

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br.  
Institut für Psychologie  
Abteilung für Sozialpsychologie und Methodenlehre



*“Reasoning about the complex nature of nature”:*  
Strukturen von Kausalkognitionen im Umweltkontext

**Masterarbeit**  
**Annalena Becker**  
**Matrikelnummer: 3521886**  
**Januar 2018**

Wissenschaftliche Betreuung: Prof. Dr. Karl Christoph Klauer  
Dr. Annelie Rothe-Wulf



# Inhalt

<b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>V</b>
<b>Danksagung.....</b>	<b>VII</b>
<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>IX</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>XI</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Theoretischer Hintergrund.....</b>	<b>3</b>
2.1 Kognitionen im Umweltkontext.....	3
2.2 Kausalkognitionen.....	4
2.3 Kausalkognitionen zu komplexen Systemen.....	6
2.4 Kausalkognitionen und Denkstile.....	7
2.5 Wissen und Kausalkognitionen im Umweltkontext.....	9
2.6 Zusammenfassung der theoretischen Einführung.....	11
2.7 Forschungsfragen.....	11
<b>3 Methodisches Vorgehen.....</b>	<b>13</b>
3.1 Stichprobe.....	13
3.2 Materialien und Instrumente.....	13
3.2.1 Cognitive Mapping Technique.....	13
3.2.2 Ereignisse und Ursachen.....	15
3.2.3 Denkstile.....	16
3.2.4 Vorwissen.....	18
3.2.5 Demographische Daten und Selbsteinschätzungen.....	19
3.3 Versuchsablauf.....	20
3.4 Versuchsdesign.....	21
3.5 Datenvorbereitung und Datenauswertung.....	21
3.5.1 Dateneingabe der Kausalmodelle.....	22

3.5.2	Datenvorbereitung der Kausalmodelle .....	22
3.5.3	Datenauswertung der Fragebögen zu Denkstilen .....	23
3.5.4	Datenauswertung des Wissenstests zum Klimawandel .....	23
3.5.5	Statistische Analysen .....	23
<b>4</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>25</b>
4.1	Hypothese 1 .....	25
4.2	Hypothese 2 .....	28
4.3	Hypothese 3 .....	29
4.4	Hypothese 4 .....	30
4.5	Fragestellung 5: Domänenspezifität der Strukturen der Kausalmodelle .....	30
4.5.1	Multidimensionale Skalierung .....	30
4.5.2	Analyse der Vernetztheit der Ursachen im Modell .....	35
<b>5</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>39</b>
5.1	Interpretation der Ergebnisse .....	39
5.1.1	Komplexität in den Modellen .....	39
5.1.2	Strukturen der Kausalkognitionen und der Denkstile .....	41
5.1.3	Strukturen der Kausalkognitionen und des Wissens .....	42
5.1.4	Wissen und Denkstile .....	44
5.1.5	Domänenspezifische Strukturen der Kausalkognitionen .....	45
5.2	Limitationen .....	47
5.2.1	Erhebung der Kausalkognitionen .....	47
5.2.2	Erhebung der Denkstile .....	50
5.2.3	Erhebung des Wissens .....	52
5.3	Implikationen .....	53
5.4	Ausblick .....	55
5.5	Abschließendes Fazit .....	58
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>61</b>

<b>Anhang</b> .....	<b>65</b>
Anhang A Analysis-Holism-Scale.....	67
Anhang B Systems-Thinking-Scale.....	69
Anhang C Wissenstests zum Klimawandel .....	70
Anhang D Ergänzte Ursachen in den Kausalmodellen.....	72
Anhang E Multidimensionale Skalierung Ereignis Regen .....	75
Anhang F Multidimensionale Skalierung Ereignis Fischer.....	79
Anhang G Multidimensionale Skalierung Ereignis Klima .....	83



## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

<i>Abbildung 1.</i> Foto in der Instruktion zu Materialien der Aufgaben .....	14
<i>Abbildung 2.</i> Foto in der Instruktion zur Erklärung der Aufgabe.....	14
<i>Abbildung 3.</i> Foto eines Kausalmodells nach Ergänzung weiterer Ursachen .....	20
<i>Abbildung 4.</i> Multidimensionale Skalierung des Ereignisses <i>Regen</i> .....	31
<i>Abbildung 5.</i> Multidimensionale Skalierung des Ereignisses <i>Fischer</i> .....	33
<i>Abbildung 6.</i> Multidimensionale Skalierung des Ereignisses <i>Klima</i> .....	34
<i>Abbildung 7.</i> Mittlere Vernetztheit jeder Ursache im Ereignis <i>Regen</i> .....	35
<i>Abbildung 8.</i> Mittlere Vernetztheit jeder Ursache im Ereignis <i>Fischer</i> .....	36
<i>Abbildung 9.</i> Mittlere Vernetztheit jeder Ursache im Ereignis <i>Klima</i> .....	37
<i>Tabelle 1 Übersicht der strukturellen Merkmale der Kausalmodelle</i> .....	26



## Danksagung

*„Die Glücklichen sind neugierig.“*

Friedrich Wilhelm Nietzsche (1844-1900)

Die Abschlussarbeit meines Psychologiestudiums mit großer Begeisterung und Interesse gestalten zu können, verdanke ich ganz besonders meiner Betreuerin Annelie Rothe-Wulf. Deine offene und neugierige Art war für mich während der gesamten Phase des Arbeitens inspirierend und motivierend. Herzlichen Dank für deine umfassende Unterstützung, die ich zu jeder Zeit sehr zu schätzen wusste. Ich konnte sehr viel bei dir lernen und bin begeistert von der Vielseitigkeit deiner Forschung. Vielen Dank für deine positive und wertschätzende Art und deine konstruktive Hilfe!

Darüber hinaus möchte ich mich bei meinen Kommilitonen und den Mitarbeitern der Abteilung für Sozialpsychologie und Methodenlehre bedanken für die vielen hilfreichen und diversen Anregungen und Ideen zu meiner Arbeit. Es war spannend und bereichernd, die Masterarbeit aus so vielen verschiedenen Perspektiven beleuchtet zu sehen. Vielen Dank an alle, die mit mir diskutiert und ihre Eindrücke geteilt haben!

Besonders dankbar bin ich den Menschen, die mir immer so viel positive Energie und Zuversicht geben. So konnte ich während der Zeit die Freude an der Arbeit behalten und positiv denken. Danke an meine Familie, meinen Bruder Basti und meine Freundin Rosanna mit Yunis, die mich auch immer daran erinnern, wie viel das Leben ausmacht.

Von Herzen ein Dankeschön an Hanna, Lara, Sophie, Fabian, Carmen, Fabienne, Max, Angèle, Vera, Magda und Anna-Sophie, dass ihr mir in der Zeit gute Laune, Wohlfühlen und fröhliche Energie geschenkt habt!



## Zusammenfassung

Menschen haben das Bedürfnis, sich die Welt, die sie umgibt, zu erklären. Wie diese kausalen Kognitionen in Bezug auf die Umwelt generiert werden, war die Fragestellung der vorliegenden Untersuchung. An der Studie nahmen 67 Studierende teil, davon 51 weiblich und 16 Psychologiestudierende. Mit Hilfe der *Cognitive Mapping Technique* sollten die Probanden zu drei unterschiedlich komplexen Ereignissen der natürlichen Umwelt Kausalmodelle erstellen. Zudem wurden der holistische und systemische Denkstil der Probanden sowie ihr Vorwissen zum Thema Klimawandel erfasst. Es zeigte sich, dass Komplexität bezüglich der Anzahl der Ursachen zur Erklärung der Ereignisse und der Anzahl der Verknüpfungen zwischen den Ursachen verschieden stark repräsentiert wurde. Wechselwirkungen wurden von Probanden deutlich seltener angenommen als lineare Zusammenhänge. Die Ausprägung der Probanden im holistischen und systemischen Denkstil hatte dabei keinen Einfluss auf die Struktur ihrer Kausalmodelle. Wissen über den Klimawandel stand in positivem Zusammenhang mit der Komplexität der Kausalmodelle hinsichtlich der Anzahl von verwendeten Ursachen und Verknüpfungen. Weiterhin wurden in inhaltlichen Analysen mit Hilfe der multidimensionalen Skalierung domänenspezifische Strukturen bezüglich der räumlichen Anordnung in den Kausalmodellen beobachtet. Besonders die Domäne des Menschen bildete in allen Ereignissen eine Dimension, entlang derer die Ursachen angeordnet wurden.

Die Befunde legen nahe, dass mentale Repräsentationen der Komplexität von Umweltereignissen und domänenübergreifende Kausalkognitionen eher gering ausgeprägt sind. Für die Sensibilisierung der Gesellschaft von wichtigen Umweltthemen sollten die Komplexität und die Dynamiken von natürlichen Ereignissen im Bildungswesen und in den Medien umfassend dargestellt werden. Im schulischen und universitären Kontext sollte das Wissen über den Charakter komplexer Systeme gefördert und der Mehrwert fachübergreifender Lehre genutzt werden. In weiteren Untersuchungen könnten die Erkenntnisse dieser Studie durch Einbezug behavioraler, affektiver und kultureller Parameter in einen weiteren Kontext gesetzt werden.



## Abstract

People want to explain the world that surrounds them, which was investigated for their natural environment in this study. Sixty-seven students (51 of these were psychology students, 51 of these were female) participated in this investigation. Three causal models concerning events of the natural environment were generated with the help of the *Cognitive Mapping Technique*. Prior knowledge about climate change, holistic thinking and *Systems Thinking* of the participants were measured, in addition to the structure of their causal maps. Results revealed that participants' reasoning differed between explanations for various complex events concerning the number of integrated causes and the amount of relationships between those causes. Furthermore, causal maps included more linear relations than bidirectional connections. The way of thinking holistically or systemically did not relate to the structure of participants' causal maps. However, their way of reasoning was related to their knowledge about climate change. Higher knowledge about climate change was related to the usage of more causes and to an increase in connections between them. Furthermore, results of multidimensional scaling analyses indicated that cognitive domains structured participants' causal maps and causal chains. The cognitive domain of human beings was applicable as the major dimension for all events and causes were structured along this dimension.

Results indicate that the complexity of environmental events is not represented sufficiently and that the connection of content across domains is difficult. With the aim to mobilize the society for important issues about the environment, it is necessary to promote the complexity and interconnectedness of different cognitive domains in environmental events in media and education.

Findings of this study imply the promotion of knowledge on complex systems and their dynamics at school and university. In addition, future studies should consider behavioral, affective and cultural influences on causal cognition about the environment to broaden the context of the results of this investigation.



# 1 Einleitung

„Unser Kopf ist rund, damit das Denken die Richtung wechseln kann.“

Francis Picabia (1879- 1953)

Inspiziert durch das bekannte Zitat des französischen Schriftstellers Francis Picabia (Picabia, Gallissaires, & Mittelstädt, 1995) widmet sich diese Abschlussarbeit einer kognitionspsychologischen Untersuchung, die aus verschiedenen Perspektiven beleuchtet, wie Kognitionen über die Umwelt strukturiert sind und welche Faktoren diese beeinflussen.

Im Jahre 1978 entwickelte Frederic Vester das kybernetische Umweltspiel *Ökolopoly*, das noch heute als Instrument in der Erwachsenenbildung zu nachhaltiger Entwicklung Einsatz findet (Holzbaur, 2016). Das Spiel stellt einen Ballungsraum dar, in dem Variablen der Umwelt, der Wirtschaft, der Bildung und des Sozialen miteinander interagieren. Wechselwirkungen und Rückkopplungsprozesse zwischen den Variablen werden durch die Spieler gesteuert und deren Konsequenzen simuliert (Holzbaur, 2016). Somit müssen Spieler die möglichen Folgen der Eingriffe, die sie auf den sozialen, politischen und ökologischen Regelkreis vornehmen, antizipieren (Moczek, 1994). Vester intendierte mit seinem Spiel den Umgang mit einem komplexen System erfahrbar und vernetztes Denken erlernbar zu machen (Simon, & Rausch, 1990). Seiner Motivation lag die Vermutung zugrunde, dass bei vielen Menschen das Gefühl für Zusammenhänge von komplexen Gesellschafts- und Umweltproblemen fehle und adäquate Lösungsstrategien nicht generiert würden.

Vester plädierte folglich für eine systemische Zugangsweise zu komplexen gesellschaftlichen Phänomenen und für die Berücksichtigung von Wechselwirkungen zwischen den Elementen eines Systems (Vester, 2004). Darüber hinaus kritisierte er, dass das Bildungssystem abendländischer Kulturen die Einteilung und Klassifizierung von Objekten und Ereignissen fördere, wodurch systemisches Denken nicht praktiziert werde (Vester, 2004). Diese Hervorhebung der Art des systemischen Denkens prägte vielerlei Entwicklungen innerhalb der Umweltbewegung und machte die Relevanz des Denkens über die Umwelt für gesellschaftliches Handeln deutlich (Wehn, 2003). So erscheint es nicht nur wichtig, *dass* Menschen als Teil einer Gesellschaft mitdenken, sondern *wie* sie mitdenken. Es stellt sich weiterhin die Frage, warum dem vernetzten, systemischen Denken solch lösungsbringende Qualitäten im Umgang mit Umweltproblemen zugeschrieben werden. Inwieweit haben bestimmte Kognitionen über die Umwelt eine Relevanz für den Umweltschutz? Aufschluss darüber sollen Erkenntnisse über die Strukturen von Kognitionen im Umweltkontext geben.

## *1 Einleitung*

Die vorliegende Untersuchung beschäftigt sich daher mit den mentalen Repräsentationen, die Menschen von Ereignissen in der Umwelt, wie beispielsweise dem Klimawandel, haben. Es wird untersucht, wie Erklärungsmodelle zu ökologischen Szenarien konzeptualisiert werden. Dabei wird die Struktur der *kausalen* Kognitionen im Umweltkontext genauer beleuchtet und in Zusammenhang mit weiteren psychologischen Parametern wie dem Denkstil des systemischen Denkens gebracht.

Theoretische Überlegungen und Motivationen, die zu dieser psychologisch experimentellen Untersuchung führten, werden erörtert. Nach genauer Beschreibung des Versuchsdesigns und des Versuchsablaufs werden die Ergebnisse der Untersuchung präsentiert und im Rückgriff auf die bisherigen Forschungserkenntnisse diskutiert. Abschließend werden praktische Implikationen für den Bildungskontext gegeben und weitere Untersuchungsdesigns angeregt.

An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass Formulierungen in der Arbeit so weit wie möglich geschlechtsneutral gewählt wurden. Falls die männliche Form für eine verbesserte Lesbarkeit gewählt wurde, ist dies stets als geschlechtsneutral zu betrachten.

## 2 Theoretischer Hintergrund

### 2.1 Kognitionen im Umweltkontext

Zum Verständnis und zur Antizipation des Verhaltens, das eine Gesellschaft ihrer Umwelt gegenüber zeigt, und zur Beantwortung der Frage, wie umweltbewusstes Verhalten gefördert werden kann, sind Untersuchungen von Kognitionen über die Umwelt unabdingbar. Shi, Visschers und Siegrist (2015) beispielsweise belegten einen positiven Zusammenhang zwischen kausalem Wissen über den Klimawandel und der Bereitschaft sich im Naturschutz zu engagieren. Wie Menschen sich Phänomene der Umwelt erklären, scheint ihr Verhalten gegenüber der Umwelt zu beeinflussen.

In einer Untersuchung von Nerb und Spada (2001) wurde der Zusammenhang zwischen Kognitionen über Umweltereignisse mit daraus resultierenden Emotionen deutlich. Es zeigte sich, dass kognitive Interpretationen von Umweltproblemen die emotionalen Reaktionen beeinflussen. Je nach Art der Ursachenzuschreibung variierten die Ausprägungen der erlebten Traurigkeit beziehungsweise des erlebten Ärgers über die Umweltprobleme. In einem weiteren Schritt wirkten sich schließlich die emotionalen Reaktionen auf Beurteilungen und Entscheidungen aus, die ein bestimmtes Verhalten evozierten. Die genaue Betrachtung der Kognitionen, der Emotionen und des Verhaltens gegenüber der Umwelt tragen zur Beantwortung der Frage bei, wie sich die jeweiligen Parameter gegenseitig beeinflussen und bedingen. Nerb und Spada (2001) weisen beispielsweise darauf hin, dass Medienberichte zumeist nur vereinfachte und vereinzelte Informationen über Umweltprobleme darstellten und genauere, differenziertere Erklärungen über Zusammenhänge fehlten. Es stellt sich daher die Frage, ob sich diese Art der Wissensvermittlung in strukturellen Merkmalen von Kausalkognitionen im Umweltkontext widerspiegelt. Darüber hinaus muss der Frage nachgegangen werden, inwiefern die Kognitionen Einfluss auf das Verhalten gegenüber der Umwelt haben. Basierend auf jenen Erkenntnissen kann erwünschtes Verhalten im Umweltschutz unter Berücksichtigung der kognitiven und emotionalen Prozesse effizienter motiviert werden.

Um die Interaktion zwischen Mensch und Umwelt besser verstehen zu können, ist es daher notwendig die Umweltkognitionen genauer zu untersuchen. Schwerpunkt dieser Arbeit bildet die Untersuchung der *kausalen* Kognitionen, die Menschen über Ereignisse in ihrer Umwelt haben. Es soll geklärt werden, wie sie sich umweltbezogene Ereignisse erklären.

### 2.2 Kausalkognitionen

In allen Lebensbereichen sehen sich Menschen der Aufgabe und dem Bedürfnis gegenüber, Erklärungen für Ereignisse in ihrer Welt zu finden (Keil, 2006). Wie diese Aufgabe kognitiv bewerkstelligt wird, stellt einen zentralen Forschungsbereich in der Entwicklungs- und Kognitionspsychologie dar. Dabei wird nicht nur der Frage nachgegangen, wie sich Konzepte über kausale Zusammenhänge im Laufe des Lebens weiterentwickeln und verändern (Legare, & Gelman, 2008), sondern auch, ob und inwiefern sich Kausalkognitionen zwischen verschiedenen Wissensbereichen unterscheiden (Strickland, Silver, & Keil, 2017). Eine Unterteilung erfolgt hierbei häufig in die kognitiven Domänen der Physik, Biologie und Psychologie (Legare, & Gelman, 2008).

Erste Befunde in der Gegenüberstellung von Kausalkognitionen aus den jeweiligen Domänen stellten Unterschiede hinsichtlich verschiedener Merkmale fest. So sind kausale Modelle, welche die Repräsentationen über kausale Zusammenhänge modellhaft skizzieren, domänenspezifisch strukturiert (Strickland, Silver, & Keil, 2017). Für Ereignisse, die der physikalischen Domäne zugeordnet sind, schätzten Personen beispielsweise die Anzahl der Ursachen gegenüber Ereignissen der psychologischen Domäne als geringer ein. Zudem nahmen sie an, dass Ursachen physikalischer Erklärungsmodelle deterministischen Einfluss hatten und Wirkungsketten im Modell linear miteinander und dem Ereignis verknüpft waren. Demgegenüber wurden Ursachen für psychologische Ereignisse in mehr Wechselwirkungen verknüpft und als weniger deterministisch in ihrer Wirkung betrachtet (Strickland, Silver, & Keil, 2017).

Mit Hilfe bildgebender Verfahren wie der funktionellen Magnetresonanztomographie wurden Hirnaktivitäten bei Probanden gemessen, während diese kausale Beziehungen zwischen Objekten zuordneten (Wende et al., 2013). Dabei galt das Interesse dem Vergleich zwischen den Aktivitäten von Hirnarealen während man Kausalzusammenhänge im physikalischen sowie im sozialen Kontext beschrieb. Bestimmte Areale waren in beiden Kontexten aktiviert, jedoch konnte die Aktivität in anderen Hirnarealen nur während der Ursachenzuschreibung im sozialen Kontext gemessen werden (Wende et al., 2013). Diese neurowissenschaftlichen Befunde legen nahe, dass sich kognitive Prozesse in verschiedenen Domänen unterscheiden und Kausalkognitionen zu domänenübergreifenden Ereignissen untersucht werden sollten.

Für die Struktur von Kausalkognitionen spielt die Kategorisierung der zugehörigen Ursachen in eine kognitive Domäne eine wichtige Rolle. Nach der sogenannten *causal-model*

*theory* werden Kategorien anhand der Eigenschaften der Objekte und der kausalen Mechanismen zwischen ihnen repräsentiert (Rehder, 2003). Dabei stellt sich jedoch die Frage, inwieweit es möglich ist, Ursachen, die sich stark unterscheiden beziehungsweise zu unterschiedlichen Domänen gehören, bei der Entwicklung von Kausalmodellen miteinzubeziehen und untereinander zu verknüpfen.

Einige kognitionspsychologische Untersuchungen beschäftigen sich daher mit der Frage, inwieweit Kausalkonzepte domänenübergreifend entwickelt werden (Legare, & Gelman, 2008; Lynch, & Medin, 2006). In einer Untersuchung stellten Lynch und Medin (2006) fest, dass Kausalmodelle zu körperlichen und psychischen Erkrankungen sowohl domänenspezifisch als auch domänenübergreifend strukturiert sein können. So generierte eine Gruppe schulmedizinisch ausgebildeter Krankenschwestern Kausalmodelle, die sich ausschließlich auf die biologische Domäne bezogen, wohingegen schulmedizinisch und alternativmedizinisch ausgebildete Krankenschwestern die biologische und psychologische Domäne verknüpfend einbezogen (Lynch, & Medin, 2006). Folglich stellt sich die Frage, in welchen Kontexten und unter welchen Bedingungen domänenspezifische beziehungsweise domänenübergreifende Kausalkognitionen entstehen.

In Anlehnung an den bereits beschriebenen Forschungsstand zu kognitiven Domänen sollte der Frage nachgegangen werden, wie Kausalkonzepte über Ereignisse eines komplexen Ökosystems generiert und die kognitiven Domänen dabei untereinander verknüpft werden. Während die bisherigen Studien zu kausalen Kognitionen unter Berücksichtigung der kognitiven Domänen vor allem mit Materialien arbeiteten, die sich auf eher kontextungebundene Ereignisse bezogen (Strickland, Silver, & Keil, 2017), sollen die umweltbezogenen Ereignisse dieser Untersuchung in den Bezugsrahmen verschiedener Ökosysteme gerückt werden. Dabei stellt ein Ökosystem einen Kontext dar, in dem viele Faktoren unterschiedlicher Domänen miteinander agieren. So beeinflussen beispielsweise physikalische Bedingungen wie das Klima einer Region die Lebenswelt von biologischen Entitäten wie Tieren und Pflanzen. Komponenten der psychologischen Domäne stehen durch die Interaktion der Menschen mit ihrer Umwelt damit ebenfalls in Zusammenhang. Dies bietet die hervorragende Möglichkeit, die Beziehungen zwischen Elementen aus verschiedenen Domänen zu untersuchen, ohne dass das Ereignis selbst die Domänengrenzen vorgibt. Der Umweltkontext erlaubt also eine Verknüpfung zwischen der biologischen, psychologischen und physikalischen kognitiven Domäne (Suzuki, Yamaguchi, & Hokayem, 2015).

Darüber hinaus wird Ökosystemen eine große Komplexität zugeschrieben, die das Verständnis von ihnen und einen kontrollierbaren Umgang mit ihnen erschweren (Berkes, &

Berkes, 2009). Während bereits in anderen Bereichen Befunde zu Kausalkonzepten in komplexen Kontexten existieren (Dörner, 1980; Sweeney, & Sterman, 2007), beschäftigt sich die vorliegende Untersuchung mit der Komplexität im Umweltkontext.

### 2.3 Kausalkognitionen zu komplexen Systemen

Bei der Betrachtung von Kausalkognitionen in verschiedenen Kontexten scheint nicht nur die kognitive Domäne die Struktur der Kausalmodelle zu beeinflussen. Auch die Komplexität der Zusammenhänge des Ereignisses wirkt sich auf die kognitiven Konzepte aus. Sloman und Fernbach (2011) erläutern, wie kausale Annahmen zu komplexen Systemen generiert werden. Da sich durch die Komplexität die Menge an Informationen, die verarbeitet und integriert werden müssen, vergrößert, greifen Menschen unter anderem auf Heuristiken zurück, welche die Informationen vorab selektieren. Dies kann schon zu Beginn zu fehlerhaften Erklärungen führen, da wichtige Informationen nicht beachtet werden. Es wird zudem postuliert, dass Menschen komplexe Systeme in unterschiedlicher Weise vereinfacht mental repräsentieren. Durch einfache lineare Zusammenhänge und die Vernachlässigung von einigen Faktoren werden die Strukturen eines Systems weniger komplex repräsentiert als sie in Wirklichkeit sind. Dadurch werden der dynamische Charakter des Systems und die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Komponenten nicht ausreichend beachtet (Sloman, & Fernbach, 2011).

Den kognitiven Konzepten über die Funktionsweise komplexer Systeme wird eine große Bedeutung für eine interdisziplinäre Wissenschaft zugeschrieben (Jacobson, 2001). So sollen Konzepte komplexer Systeme die Perspektiven der verschiedenen Disziplinen vereinigen und das Verständnis und die Problemlösefähigkeit wissenschaftlicher Fragestellungen erleichtern. Dabei stellt sich die Frage, wie der Charakter komplexer Systeme adäquat vermittelt werden kann. Befunde beschreiben beispielsweise ein Mindset von Studierenden, das einzelne lineare Kausalzusammenhänge gegenüber Nonlinearität von Beziehungen im System favorisiert (Jacobson, 2001).

Konsistent zu diesen Annahmen zeigen sich Befunde aus einer Untersuchung von White (2008). Mit Hilfe einer *causal network analysis* wurden Konsensusmodelle entwickelt, welche die mentalen Repräsentationen der Versuchsteilnehmenden zu natürlichen Systemen wie dem Ökosystem Wald abbildeten (White, 2008). Dabei wurde beobachtet, dass Personen Kausalitäten in natürlichen Systemen als einseitige Einflüsse annahmen und unidirektionale Denkmuster zeigten. Gleichzeitig wurden Effekte der Auswirkungen von bestimmten Ursachen als kurzfristig angenommen und Interaktionen zwischen Elementen des Systems nicht ausreichend beachtet (White, 2008). Ferner wird daher vermutet, dass der Mensch die

langfristigen Konsequenzen seines eigenen Handelns nicht vorhersehen kann und sich daraus schädliche Folgen für das globale Ökosystem ergeben (White, 2008).

Im pädagogischen Kontext wurden einige Studien durchgeführt, die Verständnisschwierigkeiten von komplexen Systemen bei Schülern feststellen und diese durch pädagogische Maßnahmen zu beheben versuchen (Reinfried, Aeschbacher, & Rottermann, 2012; Suzuki, Yamaguchi, & Hokayem, 2015). In der Untersuchung von Reinfried, Aeschbacher und Rottermann (2012) wurde dabei deutlich, dass tiefes und langfristiges Verständnis von komplexen Systemen bei Schülern mithilfe von Materialien, die eine aktive kognitive Verarbeitung der Zusammenhänge auslösen, gefördert werden konnte. Dass sich viele Studien mit der Frage auseinandersetzen, wie das Verständnis von komplexen Systemen gefördert werden kann, deutet darauf hin, dass nicht nur inhaltliches Wissen über Zusammenhänge in Systemen vermittelt werden muss, sondern darüber hinaus metakognitive Aspekte beachtet werden sollten, die sich auf den Lernprozess auswirken und gezielt gefördert werden können. Es gibt beispielsweise erste Versuche, Denken in systemischen Zusammenhängen und Wechselwirkungen anzuregen, um das Verständnis für komplexe Systeme zu fördern (Ceresia, 2017; Thibodeau, Winneg, Frantz, & Flusberg, 2016).

### **2.4 Kausalkognitionen und Denkstile**

Mit dem Ziel, den Umgang mit komplexen Systemen zu verbessern, sollte außerdem überprüft werden, ob es bestimmte Faktoren gibt, die das Verständnis dieser Systeme beeinflussen. Im Zuge der vorliegenden Untersuchung von Strukturen der Kausalkognitionen im Umweltkontext soll der Frage nachgegangen werden, ob es gewisse dispositionale Determinanten gibt, die sich auf die Generierung von Kausalkonzepten auswirken. In umweltpsychologischen Studien wurden bereits Zusammenhänge zwischen kognitiven Stilen und einstellungs- sowie verhaltensbezogenen Parametern gefunden (Davis, & Stroink, 2016; Leong, Fischer, & McClure, 2014). In einem Experiment von Leong, Fischer und McClure (2014) wurden die Naturverbundenheit und verschiedene Denkstile der Probanden erfasst und deren Zusammenhänge untersucht. Es zeigte sich, dass Menschen mit hoher Naturverbundenheit eher einen holistischen als analytischen Denkstil haben. Es wird angenommen, dass eine Verbundenheit mit der Natur im Zusammenhang zu einer Art des Denkens steht, bei der man eher seine gesamte Umgebung betrachtet als sich auf Einzelheiten zu fokussieren (Leong, Fischer, & McClure, 2014).

Bei genauerer Betrachtung des holistischen Denkstils können Parallelen zu den bisherigen Überlegungen zu domänenspezifischen Kausalkognitionen gezogen werden. Eine

## 2 Theoretischer Hintergrund

Abgrenzung zum Konstrukt des analytischen Denkens wird in der Literatur vorgenommen (Leong, Fischer, & McClure, 2014). Analytisches Denken wird dadurch charakterisiert, dass einzelne Objekte isoliert von anderen Faktoren betrachtet und einer linearen Analyse unterzogen werden. Dem steht im holistischen Denken die Beachtung von der Vernetztheit zwischen Objekten und deren Umwelt gegenüber (Leong, Fischer, & McClure, 2014).

In Anlehnung an die Überlegungen zur Bedeutung der kognitiven Domänen wird bei der Betrachtung des holistischen Denkstils deutlich, dass die Beachtung von Kategorien und Domänen im analytischen beziehungsweise holistischen Denken unterschiedlich stark ist. Das Konstrukt des analytischen Denkens beinhaltet die Annahme, dass die Kategorisierung eines Objekts verstärkt vorgenommen wird und eine Dekontextualisierung des Objekts stattfindet (Nisbett, Peng, Choi, & Norenzayan, 2001). Ein Bezug wird hierbei auch zu kulturellen Determinanten hergestellt, die beeinflussen, ob die Berücksichtigung des Kontextes wichtig ist. So wird angenommen, dass in eher kollektivistischen Kulturen wie beispielsweise im ostasiatischen Raum die Bedeutung der Lebensumwelt zu einer größeren Bezugnahme der Interaktionen zwischen Elementen eines großen Systems führt. Eine stärkere Ausprägung im holistischen Denken wird hierbei im Vergleich zu westlichen, eher auf das Individuum fokussierten Kulturen, beobachtet (Nisbett, Peng, Choi, & Norenzayan, 2001).

Weiterhin wird holistisches Denken in vier Dimensionen unterteilt. Die Dimension *Causality* beschreibt die Annahme, dass die Elemente des Universums durch ihre Vernetztheit in komplexen kausalen Zusammenhängen stehen (Lechuga, Santos, Garza-Caballero, & Villarreal, 2011). Ein holistisch ausgeprägter *Locus of Attention* beschreibt eine Aufmerksamkeitsrichtung auf das große Ganze statt auf Einzelteile. Die Präferenz einer holistisch denkenden Person für die Betrachtung von Situationen als dynamisch und veränderbar wird durch die *Perception of Change* ausgedrückt. Zuletzt deutet die *Attitude towards Contradiction* darauf hin, dass in ausgeprägtem holistischem Denken Kompromisse gegenüber Extremen bevorzugt werden. Diese einzelnen Komponenten des holistischen Denkens sollten nun in der Untersuchung auf Zusammenhänge zu Strukturen von Kausalkognitionen untersucht werden.

Neue kognitive Konzeptionen und aktuelle Studien beschäftigen sich außerdem mit einer weiteren Theorie des Denkens, dem sogenannten *Systems Thinking* (Lezak, & Thibodeau, 2016; Thibodeau, Frantz, & Stroink, 2016). Diesem Denkstil liegt ein Bewusstsein für den Charakter von Systemen zugrunde (Thibodeau, Frantz, & Stroink, 2016). Informationen werden von Personen, die ein stark ausgeprägtes *Systems Thinking* (ST) pflegen, in einem breiten Kontext verarbeitet und mit komplexen kausalen Beziehungen und Veränderungen

eines Systems in Zusammenhang gebracht. ST, das sowohl als Weltbild, als auch als kognitives Paradigma in der Literatur Bezeichnung findet (Thibodeau, Frantz, & Stroink, 2016), skizziert die implizite Tendenz, Phänomene als Interaktion verschiedener Komponenten in einem dynamischen großen Ganzen wahrzunehmen (Randle, & Stroink, 2012).

Die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen ST und Strukturen von kausalen Kognitionen wurde ebenfalls in der Arbeit aufgegriffen. In einer Studie von Davis und Stroink (2016) zeigte sich, dass Menschen, die eine hohe Ausprägung im ST hatten, die Zusammenhänge im Ökosystem komplexer repräsentierten und umweltfreundlicheres Verhalten zeigten. Zudem wird der natürlichen Umwelt bei stärker ausgeprägtem ST ein größerer Wert beigemessen als bei weniger stark ausgeprägtem ST (Lezak, & Thibodeau, 2016).

### **2.5 Wissen und Kausalkognitionen im Umweltkontext**

Eine weitere einflussreiche Variable auf die kausalen Kognitionen stellt der Faktor *Wissen* dar. Die bisherigen theoretischen Überlegungen zu den Umweltkognitionen legen nahe, das Wissen in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen. Neben der Art des Denkens und der Struktur der Kausalkognitionen soll auch der Einfluss des Wissens miteinbezogen werden.

In einer Untersuchung von Verweij und Van Densen (2010) wurden Erklärungsmodelle zur Dynamik und Entwicklung von Ressourcen in der Fischerei von Akteursgruppen mit unterschiedlicher Wissensbasis miteinander verglichen. Es zeigten sich Unterschiede in den Strukturen der kausalen Modelle zwischen den Gruppen, deren theoretisches und handlungsbezogenes Wissen voneinander abwichen. Die Gruppe mit höherem handlungsbezogenem Wissen konzipierte ihre Erklärungsmodelle mit mehr Ursachen, welche stärker untereinander vernetzt waren, als Gruppen mit höherem theoretischen Wissen, die weniger Ursachen zur Erklärung hinzuzogen und vereinfachte Zusammenhänge darstellten (Verweij, & Van Densen, 2010). Der Einfluss des Wissens auf die Strukturen der Kausalkognitionen soll daher in der vorliegenden Untersuchung analysiert werden.

Hinzukommend spielt eine adäquate Vermittlung von Wissen eine wichtige Rolle bei der Sensibilisierung der Gesellschaft für umweltrelevante Themen sowie für die Bildung zu nachhaltiger Entwicklung. In umweltpsychologischen Studien wird beispielsweise explizites Wissen über den Klimawandel genau erfasst (Bord, O'Connor, & Fisher, 2000; Stevenson, Peterson, Bondell, Moore, & Carrier, 2014). Viele Untersuchungen beschäftigen sich mit der Frage, inwiefern dieses Wissen die Besorgnis über den Klimawandel beeinflusst (Corner, 2012; Kahan et al., 2012). Allgemeines naturwissenschaftliches Wissen zeigte dabei keinen

## *2 Theoretischer Hintergrund*

signifikanten Einfluss auf die Besorgnis über den Klimawandel (Kahan et al., 2012). Weitere Studien widmeten sich der Frage, ob sich bestimmte Wissensarten auf Einstellungen und Verhalten gegenüber der Umwelt auswirken könnten (Bord, O'Connor, & Fisher, 2000; Tobler, Visschers, & Siegrist, 2012). Dabei erwies sich das Wissen über die Ursachen des Klimawandels als starker Prädiktor der Bereitschaft zu freiwilligem Engagement im Umweltschutz sowie der Befürwortung politischer Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen (Bord, O'Connor, & Fischer, 2000). Die beiden Wissensarten über die Ursachen und die Konsequenzen des Klimawandels waren außerdem positiv mit der Besorgnis über den Klimawandel korreliert (Tobler, Visschers, & Siegrist, 2012). In einer Untersuchung von Stevenson und Kollegen (2014) wurde zudem ein positiver Zusammenhang zwischen dem Wissen über den Klimawandel und der Akzeptanz eines menschenverursachten Klimawandels beobachtet.

Bisherige Befunde belegen folglich einen Zusammenhang zwischen dem Wissen über den Klimawandel und einstellungs- beziehungsweise verhaltensbezogenen Parametern. Im Rahmen dieser Abschlussarbeit wurde der Faktor Wissen über den Klimawandel aufgrund dieser Befundlage mit in das Versuchsdesign aufgenommen. Aufgrund der Bedeutung der Konsequenzen des Klimawandels für die Gesellschaft sowie der Intention, umweltschonendes Verhalten zu motivieren, ist es letztendlich erforderlich, die Komponente Wissen im Zusammenspiel aus Kognition, Emotion und Verhalten einordnen zu können. Da Untersuchungen die Bedeutung des Wissens gezeigt haben, soll dessen potentieller Einfluss auf die Performanz der Probanden in der experimentellen Untersuchung berücksichtigt werden. Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob das gemessene inhaltliche Wissen über den Klimawandel in Zusammenhang mit strukturellen Merkmalen der Kausalkognitionen im Umweltkontext steht. Wie in der Studie von Tobler und Kollegen (2012) betont wurde, spielt das Ursachenwissen eine wichtige Rolle für weitere relevante Parameter. Während sich bisherige Studien vor allem mit der Quantität des Wissens beschäftigt haben, zielt die Abschlussarbeit auch darauf ab, die Ausprägungen in bestimmten Wissensarten wie dem Ursachenwissen differenziert in Zusammenhang zu Strukturen der Kausalkognitionen über Umweltereignisse zu ergründen. Die Unterscheidung der Wissensarten erfolgte in Anlehnung an die theoretischen Überlegungen von Shi, Visschers und Siegrist (2015). Dabei wurde zwischen physikalischem, kausalem, handlungsbezogenem Wissen, sowie Wissen über Konsequenzen differenziert.

Wissen über den Klimawandel wird im Zusammenhang zu Einstellungen außerdem mit bestimmten Weltansichten beziehungsweise Weltbildern in Verbindung gebracht (Stevenson et

al., 2014). Diese Verknüpfung erweitert die bisherigen Überlegungen zu den Zusammenhängen zwischen spezifischem Wissen und verschiedenen Kognitionen somit durch eine kulturspezifische Variable. Da wie bereits beschrieben auch Denkstilen ein kulturbedingter Charakter zugeschrieben wird (Nisbett, Peng, Choi, & Norenzayan, 2001), sollten die in der Untersuchung erfassten Denkstile ebenfalls auf mögliche Beziehungen zum Wissen analysiert werden.

### 2.6 Zusammenfassung der theoretischen Einführung

Innerhalb der theoretischen Überlegungen wurde offengelegt, welche Kontexte und Determinanten von Kausalkognitionen bedeutsam sind und aus welcher Motivation sie zur genaueren Betrachtung ausgewählt wurden. Die folgenden Fragestellungen thematisieren, wie Kausalitäten ökologischer Ereignisse mental repräsentiert werden. Strukturelle Merkmale der Kausalmodelle werden dabei durch bestimmte Variablen analysiert. Es werden mögliche Einflussfaktoren untersucht, die sich auf die Struktur der Kausalmodellen auswirken. In Anbetracht der Befunde zu den Zusammenhängen zwischen Denkstilen und dem Verständnis beziehungsweise dem Bewusstsein für die Komplexität eines Ökosystems, werden die strukturellen Merkmale der Kausalmodelle im Zusammenhang zum Denkstil der Probanden untersucht. Zudem wird das Wissen der Probanden als mögliche beeinflussende Variable berücksichtigt.

### 2.7 Forschungsfragen

Aus den Erkenntnissen der bisherigen Untersuchungen leiten sich die folgenden Forschungsfragen ab, die im Rahmen der Abschlussarbeit fokussiert werden. Ziel ist es, die strukturellen Merkmale der Kausalmodelle zu erfassen und Bezüge zu kognitiven Domänen, Denkstilen und Wissen der Probanden herzustellen.

#### **Fragestellung 1:**

Inwiefern spiegelt sich die Komplexität eines Ereignisses in der Struktur von Kausalkognitionen wider?

- **Hypothese 1:** Kausalmodelle komplexerer Ereignisse unterscheiden sich in der Anzahl der Ursachen und der Anzahl uni- beziehungsweise bidirektionaler Verknüpfungen (*strukturelle Merkmale*) von Kausalmodellen weniger komplexer Ereignisse.

**Fragestellung 2:**

Inwiefern besteht ein Zusammenhang zwischen dem Denkstil einer Person und der Struktur ihrer Kausalkognitionen?

- **Hypothese 2a:** Der Ausprägungsgrad einer Person im holistischen Denken steht in positivem Zusammenhang mit der Anzahl der Ursachen und der Anzahl uni-beziehungsweise bidirektionaler Verknüpfungen (*strukturelle Merkmale*) ihrer Kausalmodelle.
- **Hypothese 2b:** Der Ausprägungsgrad einer Person im *Systems Thinking* steht in positivem Zusammenhang mit der Anzahl der Ursachen und der Anzahl uni-beziehungsweise bidirektionaler Verknüpfungen (*strukturelle Merkmale*) ihrer Kausalmodelle.

**Fragestellung 3:**

Inwiefern besteht ein Zusammenhang zwischen dem Wissen über Klimawandel und der Struktur der Kausalkognitionen?

- **Hypothese 3:** Der Ausprägungsgrad einer Person im Wissen über den Klimawandel steht im Zusammenhang mit *strukturellen Merkmalen* ihrer Kausalmodelle.

**Fragestellung 4:**

Inwiefern besteht ein Zusammenhang zwischen dem Denkstil einer Person und dem Wissen über den Klimawandel?

- **Hypothese 4a:** Der Ausprägungsgrad einer Person im holistischen Denken steht im Zusammenhang mit der Höhe des Wissens über den Klimawandel.
- **Hypothese 4b:** Der Ausprägungsgrad einer Person im *Systems Thinking* steht im Zusammenhang mit der Höhe des Wissens über den Klimawandel.

**Fragestellung 5:**

Es soll untersucht werden, welchen Einfluss die kognitiven Domänen auf die Generierung von Kausalmodellen haben. Dabei wird überprüft, worin sich die Strukturen von Kausalkognitionen für Ursachen verschiedener Domänen unterscheiden und ob es domänenspezifische Strukturen in den Kausalmodellen gibt. Die Fragestellung wird innerhalb der Ereignisse und zwischen den Ereignissen eruiert.

### 3 Methodisches Vorgehen

#### 3.1 Stichprobe

An der Untersuchung nahmen 67 Studierende teil (Alter:  $M = 22.38$ ;  $SD = 3.89$ ; Geschlecht: 51 weiblich, 15 männlich). 51 Teilnehmende waren Studierende im Bachelor oder Master Psychologie. Im Durchschnitt befanden sich die Versuchspersonen im vierten Semester ihres Studiums ( $M = 3.89$ ,  $SD = 3.56$ ). Probanden erhielten Versuchspersonenstunden für ihre Teilnahme oder wurden mit Süßigkeiten vergütet. Die Versuchspersonen wurden am psychologischen Institut der Universität Freiburg rekrutiert. Als Voraussetzung zur Teilnahme am Versuch wurde Deutsch als Muttersprache gefordert.

#### 3.2 Materialien und Instrumente

Zur Erhebung der Daten wurden Messinstrumente zum Teil neu entwickelt oder bereits bestehende Methoden adaptiert. Die Erstellung der Materialien und die Generierung der verwendeten Messinstrumente werden im Folgenden vorgestellt.

##### 3.2.1 Cognitive Mapping Technique

Zur Erfassung der Strukturen der Kausalmodelle diente die sogenannten *Cognitive Mapping Technique* (CMT). Die CMT wurde zur Untersuchung von Kausalkognitionen bereits in verschiedenen prozeduralen Varianten eingesetzt (De Kwaadsteniet, Hagmayer, Krol, & Witteman, 2010; Pabst, 2013). Mit Hilfe dieser Methode kann von jeder Person ein individuelles Kausalmodell für ein bestimmtes Ereignis erfasst werden. Dazu erhalten Versuchspersonen für jedes Ereignis ein großes Blankopapier, sowie Klebezettel für die jeweiligen möglichen Ursachen des Ereignisses. Für jedes Ereignis wurde die gleiche Anzahl an Ursachen vorgegeben. Ergebnisse der Studie von Pabst (2013) dienten als Orientierung, wie viele Ursachen spontan für bestimmte Ereignisse generiert werden. Die Wahl fiel auf 12 vorgegebene Ursachen. Wie auf Abbildung 1 zu sehen ist, wurde den Probanden das zur Verfügung stehende Material zur Aufgabenbearbeitung in der Instruktion visualisiert.

### 3 Methodisches Vorgehen

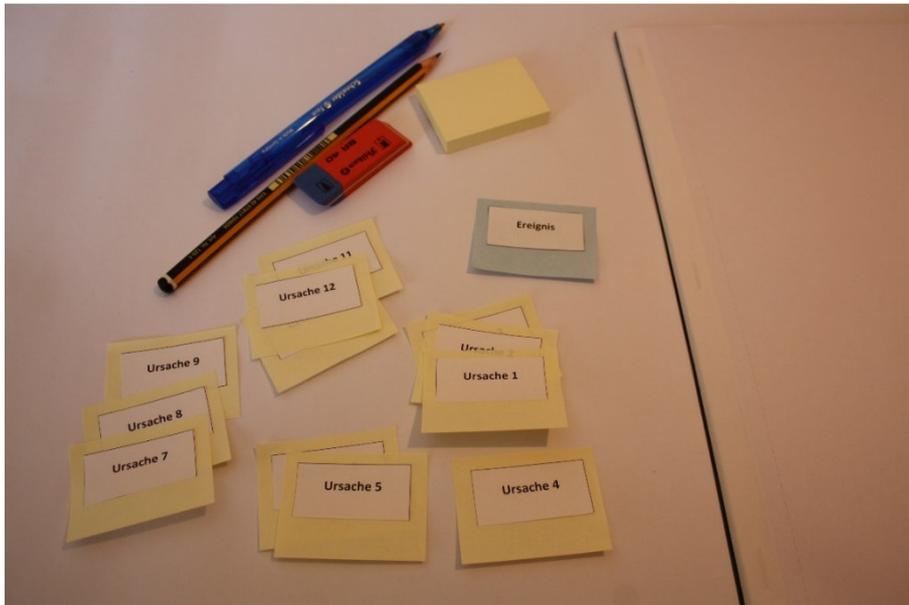


Abbildung 1. Foto in der Instruktion zu Materialien der Aufgaben

Aufgabe der Teilnehmenden war es, die Ursachenkärtchen so auf dem Papier anzuordnen und miteinander zu verknüpfen, dass sie die Entstehung des Ereignisses am besten wiedergeben. Die Verknüpfungen zwischen den Ursachen können dabei durch Pfeile als uni- oder bidirektionale Beziehungen dargestellt werden. Im Versuch wurden den Probanden die beiden möglichen Pfeilarten visualisiert und ihre mögliche Nutzung skizziert. Wie Abbildung 2 zeigt, wurde den Versuchsteilnehmenden zudem dargestellt, wie die Entwicklung eines Kausalmodelles in einem ersten Schritt etwa aussehen kann.



Abbildung 2. Foto in der Instruktion zur Erklärung der Aufgabe

War eine Ursache nach dem Verständnis eines Probanden nicht als Ursache zu dem Ereignis zugehörig, musste er diese nicht in seinem Modell berücksichtigen. Für die Generierung jedes Kausalmodells wurde ein Bearbeitungszeitraum von 10 Minuten angegeben, um eine zeitliche Orientierung zu geben und ähnliche Bearbeitungszeiten zu erzielen. Die Probanden sollten das Bearbeitungsende nach jedem Kausalmodell signalisieren, sodass der Versuchsleitende das Modell fotografieren konnte. Bevor der Versuchsteilnehmende mit der Bearbeitung des nächsten Ereignisses fortschritt, hatte er die Möglichkeit, noch weitere Ursachen selbst zu generieren und in das Modell zu integrieren. Hierfür wurden leere Klebezettel bereitgelegt, die vom Probanden mit weiteren Ursachen beschriftet und in das Kausalmodell mitaufgenommen werden konnten. Bei Veränderungen wurde das neue Kausalmodell ebenfalls fotografiert. Danach erfolgte die Bearbeitung der nächsten beiden Ereignisse in gleichem Ablauf.

### 3.2.2 Ereignisse und Ursachen

Theoretische und praktische Überlegungen leiteten die Wahl der Ereignisse, deren Kausalmodelle erfasst wurden. Ereignisse sollten zum einen in ihrem Komplexitätsgrad variieren und zum anderen die Verknüpfung verschiedener Domänen nahelegen. Als Grundlage dienten Daten einer Vorstudie, welche anhand einer deutschen und französischen Stichprobe mögliche Ursachen für zwei Ereignisse mittels freiem Auflisten erfassten:

Ereignis 1: *Warum bleibt ein üblicher und lang erwarteter Regen im Herbst aus?*

Ereignis 2: *Warum macht ein Fischer einen außerordentlich großen Fang?*

Das Ereignis 1 bezieht sich vor allem auf die physikalische Domäne, während in Ereignis 2 sowohl die biologische, physikalische als auch die psychologische Domäne beteiligt sind. Für beide Ereignisse wurden die genannten Ursachen in ein Kategoriensystem eingeordnet. Die am häufigsten genannten Kategorien dienten zur Generierung der 12 Ursachen. Deren Vorauswahl wurde mit einigen neuen Probanden auf Verständlichkeit und Plausibilität getestet.

Für das Ereignis des ausbleibenden Regens wurden folgende 12 Ursachen gegeben:

*Mensch; Zufall; Zeitpunkt; klimatische Veränderungen; Hochdruckgebiet; Verschmutzung; Erwartungen; Geographische Lage; Temperatur; Wolkenbildung; Abweichung von der Norm; Wind.*

### 3 Methodisches Vorgehen

Für das Ereignis des großen Fischfangs wurden folgende 12 Ursachen gegeben: *Mensch; Ausrüstung; Kompetenz des Fischers; Gewässerqualität; Verhalten der Fischeschwärme; Fischvorkommen; Fanggebiet; Wasserströmungen; Wetterlage; Zufall; Zeitpunkt; Konkurrenz im Fischfang.*

Als drittes Ereignis sollte der Klimawandel untersucht werden (Ereignis 3: *Warum ändert sich das Klima langfristig?*). Zum einen wurde der Klimawandel in beiden Ereignissen der Vorstudie häufig als Antwort gegeben, ohne genauer erläutert zu werden. Bei Ereignis 1 war er sogar die häufigste genannte Ursache. Des Weiteren handelt es sich um ein komplexes Ereignis mit einer großen Zeitspanne. Die Ursachen, die den Versuchsteilnehmenden vorgegeben werden, wurden aus der Studie von Reiß (2016) generiert. In dieser Studie wurden mögliche Ursachen für den Klimawandel erfragt und kategorisiert, sodass auch hier die häufigsten Kategorien und Einzelantworten zur Generierung der Ursachen zur Verfügung standen.

Für das Ereignis des Klimawandels wurden folgende 12 Ursachen gegeben: *Mensch; Treibhausgase; Industrie; Naturbedingte Einflüsse; Zufall; Nutzung fossiler Energieträger; Unwissenheit; Verschmutzung; Vegetationsrückgang; Bevölkerungswachstum; Zeitpunkt; Lebensstandard.*

#### 3.2.3 Denkstile

Zur Erfassung der Denkstile dienten die *Analysis-Holism-Scale* (AHS) mit 24 Items (Choi, Koo, & Choi, 2007) sowie die *Systems Thinking Scale Revised* (STSR) mit 15 Items (Davis, & Stroink, 2016). Beide Skalen wurden aus dem Englischen ins Deutsche übersetzt und als Fragebogen in Papierform erstellt. Um eine adäquate Übersetzung sicherzustellen, wurden die deutschen Fragebögen von Muttersprachlern der englischen Sprache korrigiert.

Die Reihenfolge der beiden Skalen wurde unter den Probanden randomisiert. Beide Fragebögen waren im gleichen Format gestaltet und wurden als dreiseitiger Fragebogen ausgegeben. Davon erfassten zwei Seiten die Items der AHS und eine Seite die Items der STSR. Die Fragebögen wurden mit folgender Anweisung eingeleitet:

*Bitte geben Sie an, wie stark Sie den folgenden Aussagen zustimmen bzw. wie stark Sie die jeweilige Aussage ablehnen. Nutzen Sie dafür bitte die vorgegebene Antwortskala von 1-7, indem Sie die Zahl ankreuzen, die am besten zu Ihrer Einschätzung passt. Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten.*

Zur Beantwortung der Items diente eine siebenstufige Likert-Skala mit den beiden Polen „starke Ablehnung“ bei 1 und „starke Zustimmung“ bei 7.

### **Analysis-Holism-Scale**

Die AHS bildet die vier Dimensionen *Causality*; *Locus of Attention*; *Perception of Change*; *Attitude towards Contradiction* ab. Mit jeweils sechs Items wurden die Dimensionen erfasst (Anhang A). Alle 24 Items lassen sich zu einem Gesamtwert zusammenfassen, bei dem höhere Werte eine Präferenz für holistisches Denken gegenüber analytischem Denken bedeuten.

Ein hoher Wert in der Dimension *Causality* bedeutet, dass man die Beziehungen und Interaktionen zwischen den Elementen der Umgebung beachtet, während ein niedriger Wert bedeutet, dass man eher Dispositionen als Erklärung sucht (Choi, Koo, & Choi, 2007). Ein Item der Dimension *Causality* lautet beispielsweise: „*Alles auf der Welt ist miteinander in einem ursächlichen Zusammenhang verknüpft.*“. Die Dimension des *Locus of Attention* wird beispielsweise mit folgendem Item abgefragt: „*Um ein Phänomen zu verstehen, sollte das Ganze anstelle seiner Teile betrachtet werden.*“. Höhere Werte auf der Dimension bedeuten hierbei eine Richtung der Aufmerksamkeit auf den gesamten Kontext, während niedrigere Werte die Aufmerksamkeitslenkung auf Einzelteile darstellen. Höhere Werte in der Dimension *Perception of Change* beschreiben die Sichtweise, dass Situationen permanent Veränderungen unterworfen sind und ihre Entwicklung nicht vorhersehbar. Niedrigere Werte hingegen weisen auf die Annahme hin, dass sich Situationen nicht stark verändern und mögliche Veränderungen linear verlaufen. Diese Dimension wurde unter anderem mit Items wie diesem abgefragt: „*Aktuelle Situationen können sich jederzeit ändern.*“. Mit der Dimension der *Attitude towards Contradiction* wurde gemessen, wie Personen auf widersprüchliche Situationen reagieren. Ein hoher Wert in der Dimension bedeutet eine Präferenz für einen Kompromiss zwischen zwei Positionen, denen beiden eine Richtigkeit zugeschrieben wird. Personen mit einem niedrigen Wert in der Dimension bevorzugen dagegen, sich für eine der beiden Oppositionen zu entscheiden. Gemessen wird die Dimension beispielsweise mit folgendem Item: „*Es ist wünschenswerter, den Mittelweg zu nehmen als das Extreme zu wählen.*“

Die interne Konsistenz der Gesamtskala lag bei einem Cronbachs  $\alpha = .80$ . Für die verschiedenen Subskalen wurden für die Dimension *Causality* ein Cronbachs  $\alpha = .77$ , für die Dimension *Locus of Attention* ein Cronbachs  $\alpha = .52$ , für die Dimension *Perception of Change* ein Cronbachs  $\alpha = .65$  und für die Dimension *Attitude towards Contradiction* ein Cronbachs  $\alpha = .55$  berechnet.

#### **Systems Thinking Scale Revised**

Die STSR wurde entwickelt, um das Konstrukt des *Systems Thinking* abzubilden (Randle, & Stroink, 2012). Nach Weiterentwicklung der einst aus 40 Items bestehenden *Systems Thinking Scale* wird heute die *Systems Thinking Scale Revised* mit 15 Items eingesetzt (Anhang B) (Davis, & Stroink, 2016). Aus den 15 Items, die mithilfe einer siebenstufigen Likert-Skala erfasst werden, wird ein Gesamtwert berechnet. Höhere Werte bedeuten hier, sich den Charakteristika eines komplexen Systems bewusst zu sein und dessen Funktionsweise besser verstehen zu können. Das Bewusstsein für die Komplexität und Dynamik von Systemen wird mit der Zustimmung beziehungsweise Ablehnung von beispielsweise folgenden Aussagen erfragt: „*Scheinbar kleine Entscheidungen, die wir heute treffen, können letztlich bedeutende Konsequenzen haben.*“ oder „*Alle Systeme der Erde, vom Klima bis zur Wirtschaft, sind miteinander verknüpft.*“. Für die interne Konsistenz der STSR wurde ein Cronbachs  $\alpha = .80$  festgestellt.

#### **3.2.4 Vorwissen**

Zur Erfassung des Vorwissens zum Thema Klimawandel diente die Wissensskala von Shi, Visschers und Siegrist (2015) (Anhang C). Die Wissensskala wurde von der Forschergruppe in Anlehnung an vorhergehende Untersuchungen modifiziert (Tobler, Visschers, & Siegrist, 2012). Durch Verwendung von 22 alten Items und acht neu generierten Items beinhaltete der Fragebogen 30 Items (Shi, Visschers, & Siegrist, 2015). Für die vorliegende Untersuchung wurden 26 Items übernommen. Vier Items wurden aufgrund ihrer geringen Skalenreliabilität in den Berechnungen der Studie von Shi, Visschers und Siegrist (2015) bereits ausgeschlossen und in der aktuellen Studie nicht verwendet. Da die Skala in deutscher Sprache entwickelt wurde, konnten die Items direkt für die Abschlussarbeit übernommen werden. Bei jedem Item wird eine Aussage präsentiert, deren Richtigkeit vom Probanden eingeschätzt werden soll. Mit folgender Anweisung wird die Bearbeitung des Fragebogens eingeleitet:

*Im Folgenden finden Sie verschiedene Aussagen zum Thema Klima. Bitte geben Sie an, ob diese Ihrer Meinung nach richtig oder falsch sind. Falls Sie sich nicht sicher sind, kreuzen Sie bitte „weiß nicht“ an.*

Die Wissensskala bildet mit Hilfe von vier Subskalen verschiedene Wissensarten zum Thema Klimawandel ab. Mit der Subskala *physikalisches Wissen* sollen Items wie „*Treibhausgase halten die Wärmeabstrahlung der Erde teilweise zurück.*“ den Wissensstand

der Probanden über physikalische Zusammenhänge bezüglich des Klimawandels beschreiben. Das physikalische Wissen wird anhand von sieben Items abgefragt. In der Subskala des *kausalen Wissens* erfragen sieben Items wie beispielsweise das Item „*Die Zunahme von CO<sub>2</sub> ist mit großer Wahrscheinlichkeit die Hauptursache des Klimawandels.*“ das Wissen über die ursächlichen Zusammenhänge des Klimawandels. Mit Hilfe von sechs Items soll *handlungsbezogenes Wissen* gemessen werden. Items wie „*Die Produktion von Fleisch- und Milchprodukten führt zu einem höheren CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Kg Lebensmittel als die Produktion von Gemüse.*“ erfragen, inwieweit sich Personen über klimabezogene Konsequenzen ihres Verhaltens im Klaren sind. Alle sechs Items, die das *Wissen über Konsequenzen* erfassen, wurden mit dem Satzanfang „*Für die nächsten Jahrzehnte erwartet die Mehrheit der Klimaforscher, dass...*“ eingeleitet. Je nach Zustimmung beziehungsweise Ablehnung der Richtigkeit von Satzenden wie „*...Extremereignisse wie Dürren, Überflutungen, Hochwasser und Stürme tendenziell zunehmen werden.*“ soll das Wissen über die Folgen des Klimawandels gemessen werden.

Für den gesamten Wissenstest wurde ein Cronbachs  $\alpha = .66$  berechnet. Das *handlungsbezogene Wissen* wurde mit einer internen Konsistenz von Cronbachs  $\alpha = .34$  erfasst, während für *physikalisches Wissen* ein Cronbachs  $\alpha = .47$ , für *kausales Wissen* ein Cronbachs  $\alpha = .69$  und für das *Wissen über Konsequenzen* ein Cronbachs  $\alpha = .42$  festgestellt wurde.

#### 3.2.5 Demographische Daten und Selbsteinschätzungen

Im Zuge der Erhebung der demographischen Daten wurden Alter, Geschlecht, Studiengang, Semesteranzahl und die Muttersprache von Personen abgefragt. Zudem sollte eine Selbsteinschätzung der Probanden im Vorwissen in Klimatologie und Naturwissenschaften gegeben werden. Des Weiteren erfragten zwei Items, wie präsent die Thematik des Klimawandels im Leben der Probanden sei und wie sehr sie sich in ihrem Leben damit beschäftigen. Um zu erfassen, wie vertraut und mit welcher Vorliebe Versuchsteilnehmenden mit Abbildungstechniken wie Mind-Maps oder Wirkungsgefügen arbeiten, wurden außerdem die folgenden Items abgefragt: „*Bitte kreuzen Sie an, wie viel praktische Erfahrung Sie im Rahmen Ihrer akademischen Ausbildung mit Abbildungstechniken wie Mind-Maps haben.*“ (fünfstufige Antwortskala von „*sehr wenig*“ bis „*sehr viel*“) und „*Bitte kreuzen Sie an, wie gerne Sie Abbildungstechniken wie Mind-Maps beim Lernen anwenden.*“ (fünfstufige Antwortskala von „*sehr ungern*“ bis „*sehr gerne*“).

### 3.3 Versuchsablauf

Vor Beginn des Versuchs erklärten die Probanden ihr Einverständnis zur Teilnahme und wurden nach den Richtlinien des *informed consent* über die Teilnahmebedingungen aufgeklärt. Im Versuchsraum begann nun der Versuch am Computer mit der Einleitung und Erklärung der Aufgabenstellung. Dafür wurde die CMT in mehreren Schritten beschrieben, die sich die Versuchsteilnehmenden mehrmals durchlesen konnten. Mit Hilfe von Bildern wurde der Bezug zur folgenden Arbeitsphase hergestellt. Die benötigten Materialien wurden davor im Labor bereitgelegt. In randomisierter Reihenfolge wurden nun die Kausalmodelle zu den drei Ereignissen mit Hilfe der CMT generiert. Nach Bearbeitungsende wendeten sich die Versuchspersonen an die Versuchsleitung, die das Kausalmodell fotografierte und den kurzzeitig gesperrten Versuch am Computer zur Anzeige der weiteren Aufgabenanweisungen freischaltete. Nun hatten Probanden die Möglichkeit, ihr Modell mit neuen Ursachen zu erweitern. Nachdem die Teilnehmenden potentielle Ergänzungen am Modell vorgenommen hatten, holten sie erneut die Versuchsleitung, die das A2-Papier mit dem generierten Modell mitnahm (Abbildung 3 zeigt ein fertiggestelltes Kausalmodell nach Ergänzungen des Probanden). Die Bearbeitung der nächsten beiden Ereignisse erfolgte in gleichem Ablauf.

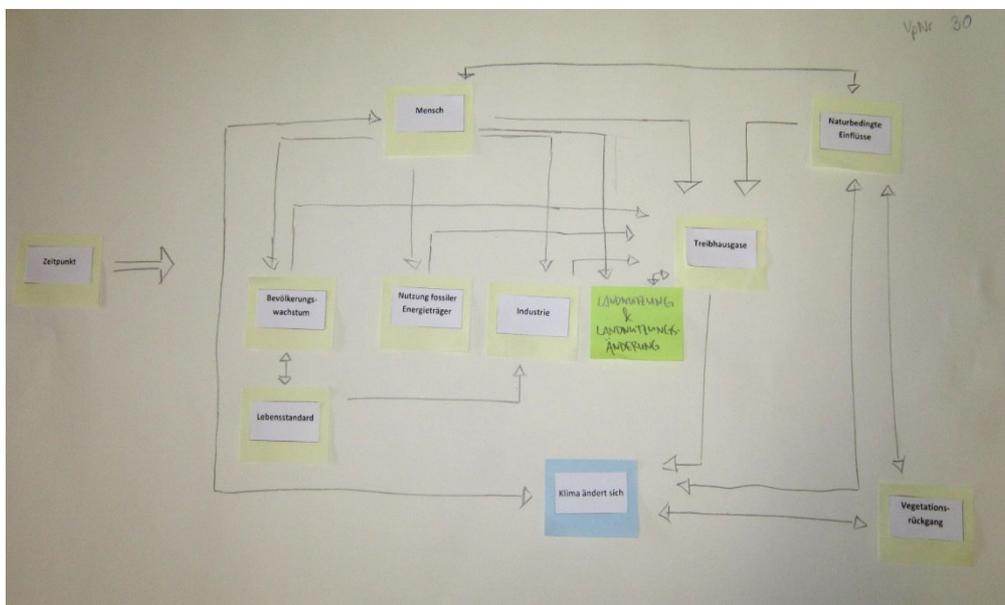


Abbildung 3. Foto eines Kausalmodells nach Ergänzung weiterer Ursachen

Nach der Aufgabenphase wurde das Vorwissen mithilfe der Wissensskala zum Klimawandel am Computer erfasst. Probanden konnten ihre Wahl zwischen den drei Antwortoptionen

„richtig“, „falsch“ und „weiß nicht“ korrigieren, jedoch keine bereits beantwortete Fragen neu bearbeiten.

Im Anschluss erfolgte die Erfassung der demographischen Daten und die Selbsteinschätzung im Vorwissen beziehungsweise die Angabe der Präsenz der Thematik Klimawandel und der Erfahrung mit Abbildungstechniken und deren Präferenz. Mit Beantwortung dieser Items war die Versuchsphase am Computer beendet. Probanden wurden dann gebeten, sich an die Versuchsleitung zu wenden, welche den Fragebogen zu den beiden Denkstilen ausgab.

Zum Ausfüllen des Fragebogens wurden die Probanden an einen anderen Ort gewiesen. Diese versuchsplanerische Maßnahme diente dazu, durch den Ortswechsel und das veränderte Medium Papierfragebogen statt Computerversuch, einen thematischen Bruch zu erzeugen. Ein direkter Bezug zu den Fragen und Aufgaben, die vorher im Versuchsraum bearbeitet wurden, sollte dadurch erschwert werden.

Insgesamt dauerte das Experiment 45-60 Minuten. Am Ende erhielten die Probanden die Bestätigung der geleisteten Versuchspersonenstunden oder Süßigkeiten.

### **3.4 Versuchsdesign**

Im Rahmen der Untersuchung wurde ein quasi-experimentelles 3x1 Design ohne Kontrollgruppe mit Manipulation der unabhängigen Variable angewendet. Die unabhängige Variable *Ereignis* wird nach Komplexität des Ereignisses und nach domänenübergreifendem beziehungsweise domänenspezifischem Charakter unterschieden. Der Effekt der gestuften unabhängigen Innersubjektvariable *Ereignis* wird auf die abhängigen Variablen untersucht, welche mit der CMT erhoben werden. Diese sind die *Anzahl der verwendeten Ursachen*, die *Anzahl der ergänzten Ursachen*, die *Anzahl der verwendeten (uni- und bidirektionalen) Pfeile*, und der *Anteil uni- beziehungsweise bidirektionaler Verknüpfungen*. Zusätzlich werden die möglichen Kovariaten *Wissen über den Klimawandel* sowie *holistisches Denken* und *Systems Thinking* erfasst. Die Datenerhebung erfolgte im Versuchslabor.

### **3.5 Datenvorbereitung und Datenauswertung**

Die Vorbereitung der Daten, die den statistischen Analysen vorausging, soll im Folgenden erläutert werden. Da die Daten der verschiedenen Messinstrumente unterschiedlich bearbeitet werden mussten, wird die Datenvorbereitung der verschiedenen Datensätze explizit erklärt.

#### **3.5.1 Dateneingabe der Kausalmodelle**

Zur Quantifizierung der Strukturen in den Kausalmodellen wurden die Beziehungen zwischen den Ursachen untereinander sowie zwischen Ursachen und Ereignis erfasst. Berücksichtigt wurden dabei nur die zwölf vorgegebenen Ursachen. Die Anzahl der Ergänzungen, die Probanden hinzugefügt hatten, wurden für jedes Ereignis gezählt. Zusätzlich sind die Ergänzungen qualitativ erfasst, sodass häufig genannte Ergänzungen für Weiterentwicklungen der Aufgabe in folgenden Untersuchungen genutzt werden können (Anhang D).

Zur Erfassung der Beziehungen zwischen den Ursachen und dem Ereignis wurde die Distanz zwischen jeder Ursache und jeder anderen Ursache sowie zu dem Ereignis quantifiziert, sodass die Distanzen jeweils angeben, wie viele Verbindungen, sprich Pfeile, zwischen den entsprechenden Ursachen lagen. Dabei wurde stets die kürzeste Distanz erfasst. In einem weiteren Schritt wurde die Art der Verbindung kodiert. Hierfür wurden sechs Kategorien als Verbindungen verwendet. Lag eine Distanz von 1 zwischen zwei Ursachen beziehungsweise Ursache und Ereignis, wurde diese Verbindung entweder als unidirektional von Position 1 (die zuerst genannte Ursache der Variablen) auf Position 2, als unidirektional von Position 2 auf Position 1, oder als bidirektionale Wechselwirkung zwischen Position 1 und Position 2, erfasst. Bei mehr als einer Verbindung zwischen den jeweiligen Ursachen wurden ebenfalls drei verschiedene Arten der Beziehung charakterisiert. Wenn nur Verbindungen vorlagen, die von einer Position in einer gleichbleibenden Richtung auf die andere Position reichten, wurde angegeben, in welche Richtung diese unidirektionalen Verbindungen laufen. Bei mehreren verschiedenen Verbindungen, wie beispielsweise bidirektionalen Verbindungen, wurde die Art der Verknüpfung als gemischt zugeordnet.

#### **3.5.2 Datenvorbereitung der Kausalmodelle**

Im Anschluss wurden verschiedene Variablen berechnet, die zur Inferenzstatistik und Evaluation der Hypothesen genutzt wurden. Da die Art der Verknüpfungen erfasst wurde, konnten Variablen gebildet werden, die sowohl angeben, wie viele Pfeile insgesamt von der Versuchsperson für jedes Ereignis verwendet wurden, als auch wie groß dabei die Anzahl unidirektionaler beziehungsweise bidirektionaler Verbindungen war. Des Weiteren wurde pro Ereignis erfasst, wie viele Ursachen jeweils verwendet wurden. Für jede Ursache wurde außerdem berechnet, wie stark sie im Kausalmodell vernetzt wurde. Dazu wurde eine Variable erstellt, welche die Anzahl aller Verbindungen der Ursache mit anderen Ursachen und dem Ereignis der Distanz 1 zählte. Die Distanzen zwischen den Ursachen und dem Ereignis und die Häufigkeit jeder möglichen Kombination wurden in eine Matrix überführt. So standen zur

weiteren inhaltlichen Analyse Distanz- und Häufigkeitsmatrizen für alle drei Ereignisse zur Verfügung.

#### **3.5.3 Datenauswertung der Fragebögen zu Denkstilen**

Die Daten der Fragebögen zu den Denkstilen wurden per Hand von den studentischen Hilfskräften der Abteilung für Sozialpsychologie und Methodenlehre eingegeben. Zur Berechnung der Werte der Personen in den beiden Skalen erfolgte vorerst die Rekodierung der negativ gepolten Items. Danach wurden die jeweiligen Werte der vier Subskalen der AHS berechnet, sowie die Gesamtwerte der AHS und der STSR.

#### **3.5.4 Datenauswertung des Wissenstests zum Klimawandel**

Aus den Antworten der Probanden im Wissenstest zum Klimawandel wurde ein Score errechnet, indem jeder richtigen Antwort ein Punkt zugewiesen und daraus für jede Person ein Summenwert gebildet wurde. Falsche sowie „weiß nicht“-Antworten wurden mit null Punkten bewertet. Insgesamt konnte eine Gesamtpunktzahl von 26 Punkten erreicht werden. Für die vier Subskalen der Wissensarten wurden ebenfalls die Teilsummen berechnet.

#### **3.5.5 Statistische Analysen**

Zur Berechnung der statistischen Analysen wurde das Statistikprogramm SPSS von IBM in Version 22 genutzt. Vorerst dienten explorative Statistiken zur Evaluation der Daten und deren Normalverteilung. Zur Hypothesentestung wurden Korrelationen berechnet und Varianzanalysen mit Messwiederholung durchgeführt. Zur genaueren Beschreibung der Effekte dienten paarweise Vergleiche anhand von t-Tests. Mögliche Kovariaten wurden mit Kovarianzanalysen überprüft. Anhand der Distanzmatrizen wurde zusätzlich eine Multidimensionale Skalierung durchgeführt, die eine inhaltlich Analyse der Daten ermöglicht.

### *3 Methodisches Vorgehen*

## 4 Ergebnisse

Den im Folgenden aufgeführten statistischen Berechnungen liegt, wenn nicht anders vermerkt, ein a priori Alpha-Niveau von  $\alpha = .05$  zu Grunde. Als Effektstärkenmaß wird das partielle  $\eta^2$  berichtet. Aus den Analysen wurden vier Versuchsteilnehmende ausgeschlossen, da ihre Aufgabenbearbeitung eine Auswertung nicht ermöglichten. Entgegen der Aufgabenstellung benutzten sie keine Pfeile für ihre Kausalmodelle, die jedoch für die Quantifizierung der Beziehungen zwischen den Ursachen nötig sind. Für die statistischen Analysen zu den Kausalmodellen konnten daher die Daten von 63 Probanden berücksichtigt werden. Analysen, die zusätzlich die Variablen für die Denkstile und das Wissen einbezogen, hatten eine Berechnungsgrundlage von 62 Personen, da eine Versuchsperson die Studie vorzeitig beendet hatte.

### 4.1 Hypothese 1

Zur Überprüfung der Hypothese 1 wurden strukturelle Merkmale der Kausalmodelle zwischen den Ereignissen verglichen. Dafür wurden verschiedene Variablen berechnet und inferenzstatistisch ausgewertet. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der wichtigsten Variablen in allen drei Ereignissen.

#### 4 Ergebnisse

Tabelle 1

Übersicht der strukturellen Merkmale der Kausalmodelle für alle drei Ereignisse

Variable	Ereignis Regen		Ereignis Fischer		Ereignis Klima	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Anzahl integrierter Ursachen <sup>a</sup>	9.78	2.12	11.13	1.40	10.43	1.36
Anzahl ergänzter Ursachen <sup>a</sup>	0.76	1.13	0.92	1.34	1.57	1.88
Anzahl der Pfeile pro Ursache <sup>a</sup>	1.44	0.38	1.54	0.48	1.68	0.40
unidirektionale Pfeile pro Ursache <sup>a</sup>	1.17	0.36	1.29	0.41	1.40	0.40
bidirektionale Pfeile pro Ursachen <sup>a</sup>	0.27	0.31	0.25	0.27	0.28	0.30
Anteil der unidirektionalen Pfeile <sup>b</sup>	82.41	17.20	84.26	14.28	83.88	14.28

Anmerkungen. <sup>a</sup> mittlere Anzahl <sup>b</sup> Angaben in Prozent.

#### Anzahl der integrierten Ursachen

Die Anzahl der Ursachen, die jeweils in die Kausalmodelle integriert wurden, sollten auf Unterschiede zwischen den Ereignissen geprüft werden. In einer Varianzanalyse mit Messwiederholung wurde der Faktor Ereignis signifikant,  $F(1.88, 116.47) = 18.4$ ,  $p < .01$ ,  $\eta^2 = .23$ . Für die folgenden paarweisen Vergleiche wurde das Alpha-Niveau auf  $\alpha = .0167$  adjustiert. Zwischen allen drei Ereignissen wurden signifikante Unterschiede in der Anzahl der Ursachen festgestellt; *Regen* und *Fischer*:  $t(62) = -5.82$ ,  $p < .01$ ; *Regen* und *Klima*:  $t(62) = -2.66$ ,  $p = .01$ ; *Fischer* und *Klima*:  $t(62) = 3.75$ ,  $p < .01$ .

Für das Ereignis *Regen* wurden am wenigsten Ursachen im Kausalmodell integriert, während im Ereignis *Fischer* am meisten Ursachen zur Erklärung verwendet wurden. Im Mittel wurden im Ereignis *Regen* etwa zwei Ursachen nicht integriert. Dabei benutzten 51% der Probanden die Ursache *Zeitpunkt* und lediglich 43% die Ursache *Erwartungen*. Für das Ereignis *Klima* waren im Durchschnitt 1-2 Ursachen nicht integriert. Weniger häufig wurden die

Ursachen *Zufall* (50% der Probanden integrierten diese Ursache) und *Zeitpunkt* (von 45% der Probanden verwendet) in das Modell miteinbezogen. Im Ereignis *Fischer* wurde im Mittel eine Ursache nicht integriert. Von allen Probanden wurde die Ursache *Mensch* (von 71% der Personen integriert) und die Ursache *Konkurrenz im Fischfang* (von 75% der Personen integriert) am seltensten für die Kausalmodelle verwendet.

### **Anzahl der ergänzten Ursachen**

Zusätzlich wurden Unterschiede in der Anzahl der eigenständig generierten Ursachen zwischen den Ereignissen überprüft. Die Mittelwerte der Anzahl der ergänzten Ursachen unterschieden sich signifikant zwischen den drei Ereignissen,  $F(2, 124) = 9.25, p < .01, \eta^2 = .13$ . Mit einem adjustierten Alpha-Niveau  $\alpha = .0167$  wurden signifikante Unterschiede beim Vergleich der Ereignisse *Regen* und *Klima* ( $t[62] = 4.16, p < .01$ ) sowie *Fischer* und *Klima* ( $t[62] = -2.92, p = .01$ ) beobachtet. Für das Ereignis *Klima* wurden in beiden Fällen leicht mehr Ursachen ergänzt. Die Ereignisse *Regen* und *Fischer* ( $t[62] = -.89, p = .38$ ) unterschieden sich nicht in der Anzahl ergänzter Ursachen.

Alle Ursachen, die von Probanden hinzugefügt wurden, sind in Anhang D zu finden. Es gab keine Hinweise auf inhaltliche Häufungen für bestimmte Ursachen.

### **Anzahl der Pfeile pro Ursache**

Die Varianzanalyse mit Messwiederholung zur Überprüfung von Unterschieden in der Anzahl der verwendeten Pfeile pro Ursache zeigte einen signifikanten Effekt für den Faktor Ereignis,  $F(2, 124) = 10.5, p < .01, \eta^2 = .15$ . Im paarweisen Vergleich mit einem Alpha-Niveau von  $\alpha = .0167$  wurde ein signifikanter Unterschied zwischen der Anzahl der verwendeten Pfeile in den Ereignissen *Regen* und *Klima* gemessen,  $t(62) = -4.94, p < .01$ . Für das Ereignis *Klima* wurden mehr Pfeile pro Ursache verwendet als für das Ereignis *Regen*. Die Ereignisse *Regen* und *Fischer* ( $t[62] = -2.1, p = .05$ ) sowie *Fischer* und *Klima* ( $t[62] = -2.36, p = .02$ ) unterschieden sich nicht in der Anzahl der Pfeile pro Ursache.

### **Art der Verknüpfung**

Die Anzahl der Pfeile wurde genauer hinsichtlich der Art der Verknüpfung analysiert. Zwischen den drei Ereignissen zeigten sich signifikante Unterschiede in der Anzahl der unidirektionalen Pfeile,  $F(2, 124) = 7.74, p < .01, \eta^2 = .11$ . Im paarweisen Vergleich der Mittelwerte wurden bei einem adjustierten Alpha-Niveau  $\alpha = .0167$  signifikant mehr unidirektionale Pfeile für das Ereignis *Klima* als für das Ereignis *Regen* beobachtet,  $t(62) = -4.37, p < .01$ . Keine Unterschiede

## 4 Ergebnisse

ergaben sich jedoch auf Basis des adjustierten Alpha-Niveaus beim Vergleich der Ereignisse *Regen* und *Fischer* ( $t[62] = -2.19, p = .03$ ) sowie *Fischer* und *Klima* ( $t[62] = -1.64, p = .11$ ). Für das Ereignis *Fischer* wurde folglich eine mittig liegende Anzahl unidirektionaler Pfeile verwendet, welche sich nicht von den anderen Ereignissen unterschied.

In der Anzahl der bidirektionalen Verknüpfungen wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den Ereignissen beobachtet,  $F < 1$ . Die Mittelwerte der Anzahl der bidirektionalen Verknüpfungen unterschieden sich nicht bedeutsam voneinander.

Für die verschiedenen strukturellen Merkmale der Kausalmodelle zeigen sich ereignisspezifische Tendenzen in den Werten der Variablen. Insgesamt verwendeten die Teilnehmenden zwar leicht weniger Ursachen für das Ereignis *Klima* gegenüber dem Ereignis *Fischer*, jedoch wies dieses Szenario in den anderen strukturellen Merkmalen signifikant höhere Werte auf als die beiden Szenarien *Regen* und *Fischer*.

### 4.2 Hypothese 2

Um die Hypothesen 2a und 2b zu untersuchen, wurden Zusammenhänge zwischen den Denkstilen der Probanden und den strukturellen Merkmalen ihrer Kausalmodelle evaluiert. Die Werte der beiden Skalen AHS und STSR waren nicht normalverteilt und wurden daher auch als standardisierte Variablen in die Analysen miteinbezogen. Bei den Berechnungen mit standardisierten Werten blieben die Ergebnisse bezüglich der Signifikanz gleich.

Hypothese 2a bezog sich auf den holistischen Denkstil. Zwischen den Werten der AHS und Variablen der Kausalmodelle der Probanden wurden keine signifikanten Korrelationen beobachtet: Die Korrelationen zwischen dem Skalenwert der AHS und der Anzahl der Ursachen waren weder für das Ereignis *Regen* ( $r = .1, p = .45$ ), noch das Ereignis *Fischer* ( $r = -.06, p = .64$ ) noch das Ereignis *Klima* ( $r = -.09, p = .49$ ) signifikant. Ebenfalls nicht bedeutsam erwiesen sich die Korrelationen zwischen der Anzahl der Pfeile pro Ursache für das Ereignis *Regen* ( $r = -.003, p = .98$ ), für das Ereignis *Fischer* ( $r = .02, p = .86$ ), und für das Ereignis *Klima* ( $r = -.002, p = .99$ ).

Da somit die Voraussetzungen einer Kovarianzanalyse nicht erfüllt waren, wurde der holistische Denkstil als Kovariate für die Struktur der Modelle ausgeschlossen. Denn weder der Gesamtscore noch die Werte der Probanden in den Subskalen standen in einem substantziellen Zusammenhang mit den strukturellen Merkmalen der Kausalmodelle. Eine differenzierte Betrachtung der vier Dimensionen der AHS entfällt daher.

Hypothese 2b beschäftigte sich mit *Systems Thinking*. Werte der STSR wurden auf Zusammenhänge mit strukturellen Merkmalen der Kausalmodelle überprüft. Auch hier ergaben

sich keine signifikanten Korrelationen. So korrelierte die Ausprägung im ST beispielsweise nicht mit der Anzahl der Pfeile pro Ursache im Ereignis *Regen*, ( $r = -.03, p = .85$ ), im Ereignis *Fischer*, ( $r = -.03, p = .8$ ), und im Ereignis *Klima*, ( $r = -.01, p = .97$ ). Ebenso mit dem Anteil bidirektionaler Verknüpfungen stand der Wert der STSR im Ereignis *Regen* ( $r = -.04, p = .77$ ), im Ereignis *Fischer* ( $r = -.04, p = .77$ ), und im Ereignis *Klima* ( $r = -.09, p = .47$ ), in keinem bedeutsamen Zusammenhang.

Da keine signifikanten Korrelationen zwischen der Ausprägung in der STSR und den Variablen der Strukturen der Kausalmodelle beobachtet wurden, waren die Voraussetzungen einer Kovarianzanalyse nicht erfüllt und der ST Denkstil wurde als Kovariate verworfen.

### 4.3 Hypothese 3

Der potentielle Einfluss von Vorwissen auf die Struktur der Kausalmodelle der Probanden wurde in Hypothese 3 genauer analysiert. Das Wissen über den Klimawandel korrelierte positiv mit der Anzahl der verwendeten Ursachen zur Erklärung des Ereignisses *Klima*,  $r = .254, p = .046$ . Eine Kovarianzanalyse mit dem Faktor Ereignis und der Kovariate *Wissen* zeigte keinen signifikanten Einfluss durch das Wissen,  $F(1, 60) = 2.33, p = .13, \eta^2 = .04$ . Der Effekt des Ereignis auf die Anzahl der Ursachen blieb somit weiterhin signifikant,  $F(1.88, 112.8) = 5.37, p = .006, \eta^2 = .08$ .

Weitere Analysen wurden getrennt nach den vier Subskalen der Wissensarten berechnet. Signifikante Korrelationen wurden dabei zwischen dem *physikalischen Wissen* und der Anzahl der Ursachen im Ereignis *Regen*,  $r = .33, p = .01$ , und im Ereignis *Klima*,  $r = .33, p = .01$ , gemessen. Mit der Anzahl der Ursachen im Ereignis *Fischer* bestand kein bedeutender Zusammenhang,  $r = .16, p = .21$ . *Physikalisches Wissen* wurde als Kovariate für den Faktor Ereignis signifikant,  $F(1, 60) = 8.4, p < .005, \eta^2 = .12$ . Im Modell mit *physikalischem Wissen* als Kovariate blieb der Faktor Ereignis jedoch weiterhin signifikant,  $F(2, 120) = 7.41, p < .01, \eta^2 = .11$ .

Bedeutsame Korrelationen zwischen dem *physikalischen Wissen* und der Anzahl der verwendeten Pfeile pro Ursache bestanden im Ereignis *Regen*,  $r = .29, p = .02$ , Ereignis *Fischer*,  $r = .32, p = .01$ , und im Ereignis *Klima*,  $r = .33, p = .01$ . Als Kovariate im Modell wurde *physikalisches Wissen* entsprechend bedeutsam,  $F(1, 60) = 8.0, p = .006, \eta^2 = .12$ . Bei Hinzunahme der Kovariate war der Faktor Ereignis allerdings nicht mehr statistisch bedeutsam,  $F(2, 120) = 1.92, p = .15, \eta^2 = .03$ .

Physikalisches Vorwissen erwies sich folglich als bedeutsame Kovariate für den Faktor Ereignis bezüglich der Anzahl der verwendeten Ursachen und der Anzahl der Pfeile pro

Ursache in den Kausalmodellen. In anderen strukturellen Merkmalen beeinflusste das Vorwissen den Faktor Ereignis nicht.

### 4.4 Hypothese 4

In Hypothese 4 wurden Zusammenhänge zwischen dem Wissen der Probanden über den Klimawandel und ihren Denkstilen untersucht. Die Korrelation zwischen Wissen über den Klimawandel und dem holistischen Denkstil war sehr gering,  $r = -.006$ ,  $p = .97$ . Zwischen dem Wissen und dem systemischen Denkstil wurde ebenfalls keine signifikante Korrelation errechnet,  $r = .08$ ,  $p = .56$ .

### 4.5 Fragestellung 5: Domänenspezifität der Strukturen der Kausalmodelle

Um auf die Fragestellung bezüglich der domänenspezifischen Strukturen in den Kausalmodellen einzugehen, erfolgt nun eine explorative und inhaltliche Analyse der Daten. Mit Hilfe der multidimensionalen Skalierung (MDS) sollen die inhaltlichen Dimensionen der Kausalmodelle beschrieben werden (Borg, 2010). Die ermittelten Distanzmatrizen der einzelnen Ereignisse werden so visuell dargeboten und können erste Hinweise auf die domänenspezifischen Strukturen der Kausalmodelle liefern. Darüber hinaus werden quantitative Daten zur Vernetztheit der einzelnen Ursachen aus der CMT deskriptiv berichtet. Die Darstellung und Evaluation der inhaltlichen Strukturen der Kausalmodelle werden im Folgenden für jedes Ereignis isoliert vorgenommen.

#### 4.5.1 Multidimensionale Skalierung

Für die folgenden Analysen wird die Güte der Dimensionsabbildung durch die Werte Stress-I und Stress-II angegeben. Während ein Stress-Wert von null optimal ist, bedeutet ein Stress-Wert von 1 die Fehlpassung zwischen Modell und Empirie (Leonhart, 2013). Zwar bestehen keine allgemeinen Grenzwerte für einen akzeptablen Stress. In der Literatur werden jedoch Richtwerte aufgeführt. So gilt ein Stress-I-Wert kleiner als .2 als gering und kleiner als .1 als ausreichend. Für das Stress-II-Kriterium gelten Werte kleiner als .4 als gering und kleiner als .2 als ausreichend (Leonhart, 2013).

#### Ereignis Regen

Die MDS für das Ereignis *Regen* ergab mit der zweidimensionalen Lösung einen Stress-I-Wert von .19 und einen Stress-II-Wert von .48. Beide Werte liegen damit im nicht akzeptablen Bereich. Die MDS mit drei Dimensionen weist mit dem Stress-I-Wert von .12 und dem Stress-

II-Wert von .34 eine verbesserte Modellpassung auf. Beide Stress-Werte liegen im ausreichenden Bereich.

Dimension 1 kann als „*Bedingtheit durch den Menschen*“ mit den Polen „*menschlich nicht bedingt / physikalisch*“ (negatives Extrem der Dimensionskoordinaten) und „*menschlich bedingt / nicht physikalisch*“ (positives Extrem der Dimensionskoordinaten) benannt werden. Dimension 2 wird als „*Wahrnehmungsbedingtheit*“ mit den Polen „*wahrnehmungsbedingte Ursachen*“ (negatives Extrem der Dimensionskoordinaten) und „*vorhandene Ursachen*“ (positives Extrem der Dimensionskoordinaten) bezeichnet. Abbildung 4 gibt die räumliche Darstellung der Distanzen zwischen den Ursachen entlang der Dimensionen 1 und 2 wieder. Die verbesserte Modellpassung durch die dritte Dimension basierte vor allem auf der Unterscheidung der Ursachen *Zeitpunkt* und *Zufall* als relative Extreme auf dieser Dimension. Daher besaß die dreidimensionale Lösung kaum einen interpretativen Mehrwert. Zur Übersicht der Koordinaten und der Anordnung der Ursachen dienen die Tabellen in Anhang E.

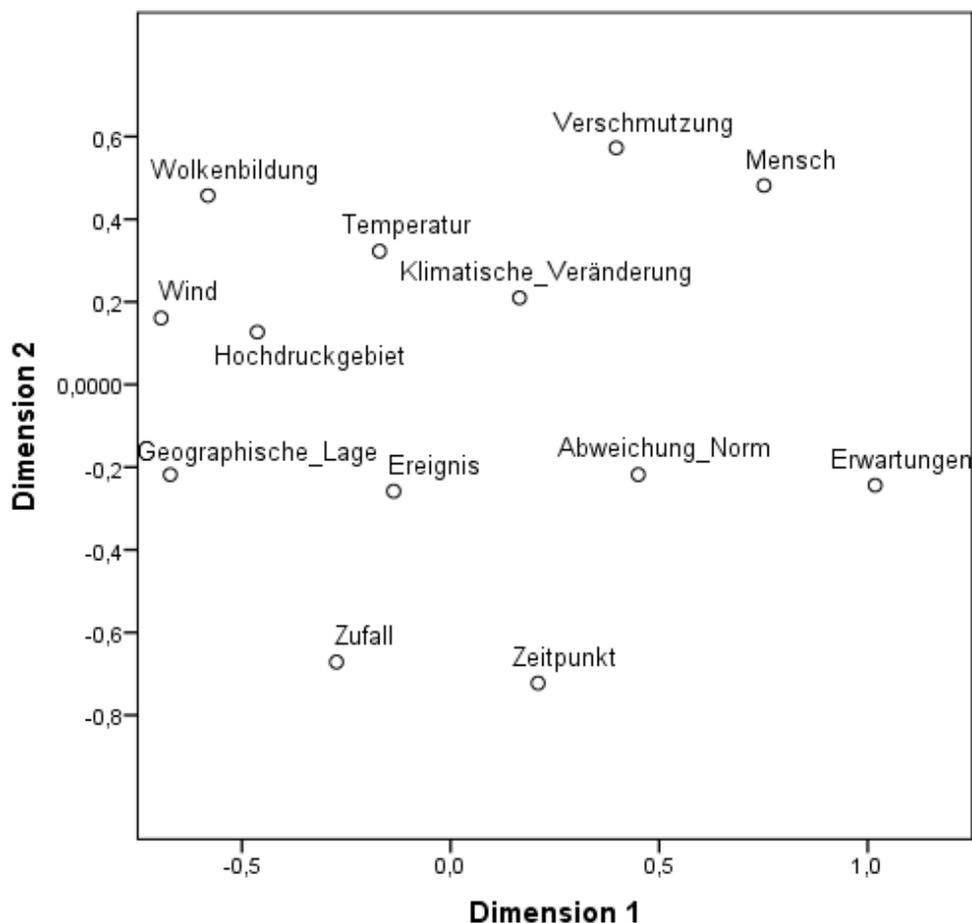


Abbildung 4. Multidimensionale Skalierung des Ereignisses *Regen*

### **Ereignis Fischer**

Die MDS der zweidimensionalen Lösung für das Ereignis *Fischer* ergab nicht ausreichende Passungswerte von einem Stress-I-Wert von .19 und einem Stress-II-Wert von .52. Eine MDS mit drei Dimensionen zeigte bessere Gütekriterien der Passung mit den akzeptablen Werten des Stress-I-Wertes von .11 und des Stress-II-Wertes von .37.

Für Dimension 1, die inhaltlich als „*Einflussnahme des Fischers*“ beschrieben werden kann, ergeben sich die beiden Pole „*durch Fischer nicht beeinflussbar*“ (negatives Extrem der Dimensionskoordinaten) und „*durch Fischer beeinflussbar*“ (positives Extrem der Dimensionskoordinaten). Bei Dimension 2, die inhaltlich als „*Bezug zum lokalen Ökosystem*“ verstanden werden kann, entstehen die beiden Pole „*das lokale Ökosystem betreffend*“ (negatives Extrem der Dimensionskoordinaten) und „*unabhängig vom lokalen Ökosystem*“ (positives Extrem der Dimensionskoordinaten). In Abbildung 5 ist die räumliche Anordnung der Ursachen in den beiden Dimensionen dargestellt.

Die dritte Dimension stellte erneut die beiden Ursachen *Zufall* und *Zeitpunkt* als relative Extreme dar, bot jedoch keinen interpretativen Mehrwert. In Anhang F sind die genauen Werte der Koordinaten aller Dimensionen ersichtlich.

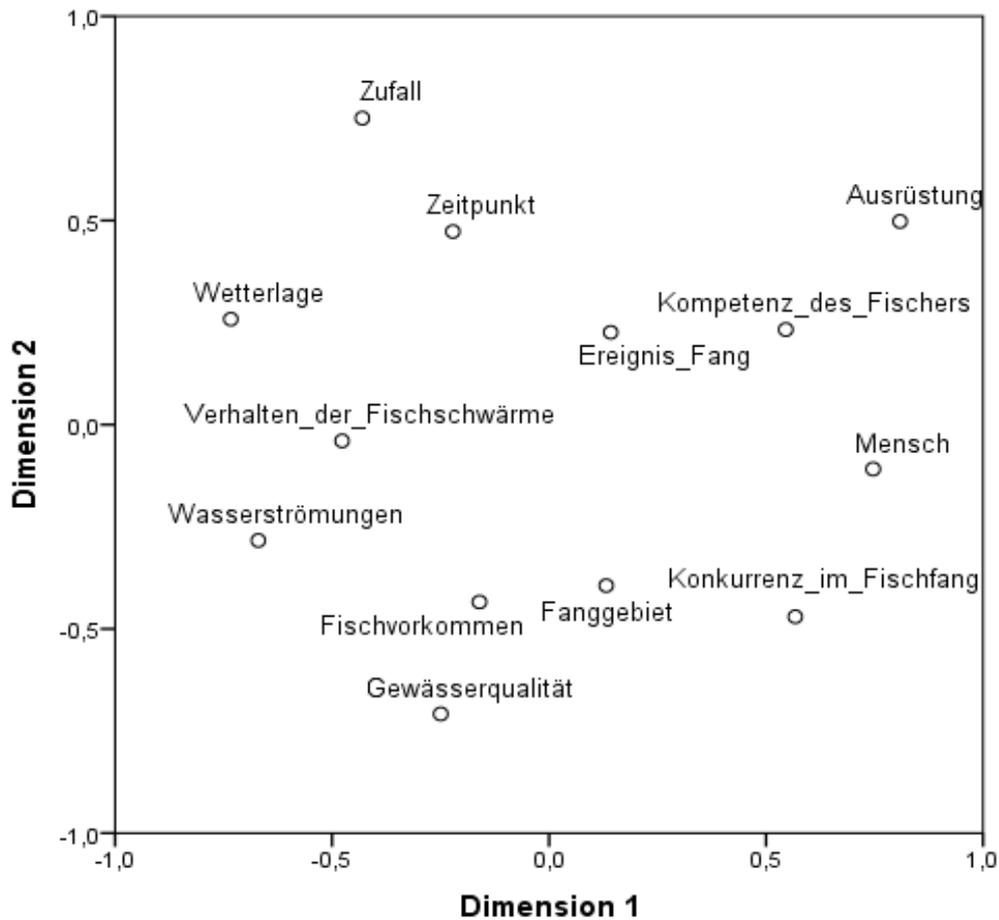


Abbildung 5. Multidimensionale Skalierung des Ereignisses *Fischer*

### Ereignis Klima

Die MDS für das Ereignis *Klima* mit zwei Dimensionen gab als Passungswerte den Stress-I-Wert von .18 und den Stress- II- Wert von .45 aus. Dabei sind sowohl der Stress-I-Wert als auch der Stress-II-Wert niedrig. Die dreidimensionale Lösung der MDS ergab akzeptable Passungswerte mit einem Stress-I-Wert von .10 und einem Stress-II-Wert von .29.

Dimension 1 lässt sich als „*Bezug zum Menschen*“ mit den beiden Polen „*menschlich bedingt*“ (negatives Extrem der Dimensionskoordinaten) und „*nicht menschlich bedingt*“ (positives Extrem der Dimensionskoordinaten) abbilden. Dimension 2 kann als „*Quantifizierbarkeit der Ursache*“ benannt werden, mit „*schwer quantifizierbar*“ als Pol der negativen Extreme der Koordinaten und „*leichter quantifizierbar*“ als Pol der positiven Extreme der Koordinaten. Abbildung 6 veranschaulicht die Distanzen zwischen den Ursachen entlang der vom Modell berechneten Dimensionen. Für die dritte Dimension bilden die

#### 4 Ergebnisse

Ursachen *Zeitpunkt* und *Zufall* erneut die beiden Extreme. Die genauen Koordinaten und die Reihenfolge der Ursachen entlang der Dimensionen sind in Anhang G tabellarisch dargestellt.

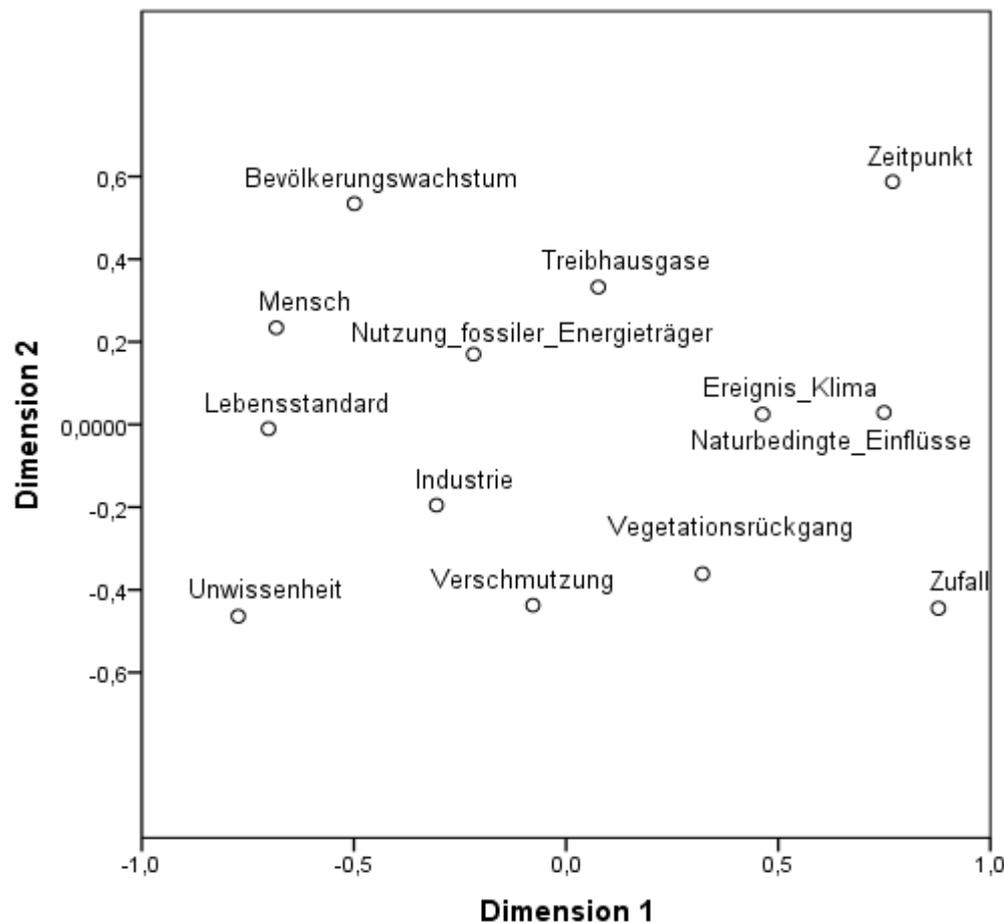


Abbildung 6. Multidimensionale Skalierung des Ereignisses *Klima*

Mithilfe der MDS wurde in allen drei Ereignissen eine Dimension abgebildet, welche die Ursachen in Bezug zum Menschen setzt. Eine zweite Dimension wurde ereignisspezifisch beobachtet und unterschied sich inhaltlich zwischen den drei Ereignissen. Die verbesserte Modellpassung beruhte in allen Ereignissen vor allem auf der Unterscheidung der Ursachen *Zeitpunkt* und *Zufall* anhand einer dritten Dimension.

Zusätzlich zur inhaltlichen Analyse der Distanzen zwischen den Ursachen soll nun ein weiteres strukturelles Merkmal der Kausalmodelle betrachtet werden. Während die MDS die Distanzen der Ursachen und die räumliche Anordnung entlang von Dimensionen darstellt, können anhand der Variablen zur Vernetztheit weitere Aussagen darüber getroffen werden, wie stark Ursachen bestimmter Domänen im Modell integriert sind und an das gesamte Modell anknüpfen.

#### 4.5.2 Analyse der Vernetztheit der Ursachen im Modell

Aus den Daten der Kausalmodelle konnte berechnet werden wie häufig Ursachen im Modell vernetzt sind. Für jede Ursache wurden dazu alle Verbindungen der Distanz 1 zu anderen Ursachen und dem Ereignis summiert und über die Modelle aller Probanden gemittelt. Wurde eine Ursache von einer Versuchsperson nicht verwendet, wurde diese nicht in die Berechnung des Mittelwertes aufgenommen. Eine Ursache mit einem höheren Wert der Vernetztheit wurde folglich durchschnittlich mit mehr anderen Ursachen des Modells verknüpft als eine Ursache mit einem niedrigeren Wert.

Im Folgenden werden die Werte aller Ursachen im jeweiligen Ereignis zusammengefasst dargestellt. Abbildung 7 zeigt die Werte der Vernetztheit aller Ursachen im Ereignis *Regen*. Die Anordnung der Ursachen erfolgte in aufsteigender Reihenfolge des Wertes der Vernetztheit.

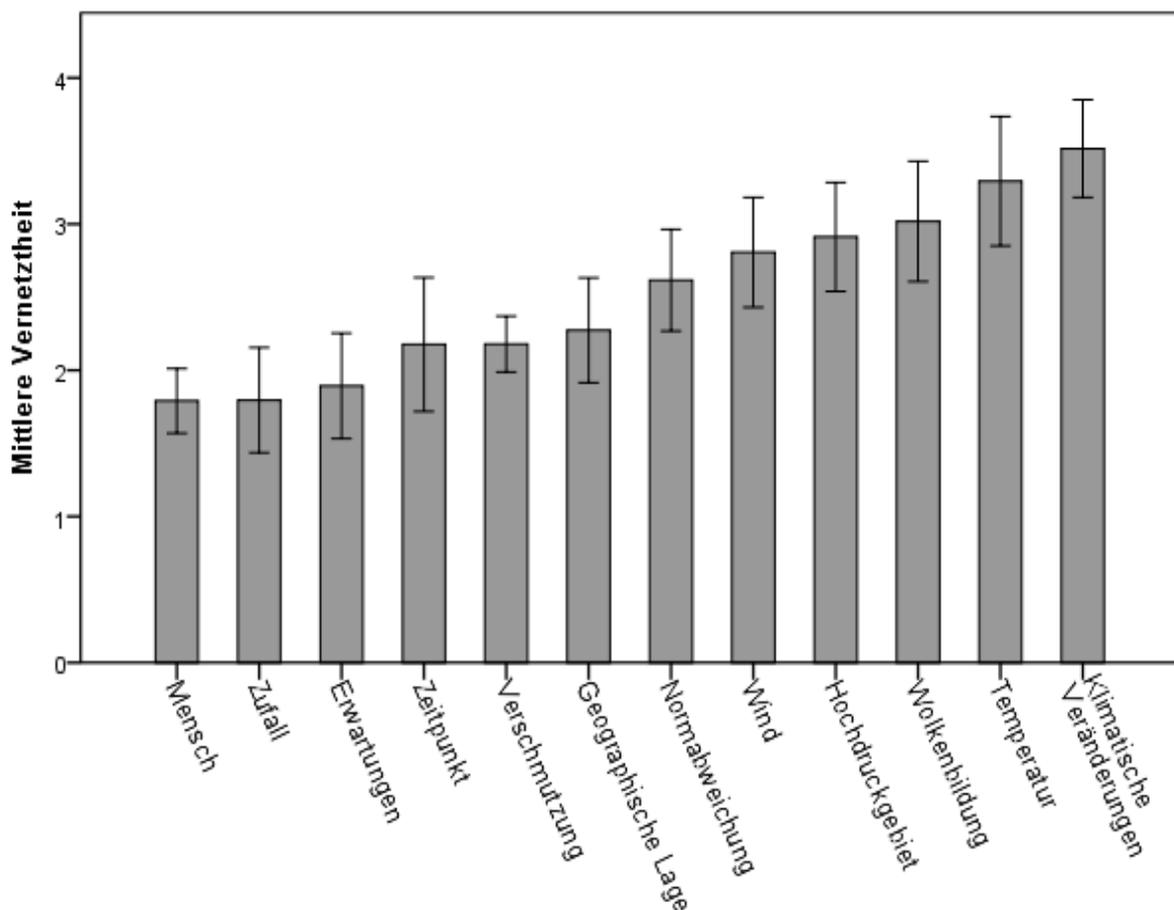


Abbildung 7. Mittlere Vernetztheit jeder Ursache im Ereignis *Regen*

#### 4 Ergebnisse

Im Ereignis *Regen* sind die Ursachen *Mensch* ( $M = 1.79$ ,  $SD = 0.87$ ) und *Zufall* ( $M = 1.80$ ,  $SD = 1.19$ ) am geringsten im Modell verknüpft und die Ursachen *Temperatur* ( $M = 3.29$ ,  $SD = 1.69$ ) und *klimatische Veränderungen* ( $M = 3.52$ ,  $SD = 1.32$ ) am stärksten.

Die mittlere Vernetztheit jeder Ursache im Ereignis *Fischer* ist in Abbildung 8 dargestellt. Angeordnet wurden die Ursachen entlang der x-Achse von der am wenigstens verknüpften Ursache aufsteigend zu der am häufigsten verknüpften Ursache.

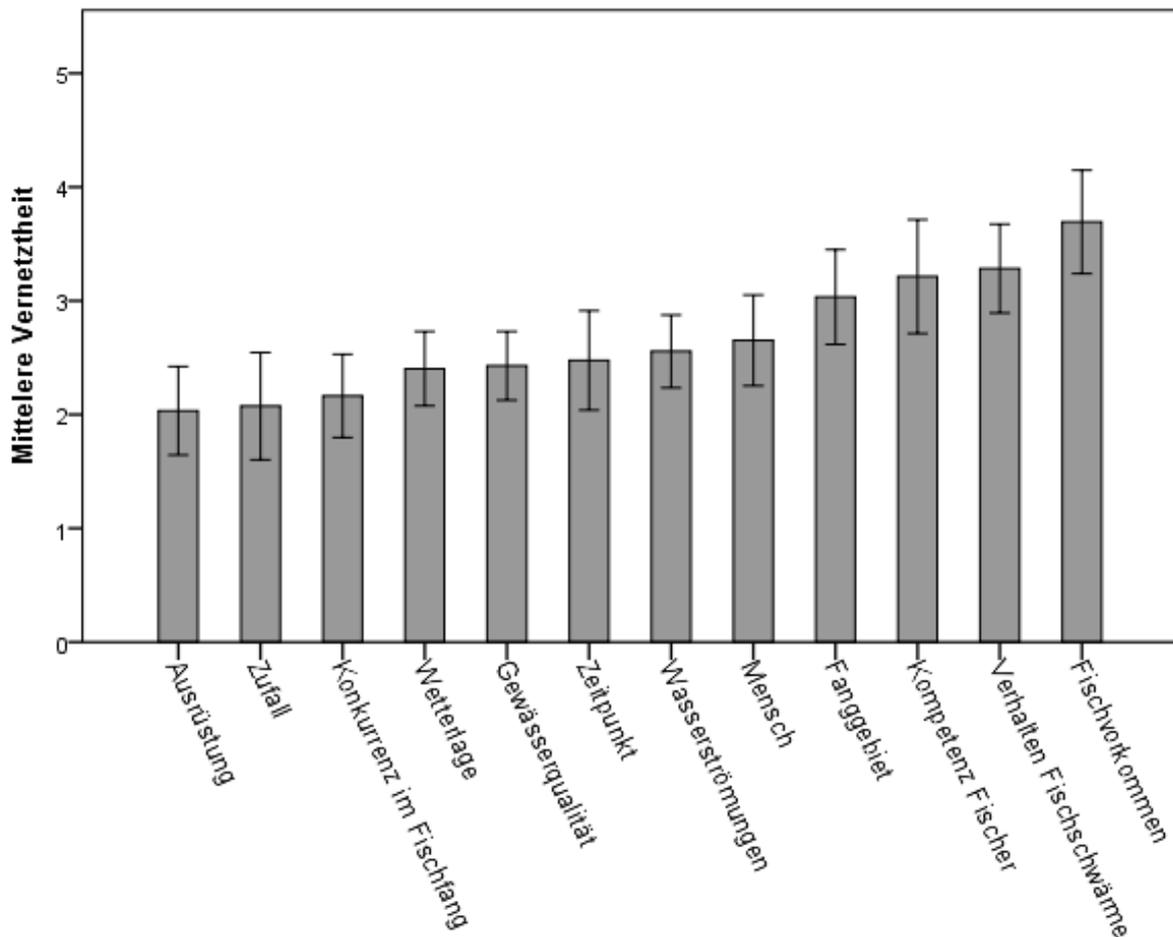


Abbildung 8. Mittlere Vernetztheit jeder Ursache im Ereignis *Fischer*

Im Ereignis *Fischer* sind die Ursachen *Ausrüstung* ( $M = 2.03$ ,  $SD = 1.51$ ) und *Zufall* ( $M = 2.07$ ,  $SD = 1.74$ ) am schwächsten im gesamten Modell vernetzt und die Ursachen *Verhalten der Fischeschwärme* ( $M = 3.28$ ,  $SD = 1.51$ ) und *Fischvorkommen* ( $M = 3.69$ ,  $SD = 1.79$ ) am stärksten.

Abbildung 9 bietet eine Übersicht der Mittelwerte aller Ursachen im Ereignis *Klima* bezüglich ihrer Vernetztheit. Die Darstellung erfolgt ebenfalls aufsteigend anhand der Werte.

#### 4.5 Fragestellung 5: Domänenspezifität der Strukturen der Kausalmodelle

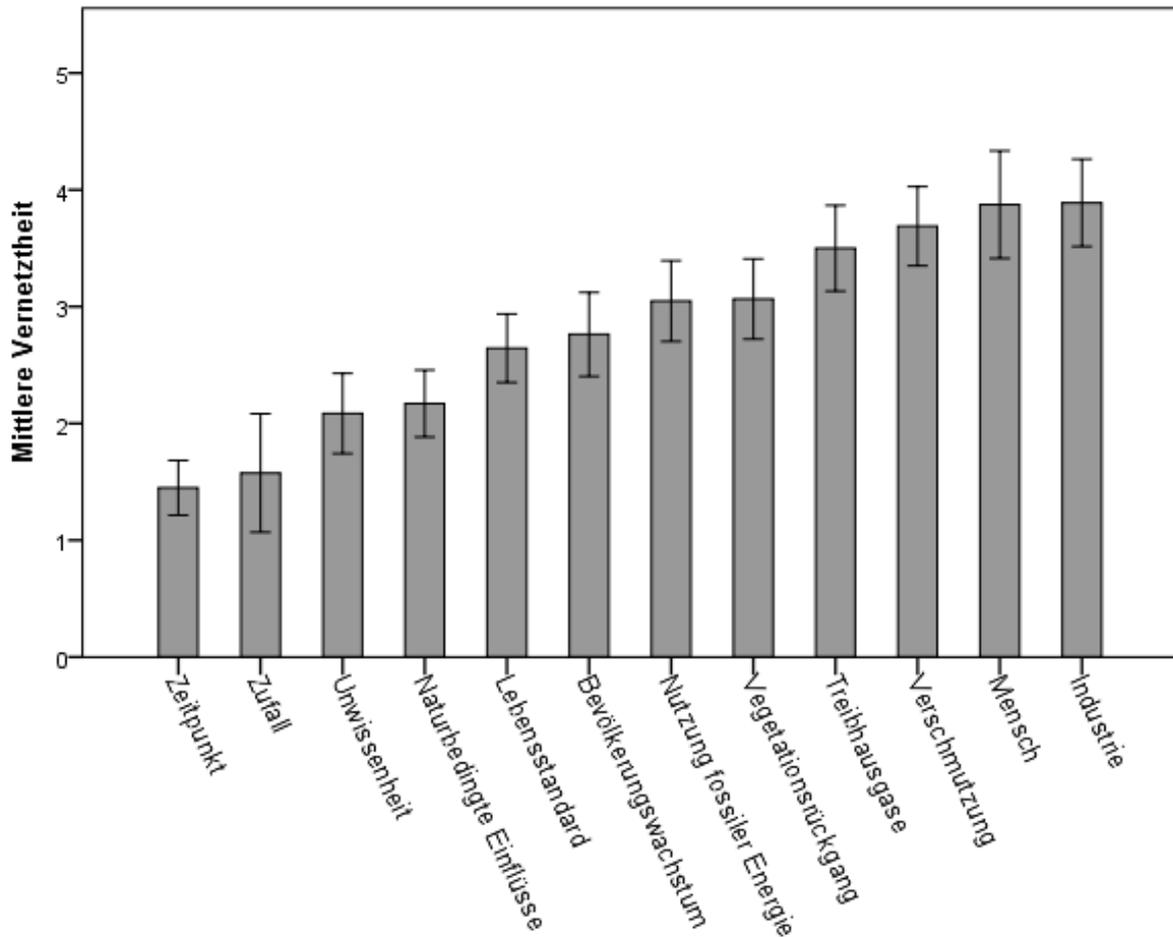


Abbildung 9. Mittlere Vernetztheit jeder Ursache im Ereignis *Klima*

Für das Ereignis *Klima* werden bei den Ursachen *Zeitpunkt* ( $M = 1.45$ ,  $SD = 0.63$ ) und *Zufall* ( $M = 1.58$ ,  $SD = 1.46$ ) die geringste Verknüpfung in das gesamte Modell und bei den Ursachen *Mensch* ( $M = 3.87$ ,  $SD = 1.83$ ) und *Industrie* ( $M = 3.89$ ,  $SD = 1.48$ ) die stärkste Verknüpfung beobachtet.

In den drei Ereignissen zeigen sich ähnliche Mittelwerte über die Gesamtheit der Ursachen sowie in der Spannweite von minimalen und maximalen Werten der Vernetztheit. Die Ursachen *Mensch*, *Zufall* und *Zeitpunkt* wurden in allen drei Szenarien verwendet. Dabei sind die Ursachen *Zufall* und *Zeitpunkt* in allen drei Ereignissen tendenziell schwach in das Kausalmodell verknüpft. Die Anzahl der direkten Verknüpfungen der Ursache *Mensch* unterscheidet sich jedoch zwischen den Ereignissen. Während sie im Ereignis *Regen* die am wenigsten verknüpfte Ursache darstellt, ist sie im Ereignis *Klima* eine der am häufigsten verbundenen Ursachen. Im Ereignis *Fischer* liegt die Stärke der Vernetztheit der Ursache *Mensch* etwa in der Mitte der Werte.

#### *4 Ergebnisse*

Die Vernetztheit der einzelnen Ursachen in den drei Ereignissen wird in der Diskussion der Ergebnisse in Bezug zu den Erkenntnissen der MDS verstärkt evaluiert. Dabei wird auf weitere inhaltliche Aspekte eingegangen und der Zusammenhang zu den kognitiven Domänen hergestellt.

## 5 Diskussion

Im Rahmen der Diskussion werden die Ergebnisse in Kapitel 5.1 interpretiert und anknüpfend an die bisherige Forschung diskutiert. Kapitel 5.2 erörtert die Limitationen des methodischen Vorgehens und der inhaltlichen Interpretierbarkeit der Ergebnisse. In Kapitel 5.3 werden praktische Implikationen für den Anwendungsbereich gegeben und in Kapitel 5.4 weitere Untersuchungsdesgins empfohlen.

### 5.1 Interpretation der Ergebnisse

Im Folgenden werden die Fragestellungen der Studie durch Evaluation der statistischen Analysen eruiert und in Bezug zur bisherigen Forschung gesetzt. Dazu werden die Kausalmodelle hinsichtlich ihrer Komplexität und der Domänenspezifität betrachtet und in Zusammenhang zu den Denkstilen und dem Wissen der Probanden gesetzt. Diese Betrachtung erfolgt dabei sowohl ereignisspezifisch als auch ereignisübergreifend.

#### 5.1.1 Komplexität in den Modellen

Die Kausalmodelle zu den drei Ereignissen wurden hinsichtlich ihrer strukturellen Merkmale verglichen. Hypothese 1 konnte teilweise bestätigt werden. Die Anzahl der verwendeten Ursachen unterschied sich signifikant zwischen den Ereignissen. Zur Erklärung des ausbleibenden Regens wurden die wenigsten Ursachen verwendet, während zur Erklärung des außergewöhnlich großen Fischfangs die meisten Ursachen genutzt wurden. Das Ereignis Regen, das sich überwiegend auf die physikalische Domäne bezog, wurde mit weniger Ursachen erklärt als die beiden Ereignisse des Fischers und des sich ändernden Klimas. Die Kausalmodelle für die beiden Ereignisse, welche die biologische und psychologische Domäne stärker einbezogen, wurden komplexer dargestellt als das physikalische Ereignis Regen. Für das Ereignis Fischer wurde bereits in der Aufgabenstellung durch die Nennung des Fischers eine direkte Verknüpfung zu anderen kognitiven Domäne verdeutlicht, was dazu führen kann, dass eine größere Verknüpfung der einzelnen Domänen beobachtet wird. Während in der Formulierung für das Ereignis Regen die psychologische Domäne implizit involviert war, beinhaltete die Formulierung für das sich ändernde Klima keine explizite Nennung der psychologischen Domäne. Viele Ursachen im Ereignis Klima machten die psychologische Domäne jedoch salient.

Die Beobachtungen zur Anzahl der verwendeten Ursachen ergänzen bisherige Befunde zur domänenspezifischen Struktur von Kausalkognitionen (Strickland, Silver, & Keil, 2017). Während bisher eine kleinere Anzahl von Ursachen zur Erklärung von rein physikalischen

Ereignissen und eine größere Anzahl von Ursachen zur Erklärung von rein psychologischen Ereignissen gemessen wurden (Strickland, Silver, & Keil, 2017), stellen die drei Ereignisse der Untersuchung Abstufungen dar. So betreffen die Ereignisse des Klimawandels und des Fischers alle drei kognitiven Domänen, jedoch ist die psychologische präsender als beim physikalischen Ereignis Regen.

Neben den bereits vorgegebenen Ursachen, wurden für die drei Ereignisse unterschiedlich viele Ergänzungen hinzugefügt. Für das Ereignis Klima wurden am häufigsten Ursachen ergänzt. Inhaltliche Häufungen wurden jedoch nicht beobachtet. Anzunehmen ist, dass die Thematik des Klimawandels im Vergleich zu den anderen beiden Ereignissen wahrscheinlich die stärkste mediale Präsenz und Geläufigkeit aufweist.

Hinsichtlich der Komplexität in Bezug auf die Anzahl der Beziehungen unterschieden sich die Kausalmodelle der Ereignisse ebenfalls. Hierbei war besonders der Vergleich zwischen dem Ereignis Regen und dem Ereignis Klima statistisch bedeutsam. Relativiert an der Anzahl der verwendeten Ursachen wurden im Ereignis Klima die meisten Verbindungen zwischen den Ursachen untereinander und zu dem Ereignis dargestellt, während für das Ereignis Regen am wenigsten Verbindungen eingezeichnet wurden. Dieser Befund deutet ebenfalls darauf hin, dass die Ereignisse als verschieden komplex wahrgenommen werden. Die kleinere Anzahl von Verknüpfungen des physikalischen Ereignisses Regen spiegelt bisherige Befunde insofern wider, dass in Erklärungsmodellen physikalischer Ereignisse weniger Verknüpfungen zwischen den Elementen eines Kausalmodells beobachtet wurden (Strickland, Silver, & Keil, 2017).

Die Annahme, dass mit größerer Komplexität das Vorliegen von Wechselwirkungen zwischen den Elementen in einem System zunimmt, zeigte die Stichprobe in der Generierung ihrer Kausalmodelle nicht. Diese strukturelle Ähnlichkeit zwischen den Ereignissen spiegelt theoretische Überlegungen zum Denken über komplexe Systeme dahingehend wider, dass komplexe Systeme meist vereinfacht mental repräsentiert werden (Sloman, & Fernbach, 2011).

Die Unterschiede in der Anzahl der eingezeichneten Verbindungen konnte auf die Art der unidirektionalen Verknüpfung zurückgeführt werden. Die Anzahl der unidirektionalen Verknüpfungen variierte signifikant zwischen den Ereignissen. Demgegenüber gab es keine Unterschiede in der Anzahl der bidirektionalen Verknüpfungen zwischen den Ereignissen. Insgesamt wurden mehr unidirektionale Beziehungen als bidirektionale Beziehungen von den Teilnehmenden dargestellt. Der Anteil der unidirektionalen Pfeile unter allen verwendeten Pfeilen war in allen Ereignissen deutlich größer als der Anteil bidirektionaler Pfeile. Dies zeigt sich zu bisheriger Forschung dahingehen als konsistent, dass Wechselwirkungen selten

konzeptualisiert und lineare Zusammenhänge häufiger mental repräsentiert werden (Jacobson, 2001; Sloman, & Fernbach, 2011). In Anbetracht der besonders häufigen Verwendung von unidirektionalen Verbindungen in den Kausalmodellen, sind die Ergebnisse dieser Untersuchung äquivalent zu der bisherigen Forschung, die davon ausgeht, dass kausale Netzwerke für natürliche Systeme einen unidirektionalen Charakter haben (White, 2008).

### 5.1.2 Strukturen der Kausalkognitionen und der Denkstile

Es wurden keine Zusammenhänge zwischen den Denkstilen der Probanden und den strukturellen Merkmalen ihrer Kausalmodelle festgestellt. Hypothesen 2a und 2b wurden daher verworfen.

Bezogen auf Hypothese 2a wurde die Bedeutung des holistischen Denkstils genauer betrachtet. Insgesamt zeigte die Stichprobe einen eher holistischen Denkstil ( $M = 5.16$ ,  $SD = 0.6$ ), da niedrige Werte der siebenstufigen AHS einen analytischen, und hohe Werte der AHS einen holistischen Denkstil darstellen. Bei Personen, die einen holistischen Denkstil zeigen, wird erwartet, dass sie komplexe Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen den Elementen eines Systems annehmen (Choi, Koo, & Choi, 2007). In den generierten Kausalmodellen wurden jedoch keine Zusammenhänge zwischen dem holistischen Denkstil und der Anzahl der verwendeten wechselseitigen Verknüpfungen beobachtet. Insgesamt wurde in der Stichprobe allgemein ein wesentlich höherer Anteil an unidirektionalen Beziehungen zur Beschreibung der Kausalmodelle verwendet. Die verwendete Methode der CMT erlaubt nur die Feststellung, dass eine unidirektionale Darstellungsweise gegenüber der bidirektionalen bevorzugt genutzt wurde, nicht jedoch, dass bidirektionale Verbindungen ausgeschlossen wurden.

Überdies wird der holistische Denkstil mit der Beachtung einer größeren Menge von Informationen bei kausalen Erklärungsprozessen assoziiert (Choi, Koo, & Choi, 2007). Für die Anzahl der verwendeten Ursachen bei der Erklärung der Ereignisse zeigte sich jedoch kein Zusammenhang zur Ausprägung des holistischen Denkens der Probanden. Insgesamt erwiesen sich somit die Kausalmodelle als relativ unabhängig von dem präferierten Denkstil.

Eine differenzierte Betrachtung der verschiedenen Dimensionen der AHS im Zusammenhang mit den strukturellen Merkmalen der Kausalmodelle, lieferte aufgrund zu geringer Korrelationen zwischen den Variablen der AHS-Subskalen und der Kausalmodelle keine weiteren Aufschlüsse. So bleibt unklar, wie sich beispielsweise ein Aufmerksamkeitsfokus auf Einzelteile in kausalen Prozessen von einem Aufmerksamkeitsfokus auf das große Ganze unterscheidet.

Gemäß Hypothese 2b wurde der *Systems Thinking* Denkstil auf Zusammenhänge mit den Strukturen der Kausalkognitionen untersucht. Analog zum dominierenden holistischen Denkstil, war auch das ST stark ausgeprägt ( $M = 5.65$ ,  $SD = 0.64$ ). Es zeigten sich keine bedeutsamen Korrelationen zwischen der Ausprägung im ST der Probanden und der Beschaffenheit ihrer Kausalmodelle. Während das Paradigma des ST die Annahme von Interaktionen zwischen den Elementen innerhalb eines Systems betont (Randle, & Stroink, 2012), wurden keine Zusammenhänge zwischen den Werten der Versuchsteilnehmenden im ST und der Anzahl der Verknüpfungen zwischen den Ursachen untereinander und mit dem Ereignis in ihren Kausalmodellen gefunden. Inwiefern sich die Zustimmung von Aussagen wie beispielsweise Item 5 „*Alle Systeme der Erde, vom Klima bis zur Wirtschaft, sind miteinander verknüpft.*“ in strukturellen Merkmalen von Kausalkognitionen verdeutlicht, konnte aufgrund der Datenlage nicht beantwortet werden. Einen weiteren Aspekt des systemischen Denkens kennzeichnet die starke Wahrnehmung der Veränderbarkeit und Dynamik von Systemen in Erklärungsprozessen. Die Anzahl der Verknüpfungen, sowie die Art der Verknüpfungen stand in keinem bedeutsamen Zusammenhang zur Ausprägung im ST der Versuchsteilnehmenden.

Abschließend ist anzumerken, dass die Werte des ST und des holistischen Denkstils in der Stichprobe hoch korrelierten ( $r = .7$ ,  $p < .01$ ). Zudem waren die Werte der AHS und STSR nicht normal- sondern rechtssteil verteilt. Dementsprechend ist es erklärlich, dass beide Skalen aufgrund ihrer hohen Korrespondenz miteinander und ihrer geringen Streuung nicht mit den Variablen der Kausalmodelle korrelierten. Ebenso waren die Streuungen von Variablen der CMT wie beispielsweise der möglichen Anzahl der verwendeten Ursachen durch die Vorgabe von Ursachen begrenzt. Es stellt sich die Frage, ob Zusammenhänge in Stichproben zu beobachten wären, die in Bezug auf die Denkstile heterogener zusammengesetzt sind. Es bleibt darüber hinaus zu klären, in welchen Komponenten kausaler Erklärungen sich ein präferierter Denkstil niederschlägt. Inwieweit eine bestimmte Art und Weise des Denkens die Performanz in kognitiven Aufgaben wie der Erklärung von Ereignissen beeinflusst, sollte in folgenden Untersuchungen überprüft werden. Limitationen der Erhebung und Interpretation der Denkstile werden in Kapitel 5.2 erläutert und fortführende Erhebungsmethoden und Studiendesigns vorgeschlagen, die den potentiellen Einfluss von Denkstilen genauer untersuchen könnten.

### 5.1.3 Strukturen der Kausalkognitionen und des Wissens

Es wurde gezeigt, dass das Wissen über den Klimawandel mit bestimmten strukturellen Merkmalen der Kausalmodelle im Zusammenhang steht. Hypothese 3 konnte somit teilweise bestätigt werden.

Insgesamt zeigte die Stichprobe ein relativ ausgeprägtes Wissen über den Klimawandel ( $M = 19.4$ ,  $SD = 3.22$ ). Im Mittel wurden 19 Punkte von insgesamt 26 möglichen Punkten im Wissenstest erreicht. Das generelle Wissen über den Klimawandel, gemessen am Gesamtscore der Wissensskala, war positiv mit der Anzahl der verwendeten Ursachen zur Erklärung des Klimawandels korreliert. Je höher das Wissen über den Klimawandel bei Versuchsteilnehmenden vorhanden war, desto mehr Ursachen wurden im Durchschnitt zur Erklärung des Ereignisses, warum sich das Klima langfristig ändert, hinzugezogen. Es scheint Versuchsteilnehmenden leichter gefallen zu sein, die potentiellen Ursachen in den Gesamtzusammenhang zu setzen, wenn sie über ein hohes Wissen über den Klimawandel verfügen. Wissen drückt sich in diesem Kontext durch die Kenntnisse der möglichen Einflussfaktoren aus. Hierbei muss jedoch bedacht werden, dass sich die Erhebung des Wissens auf den Kontext des Ereignisses *Klima* bezog. Zusammenhänge mit den strukturellen Merkmalen der anderen beiden Ereignisse und mit dem Gesamtscore im Wissenstest konnten nicht beobachtet werden.

Bei der genaueren Betrachtung der Beziehungen zwischen den Wissensarten und der Struktur der Kausalmodelle konnten Zusammenhänge zwischen dem *physikalischen Wissen* über den Klimawandel und der Anzahl der verwendeten Ursachen und der Anzahl der eingezeichneten Verknüpfungen gemessen werden. Höheres Wissen über die physikalischen Erklärungen des Klimawandels resultierte in der Verwendung von mehr Ursachen und mehr Verknüpfungen in den Modellen. Das physikalische Wissen der Probanden beeinflusste als Kovariate die Unterschiede zwischen den Strukturen ihrer Kausalmodelle.

Dieses Ergebnismuster zeigt sich konsistent zur Literatur, die Unterschiede der mentalen Repräsentationen von Kausalzusammenhängen zwischen Experten und Novizen postuliert (Jacobson et al., 2017). Experten strukturieren Kausalmodelle komplexer Systeme demnach mit stärkerer Vernetzung und Wechselwirkung der Elemente des Systems.

Die Zusammenhänge zwischen den Strukturen der Kausalkognitionen und dem Wissen deuten darauf hin, dass ein größeres Wissen über einen Sachverhalt dazu führt, ein Phänomen als komplexer wahrzunehmen und mental zu repräsentieren. Mithilfe von zukünftigen Untersuchungen mit Prä-Post-Design könnte der Einfluss von erhöhtem Wissen nach einer Wissensvermittlung zu einem bestimmten Thema genauer überprüft werden.

Es ist zu erwägen, ob Wissen über den Klimawandel mit naturwissenschaftlichem Wissen assoziiert werden kann. Die Selbsteinschätzungen der Versuchsteilnehmenden zu ihren Kenntnissen über Naturwissenschaften und Klimatologie zeigten einen positiven Zusammenhang zu ihrem Wissen über den Klimawandel. So ging höheres Wissen über den

Klimawandel mit einer höheren angenommenen Kenntnis über Naturwissenschaften einher,  $r = .41$ ,  $p < .01$ , sowie mit einer höheren angenommenen Kenntnis über Klimatologie,  $r = .47$ ,  $p < .01$ . Zukünftige Studien könnten neben den Selbsteinschätzungsmaßen mit reliablen Messinstrumenten die Kenntnisse der Probanden in Naturwissenschaften inhaltlich valide überprüfen.

In dieser Studie zeigte sich, dass die Zusammenhänge zwischen den Strukturen von Kausalkognitionen und dem Wissen von der Wissensart abhängig sind. Während in vorherigen Untersuchungen ein Einfluss von handlungsbezogenem Wissen auf die Komplexität von Erklärungsmodellen gefunden wurde (Verweij, & Van Densen, 2010), zeigte sich in der vorliegenden Studie kein Zusammenhang zwischen handlungsbezogenem Wissen über den Klimawandel mit strukturellen Merkmalen der Kausalmodelle. Es stellt sich die Frage, ob die Bedeutung der Wissensart für die Struktur der Kausalkognitionen kontextabhängig ist. Während in der Studie von Verweij und Van Densen (2010) Szenarien erklärt werden sollten, an denen die Befragten selbst beteiligt sind, waren die Ereignisse dieser Untersuchung entfernter von der Lebenswelt der Probanden und ihr handlungsbezogenes Wissen daher weniger relevant.

Insgesamt zeigte sich das Wissen über den Klimawandel, vor allem über physikalische Zusammenhänge, als wichtiger Einfluss auf Strukturen von Umweltkognitionen. In Kapitel 5.3 werden aus diesen Erkenntnissen praktische Implikationen offengelegt.

### 5.1.4 Wissen und Denkstile

Es zeigten sich keine Zusammenhänge zwischen dem Wissen der Probanden über den Klimawandel und der Ausprägung ihrer Denkstile im holistischen beziehungsweise systemischen Denken. Hypothese 4 wurde daher verworfen.

Um die Natur in ihrer Komplexität zu begreifen, soll die holistische Denkweise zu mehr Verständnis führen, da scheinbar voneinander unabhängige Komponenten leichter miteinander in ihren bestehenden Zusammenhängen verbunden werden können (Leong, Fischer, & McClure, 2014). Systemisches Denken wird als Fähigkeit betrachtet, komplexe ökologische Dilemmata zu verstehen (Davis, & Stroink, 2016). In dieser Untersuchung konnte jedoch kein Zusammenhang zwischen der Ausprägung der Personen im holistischen und systemischen Denken und der Höhe ihres Wissens über den Klimawandel beobachtet werden.

Es stellt sich die Frage, ob andere Parameter einen stärkeren Einfluss auf das Wissen über den Klimawandel haben als der Denkstil einer Person. Untersuchungen deuten darauf hin, dass beispielsweise das Weltbild von Personen ihr Wissen über den Klimawandel beeinflusst

(Stevenson et al., 2014). In dieser Untersuchung gaben Versuchsteilnehmende an, welche Bedeutung der Klimawandel in ihrem Leben hat. Diese Einstellung und die Präsenz der Thematik standen dabei in einem stärkeren Zusammenhang mit dem Wissen als ihre Denkstile. Angaben der Probanden zur persönlichen Bedeutung und Präsenz der Thematik Klimawandel wiesen einen positiven Zusammenhang zum Wissen über den Klimawandel auf: Das Wissen der Versuchsteilnehmenden korrelierte signifikant mit der wahrgenommenen Präsenz der Thematik im Leben der Probanden,  $r = .48, p < .01$ , und mit der persönlichen Beschäftigung mit dem Thema Klimawandel,  $r = .48, p < .01$ .

### 5.1.5 Domänenspezifische Strukturen der Kausalkognitionen

Um auf die Fragestellung 5 einzugehen werden die qualitativen Ergebnisse der multidimensionalen Skalierung und die deskriptiven Statistiken über die Vernetztheit der Ursachen genauer betrachtet. Mithilfe der Ergebnisse der MDS lassen sich erste Antworten auf die Frage nach domänenspezifischen Strukturen in den Kausalmodellen geben. In allen drei Ereignissen wurden die Distanzen zwischen den Ursachen entlang einer inhaltlich sehr ähnlichen Dimension abgebildet, die in Bezug zur psychologischen, menschlichen Domäne zu stehen schien. Ein Pol der Dimension umfasste Ursachen, die durch den Menschen beeinflussbar sind, und der andere Pol repräsentierte Ursachen, die weitestgehend unabhängig vom Menschen sind.

Die zweite Dimension in den MDS unterschied sich inhaltlich zwischen den Ereignissen und bezog sich auf die subjektive Wahrnehmung der Ursachen einerseits und deren räumliche Verortung andererseits. Im Ereignis Fischer unterschieden sich Ursachen demnach darin, ob sie sich eher auf den lokalen oder den globalen Kontext bezogen. Für die Ereignisse des Regens und des Klimas wurde jeweils eine Dimension abgebildet, welche die Bedingtheit der Ursachen durch die subjektive Wahrnehmung des Menschen oder die Quantifizierbarkeit der Ursachen durch den Menschen beschrieb. Im Ereignis Regen wurden Ursachen danach unterschieden, ob sie von der Wahrnehmung des Menschen abhängen oder tatsächlich vorhanden sind. Ursachen im Ereignis Klima wurden danach abgebildet, wie leicht sie quantifizierbar und beobachtbar sind. Beobachtbarkeit und Messbarkeit von Ursachen waren somit wichtige Faktoren für die Kausalketten in den Erklärungsmodellen. Dies wurde in bisheriger Forschung bislang bei kausalen Kognitionen von Kindern beobachtet (Harris, & Koenig, 2006; Legare, & Gelman, 2008). Die studentische Versuchsgruppe dieser Studie zeigte mit ihrer Performanz, dass die Beobachtbarkeit von Ursachen auch in anderen Alterskohorten relevant ist. Folgende

Untersuchungen sollten die Rolle der empirischen Verifizierbarkeit von Komponenten in Erklärungsmodellen weiterhin berücksichtigen.

Insgesamt deuten die Ergebnisse der multidimensionalen Skalierung darauf hin, dass Ursachen innerhalb ihrer Domänen im Modell näher beieinanderstehen und inhaltliche Gruppierungen bilden. So waren im Ereignis Fischer beispielsweise menschliche Ursachen untereinander dichter gruppiert als gegenüber biologischen, nicht-menschlichen Ursachen, während jedoch die biologischen Ursachen untereinander im Modell ebenfalls sehr nahe beieinanderlagen. In Bezug auf die bisherige Forschung zu Kausalkognitionen stellen die Erkenntnisse dieser Untersuchung einen neuen Kontext dar, welcher zunächst eine Präferenz domänenspezifischer Kausalketten gegenüber domänenübergreifenden aufzeigt (Lynch, & Medin, 2006). Jedoch wurden darüber hinaus Ursachen unterschiedlicher Domänen durchaus miteinander verknüpft, wenn auch über längere Kausalketten. Diese Befunde könnten nahelegen, dass für Kausalerklärungen zunächst domänenspezifische Kausalketten gebildet werden, welche allerdings in einem weiteren Schritt Verknüpfungen zu anderen Domänen aufweisen können. In Einklang damit lieferten auch die Dimensionen der MDS Hinweise darauf, dass Kausalmodelle zum Teil entlang der kognitiven Domänen strukturiert werden. So bildeten die psychologische und physikalische Domäne beispielsweise die Gegenpole einer Dimension.

In weiterführenden Analysen könnten die Häufigkeiten und die Art der Verknüpfung zwischen Ursachen verschiedener Domänen untersucht werden. So könnte man beispielsweise analysieren, in welchen Wirkrichtungen die Ursachen der Domänen zueinander gesetzt werden und ob es dabei domänenspezifische Besonderheiten gibt. Dafür muss eine klare Einteilung in die kognitiven Domänen und eine gleiche Anzahl von Ursachen jeder Domäne gegeben sein. Inhaltlich könnten Häufigkeiten bestimmter Kombinationen genauer untersucht werden und Aufschluss über Konzepte geben, die von vielen geteilt werden (White, 2008).

Zusätzlich zur MDS dienten die Variablen der Vernetztheit der Ursachen zur Interpretation der inhaltlichen Struktur der Modelle. Dabei zeigte sich beispielsweise, dass die Ursachen *Mensch* in den drei Ereignissen unterschiedlich stark verknüpft war. Im Ereignis *Regen*, das in keinem direkten Bezug zur psychologischen Domäne stand, war die Ursache *Mensch* sehr schwach in das Modell eingebunden. Dahingegen wurde die Ursache *Mensch* im Ereignis des sich ändernden Klimas besonders stark vernetzt. Diese Beobachtung deutet auf eine Kontextabhängigkeit von domänenspezifischen Erklärungsmustern hin. In diesem Fall wurde die Ursache einer Domäne auf verschiedene Art im Kausalmodell verknüpft. Bislang wurden domänenspezifische Strukturen von Kausalkognitionen für Phänomene beobachtet, die

in keinen spezifischen Kontext gesetzt waren (Strickland, Silver, & Keil, 2017). Das vorliegende Ergebnismuster legt nahe, dass nicht nur der Lebenskontext der Probanden eine domänenübergreifende kausale Erklärung auslöst (Lynch, & Medin, 2006), sondern auch die Kontextgebundenheit des zu erklärenden Ereignisses.

In allen drei Ereignissen waren die Ursachen *Zufall* und *Zeitpunkt* eher schwach in die Modelle eingebunden. Entsprechend schien die zusätzliche Dimension, welche in den dreidimensionalen Lösungen der MDS die Passung erhöhte, dazu zu dienen, die marginale Rolle von *Zufall* und *Zeitpunkt* in den drei Ereignissen sowie deren unterschiedliche Verknüpfungsarten mit weiteren Ursachen räumlich zu repräsentieren. Das Ergebnismuster deutet darauf hin, dass es sich besonders beim *Zufall* um eine eher distinkte Ursache handelt, die kaum mit anderen Ursachen in einer Kausalkette verknüpft wurde. So stellte die Ursache *Zufall* in allen Modellen ein Extrem der dritten Dimension dar und zeigte eine isolierte Stellung in der räumlichen Anordnung aller Ursachen der MDS. Untersuchungen wie die der Arbeitsgruppe um Le Guen deuten darauf hin, dass es sich bei der Ursache *Zufall* um ein besonderes und vielschichtiges Konzept handelt (Le Guen, Samland, Friedrich, Hanus, & Brown, 2015). *Zufall* tritt in kausalen Kognitionen als außergewöhnliche Art der Erklärung auf, die sich von gewohnten Kausalitäten unterscheidet. In Hinblick darauf, dass das Konzept *Zufall* linguistisch und kulturell bedingt große Variabilität aufweist und in kausalem Denken in besonderer Weise einbezogen wird (Le Guen et al., 2015), muss hier auf eine adäquate Interpretation dieser Ursache verzichtet werden. Wie die Ursache *Zufall* in die Struktur der Kausalmodelle eingebettet wird und in welchem Verhältnis sie zu kognitiven Domänen steht, bedarf weiterer gezielter Untersuchungen.

## 5.2 Limitationen

Im Folgenden sollen Grenzen des Versuchsdesigns und der inhaltlichen Interpretation diskutiert werden. Die methodischen Abläufe und Instrumente der Untersuchung werden evaluiert und mögliche Weiterentwicklungen vorgeschlagen.

### 5.2.1 Erhebung der Kausalkognitionen

Die Verwendung der *Cognitive Mapping Technique* kann bezüglich diverser Aspekte diskutiert werden. So bietet die CMT einerseits Vorteile durch die unterschiedlichen Ebenen der Auswertung und die Freiheitsgrade in der Anwendung je nach Forschungsfrage, Zielstichprobe und Studiendesign. Andererseits benötigt sie ebenso eine intensive Planung. So ist eine Herausforderung die Genauigkeit in den Instruktionen. Auf der einen Seite müssen die

Probanden ausreichende Informationen erhalten, um die Aufgabe adäquat lösen zu können und um ein ähnliches Aufgabenverständnis aller Teilnehmenden zu gewährleisten. Auf der anderen Seite kann eine zu genaue Aufgabenanweisung das Verhalten der Probanden beeinflussen und bestimmte Muster evozieren. Angepasst an die Forschungsfrage kann die Methode eher als erster Schritt explorativ eingesetzt werden oder aber hypothesenprüfend zu einem späteren Zeitpunkt innerhalb eines Forschungsprojektes. So variiert je nach Genauigkeit der Aufgabenanweisung die Varianz, die in der Performanz der Versuchsteilnehmenden zugelassen wird.

In der vorliegenden Untersuchung wurden beispielsweise die beiden möglichen Pfeilarten vorab visualisiert, sodass Probanden wussten, welche Arten von Verbindungen sie einsetzen können. Dabei stellt der Pfeil die einzige Information dar, die über den angenommenen Zusammenhang zwischen zwei Komponenten besteht. Weitere Informationen über die Vorstellungen zu den Zusammenhängen könnten Aufschluss über die Struktur der Kausalmodelle geben. Beispielsweise könnte zusätzlich erfasst werden, ob ein positiver oder negativer Zusammenhang zwischen zwei Ursachen angenommen wird, sodass das Vorliegen oder die Quantität einer Ursache die Stärke oder Menge einer anderen Ursache erhöht beziehungsweise vermindert.

Wie beim Einsatz der CMT in der Studie von Pabst (2013) könnte man mithilfe eines Interviews qualitativ erfassen, weshalb die Versuchspersonen die Verknüpfungen im Kausalmodell auf eine bestimmte Weise darstellen und welche Beziehungen sie damit begründen wollen. Eine weitere Möglichkeit wäre, bezogen auf die unidirektionalen Verknüpfungen explizit zu erfragen, ob Versuchsteilnehmende auch von einer wechselseitigen Beziehung ausgehen könnten oder ob sie diese definitiv ausschließen. Denkbar ist eine zusätzliche *Think-Aloud*-Anweisung während der Aufgabenbearbeitung. Damit könnten nicht nur zusätzliche Informationen über die angenommenen Beziehungen im Modell erfasst, sondern außerdem der gesamte gedankliche Prozess während der Generierung der Kausalmodelle sowie Reflexionen der Probanden dokumentiert werden.

Auf inhaltlicher Ebene stellte die Auswahl der Ereignisse und Ursachen einen zentralen Punkt in den Vorbereitungen der CMT dar. So wurden allen Probanden Ursachen vorgegeben, die zuvor viele Personen in den Vorstudien übereinstimmend genannt hatten. Dies sollte zu inhaltlich geteilten und plausiblen Ursachen führen sowie die Vergleichbarkeit der Modelle erhöhen. Jedoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich personenspezifische Parameter auf die Generierung der Erklärungsmodelle auswirkten. Expertise oder Interesse an einem bestimmten Inhalt, der in den Ereignissen angesprochen wird, könnte die Struktur der

Kausalmodelle beeinflussen. Steht ein inhaltliches Konzept für Probanden während der Generierung der Kausalmodelle besonders im Fokus, könnte die Integration der verschiedenen Ursachen und deren Verknüpfungen davon abhängen. Konkret könnte sich dies zum Beispiel für das Ereignis des Fischers darin zeigen, dass ein Proband mit umfassenden Biologiekenntnissen stärker biologische Ursachen fokussiert und vorrangig diese in komplexere Zusammenhänge setzt, während eine Person mit großer Fischereierfahrung verstärkt die Zusammenhänge zwischen Ursachen wie *Ausrüstung*, *Konkurrenz im Fischfang*, oder *Kompetenz des Fischers* in den Mittelpunkt des Kausalmodells stellt. Deshalb sollten stets die möglichen Einflussgrößen wie das Wissen oder Interesse der Versuchsteilnehmenden entsprechend des Inhaltes, der in der CMT thematisiert wird, erhoben werden. Da in dieser Untersuchung nur das Wissen und die Beschäftigung mit dem Thema Klimawandel erfragt wurden, können keine weiteren Aussagen über inhalts- und domänenspezifische Besonderheiten der Kausalmodelle in Abhängigkeit der Wissens- und Interessensgebiete von Personen getroffen werden.

Es ist zudem denkbar, dass der emotionale Zustand der Probanden in dieser Untersuchung möglicherweise die Performanz bei der Generierung der Kausalmodelle beeinflusste. Es bleibt unklar, ob die erfragten Ereignisse beispielsweise Ärger oder Besorgnis bei den Probanden ausgelöst haben. Während das Ereignis des ausbleibenden Regens etwas abstrakter erscheint, deutet das Ereignis des sich ändernden Klimas auf eine globalere, längerfristige Bedeutung hin. Um eine neutralere Formulierung als „Klimawandel“ oder „Klimaerwärmung“ zu nennen, wurde das Ereignis bewusst als „das sich langfristig ändernde Klima“ beschrieben. Für das Ereignis des außergewöhnlich großen Fischfangs könnte der daran beteiligte genannte Fischer eine Distanz zum Ereignis herstellen, da ihn Versuchsteilnehmende wahrscheinlich als fremde Person betrachten und das Ereignis in keinen starken Zusammenhang zu ihrer eigenen Lebenswelt bringen. So lässt sich nicht ausschließen, dass sich die Probanden mehr oder weniger stark von den Ereignissen betroffen fühlten und emotional in verschiedener Weise auf die Ereignisse reagierten. In folgenden Untersuchungen sollte man daher zusätzlich erfragen, in welcher Art und Intensität sich das Ereignis auf die Stimmung der Versuchspersonen auswirkt.

Bei der Auswahl der Ereignisse sollte die Komplexität gestuft und die Stärke der Verknüpfung zwischen den Domänen variiert werden. Es bleibt jedoch unklar, ob die Ereignisse als unterschiedlich komplex wahrgenommen und Komplexität daher in verschiedener Weise im Kausalmodell dargestellt wurden. Wie bereits diskutiert, steht das Wissen der Probanden im Zusammenhang zur Struktur ihrer Kausalmodelle. Dass das Wissen

die Wahrnehmung von Komplexität beeinflusst und dadurch nicht nur eine Variation der Komplexität zwischen den Ereignissen, sondern auch auf Innersubjektebene mit sich bringt, ist denkbar. Da das Wissen der Versuchsteilnehmenden als bedeutsame Kovariate ermittelt wurde, sollte der Einsatz der CMT stets mit der Erhebung von inhaltspezifischem Wissen einhergehen. Dadurch könnten beispielsweise die Daten der Distanz- und Häufigkeitsmatrizen bezüglich bestimmter Ursachenkombinationen in Zusammenhang zu inhaltlichem Wissen genauer untersucht werden und weitere Erkenntnisse liefern.

Insgesamt ist der Mehrwert des Einsatzes der CMT herauszustellen. Sie ermöglicht eine quantifizierbare Darstellung von Erklärungsmodellen. So können nicht nur inhaltliche Konzepte der Probanden, sondern auch zusätzliche Informationen über die angenommenen Beziehungen zwischen den Inhalten erfasst werden. Für weitere Untersuchungen und Implikationen im schulischen und Umweltbildungsbereich können die Ergebnisse dieser Studie genutzt werden. Während bisher Annahmen über die Ursachen des Klimawandels gefunden werden konnten (Reiße, 2016), geben die Daten dieser Untersuchung Informationen über die Beziehungen zwischen den angenommenen Ursachen und in welcher Weise sie im gesamten Kausalmodell integriert wurden. Dabei zeigte sich etwa, dass die Ursachen entlang einer Dimension angeordnet wurden, welche die Beeinflussbarkeit der Ursachen durch den Menschen darstellte. Zudem belegten die Ergebnisse, dass die Ursache *Mensch* eine der am stärksten in das Erklärungsmodell eingebundene Ursache war. So konnten mithilfe der CMT kognitive Strukturen detailreicher abgebildet werden, aus denen in Zukunft weitere Hypothesen entwickelt werden können. Für die CMT werden praktische Implikationen (Kapitel 5.3) und weitere Analysemöglichkeiten im Ausblick (Kapitel 5.4) vorgestellt.

### 5.2.2 Erhebung der Denkstile

In der Untersuchung wurden die AHS sowie die STSR in deutscher Version nach selbstständiger Übersetzung eingesetzt. Die sprachliche Korrektheit der Übersetzung wurde durch die Überprüfung von Muttersprachlern der englischen Sprache gewährleistet. Bezogen auf die inhaltliche Validität des Fragebogens sind jedoch weitere Überlegungen empfehlenswert. Dazu ist zugleich die ursprüngliche Entwicklung der Fragebögen zu beachten.

Die AHS wurde von Wissenschaftlern aus Südkorea entwickelt (Choi, Koo, & Choi, 2007). Im Rahmen interkultureller Forschung und Praxis gilt die Forschungsperspektive als wichtige methodische Rahmenbedingung, wobei zwischen der Innensicht, die emische Perspektive, und der Außensicht, der etischen Perspektive unterschieden wird (Busch, & Mayer, 2017). Dementsprechend ist bei der Verwendung der Messinstrumente zu beachten,

dass die AHS aus emischer Perspektive, also der Innensicht auf eine Kultur entwickelt wurde. Ob man jedoch von kulturübergreifenden, universellen Maßen ausgehen und damit die etische Perspektive einnehmen kann, bleibt fraglich. Daher stellt sich die Frage, wie zweckentsprechend die AHS im Kontext der vorliegenden Untersuchung als Maß für holistisches beziehungsweise analytisches Denken übernommen werden kann. Es erfolgte bereits eine Validierung der AHS anhand einer mexikanischen Stichprobe mit spanischem Fragebogen (Lechuga, Santos, Garza-Caballero, & Villarreal, 2011). In der vorliegenden Untersuchung an einer deutschen Stichprobe mit deutschem Fragebogen wurden nur zum Teil zufriedenstellende interne Konsistenzen der Skalen festgestellt. Durch Ausschluss von Items mit geringer Trennschärfe könnten interne Konsistenzen verbessert und die Länge des Fragebogens in zukünftigen Studien reduziert werden. Die interne Konsistenz der Gesamtskala lag nun bei Verwendung von 17 Items, nach Ausschluss der Items 4, 5, 7, 9, 10, 15 und 20, bei einem Cronbachs  $\alpha = .80$ . In den Analysen dieser Untersuchung wurden die Werte in den Subskalen der AHS nicht genauer betrachtet, jedoch ergeben sich durch die empfohlene Modifikation der Skala besonders hierbei verbesserte Gütekriterien. Für die verschiedenen Subskalen wurden für die Dimension *Causality* ein Cronbachs  $\alpha = .81$ , für die Dimension *Locus of Attention* ein Cronbachs  $\alpha = .61$ , für die Dimension *Perception of Change* ein Cronbachs  $\alpha = .70$  und für die Dimension *Attitude towards Contradiction* ein Cronbachs  $\alpha = .63$  berechnet.

In Untersuchungen, deren Schwerpunkt stärker auf den Konstrukten und Einordnung der Denkstile in kognitive Modelle liegt, sollte die Operationalisierung in Bezug auf die hier erfassten Skalenreliabilitäten, überarbeitet werden. Hinsichtlich theoretischer Überlegungen stellt sich dabei die Frage, ob die Formulierung von Items durch kulturspezifische Besonderheiten beeinflusst wurde. Eine Umformulierung von Items beziehungsweise das Hinzufügen weiterer Items, die womöglich kultursensitiver erfassen können, sollte in Erwägung gezogen werden.

Die eben erläuterten Überlegungen zur Erfassung des holistischen Denkstils können auf die Erfassung des *Systems Thinking* übertragen werden. Entwickelt wurde die Skala im angloamerikanischen Raum (Davis, & Stroink, 2016; Randle, & Stroink, 2012). Beispielsweise wirft Item 7 („*Adding just one more, small farm upstream from a lake can permanently alter that lake.*“) die Frage auf, ob es sich um kulturspezifische Formulierungen und Wortwahl handelt und eine wörtliche Übersetzung angebracht ist. Generell ist es empfehlenswert das Verfahren der Übersetzung-Rückübersetzung anzuwenden, um die Übertragbarkeit der Bedeutungen der Aussagen in der Original- und der übersetzten Sprache abzuwägen.

In dieser Untersuchung wurde für die STSR eine zufriedenstellende Skalenreliabilität festgestellt (Cronbachs  $\alpha = .80$ ). Durch Ausschluss von Items mit einer Trennschärfe kleiner als .3 könnte der Fragebogen in Zukunft in kürzerer Form eingesetzt werden. Nach Ausschluss der Items 1, 3 und 15 liegt in den Daten dieser Stichprobe ein Cronbachs  $\alpha = .82$  vor. Die Analysen, welche die Variablen der Denkstile einschlossen, wurden nochmals mit den neuen Werten nach Ausschluss der genannten Items berechnet. Dabei änderten sich keine Signifikanzen in den untersuchten Zusammenhängen.

Fraglich ist, ob die Konzepte des holistischen und systemischen Denkstils eher als Weltanschauung und Einstellungsdimension betrachtet werden sollten, als als eine Form kognitiver Vorgänge. Offen bleibt, ob es andere Konzepte zur Art und Weise des Denkens gibt, die einen bedeutsamen Einfluss auf Strukturen kausaler Kognitionen haben. So wird das ST und holistische Denken in der Literatur in Verbindung mit anderen Denkstilen wie beispielsweise dem *relational thinking* gebracht (Thibodeau, Frantz, & Stroink, 2016). In folgenden Studien, die sich verstärkt mit Denkstilen beschäftigen, sollten diese umfangreich charakterisiert und in einen Gesamtkontext gebracht werden.

### 5.2.3 Erhebung des Wissens

Die Skala zum Wissen über den Klimawandel und die vier Subskalen zu verschiedenen Wissensarten wiesen in der Untersuchung zum Teil keine akzeptablen internen Konsistenzen auf. Eine genauere Betrachtung der Testitems und der Hintergründe des Messinstruments ist daher nötig.

Die Entwicklung und Modifizierung des Wissenstests erfolgte im Rahmen von Erhebungen in der deutschsprachigen Schweiz (Shi, Visschers, & Siegrist, 2015; Tobler, Visschers, & Siegrist, 2012). Die Stichprobe der vorliegenden Untersuchung unterscheidet sich in verschiedenen Merkmalen von der Stichprobe, anhand deren die Wissensskala entwickelt und evaluiert wurde. Probanden der vorliegenden Untersuchung waren im Mittel wesentlich jünger, gehörten öfters dem weiblichen Geschlecht an und waren vorwiegend Studierende. In den vorherigen Stichproben war die Höhe des Bildungsniveaus weiter gestreut. Der Unterschied im Bildungsniveau und der damit verbundenen Nähe zur Wissensvermittlung seitens der Studierenden erschwert die adäquate Verwendung des gleichen Instruments zur Erfassung von Wissen über den Klimawandel. Bei der Betrachtung der Itemschwierigkeiten, die in der Erhebung von Shi, Visschers und Siegrist (2015) berechnet wurden fällt auf, dass der Anteil der richtigen Antworten der studentischen Stichprobe dieser Studie in vielen Items höher ausfiel. Mithilfe einer Itemanalyse konnten somit Items mit extremen Itemschwierigkeiten und

geringen Trennschärfen ermittelt werden. Beispielsweise wurden Item 16, 17, 21 und 22 von über 90% der Befragten richtig beantwortet. Da diese Items zudem Trennschärfen kleiner als .3 hatten, können sie in Zukunft aus dem Test ausgeschlossen werden. Für eine Stichprobe wie diese sind sie wenig aussagekräftig und vermindern die Reliabilität der Messung. Zur weiteren Erhöhung der Skalenreliabilität wurden zudem Item 3 und 20 ausgeschlossen. Daraus ergibt sich in kürzerer Fragebogen von insgesamt 20 Items. Nach Ausschluss der sechs Items wurden für die Gesamtskala ein Cronbachs  $\alpha = .69$  und für die Wissensart physikalisches Wissen Cronbachs  $\alpha = .51$ , kausales Wissen Cronbachs  $\alpha = .69$ , handlungsbezogenes Wissen Cronbachs  $\alpha = .69$ , und Wissen über Konsequenzen Cronbachs  $\alpha = .48$ .

Mit der Erhebung des Wissens zum Klimawandel konnten Zusammenhänge zwischen inhaltlichem Wissen zum Klimawandel und strukturellen Merkmalen der Kausalkognitionen zu diesem Ereignis untersucht werden. Für die beiden anderen Ereignisse wurde Vorwissen nicht explizit wie mit dem Wissenstest erhoben. Die Probanden gaben eine Selbsteinschätzung zum naturwissenschaftlichen Wissen und Wissen über Klimatologie, jedoch wurde das Wissen zu Wetterphänomenen beziehungsweise Fischfang nicht abgefragt. In zukünftigen Studien würden weitere Maße zur Bestimmung des faktischen Wissens eine differenziertere Betrachtung des Zusammenhangs zwischen Wissen und den Strukturen der Kausalkognitionen ermöglichen.

### 5.3 Implikationen

Aus den Befunden ergeben sich Implikationen für verschiedene Anwendungsbereiche. Für das Ziel, das Verständnis von natürlichen Ereignissen wie dem Klimawandel in der Bevölkerung zu erhöhen und erwünschtes Verhalten gegenüber der Umwelt zu motivieren, gibt die Studie wichtige Einblicke und Empfehlungen. Es zeigte sich, dass die Komplexität von ökologischen Ereignissen vereinfacht repräsentiert und kaum Wechselwirkungen zwischen Komponenten des Ökosystems angenommen werden. In Bildungskampagnen für nachhaltige Entwicklung sollte daher besonders auf das Thema Komplexität eingegangen werden, um die vielseitigen und voneinander abhängigen Dynamiken eines Ökosystems zu betonen.

Wie bereits in vorherigen Studien thematisiert wurde, kommt ein großer Teil der Bevölkerung durch die Medien mit Informationen über Umweltereignisse in Berührung (Nerb, & Spada, 2001). Dass es sich dabei vor allem um kurze, einseitige Berichterstattungen handelt und weniger auf weitreichende Zusammenhänge und langfristige Probleme eingegangen wird, erschwert eine adäquate mentale Repräsentation der Komplexität von Umweltereignissen (Wahl, Frings, Hermann, Nerb, & Spada, 2000). Wenn zwischen

verschiedenen Elementen, die das gesellschaftliche und natürliche System beeinflussen, bedeutsame wechselseitige Beziehungen bestehen, sollten diese in Medienberichten verdeutlicht werden. Insgesamt sprechen bereits viele Forschungsbefunde dafür, dass über die Zusammenhänge und Ursachen natürlicher Ereignisse verstärkt in den Medien berichtet werden muss, um die Gesellschaft über das globale Problem des Klimawandels ausreichend aufzuklären und zu sensibilisieren (Wibeck, 2014).

In Anbetracht der Befunde zur Bedeutung des Wissens für die Strukturen der Umweltkognitionen wird die Notwendigkeit der Wissensvermittlung über natürliche Systeme nochmals betont. Es wurde deutlich, dass das Wissen dazu beiträgt, Komplexität bezüglich der Menge beteiligter Ursachen und deren Wirkungen stärker anzunehmen. Ein ausgebildetes Verständnis über Ökosysteme und die Auswirkungen menschlichen Handelns wird durch ausreichendes Wissen erleichtert (Bord, O'Connor, & Fisher, 2000; Davis, & Stroink, 2016). Es bestehen bereits Vorschläge, wie der Klimawandel als komplexes System gelehrt werden kann. Eine wirksame Intervention bei jugendlichen Schülern beinhaltete zum Beispiel Unterrichtsmaterialien, die kausale Zusammenhänge des Klimawandels in Bezug zum Charakter komplexer Systeme stellten (Jacobson et al., 2017). Dabei wurden positive und negative Feedbackprozesse und die Nichtlinearität von Wirkungen in komplexen System analog zu relevanten Parametern und Kausalitäten im Klimageschehen vermittelt (Jacobson et al., 2017).

Über die Wissensvermittlung umweltbezogener Themen im Sinne der Bildung für nachhaltige Entwicklung hinaus, ergeben sich außerdem weitere Implikationen für die pädagogische Praxis in Schule und Universität. In vielen kognitionspsychologischen und pädagogischen Studien wird die Vermittlung von komplexen Systemen befürwortet, um das Verständnis von globalen gesellschaftlichen Problemen des 21. Jahrhunderts zu erhöhen (Goldstone, & Wilensky, 2008). Grundsätzlich soll dadurch der Wissenstransfer zwischen verschiedenen Fächern erleichtert werden. Dabei werden weitreichende positive Effekte für die Möglichkeiten interdisziplinärer Wissenschaft erwartet, da im Sinne komplexer Systeme eine neue ganzheitlichere Betrachtung verschiedener Fachgebiete eröffnet wird (Goldstone, & Wilensky, 2008). Vorgeschlagen wird daher, Konzepte über komplexe Systeme schon vor der Universität zu lehren, da Transfer von Wissen und die Verknüpfung von verschiedenen Konzepten als erstrebenswert gilt (Jacobson, & Wilensky, 2006).

Die Überlegungen zum Transfer der Konzepte von komplexen Systemen auf verschiedene Fachgebiete werden hier ebenfalls mit der Thematik der kognitiven Domänen in Verbindung gebracht. Dem Wissen über die Prinzipien komplexer Systeme wird eine

domänenübergreifende Anwendbarkeit zugeordnet (Goldstone, & Wilensky, 2008). Ein erhöhtes Verständnis von Dynamiken komplexer Systeme kann die Grenzen zwischen Domänen verringern und Interdisziplinarität fördern. So lassen sich weitere Implikationen für die pädagogische Praxis formulieren. Im universitären und schulischen Lehrkontext sollten Konzepte verschiedener Fachbereiche miteinander in Verbindung gebracht werden. Durch fächerübergreifenden Unterricht und Transfer verschiedener Lerninhalte auf andere Fachgebiete soll domänenübergreifendes Denken angeregt und praktiziert werden. Zu starke Grenzen zwischen Schul- beziehungsweise Universitätsfächern sollten aufgelockert und Verknüpfungen zu anderen Domänen hergestellt werden.

Für die pädagogische Praxis bietet die Untersuchung nicht nur inhaltliche Anhaltspunkte über die Zusammenhänge der kausalen Kognitionen, sondern liefert auch methodische Implementierungsmöglichkeiten. Die Nutzung der *Cognitive Mapping Technique* zur genaueren Betrachtung von Kausalkognitionen kann auch im schulischen Kontext nützliche Einblicke geben. Lehrende können mithilfe dieser Methode die mentalen Repräsentationen der Lernenden detailreicher abfragen. Auf inhaltlicher Ebene könnten mithilfe der Distanz- und Häufigkeitsmatrizen sowie weiteren Analysen wie der *causal network analysis* (White, 2008) Konsensmodelle betrachtet werden. Ergebnisse dieser Art wären dazu dienlich, die bestehenden kausalen Konzepte zu Umweltthemen mit Expertenwissen abzugleichen und Fehlkonzepte aufzudecken. Bestehende falsche Annahmen von Zusammenhängen könnten dadurch aufgeklärt und mit erhöhtem Wissen bessere Voraussetzungen für ein bewusstes Verhalten gegenüber der Umwelt geschaffen werden. Die Erkenntnisse ließen sich somit für die Gestaltung von schulischen Materialien beziehungsweise für Bildungsaktivitäten im Umweltkontext im Allgemeinen nutzen.

### **5.4 Ausblick**

Die Erkenntnisse über die Strukturen von Kausalkognitionen im Umweltkontext liefern Anknüpfungspunkte für weiterführende umweltpsychologische Forschung. So wurden domänenspezifische Merkmale der Strukturen offengelegt und die Bedeutung des Wissens über den Klimawandel festgestellt. Im Folgenden sollen nun Untersuchungsdesigns vorgestellt werden, die bestimmte Themen der vorliegenden Studie vertiefen und eine Verbindung zu weiteren Schwerpunkten psychologischer Forschungsfelder schaffen.

Zusätzliche Erkenntnisse über die Strukturen von kausalen Kognitionen lassen sich mit weiteren Prozeduren und Analysen erzielen. Die Daten, die mit Hilfe der CMT gewonnen wurden, können in stärker inhaltlich geleiteten Untersuchungen genauer ausgewertet werden.

Während der Fokus dieser Untersuchung auf der Struktur und der Art der Kausalbildung lag, wäre eine stärkere Quantifizierung der inhaltlichen Zusammenhänge der Kausalmodelle denkbar. Dies könnte beispielsweise in Anlehnung an die *causal network analysis* von White (2008) erfolgen. In einer Studie wurden dabei die sich gegenseitig beeinflussenden Faktoren innerhalb des Klimawandels und des Ökosystems Wald analysiert. Die Zusammenhänge zwischen den Einheiten, die vorher von Experten definiert und unter Vermeidung von Fachsprache formuliert wurden, konnten somit in einem Netzwerk abgebildet werden, welches die kausalen Modelle der Probanden repräsentierte (White, 2008). Darüber hinaus könnten zusätzlich die Stärke und die Richtung der Wirkung, die von Ursachen ausgeht, erfragt werden. In bayesianischen Netzwerken, die bereits zu mentalen Repräsentationen im Umweltkontext genutzt werden (De Beaufort, Sedki, & Fontenelle, 2015), werden positive und negative Effekte und die Größe der Effekte zwischen den Ursachen im Modell beschrieben.

Um die Interaktion zwischen Mensch und Umwelt im Zusammenspiel von Kognition, Emotion und Verhalten besser verstehen zu können, sollen kognitive Parameter in Zukunft in Relation zu affektiven und behavioralen Komponenten betrachtet werden. In dieser Studie zeigten sich Zusammenhänge zwischen dem Wissen der Probanden und ihren Selbsteinschätzungen über die Präsenz und die Beschäftigung mit der Thematik Klimawandel in der Lebenswelt. Ob das Thema Klimawandel präsent ist und wie sehr man sich damit beschäftigt könnte zudem im Zusammenhang zu einstellungsbezogenen Parametern stehen (Wibeck, 2014). In weiteren Untersuchungen könnten Einstellungsmaße wie die Annahme des menschengemachten Klimawandels erfasst werden (Stevenson et al., 2014; Wibeck, 2014).

Letztlich ist es für umweltpsychologische Forschung von Bedeutung, in welcher Beziehung der Mensch zur Natur steht. Eine entscheidende Frage ist dabei, ob sich der Mensch als Teil der Natur oder in einer Position außerhalb der Natur sieht (Nisbett, Peng, Choi, & Norenzayan, 2001). Wie sich in den Ergebnissen dieser Untersuchung zeigte, wurde der Mensch unterschiedlich in den gesamten Kontext eingebunden und die Art seiner Wirkung variierte zwischen den Ereignissen. So könnte das Selbstverständnis und Selbstkonzept des Menschen in Bezug zur Natur in weiteren Studien Beachtung finden.

Als ergänzenden Schritt, der die gesellschaftliche Relevanz der Forschung über die Interaktionen zwischen Menschen und ihrer Umwelt hervorhebt, sollten ferner behaviorale Komponenten miteinbezogen werden. Dabei wäre beispielsweise von Interesse bei welchen mentalen Repräsentationen von Umweltereignissen Menschen eher dazu neigen, sich im Umweltschutz zu engagieren oder ihr Konsumverhalten bewusst für Nachhaltigkeit zu verändern. Darüber hinaus sollte untersucht werden, wie die Akzeptanz und Befürwortung

politischer Maßnahmen im Umweltschutz von Umweltkognitionen und Wissen abhängt (Bord, O'Connor, & Fischer, 2000). Damit politische Entscheidungen von der Gesellschaft getragen, eigene Handlungsmöglichkeiten wahrgenommen und Verhaltensänderungen hin zu umweltschonendem Verhalten angeregt werden, müssen zugrundeliegende psychologische Zusammenhänge bekannt sein.

Während die Ergebnisse dieser Untersuchung kaum Hinweise auf einen Einfluss von Denkstilen auf die Bildung von Kausalerklärungen gegeben haben, könnte auf Grund der genannten Stichprobeneinschränkungen ein anderes Design eindeutiger Befunde hervorbringen. Dazu wäre ein mögliches Untersuchungsdesign mit Priming von Denkstilen denkbar. In einer Studie von Thibodeau, Winneg, Frantz und Flusberg (2016) wurden beispielsweise Metaphern eingesetzt, die ein systemisches Mindset anregen sollten. Versuchspersonen der Experimentalbedingung mit Priming durch systemische Metaphern zeigten eine andere Performanz bei Aufgaben zur Erklärung von Phänomenen als Probanden der Kontrollgruppe, die vorher keine systemischen Metaphern lasen. Bezogen auf die vorliegende Studie könnte ein Studiendesign entwickelt werden, welches zwei Experimentalgruppen vergleicht, worunter eine Gruppe Priming eines Denkstils erhält und die andere nicht. Dies kann Aufschluss darüber geben, inwieweit Umweltkognitionen in einen systemischen Kontext gerückt und eine ganzheitliche Betrachtung von umweltbezogenen Ereignissen angeregt werden kann. Damit werden inhaltliche Aspekte sowie metakognitive Parameter einbezogen.

Gleichwohl soll in kognitionspsychologischer Forschung die kulturelle Prägung von Kognitionen stets bedacht werden. Im Ganzen sollte man sich bei der Betrachtung der Ergebnisse darüber bewusst sein, dass diese an einer Stichprobe aus einer bestimmten Kultur, an einem bestimmten Ort und mit einer bestimmten Testsprache beobachtet wurden. Eine Vielzahl von kognitionspsychologischen Untersuchungen verweisen auf den Einfluss der Kultur und der Sprache, unter denen kognitive Prozesse stehen (Bang, Medin, & Atran, 2007; Gentner, & Goldin-Meadow, 2003; Legare, & Gelman, 2008). Um kausale Kognitionen auf Strukturen bezüglich ihrer Domänenspezifität zu analysieren, sollten zukünftig kulturelle und sprachliche Einflüsse ebenfalls berücksichtigt werden. So wird der Sprache eine Bedeutung für kognitive Prozesse wie der Wahrnehmung und Kategorisierung von Objekten zugesprochen (Gentner, & Goldin-Meadow, 2003). Medin und Atran (2004) beschäftigen sich etwa mit der *folk biology*, um kulturspezifische Konzeptualisierungen von lebenden Objekten aufzudecken. Kognitive Konsequenzen, die einer unterschiedlichen Konzeptualisierung von Natur und Mensch nachfolgen, wirken sich auf die angenommenen Kausalitäten in der Ökologie aus und

setzen den Menschen in verschiedener Art in Relation zur Natur (Bang, Medin, & Atran, 2007). Ferner können kulturelle Rahmenkonzepte wichtige Implikationen für ein besseres Verständnis von Konflikten über natürliche Ressourcen zwischen Kulturen liefern (Bang, Medin, & Atran, 2007). In weiterführenden Untersuchungen der Kausalkognitionen im Umweltkontext sollte daher die Bedeutung der Kultur beachtet und kulturvergleichende Versuchsdesigns umgesetzt werden.

### 5.5 Abschließendes Fazit

Die Strukturen von Kausalkognitionen im Umweltkontext konnten mithilfe der *Cognitive Mapping Technique* in vielfältiger Weise in Bezug zu bisheriger Forschung und diversen Konzepten wie den holistischen und systemischen Denkstilen sowie dem Wissen über den Klimawandel beleuchtet werden. Dabei wurde sowohl die Bedeutung der kognitiven Domänen als auch die Rolle von Wissen über die Umwelt herausgestellt. Es wurde zudem deutlich, dass der Umgang mit Komplexität im Umweltkontext von großer Relevanz ist. Ein Zugang und die Auseinandersetzung mit Komplexität sollen daher geschaffen und weitreichend gefördert werden. Für die Sensibilisierung der Gesellschaft von wichtigen Umweltthemen sollten die Komplexität und die Dynamiken von natürlichen Systemen im Bildungswesen und in den Medien umfassend dargestellt werden. Um das Bestreben der Menschen, sich die Welt zu erklären, weiterhin zu würdigen und zu unterstützen, sollen Kognitionen im Umweltkontext in der Forschung künftig umfassend eingebunden werden. So richtet die kognitionspsychologische Forschung einen geschärften Blick auf die Umweltkognitionen, denn: *die komplexe Natur der Natur ist komplex.*





## 6 Literaturverzeichnis

- Bang, M., Medin, D. L., & Atran, S. (2007). Cultural mosaics and mental models of nature. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *104*(35), 13868-13874.
- Berkes, F., & Berkes, M. K. (2009). Ecological complexity, fuzzy logic, and holism in indigenous knowledge. *Futures*, *41*(1), 6-12.
- Bord, R. J., O'Connor, R. E., & Fisher, A. (2000). In what sense does the public need to understand global climate change? *Public understanding of science*, *9*(3), 205-218.
- Borg, I. (2010). Multidimensionale Skalierung. In *Handbuch der sozialwissenschaftlichen Datenanalyse* (pp. 391-418). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Busch, D., & Mayer, C. H. (2017). Interkulturelle Mediation. In *Mediation als Wissenschaftszweig* (pp. 177-188). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Ceresia, F. (2017). Sunny Island. An Interactive Learning Environment to Promote Systems Thinking Education for Primary School Students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *237*, 980-985.
- Choi, I., Koo, M., & Choi, J. A. (2007). Individual differences in analytic versus holistic thinking. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *33*, 691-705.
- Corner, A. (2012). Psychology: Science literacy and climate views. *Nature Climate Change*, *2*(10), 710-711.
- Davis, A. C., & Stroink, M. L. (2016). The Relationship between Systems Thinking and the New Ecological Paradigm. *Systems Research & Behavioral Science*, *33*(4), 575-586.
- De Beaufort, L. B., Sedki, K., & Fontenelle, G. (2015). Inference reasoning on fishers' knowledge using Bayesian causal maps. *Ecological Informatics*, *30*, 345-355.
- De Kwaadsteniet, L., Hagemayer, Y., Krol, N. P., & Witteman, C. L. (2010). Causal client models in selecting effective interventions: a cognitive mapping study. *Psychological Assessment*, *22*(3), 581-592.
- Dörner, D. (1980). On the difficulties people have in dealing with complexity. *Simulation & Games*, *11*(1), 87-106.
- Gentner, D., & Goldin-Meadow, S. (Eds.). (2003). *Language in mind: Advances in the study of language and thought*. Cambridge: MIT Press.
- Goldstone, R. L., & Wilensky, U. (2008). Promoting transfer by grounding complex systems principles. *The Journal of the Learning Sciences*, *17*(4), 465-516.
- Harris, P., & Koenig, M. (2006). Trust in testimony: How children learn about science and religion. *Child Development*, *77*, 505-524.

- Holzbaur, U. (2016). Nachhaltigkeit Erleben. In *Events nachhaltig gestalten* (pp. 191-224). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Jacobson, M. J. (2001). Problem solving, cognition, and complex systems: Differences between experts and novices. *Complexity*, 6(3), 41-49.
- Jacobson, M. J., Markauskaite, L., Portolese, A., Kapur, M., Lai, P. K., & Roberts, G. (2017). Designs for learning about climate change as a complex system. *Learning and Instruction*, 52, 1-14.
- Jacobson, M. J., & Wilensky, U. (2006). Complex systems in education: Scientific and educational importance and implications for the learning sciences. *The Journal of the learning sciences*, 15(1), 11-34.
- Kahan, D. M., Peters, E., Wittlin, M., Slovic, P., Ouellette, L. L., Braman, D., & Mandel, G. (2012). The polarizing impact of science literacy and numeracy on perceived climate change risks. *Nature climate change*, 2(10), 732-735.
- Keil, F. (2006). Explanation and understanding. *Annual Review of Psychology*, 57, 227-254.
- Le Guen, O., Samland, J., Friedrich, T., Hanus, D., & Brown, P. (2015). Making sense of (exceptional) causal relations. A cross-cultural and cross-linguistic study. *Frontiers in psychology*, 6, 1-16.
- Lechuga, J., Santos, B. M., Garza-Caballero, A. A., & Villarreal, R. (2011). Holistic reasoning on the other side of the world: validation of the analysis-holism scale in Mexicans. *Cultural Diversity and Ethnic Minority Psychology*, 17(3), 325-350.
- Legare, C. H., & Gelman, S. A. (2008). Bewitchment, biology, or both: The co-existence of natural and supernatural explanatory frameworks across development. *Cognitive Science*, 32(4), 607-642.
- Leong, L. Y. C., Fischer, R., & McClure, J. (2014). Are nature lovers more innovative? The relationship between connectedness with nature and cognitive styles. *Journal of Environmental Psychology*, 40, 57-63.
- Leonhart, R. (2013). *Lehrbuch Statistik*. Bern: Huber.
- Lezak, S. B., & Thibodeau, P. H. (2016). Systems thinking and environmental concern. *Journal of Environmental Psychology*, 46, 143-153.
- Lynch, E., & Medin, D. (2006). Explanatory models of illness: a study of within-culture variation. *Cognitive psychology*, 53(4), 285-309.
- Moczek, N. (1994). Computergestützte Eignungsdiagnostik am Beispiel des Umweltspiels Ökolopoly. In Moosbrugger, H., & Frank, D. (Hrsg.), *Arbeiten aus dem Institut für*

*Psychologie der Johann Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt am Main. Riezlern Reader IV.*

- Nerb, J., & Spada, H. (2001). Evaluation of environmental problems: A coherence model of cognition and emotion. *Cognition & Emotion, 15*(4), 521-551.
- Nisbett, R. E., Peng, K., Choi, I., & Norenzayan, A. (2001). Culture and systems of thought: holistic versus analytic cognition. *Psychological review, 108*(2), 291-310.
- Pabst, L.L. (2013). *Born to be distressed? Kausalmodelle von Psychotherapeuten und Psychologie-Studierenden über pathologische und nicht-pathologische Phänomene.* University of Freiburg, Department of Psychology, Master thesis.
- Picabia, F., Gallissaires, P., & Mittelstädt, H. (1995). *Unser Kopf ist rund, damit das Denken die Richtung wechseln kann.* Hamburg: Ed. Nautilus.
- Randle, J. M., & Stroink, M. L. (2012). *Systems thinking cognitive paradigm and its relationship to academic attitudes and achievement.* Unpublished honors thesis. Lakehead University, Thunder Bay.
- Rehder, B. (2003). Categorization as causal reasoning. *Cognitive Science, 27*(5), 709-748.
- Reinfried, S., Aeschbacher, U., & Rottermann, B. (2012). Improving students' conceptual understanding of the greenhouse effect using theory-based learning materials that promote deep learning. *International Research in Geographical and Environmental Education, 21*(2), 155-178.
- Reiße, K. (2016). *Subjektive Wahrnehmung und Emotionen in Bezug auf den globalen und regionalen Klimawandel-ein interkultureller Vergleich zwischen Brasilien, China, Deutschland, Indien und den USA* Doctoral dissertation, Dissertation, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.
- Shi, J., Visschers, V. H., & Siegrist, M. (2015). Public perception of climate change: The importance of knowledge and cultural worldviews. *Risk Analysis, 35*(12), 2183-2201.
- Simon, K.-H., Rausch, L. (1990). Ökopolopoly - ein kybernetisches Umweltspiel. *Magazin für Computertechnik, 3*, 142-147.
- Sloman, S. A., & Fernbach, P. M. (2011). Human representation and reasoning about complex causal systems. *Information Knowledge Systems Management, 10*(1-4), 85-99.
- Stevenson, K. T., Peterson, M. N., Bondell, H. D., Moore, S. E., & Carrier, S. J. (2014). Overcoming skepticism with education: interacting influences of worldview and climate change knowledge on perceived climate change risk among adolescents. *Climatic change, 126*(3-4), 293-304.

- Strickland, B., Silver, I., & Keil, F. C. (2017). The texture of causal construals: Domain-specific biases shape causal inferences from discourse. *Memory & Cognition*, 45(3), 442-455.
- Suzuki, K., Yamaguchi, E., & Hokayem, H. (2015). Learning Progression for Japanese Elementary Students' Reasoning about Ecosystems. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 167, 79-84.
- Sweeney, L. B., & Stermann, J. D. (2007). Thinking about systems: Student and teacher conceptions of natural and social systems. *System Dynamics Review*, 23(2-3), 285-311.
- Thibodeau, P. H., Frantz, C. M., & Stroink, M. L. (2016). Situating a measure of systems thinking in a landscape of psychological constructs. *Systems Research and Behavioral Science*, 33(6), 753-769.
- Thibodeau, P., Winneg, A., Frantz, C., & Flusberg, S. (2016). The mind is an ecosystem. *Metaphor and the Social World*, 6(2), 225-242.
- Tobler, C., Visschers, V.H., & Siegrist, M. (2012). Consumers' knowledge about climate change. *Climatic Change*; 114(2),189-209.
- Verweij, M. C., & Van Densen, W. L. T. (2010). Differences in causal reasoning about resource dynamics and consequences for the participatory debate on North Sea fisheries. *Marine Policy*, 34(6), 1144-1155.
- Vester, F. (2004). Vernetztes Denken und Handeln als Ansatz zur Krisenbewältigung. In *Komplexitätsmanagement* (pp. 137-146). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Wahl, S., Frings, S., Hermann, F., Nerb, J., & Spada, H. (2000). So ein Ärger! - Die Rezeption von Zeitungsmeldungen über Umweltprobleme. *Medienpsychologie*, 12, 223-241.
- Wehn, I. (2003). Vernetztes Denken. Zum Tod des Umweltwissenschaftlers Frederic Vester. *Garten und Landschaft*, 113(12), 4-4.
- Wende, K. C., Nagels, A., Blos, J., Stratmann, M., Chatterjee, A., Kircher, T., & Straube, B. (2013). Differences and commonalities in the judgment of causality in physical and social contexts: an fMRI study. *Neuropsychologia*, 51(13), 2572-2580.
- White, P. A. (2008). Beliefs about interactions between factors in the natural environment: A causal network study. *Applied Cognitive Psychology*, 22(4), 559-572.
- Wibeck, V. (2014). Enhancing learning, communication and public engagement about climate change—some lessons from recent literature. *Environmental Education Research*, 20(3), 387-411.

## **Anhang**



## **Anhang A      Analysis-Holism-Scale**

### **Causality:**

- Item 5: Alles auf der Welt ist miteinander in einem ursächlichen Zusammenhang verknüpft. #
- Item 8: Jedes Phänomen hat eine Vielzahl von Konsequenzen zur Folge, auch wenn einige von ihnen nicht bekannt sind.
- Item 11: Nichts ist unverbunden.
- Item 17: Jedes Phänomen hat eine Vielzahl von Ursachen, obwohl einige der Ursachen nicht bekannt sein könnten.
- Item 21: Selbst eine kleine Veränderung in einem Teil des Universums kann zu einer bedeutsamen Änderung in anderen Teilen führen.
- Item 24: Alles im Universum ist irgendwie miteinander verbunden.

### **Attitude towards contradiction:**

- Item 1: Wir sollten Extreme vermeiden.
- Item 7: Einen Mittelweg in einer Auseinandersetzung zu suchen sollte vermieden werden. \* #
- Item 10: Es ist wichtiger einen Kompromiss zu finden als darüber zu diskutieren, wer Recht oder Unrecht hat, wenn die eigene Meinung mit der Meinung anderer in Konflikt steht.#
- Item 13: Es ist wünschenswerter, den Mittelweg zu nehmen als das Extreme zu wählen.
- Item 19: Wenn Meinungsverschiedenheiten zwischen Menschen bestehen, sollten sie Kompromisse suchen und die Meinung eines Jeden akzeptieren.
- Item 23: Es ist wünschenswert, in Harmonie statt in Uneinigkeit mit Personen zu sein, die anderer Meinung sind als man selbst.

### **Perception of Change:**

- Item 3: Zukünftige Ereignisse sind aufgrund von gegenwärtigen Situationen vorhersagbar. \*
- Item 6: Eine Person, die derzeit ehrlich ist, wird in der Zukunft ehrlich bleiben. \*
- Item 9: Eine Person, die momentan ein erfolgreiches Leben führt, wird weiterhin erfolgreich bleiben. \* #
- Item 14: Aktuelle Situationen können sich jederzeit ändern.
- Item 16: Wenn sich ein Ereignis in eine bestimmte Richtung entwickelt, wird es sich weiterhin in diese Richtung entwickeln. \*
- Item 18: Jedes Phänomen auf der Welt entwickelt sich in vorhersagbare Richtungen. \*

### **Locus of Attention:**

Item 2: Es ist wichtiger, auf den gesamten Kontext zu achten als auf Details.

Item 4: Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile. #

Item 12: Um das Verhalten einer Person zu verstehen, sollten wir sowohl die Situation, in der sie sich befindet, als auch ihre Persönlichkeit beachten.

Item 15: Es ist wichtiger, auf das Ganze zu achten anstatt auf seine Teile. #

Item 20: Es ist nicht möglich, die Einzelteile zu verstehen ohne das große Ganze in Betracht zu ziehen. #

Item 22: Um ein Phänomen zu verstehen, sollte das Ganze anstelle seiner Teile betrachtet werden.

\* Items werden rekodiert

# Items können aufgrund niedriger Trennschärfen (<.3) vom Fragebogen ausgeschlossen werden

## **Anhang B      Systems-Thinking-Scale**

1. Wenn ich in meinem Leben eine Entscheidung treffen muss, tendiere ich dazu, alle möglichen Konsequenzen für jede Wahlmöglichkeit zu beachten. #
2. Soziale Probleme, Umweltprobleme und wirtschaftliche Probleme sind alle voneinander getrennt. \*
3. Ich möchte wissen, wie Ereignisse oder Informationen zum großen Ganzen passen. #
4. Nur sehr umfassende Ereignisse können große Systeme wie die Wirtschaft oder Ökosysteme bedeutsam verändern. \*
5. Alle Systeme der Erde, vom Klima bis zur Wirtschaft, sind miteinander verknüpft.
6. Alles ist ständig im Wandel.
7. Es reicht aus, nur eine weitere kleine Farm flussaufwärts von einem See hinzuzufügen, sodass sich der See dauerhaft verändert.
8. Wenn ein Aufschwung oder ein Zusammenbruch in einem Teil der Weltwirtschaft stattfindet, geschieht dies, weil es jemand absichtlich so geplant oder gestaltet hat. \*
9. Letztlich kann man alle Probleme schlichtweg auf richtig oder falsch herunterbrechen.\*
10. Die Erde, einschließlich all ihrer Bewohner, ist ein lebendiges System.
11. Regeln und Gesetze sollten sich über die Zeit hinweg nicht sehr verändern. \*
12. Wenn ich Pläne mache und mein Verhalten kontrolliere, kann ich genau vorhersagen, wie sich mein Leben entfalten wird. \*
13. Scheinbar kleine Entscheidungen, die wir heute treffen, können letztlich bedeutende Konsequenzen haben.
14. Meine Gesundheit hat nichts mit dem zu tun, was in der Welt passiert. \*
15. Eine Gemeinschaft kann sich in einer neuen Form organisieren, die nicht von einer Behörde oder einer Regierung geplant oder gestaltet wurde. #

\* Items werden rekodiert

# Items können aufgrund niedriger Trennschärfen (<.3) vom Fragebogen ausgeschlossen werden

## Anhang C Wissenstests zum Klimawandel

1. Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) entsteht unter anderem bei der Verbrennung von Öl.
2. CO<sub>2</sub> ist ein Treibhausgas.
3. Treibhausgase halten die Wärmeabstrahlung der Erde teilweise zurück. #
4. CO<sub>2</sub> ist für Pflanzen schädlich. \*
5. Kernkraftwerke stoßen während des Betriebs CO<sub>2</sub> aus. \*
6. Das Ozonloch ist die Hauptursache für den Treibhauseffekt. \*
7. Bei gleicher Menge ist CO<sub>2</sub> für das Klima schädlicher als Methan. \*
8. Der weltweite CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Atmosphäre hat in den letzten 250 Jahren zugenommen.
9. Der Klimawandel wird hauptsächlich durch Menschen verursacht.
10. Die Zunahme von CO<sub>2</sub> ist mit großer Wahrscheinlichkeit die Hauptursache des Klimawandels.
11. Die Hauptursache für den Klimawandel sind natürliche Ursachen (z.B. die wechselnde Sonnenintensität oder Vulkanausbrüche). \*
12. Der weltweite Temperaturanstieg im letzten Jahrhundert war der größte seit 1'000 Jahren.
13. Die 90er Jahre waren weltweit das wärmste Jahrzehnt des letzten Jahrhunderts.
14. Der heutige weltweite CO<sub>2</sub>-Wert in der Atmosphäre ist in den letzten 650'000 Jahren bereits aufgetreten. \*
15. Das Ausschalten von elektrischen Geräten, wenn sie nicht in Gebrauch sind, kann viel Energie sparen.
16. Um im Winter zu lüften, ist es am klimafreundlichsten, wenn ein Kippfenster für längere Zeit geöffnet wird. \* #
17. Das Verlagern der Produktion und somit den dazugehörigen CO<sub>2</sub>-Ausstoß in andere Länder reduziert den Klimawandel. \* #
18. Pro Person und Kilometer ist der durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Ausstoß eines Autos um ein Vielfaches höher als bei einem Zug.
19. Die Produktion von Fleisch- und Milchprodukten führt zu einem höheren CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Kg Lebensmittel als die Produktion von Gemüse.
20. Es wird weniger Energie verbraucht, wenn man einen vollen Wasserkocher anstatt zwei halbe Wasserkocher erhitzt, um eine Kanne Tee zuzubereiten. #

21. Für die nächsten Jahrzehnte erwartet die Mehrheit der Klimaforscher, dass...  
...bei einem wärmeren Klima mehr Eis an den Polkappen schmilzt, wodurch der Meeresspiegel insgesamt steigen wird. #
22. Für die nächsten Jahrzehnte erwartet die Mehrheit der Klimaforscher, dass...  
...Extremereignisse wie Dürren, Überflutungen, Hochwasser und Stürme tendenziell zunehmen werden. #
23. Für die nächsten Jahrzehnte erwartet die Mehrheit der Klimaforscher, dass...  
... das Klima abkühlen wird. \*
24. Für die nächsten Jahrzehnte erwartet die Mehrheit der Klimaforscher, dass...  
... bei einem wärmeren Klima mehr Wasser verdunstet, wodurch der Meeresspiegel insgesamt sinken wird. \*
25. Für die nächsten Jahrzehnte erwartet die Mehrheit der Klimaforscher, dass...  
... sich das Klima weltweit gleichmäßig verändern wird. \*
26. Für die nächsten Jahrzehnte erwartet die Mehrheit der Klimaforscher, dass...  
... Niederschläge weltweit in allen Regionen zunehmen werden. \*

\* falsche Aussagen

# Items können aufgrund sehr niedriger bzw. sehr hoher Itemschwierigkeit und niedriger Trennschärfe in zukünftigen Erhebungen bei vergleichbaren Stichproben ausgeschlossen werden

## **Anhang D      Ergänzte Ursachen in den Kausalmodellen**

### **Ereignis Regen**

Wechsel von Warmzeit zu neuer Kaltzeit unabhängig vom Mensch; zu wenig Wälder; Vorlieben; Veränderungen in der Umwelt; Meeresströmungen; Wirtschaft; Landschaftsform; Wind kommt aus einer anderen Richtung; neue Innovationen wie das "Wolken abschießen"; Bebauung; natürliche Schwankungen; Erderwärmung (2x); Sonderereignisse, wie Hurricanes, Erdbeben; Verschiebung der Jahreszeiten; vorausgegangene Naturkatastrophen; Lebensstandard; Luftfeuchtigkeit; physikalische, vom Menschen nicht beeinflussbare Veränderungen (z.B. Änderung d. Umlaufbahn); Globalisierung; Umweltkatastrophen; Treibhausgasemissionen; natürlich bedingt; Global Warming (2x); Trockenzeit / Dürre; Industrie; extreme Wetterzustände irgendwo auf der Welt; nicht überall regnet es im Herbst; falsche Vorhersage; ungünstige Landnutzung (riesige Viehherden); Vorerfahrung; künstliche Bewässerung; hoher CO<sub>2</sub>-Ausstoß; maritim; Regen im Nachbargebiet; Bevölkerungsdichte; Änderung der üblichen Meeres- & Luftströme in anderen Teilen der Welt; normale Abweichung die früher schon beobachtet werden konnten; Vegetationsrückgang; Treibhausgase; Hitze/Trockenheit; Klimaerwärmung; Umweltereignisse z.B. veränderte Meeresströme; Nicht jedes Jahr ist gleich; Schmelzen der Polkappen; angegriffene Ozonschicht; kontinental; Nachbargebiet; veränderte Luftströme und Richtungen, in die sich das Wetter bewegt; natürliche Veränderungen; veränderte Meeresströme; Meeresspiegel +- Temperatur; höhere UV-Strahlung; Höhe über dem Meeresspiegel

## **Ereignis Fischer**

Naturereignisse (Bsp. Naturkatastrophen); Ort; natürliche Nahrungskette; Fangart; Jahreszeit (3x); Verhalten von Raubtieren, deren Nahrung die Fische sind; Hunger des Fischers / Bedürfnisse; Verschmutzung (3x); Entscheidungen; Fischmethode; natürliche Ereignisse (Bspw. El Nino, la Nina, NAO...); Jahres-/Tageszeit (2x); Politik; Klima; Skrupellosigkeit; Geduld; Globalisierung; Dauer des Fischens; (kein) Bewusstsein über eigene Handlungsfolgen; klimatische Veränderungen (2x); Tagesform/genetische Voraussetzungen; Gesetze & Reglementierungen; finanzielle Lage des Fischers; Industrie; Fischmarkt; Industrialisierung; Erfahrung des Fischers; Futter; Wassertemperatur (2x); Netzgröße/Bootsgröße; Gesetze; Motivation; Abwesenheit von Fressfeinden der Fische; Fangquoten; Umweltverschmutzung; Strategie beim Fang; Motivation / Laune am bestimmten Tag; Herkunftsland; Futtergebiet des Fangs; Fischkonsum; wachsendes Konsumverhalten; Gesetzesverstoß; Anzahl andere Fischer; Angebot und Nachfrage; veränderte Laichgebiete; Überfischung der konkurrierenden Fischart; Aussterben von Fischarten; Technische Fortschritte; Kompetenz anderer Fischer; verfügbare Nahrung (z.B. biologische Verschmutzung); Wasserströmung; Vorkommen von Futter der Fische (Algen, Krabben, kleinere Fische)

## Ereignis Klima

Ende der momentanen Eiszeit; Politik (4x); zu kurzfristiges Denken und Handeln; Umweltbewusstsein; Tiere; Landwirtschaft (3x); Naturerscheinungen (-) Katastrophen; klimabedingte Naturveränderungen (Methanfreisetzung); Meeresströme verändern sich (Humboldtstrom, Golf von Mexiko); Essverhalten; Wissenschaft; gestiegene Ansprüche; Egoismus (5x); Arroganz; Fokus auf wirtschaftliche Interessen (2x); Landnutzung & Landnutzungsänderung; Forschung; Atomunfälle; Abholzung des Regenwaldes; Geld; schmelzende Pole; unklare/unbekannte Ursachen; Machtgier / Geldgier; Gefühl der Überlegenheit und Unverletzbarkeit der Menschheit; politische Indoktrinierung; Schädigung der Ozonschicht; Ignoranz (2x); Evolution; Global Warming; Naturkatastrophen; Abgase; Artensterben; Naturschutz; Marktwirtschaft; Überproduktion; Wärmeperiode; Nahrungsmittelkette; Mensch ändert Verhalten --> Bewusstsein; individualistische Gesellschaften, Konzentration auf ein Selbst, Natur /Umwelt gerät aus dem Fokus; Konsumzwang; Veränderungen im Sonnensystem (langfristig); Negation des Klimawandels; Sturheit/Unbelehrbarkeit; astronomische Konstellationen; Massentierhaltung; politische Fehlentscheidungen; Globalisierung (2x); Gewinnstreben; Nahrungsversorgung; Jahreszeitenwechsel; Profitorientiert Profit; Profit-Orientierung; mangelnde Handlungsbereitschaft; Veränderung von Ökosystemen; Gewinn als höchstes Ziel; Man made; Armut; Ozonschicht; Schmelzen des Eis an den Polen; "falsche" Ernährung; technischer Fortschritt / regenerative Energien; "wirtschaftliche" Nutzung von Lebensraum; Kälteperiode; Temperatur; Sonnenaktivität; Erdbeben, Tsunamis, Hurricanes; Zerstörung der Atmosphäre; Umweltschutz; Gleichgültigkeit; Verkehr; Niederschlag; Konkurrenz zwischen Industrieländern; vegetative Veränderungen; Meteoriteneinschläge; Temperaturerhöhung; natürlicher Verlauf; Fleisch; kurzfristiges Denken; Schmelzendes Eis; steigendes Bewusstsein für Klima; außergewöhnliche Ereignisse (unkontrollierbar); normale Schwankung; Erderwärmung; Temperaturenanstieg; veränderte Meeresströme; Dürren; großer Wasserverbrauch; veränderte Essgewohnheiten (z.B. hoher Fleischkonsum), Zerstörung der Ozonschicht

## Anhang E      Multidimensionale Skalierung Ereignis Regen

Tabelle 2

*Koordinaten der 2-dimensionalen Lösung*

*für das Ereignis Regen*

### Endgültige Koordinaten

	Dimension	
	1	2
Mensch	,751	,481
Zufall	-,273	-,671
Zeitpunkt	,210	-,722
Klimatische Veränderungen	,165	,210
Hochdruckgebiet	-,463	,127
Verschmutzung	,397	,573
Erwartungen	1,018	-,244
Geographische Lage	-,672	-,218
Temperatur	-,170	,323
Wolkenbildung	-,582	,457
Abweichung von der Norm	,450	-,218
Wind	-,694	,161
Ereignis Regen	-,136	-,258

Tabelle 3

*Anordnung der Ursachen entlang Dimension 1*

*der 2-dimensionalen Lösung für das Ereignis Regen*

**Endgültige Koordinaten**

	Dimension
	1
Wind	-,694
Geographische Lage	-,672
Wolkenbildung	-,582
Hochdruckgebiet	-,463
Zufall	-,273
Temperatur	-,170
Ereignis Regen	-,136
Klimatische Veränderungen	,165
Zeitpunkt	,210
Verschmutzung	,397
Abweichung von der Norm	,450
Mensch	,751
Erwartungen	1,018

Tabelle 4

*Anordnung der Ursachen entlang Dimension 2*

*der 2-dimensionalen Lösung für das Ereignis Regen*

**Endgültige Koordinaten**

	Dimension
	2
Zeitpunkt	-,722
Zufall	-,671
Ereignis Regen	-,258
Erwartungen	-,244
Geographische Lage	-,218
Abweichung von der Norm	-,218
Hochdruckgebiet	,127
Wind	,161
Klimatische Veränderungen	,210
Temperatur	,323
Wolkenbildung	,457
Mensch	,481
Verschmutzung	,573

Tabelle 5

*Koordinaten der 3-dimensionalen Lösung für das Ereignis Regen*

<b>Endgültige Koordinaten</b>			
	Dimension		
	1	2	3
Mensch	,753	-,430	-,098
Zufall	-,110	,641	-,375
Zeitpunkt	,054	,021	,756
Klimatische Veränderungen	,166	-,169	-,072
Hochdruckgebiet	-,518	,053	-,258
Verschmutzung	,399	-,467	-,305
Erwartungen	,972	,235	,230
Geographische Lage	-,598	,196	,281
Temperatur	-,188	-,270	-,031
Wolkenbildung	-,578	-,379	,166
Abweichung von der Norm	,405	,405	-,184
Wind	-,629	-,222	-,172
Ereignis Regen	-,128	,387	,061

Tabelle 6

*Anordnung der Ursachen entlang Dimension 1*

*der 3-dimensionalen Lösung für das Ereignis Regen*

<b>Endgültige Koordinaten</b>	
	Dimension
	1
Wind	-,629
Geographische Lage	-,598
Wolkenbildung	-,578
Hochdruckgebiet	-,518
Temperatur	-,188
Ereignis Regen	-,128
Zufall	-,110
Zeitpunkt	,054
Klimatische Veränderungen	,166
Verschmutzung	,399
Abweichung von der Norm	,405
Mensch	,753
Erwartungen	,972

Tabelle 7

*Anordnung der Ursachen entlang Dimension 2*

*der 3-dimensionalen Lösung für das Ereignis Regen*

<b>Endgültige Koordinaten</b>	
	Dimension
	2
Verschmutzung	-,467
Mensch	-,430
Wolkenbildung	-,379
Temperatur	-,270
Wind	-,222
Klimatische Veränderungen	-,169
Zeitpunkt	,021
Hochdruckgebiet	,053
Geographische Lage	,196
Erwartungen	,235
Ereignis Regen	,387
Abweichung von der Norm	,405
Zufall	,641

Tabelle 8

*Anordnung der Ursachen entlang Dimension 3*

*der 3-dimensionalen Lösung für das Ereignis Regen*

<b>Endgültige Koordinaten</b>	
	Dimension
	3
Zufall	-,375
Verschmutzung	-,305
Hochdruckgebiet	-,258
Abweichung von der Norm	-,184
Wind	-,172
Mensch	-,098
Klimatische Veränderungen	-,072
Temperatur	-,031
Ereignis Regen	,061
Wolkenbildung	,166
Erwartungen	,230
Geographische Lage	,281
Zeitpunkt	,756

## Anhang F      Multidimensionale Skalierung Ereignis Fischer

Tabelle 9

*Koordinaten der 2-dimensionalen Lösung*

*für das Ereignis Fischer*

	Endgültige Koordinaten	
	Dimension	
	1	2
Mensch	,747	-,109
Ausrüstung	,809	,498
Kompetenz des Fischers	,545	,233
Gewässerqualität	-,250	-,708
Verhalten der Fischschwärme	-,477	-,040
Fischvorkommen	-,160	-,434
Fanggebiet	,132	-,394
Wasserströmungen	-,670	-,284
Wetterlage	-,733	,259
Zufall	-,430	,750
Zeitpunkt	-,222	,473
Konkurrenz im Fischfang	,567	-,470
Ereignis Fang	,142	,226

Tabelle 10

*Anordnung der Ursachen entlang Dimension 1*

*der 2-dimensionalen Lösung für das Ereignis Fischer*

**Endgültige Koordinaten**

	Dimension
	1
Wetterlage	-,733
Wasserströmungen	-,670
Verhalten der Fischeschwärme	-,477
Zufall	-,430
Gewässerqualität	-,250
Zeitpunkt	-,222
Fischvorkommen	-,160
Fanggebiet	,132
Ereignis Fang	,142
Kompetenz des Fischers	,545
Konkurrenz im Fischfang	,567
Mensch	,747
Ausrüstung	,809

Tabelle 11

*Anordnung der Ursachen entlang Dimension 2*

*der 2-dimensionalen Lösung für das Ereignis Fischer*

**Endgültige Koordinaten**

	Dimension
	2
Gewässerqualität	-,708
Konkurrenz im Fischfang	-,470
Fischvorkommen	-,434
Fanggebiet	-,394
Wasserströmungen	-,284
Mensch	-,109
Verhalten der Fischeschwärme	-,040
Ereignis Fang	,226
Kompetenz des Fischers	,233
Wetterlage	,259
Zeitpunkt	,473
Ausrüstung	,498
Zufall	,750

Tabelle 12

*Koordinaten der 3-dimensionalen Lösung für das Ereignis Fischer*

<b>Endgültige Koordinaten</b>			
	Dimension		
	1	2	3
Mensch	,709	-,226	,008
Ausrüstung	,806	,420	-,216
Kompetenz des Fischers	,537	,164	-,152
Gewässerqualität	-,255	-,627	-,237
Verhalten der Fischeschwärme	-,509	-,039	,299
Fischvorkommen	-,185	-,448	,198
Fanggebiet	,137	-,401	-,276
Wasserströmungen	-,610	-,159	-,259
Wetterlage	-,630	,361	-,183
Zufall	-,339	,546	,524
Zeitpunkt	-,182	,451	-,438
Konkurrenz im Fischfang	,396	-,263	,552
Ereignis Fang	,125	,221	,181

Tabelle 13

*Anordnung der Ursachen entlang Dimension 1*

*der 3-dimensionalen Lösung für das Ereignis Fischer*

<b>Endgültige Koordinaten</b>	
	Dimension
	1
Wetterlage	-,630
Wasserströmungen	-,610
Verhalten der Fischeschwärme	-,509
Zufall	-,339
Gewässerqualität	-,255
Fischvorkommen	-,185
Zeitpunkt	-,182
Ereignis Fang	,125
Fanggebiet	,137
Konkurrenz im Fischfang	,396
Kompetenz des Fischers	,537
Mensch	,709
Ausrüstung	,806

Tabelle 14

*Anordnung der Ursachen entlang Dimension 2*

*der 3-dimensionalen Lösung für das Ereignis Fischer*

<b>Endgültige Koordinaten</b>	
	Dimension
	2
Gewässerqualität	-,627
Fischvorkommen	-,448
Fanggebiet	-,401
Konkurrenz im Fischfang	-,263
Mensch	-,226
Wasserströmungen	-,159
Verhalten der Fischeschwärme	-,039
Kompetenz des Fischers	,164
Ereignis Fang	,221
Wetterlage	,361
Ausrüstung	,420
Zeitpunkt	,451
Zufall	,546

Tabelle 15

*Anordnung der Ursachen entlang Dimension 3*

*der 3-dimensionalen Lösung für das Ereignis Fischer*

<b>Endgültige Koordinaten</b>	
	Dimension
	3
Zeitpunkt	-,438
Fanggebiet	-,276
Wasserströmungen	-,259
Gewässerqualität	-,237
Ausrüstung	-,216
Wetterlage	-,183
Kompetenz des Fischers	-,152
Mensch	,008
Ereignis Fang	,181
Fischvorkommen	,198
Verhalten der Fischeschwärme	,299
Zufall	,524
Konkurrenz im Fischfang	,552

## Anhang G      Multidimensionale Skalierung Ereignis Klima

Tabelle 16

*Koordinaten der 2-dimensionalen Lösung*

*für das Ereignis Klima*

### Endgültige Koordinaten

	Dimension	
	1	2
Mensch	-,683	,234
Treibhausgase	,076	,332
Industrie	-,305	-,195
Naturbedingte Einflüsse	,750	,029
Zufall	,878	-,445
Nutzung fossiler Energieträger	-,218	,170
Unwissenheit	-,773	-,464
Verschmutzung	-,078	-,437
Vegetationsrückgang	,321	-,361
Bevölkerungswachstum	-,499	,534
Zeitpunkt	,770	,587
Lebensstandard	-,701	-,010
Ereignis Klima	,463	,025

Tabelle 17

*Anordnung der Ursachen entlang Dimension 1*

*der 2-dimensionalen Lösung für das Ereignis Klima*

**Endgültige Koordinaten**

	Dimension
	1
Unwissenheit	-,773
Lebensstandard	-,701
Mensch	-,683
Bevölkerungswachstum	-,499
Industrie	-,305
Nutzung fossiler Energieträger	-,218
Verschmutzung	-,078
Treibhausgase	,076
Vegetationsrückgang	,321
Ereignis Klima	,463
Naturbedingte Einflüsse	,750
Zeitpunkt	,770
Zufall	,878

Tabelle 18

*Anordnung der Ursachen entlang Dimension 2*

*der 2-dimensionalen Lösung für das Ereignis Klima*

**Endgültige Koordinaten**

	Dimension
	2
Unwissenheit	-,464
Zufall	-,445
Verschmutzung	-,437
Vegetationsrückgang	-,361
Industrie	-,195
Lebensstandard	-,010
Ereignis Klima	,025
Naturbedingte Einflüsse	,029
Nutzung fossiler Energieträger	,170
Mensch	,234
Treibhausgase	,332
Bevölkerungswachstum	,534
Zeitpunkt	,587

Tabelle 19

*Koordinaten der 3-dimensionalen Lösung für das Ereignis Klima*

	Dimension		
	1	2	3
Mensch	,537	,371	-,066
Treibhausgase	-,051	-,474	-,286
Industrie	,363	-,309	,098
Naturbedingte Einflüsse	-,666	,215	-,017
Zufall	-,875	-,043	,396
Nutzung fossiler Energieträger	,297	-,493	-,197
Unwissenheit	,568	,481	,394
Verschmutzung	,103	-,191	,383
Vegetationsrückgang	-,301	,019	,309
Bevölkerungswachstum	,466	,241	-,422
Zeitpunkt	-,681	,406	-,491
Lebensstandard	,707	-,040	,021
Ereignis Klima	-,467	-,182	-,122

Tabelle 20

*Anordnung der Ursachen entlang Dimension 1*

*der 3-dimensionalen Lösung für das Ereignis Klima*

	Dimension
	1
Zufall	-,875
Zeitpunkt	-,681
Naturbedingte Einflüsse	-,666
Ereignis Klima	-,467
Vegetationsrückgang	-,301
Treibhausgase	-,051
Verschmutzung	,103
Nutzung fossiler Energieträger	,297
Industrie	,363
Bevölkerungswachstum	,466
Mensch	,537
Unwissenheit	,568
Lebensstandard	,707

Tabelle 21

*Anordnung der Ursachen entlang Dimension 2*

*der 3-dimensionalen Lösung für das Ereignis Klima*

**Endgültige Koordinaten**

	Dimension
	2
Nutzung fossiler Energieträger	-,493
Treibhausgase	-,474
Industrie	-,309
Verschmutzung	-,191
Ereignis Klima	-,182
Zufall	-,043
Lebensstandard	-,040
Vegetationsrückgang	,019
Naturbedingte Einflüsse	,215
Bevölkerungswachstum	,241
Mensch	,371
Zeitpunkt	,406
Unwissenheit	,481

Tabelle 22

*Anordnung der Ursachen entlang Dimension 3*

*der 3-dimensionalen Lösung für das Ereignis Klima*

**Endgültige Koordinaten**

	Dimension
	3
Zeitpunkt	-,491
Bevölkerungswachstum	-,422
Treibhausgase	-,286
Nutzung fossiler Energieträger	-,197
Ereignis Klima	-,122
Mensch	-,066
Naturbedingte Einflüsse	-,017
Lebensstandard	,021
Industrie	,098
Vegetationsrückgang	,309
Verschmutzung	,383
Unwissenheit	,394
Zufall	,396