
- Maier, U., Kleinknecht, M., Metz, K., Schymala, M., & Bohl, T. (2010). *Entwicklung und Erprobung eines Kategoriensystems für die fächerübergreifende Aufgabenanalyse*. Universität (Erlangen, Nürnberg). Lehrstuhl für Schulpädagogik.
- Merriënboer, J. J. G. van, & Kirschner, P. A. (2012). *Ten steps to complex learning: A systematic approach to four-component instructional design* (2nd ed). Routledge.
- Metz, K. (2017). „Gute Aufgaben“ im Deutschunterricht. *Lehren & Lernen : Zeitschrift für Schule und Innovation in Baden-Württemberg*, 7–2017(43), 15–19.
- Meyer, H. (2016). *Was ist guter Unterricht?* (11. Auflage). Cornelsen.
- Mietzel, G. (2007). *Pädagogische Psychologie des Lernens und Lehrens*. Hogrefe.
- Neubrand, J. (2002). *Eine Klassifikation mathematischer Aufgaben zur Analyse von Unterrichtssituationen. Selbsttätiges Arbeiten in Schülerarbeitsphasen in den Stunden der TIMSS-Video-Studie*. Franzbecker.
- Niegemann, H. M., Domagk, S., Hessel, S., & Hein, A. (Hrsg.). (2008). *Kompodium multimediales Lernen*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-37226-4>
- Niggli, A. (2013). *Didaktische Inszenierung binnendifferenzierter Lernumgebungen: Theorie – Empirie – Konzepte – Praxis*. Klinkhardt.
- Oser, F., & Patry, J.-L. (1990). *Choreographien unterrichtlichen Lernens. Basismodelle des Unterrichts*. Universität Fribourg.
- Qiu, W., & Joe, H. (2006). Generation of random clusters with specified degree of separation. *Journal of Classification*, 23(2), 315–334. <https://doi.org/10.1007/s00357-006-0018-y>
- R Development Core Team. (2021). *A language and environment for statistical computing: Reference index* [Software]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org>
- Reusser, K. (1999). *KAFKA und SAMBA als Grundfiguren der Artikulation des Lehr-Lerngeschehens*. In: K. Reusser, Skript zur Vorlesung Allgemeine Didaktik. Zürich: Pädagogisches Institut der Universität Zürich.
- Reusser, K. (2009). Von der Bildungs- und Unterrichtsforschung zur Unterrichtsentwicklung.– Probleme, Strategien, Werkzeuge und Bedingungen. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 27(3), 295–312. <https://doi.org/10.25656/01:13702>
- Reusser, K. (2014). *Aufgaben–Träger von Lerngelegenheiten und Lernprozesse im kompetenzorientierten Unterricht*. In Seminar (Vol. 4, No. 2014, pp. 77–101).
- Rieck, K. (2005). *Gute Aufgaben* (D. Hoffmann, G. Friege, M. Prenzel, R. Demuth, & K. Rieck, Hrsg.). IPN Leibniz-Institut f. d. Pädagogik d. Naturwissenschaften an d. Universität Kiel.
- Schmit, S., Peters, S., & Kiper, H. (2014). Wissenserwerb durch Lernaufgaben. In P. Blumschein (Hrsg.), *Lernaufgaben—Didaktische Forschungsperspektiven* (S. 24–34). Klinkhardt.
- Schwarz, J., & Schratz, M. (2014). Lernen, das in Anspruch nimmt, aber wie? Von wirksamen Aufgaben zu wirkmächtigen Lernenden. In P. Blumschein (Hrsg.), *Lernaufgaben, didaktische Forschungsperspektiven* (S. 117–130). Klinkhardt.
- Sedlmeier, P., & Burkhardt, M. (2021). *Datenanalyse mit R: Beschreiben, Explorieren, Schätzen und Testen* (1. Auflage). Pearson.
- Siemon, J., Scholkmann, A., & Paulsen, T. (2018). Beschreibung von Formen lehrerseitigen Unterstützungsverhaltens im offenen Unterricht: Eine Analyse anhand von Videodaten. *Zeitschrift für Bildungsforschung*, 8(1), 19–41. <https://doi.org/10.1007/s35834-018-0206-y>
- Stäudel, L. (2006). Von der Testaufgabe zur Lernaufgabe. In U. Steffens & G. Lehmann (Hrsg.), *PISA macht Schule—Konzeptionen und Praxisbeispiele zur neuen Aufgabenkultur* (1. Aufl). Institut für Qualitätsentwicklung.
- Stäudel, L. (2014). *Lernen fördern: Naturwissenschaften: Unterricht in der Sekundarstufe I* (1. Auflage). Klett/Kallmeyer.
- Stäudel, L., Bohl, T., Merk, S., & Rehm, M. (2012). Aufgaben im naturwissenschaftlichen Unterricht. Allgemein- und fachdidaktische und fachliche Expertise. *Journal für Lehrerinnen und Lehrerbildung*, 12, 26–32.
- Stein, M. K., Grover, B. W., & Henningsen, M. (1996). Building student capacity for mathematical thinking and reasoning: An analysis of mathematical tasks used in reform classrooms. *American Educational Research Journal*, 33(2), 455–488. JSTOR. <https://doi.org/10.2307/1163292>
- Stuppan, S. (2023). *Ein Messinstrument zur Analyse und Typisierung von MINT-Aufgaben – Entwicklung, Validierung und Anwendung* [PhD Thesis]. <https://doi.org/10.60497/opus-1586>
- Stuppan, S., Bölsterli Bardy, K., Schmid, A. M., & Wilhelm, M. (2023). Überschätzen die Lehrmittelautor:innen den authentischen Lebensweltbezug von MINT-Aufgaben? Eine Studie zur Lernendenperspektive. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 29(1), 9. <https://doi.org/10.1007/s40573-023-00158-9>
- Stuppan, S., Wilhelm, M., & Bölsterli Bardy, K. (2022). Quality of task sets – An instrument for analysing science tasks with different functions along the learning process. *Progress in Science Education (PriSE)*, Vol. 5 No. 1 (2022): Special Issue: Tasks in Science Education, 76–93. <https://doi.org/10.25321/pri.se.2022.1330>
- Stuppan, S., Wilhelm, M., Bölsterli Bardy, K., & Künzle, R. (2022). Messinstrument zur Analyse und Kategorisierung von MINT-Aufgaben – Konstruktion und Validierung. *Tagungsband der 5. Tagung Fachdidaktiken*, 533–539. <https://doi.org/10.33683/dida.22.05.86>
- Thonhauser, I. (2016). *Was macht gute Aufgaben für den Fremdsprachenunterricht aus? Charakteristik guter Aufgaben und Einsichten aus der Unterrichtsbeobachtung*. <https://orfee.hepl.ch/handle/20.500.12162/954>
- Thorndike, R. L. (1953). Who belongs in the family? *Psychometrika*, 18(4), 267–276. <https://doi.org/10.1007/BF02289263>
- Töpfer, C., Hapke, J., Liebl, S., & Sygusch, R. (2022). Kompetenzorientierung im Sport: Eine Taxonomie für den Sportunterricht. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 52(4), 570–583. <https://doi.org/10.1007/s12662-022-00831-0>
- Ulrich, N. (2019). *Interaktive Lernaufgaben in dem digitalen Schulbuch eChemBook: Einfluss des Interaktivitätsgrads der Lernaufgaben und des Vorwissens der Lernenden auf den Lernerfolg*. Logos Verlag.
- von Aufschnaiter, C., & Alonzo, A. C. (2018). Foundations of formative assessment: Introducing a learning progression to guide preservice physics teachers’ video-based interpretation of student thinking. *Applied Measurement in Education*, 31(2), 113–127. <https://doi.org/10.1080/08957347.2017.1408629>

- Wellenreuther, M. (2019). *Lehren und Lernen – aber wie? Ein Studienbuch für das Lehramtsstudium* (10., unveränderte Auflage). Schneider Verlag Hohengehren.
- Wildhirt, S., & Luthiger, H. (2020). Das LUKAS-Modell: Ein Weg der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Allgemeiner Didaktik und den Fachdidaktiken in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung der Pädagogischen Hochschule Luzern. In D. Scholl, S. Wernke, D. Behrens, & K. Zierer (Hrsg.), *Thementeil Allgemeine Didaktik und Fachdidaktik* (S. 57–74). Schneider Verlag Hohengehren.
- Wilhelm, M., & Kalcsics, K. (2017). *Lernwelten Natur – Mensch – Gesellschaft: Fachdidaktische Grundlagen. Ausbildung. Studienbuch 3. Zyklus* (1. Auflage). Schulverlag.
- Wilhelm, M., Luthiger, H., & Wespi, C. (2014). *Kategoriensystem für ein kompetenzorientiertes Aufgabenset*. Entwicklungsschwerpunkt Kompetenzorientierter Unterricht, Pädagogische Hochschule Luzern.

Schlagworte: Clusteranalyse; Lernaufgaben; Lernprozess; Aufgabenqualität; Aufgabenanalyse

Distinction empirique des types de tâches - une étude exploratoire

Résumé

Avec le changement d'orientation de l'«input» vers l'«outcome» et de la qualité de l'école vers celle de l'enseignement, la recherche se concentre désormais sur la qualité des tâches. Afin de soutenir le développement cumulatif des compétences des apprenant·e·s prévu par les programmes d'enseignement, les tâches séquentielles gagnent en importance. L'approche du modèle de processus d'apprentissage présentée dans cette étude distingue cinq types de tâches : la confrontation, l'élaboration, l'exercice, la synthèse et le transfert lors de l'apprentissage. Cette étude examine dans quelle mesure ces types se distinguent effectivement de manière empirique au sein d'ensembles de tâches. Pour ce faire, 58 tâches liées aux matières MINT sont regroupées en catégories à l'aide d'analyses de cluster afin d'identifier les types de tâches. Les résultats de l'étude montrent qu'une typologie est en principe possible.

Mots-clés: Analyse de cluster ; tâches d'apprentissage ; processus d'apprentissage ; qualité des tâches ; analyse des tâches

Differenziazione empirica dei tipi di compiti - uno studio esplorativo

Riassunto

Con lo spostamento dell'attenzione dagli «input» ai «risultati» e dalla qualità della scuola alla qualità dell'insegnamento avvenuto nel corso dell'ultimo decennio, la ricerca si sta concentrando sulla qualità dei compiti. Per sostenere lo sviluppo cumulativo delle competenze degli studenti e delle studentesse previsto dai curricula, i compiti sequenziali stanno diventando sempre più importanti. Il modello del processo di apprendimento presentato in questo studio distingue cinque tipi di compiti: confronto, elaborazione, esercizio, sintesi e trasferimento durante l'apprendimento. Questo studio esamina in quale misura questi tipi sono effettivamente distinti empiricamente all'interno del set di compiti. A tal fine, 58 compiti relativi alle discipline STEM sono stati raggruppati in categorie utilizzando l'analisi dei cluster per identificare i tipi di compito. I risultati mostrano che in linea di principio è possibile ricavare una tipologia di compiti.

Parole chiave: Analisi dei cluster; compiti di apprendimento; processo di apprendimento; qualità dei compiti; analisi dei compiti

Empirical differentiation of task types - an explorative study

Summary

As attention has shifted over the last decade from input to outcome orientation and from school to teaching quality, researchers have increasingly focused on task quality. To support learners' cumulative competency development as envisaged by curricula, sets of tasks that build on each other are becoming more important. Using the Learning Process Model presented in this study, tasks can be divided into five types: confrontation, development, exercise, synthesis, and transfer, to promote competency-enhancing education. The extent to which this theoretical assumption of task types is reflected in the task sets is investigated. In this study, 58 STEM tasks were grouped using cluster analysis to identify task types. The results show that a typology of tasks can in principle be derived.

Keywords: Cluster analysis; learning tasks; learning process; task quality; task analysis

Sebastian Stuppan, Dr, forscht am Forschungs- und Entwicklungsinstitut für Fachdidaktik Natur, Mensch, Gesellschaft und doziert in den Fächern Naturwissenschaften und Technik, Sek I, sowie in Medien und Informatik der PH Luzern. Er doktorierte am Institut für Naturwissenschaften, Geographie und Technik an der PH Heidelberg.

Forschungsgebiete: Kompetenzfördernde Aufgaben, Aufgabenqualität, MINT-Bildung, Inquiry Based Science Education, Citizen Science.

Pädagogische Hochschule Luzern, Sentimatt 1, CH-6003, Luzern

E-Mail: sebastian.stuppan@phlu.ch

Markus Wilhelm, Prof. Dr., ist Leiter des Forschungs- und Entwicklungsinstituts für Fachdidaktik Natur, Mensch, Gesellschaft und Leiter des Masterstudiengangs Fachdidaktik Natur, Mensch, Gesellschaft und Nachhaltige Entwicklung der PH Luzern sowie Honorarprofessor an der PH Heidelberg.

Forschungsgebiete: Professionskompetenz und Aufgabenqualität in den MINT-Fächern, Didaktik der Nachhaltigkeitwissenschaft.

Pädagogische Hochschule Luzern, Sentimatt 1, CH-6003, Luzern

E-Mail: markus.wilhelm@phlu.ch

Katrin Bölsterli Bardy, Prof. Dr., forscht am Forschungs- und Entwicklungsinstitut für Fachdidaktik Natur, Mensch, Gesellschaft und doziert im Fach Naturwissenschaften und Technik, Sek I der PH Luzern.

Forschungsgebiete: MINT-Aufgabenforschung, kompetenzorientierte Lehrmittelforschung, Forschung im Bereich Brain Type und Gender im Lehramtsstudium.

Pädagogische Hochschule Luzern, Pfistergasse 20, CH-6003, Luzern

E-Mail: katrin.boelsterli@phlu.ch