

Klimawandel unterrichten: Vorwissen und Sichtweisen von angehenden Lehrpersonen der Primarstufe

Zusammenfassung

Dem Klimawandel zu begegnen ist eine der zentralen gesellschaftlichen Herausforderungen (IPCC 2018). Aufgabe der Schule ist es, den Lernenden ein Verständnis von komplexen Zusammenhängen zu vermitteln, um diesen im Rahmen demokratischer Aushandlungsprozesse einen verantwortungsvollen Umgang mit der Problematik und ein reflektiertes Handeln zu ermöglichen. Der Lerngegenstand wird jedoch an vielen Primarschulen der Schweiz vermieden, obwohl Kenntnisse zu zentralen Aspekten der Thematik auf dieser Stufe aufgebaut werden könnten. Im vorliegenden Aufsatz wird eine multi-methodische Studie präsentiert, die sich auf den berufsbiografisch orientierten stress- und ressourcentheoretisch begründeten Ansatz zur Professionalisierung von Keller-Schneider (2020) stützt. Geprüft wird, welche Anforderungen von den Studierenden als Herausforderung wahrgenommen werden, inwiefern diese während der Ausbildung zu einer intensiven Auseinandersetzung führen und inwiefern Kontextfaktoren von Bedeutung sind. In einer schriftlichen Umfrage mit offenen und skalierten Fragen sowie in semi-strukturierten Einzelinterviews werden Studierende einer Lehrveranstaltung im Bereich Natur, Mensch, Gesellschaft/Sachunterricht während des letzten Semesters ihres einphasigen Studiums (mit integrierter Praxis) an der Pädagogischen Hochschule Zürich befragt. Dabei werden themenspezifische Aspekte wie Fachwissen zum Treibhauseffekt, selbst- und sachbezogene Sichtweisen und Überzeugungen, Motive die Thematik zu unterrichten oder das eigene Umweltbewusstsein erfasst. Ergebnisse der Fragebogenerhebung zum Vorwissen und zu themenbezogenen Sichtweisen zu Beginn der Lehrveranstaltung zeigen, dass alle Studierenden als Hauptursache für den Klimawandel den Menschen sehen. Die Ausprägungen der Sichtweisen und des Fachwissens sind heterogen; es konnten neun Typen ermittelt werden, die sich bezüglich Fachwissen und Sichtweisen unterscheiden.

Keywords: Klimabildung, Klimawandel, Lehrpersonenbildung, Sachunterricht, Primarstufe, Entwicklung pädagogischer Professionalität

1 Einführung

Klimawandel, wird als „super wicked problem“ (Cross & Congreve 2020) bezeichnet, da es durch große faktische und ethische Komplexität sowie durch fachliche und moralische Kontroversität geprägt ist (Ohl 2013). Diese abstrakten und vielschichtigen Veränderungen werden häufig wenig fundiert verstanden (Frischknecht-Tobler et al. 2013), führen zu Unsicherheiten und reduzieren die Betroffenheit durch fehlende Nähe ihrer Erfahrbarkeit (Gubler et al. 2019). Dem Klimawandel zu begegnen stellt jedoch eine der bedeutsamsten gesellschaftlichen Herausforderungen dar (IPCC 2018). Um die globalen Ziele für nachhaltige Entwicklung, Sustainable Development Goals /SDG (UN General Assembly 2015), zu erreichen, ist Handlungs- und Gestaltungskompetenz aller Akteur:innen unerlässlich. Diese hohe gesamtgesellschaftliche Gegenwarts- sowie Zukunftsbedeutung machen Klimawandel, Kli-

maschutz und -politik zu einem epochaltypischen Schlüsselproblem und somit zu einem relevanten Bildungsanliegen (Klafki 2007) bzw. Schlüsselthema der nachhaltigen Entwicklung (UN General Assembly 2015; UNFCCC 1992, 2016). Daraus ergibt sich die Dringlichkeit für Lernende aller Schulstufen, sich mit den bedeutsamen Fragen und Problemen ihrer jetzigen und zukünftigen Lebenswelt auseinanderzusetzen, sowie zur Teilhabe an demokratischen Aushandlungsprozessen zu befähigen.

Die in diesem Aufsatz vorgestellte Studie beleuchtet Sichtweisen und Wissen zum Klimawandel und zur Vermittlung dieser Thematik von angehenden Lehrpersonen, um die von den Studierenden geäußerte Absicht, Klimawandel zu unterrichten, multifaktoriell zu untersuchen. Theoretisch lässt sich die Studie im berufsbiografischen Professionalisierungsansatz verorten (Wittek & Jacob 2020) und basiert auf dem wahrnehmungsgestützten, stress- und ressourcentheoretisch begründeten Professionalisierungsmodell von (Keller-Schneider 2020), welches vielfältige Faktoren der individuellen Ressourcen sowie Kontextfaktoren als die Professionalisierung mitbestimmend modelliert.

Nach Ausführungen zur Bedeutung der Thematik Klimawandel unterrichten sowie zur theoretischen Fundierung der Studie (Kap. 2) werden das Design der Studie beschrieben (Kap. 3). Es folgen Ausführungen zu Fragestellungen, methodischem Vorgehen sowie die Darstellung der Ergebnisse zum Vorwissen und Sichtweisen der Studierenden (Kap. 4), die abschließend diskutiert werden (Kap. 5).

2 Theoretische Fundierung

2.1 Ausgangslage

Forderungen nach Veränderungen der Bildungssysteme, gestützt auf internationale Arbeiten der letzten drei Jahrzehnte (UN General Assembly 2015; UNFCCC 1992, 2016), prägten die Aushandlung und Anpassung von Lehrplänen mit. Im Deutschschweizer Lehrplan 21 (D-EDK 2016) des Fachbereichs Natur, Mensch, Gesellschaft (NMG)/Sachunterricht zeigen sich mehrere Bezüge zu einer perspektivischen, perspektivenvernetzenden und transperspektivischen Betrachtung der Kompetenzen; die Thematik Klimawandel wird jedoch nicht explizit erwähnt. Im Zuge des Projekts Climate Change Education and Science Outreach (Adamina et al. 2018) wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt ein Bildungskonzept für alle Schulstufen entwickelt und erprobt, mit Lerngelegenheiten zu Wetter, Klima, Klimawandel, Klimaschutz und Klimapolitik, die sich auf den Ansatz der Didaktischen Rekonstruktion stützen (Kattmann et al. 1997). Den Lehrpersonen stehen somit didaktisch aufbereitete Materialien zur Verfügung. Berichte von Lehrpersonen zeigen, dass der über verschiedene Zugangsweisen vermittelte Lerngegenstand von den Schüler:innen aufgenommen wird und dass auch komplexe Aspekte bearbeitet werden können (Adamina et al. 2018). Kinder im Primarstufenalter erachten Klimawandel als relevant, interessieren sich dafür, stellen sich Fragen und suchen nach Antworten (Lüschen 2015). Dennoch ist Klimabildung kein fester Bestandteil des Unterrichts und in der Ausbildung von Lehrpersonen (Cross & Congreve 2020; UNESCO 2013; Wise 2010). Durch die Komplexität der Thematik und kontroverse Diskussionen innerhalb einer vielstimmigen Diskurslandschaft, die vielfältige und konfliktreiche politische Projektionen auf die Thematik vereint, wird Klimawandel unterrichten zur Herausforderung (Adamina et al. 2018; Monroe et al. 2019; Reid 2019; Wise 2010). Kinder würden durch diese „Erwachsenenthematik“ verängstigt und sollten damit nicht belastet werden (u.a. Rieß 2010).

Lehrpersonen stützen sich auf ihr Wissen und ihre Überzeugungen (Blömeke et al. 2008) und wirken damit auf die „climate literacy“ der Kinder ein (Liu et al. 2015; Waters-Adams 2006). An Sichtweisen und Wissen von (zukünftigen) Lehrpersonen als Multiplikator:innen anknüpfend Konzeptveränderungen anzustoßen (Möller et al. 2006) kann nachhaltiges Lernen ermöglichen.

Während eine große Anzahl von Forschungsarbeiten das Wissen und die Vorstellungen von Schüler:innen zu verschiedenen Aspekten des Klimawandels untersuchen (z.B. Adamina et al. 2018; Lüschen 2015) und sich mehrheitlich auf das Verhältnis zwischen Wissen sowie Überzeugungen und umweltbewusstem Verhalten der (angehenden) Lehrpersonen beschränken (Liu et al. 2015), besteht das Forschungsdesiderat, auch die Perspektive der (angehenden) Lehrpersonen zu ergründen (Liu et al. 2015; Monroe et al. 2019; Oelgeklaus 2012).

Zukünftige Lehrpersonen auf die Herausforderung vorzubereiten, „super wicked problems“ zu unterrichten, stellt Anforderungen an die Lehrer:innenbildung. Waldron et al. (2019) belegen, dass Lehrpersonen sowie angehende Lehrpersonen der Primarstufe den Klimawandel mehrheitlich als physisch-geographischen Prozess konzeptualisieren und auf individuelle Maßnahmen fokussieren. Eine transperspektivische Konzeptualisierung des Klimawandels ist jedoch erforderlich, um den Ursachen und Auswirkungen dieses komplexen Geflechts von ökologischen, ethischen, sozialen und wirtschaftlichen Faktoren gerecht zu werden (Oberman & Martinez Sainz 2021). Bedingt durch die Komplexität der Thematik und um zu sichern, dass der Lerngegenstand der Schüler:innenorientierung gemäss Beutelsbacher Konsens (Reinhardt, 2012) gerecht wird, sei integrative Klimabildung sowohl ins Studium der angehenden Lehrpersonen als auch in die Weiterbildung zu integrieren (Adamina et al. 2018; Cross & Congreve 2020; Liu et al. 2015; Lüschen 2015; Monroe et al. 2019; Oelgeklaus 2012).

2.2 Entwicklung pädagogischer Professionalität

Die Studie folgt dem berufsbiografischen Ansatz (Wittek & Jacob 2020) und basiert auf dem wahrnehmungsgestützten, stress- und ressourcentheoretisch begründeten Modell zur Entwicklung pädagogischer Professionalität von Keller-Schneider (2020). Dieses wurde auf den Fokus dieser Studie bezogen thematisch ausdifferenziert (Abb. 1). Im Zentrum steht der Prozess der Wahrnehmung, Deutung und Bearbeitung der beruflichen Anforderung Klimawandel zu unterrichten und die Bedeutung von mitwirkenden Faktoren. Damit wird deutlich, dass diese Anforderung individuell verschieden wahrgenommen, gedeutet und bearbeitet werden kann.

Den theoretischen Herleitungen von Keller-Schneider (2020) zufolge wird die Anforderung, Klimawandel zu unterrichten, in einem unbewusst ablaufenden und von individuellen Ressourcen geprägten Prozess nach ihrer subjektiven Relevanz und Bewältigbarkeit wahrgenommen. Für die weitere Professionalisierung ist von Bedeutung, ob und inwiefern sich eine Person auf diese Herausforderung einlässt. Bei möglicher Überforderung oder Umdeutungen der Anforderung erfolgt eine Vermeidung der Auseinandersetzung, welche der weiteren Professionalisierung jedoch Grenzen setzt (Keller-Schneider 2020). Individuelle Ressourcen bestimmen das Nutzungsverhalten von Studierenden in Lehrveranstaltungen mit und tragen zum Lernertrag bei (Keller-Schneider 2014).

Werden von einer angehenden Lehrperson die gestellte Anforderung als nicht wichtig erachtet bzw. nicht den eigenen Zielen entsprechend gedeutet, oder werden als nicht ausreichend wahrgenommen, so resultiert eine Vermeidung der Auseinandersetzung oder eine Umdeutung der Anforderung. Aufgrund der fehlenden Auseinandersetzung kann angenommen werden, dass keine Veränderung resultiert, sich den Herausforderungen Klimawandel zu unterrichten zu stellen.

Kontextfaktoren, wie die Berichterstattung in den Medien über die Fridays for Future Bewegung (de Moor et al. 2020; Wahlström et al. 2019) oder der Diskurs an der eigenen Schule (Berger et al. 2015), können den Wahrnehmungs- und Deutungsprozess prägen.

Im Rahmen der Lehrpersonenbildung kann der Vermeidung der Anforderung Klimawandel zu unterrichten durch die Vermittlung von Fachwissen und fachdidaktischem Wissen, sowie von themenspezifischem pädagogisch-psychologischem Wissen und der Auseinandersetzung mit individuellen Sichtweisen und Motiven in Reflexionsprozessen entgegengewirkt werden. Wird die Anforderung, gestützt auf verfügbare individuelle und soziale

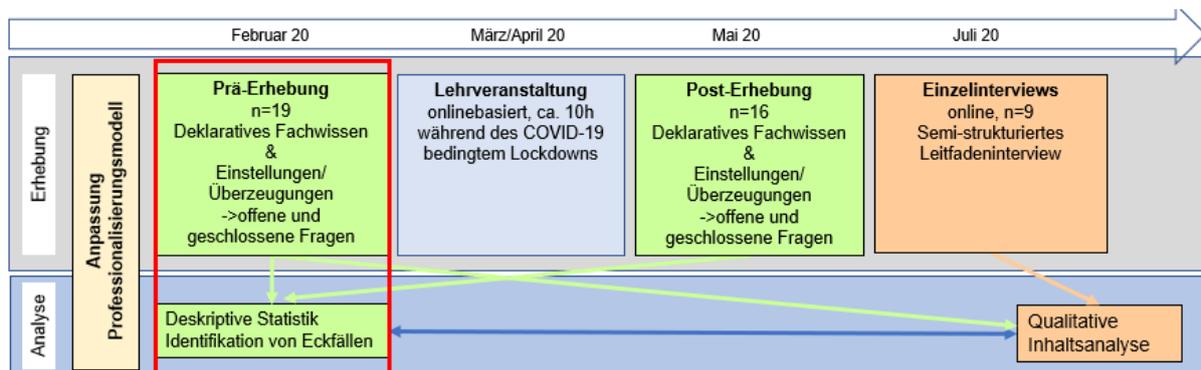
3.1 Untersuchte Lehrveranstaltung

Die Lehrveranstaltung ist als frei wählbare Vertiefung im letzten Semester des Bachelor-Studiums für Primarlehrperson der einphasigen Lehrpersonenbildung an der Pädagogischen Hochschule Zürich angesetzt. Die ca. zehnstündige Lerneinheit zu „Klimawandel unterrichten“ ist Teil einer Lehrveranstaltung Raum und Zeit im Bereich Fachdidaktik NMG. Der durch die COVID-19 Pandemie bedingte Lockdown im Frühling 2020 in der Schweiz erforderte eine kurzfristige Umstellung auf online-Lehre. Die Lerneinheit stützt sich auf das aus dem Projekt CCESO (Climate Change Education and Science Outreach) hervorgegangene Bildungskonzept für Klimabildung in allen Zyklen der Volksschule und der Sekundarstufe II, mit Umsetzungsideen und Zugängen aus den stufenbezogenen Lehr-/Lernmaterialien von Adamina et al. (2018), mit Klimaszenarien für die Schweiz (NCCS 2018).

3.2. Fragestellungen und Design

Basierend auf dem Professionalisierungsansatz von Keller-Schneider (2020) wird multimethodisch untersucht, inwiefern spezifische Komponenten der individuellen und kontextuellen Ressourcen für die Absicht angehender Primarlehrpersonen von Bedeutung sind, den Lerngegenstand Klimawandel zu unterrichten. Die Studie fokussiert damit auf die Fragen, welche Anforderungen Studierende des Studiengangs Primarstufe bezüglich Klimabildung wahrnehmen, wie sie diese deuten und welche (Kontext-)Faktoren auf die Auseinandersetzung einwirken.

Abb. 2: Studiendesign mit Fokus dieses Artikels (gerahmt)



Die Studie zur Untersuchung der im Frühlingsemester 2020 angesetzten Lehrveranstaltung umfasst eine Fragebogenerhebung (Prä-Post-Design) mit anschließenden leitfadengestützten Einzelinterviews nach Anschluss der Lehrveranstaltung (Abb. 2).

4 Vorwissen und Sichtweisen der Studierenden

4.1 Fragestellungen

Wissen und emotional-motivationale Sichtweisen sind als individuelle Ressourcen für die Wahrnehmung und die Bearbeitung von beruflichen Anforderungen von Bedeutung (Keller-Schneider 2020). Über welches Vorwissen und über welche emotional-motivationalen Sichtweisen die Studierenden der Primarstufe zum Klimawandel und zum Unterrichten der Thematik zu Beginn der Lehrveranstaltung verfügen und inwiefern sich daraus kontrastierende Typen identifizieren lassen, steht im Fokus dieses Aufsatzes. Die Daten des vorliegenden Beitrags sind im Rahmen der Studie „Klimawandel unterrichten: Wahrnehmung und Deutung von Anforderungen durch angehende Primarlehrpersonen“ entstanden (siehe Abb. 2). Es ergeben sich folgende Fragestellungen für diese Teilstudie:

- 1) In welcher Breite zeigen sich Vorwissen und emotional-motivationale Sichtweisen bezüglich des Klimawandels und der Anforderung, Klimawandel zu unterrichten, bei den Studierenden der Primarstufe zu Beginn der Lehrveranstaltung?
- 2) Welche Typen lassen sich über Ausprägungen von Wissen und emotional-motivationalen Sichtweisen identifizieren, und inwiefern unterscheiden sich diese?

4.2 Methodisches Vorgehen

Erhebungsinstrumente und Stichprobe: Vorwissen zu und emotional-motivationale Sichtweisen auf Klimawandel und die Anforderung, Klimawandel zu unterrichten, wurden mit folgenden Instrumenten erhoben (Tab. 1):

Code	Frage	Antwortformat
Einstieg	Soll Klimawandel auf der Primarstufe unterrichtet werden?	offen
a) Sichtweisen auf Klimawandel ⁽¹⁾ adaptiert nach (Fechner 2009); ⁽²⁾ Eigenentwicklung; ⁽³⁾ adaptiert nach (Ryan 1982); ⁽⁴⁾ adaptiert nach (Kunter et al. 2011)		
intere01	Mich beschäftigt das Thema Klimawandel auch in der Freizeit ⁽¹⁾	Grad der Zustimmung (4-stufige Likertskala) 1 = stimme gar nicht zu; 2 = stimme wenig zu; 3 = stimme überwiegend zu; 4 = stimme voll zu
intere04	Ich interessiere mich sehr für Politik ⁽¹⁾	
inform01	Ich weiß bereits viel über den Klimawandel ⁽²⁾	
involv01	Mein Lebensstil ist sehr klimafreundlich (u.a. Konsum, Energie, Mobilität, Wohnen, Ernährung) ⁽²⁾	
involv03	Ich engagiere mich für den Klimaschutz ⁽²⁾	
releva01	Kenntnisse zum Thema Klimawandel sind für mich als zukünftige Primarlehrperson sehr wichtig ⁽³⁾	
enthu01	Ich freue mich, den Lerngegenstand Klimawandel zu unterrichten ⁽⁴⁾	
b) Frame-Kategorien Ursachenzuschreibung, Wertigkeit und Lösungen (Busch 2016, 164/165)		
	Ursachenzuschreibung des Klimawandels, hauptsächlich durch - den Menschen verursacht - die Natur verursacht	Multiple Choice: eine Antwortmöglichkeit
	Emotionaler Bezug zu Klimawandel - macht mir große Angst - ist für mich wenig besorgniserregend	
	Lösung der Problematik durch Maßnahmen zur - Minderung des Klimawandels - Anpassung an ein verändertes Klima	
c) Wissen zum Treibhauseffekt (Reinfried et al. 2008); für treib06 (Reinfried et al. 2010)		
treib01	Das CO ₂ hält Wärme in der Atmosphäre zurück. Je mehr CO ₂ in der Luft ist, desto wärmer wird es. (Wissen CO ₂)	binär (richtig)
treib02	Beim Glastreibhaus wird die Wärmestrahlung im Glas absorbiert, in der Atmosphäre geschieht dies im Gas CO ₂ . (Wissen CO ₂)	binär (richtig)
treib03	Der Grund für die globale Erwärmung ist ein Loch in der Atmosphäre, durch das die Sonnenstrahlen hereinkommen. (Lochkonzept)	binär (falsch)
treib04	Wegen des Ozonlochs kommen mehr Sonnenstrahlen in die Atmosphäre. Deshalb wird es wärmer. (Lochkonzept)	binär (falsch)
treib05	Einfallende Sonnenstrahlung wird von der Erdoberfläche absorbiert und als Wärmestrahlung wieder abgestrahlt. (Strahlungsumwandlung)	binär (richtig)
treib06	Die Menschen erhöhen durch Verbrennungsprozesse den CO ₂ -Gehalt der Atmosphäre, wodurch es immer wärmer wird. (Zusammenwirken mehrerer Faktoren)	binär (richtig)
treib07	CO ₂ lässt Sonnenstrahlung ungehindert durch, absorbiert aber Wärmestrahlung, die vom Boden kommt. (Strahlungsumwandlung/Zusammenwirken mehrerer Faktoren)	binär (richtig)
d) Wissen zum Klimawandel adaptiert nach Adamina et al. (2018)		
	Nennen Sie möglichst viele Ursachen des Klimawandels	offen
	Welche Folgen erwarten Sie im Klimasystem, wenn keine Maßnahmen zum Klimaschutz getroffen werden?	
	Nennen Sie möglichst viele Maßnahmen zur Anpassung, Minderung oder Vermeidung des Klimawandels	
	Nennen Sie möglichst viele Ursachen des Klimawandels	

Tab 1: Instrumente zur Erhebung von Vorwissen und emotional-motivationalen Sichtweisen

Zusätzlich wurden demografische Angaben, wie Geschlecht, Geburtsjahr, aktuelles Studiensemester und angestrebte Zielstufe erhoben. Der Fragebogen wurde bezüglich seiner Verständlichkeit mit zwei Studierenden erprobt. Die Daten wurden in der ersten Lehrveranstal-

tung auf freiwilliger Basis erhoben, wobei alle anwesenden Studierenden teilnahmen. Die Stichprobe umfasst 19 Studierenden im Alter von 21 bis 36 Jahren (Median 25 Jahre). Die genderspezifische Verteilung ist ausgewogen (zehn Frauen, neun Männer), weicht jedoch von der Verteilung in der Gesamtstichprobe des Studiengangs mit einem höheren Männeranteil ab. Als präferierte Zielstufe nennen drei Studierende die 1.-3., dreizehn die 4.-6. Primarklasse und drei keine Präferenz.

Auswertung:

- a) Die quantitativ erhobenen Sichtweisen auf Klimawandel (individuelle Bedeutsamkeit/Engagement sowie Überzeugungen zum Unterrichten der Thematik werden mittels deskriptiver Statistik beschrieben. Die innere Konsistenz der aus sieben Items bestehenden Skala (Chronbachs Alpha) kann nach Brosius (2008) als reliabel beurteilt werden ($\alpha = 0.82$).
- b) Die Sichtweisen zu Ursachen, Emotionen und Lösungen werden über Summenwerte je Antwortalternative beschrieben.
- c) Die nach richtig und falsch bewerteten Antworten auf die Wissensfragen zum Treibhauseffekt werden über die prozentualen Anteile richtiger Antworten dargestellt.
- d) Die Auswertung der Antworten auf die offenen Fragen zum Wissen über Ursachen, Folgen und Maßnahmen erfolgt inhaltsanalytisch (Mayring 2015), über eine deduktive Zuordnung zu den von Adamina et al. (2018, 15) entwickelten Kategorien, wobei das detaillierte Analyseraster mit Unterkategorien zweiter Ordnung von Adamina und Kolleg:innen verwendet wurde. Die Antworten werden je Ober- und Unterkategorien aufsummiert (Tab. 2).

Oberkategorie	Unterkategorie	
Klimasystem	Klima in Raum und Zeit	
	Komponenten und Prozesse	
	Kreisläufe und Vernetzung	
Ursachen	Natürliche Ursachen (Klimavariabilität)	
	Anthropogen externe Ursachen	Emissionen (direkte Ursachen)
		Sozioökonomische Faktoren und Akteure (indirekte Ursachen)
Bisherige sowie zukünftige Änderungen und deren Folgen	Klimasysteme (physikalische Systeme)	
	Lebenssysteme (biologische Systeme)	
	Nutzungssysteme (menschliche Systeme)	
	Extremereignisse	
Klimapolitik und nachhaltige Entwicklung	Umsetzungsebenen	
	Maßnahmen	... der nachhaltigen Entwicklung
		... zur Anpassung
		... zur Minderung
Zielkonflikte, Synergien und Wechselwirkungen mit nachhaltiger Entwicklung		

Tab. 2: Inhaltlicher Analyseraster (Adamina et al. 2018, 15)

Zur Typenbildung werden die metrischen Daten zu den Sichtweisen auf den Klimawandel (a) und jene zum Vorwissen zum Treibhauseffekt (c) genutzt. Die Studierenden werden je Erhebungsinstrument in drei Gruppen mit hohen, mittleren und tiefen Ausprägungen geteilt. In der Dimension Sichtweisen zum Klimawandel (a) erfolgt die Zuweisung über den Mittelwert in «hoch» bei $M \leq 3.0$; «mittel» bei $2.1 < M < 3.0$ und «tief» bei $M \geq 2.1$. Die Gruppenbildung über die Ausprägung korrekten Vorwissens (c) erfolgt über die Anzahl richtig beantworteter Wissensfragen: „hoch“ bei sieben korrekten Antworten (100%), „mittel“ bei fünf oder sechs (71-86%) und „tief“ bei maximal vier richtig beantworteten Fragen (57%). Über diese Trichotomisierung der Studierenden je Erhebungsinstrument entsteht eine 9-Felder-Matrix, in welcher sich die Studierenden verorten lassen (Abb. 5). Als Eckfälle werden die Studierenden bezeichnet, die in beiden Dimensionen hohe bzw. tiefe Werte aufweisen.

4.3 Ergebnisse

Nach der Schilderung deskriptiver Ergebnisse je Erhebungsinstrumente folgen Beschreibungen von zwei über die Typenbildung identifizierten Eckfälle.

4.3.1 Deskriptive Ergebnisse

a) Sichtweisen zum Klimawandel und zur Anforderung, Klimawandel zu unterrichten

Die Studierenden schätzen Kenntnisse von Lehrperson zum Klimawandel als wichtig ein (M=3.37) und freuen sich, den Lerngegenstand Klimawandel zu unterrichten (M=3.32). Auch das Wissen über Klimawandel liegt mit einem Mittelwert von 2.74 leicht über dem Skalennittelwert von 2.5. Bei Engagement (M=1.89) und bei klimafreundlicher Lebensstil (M=2.21) liegen die Mittelwerte unterhalb der Mittel der Skala (Tab. 3).

	Klimawandel beschäftigt mich auch in der Freizeit	Interesse für Politik	Wissen über Klimawandel	Klimafreundlicher Lebensstil	Engagement für den Klimaschutz	Relevanz von Kenntnissen zum Klimawandel für Lehrpersonen	Freude Klimawandel zu unterrichten
N*	19	19	19	19	19	19	19
Minimum	1	1	2	1	1	2	2
Maximum	4	4	4	3	3	4	4
Mittelwert**	2.89	2.47	2.74	2.21	1.89	3.37	3.32
Standardabweichung	0.81	1.07	0.73	0.71	0.66	0.68	0.67

Tab. 3: Sichtweisen zu Klimawandel und zur Anforderung, Klimawandel zu unterrichten.*Die Gesamtsumme über die sieben Items hinweg beträgt 359 mit einer Standardabweichung von 0.91. **Der Skalennittelwert liegt bei 2.5; Werte darüber/darunter drücken Zustimmung/Ablehnung aus.

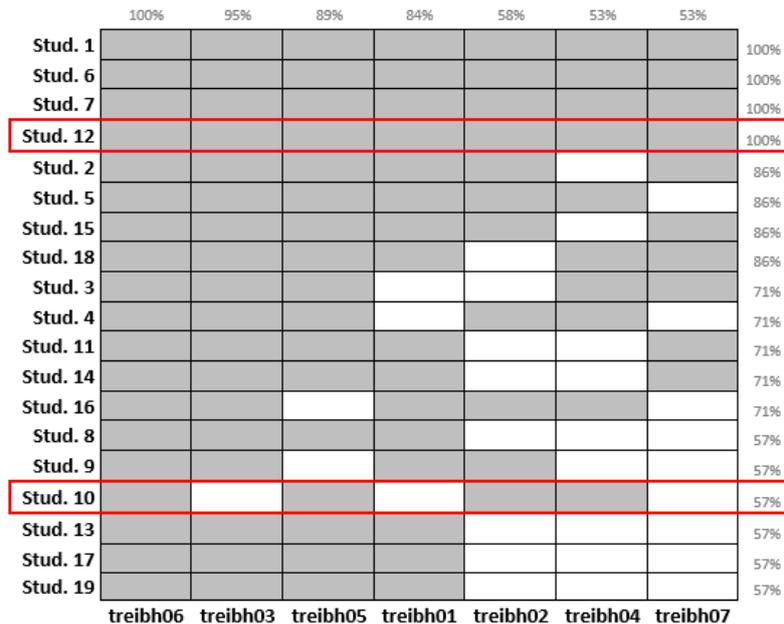
b) Ursachen, Emotionen und Lösungsansätze

Alle neunzehn Studierenden stimmen der Aussage zu, dass der Mensch Hauptursache für den Klimawandel sei. Siebzehn Studierende befürworten, dass der Lerngegenstand Klimawandel auf der Primarstufe unterrichtet werden soll. Vierzehn Studierende bezeichnen den Klimawandel als wenig besorgniserregend, fünf stimmen der Antwort zu, dass ihnen der Klimawandel große Angst bereite. Fünfzehn Studierende sind der Ansicht, dass der Klimawandel mittels Maßnahmen zur Minderung eingedämmt werden soll, vier sind der Ansicht, dass Maßnahmen zur Anpassung an ein verändertes Klima erforderlich sind.

c) Wissensfragen zum Treibhauseffekt

Die neunzehn Studierenden beantworteten vier (57%) bis sieben (100%) Fragen richtig (M=5.3; SD=1.2). Die generelle Frage zum Treibhauseffekt (treib06) wird von allen richtig beantwortet, die Wissensfrage „Beim Glastreibhaus wird die Wärmestrahlung im Glas absorbiert, in der Atmosphäre geschieht dies im Gas CO₂“ (treibh02) wird von elf Studierenden (=58%), diejenige zum Zusammenwirken mehrerer Faktoren (treib07) sowie zum Lochkonzept (treib04) von zehn der (=53%) richtig gelöst. In der Matrix (Abb. 3) wird die Anzahl richtiger Antworten je Person (Zeile) und je Wissensfrage (Spalte) dargestellt; die Felder richtig gelöster Antworten sind grau eingefärbt. Prozentzahlen drücken den Anteil am Gesamtwert pro Zeile bzw. Spalte aus.

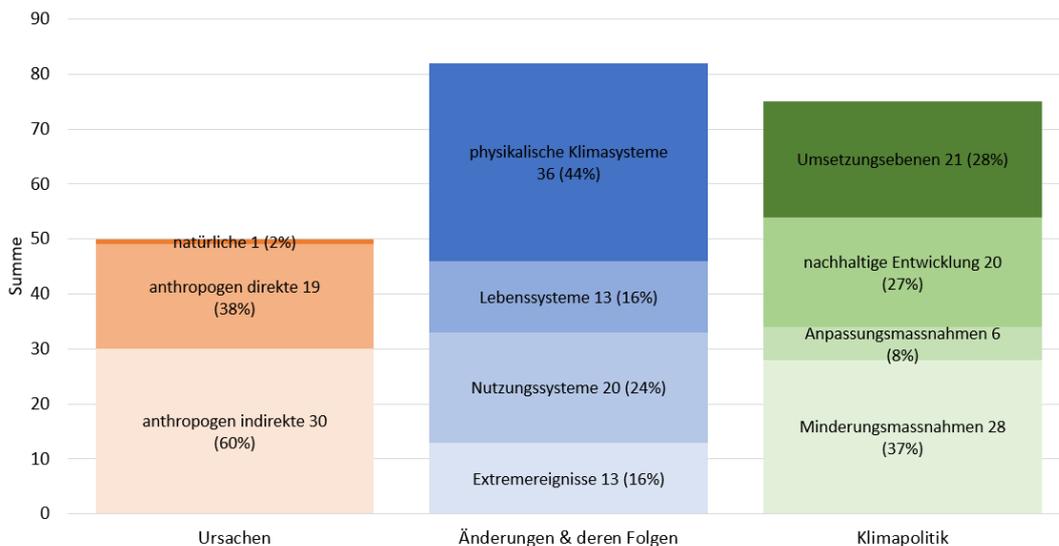
Abb. 3: Wissen zum Treibhauseffekt, nach Anteilen richtiger Antworten (grau = richtige Antwort, weiß = falsche Antwort), die Eckfälle sind rot gerahmt (Kapitel 4.3.2)



d) Wissen zu Ursachen, Folgen und Maßnahmen zum Klimawandel

Ergebnisse (Abb. 4) dieser offenen Fragen zeigen eine ungleichmäßige Verteilung der Antworten über die von Adamina und Kolleg:innen (2018, 15) entwickelten Oberkategorien. Die meisten Antworten sind in der Oberkategorie Änderungen & Folgen (82) sowie in der Oberkategorie Klimapolitik (75) zu finden, gefolgt von jener zu Ursachen des Klimawandels (41). Die geringste Häufigkeit entfällt auf die Oberkategorie Klimasystem (5); aufgrund dieser sehr geringen Anzahl werden Letztere nicht nach Unterkategorien ausdifferenziert dargestellt.

Abb. 4: Wissen zu Ursachen, Folgen und klimapolitischer Maßnahmen (d), nach Ober- und Unterkategorien ausdifferenziert



In der Oberkategorie Änderungen und deren Folgen (82) entfällt die größte Anzahl Nennungen auf die Unterkategorie der Änderungen im physikalischen Klimasystem (36), gefolgt von Veränderungen in menschlichen Nutzungssystemen (20) und in biologischen Systemen (13), sowie zu Extremereignissen (13). In den der Oberkategorie Klimapolitik (75) zugeordneten

Aussagen werden Minderungsmaßnahmen (28) am häufigsten sichtbar, gefolgt von Bezügen zu räumlichen und sektoriellen Umsetzungsebenen (21) sowie Maßnahmen zur nachhaltigen Entwicklung (20). Von geringster Häufigkeit sind Aussagen zu Maßnahmen der Anpassung (n=6). Als Ursachen des Klimawandels (50) zeigen sich überwiegend indirekte Ursachen (30), anthropogene direkte Ursachen (19) folgen nach. Eine Antwort kann der Unterkategorie natürlicher Klimavariabilität durch externe und interne Antriebsfaktoren zugeordnet werden.

4.3.2 Typen und Eckfälle

Aufgrund der breiten Streuungen der Werte wird im nächsten Schritt geprüft, inwiefern den Ergebnissen eine Systematik zugrundliegt, die über eine empirisch entwickelte Typenbildung zu qualitativ sich unterschiedenen Typen führt. Die Typenbildung erfolgt über eine Dreiteilung der Gruppe (vgl. Kap. 4.2) entlang der individuellen Ergebnisse zu den Sichtweisen zum Klimawandel (a) sowie zum Ausmaß getesteten Wissens zum Treibhauseffekt (c). Die Studierenden werden in der aus der Kombination der beiden Dimensionen hervorgehenden 9-Felder-Matrix verortet (Abb. 5). Die in den Feldern mit hohen bzw. geringen Ausprägungen lokalisierten Eckfälle werden weiter beschrieben.

4.3.3 Typenspezifische Verortung der Studierenden

Die Studierenden verteilen sich wie folgt auf die neun Typen (Abb. 5).

Abb. 5: Verortung der Studierenden in den Typen, Ecktypen hervorgehoben

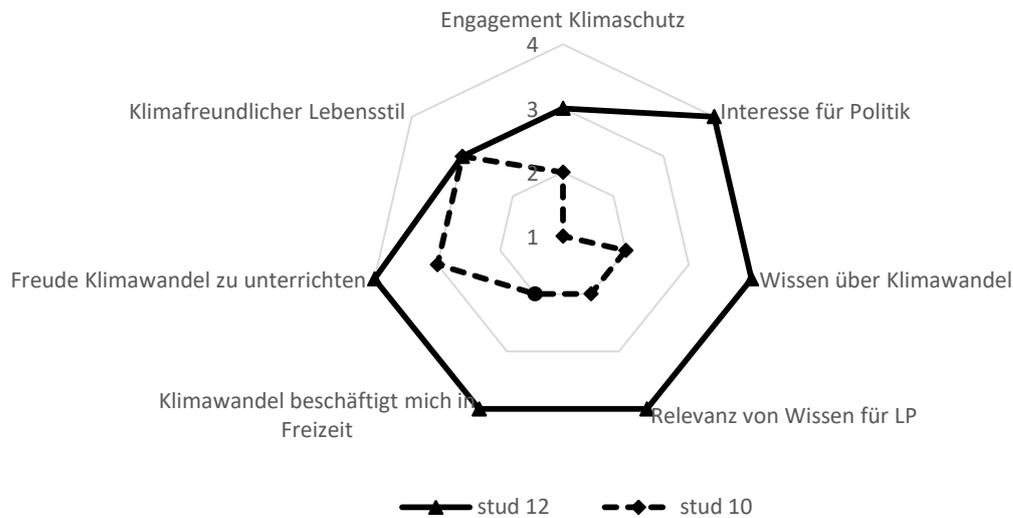
		Fachwissen Treibhauseffekt (c)		
		tief	mittel	hoch
Sichtweisen zu Klimawandel (a)	hoch	Typ 7 Stud. 8, 9, 13	Typ 8 Stud. 3, 14	Typ 9 Stud. 7, 12
	mittel	Typ 4 Stud. 17	Typ 5 Stud. 2, 4, 11, 15, 16, 18	Typ 6 leer
	gering	Typ 1 Stud. 10, 19	Typ 2 Stud. 5	Typ 3 Stud. 1, 6

e) Beschreibung der Ecktypen

Nachfolgend werden die empirisch identifizierten Ecktypen anhand der beiden Studierenden 10 und 12 (Eckfälle) beschrieben. Stud. 12 ist männlich, zum Zeitpunkt der Erhebung 36 Jahre alt und beabsichtigt, nach Studienabschluss an einer 4.-6. Klasse zu unterrichten.

Das in Abb. 6 dargestellte Profil seiner Sichtweisen zum Klimawandel und zur Anforderung, Klimawandel zu unterrichten, fällt durch die hohen Zustimmungswerte auf (M=3.71; SD=0.49); insbesondere das politische Interesse, das subjektiv eingeschätzte Wissen zum Klimawandel, welches mit den hohen Werten im Wissenstest zum Treibhauseffekt übereinstimmt (vgl. Abb. 3), die Relevanz der Thematik im beruflichen Kontext, sowie die Zustimmung zur Aussage, dass ihn die Thematik auch in der Freizeit beschäftigt, sowie die Freude, diese Thematik zu unterrichten, sind sehr hoch ausgeprägt.

Abb. 6: Sichtweisen der Studierenden 10 und 12



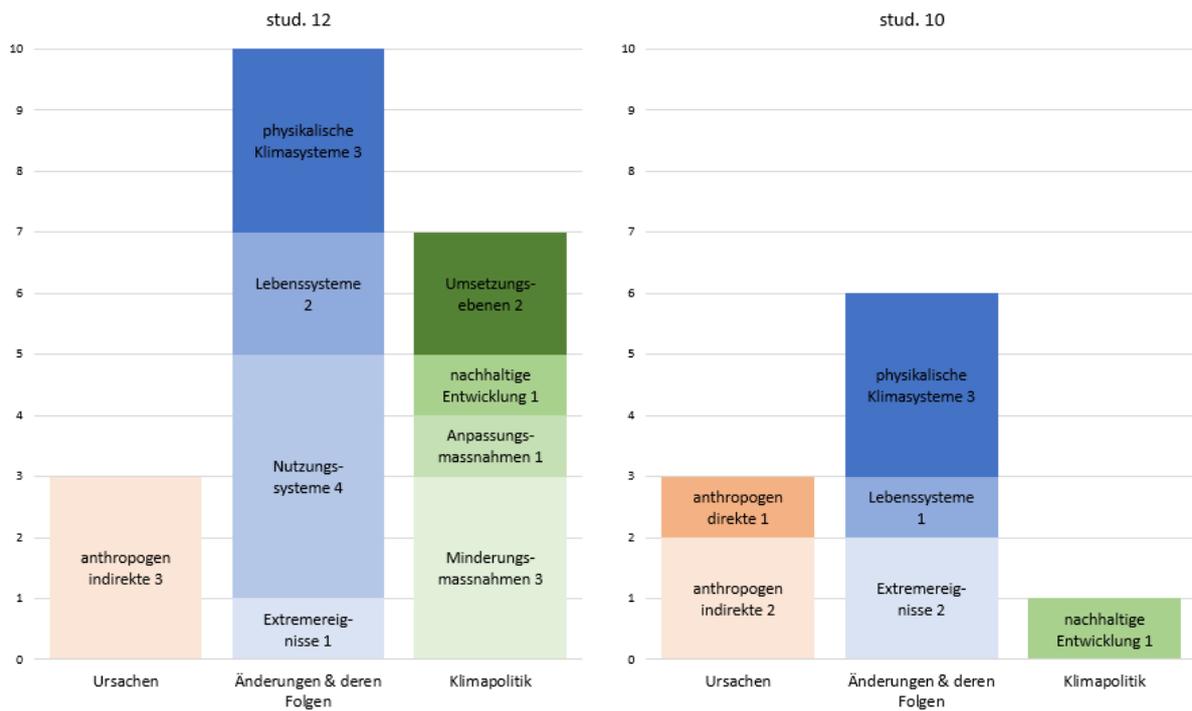
Auf die offene Einstiegsfrage, ob Klimawandel auf der Primarstufe unterrichtet werden soll, schreibt Student 12: „Wenn man den Alltagbezug der Kinder herstellt, kommt man kaum an diesem Thema vorbei. [...]. Es spielt auch keine Rolle, ob der Mensch dafür verantwortlich ist oder nicht, aber nun muss der Mensch etwas machen, damit Leben weiterhin möglich ist“. In dieser Äußerung zeigt sich, dass der Student der Thematik eine hohe Aktualität im Leben der Schüler:innen zuspricht und ein starker Appell zu Handeln.

Aus der Analyse der Antworten zu den offenen Fragen zu Ursachen, Folgen und Maßnahmen (Abb. 7) geht hervor, dass die häufigsten Nennungen (10) in der Oberkategorie Änderungen und deren Folgen liegen, gefolgt von jenen zu Klimapolitik (7) und Ursachen (3). Das Antwortprofil zeigt Ähnlichkeiten zum Profil der Gesamtstichprobe (Abb. 4), bei einer geringeren Anzahl Nennungen von Ursachen. Die auf Ursachen verweisenden Antworten umfassen indirekte Ursachen des anthropogen verursachten Klimawandels. Die Aussage „die Zerstörung der Umwelt durch den Klimawandel bedeutet die Zerstörung der Menschheit“ verweist auf eine hohe Dringlichkeit von Lösungen. Im Bereich der Maßnahmen nennt der Student, neben individuellen Beiträgen, auch Vorschriften/Verbote durch die Politik und die Umgestaltung der auf Wachstum beruhenden Wirtschaft. Zudem zeigen sich Maßnahmen zur Anpassung (klimaangepasste Bauweise) sowie zur Minderung (Aufforstung).

Stud. 10 ist männlich, 24 Jahre alt und beabsichtigt, nach Abschluss der Ausbildung in einer 4.-6. Primarschulklasse zu unterrichten. Charakteristisch für das in Abb. 6 dargestellte Profil seiner Sichtweisen auf Klimawandel und die Anforderung, Klimawandel zu unterrichten, sind generell tiefe Zustimmungswerte ($M=2.14$; $SD=0.69$). Student 10 pflegt zwar einen eher klimafreundlichen Lebensstil und freut sich eher, Klimawandel zu unterrichten, äußert insbesondere geringe politische Interessen, eine eher geringe Relevanz des thematischen Wissens für Lehrpersonen und ein geringes eigenes Wissen. Auch ist der Klimawandel für den Studierenden wenig besorgniserregend.

Die Einschätzung des eigenen Fachwissens als eher gering (Abb. 6) entspricht dem eher schlechten Ergebnis im Wissenstest zum Treibhauseffekt (vier korrekte Antworten, Abb. 3). Dies betrifft insbesondere die Fragen zum Konstrukt Wissen CO_2 und der Vorstellung, dass der Treibhauseffekt mit der Zerstörung des Ozonlochs in Verbindung steht. Dieses Fehlkonzept zeigt sich ebenfalls in der Antwort zur offenen Wissensfrage bezüglich Ursachen des Klimawandels, in welcher Student 10 Ozon als Ursache nennt.

Abb. 7: Wissens zu Ursachen, Folgen und Klimapolitik (d) für Studierende 12 (links) und 10 (rechts)



Auf die offene Einstiegsfrage, ob Klimawandel auf der Primarstufe unterrichtet werden soll, schreibt Stud. 10: „Nein, da dies ein hochkomplexes Thema ist“. Er schätzt somit den Lerngegenstand wegen seiner Komplexität als nicht geeignet für diese Stufe ein. Im Unterschied zu Student 12, der bei seiner Antwort die Bedeutsamkeit des Lerngegenstandes ins Zentrum rückt, steht bei Student 10 die Einschätzung der Schwierigkeit des Lernstoffs im Vordergrund.

In den offenen Fragen zu Ursachen, Folgen und Klimapolitik (Abb. 7) zeigt sich in der Oberkategorie zu Änderungen und deren Folgen eine Häufung in der Unterkategorie der physikalischen Folgen (3), wobei Student 10 auf vom eigenen Lebensraum entfernte Phänomene Bezug nimmt (Erhöhung des Meeresspiegels, Meere für Fische unbewohnbar), während Student 12 (Abb. 7) auch lokale Bezüge herstellt (gletscherfreie Schweiz, vermehrte Dürrezeiten, Ernteausfälle) und eine globale Vernetzung erwähnt (Klimamigration, Abhängigkeit von anderen Ländern).

In den Antworten des Studenten 10 lässt sich nur ein Hinweis bezüglich Klimapolitik finden, wodurch diese Kategorie im Vergleich zur Gesamtstichprobe (Abb. 4) wenig zum Tragen kommt. In der Aussage „Grundsätzliches Umdenken unserer Konsumgesellschaft. Lernen mit weniger zufrieden zu sein. Dies ist jedoch unmöglich, da der Mensch nach Fortschritt/Bequemlichkeit strebt.“ wird deutlich, dass der Student Anpassungsmaßnahmen als wichtiger einschätzt – im Vergleich zu Minderungsmaßnahmen.

5 Diskussion und Ausblick

Im Fokus der vorgestellten Studie steht die Frage, welche Faktoren zur Absicht von angehenden Primarlehrpersonen beitragen, den Lerngegenstand Klimawandel zu unterrichten. Dazu wurden in diesem Beitrag Komponenten der individuellen Ressourcen, die auf die Wahrnehmung, Deutung und Bearbeitung dieser Anforderung einwirken (Keller-Schneider 2020) und damit für den Erwerb themenspezifischen Professionswissens und der möglichen Veränderungen von Überzeugungen und Sichtweisen von Bedeutung sind, nach ihren Ausprägungen, Streuungen sowie über eine Typenbildung untersucht.

Fragestellung 1: Aus den deskriptiven Ergebnissen geht hervor, dass sich bei den Studierenden eine große bzw. eher große Zustimmung zur Frage nach der Freude Klimawandel zu unterrichten und zur Relevanz der Thematik für Lehrpersonen zeigt. Jedoch streuen sowohl die Sichtweisen zum Klimawandel als auch die Anforderung, Klimawandel zu unterrichten, breit, obwohl sich alle Studierenden freiwillig zu dieser als Vertiefungsrichtung angebotenen Lehrveranstaltung angemeldet hatten. Die große Variabilität wird über die ermittelten Eckfälle deutlich und spiegelt sich in Bereichen, die nicht zur Typenbildung herangezogen wurden.

Nach Ursachen zum Klimawandel gefragt, sind alle Studierenden dieser Stichprobe überzeugt, dass dieser anthropogen verursacht sei. Dies ist vergleichbar mit den Ergebnissen von Reinfried & Künzle (2019), in welcher 97.9% aller codierten Aussagen (von acht interviewten Lehrpersonen) diese Sichtweise vertreten. Inwiefern sich darin die nicht randomisierte, sondern über Interesse entstandene Stichprobe spiegelt, kann mangels Kontrollgruppe nicht geklärt werden.

Unsicherheiten bezüglich des Wissens zum Treibhauseffekt zeigen sich insbesondere bei der Absorptionswirkung von CO₂ und in der Vermischung mit Wissen zum Ozonloch. Teilkonzepte zum Treibhauseffekt scheinen auch bei den Studierenden vorhanden zu sein, wie auch Reinfried et al. (2010) dies in ihrer Studie mit Schüler:innen feststellten, doch scheint es sich auch bei den Studierenden erst um wenig belastbares Wissen zu handeln.

Im Wissen der angehenden Primarlehrpersonen zu Ursachen, Folgen und Maßnahmen zum Klimawandel, erfasst über inhaltsanalytisch ausgewertete offene Fragen, ist die Kategorie zu Änderungen und Folgen am stärksten vertreten, gefolgt von klimapolitischen Maßnahmen und den Nennungen möglicher Ursachen. Auch in den Aussagen der kontrastiv ermittelten Eckfälle zeigt sich eine Häufung von Aussagen zu klimatisch bedingten Veränderungen der Umwelt und Folgen des Klimawandels; in der Kategorie von klimapolitisch erforderlichen Maßnahmen und Ursachen des Klimawandels divergieren die Eckfälle und spiegeln die Breite klimawandelbezogenen Wissens der Stichprobe. Ein Vergleich dieser Ergebnisse (Abb. 4) mit Adamina et al. (2018) zeigt, dass die von den Autor:innen identifizierten Anteile in den Lehrmitteln der Sekundarstufe II mehrheitlich Änderungen und deren Folgen beleuchten. Auf klimapolitische Maßnahmen und auf nachhaltige Entwicklung bezogene Inhalte umfassen einen Anteil von 20%, bei den angehenden Primarlehrpersonen nehmen diese einen Anteil von 36% der Nennungen ein. Inwiefern dieser, in den Lehrmitteln weniger ausgeführte, Anteil Ausdruck der Komplexität der Thematik als „super wicked problem“ sein könnte und damit sowohl die zeitliche Möglichkeit ihrer Bearbeitung überschreitet als auch durch die begrenzte Anzahl an Seiten im Lehrmittel nicht abgedeckt werden kann (Adamina et al. 2018), oder als politisch zu kontrovers eingeschätzt wird (Ohl 2013) und zu wenig Raum in den Lehrmitteln erhält, bleibt offen. In den Aussagen der Studierenden dieser Studie zeigen sich mehr konkrete Bezüge zur Lebenswelt der Schüler:innen (abstrakte Bezüge zum Treibhauseffekt sind weniger vertreten als in den Lehrmitteln), was als Impuls für die Gestaltung von Lehrmitteln genutzt werden könnte.

Fragestellung 2: Die in dieser Studie mittels Sichtweisen zu Klimawandel (a) und Wissen zum Treibhauseffekt (c) ermittelten Typen und Eckfälle unterscheiden sich von den mittels Clusteranalyse gebildeten überindividuellen Deutungsmuster des Klimawandels einer explorativen Pilotstudie mit acht Lehrpersonen von Reinfried & Künzle (2019). Student 12 thematisiert bei hohem Fachwissen und hoch ausgeprägten klimawandelbezogenen Sichtweisen zukunftsbezogene Lösungsmöglichkeiten und erwähnt Adaptions- und Mitigationsmaßnahmen auf regionaler bis globaler Ebene; er kann somit als Verknüpfung der von Reinfried & Künzle (2019) identifizierten Deutungsmustern «Höchste Zeit zu handeln» und «In Zukunft droht große Gefahr» interpretiert werden. Student 10 mit geringem Fachwissen und schwach ausgeprägten auf Klimawandel bezogenen Sichtweisen kann mit keinem der von Reinfried & Künzle (2019) identifizierten Deutungsmuster in Verbindung gebracht werden, da der Student Klimaänderungen zwar als anthropogen verursacht betrachtet, jedoch die

Folgen als wenig besorgniserregend empfindet und somit auch keinen unmittelbaren Handlungsbedarf erkennt. In diesen Differenzen wird deutlich, dass die Entscheidung, über welche Dimensionen eine Typenbildung erfolgt, zu einer spezifisch ausgerichteten Typologie führt, die sich nicht mit auf anderen Grundlagen stehenden Typologien vergleichen lässt.

Zudem wird aus diesem Vergleich deutlich, dass emotionale Deutungen (besorgniserregend oder nicht) die Wahrnehmung von Situationen und daraus hervorgehende Anforderungen prägen (Keller-Schneider 2020) und als bedeutende Komponente auf den Erwerb von Wissen und die Auseinandersetzung mit Impulsen einwirkt (Blömeke et al. 2008; Keller-Schneider & Albisser 2012).

6 Limitationen und Ausblick

Aufgrund der kleinen Stichprobe von 19 Studierenden einer Seminarveranstaltung fokussieren die Ergebnisse auf eine spezifische Gruppe, die um weitere Personen erweitert werden müsste, um über die Stichprobe hinausführend generalisierbare Ergebnisse zu ermitteln. Inwiefern sich die empirisch entwickelten Typen und ihre qualitativ herausgearbeiteten Spezifika in einer erweiterten Stichprobe replizieren ließe, bleibt offen.

Aus der Wahl der Lehrveranstaltung resultierte eine ausgewählte Stichprobe, was sich insbesondere im Fehlen von «Leugnern» des Klimawandel zeigen könnte. Inwiefern die Ergebnisse die Breite der angehenden Lehrpersonen der Primarstufe spiegelt, müsste in einem Kontrollgruppendesign geprüft werden.

Die breiten Streuungen des Fachwissens der angehenden Lehrpersonen können darauf verweisen, dass über eine gezielte Ausbildungs Veränderungen bewirkt werden könnten. Befunde dieser Studie zeigen, dass Fachwissen und auf den Klimawandel und seine Vermittlung ausgerichtete Sichtweisen mit der Absicht einhergehen, Klimawandel im zukünftigen Unterricht zu thematisieren. Die Lehrpersonenbildung ist somit gefordert, Wissen zum Klimawandel adressatenbezogen und mittels Zugängen des Conceptual Change zu ermöglichen, um günstige Voraussetzungen für das Lernen zukünftiger Schüler:innen zu ermöglichen (Keller-Schneider & Albisser 2012). Doch individuelle Ressourcen können der Vermittelbarkeit auch Grenzen setzen (Blömeke et al 2008; Keller-Schneider & Albisser 2012). Fehlendes oder unvollständiges Fachwissen zum Klimawandel könnte dazu beitragen, dass der Lerngegenstand erst wenig vermittelt wird (Blum et al. 2013). Auch reicht naturwissenschaftliches Wissen allein nicht aus, um komplexe und kontroverse Themen zu unterrichten (Cross & Congreve 2020). Transperspektivische, vernetzte Betrachtungsweisen sind erforderlich, welche nicht nur fachliche physisch-geografische mit naturwissenschaftlichen Aspekten vereint, sondern auch soziale, ethische und wirtschaftliche Aspekte sowie politische Aushandlungsprozesse integrativ miteinbezieht. Die Auseinandersetzung mit aktuellen, komplexen und durch Kontroversen geprägte Lerngegenständen entspricht somit einem eigenen, grundlegenden Bildungswert (Ohl 2013), welcher auch für Schüler:innen der Primarstufe von Bedeutung ist. Eine Klärung individueller Überzeugungen und Denkmuster (Reinfried & Künzle 2019; Keller-Schneider 2013), welche die Auseinandersetzung mit spezifischen Anforderungen begrenzen könnten, trägt zur Professionalisierung bei (Keller-Schneider 2020). Um auch in der Lehrpersonenbildung Lernprozesse an die Vorstellungen der Studierenden anzuknüpfen und damit ihr Lernen zu fördern, ist eine Klärung der individuellen Ressourcen der Studierenden und ihre Bedeutung für ihre weitere Professionalisierung erforderlich. An dieser Klärung weiterzuarbeiten, nimmt sich die vorgestellte Studie zum Ziel.

Literatur

- Adamina, Marco, Hertig, Philippe, Probst, Matthias, Reinfried, Sibylle, Stucki, Peter & Vogel, Juliette (2018): Klimabildung in allen Zyklen der Volksschule und in der Sekundarstufe II. <https://www.globeswiss.ch/files/Downloads/1567/Download/Summary%20CCESO%201.pdf> [13.09.2021].
- Berger, Paul, Gerum, Natalie, & Moon, Martha (2015): "Roll up your sleeves and get at It!" Climate Change Education in Teacher Education." In: Canadian Journal of Environmental Education, 20, pp. 154-173.
- Blömeke, Sigrid, Kaiser, Gabriele, & Lehmann, Rainer (Hrsg., 2008): Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer. Münster.
- Blum, Nicole, Nazir, Joanne, Breiting, Soren, Goh, Kim Chuan & Pedretti, Erminia (2013): Balancing the tensions and meeting the conceptual challenges of education for sustainable development and climate change. In: Environmental Education Research, 19 (2), pp. 206-217.
- Brosius, Felix (2006). SPSS 14. Heidelberg.
- Busch, K. C. (2016). Polar bears or people? Exploring ways in which teachers frame climate change in the classroom. In: International Journal of Science Education, Part B, 6(2), pp. 137-165.
- Cross, Iain D., & Congreve, Alina (2020): Teaching (super) wicked problems. In: Journal of Geography in Higher Education, pp. 1-26.
- D-EDK (2016): Lehrplan 21 (Zürcher Fassung). Fachbereich Natur, Mensch, Gesellschaft (NMG). <https://zh.lehrplan.ch/index.php?code=b160&la=yes> [13.09.2021].
- de Moor, Joost, Uba, Katrin, Wahlström, Matthias, Wennerhag, Magnus, & De Vydt, Michiel (Hrsg., 2020): Protest for a future II. <https://osf.io/3hcxs/> [13.09.2021].
- Fechner, Sabine (2009): Effects of context-oriented learning on student interest and achievement in chemistry education. Serie Studien zum Physik- und Chemielernen (Vol. 95, 284). Berlin.
- Frischknecht-Tobler, Ursula, Bollmann-Zuberbühler, Brigitte, Kunz, Patrick & Strauss, Nina-Cathrin (2013): Förderung von Systemdenken in der Volksschule. Schlussbericht zum Forschungsprojekt SYSDENE 3, PHSG und PHZH. <https://core.ac.uk/display/188623871> [13.09.2021].
- GDSU (Hrsg., 2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Aufl. Bad Heilbrunn.
- Gubler, Moritz, Brügger, Adrian & Eyer, Marc (2019): Adolescents' perceptions of the psychological distance to climate change, its relevance for building concern about it, and the potential for education. In: Walter L. Fiho & Sarah L. Hemstock (Ed.): Climate Change and the role of education. Cham, pp. 129-147.
- IPCC (2018): Global warming of 1.5°C. <https://www.ipcc.ch> [13.09.2021].
- Kalcsics, Katharina, & Wilhelm, Markus (2017): Lernwelten Natur - Mensch - Gesellschaft: Ausbildung: Fachdidaktische Grundlagen: Studienbuch. Bern.
- Kattmann, Ulrich, Duit, Reinders, Gropengiesser, Harald & Komorek, Michael (1997): Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 3(3), S. 3-18.
- Keller-Schneider, Manuela (2013): Schülerbezogene Überzeugungen von Studierenden der Lehrerbildung und deren Veränderung im Rahmen einer Lehrveranstaltung. In: Lehrerbildung auf dem Prüfstand, 6 (2), S. 178-213.
- Keller-Schneider, Manuela (2014): Self-regulated learning in teacher education. In: Australian Journal of Educational & Developmental Psychology, 14, pp. 144-158.
- Keller-Schneider, Manuela (2020): Entwicklungsaufgaben im Berufseinstieg von Lehrpersonen. 2. überarbeitete und erweiterte Aufl. Münster.
- Keller-Schneider, Manuela & Albisser, Stefan (2012): Grenzen des Lernbaren?. In Tina Hascher & Georg H. Neuweg (Hrsg.): Forschung zur (Wirksamkeit der) Lehrer/innen/bildung. Wien, S. 85-103.
- Klafki, Wolfgang (2007): Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. 6., neu ausgestattete Aufl. Weinheim.
- Kunter, Mareike, Frenzel, Anne C., Nagy, Gabriel, Baumert, Jürgen, & Pekrun, Reinhard (2011): Teacher enthusiasm: Dimensionality and context specificity. In: Contemporary Educational Psychology, 36(4), pp. 289-301.
- Liu, Shiyu, Roehrig, Gillian, Bhattacharya, Devarati, & Varma, Keisha (2015): In-service teachers' attitudes, knowledge and classroom teaching of global climate change. In: Science Educator, 24(1), pp. 12-22.
- Lüschen, Iris (2015): Der Klimawandel in den Vorstellungen von Grundschulkindern. Baltmannsweiler.
- Möller, Kornelia, Hardy, Ilonca, Jonen, Angela, Kleickmann, Thilo, & Blumberg, Eva (2006): Naturwissenschaften in der Primarstufe. In: Manfred Prenzel & Lars Allolio-Näcke (Hrsg.): Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Münster, S. 161-193.
- Monroe, Martha C., Plate, Richard R., Oxarart, Annie L., Bowers, Alison W., & Chaves, Willandia A. (2019): Identifying effective climate change education strategies. In: Environmental Education Research, 25(6), pp. 791-812.

- NCCS (2018): CH2018 - Klimaszenarien für die Schweiz. National Centre for Climate Services. Zürich: BBL. www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-auswirkungen/schweizer-klimaszenarien.html [13.09.2021].
- Oberman, Rowan C. & Martinez Sainz, Gabriela (2021): Critical thinking, critical pedagogy and climate change education. In: Anne M. Kavanagh, Fionnuala Waldron, & Benjamin Mallon (Hrsg.): Teaching for social justice and sustainable development across the primary curriculum. London, pp.69-83.
- Oelgeklaus, Helen (2012): Den Klimawandel unterrichten. Hamburg.
- Ohl, Ulrike (2013): Komplexität und Kontroversität. Herausforderungen des Geographieunterrichts mit hohem Bildungswert. In: Praxis Geographie, 43(3), S. 4-7.
- Reid, Alan (2019): Climate change education and research. In: Environmental Education Research, 25(6), pp. 767-790.
- Reinfried, Sibylle, Aeschbacher, Urs, Huber, Erich, & Rottermann, Benno (2010): Den Treibhauseffekt zeigen und erklären. In: Sibylle Reinfried (Hrsg.): Schülervorstellungen und geographisches Lernen. Aktuelle Conceptual Change-Forschung und Stand der theoretischen Diskussion. Berlin, S. 123-156.
- Reinfried, Sibylle, & Künzle, Roland (2019): Deutungsmuster des Klimawandels in Aussagen von Lehrpersonen und Konsequenzen für die Klima-Kommunikation im Unterricht. In: Zeitschrift für Geographiedidaktik ZGD, 47(2), S. 45-59.
- Reinfried, Sibylle, Schuler, Stephan, Aeschbacher, Urs, & Huber, Erich (2008): Der Treibhauseffekt - Folge eines Lochs in der Atmosphäre? In: geographie heute, 265, S. 24-33.
- Reinhardt, Sibylle (2012): Politik-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. Berlin.
- Rieß, Werner (2010): Bildung für nachhaltige Entwicklung: theoretische Analysen und empirische Studien. Münster.
- Ryan, Richard M. (1982): Control and information in the intrapersonal sphere. In: Journal of personality and social psychology, 43(3), pp. 450-461.
- Trevisan, Paolo, & Helbling, Dominik (2018): Nachdenken und vernetzen in Natur, Mensch, Gesellschaft. Studienbuch für den kompetenzorientierten Unterricht im 1. und 2. Zyklus. Bern.
- UN General Assembly (2015): Transforming our world: the 2030 Agenda for sustainable development. (UN Dok. A/RES/70/1). New York.
- UNESCO (2013): Climate Change in the classroom. UNESCO course for secondary teachers on climate change education for sustainable development. <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002197/219752e.pdf> [13.09.2021].
- UNFCCC (1992): United Nations framework convention on climate change. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf> [13.09.2021].
- UNFCCC (2016): Action for climate empowerment: Guidelines for accelerating solutions through education, training and public. Paris: UNESCO & UNFCCC. https://unfccc.int/sites/default/files/action_for_climate_empowerment_guidelines.pdf [13.09.2021].
- van Dijk, Esther, & Kattmann, Ulrich (2007): A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. In: Teaching and teacher education, 23, pp. 885-897.
- Wahlström, Matthias, Kocyba, Piotr, De Vydt, Michiel, & De Moor, Joost (Ed., 2019): Protest for a future. <https://osf.io/xcnzh> [13.09.2021].
- Waldron, Fionnuala, Ruane, Brian, Oberman, Rowan C., & Morris, Sonia (2019): Geographical process or global injustice? In: Environmental Education Research, 25(6), pp. 895-911.
- Waters-Adams, Stephen (2006): The relationship between understanding of the nature of science and practice. In: International Journal of Science Education, 28(8), pp. 919-944.
- Wise, Sarah B. (2010): Climate Change in the classroom. In: Journal of Geoscience Education, 58(5), pp. 297-309.
- Wittek, Doris, & Jacob, Cornelia (2020): Berufsbiografischer Ansatz in der Lehrerbildung. In: Colin Cramer, Johannes König, Martin Rothland, & Sigrid Blömeke (Hrsg.): Handbuch Lehrerbildung. Bad Heilbrunn, S. 196-203.