



universität  
wien

# MASTERARBEIT

Titel der Masterarbeit

Klimaforschung im Wandel zur post-normalen  
Wissenschaft? Eine empirische Metaanalyse  
einschlägiger Forschungsliteratur.

verfasst von

Mag. Julia Braunsteiner-Berger, BSc

angestrebter akademischer Grad

Master of Science (MSc)

Wien, 2015

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 066 833

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Masterstudium Ökologie

Betreut von:

ao. Univ.-Prof. Dr. Harald Wilfing

# INHALTSVERZEICHNIS

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abkürzungen                                                                                | 4  |
| Abbildungsverzeichnis                                                                      | 5  |
| Tabellenverzeichnis                                                                        | 7  |
| <br>                                                                                       |    |
| Vorwort                                                                                    | 8  |
| 1. Einleitung                                                                              | 11 |
| 2. Theoretische Einbettung: Klimaforschung als post-normale Wissenschaft                   | 15 |
| 2.1 Wissenschaft im Wandel? Thesen zur Transformation von Wissenschaft                     | 15 |
| 2.1.1 Begrifflich-analytische Voraussetzungen                                              | 16 |
| 2.1.2 Das Konzept Mode 2                                                                   | 18 |
| 2.1.3 Die Triple Helix                                                                     | 20 |
| 2.1.4 Post-Academic Science                                                                | 21 |
| 2.1.5 <i>Postskriptum</i> zum Verhältnis von deskriptiven und normativen Inhalten          | 22 |
| 2.2 Post-Normal Science: Philosophy at large?                                              | 23 |
| 2.2.1 Verortung im historischen und ideengeschichtlichen Kontext                           | 23 |
| 2.2.2 Theoretische Rekonstruktion des Konzepts Post-Normal Science                         | 26 |
| 2.2.2.1 Abgrenzung und Gegenstandsbereich von Post-Normal Science                          | 27 |
| 2.2.2.2 Soziale und institutionelle Organisation post-normaler Wissenschaft                | 32 |
| 2.2.2.3 Kognitive Inhalte post-normaler Wissenschaft                                       | 33 |
| 2.2.2.3.1 Zentrale Konzepte und theoretische Begriffe                                      | 33 |
| 2.2.2.3.2 Methodologische Aspekte von Post-Normal Science                                  | 40 |
| 2.2.2.3.3 Epistemologische Aspekte von Post-Normal Science                                 | 42 |
| 2.2.2.3.4 Ontologische Grundlagen von Post-Normal Science                                  | 46 |
| 2.2.3 Das Geschichtsbild von Post-Normal Science                                           | 47 |
| 2.2.4 Das Bild von Post-Normal Science in der Sekundärliteratur                            | 49 |
| 2.3 Klimaforschung als wissenschaftliche und gesellschaftspolitische Herausforderung       | 52 |
| 2.3.1 Historischer Überblick: Zur Geschichte der Klimaforschung                            | 52 |
| 2.3.2 Einige empirische Ergebnisse zum derzeitigen Stand der Klimaforschung                | 56 |
| 2.3.3 Basiskonzepte: <i>Wicked Problems</i> und <i>Super-Wicked Problems</i>               | 57 |
| 2.3.4 Stellt der anthropogene Klimawandel ein ( <i>Super-</i> ) <i>Wicked Problem</i> dar? | 61 |
| 2.3.4.1 Die kognitiven Herausforderungen                                                   | 61 |
| 2.3.4.2 Die ethischen Herausforderungen                                                    | 66 |

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.3.4.3 Die politischen Herausforderungen                                          | 70  |
| 2.4 Thesen zum Verhältnis von Post-Normal Science und Klimaforschung               | 73  |
| 2.5 Forschungsfrage und Hypothese der vorliegenden Arbeit                          | 74  |
| 3. Material und Methoden                                                           | 77  |
| 3.1 Einführung: Methoden der quantitativen und qualitativen Wissenschaftsforschung | 77  |
| 3.2 Methodische Trends in der Metaforschung zur Klimaforschung                     | 81  |
| 3.3 Forschungsdesign                                                               | 85  |
| 3.4 Auswahl des Untersuchungsmaterials                                             | 91  |
| 3.5 Zur Methode: Quantitative und qualitative Inhaltsanalyse                       | 95  |
| 3.5.1 Allgemeine Hinweise zur Methode                                              | 95  |
| 3.5.2 Durchführung der quantitativen Inhaltsanalyse                                | 99  |
| 3.5.3 Durchführung der qualitativen Inhaltsanalyse                                 | 104 |
| 3.5.4 Methodische Beschränkungen                                                   | 111 |
| 4. Ergebnisse                                                                      | 115 |
| 4.1 Ergebnisse der quantitativen Inhaltsanalyse: Einzeldarstellung der Parameter   | 115 |
| 4.1.1 Berücksichtigung von Unsicherheit und Risiko                                 | 115 |
| 4.1.2 Inter- und Transdisziplinarität                                              | 117 |
| 4.1.3 Berücksichtigung normativer Aspekte                                          | 120 |
| 4.1.4 Problem- und Problemlösungsorientiertheit                                    | 120 |
| 4.1.5 Zum Vergleich: Das „naturwissenschaftliche Paradigma“ der Klimaforschung     | 123 |
| 4.2 Ergebnisse der quantitativen Inhaltsanalyse: Assoziation der Parameter         | 125 |
| 4.3 Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse                                     | 130 |
| 4.3.1 Berücksichtigung von Unsicherheit und Risiko                                 | 130 |
| 4.3.2 Inter- und Transdisziplinarität                                              | 134 |
| 4.3.3 Berücksichtigung normativer Aspekte                                          | 138 |
| 4.3.4 Problem- und Problemlösungsorientiertheit                                    | 141 |
| 4.4 Zusammenfassung der Ergebnisse                                                 | 144 |
| 5. Diskussion und Ausblick                                                         | 146 |
| 5.1 Diskussion und Reflexion des methodischen Zugangs der Arbeit                   | 146 |
| 5.2 Beantwortung der Forschungsfrage                                               | 148 |
| 5.3 Die Kontroversen um die Klimaforschung im Lichte des PNS-Diskurses             | 153 |

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.4 Abschließende Überlegungen zur theoretischen Stärke von Post-Normal Science    | 159 |
| 5.4.1 Transdisziplinarität und die Interaktionen zwischen Wissenschaft und Politik | 160 |
| 5.4.2 Der Umgang mit Normativität                                                  | 164 |
| 5.4.3 Historische Grundlagen und die Kohärenzthese                                 | 165 |
| 5.4.4 Theoretische Einbettung und ideengeschichtlicher Zusammenhang                | 170 |
| Literatur                                                                          | 173 |
| Anhang I: Qualitative Inhaltsanalyse: Verzeichnis der bearbeiteten Literatur       | 181 |
| Anhang II: Qualitative Inhaltsanalyse: Kodierleitfaden                             | 185 |
| Abstract                                                                           | 193 |
| Zusammenfassung                                                                    | 194 |
| Danksagung                                                                         | 195 |
| Lebenslauf                                                                         | 196 |

## **ABKÜRZUNGEN**

|       |                                             |
|-------|---------------------------------------------|
| A&HCI | Arts and Humanities Citation Index          |
| EPC   | Extended Peer Community                     |
| IPCC  | Intergovernmental Panel on Climate Change   |
| ISI   | Institute for Scientific Information        |
| NRP   | National Research Programme (Holland)       |
| NUSAP | Numeral, Unit, Spread, Assessment, Pedigree |
| PNS   | Post-Normal Science                         |
| SCI   | Science Citation Index                      |
| SSCI  | Social Science Citation Index               |

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

|                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abb. 1: Das Post-Normal Science-Diagramm                               | 27  |
| Abb. 2: Dimensionen der Wissenschaftsforschung                         | 78  |
| Abb. 3: Inhaltsanalytische Verfahren in der Nachhaltigkeitsforschung   | 81  |
| Abb. 4: Schematische Darstellung des Forschungsdesigns                 | 91  |
| Abb. 5: Ergebnisse unterschiedlicher Suchstrategien                    | 94  |
| Abb. 6: Ablaufschema einer Inhaltsanalyse                              | 97  |
| Abb. 7: Thematisierung von Unsicherheit und Risiko                     | 116 |
| Abb. 8: Perspektivenvielfalt                                           | 117 |
| Abb. 9: Perspektivenvielfalt, angewandte Sektoren                      | 118 |
| Abb. 10: Transdisziplinarität                                          | 119 |
| Abb. 11: Thematisierung normativer Aspekte                             | 120 |
| Abb. 12: Zukunftsorientiertheit                                        | 121 |
| Abb. 13: Lösungsorientiertheit                                         | 122 |
| Abb. 14: Lösungsstrategien                                             | 123 |
| Abb. 15: Das „naturwissenschaftliche Paradigma“ der Klimaforschung     | 124 |
| Abb. 16: Anteile der einzelnen Parameter                               | 126 |
| Abb. 17: Assoziation der Parameter                                     | 127 |
| Abb. 18: Kombinationen von <i>genau zwei</i> Parametern                | 128 |
| Abb. 19: Kombinationen von <i>genau drei</i> Parametern                | 128 |
| Abb. 20: Auswahl der Stichproben für die qualitative Inhaltsanalyse    | 129 |
| Abb. 21: Thematisierung von Unsicherheit                               | 131 |
| Abb. 22: Thematisierung von Risiko                                     | 131 |
| Abb. 23: Paradigmen im Umgang mit Unsicherheit und Risiko              | 132 |
| Abb. 24: Zusammensetzung des Forschungsteams                           | 134 |
| Abb. 25: Interdisziplinarität der Forschungsfrage                      | 135 |
| Abb. 26: Disziplinäre Zugehörigkeit der Forschungsfrage                | 136 |
| Abb. 27: Methodische Orientierung des Artikels                         | 137 |
| Abb. 28: Partizipativer Charakter der Forschung                        | 138 |
| Abb. 29: Berücksichtigung normativer Aspekte des Forschungsgegenstands | 139 |
| Abb. 30: Normative Referenzsysteme                                     | 140 |
| Abb. 31: Hinweis auf ethische Konflikte                                | 141 |

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| Abb. 32: Zeitlicher Fokus der Forschungsfrage               | 142 |
| Abb. 33: Handlungsempfehlungen und Problemlösungsvorschläge | 143 |

## **TABELLENVERZEICHNIS**

|                                                                                                             |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Tabelle 1: Trends in der Metaforschung zur Klimaforschung                                                   | 84-85 |
| Tabelle 2: Unterschiede zwischen konventionellen und computerunterstützten<br>inhaltsanalytischen Verfahren | 98    |
| Tabelle 3: Parameter und Suchbegriffe                                                                       | 103   |

## VORWORT

Der Klimawandel lässt niemanden kalt, und auch Medienwelt und Unterhaltungsbranche haben sich bereitwillig des Themas angenommen. Ältere Semester erinnern sich vielleicht an eine entsprechende Titelseite des deutschen *Spiegels* aus dem Jahr 1986, die den Kölner Dom in Wasserfluten versinken ließ und damit ein Katastrophenszenario heraufbeschwor, welches fortan untrennbar mit der Idee eines anthropogenen Klimawandels verbunden schien. Zwanzig Jahre später galt der Kampf gegen das globale Umweltproblem bereits als nobelpreiswürdig - sowohl dem Weltklimarat IPCC als auch dem ehemaligen US-Präsidentschaftskandidaten Al Gore wurden im Jahr 2007 für ihr Engagement in Sachen des Klimaschutzes der Friedensnobelpreis verliehen. Besonders Al Gore, medienerprobt und eloquent, war zu einer Gallionsfigur der neuen Klimaschutzbewegung geworden, und sein Film *An Inconvenient Truth* führte der Weltöffentlichkeit mit drastischen Bildern die katastrophalen Folgen einer möglichen Erderwärmung vor Augen. Ob ertrinkende Eisbären, schmelzende Gletscher, die Überschwemmung von Küstengebieten oder sogar ein Versiegen des Golfstroms: Unser Planet, so legte der Film nahe, wäre unvermeidlich von schwerwiegenden Konsequenzen betroffen.

Auf den Erfolgsrausch der Klimaschutzbewegung folgte schon bald die Ernüchterung. Nicht nur konnte bei der UN-Klimakonferenz in Kopenhagen im Dezember 2009 keine Einigung über konkrete Ziele und Vorgehensweisen zur Verringerung von Treibhausgasen erreicht werden; es sollte schlimmer kommen, zusätzlich zum Versagen der Klimapolitik stand plötzlich auch die Klimaforschung am Pranger. Im Vorfeld der Konferenz wurden nach einem Hackerzwischenfall am Klimaforschungszentrum der *University of East Anglia* interne E-Mails veröffentlicht, welche Datenmanipulation und andere wissenschaftlich unlautere Vorgehensweisen unter Beweis zu stellen schienen. Die Affäre erregte große mediale Aufmerksamkeit und spielte dem Lager sogenannter KlimaskeptikerInnen und KlimaleugnerInnen in die Hände.

Infolge dieser und anderer Ereignisse begann ich mich vermehrt für das nunmehr in Bedrängnis geratene Feld der Klimaforschung zu interessieren. Mit Erstaunen und leichtem Befremden nahm ich zur Kenntnis, dass es diesmal nicht allein die „üblichen Verdächtigen“ waren - politisch Rechtskonservative und bestimmte Lobbyistenkreise - die die wissenschaftliche Redlichkeit dieses Forschungsgebiets in Frage stellten. Auch im eigenen Umfeld und unter ideologisch völlig Andersdenkenden, unter jenen, die sich normalerweise mit den Zielen der Umweltbewegung identifizierten, die am Wochenmarkt ihre

Biolebensmittel kauften und sich sozial engagierten, begann der Klimaskeptizismus Blüten zu schlagen. Verschiedene Argumente prallten aneinander, und da wie dort schien es, dass berechnete Einwände von Verschwörungstheorien nicht so leicht zu unterscheiden waren.

Dass die Verflechtungen zwischen sachlichen Argumenten und politischen Motiven nicht zu unterschätzen waren, schien naheliegend. Zusätzlich aber erschwerte der Umstand, dass es sich bei der Klimaforschung um ein technisch hoch spezialisiertes und anspruchsvolles Forschungsfeld handelt, jede im Ansatz konstruktive Diskussion.

Es bot sich somit an, Aspekte dieser Thematik im Rahmen der Abschlussarbeit meines Ökologiestudiums aufzuarbeiten. Nun sind gesellschaftliche Konflikte und deren Hintergründe nicht gerade eine Angelegenheit, die man für gewöhnlich mit einer naturwissenschaftlichen Disziplin in Verbindung bringt. Zwei Argumente kann ich zur Rechtfertigung der Themenwahl vorbringen. Zum einen hat sich die Humanökologie, im Unterschied zur „klassischen“ Ökologie, von einer einseitig naturwissenschaftlichen Vereinnahmung weitgehend emanzipiert und versteht sich immer mehr als interdisziplinäre, paradigm- und methodenoffene Forschungsrichtung. Zum anderen habe ich ergänzend zur Ökologie auch ein Philosophiestudium, mit Schwerpunkt Wissenschaftstheorie und Logik, absolviert. Die vorliegende Arbeit kann auch als Versuch eines Brückenschlags zwischen diesen beiden Fächern interpretiert werden. Wie in der Philosophie üblich, handelt es sich um eine Metaanalyse, die eine Fachwissenschaft mittels allgemeinerer, fundamentalerer Konzepte in ihrer Struktur und ihren Argumentationsmustern zu verstehen versucht. Anders als in der Philosophie üblich, wende ich zu diesem Zweck auch empirische Methoden an. Natürlich birgt eine derartige nichtkonforme Herangehensweise die Gefahr in sich, nicht allen Standards sowohl der theoretischen als auch der empirischen Forschung gerecht werden zu können.

Nachdem somit ein grundsätzlicher Themenschwerpunkt festgelegt war, galt es, eine konkrete Forschungsfrage sowie eine theoretische Basis für empirische Analysen zu formulieren. Das Konzept *Post-Normal Science* nach Funtowicz & Ravetz schien interessante Perspektiven zu eröffnen. Besonders sein Fokus auf Unsicherheit und Nichtwissen, ein in der Wissenschaftstheorie häufig vernachlässigtes Thema, ist im Kontext der Klimakontroverse offensichtlich hochrelevant. Zu Beginn der 90er-Jahre als Entwurf einer kritisch-emanzipierten Wissenschaftspraxis bekannt geworden, hat *Post-Normal Science* in der Zwischenzeit verschiedene Revisionen und Interpretationen erfahren und wird in der Literatur immer wieder mit der Klimaforschung in Zusammenhang gebracht: teils als *Erklärung* bestimmter Phänomene, teils als *Empfehlung*. Die Frage, ob und inwiefern Klimaforschung *faktisch* im Sinne des *Post-Normal Science*-Paradigmas organisiert ist, wird in der Literatur

zumeist anhand von Einzelfallstudien zu klären versucht. Mich interessierte daher, ob es möglich wäre, einen stärker systematischen Zugang zu entwickeln, der Aussagen von höherem Allgemeinheitsgrad erlaubt. Bei der methodischen Umsetzung dieses Vorhabens war ein weiterer Brückenschlag zu bewerkstelligen, nämlich der zwischen *quantitativer* und *qualitativer* Forschung. Die Arbeit überschreitet somit in mehrfacher Hinsicht herkömmliche disziplinäre Grenzen und erfüllt damit zumindest eines der Kriterien jenes theoretischen Konzepts, das es voraussetzt und analysiert.

Verstehe ich nun, nach Fertigstellung meiner Arbeit, die Hintergründe der Klimakontroverse besser? Ich bin mir nicht sicher. Wie jede wissenschaftliche Arbeit kann auch diese nur Teilaspekte behandeln und ist daher in ihren Erklärungsmöglichkeiten limitiert, im besten Fall fördert sie Grenzen und Lückenhaftigkeit unseres Wissens klarer zutage. Zudem ist es von der empirischen Erfassung bestimmter Parameter hin zur Erklärung gesellschaftlicher Phänomene ein weiter Schritt – ein zu weiter Schritt, um ihn im Rahmen einer Einzelarbeit zu realisieren. Ich reagiere aber mittlerweile gelassener, wenn ich mit Argumenten sogenannter KlimaskeptikerInnen, aber auch mit Dagegenhaltungen leidenschaftlicher KlimaschützerInnen konfrontiert werde. Schließlich bin ich Expertin, ich weiß auf Grundlage meiner eigenen Forschungen, wie wenig ich weiß.

Wien, im Januar 2015

Julia Braunsteiner-Berger

# 1. EINLEITUNG

Die vorliegende Arbeit versteht sich als Beitrag zur *theoretisch-empirischen Wissenschaftsforschung*. Wissenschaftsforschung wendet wissenschaftliche Methoden an, um den Gegenstandsbereich „Wissenschaft“ selbst zu erforschen, es handelt sich daher um eine *Metadisziplin*. Das hier behandelte Fachgebiet ist die *Klimaforschung*, worunter man in der Regel jenes wissenschaftliche Feld versteht, das die Gesetzmäßigkeiten des Klimageschehens untersucht. Der inhaltliche Fokus liegt dabei auf einem bestimmten Teilbereich der Klimaforschung, der sich mit Ursachen und Folgen eines *anthropogenen Klimawandels* beschäftigt. Da eine präzise Ein- oder Abgrenzung dieses Teilbereichs gegenüber der Erforschung des natürlichen Klimageschehens jedoch nicht möglich ist, werde ich im Folgenden den Überbegriff *Klimaforschung* beibehalten.

Als theoretische Referenz und Leitfaden der Untersuchung ziehe ich das Konzept *Post-Normal Science* (PNS) nach Funtowicz & Ravetz heran. Dieses Konzept oder Paradigma<sup>1</sup> entstand zu Beginn der 90er-Jahre im intellektuellen Umfeld von Umwelt- und Friedensbewegungen und wurde seither mehrfach mit den Nachhaltigkeitswissenschaften (*Sustainability Sciences*) in Verbindung gebracht (z.B. O'Connor et al. 1996, Giampietro 1999, Ravetz 2006, Mayumi & Giampietro 2006, Turnpenny et al. 2009). Auch das verwandte Forschungsfeld *Ecological Economics* wurde häufig als Anwendungsfall von *Post-Normal Science* bezeichnet (Funtowicz & Ravetz 1991, Tacconi 1998, Müller 2003). Es ist somit naheliegend anzunehmen, dass dieses Paradigma auch für die Klimaforschung, als potentiell Teilgebiet der Nachhaltigkeitswissenschaften, relevant sein könnte.

Die Nachhaltigkeitswissenschaften wurden als integratives, lösungsorientiertes Forschungsfeld charakterisiert, das vor einer praktischen sowie vor einer theoretischen Herausforderung steht (vgl. Kates et al. 2001, Clark & Dickson 2003): Die *praktische* Herausforderung besteht darin, dass die Forschung im Kontext *wissenschaftsexterner* Probleme (*real-world problems*) relevant sein soll. Die *theoretische* Herausforderung liegt in der Überwindung traditioneller disziplinärer Spaltungen, insbesondere in der Integration von naturwissenschaftlichen und sozialwissenschaftlichen Kompetenzen.

---

<sup>1</sup> Es ist nicht ohne weiteres klar, welchen *formalen* Stellenwert *Post-Normal Science* eigentlich einnimmt, d.h. ob es sich um eine Theorie, ein Konzept, ein Paradigma, ein Forschungsprogramm oder um etwas ganz anderes, z.B. ein politisches Manifest, handelt. Ich verwende im Folgenden meist die Begriffe *Konzept* oder *Paradigma* und werde die Frage nach dem formalen Stellenwert in Kap. 5.4.4 nochmals kurz aufgreifen.

Auch die Klimaforschung ist in der prekären Lage, einerseits ein hochkomplexes natürliches Phänomen zum Gegenstand zu haben, welches andererseits aber enorme soziokulturelle und politische Implikationen besitzt. Mit anderen Worten, es handelt sich ebenso um ein natürlich-physikalisches wie um ein gesellschaftliches Phänomen (Hulme 2009, xxv).

An dieser Stelle hakt das Konzept *Post-Normal Science* ein. *Post-Normal Science* steht seinen Begründern zufolge für einen reformistischen, emanzipatorischen wissenschaftlichen Stil, der überall dort zur Anwendung kommen soll, wo die besondere Komplexität von Problemlagen nicht nur nach einer disziplinenübergreifenden Arbeitsweise, sondern auch nach einem Dialog zwischen verschiedenen gesellschaftlichen Akteuren verlangt. Funtowicz & Ravetz zufolge stoßen traditionelle, elitäre Vorstellungen wissenschaftlicher Praxis im Kontext anwendungs- und problemorientierter Forschung an ihre Grenzen und führen zu ineffizienten oder fehlgeleiteten Lösungsversuchen.

In der jüngeren Literatur wurde häufig argumentiert, dass Klimaforschung ein Anwendungsfall post-normaler Wissenschaft sein *sollte* (z.B. Hulme & Turnpenny 2004, Etkin & Ho 2007, Lorenzoni et al. 2007, Frame & Brown 2008, Hulme 2009, Friedrichs 2011, Aitken 2012, Hegger et al. 2012). Andere AutorInnen haben den Nachweis zu erbringen versucht, dass bestimmte Methoden und Prinzipien des Konzepts *Post-Normal Science* *faktisch* bereits Eingang in die Klimaforschung gefunden hätten (z.B. Bray & van Storch 1999, Saloranta 2001, van de Kerkhof & Leroy 2000, Pereira et al. 2009).

Die Frage nach dem *faktischen* Naheverhältnis zwischen Klimaforschung und dem Paradigma *Post-Normal Science* bildet den Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit. Mich interessiert dabei besonders die *prozessuale* Dimension: Könnte es sein, dass Klimaforschung wenigstens *in zunehmendem Ausmaß* post-normale Arbeitsweisen und Konzepte anwendet?

Für diese Hypothese versuche ich im Folgenden *empirische* Nachweise zu erbringen. Aus wissenschaftstheoretischer Sicht setzt ein derartiger Nachweis zwei Übersetzungsschritte voraus: Die *theoretischen Begriffe* der Hypothese (*Klimaforschung*, *Post-Normal Science*) sind zunächst in konkretere, der Beobachtung besser zugängliche Ausdrücke zu übersetzen, was man als *Operationalisierung* der Hypothese bezeichnet. Anschließend müssen die empirisch gewonnenen Ergebnisse wieder auf die ursprüngliche, theoretische Fragestellung rückbezogen werden. Je *allgemeiner* die Hypothese formuliert ist, desto *unvollständiger* werden dabei zwangsläufig die empirischen Belege ausfallen.

Bei der Planung der methodischen Umsetzung der Forschungsfrage stieß ich schnell auf die Schwierigkeit, dass für eine derartige Fragestellung kein etabliertes Methodeninventar existiert. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Wissenschaftsforschung in sich stark gespalten ist: *Theoretische* und *empirische* Ansätze verbleiben weitgehend voneinander isoliert, im empirischen Bereich setzt sich die für die Sozialwissenschaften typische Differenz zwischen *quantitativen* und *qualitativen* Zugängen fort. Es mangelt dabei offensichtlich an einer Integration zwischen den *qualitativen* Konzepten und Modellen der Wissenschaftstheorie, -geschichte und -soziologie sowie den *quantitativen* Daten, die mittels szientometrischer Methoden gewonnen werden: „Whoever tries to construct sociological explanations by using scientometric methods must cross a methodological no man’s land that is circumvented by both the sociology of science and scientometrics.“ (Gläser & Laudel 2001, 411)

Auf der Suche nach einem Verfahren, das es ermöglicht, eine *qualitative* Fragestellung möglichst *systematisch-empirisch* zu bearbeiten, stieß ich auf die Methode der *Inhaltsanalyse*, wie sie im deutschsprachigen Raum vor allem von Mayring (z.B. 2010) ausgearbeitet wurde. Da diese Methode nicht von vornherein an ein entweder quantitatives oder qualitatives Paradigma gebunden ist, schien ein inhaltsanalytisches Verfahren dem integrativen Anspruch meiner Forschungsfrage am besten gerecht zu werden. Um die Stärken quantitativer und qualitativer Ansätze möglichst zu vereinen, entwickelte ich eine zweistufige Vorgehensweise, wie sie meines Wissens nach in der Literatur in dieser Gestalt bisher nicht zum Einsatz kam: Die Ergebnisse eines quantitativen Verfahrens werden durch eine anschließende qualitative Analyse punktuell validiert. Als Untersuchungsmaterial wird dabei *peer-reviewed* Literatur aus wissenschaftlichen Datenbanken (*Web of Science*) herangezogen.

Die Operationalisierung eines theoretischen Konzepts oder Paradigmas erfordert natürlich eine eingehende Auseinandersetzung mit dessen Kernaussagen, die meist nicht direkt der Literatur entnommen werden können, sondern (*re-*)*konstruiert* werden müssen. *Darstellung* und *Interpretation* sind somit nicht ohne weiteres trennbar. Aus diesem Grund war es für mich naheliegend, an den empirischen Teil der Arbeit auch eine theoretische Reflexion des Konzepts *Post-Normal Science* anzuschließen.

Die Arbeit umfasst somit *drei inhaltliche Schwerpunkte*:

(1) Sie beinhaltet eine *empirische Metaanalyse* von Klimaforschungsliteratur, die das Konzept *Post-Normal Science* als heuristisches Werkzeug voraussetzt.

- (2) Sie entwickelt zu diesem Zweck ein integratives *methodisches Verfahren*, das quantitative und qualitative Analyseschritte möglichst gewinnbringend kombinieren soll.
- (3) Darüber hinaus enthält sie eine fundierte *theoretische Kritik* des Konzepts *Post-Normal Science*.

Aus philosophisch-theoretischer Sicht ist spannend, dass auf diese Weise auch ein *wissenschaftstheoretischer Zirkel* konstruiert wird (vgl. Schurz 2008, 23): Funtowicz & Ravetz stilisieren ihr Konzept *Post-Normal Science* häufig als *normatives Korrektiv* fehlgeleiteter oder im Praxiszusammenhang ineffizienter Forschung. Im empirischen Teil dieser Arbeit wird untersucht, ob und inwiefern post-normale Konzepte und Methoden in der Klimaforschung *faktisch* zum Einsatz gelangen. Aus den gewonnenen Ergebnissen lassen sich anschließend gewisse Rückschlüsse über die theoretische Stärke des Konzepts *Post-Normal Science* ableiten. Die empirischen Ergebnisse können somit auch als *deskriptives Korrektiv* eines theoretisch-normativen Konzepts verstanden werden.

## 2. THEORETISCHE EINBETTUNG: KLIMAFORSCHUNG ALS POST-NORMALE WISSENSCHAFT

In diesem Kapitel wird umfangreiche theoretische Vorarbeit für den anschließenden empirischen Teil geleistet. Ich werde zunächst einen Zusammenhang zwischen *Post-Normal Science* und anderen, inhaltlich und formal ähnlichen Thesen oder Konzepten herstellen. Diese Kontextualisierung soll die anschließende Rekonstruktion der Kernaussagen von *Post-Normal Science* vorbereiten und erleichtern. In einem nächsten Schritt werde ich ein Argument entwickeln, warum gerade Klimaforschung häufig zum paradigmatischen Anwendungsfall post-normaler Wissenschaft stilisiert wird. Als „konzeptuelle Brücke“ führe ich dazu die Begriffe *Wicked Problems* (Rittel & Webber 1973) und *Super-Wicked Problems* (Levin et al. 2010, Lazarus 2009) ein.

### 2.1 Wissenschaft im Wandel? Thesen zur Transformation von Wissenschaft

Funtowicz & Ravetz befinden sich mit ihrer Idee einer „neuen“ Wissenschaft nicht allein auf weiter Flur. Ein tiefgreifender Wandel in der Organisation, Funktion und im Selbstverständnis von Wissenschaft wurde in der neueren wissenschaftsphilosophischen und –soziologischen Literatur mehrfach konstatiert. Schlagwortartig verdichtet zu Formeln wie *Mode 2* (Gibbons et al. 1994), *Triple Helix* (Etzkowitz & Leydesdorff 2000) oder *Post-Academic Science* (Ziman 2000), haben diese sich inhaltlich teils überschneidenden Analysen oder Postulate in Fachkreisen einen mehr oder minder hohen Bekanntheitsgrad erlangt und kontroverse Reaktionen ausgelöst.

Das vorliegende Kapitel liefert einen skizzenhaften Überblick über ausgewählte „Transformationsthesen“ und erfüllt damit zwei Funktionen. Zum einen dient es der Einführung und Illustration eines begrifflich-analytischen Rahmens für die anschließende Rekonstruktion des Konzepts *Post-Normal-Science (PNS)*. Darüber hinaus wird ein *ideengeschichtlicher Kontext* an- und vorweggenommen, welchem in der PNS-Literatur, wie ich später (Kap. 5.4.4) argumentieren werde, bisher wenig Beachtung zuteil wurde.

Ein Hinweis zur Terminologie: Die Bezeichnung „Transformationsthesen“ sei hier als Überbegriff für eine Anzahl verwandter Postulate, Theorien oder Konzepte verstanden, deren Gemeinsamkeit in der Denkfigur der *Transformation wissenschaftlicher Systeme* besteht. Der formale Status dieser „Thesen“ – d.h. ob es sich dabei um elaborierte wissenschaftsphilosophische Theorien oder Forschungsprogramme, um spekulative Postulate oder gar um politische Manifeste handelt – bleibt dabei vorerst offen.

Des weiteren werde ich an dieser Stelle nicht absolut zwischen *deskriptiven* und *normativen* Ansätzen differenzieren.<sup>2</sup> Auch wenn eine derartige konzeptuelle Unterscheidung sinnvoll ist, wird sie als duales Gliederungsschema den meisten wissenschaftsphilosophischen Arbeiten nicht gerecht: *Rein* normative Entwürfe, die sich nicht *auch* auf Elemente bestehender Wissenschaftspraxis beziehen, wären zu revisionistisch, um von Bedeutung zu sein; umgekehrt sehen auch vorgeblich deskriptive Arbeiten nicht immer von einer expliziten oder impliziten Bewertung der beschriebenen wissenschaftlichen Praxis ab. Man hat daher eher von einem *Kontinuum* stärker normativ und stärker deskriptiv orientierter Ansätze auszugehen.

### 2.1.1 Begrifflich-analytische Voraussetzungen

Üblicherweise werden wissenschaftliche Theorien nicht in ihrer Gesamtheit einer empirischen Überprüfung unterzogen, vielmehr untersucht man Teilstrukturen oder Teilaussagen mit einem mehr oder weniger hohen Spezifikationsgrad. Es wäre – wie bereits in der Einleitung betont – ein Irrtum anzunehmen, Thesen über das Verhältnis zwischen Klimaforschung und Post-Normal Science wären in einem *vollständigen* Sinn empirisch überprüfbar. Auch die vorliegende Arbeit kann nur Teilaspekte berücksichtigen. Im besten Fall werden diese so ausgewählt, dass ein möglichst breiter Gesamteindruck vorliegt.

Dazu ist es in einem ersten Schritt erforderlich, sich einen Überblick über die Teilaussagen der „Theorie“<sup>3</sup> und über deren strukturelle Relationen zu verschaffen und diese in möglichst einfacher Weise darzustellen. Eine derartige vereinheitlichende Darstellung wird als *Rekonstruktion einer Theorie* bezeichnet (Mittelstraß 1984, 127). Rekonstruktive Darstellungen erleichtern auch den Vergleich zwischen konkurrierenden Theorien oder Theorieversionen.

Die hier behandelten Transformationsthesen betreffen die Identität, Organisation und Funktion von „Wissenschaft“. In Anlehnung an Hessels & van Lente (2008, 742f.) schlage ich drei Leitfragen als Ausgangspunkte für die Rekonstruktion vor:

---

<sup>2</sup> Konventionell versteht man in der Wissenschaftsphilosophie unter *deskriptiven* Ansätzen werturteilsneutrale Beschreibungen der (tatsächlichen) wissenschaftlichen Praxis, während *normative* (oder *präskriptive*) Konzepte Regeln und Normen ausarbeiten, an denen sich gute wissenschaftliche Praxis orientieren *sollte*.

<sup>3</sup> Der Begriff „Theorie“ ist an dieser Stelle als Synonym für „theoretische Aussagesysteme“ im weiteren Sinn zu verstehen. Es ist zumindest fraglich, ob die hier behandelten Transformationsthesen die Kriterien einer „wissenschaftlichen Theorie“ im engeren Sinn erfüllen, siehe dazu Kap. 5.4.4.

(1) Wie und wodurch grenzt sich Wissenschaft von „Nicht-Wissenschaft“ ab?<sup>4</sup>

Hier wird zum einen nach der *faktischen* Abgrenzung, zum anderen nach dafür verantwortlichen *Kriterien* gefragt. Zu beachten ist, dass unter dem Begriff *Wissenschaft* in diesem Kontext sowohl eine *soziale Praxis* als auch ein *kognitives System* (eine Wissensform) verstanden werden kann und insofern zwei Teilfragen vorliegen. Das klassische *Abgrenzungsproblem* der philosophischen Wissenschaftstheorie betrifft primär kognitive Inhalte, während die historisch jüngere Wissenschaftssoziologie auf soziale Ein- und Ausschlussprozesse fokussiert. Abgegrenzt werden kann Wissenschaft (i) gegenüber anderen sozialen Praktiken oder anderen Wissensformen (etwa Religion, Kunst), aber auch (ii) gegenüber „schlechter“, korumpierter oder degenerierter Wissenschaft, oft auch Pseudo-Wissenschaft oder Anti-Wissenschaft genannt.<sup>5</sup>

(2) Wie ist Wissenschaft organisiert und strukturiert?

Diese Frage bezieht sich auf *interne* Strukturen im sozialen und institutionellen Gefüge des Wissenschaftssystems, z.B. auf die Art der disziplinären Organisation. Darüber hinaus können hier die Werte und Normen, denen ForscherInnen bei ihrer täglichen Arbeit folgen, zum Thema gemacht werden, wie etwa in Robert Mertons (1957) klassischer soziologischer Analyse des wissenschaftlichen Arbeitsethos. Ein wichtiger Teilbereich dieses Arbeitsethos betrifft die Kontrolle und Sicherstellung guter wissenschaftlicher Praxis.

(3) Was sind (adäquate) kognitive Inhalte von Wissenschaft?

Diese Frage lässt sich auf mehreren Abstraktionsniveaus beantworten. Zunächst sind unter kognitiven Inhalten die jeweiligen „Gegenstände“ zu verstehen, von denen eine wissenschaftliche Disziplin handelt, präziser ausgedrückt: wissenschaftliche Theorien und Modelle, die das Forschungsgebiet strukturieren, sowie deren Teilaussagen. Auf einer allgemeineren Ebene interessieren hier besonders die methodologischen, epistemologischen und ev. ontologischen Voraussetzungen, die wissenschaftlichen Aussagen zugrunde liegen. Unter *ontologischen* Voraussetzungen versteht man allgemeinste Annahmen darüber, welche Entitäten in unserer Welt existieren, was deren grundlegendsten Eigenschaften sind und in welchem Verhältnis sie zueinander stehen. *Epistemologische* Fragestellungen beziehen sich

---

<sup>4</sup> Ich weiche in der Formulierung dieser Frage von Hessels & van Lentes (2008, 744) Vorgabe ab, welche „*external relations*“ zum Inhalt hat. Meiner Auffassung nach muss erst geklärt werden, was überhaupt unter dem Begriff *Wissenschaft* zu verstehen oder auch nicht zu verstehen sei, bevor das Verhältnis zu anderen gesellschaftlichen Bereichen in den Blickpunkt rücken kann.

<sup>5</sup> Von Karl Popper (z.B. 1994) wurden bekanntlich Psychoanalyse, Marxismus und Astrologie als Pseudo-Wissenschaften gebrandmarkt.

auf unsere Erkenntnismöglichkeiten in der Welt. Hier geht es in sehr allgemeiner Weise um die Herkunft, den Status sowie die Grenzen unseres Wissens. *Methodologische* Voraussetzungen betreffen konkretere Prinzipien und Strategien des Wissenserwerbs und sind nicht mit den einzelnen wissenschaftlichen *Methoden* zu verwechseln. Unter Methoden versteht man die praktischen „Werkzeuge“, die eine Disziplin verwendet, um ihren Gegenstandsbereich zu erschließen.

Diese drei Punkte stellen Leitfragen dar, die bei der Rekonstruktion von Transformationsthesen behilflich sein können, sie sind nicht im Sinne eines starren Klassifikationsschemas zu verstehen. Nicht zuletzt wird danach zu fragen sein, welche Zusammenhänge zwischen den drei Ebenen bestehen.

### 2.1.2 Das Konzept Mode 2

Häufig in einem Atemzug mit PNS wird die These von der sog. *Mode 2-Wissensproduktion* genannt (vgl. z.B. Müller 2003, 19). Das Konzept wird in der Monographie *The New Production of Knowledge* (Gibbons et al. 1994) erstmals formuliert und von drei der sechs AutorInnen im Nachfolgewerk *Re-Thinking Science* (Nowotny et al. 2001) weiterentwickelt. Die Hauptthese der beiden Bände betrifft die Entstehung eines neuen *Mode 2* der Wissensproduktion, der die traditionelle Praxis der Wissenschaft, die als *Mode 1* bezeichnet wird, zwar nicht völlig verdränge, sie aber in entscheidender Weise ergänzen würde (Gibbons et al. 1994, 14). – Unter dem Begriff *Mode* ist dabei die Summe *sozialer* und *kognitiver* Normen und Praktiken zu verstehen, die das „Wesen“ von Wissenschaft definieren und damit als soziale Praxis konstituieren (Gibbons et al. 1994, 2f.).

Den AutorInnen zufolge ist Mode 2, der seit Beginn der 80er-Jahre aufkommende Modus der Wissensproduktion, durch fünf Hauptmerkmale gekennzeichnet (Gibbons et al. 1994, 3ff.):<sup>6</sup> (i) durch eine vermehrte Anwendungs- und Lösungsorientiertheit der Forschung, (ii) einen transdisziplinären Kontext, (iii) erhöhte Heterogenität und organisatorische Diversität, (iv) Reflexivität und soziale Verantwortung, sowie (v) durch veränderte Kriterien der Qualitätskontrolle. Die *Kohärenzthese* besagt weiter, dass diese fünf Attribute, wenn sie

---

<sup>6</sup> Bemerkenswert ist, dass die AutorInnen nur wenig über den Charakter von Mode 1 zu sagen haben (vgl. Knuuttila 2013, 2445; Bresnen & Burrell 2013, 34).

gemeinsam auftreten, ein kognitiv und organisatorisch hinreichend stabiles Muster bilden, um als „neuer Modus“ der Wissensproduktion gelten zu dürfen (Gibbons et al. 1994, 8f.).

*The New Production of Knowledge* wurde häufig wegen seiner mangelnden theoretischen Referenzen kritisiert (vgl. Shinn 2002, 604; Hessels & van Lente 2008, 756). In *Re-Thinking Science* setzen sich die AutorInnen explizit mit etablierten soziologischen Konzepten wie *Wissens-* und *Risikogesellschaft* (Nowotny et al. 2001, 10ff.) auseinander und weiten ihre These von der Mode 2-Wissensproduktion hin zum Postulat einer *Mode 2-society* aus (ebd., 4). – Als konzeptuelle Bindeglieder fungieren *Ko-Evolution* und *Selbstorganisation* (ebd., 30ff.). Die Luhmann'sche These der *funktionalen Differenzierung* sozialer Systeme wird aufgegriffen und als historisch obsolet verworfen: Unter Bedingungen der Mode 2-Wissensproduktion komme es zu einer zunehmenden *Entdifferenzierung* zwischen gesellschaftlichen Instanzen wie Wissenschaft, Staat, Märkten und Kultur (ebd., 28f.). *Reflexivität* und *Kontextualisierung* – „society now ‚speaks back‘ to science“ (ebd., 50) – lassen sich als Folge dieses Differenz(ierungs)verlusts begreifen und führen zu einer gesellschaftlichen Streuung wissenschaftlicher Kompetenz (*socially distributed expertise*).

Diese gesellschaftliche Streuung bleibt laut Nowotny et al. (2001) nicht ohne Folgen für den Inhalt der Wissenschaft selbst. Ein zentrales Motiv in *Re-Thinking Science* besteht – wie besprochen – in der (ko-evolutionären) Kopplung von sozialen, politischen und inhaltlich-kognitiven Aspekten von Wissenschaft (Nowotny et al. 2001, 9). Als Konsequenz daraus lassen sich selbst „klassische“ wissenschaftstheoretische Fragestellungen wie die nach den Möglichkeiten von Erkenntnis nicht mehr länger in Abstraktion von ihren sozialen, politischen und ideologischen Rahmenbedingungen begreifen. Im Unterschied zur traditionellen, am Einzelsubjekt orientierten Erkenntnislehre (*Epistemologie*) plädieren Nowotny et al. (2001; 56, 194) somit für eine soziologische Herangehensweise (im Englischen oft als *social epistemology* bezeichnet).

Die für Mode 2 typische soziale und organisatorische Heterogenität findet folglich ihre kognitive Entsprechung in einer stärker „relativistischen“ Beurteilung von Geltungsansprüchen. „Our contention [...] is that the epistemological core is empty – or, alternatively and perhaps more accurately, crowded and heterogeneous.“ (Nowotny et al. 2001, 179)

Was Nowotny et al. (2001) hier mit der Verneinung eines einheitlichen epistemologischen Kerns bestreiten, ist die Vorstellung, dass es einen einzelnen, „neutralen“ Standpunkt gibt, von dem ausgehend wissenschaftliche Aussagen als wahr oder gültig bezeichnet werden können. Geltungsansprüche seien stattdessen nur „relativ“ auf ein bestimmtes System von

Hintergrundannahmen zu verstehen. Die Heterogenitätsthese besagt zudem, dass es prinzipiell immer mehrere solcher Systeme gibt.<sup>7</sup>

Sowohl die *soziale Abgrenzung* als auch *organisatorische* und *inhaltlich-kognitive* Aspekte von Wissenschaft befinden sich laut Nowotny et al. (2001) also in einem gemeinsamen, ko-evolutionären Transformationsprozess. Die *Ent-Differenzierung* zwischen Wissenschaft und anderen gesellschaftlichen Substrukturen sowie die erhöhte *Heterogenität* in Bezug auf organisatorische und inhaltlich-kognitive Aspekte sind dabei als zwei Seiten ein- und derselben Medaille zu verstehen.

### 2.1.3 Die Triple Helix

Das Modell der *Triple Helix* (z.B. Etzkowitz & Leydesdorff 2000) unterscheidet sich von den anderen in diesem Kapitel besprochenen Transformationsthesen in einer nicht unbedeutenden Hinsicht: Es folgt nicht dem dualen Schema einer „alten“ und „neuen“ Form der Wissenschaft, sondern postuliert einen kontinuierlichen und andauernden Transformationsprozess (*endless transition*) (Etzkowitz & Leydesdorff 2000, 113). Theoretische Anleihen nimmt es dabei an der *kulturellen Evolutionstheorie* Luhmanns sowie am Konzept der *Selbstorganisation* nach Maturana (Shinn 2002, 606). Die Grundthese des Triple Helix-Konzepts besagt, dass es zwischen den drei institutionellen Bereichen Industrie, Universitäten und Regierung zunehmend zu Abhängigkeiten, Überschneidungen und wechselseitigen Rollenübernahmen komme; die Dynamik dieser gesellschaftlichen Subsysteme könne daher nur als trilateraler, ko-evolutionärer Prozess verstanden werden (Leydesdorff & Meyer 2006, 1441). Als abstraktes Modell besitzt Triple Helix Hessels & van Lente (2008, 747) zufolge vor allem heuristischen Wert; der empirischen Forschung dient es dabei als theoretischer Referenzrahmen (Leydesdorff & Meyer 2006, 1445).<sup>8</sup>

Die Thesen des Triple Helix-Konzepts beziehen sich überwiegend auf die ersten beiden der zuvor formulierten Leitfragen. Im Fokus stehen die zunehmenden institutionellen *Interaktionen* zwischen akademischer Wissenschaft und vormals nicht-wissenschaftlichen gesellschaftlichen Subsystemen, nämlich Staat und Industrie. Shinn (2002, 605f.) zufolge beschreibt das Interaktionsmodell der Triple Helix gerade nicht, wie etwa das Konzept

---

<sup>7</sup> Eine wissenschaftssoziologische oder auch sozialepistemologische Perspektive als solche verpflichtet allerdings noch nicht zu einem erkenntnistheoretischen Relativismus – siehe dazu Weingart (2003, 11).

<sup>8</sup> Eine Reihe empirischer Fallstudien, die sich explizit auf das Triple Helix-Modell beziehen, finden sich etwa in einer Sonderausgabe der Zeitschrift *Research Policy* (2000, vol. 29 iss. 2).

Mode 2, einen Prozess der Entdifferenzierung, sondern im Gegenteil ein stetiges Anwachsen interner Differenzen, etwa durch die Bildung von Hybrid-Institutionen. Die funktionale Kopplung von Wirtschaft und Wissenschaft ist dabei nur durch immer komplexere organisatorische Strukturen zu realisieren (Weingart 2003, 110).

Natürlich führt diese Kopplung auch zu veränderten *organisatorischen* Rahmenbedingungen innerhalb der Forschung; eine Entwicklung, die nicht zuletzt durch staatliche und ökonomische Lenkungsmechanismen vorangetrieben wird. Neu entstandene (Inter-) Disziplinen wie etwa die Nanotechnologie vereinen dabei theoretische und praktische Interessen (Etzkowitz & Leydesdorff 2000, 117).

*Kognitiv-inhaltliche* Aspekte von Wissenschaft sind als solche nicht Gegenstand des theoretischen Triple Helix-Modells, werden aber in empirischen Fallstudien berücksichtigt, die Transformationen in konkreten Gegenstandsbereichen thematisieren (vgl. *Research Policy* 2000, vol. 29 iss. 2).

#### 2.1.4 Post-Academic Science

Mit PNS gemeinsam hat das Konzept *Post-Academic Science* (Ziman 2000) sein Präfix. Durch die Vorsilbe *post-* wird eine „neue“ Form der Wissenschaft von einem alten Modell, in diesem Fall *Academic Science*, abgegrenzt. Unter „akademischer Wissenschaft“ ist dabei ein „ideales“ Modell von Forschung zu verstehen, wie sie an europäischen und nordamerikanischen Universitäten in der Zeit ca. zwischen 1850 und 1950 faktisch praktiziert worden sei (Ziman 2000, 57). Doch seither werde diese traditionelle Form der Wissenschaft zunehmend von einer neuen, *post-akademischen* Variante abgelöst, die Ziman (2000, 69ff.) durch fünf Merkmale charakterisiert: (1) *Kollektivierung*: Durch die Orientierung an praktischen Problemlagen seien zunehmend ganze Forschungsteams gefordert, die sich häufig *interdisziplinär* zusammensetzen. (2) *Die Grenzen des Wachstums* sind erreicht. Nachdem der akademische Sektor über viele Jahrzehnte kontinuierlich expandieren konnte, stoße er nun an seine – vor allem finanziellen – Grenzen. Forschungsgelder werden knapp und der Druck hin zu höherer Effizienz wächst. (3) *Nutzenorientierung*: Im Zusammenhang mit den knapper werdenden finanziellen Mitteln komme dem ökonomischen Nutzen der Forschung immer mehr Bedeutung zu. Wissenschaft werde zu einem „wealth-creating techno-scientific motor for the whole economy“ (Ziman 2000, 73). (4) *Verfolgung einer Wissenschaftspolitik*: Durch die Vergabe von Forschungsförderungen und der daraus resultierenden Wettbewerbssituation

werde Wissenschaft von außen steuerbar. (5) *Industrialisierung*: Das Verhältnis zwischen Wissenschaft und Wirtschaft sei durch gegenseitige Abhängigkeiten und Kollaborationen gekennzeichnet. Als Folge davon werden „alte“ akademische Werte zunehmend durch ein Bündel neuer, an den Bedürfnissen der Wirtschaft orientierten Normen ersetzt, die Ziman (2000, 78, Hervorh. i.O.) als PLACE bezeichnet: „Very schematically, industrial science is *Proprietary, Local, Authoritarian, Commissioned, and Expert.*“

Diese fünf Punkte resultieren aus internen Beobachtungen eines Wissenschaftlers;<sup>9</sup> konkret empirisch belegt sind sie nicht. Man erkennt eine gewisse Ähnlichkeit zum Mode 2-Konzept, welches Ziman (2000, 80) affirmierend zitiert. Ziman beschreibt aber nicht nur einen faktisch stattfindenden Transformationsprozess, er nimmt auch selbst wertend dazu Stellung. In einem Artikel (Ziman 2003) plädiert er dafür, den nicht-instrumentellen Wert akademischer Wissenschaft nicht gänzlich aus den Augen zu verlieren, da diese wertvolle soziale Funktionen erfülle. Auch wenn die Entwicklung hin zu einem post-akademischen Modus unhintergebar sei, seien die nicht-instrumentellen Rollen der Wissenschaft „vital to the health and stability of every pluralistic democracy“ (Ziman 2003, 27).

#### 2.1.5 *Postskriptum* zum Verhältnis von deskriptiven und normativen Inhalten

*Beschreibung* und *Wertung* werden in den Schriften Zimans klar voneinander abgegrenzt. An Mode 2 wurde hingegen kritisiert, dass das Konzept *deskriptive* und *normative* Ansprüche auf problematische Weise vermischen würde (Hessels & van Lente 2008, 754); die Schriften von Gibbons et al. (1994) und Nowotny et al. (2001) wurden u.a. als „politisches Plädoyer“ (Godin 1998, 467), „Manifest“ (Hessels & van Lente 2008, 756) oder „performativer Diskurs“ (Godin 1998, 480) bezeichnet. Zwar wird in der Einleitung zu Gibbons et al. (1994, 1) festgehalten: „[N]o judgement is made as to the value of these trends [...]“; später hingegen liest man: „[O]ur argument is stated *as a plea* for the initiation of a policy for distributed knowledge production, a policy that ultimately is people- and competence-centred.“ (Gibbons et al. 1994, 155, Hervorh. J.B.)

Auch im Nachfolgewerk *Re-Thinking Science* beziehen die AutorInnen mehrmals zu den von ihnen beschriebenen Trends Stellung. Zum einen wird Mode 2 als *wissenschaftlich* wertvoll beschrieben: „[H]ighly contextualized knowledge is not only inevitable [...] and ‚relevant‘

---

<sup>9</sup> John Ziman (1925-2005) war Professor für theoretische Physik, publizierte aber auch zahlreiche Arbeiten auf dem Gebiet der Wissenschaftsphilosophie und -soziologie.

[...] but even *scientifically beneficial* [...].“ (Nowotny et al. 2001, 168, Hervorh. J.B.) Darüber hinaus sei Mode 2-Wissensproduktion aber auch aus *gesellschaftspolitischen* Gründen wünschenswert, indem sie einen Zugewinn an demokratischen Strukturen darstelle (Nowotny et al. 2001, 233).

Dem ist hinzuzufügen, dass die Vermischung oder Kombination normativer und deskriptiver Inhalte nicht *per se* ein Merkmal schlechter intellektueller Praxis ist; es wäre vermutlich unrealistisch und kurzsichtig, eine derartig strikte Trennung einzufordern. Problematisch kann hingegen die mangelnde Kennzeichnung normativer Ansprüche sein, wenn dadurch Beschreibung und Bewertung bestimmter Phänomene obskuriert werden.

## 2.2 *Post-Normal Science*: Philosophy at large?

Der Entwurf *Post-Normal Science* (PNS) ist untrennbar mit der Vita seiner Urheber Jerome P. „Jerry“ Ravetz (\* 1929) und Silvio O. Funtowicz verknüpft. Seit seiner ersten expliziten Formulierung zu Beginn der 90er-Jahre wurde das Konzept von den beiden Autoren in immer wieder unterschiedlich akzentuierten Versionen publiziert. Ravetz, der sich auf seiner Homepage als „philosopher at large“ bezeichnet,<sup>10</sup> gibt in seinen Schriften über seinen persönlichen Werdegang und seine intellektuellen und ideologischen Hintergründe bereitwillig Auskunft. Es wird daher in einem ersten Schritt sinnvoll sein, anhand dieser biografischen Notizen den breiteren ideengeschichtlichen Kontext von PNS kurz aufzurollen, bevor ich die Hauptthesen des Konzepts gemäß der in Kap. 2.1.1 formulierten Leitfragen zu rekonstruieren versuche.

### 2.2.1 Verortung im historischen und ideengeschichtlichen Kontext

Ravetz hat sein primäre akademische Ausbildung im Fach Mathematik absolviert, wandte sich dann aber bald den Metadisziplinen der Wissenschaftsphilosophie und Wissenschaftsgeschichte zu. Eigenen Angaben zufolge blieb sein Interessens- und Tätigkeitsfeld dabei nicht auf rein akademische Wissenschaft beschränkt: „[F]rom my earliest years I combined my concerns for science with an awareness and commitment to politics,

---

<sup>10</sup> <http://www.jerryravetz.co.uk/>, Zugriff am 05.12.13

which on various occasions was realised as activism, but for most of the time in reflection.“<sup>11</sup> Diese politische oder „aktivistische“ Grundhaltung ist meiner Ansicht nach für das Verständnis des Konzepts PNS von zentraler Bedeutung. Sie bringt mit sich, dass - ob implizit oder explizit – stets auch die Frage nach der Definition oder Abgrenzung des Gegenstandsbereichs „Wissenschaft“ selbst mit zu verhandeln ist.<sup>12</sup>

Weiter zu beachten ist, dass Ravetz Wissenschaft als „intellectual and social phenomenon“<sup>13</sup> begreift. Eine frühe Publikation<sup>14</sup> widmet sich in erster Linie der sozialen Komponente; in deren Einleitung plädiert Ravetz (1996, 10) ausdrücklich für einen veränderten theoretischen Zugang zur Wissenschaftsphilosophie: „[I]nstead of asking ‚What sort of truth is embodied in perfected scientific knowledge?‘, [a new philosophy of science] proceeds by asking ‚By what activities and judgements, individual and social, can genuine scientific knowledge come to be?‘“

Das Zitat ist im historischen Kontext der Popper-Kuhn-Debatte zu interpretieren. Die Wissenschaftsphilosophie der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts war, wenigstens in Europa, von zwei Hauptströmungen geprägt: dem *logischen Empirismus* des Wiener Kreises sowie dem primär auf Karl Popper zurückgehenden *kritischen Rationalismus*. Beide Positionen werden manchmal simplifizierend und fälschlicherweise unter dem Begriff „Positivismus“ subsumiert (Schurz & Carrier 2013, 10f.). Gemeinsam ist ihnen, dass sie ein rationalistisches Bild von Wissenschaft zeichnen und davon ausgehen, dass wissenschaftlicher Erkenntnisfortschritt einem linearen und kumulativen Muster folgt. Als Garant dieses Fortschritts fungiert dabei die korrekte Methodik (Carrier 2012, 133).

Diese weitverbreitete Ansicht wurde schließlich durch das Erscheinen von Thomas Kuhns maßgeblichen Werk *The Structure of Scientific Revolutions* (1962) in ihren Grundfesten erschüttert. Das eigentlich Revolutionäre der darin formulierten Thesen ist, dass sie die bis dahin allgemein akzeptierte Arbeitsteilung zwischen Wissenschaftsphilosophie und Soziologie und damit auch die Existenz einer autonomen „dritten Welt“ in Frage stellen.<sup>15</sup> Kuhns soziologische Analysen beschränken sich nicht auf die *Organisation* von

---

<sup>11</sup> <http://www.jerryravetz.co.uk/work.html>, Zugriff am 05.12.13

<sup>12</sup> Dazu ein Kommentar von Ravetz (2010, 241): „We recall that a sympathetic scientist, on hearing what [PNS] was about, approved of it but recommended strongly that we don’t call it ‚science‘. After that, we had no choice but to do just that.“

<sup>13</sup> <http://www.jerryravetz.co.uk/work.html>, Zugriff am 05.12.13

<sup>14</sup> Ravetz, J. (1971; 1996): *Scientific Knowledge and Its Social Problems*. Oxford, Clarendon Press. Die deutsche Übersetzung (1973) trägt den bezeichnenden Titel „*Die Krise der Wissenschaft*“.

<sup>15</sup> Karl Poppers (z.B. 1973) bekannte *Drei-Welten-Lehre* postuliert neben einer physisch-materiellen und einer Welt der Bewusstseinsinhalte eine „dritte Welt“ der objektiven Gedankeninhalte. Popper spricht wissenschaftlichen Erkenntnissen und intellektuellen Konstrukten somit einen eigenständigen ontologischen Status zu.

Wissenschaft, sondern beschreiben und erklären auch die Entwicklung *kognitiver Inhalte*, was bis dahin als Domäne der philosophischen Wissenschaftstheorie betrachtet wurde (Weingart 2003, 18). Anhand verschiedener historischer Fallbeispiele versucht Kuhn zu zeigen, dass Forschungstätigkeit durch geistig-intellektuelle Traditionen oder *Paradigmen* gesteuert wird, deren Wandel sich nicht allmählich und kontinuierlich, sondern während Phasen revolutionärer Umbrüche vollzieht. Dieser Paradigmenwandel ist nach Kuhn nicht rational verhandelbar, da unterschiedliche Positionen prinzipiell *inkommensurabel* seien.

Ravetz (z.B. 1999, 648) betont an mehreren Stellen, dass die Bezeichnung „Post-Normal Science“ *auch* als Referenz auf Kuhns Begriff der „normalen“, paradigmengeleiteten Forschung zu verstehen sei. Den Übergang von „normaler“ hin zu „post-normaler“ Wissenschaft interpretiert Ravetz (2004, 353) als Paradigmenwandel; PNS sei somit „revolutionary in Kuhn’s sense“.

Grundlegend für das Konzept PNS ist somit ein reformistischer und emanzipatorischer Anspruch, der sich Ravetz’ intellektuellem Hintergrund entsprechend nicht auf rein wissenschaftliche Agenden beschränkt, sondern auf einen breiteren gesellschaftspolitischen Kontext zielt: „[...] I had fudged the issue of the relations between the radical reform of science and that of society at large.“ (Ravetz 1996, xx)

Ravetz nennt darüber hinaus zwei intellektuelle Bewegungen, welche seinen gesellschaftskritischen Zugang maßgeblich geprägt hätten: Zum einen die sog. *Critical Science Movement*, eine Gruppierung um den Ökologen und Umweltaktivisten *Barry Commoner* (1917 – 2012). PNS sei in gewisser Hinsicht als Fortführung und Weiterentwicklung dieser „kritischen Wissenschaft“ zu sehen (Ravetz 1996, xxii). An zweiter Stelle ist Ravetz’ (ebd., xviii) „internal debate [...] with Marxism“ zu nennen. Als konkrete Anleihe an marxistische Theorien fällt der in (Ravetz 2006) formulierte Schlüsselbegriff „characteristic contradiction“ auf, welcher zur Beschreibung verschiedener Arten von Systemversagen dient. Ravetz interpretiert dabei *Dialektik* als *heuristisches Prinzip*: „[I]n my philosophical formation I had developed an instinctive sense both for history and for dialectics; and this is the way that I have always tried to explain things.“<sup>16</sup> Der Begriff der Dialektik weist in seiner Verwendungsgeschichte ein breites Bedeutungsspektrum auf, und Ravetz’ „instinktiver“ – oder eher intuitiver? – Zugang bleibt daher inhaltlich unterbestimmt.

---

<sup>16</sup> <http://www.jerryravetz.co.uk/work.html>, Zugriff am 07.12.14

### 2.2.2 Theoretische Rekonstruktion des Konzepts Post-Normal Science

Funtowicz & Ravetz haben ihre Idee einer post-normalen Wissenschaft großteils in Form von Artikeln und einzelnen Buchkapiteln veröffentlicht. Als grundlegende Referenz wird häufig Funtowicz & Ravetz (1993) zitiert; eingeführt wird das Konzept aber bereits früher, etwa in einem Beitrag in dem 1991 erschienenen Sammelband *Ecological Economics* (hrsg. von R. Costanza). Auch die 1990 von Ravetz & Funtowicz herausgebrachte Monografie *Uncertainty and Quality in Science for Policy* kann als Vorläufer der PNS-Publikationen betrachtet werden.

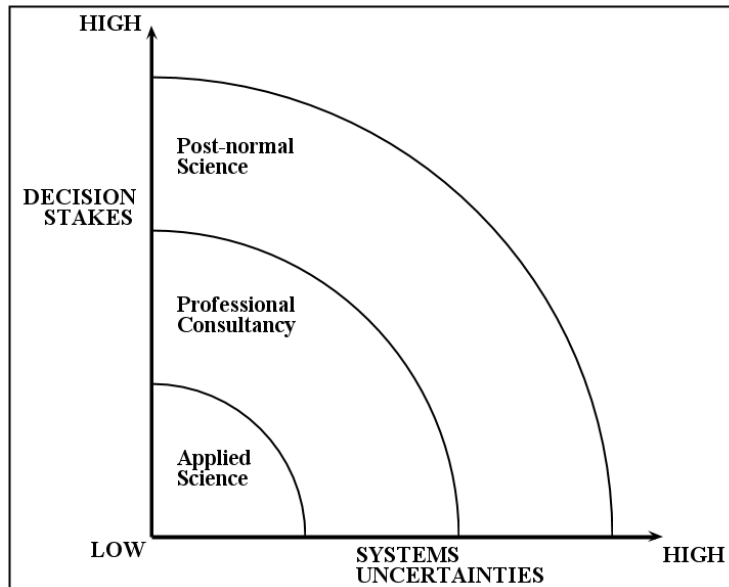
Eine grundsätzliche Schwierigkeit bei der Rekonstruktion könnte darin bestehen, dass Funtowicz & Ravetz (1999, 642) bewusst von einer allzu präzisen Definition des Konzepts PNS absehen: „[T]here is no monopoly of true interpretations of Post-Normal Science; that would be contrary to its message.“ Mehr noch, die Gültigkeit oder Adäquatheit von PNS sei vielleicht nur im historischen Kontext zu beurteilen: Während Ravetz (2006) darüber spekuliert, dass das ursprüngliche Konzept mittlerweile veraltet sein könnte, spricht er in (Ravetz 2010, 231) nur von einem Modifikationsbedarf als Antwort auf veränderte Rahmenbedingungen.<sup>17</sup> Vergleicht man die frühen Publikationen mit jüngeren Artikeln, so zeigt sich aber, dass die Differenzen eher in der Schwerpunktsetzung und in der Wahl der Schlüsselbegriffe bestehen, in den zentralen Konzepten und Ideen aber eine hinreichende Kontinuität gewahrt bleibt.

Beispielsweise fällt als beständig wiederkehrende Figur sowohl in Primär- wie auch Sekundärliteratur das sog. *Post-Normal Science Diagram* (Abb. 1) auf. Diese einfache und prägnante Grafik soll den sinnvollen Anwendungsbereich von PNS anzeigen und besitzt großen symbolischen Wert. Wenn Turnpenny et al. (2011, 291) dieses Diagramm als „Ikone“ von PNS bezeichnen, dann darf folgende, in der Sekundärliteratur häufig zitierte Phrase als ihre „Parole“ gelten: „facts are uncertain, values in dispute, stakes high, and decisions urgent“ (z.B. Funtowicz & Ravetz 1991, 138) – Ohne an dieser Stelle auf den Inhalt des Zitats näher einzugehen (siehe dazu Kap. 2.2.2.3.1), bleibt festzuhalten, dass gewisse Elemente des PNS-Konzepts derart konstant in der Literatur wiederkehren, dass man von einem minimalen, allgemein akzeptierten Kerngehalt ausgehen darf.

---

<sup>17</sup> Ravetz (2006) suggeriert, wenn ich ihn richtig verstehe, dass das Konzept PNS einer Art „dialektischen Reifungsprozesses“ unterworfen sein könnte, an dessen Ende entweder historische Obsoleszenz oder kreative Neuformulierung stehen.

Die nun folgende Rekonstruktion ist anhand der in Kap. 2.1.1 formulierten Leitfragen strukturiert, wobei Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Frageebenen durch Querverweise angezeigt werden.



**Abb. 1: Das Post-Normal Science-Diagramm.** Quelle: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Post-normal\\_Science\\_diagram.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Post-normal_Science_diagram.png), Zugriff am 08.01.2015.

#### 2.2.2.1 Abgrenzung und Gegenstandsbereich von Post-Normal Science

Wie bereits in Kap. 2.1.1 angedeutet, befinden wir uns mit der Frage nach der Abgrenzung von „Wissenschaft“ sofort an einem der neuralgischen Punkte des PNS-Konzepts. Wir können das Problem anhand mehrerer Teilfragen weiter strukturieren und konkretisieren.

- (i) Zunächst lässt sich nach der *sozialen* und *organisatorischen* Abgrenzung von Wissenschaft gegenüber anderen gesellschaftlichen Subsystemen fragen.
- (ii) In Hinblick auf Wissenschaft als *kognitives* System oder *Wissensform* interessiert die Abgrenzung gegenüber anderen, nicht-wissenschaftlichen Wissensformen.
- (iii) Eine weitere Teilfrage fokussiert auf die Abgrenzung zwischen „guter“ und „schlechter“ oder legitimer Wissenschaft und Pseudo-Wissenschaft.
- (iv) Ein nicht unwesentlicher Teilaspekt betrifft den von Funtowicz & Ravetz intendierten *Anwendungsbereich* oder Gegenstandsbereich post-normaler Wissenschaft.

ad (iv)

Aus heuristischen Gründen beginne ich mit letzterer Frage. Zunächst ist festzuhalten, dass Funtowicz & Ravetz mit ihrem PNS-Konzept nicht beabsichtigen, ein verallgemeinerbares Modell von Wissenschaft zu entwerfen. Prinzipiell sei unter PNS stets *anwendungs-* und *problemorientierte* Forschung oder Forschung im Kontext von Politikberatung zu verstehen (Ravetz 2010, 241); Ravetz (2004, 357) beschreibt PNS als „something closely related to ordinary life and its problems“; konkreter: „[an attempt] to apply science to the solution of the pressing problems of planetary survival“ (Ravetz 1996, x). Ausgeschlossen wird durch diese Definition jede auf reiner Wissbegier beruhende theoretische Forschung ohne konkreten Anwendungs- oder Problemlösungsbezug. In der Zielsetzung fällt eine deutliche Überschneidung mit den üblichen Definitionen der *Sustainability Sciences* auf, was von Ravetz (2006, 275) auch anerkannt und gutgeheißen wird.<sup>18</sup>

Jene besondere Problemqualität, die nach post-normaler Wissenschaft verlange, verdeutlichen Funtowicz & Ravetz plakativ und prägnant mithilfe des bereits erwähnten PNS-Diagramms (Abb. 1). Die horizontale Achse dieses Diagramms gibt den Grad der *Systems Uncertainties*<sup>19</sup> an, während die vertikale Achse den Grad der *Decision Stakes* bemisst, ein Begriff, der sich nur schwer ins Deutsche übersetzen lässt. Frei formuliert drückt er aus, „wieviel auf dem Spiel steht“, d.h. welche Risiken in einer Problemsituation involviert sind.<sup>20</sup> Es ist wichtig zu beachten, dass damit natürlich die (subjektive) *Bewertung* einer Sachlage ausgedrückt wird.

Die Fläche des Diagramms ist in drei Bereiche unterteilt, die den jeweils adäquaten Anwendungsfeldern verschiedener Typen problemorientierter Forschung entsprechen: Sind sowohl *Systems Uncertainties* als auch *Decision Stakes* niedrig, so befinden wir uns im traditionellen Arbeitsfeld angewandter Forschung (*Applied Science*). Sind beide – oder zumindest einer der beiden – Parameter in höherem Maß ausgeprägt, dann sprechen Funtowicz & Ravetz von *Professional Consultancy*, was der üblichen Form wissenschaftlicher Beratungstätigkeit entspricht. Erst wenn beide – oder zumindest einer der beiden – Parameter einen sehr hohen Wert erreichen, befinden wir uns in der eigentlichen Domäne von PNS. Sowohl ausgeprägte Unsicherheiten innerhalb einer Problemsituation als

---

<sup>18</sup> Hirsch-Hadorn et al. (2010, 438) bezeichnen die beiden Konzepte eines „Gemeinwohls“ sowie der „nachhaltigen Entwicklung“ als *regulative Ideen*, die Raum für unterschiedliche Interpretationen innerhalb einer pluralistischen Gesellschaft bieten.

<sup>19</sup> In neueren Publikationen (z.B. Ravetz 2010) wird dieser Begriff durch den der *Systems Complexity* ersetzt.

<sup>20</sup> „To define decision stakes, we include the costs, benefits, and commitments of any kind by the parties involved.“ (Funtowicz & Ravetz 1991, 144)

auch ein hohes Risikopotential sind also die beiden Kriterien dafür, dass wissenschaftliche Praxis im Stil von PNS gefordert ist.<sup>21</sup>

ad (i) und (ii)

Die wohl prägnantesten Forderungen des PNS-Konzepts beziehen sich auf die soziale, organisatorische und kognitive Abgrenzung von Wissenschaft. In Ravetz' Schriften lässt sich dabei ein gewisser Radikalisierungsprozess nachvollziehen. Grundsätzlich betont er bereits in (Ravetz 1972 [1996, 317]), dass die traditionelle Unterscheidung zwischen wissenschaftlicher Praxis und anderen gesellschaftlichen Aktivitäten obsolet geworden sei, genauso wie die Unterscheidung zwischen akademischen und nicht-akademischen Formen des Wissens (ebd., 175). Die Verantwortung für forschungsbezogene Qualitätssicherung und -kontrolle wird in dieser frühen Publikation aber noch ganz in die Hände wissenschaftlicher ExpertInnen (*peer community*) gelegt, Laien-Engagement und demokratische Prozesse seien zu diesem Zweck ungeeignet (ebd., 276ff.). In den PNS-Publikationen wird diese letztere Ansicht nahezu völlig verworfen. Typisch für wissenschaftliche Aktivitäten nach dem Modell von PNS sei „the loss of hegemony of scientific experts in the area of discussion and debate of science-related policy-questions“ (Ravetz 1997, 534). Gegenüber traditionellen Konzepten „normaler“ Wissenschaft ist PNS durch zwei Erweiterungsprozesse gekennzeichnet, die den beiden Teilfragen (i) und (ii) entsprechen: (i) In sozialer Hinsicht erweitert sich der professionelle Zirkel der *Peer Community* zu einer *Extended Peer Community* (EPC), bestehend aus „all those with a desire to participate in the resolution of the [problem] issue“ (Ravetz 1999, 651). (ii) Diese interessierten Laien oder Stakeholder bringen ihre jeweils spezifischen Formen des Wissens in den Forschungsprozess mit ein und erweitern somit durch *Extended Facts* die Wissensbasis.

Wie sind die beiden Forderungen zu begründen? Funtowicz & Ravetz führen hier im wesentlichen zwei Argumente ins Feld. Zunächst kann der Wunsch nach stärkerer Partizipation *politisch* oder *moralisch legitimiert* werden: „[W]e can understand post-normal science as the extension of democracy appropriate to the conditions of our age“ (Ravetz 2004, 347). Die Forderung nach einer Demokratisierung von Wissenschaft steht damit in einer Tradition mit anderen emanzipatorischen Bewegungen, wie etwa dem Kampf gegen Sklaverei oder dem Feminismus (ebd., 357). Darüber hinaus gibt es aber auch *wissenschaftsinterne*

---

<sup>21</sup> Eine inhaltlich detailliertere Erörterung dieser besonderen Problemqualität, die hier nur sehr grob skizziert wird, folgt in Kap. 2.3.

Gründe für die geforderte soziale und kognitive Erweiterung wissenschaftlicher Rationalität (siehe Kap. 2.2.2.4).

Eine mögliche Lesart des von Funtowicz & Ravetz formulierten Partizipationsanspruches wäre die, dass hier die *Definition von Wissenschaft* und Wissenschaftlichkeit selbst zur Frage steht: „But is this science at all? Or is it politics? What is the appropriate relationship between scientific analysis and political action in a post-normal context?“ (Luks 1999, 715) Die mangelnde Unterscheidung oder unzulässige Verschmelzung zwischen wissenschaftlicher Tätigkeit und politischem Aktivismus wurde häufig zum Gegenstand von Kritik (siehe dazu Kap. 5.4.1). Entgegensetzen lässt sich dieser Kritik, dass vermehrte soziale Partizipation *auch* aus wissenschaftsinternen Gründe sinnvoll und erstrebenswert sein kann – eine Strategie, die etwa Ravetz (2006, 278) verfolgt, indem er auf eine „philosophical basis of the necessity [of] the extended peer community“ verweist (siehe Kap. 2.2.2.4). Andererseits wird in den neueren Publikationen auch der politische Charakter der Idee von EPCs in besonderem Maß hervorgehoben (z.B. Ravetz 2006, 275f.). Die Spannung zwischen diesen beiden Rechtfertigungsgründen gelingt es Funtowicz & Ravetz meiner Ansicht nach nicht völlig aufzuheben.

Der politische Anspruch, der dem Konzept von EPCs inhärent ist, wirft schließlich ein weiteres Problem auf. An welches gesellschaftliche Subsystem ist die Forderung nach einer Implementierung von EPCs eigentlich zu adressieren? In einem Artikel der Schwerpunktausgabe der Zeitschrift *Futures* (1999, 31) findet Healy (1999, 668) deutliche Worte: „The democratic and discursive means by which this [lay] knowledge is realised exemplifies the basis of a new political order in which traditional power relationships are usurped [...]“

Healy wirft hier eine zentrale Frage auf: Setzt die Etablierung neuer *wissenschaftlicher* Organisationsformen eine veränderte *politische* und / oder *institutionelle* Ordnung voraus? Anders formuliert, ist die Umsetzung von EPCs innerhalb der bestehenden politischen und institutionellen Gegebenheiten zu bewerkstelligen? – Funtowicz & Ravetz haben meines Wissens nach zu dieser Frage bisher nicht eindeutig Stellung bezogen. Dem emanzipatorischen Grundgedanken gemäß scheint PNS immer schon eine gewisse Oppositionsrolle gegenüber etablierten politischen und sozialen Institutionen einzunehmen: „With PNS, the initial problem is negative: there is a suspicion (usually among some non-established person) that something is wrong somewhere. Usually, the established institutions do not want to know about it, and may not want anyone else to know about it either. So the

real world is built into the PNS cycle at the outset, with all its variability, uncertainty, complexity and influences of politics, power and privilege.“ (Ravetz 2006, 277)

Wir können als Fazit festhalten, dass es in den Publikationen von Funtowicz & Ravetz offen bleibt, ob die Etablierung von EPCs umfangreichere gesellschaftspolitische Transformationen voraussetzt. Aufgrund der sozialen „Offenheit“ und Durchlässigkeit des Wissenschaftssektors ist aber anzunehmen, dass wissenschaftliche Organisationsformen und gesellschaftspolitische Strukturen in einem gegenseitigen Abhängigkeitsverhältnis stehen.

ad (iii)

Die Wichtigkeit der Qualitätssicherung post-normaler Wissenschaft wird von Funtowicz & Ravetz immer wieder betont. Das Problem ist umso drängender, als infolge der geforderten Demokratisierung von Wissenschaft immer auch die Gefahr der politischen Instrumentalisierbarkeit im Raum steht (Luks 1999, 716; Ravetz 1996, xi). Ravetz (1996, 31ff.) wählt die Metapher einer „pathologischen Verfassung“ von Wissenschaft als Überbegriff für bestimmte Fehlentwicklungen im Kontext industrialisierter Forschung und argumentiert, dass die traditionelle akademische Arbeitsethik unter modernen Bedingungen ihre Wirksamkeit als Mittel der Qualitätssicherung eingebüßt habe.<sup>22</sup> Insgesamt nennen Funtowicz & Ravetz mehrere Gründe, die zur Korrumpierung und damit zu „schlechter“ Wissenschaft führen: (1) Die wissenschaftliche Qualität kann durch *externe Systemzwänge* herabgesetzt werden, wie etwa im Fall militärischer Forschung (Ravetz 2010, 234). (2) In anderen Fällen komme es zu mangelhaften Ergebnissen als „consequence of a false metaphysics“ (ebd., 237). Das von Ravetz gewählte Beispiel betrifft das Versagen bestimmter Computermodele bei Voraussagen und Prognosen. Eine „falsche metaphysische Voraussetzung“ wäre es dabei anzunehmen, dass mathematische Modellrechnungen notwendig zu „wahren Aussagen“ führten. (3) Bestimmte wissenschaftliche Fehlleistungen seien hingegen „simply the result of an inappropriate methodology“ (ebd., 234).

Diese unterschiedlichen Aspekte verlangen nach jeweils spezifischen Maßnahmen der Qualitätssicherung. Es ist anzunehmen, dass das Problem (1) eher auf politischer Ebene zu lösen ist, während (2) und (3) auf wissenschaftsinternen Reflexionsbedarf verweisen.

---

<sup>22</sup> Ravetz spielt hier vermutlich auf Robert Mertons (1957) klassische Analyse des wissenschaftlichen Arbeitsethos an, welche heute vielfach als überholt angesehen wird (Weingart 2003, 17).

#### 2.2.2.2 Soziale und institutionelle Organisation post-normaler Wissenschaft

Die gesellschaftliche Bedeutung des Wissenschaftssektors ist für Ravetz (1999, 648) unumstritten: „There is a consensus on science as a major social institution, with structures of prestige and influence, and possessing the power to initiate, defer, stop or even suppress research.“ Die zweite Hälfte des Zitats vermittelt, dass Machtstrukturen *innerhalb* dieses Sektors großen Einfluss auf dessen soziale Funktion ausüben können.

Was ist nun die soziale Funktion post-normaler Wissenschaft? Wie bereits erwähnt, decken sich die von Funtowicz & Ravetz genannten Ziele stark mit den üblichen Definitionen der *Sustainability Sciences*. „The ultimate purpose which governs the work is the protection of the welfare of humanity as a part of nature [...]“ (Ravetz 1996, 430) Die soziale und institutionelle Organisation von PNS soll in erster Linie im Dienste dieser Zielsetzung stehen. Ravetz (2006, 277) beschreibt PNS als „a new ,science of, by and for the people“. Als solche untergrabe sie hegemoniale Ansprüche etablierter wissenschaftlicher ExpertInnen im Kontext von Politikberatung (Ravetz & Funtowicz 1999, 642).

Als Mittel der „Demokratisierung“ wissenschaftlicher Expertise und als zentrale organisatorische Innovation dienen dabei die bereits besprochenen *Extended Peer Communities* (EPCs). In Ergänzung zum traditionellen *Peer Review* spielen diese auch eine wesentliche Rolle in der Qualitätssicherung wissenschaftlicher Arbeit (Ravetz 1997, 534), ebenso wie die „Gegen-Expertise“ bestimmter Umweltorganisationen (Ravetz 1999, 648). Wer sind nun die Mitglieder dieser EPCs? Funtowicz & Ravetz (1991, 149) sprechen zunächst von „experts whose roots and affiliations lie outside that of those involved in creating or officially regulating the [problem] issue“. Die zweite, stärkere Forderung ist schließlich die nach einer Integration unmittelbar betroffener Laien - „[t]hose whose lives and livelihood depend on the solution of the problems“ (ebd., 149). Während man ersteren Vorschlag als Ruf nach verstärkter Inter- oder Transdisziplinarität verstehen kann, erhebt die zweite Forderung den konzeptuell weitergehenden Anspruch nach aktiver BürgerInnenbeteiligung.

Über die Möglichkeiten der Operationalisierung und praktischen Implementierung von EPCs erfahren wir in den Schriften von Funtowicz & Ravetz schließlich nur wenig. Hinweise zum Ablauf oder zur Funktionsweise dieser zentralen Organisationseinheit sind spärlich und recht allgemein gehalten; Ravetz & Funtowicz (1999, 644) betonen etwa die prinzipielle Gleichrangigkeit wissenschaftlicher ExpertInnen und Laien: „[S]cientists [...] participate as equals with the others.“ An anderer Stelle beschreibt Ravetz (2010, 242) die geforderte

Grundhaltung oder den kommunikativen Stil von EPCs als „negotiation in good faith“. Bei Healy (1999, 656) finden wir schließlich den Hinweis, dass eine gesellschaftliche *Institutionalisierung* von EPCs als Mittel zu deren praktischer Umsetzung wesentlich sein könnte.

Mit dem Hinweis auf Ähnlichkeiten und Überschneidungen zwischen PNS und den Konzepten *Transdisziplinarität* oder *Multidisziplinarität* deutet Ravetz (2010; 231, 244) an, dass die traditionelle *disziplinäre Organisation* von Wissenschaft für die Zwecke ziel- und lösungsorientierter Forschung ein zu enges Korsett darstellen könnte. Das Thema trans- und interdisziplinärer Forschung scheint in der Sekundärliteratur zu PNS (vgl. z.B. Turnpenny et al. 2009, 348) stärker präsent zu sein als in den Schriften von Funtowicz & Ravetz selbst.

### 2.2.2.3 Kognitive Inhalte post-normaler Wissenschaft

Dieses Kapitel widmet sich in groben Zügen den zentralen theoretischen Begriffen und Konzepten sowie den methodologischen, epistemologischen und ontologischen Annahmen, die dem Konzept PNS zugrunde liegen. Berücksichtigt wird dabei Primärliteratur von Funtowicz & Ravetz, aber auch, wo dies dem Verständnis dienlich ist, ausgewählte Fachliteratur zu den einzelnen Begriffen und Themen. Da eine detaillierte Besprechung dieser hochkomplexen Inhalte den Rahmen der vorliegenden Arbeit bei weitem sprengen würde, werde ich dabei gelegentlich auf weiterführende Literatur verweisen.

#### 2.2.2.3.1 Zentrale Konzepte und theoretische Begriffe

Die Quintessenz von PNS wird von Funtowicz & Ravetz häufig durch folgende Phrase charakterisiert, die uns regelmäßig auch in der Sekundärliteratur begegnet:

„The insight leading to Post-Normal Science is that in the sort of *issue-driven science* relating to environmental debates, typically *facts are uncertain, values in dispute, stakes high, and decisions urgent*.“ (Ravetz 1999, 649, Hervorh. J.B.)

Anhand dieser verdichteten Formel lassen sich folgende Kernideen und –begriffe des PNS-Konzepts identifizieren:

*Problemorientiertheit (issue-driven science), Lösungsorientiertheit (decisions urgent):*

Wie bereits in Kap. 2.2.2.1 besprochen, stehen Probleme des praktischen (Über-)Lebens und der nachhaltigen Entwicklung von Gesellschaften (*real-world-problems*) im Fokus post-normaler Wissenschaft. „The ultimate purpose which governs the [scientific] work is the protection of the welfare of humanity as a part of nature [...].“ (Ravetz 1996, 430) Durch diese radikale, auf ein noch näher zu definierendes „Gemeinwohl“ zielende *Lösungsorientiertheit* grenzt sich PNS von theoretischer Forschung aus reiner Wissbegier ab (Ravetz 1997, 533). Statt an *wissenschaftsinternen* Zielen (Erkenntnisgewinn) orientiert sich PNS somit an *wissenschaftsexternen* Zwecken. Viele, wenn nicht alle weiteren inhaltlichen Schwerpunkte von PNS lassen sich auch als *Mittel* verstehen, die dem übergeordneten Ziel der Lösung drängender gesellschaftlicher Probleme dienen.

*Inter- und Transdisziplinarität (issue-driven science):*

Im Besonderen trifft diese *instrumentelle* Funktion wohl auf die Idee der *Interdisziplinarität* zu. Auch wenn diesem Thema in den Schriften von Funtowicz & Ravetz keine große Aufmerksamkeit zukommt, herrscht in der Sekundärliteratur doch breiter Konsens darüber, dass post-normale Forschung traditionelle disziplinäre Grenzen überschreitet (vgl. Turnpenny et al. 2009, 348; van de Kerkhof et Leroy 2000, 899; Lorenzoni et al. 2007, 67). Der Grund dafür liegt in erster Linie darin, dass sich auch die für PNS relevanten Probleme meist nicht in ein disziplinäres Schema einfügen. Sobald Probleme hinreichend „komplex“ sind, um in die Domäne von PNS zu fallen, sind sie mit den theoretischen Begriffen und Konzepten einer Einzeldisziplin nicht mehr erfassbar (mehr zu dieser besonderen Problemqualität in Kap. 2.3).<sup>23</sup> Frodeman (2010, xxxii) bringt die soeben formulierte These auf den Punkt: „Interdisciplinarity is simply a means. But to what end? Pragmatically put, toward the ends of greater insight and greater success at problem solving. More fundamentally, however, interdisciplinarity is a means toward the end of preserving or achieving the good life in a complex, global, rapidly innovating society.“<sup>24</sup> Auch in der Literatur zur Nachhaltigkeitsforschung wird die Bedeutung interdisziplinärer Forschung immer wieder hervorgehoben (Kates et al. 2001, 641; Clark & Dickson 2003, 8060; Zaman & Goschin 2010; Pujadas Botey et al. 2012, 161).

---

<sup>23</sup> Vgl. dazu auch Mittelstraß (2001, 92): „Es gibt eine Asymmetrie von Problementwicklungen und disziplinären (oder Fach-)Entwicklungen, und diese vergrößert sich noch dadurch, daß die disziplinären und Fachentwicklungen durch wachsende Spezialisierung bestimmt werden.“

<sup>24</sup> Das hier formulierte Argument für interdisziplinäre Forschung ist *pragmatischer* Natur. *Prinzipielle* oder *theoretische* Rechtfertigungsgründe könnten sich etwa auf die Wiederherstellung einer einheitlichen wissenschaftlichen Rationalität beziehen, wie sie bereits von VerteterInnen des *Wiener Kreises* gefordert wurde.

Die Forderung ist als programmatisch anzusehen, nicht zuletzt da die Begriffe *Multidisziplinarität*, *Interdisziplinarität* und *Transdisziplinarität* in der Literatur nicht immer einheitlich verwendet werden (Bogner et al. 2010, 7). Es herrscht zumindest ein gewisser Konsens darüber, dass unter multidisziplinärer Forschung eine *Konglomeration* verschiedener fachlicher Beiträge zu verstehen ist, während interdisziplinäre Ansätze das Ziel einer *Synthese* und *Integration* verfolgen (Huutoniemi et al. 2010, 80). Transdisziplinäre Ansätze gehen schließlich einen Schritt weiter, indem sie - einer verbreiteten Interpretation zufolge - auch die Grenzen zwischen *akademischen* und *nicht-akademischen* Formen der Wissensgenerierung zu überwinden versuchen (Huutoniemi 2010, 315). Es muss allerdings betont werden, dass insbesondere der Begriff der Transdisziplinarität durch eine gewisse Unschärfe in seiner Verwendungsweise gekennzeichnet ist. Mittelstraß (2001, 94) etwa lehnt die Behauptung ab, dass Transdisziplinarität als ein *transwissenschaftliches*, d.h. das Wissenschaftssystem selbst überschreitendes Prinzip zu definieren sei. Für ihn gilt Transdisziplinarität als ein „forschungsleitendes Prinzip“, das „bestehende Isolierungen in praktischen Problemzusammenhängen [überwindet], fachliche und disziplinäre Engführungen [aufhebt]“ und „sich darin als ein Forschungsprinzip, nicht als ein Theorieprinzip [erweist].“ (ebd., 118) Aufgrund der uneinheitlichen Begriffsverwendung sind verschiedene Forschungsansätze, die mit dem Schlagwort „transdisziplinär“ betitelt werden, oft nur bedingt vergleichbar.

Es existiert mittlerweile ein reichhaltiger und nicht leicht zu überblickender Korpus an theoretischer und empirischer Literatur über inter- und transdisziplinäre Forschung.<sup>25</sup> Häufig werden darin Kategorisierungen und Typologien verschiedener Unterformen von Interdisziplinarität präsentiert; einen Überblick über solche Kategorisierungsversuche bieten etwa Huutoniemi et al. (2010, 81).

Für unsere Zwecke ist vor allem von Bedeutung, wie die *Integration* verschiedener Disziplinen – „the most common benchmark“ (Klein 2010, 17) – im Rahmen von PNS zu konzeptualisieren, zu operationalisieren und in weiterer Folge auch empirisch zu evaluieren ist. Die Schriften von Funtowicz & Ravetz bieten dazu wenig Anhaltspunkte, daher möchte ich an dieser Stelle kurz auf eine theoretische Arbeit von Hirsch Hadorn et al. (2010, 443ff.) verweisen. Die AutorInnen präsentieren fünf Kern-Konzepte (sowie fünf methodische Ansätze), die der zentralen Idee interdisziplinärer Integration zugrunde gelegt werden können. Als basales theoretisches Konzept dient dabei (1) eine *systemtheoretische Perspektive*; weitere vier Konzepte sind aus dieser ableitbar: (2) *attention to problem framing and*

---

<sup>25</sup> Eine umfassende und ausgewogene Zusammenstellung verschiedener aktueller Beiträge bietet das *Oxford Handbook of Interdisciplinarity* (hrsg. v. R. Frodeman, J.T. Klein & C. Mitcham, Oxford University Press, Oxford 2010).

*boundary setting*, (3) *attention to values*, (4) *a sophisticated understanding of ignorance and uncertainty*, (5) *understanding principles of collaboration*. Wie sich im Folgenden zeigen wird, ist dieser Vorschlag mit den Ideen und Schwerpunkten des PNS-Konzepts weitgehend kompatibel.

Berücksichtigung von *Unsicherheit* und *Risiko* (*facts are uncertain, stakes high*):

Gemeinhin gilt die Erlangung von *Wissen*, im breitesten Sinn verstanden als rational rechtfertigbare Glaubensannahmen, als Ziel jeder Wissenschaft. Im Kontext von PNS dagegen begegnet uns folgendes Paradoxon: „Science was previously understood as achieving ever greater certainty in our knowledge and control of the natural world: now it is seen as coping with increasing uncertainties in these urgent environmental issues.“ (Funtowicz & Ravetz 1990, 7) Nicht die *Elimination*, sondern das erfolgreiche *Management* dieser Unsicherheiten sei das vordringliche Ziel von PNS (Ravetz 2004, 352).

Ein breiter Diskurs um die Schlüsselbegriffe *Unsicherheit*, *Nichtwissen* und *Risiko* begegnet uns aber auch unabhängig von und außerhalb der PNS-Literatur. Einer bekannten Begriffsdeklaration von Knight (1964) zufolge bezeichnet *Risiko* eine Situation, in der die Wahrscheinlichkeiten verschiedener möglicher Ausgänge bekannt sind, während *Unsicherheit* dadurch gekennzeichnet ist, dass selbst probabilistisches Wissen über das Verhalten eines Systems nicht vorhanden ist. Darüber hinaus findet man in der Literatur zahlreiche weitere Unterteilungen und Taxonomien verschiedener Arten von Unsicherheit. Verkompliziert wird die Situation noch dadurch, dass die Übersetzung der Begriffe *uncertainty*, *non-knowledge* und *ignorance* ins Deutsche nicht immer auf einheitliche Weise geschieht. Ich werde im Folgenden den Begriff der *Unsicherheit* als *Überbegriff* für verschiedene Situationen verwenden, in denen ein teilweiser oder völliger Mangel an Wissen herrscht.

Funtowicz & Ravetz' (1990) Auseinandersetzung mit dem Thema Unsicherheit und Risiko ist von vornherein in den Kontext der Politikberatung oder *policy-related research* eingebunden.<sup>26</sup> Eine grundlegende konzeptuelle Unterscheidung wird zwischen Quellen (*sources*) und Arten (*sorts*) von Unsicherheit getroffen, wobei diese in wechselseitigem Zusammenhang stehen (ebd., 22ff.): Arten von Unsicherheit seien *inexactness*, *unreliability* und *border with ignorance*. *Inexactness* gilt dabei als „the simplest form of uncertainty; it is usually expressed by significant digits and error bars“ (ebd., 23); sie resultiere in der Regel aus Messfehlern und –ungenauigkeiten. Ebenfalls quantitativ fassbar sei *unreliability*,

---

<sup>26</sup> Funtowicz, S.O.; Ravetz, J.R. (1990): *Uncertainty and Quality in Science for Policy*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

ausgedrückt als Konfidenzintervall, das statistischen Aussagen zugeschrieben wird; sie tritt als Folge der notwendig *unvollständigen* empirischen Datenerfassung auf. Als *border with ignorance* wird schließlich jene „komplexere“ Art von Unsicherheit bezeichnet, die aus unvollständigem Wissen über Systemzusammenhänge hervorgeht und nicht quantifizierbar ist. Nicht-quantifizierbare Unsicherheiten seien im Allgemeinen assoziiert mit „problem framings, model structures, assumptions, system boundaries, indeterminacies, and value ladenness“ (van der Sluijs et al. 2005, 482). Auf einer abstrakteren Ebene entsprechen diesen drei Arten von Unsicherheit eine *technische*, *methodologische* und *epistemologische* Dimension (Funtowicz & Ravetz 1990, 23); van der Sluijs et al. (2005, 282) fügen dem noch eine *soziale* Dimension hinzu. Die drei von Funtowicz & Ravetz genannten Dimensionen korrespondieren mit den drei Intervallen der Unsicherheits-Achse des PNS-Diagramms (Funtowicz & Ravetz 1991, 144).

Zur *Qualitätssicherung* von *policy-related research* ist ein erfolgreiches Management dieser Unsicherheiten nötig (Ravetz 2004, 352); Funtowicz & Ravetz (1990) haben zu diesem Zweck ein methodologisches Werkzeug mit der Bezeichnung NUSAP erarbeitet, das in Kap. 2.2.2.3.2 kurz vorgestellt werden soll.

Petersen et al. (2011, 369f.) unterscheiden drei grundsätzliche Prinzipien oder *Paradigmen* im *Umgang* mit Unsicherheit und Risiko. Der *Deficit View* zufolge werde Unsicherheit als temporäres Problem angesehen, das durch weitere Forschung *eliminiert* werden soll. Wo das nicht möglich ist, gebe es die Tendenz, Unsicherheit und Risiko mithilfe verschiedener statistischer Methoden als mathematisch *quantifizierbare* Faktoren zu behandeln. Petersen et al. (ebd.) halten diesen Zugang für unzureichend, da dadurch falsches Wissen oder falsche Sicherheit vorgetäuscht werde. Die *Evidence Evaluation View* sei durch die Vorstellung gekennzeichnet, dass das eigentliche Problem in einem Mangel an Übereinstimmung zwischen verschiedenen ExpertInnen oder Stakeholdern bestehe. Reduktion an Unsicherheit sei demnach gleichbedeutend mit dem Aufbau sozial robusten Wissens. Problematisch daran sei, dass Probleme, über die keine Einigkeit erzielt werden kann, in der Folge schwer zu handhaben wären und möglicherweise vernachlässigt würden. Als *Post-Normal View* bezeichnen Petersen et al. (ebd. 370) schließlich eine Sichtweise, die Unsicherheit als intrinsisches Element von Wissenschaft anerkennt, welches nicht immer quantitativ fassbar sei, da seine Wurzeln epistemologisch tiefer liegen. Diese post-normale Sichtweise sei jedoch kein *Ersatz*, sondern eine notwendige *Ergänzung* der zuvor genannten Alternativen.

Im *Umgang* mit Unsicherheit und Risiko wird in Zusammenhang mit PNS immer wieder auf das *Vorsorgeprinzip* (*precautionary principle*) als Grundparadigma verwiesen (Ravetz 2004,

347). Auch wenn dieses Prinzip intuitiv einsichtig und plausibel erscheint, haben bereits Dovers & Handmer (1995) darauf hingewiesen, dass das Vorsorgeprinzip in der Praxis kaum operationalisierbar ist, d.h. dass nicht klar ist, welche konkreten politischen Maßnahmen daraus abgeleitet werden sollten.<sup>27</sup> Aus epistemologischer Sicht scheint vor allem prekär, dass Wissenschaft im Rahmen des Vorsorge-Paradigmas das *Nichtvorhandensein* bestimmter Risiken oder Kausalzusammenhänge zu belegen hätte. Dies ist aber nicht nur aus pragmatischer Sicht, sondern bereits aus prinzipiellen Gründen unmöglich zu realisieren (Kastenhofer 2011, 311).

Inklusion einer *ethischen Dimension (values in dispute)*:

Die konzeptuelle Unterscheidung zwischen *Tatsachen* und *Werten* zählt zu den grundlegenden philosophischen Prinzipien der Moderne und wird üblicherweise von der Vorstellung (oder Forderung) begleitet, wissenschaftliche Erkenntnis habe *wertfrei* bzw. wertneutral zu sein. Beiden Annahmen wird häufig ein hoher gesellschaftlicher Wert im Dienste der Aufklärung und Emanzipation zugesprochen.<sup>28</sup> Vor diesem Hintergrund muss Funtowicz & Ravetz' (1991, 142) Behauptung, die geforderte Wertfreiheit von Wissenschaft sei eigentlich ein Mythos und „the intrusion of ethics [...] central to this new syndrom of [post-normal] science“ (Ravetz 1997, 534) zunächst auf Skepsis stoßen.

Doch diese Aussagen sind noch sehr vage und verschleiern die Tatsache, dass normative Elemente in den verschiedenen Dimensionen von Wissenschaft sehr unterschiedliche Rollen spielen können. Zunächst ist festzuhalten, dass sich die Forderung nach wissenschaftlicher Wertfreiheit normalerweise auf *außer-wissenschaftliche* Werte bezieht, nicht auf *inner-wissenschaftliche*, d.h. *kognitive* oder *epistemische* Werte. Die Regeln guten wissenschaftlichen Arbeitens, die die Praxis jeder Disziplin explizit oder implizit strukturieren und sich in der Regel auf *methodische* und *methodologische* Aspekte beziehen, sind natürlich präskriptive Elemente und als solche nicht selbst empirisch rechtfertigbar. Zweitens betrifft die Wertfreiheitsforderung üblicherweise den *Begründungskontext (context of justification)*,

---

<sup>27</sup> Die Europäische Kommission führt drei rechtlich relevante Konsequenzen des Vorsorgeprinzips an: „[The Precautionary Principle] enables and sometimes obliges the regulatory authorities to take action when there is scientific uncertainty and risk but a direct causal link cannot be established. [It] sometimes entails placing the burden of proof on the applicant manufacturer [...]. [It] also enables the affected persons to control, if necessary by means of action before the courts, the exercise of regulatory discretion in risk management.“ (zit. nach Saltelli & Funtowicz 2005, 73)

<sup>28</sup> Doppelt (2013, 272) bezeichnet die Unterscheidung zwischen Tatsache und Wert als „mächtiges Werkzeug zur Aufdeckung von ideologischer Verzerrung und politischer Manipulation [...]. Wenn Individuen oder Gruppen Tatsachen mit Werten oder Werte mit Tatsachen verwechseln, wenn sie Werte aufgrund von Verzerrungen von Tatsachen akzeptieren oder Tatsachen aufgrund von Verzerrungen von Werten und wenn sie sich der irrationalen Mechanismen am Werke nicht bewusst sind, kann die Unterscheidung zwischen Tatsache und Wert als mächtiges Mittel der Kritik und Aufklärung eingesetzt werden.“

nicht den *Entdeckungskontext (context of discovery)* wissenschaftlicher Erkenntnisse. Es ist kaum zu vermeiden, dass persönliche Interessen und Werthaltungen der einzelnen WissenschaftlerInnen, gemeinsam mit ökonomischen und politischen Lenkungsmechanismen sowie kulturellen, sozialen und religiösen Hintergründen die Themenwahl von Forschung entscheidend beeinflussen. Auch spielen natürlich die verfügbaren praktisch-technischen Mittel sowie die finanziellen und personalen Ressourcen eine wesentliche Rolle dafür, welche Fragenkomplexe überhaupt einer wissenschaftlichen Erforschung zugänglich sind. Doch diese vielfältigen Einflüsse haben - so lässt sich argumentieren - nicht zur Folge, dass auch die wissenschaftliche Erkenntnis selbst und deren rationale Begründung bloß Produkt äußerer Bedingungen ist.

Eine absolute und trennscharfe Unterscheidung zwischen Entdeckungs- und Begründungszusammenhang existiert natürlich in der Praxis nicht, was jedoch nicht bedeutet, dass die konzeptuelle Unterscheidung nutzlos wäre. Die möglichen Auswirkungen praktischer, ökonomischer und politischer Interessen auf den Erkenntnisprozess sind ein hochrelevantes Thema der Wissenschaftssoziologie.<sup>29</sup> Auch für Ravetz (1996, 49ff.; 2010, 234) stellt die Korruption wissenschaftlicher Praxis als Folge äußerer Interessensbindungen eine nicht zu unterschätzende Problematik dar. All das bedeutet aber nicht, dass äußere Werte *notwendig* die Inhalte und Erkenntnisse wissenschaftlicher Arbeit formen oder diese in irgendeiner Weise „konstruieren“.

Auch Ravetz' (z.B. 2011, 143) häufiger Verweis auf die Wertdimension, die statistischen Testverfahren zugrunde liege und damit jeder Forschung, die sich eben dieser bediene, erscheint vor dem Hintergrund des bisher Erwähnten prekär. Die Wahl geeigneter Konfidenzintervalle ist natürlich eine methodologische *Konvention*, die sich als solche weder empirisch noch theoretisch rechtfertigen lässt. Sie unterscheidet sich darin nicht grundsätzlich von anderen methodologischen und methodischen Konventionen, die die wissenschaftliche Praxis im Sinne normativer Richtlinien strukturieren und prinzipiell nie den Status von „Tatsachen“ einnehmen können.<sup>30</sup>

Die ethische Dimension post-normaler Wissenschaft ist auf einer anderen Ebene zu suchen. Sie ist offensichtlich der *praktischen Zielsetzung* jeder problemorientierten, dem Nachhaltigkeitsprinzip verpflichteten Forschung immanent (Krohn 2010, 35). Diese Zielsetzung ist, wie erwähnt, eine *außer-wissenschaftliche*, d.h. sie hat nicht puren

---

<sup>29</sup> Vgl. z.B. Carrier (2013), Adam (2013).

<sup>30</sup> Es kann vorkommen, dass wissenschaftlichen Methoden selbst bestimmte ethische (Meta-)Theorien zugrunde liegen. Das in den Wirtschaftswissenschaften gängige Instrument der *Kosten-Nutzen-Analyse* etwa basiert auf einer *konsequentialistischen*, i.e.S. *utilitaristischen* Moraltheorie, woran sich häufig Kritik entzündet.

Erkenntnisfortschritt zum Inhalt, sondern betrifft die Umsetzung bestimmter gesellschaftlicher Werte und Normen. Diese sozialen Werte und die inner-wissenschaftlichen, d.h. auf Erkenntnisfortschritt zielenden Normen stehen zueinander in einer Zweck-Mittel-Relation.

Die Wertfreiheitsforderung von Wissenschaft kann auch derart verstanden werden, dass die gesellschaftliche Zieldimension politisch-demokratisch zu verhandeln sei, während die Aufgabe der Wissenschaft darin bestehe, Optionen aufzuzeigen sowie die Mittel zur Erreichung festgelegter Ziele zu erschließen. Funtowicz & Ravetz lehnen diese Haltung klar ab. „[...] PNS always had a political dimension and agenda, in spite of being cast in methodological terms.“ (Ravetz 2010, 231). Die hier proklamierte politische Dimension von PNS sowie die Forderung nach einer sozialen Erweiterung des Wissenschaftssystems stehen natürlich in einem wechselseitigem Zusammenhang.

Schließlich ist darauf hinzuweisen, dass der Begriff der *Decision Stakes*, der die zweite Achse des PNS-Diagramms bildet, eine klare Wertdimension beinhaltet. Dieser schwer ins Deutsche zu übersetzende Begriff wird von Ravetz (2004, 353) definiert als „the investments and commitments, personal as well as commercial and institutional, that are at stake in the inquiry“. – Nicht nur die Definition gesellschaftlicher Ziele, sondern bereits die Definition von Problemlagen sowie die Hierarchisierung von Problemen sind normative Prozesse, die zwar faktisches Wissen voraussetzen, aber nicht auf dieses reduzierbar sind.

#### 2.2.2.3.2 Methodologische Aspekte von Post-Normal Science

Methodologische Gesichtspunkte nehmen für Ravetz (2004, 353) einen zentralen Stellenwert ein: „In the post-normal approach, the essential feature of this new, appropriate sort of science is its methodology.“ In Rosas (1998) Besprechung verschiedener theoretischer Ansätze in der Risikoforschung wird das Konzept PNS überhaupt auf eine „Methodologie“ reduziert. Was sind nun die zentralen methodologischen Bausteine?

Die Forderung nach einer Implementierung von *Extended Peer Communities* (EPCs), die *Extended Facts* in den Forschungsprozess einbringen, ist sicher derjenige Aspekt, dem in der Rezeption von PNS am meisten Aufmerksamkeit geschenkt wird. Bemerkenswert ist, dass Funtowicz & Ravetz kaum weitere Hinweise zur Operationalisierung dieses programmatischen Vorschlags einbringen. In einigen Fällen werden Beispiele für eine *de facto* erfolgreiche Anwendung partizipativer Verfahren angeführt (z.B. Ravetz 2006, 277). In der Sekundärliteratur sind weitere Beschreibungen von faktisch im post-normalen Stil

organisierten Forschungsvorhaben zu finden (z.B. Petersen et al. 2011). Systematische und detaillierte Vorgaben für die praktische Arbeit mit EPCs fehlen aber in der PNS-Literatur bisher.

Gründlicher ausgearbeitet, wenngleich weniger bekannt ist Funtowicz & Ravetz' methodologischer Vorschlag für ein verbessertes Unsicherheits- und Nichtwissens-Management. Dieses als NUSAP bezeichnete Instrument für eine multidimensionale Unsicherheits-Bewertung wird in einer Monografie<sup>31</sup> sowie in weiteren kürzeren Artikeln präsentiert. Ausgangspunkt für die Entwicklung der NUSAP-Methodologie ist Funtowicz & Ravetz' Kritik an dem unkritischen Einsatz quantitativer Risikoanalysen, die ein trügerisches Gefühl von Sicherheit vermitteln würden (van der Sluijs et al. 2005, 481f.), sowie an der Verwendung von Simulationen und Modellrechnungen als Vorhersage-Instrumente (Ravetz 2010, 236f.). Diese seien weder empirisch überprüft noch prinzipiell empirisch überprüfbar; „they [computer models] have tended to become substitutes for thought and scientific rigor“ (Funtowicz & Ravetz 1991, 139); man könne sogar von einer neuen Form der „Pseudo-Wissenschaft“ sprechen (ebd., 140). – Diese Aussagen sind sicher im historischen Kontext zu betrachten. Simulationen und Modellrechnungen sind heute ein fest etablierter Bestandteil vieler wissenschaftlicher Disziplinen und gerade aus der Klimaforschung nicht wegzudenken.<sup>32</sup> Im Kern aber richtet sich Funtowicz & Ravetz' Kritik gegen die Tendenz zu einem „numerologischen Reduktionismus“ (Ravetz 2006, 280), der vielen Modellrechnungen und quantitativen Risikoanalysen inhärent sei und ein trügerisches Gefühl von Sicherheit vermitteln würde. Das NUSAP-System, „a notational scheme in which uncertainty and quality can be expressed in a concise and easily understood fashion“ (Ravetz o.J., 8), vereint daher quantitative und qualitative Information, um so einen umfassenderen Überblick über sämtliche in einer Problemsituation involvierten Unsicherheiten zu generieren.

Die Abkürzung NUSAP steht für die fünf Kategorien *Numeral*, *Unit*, *Spread*, *Assessment* und *Pedigree*, die verschiedene Aspekte von Unsicherheit und Nichtwissen beschreiben. Unter *Numeral* ist in der Regel eine Zahl zu verstehen, aber auch eine Menge oder numerische Relation, in jedem Fall gibt diese Kategorie eine *Quantität* an. *Unit* drückt die *Einheit* aus, in der diese Quantität angegeben wird. Die Kategorie *Spread* schließlich benennt den Grad an *Inexaktheit*, der dieser quantitativen Information zukommt, und der - etwa als statistische Varianz - meist quantitativ vorliegt. Methodisch wird die *Spread*-Kategorie häufig mittels

---

<sup>31</sup> Funtowicz, S.O., Ravetz, J.R. (1990): *Uncertainty and Quality in Science for Policy*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

<sup>32</sup> Zu epistemologischen Aspekten von Klimamodellierungen und –simulationen siehe etwa Oreskes et al. (2010), Lloyd (2010), Parker (2006) sowie Kap. 2.3.4.1.

statistischer Datenanalysen oder Sensitivitätsanalysen erschlossen. Die verbleibenden Kategorien *Assessment* und *Pedigree* sind qualitativer Natur und drücken damit komplexere Aspekte von Unsicherheit aus. Unter *Assessment* ist eine qualitative Beurteilung der *Zuverlässigkeit* der vorhandenen Information zu verstehen. In statistischen Analysen entspricht dieser Kategorie die Angabe einer Signifikanz oder eines Konfidenzintervalls; sie kann aber auch in weniger formalisierter, verbaler Form angegeben werden. Die Kategorie *Pedigree* evaluiert die *Herkunft* und den Prozess des Zustandekommens der quantitativen Information und besitzt damit den höchsten Komplexitätsgrad. Sie wird in Form einer Matrix angegeben, die für verschiedene Teilaspekte, i.S.v. Qualitätskriterien, kodiert (für ein konkretes Beispiel siehe etwa van der Sluijs et al. 2005, 484); ihre Beurteilung erfordert Expertise und Detailwissen über das jeweilige wissenschaftliche Gebiet und dessen Arbeitsmethoden.<sup>33</sup>

Trotz seiner detaillierten Ausarbeitung hat das NUSAP-Schema offenbar außerhalb der PNS-Literatur wenig Anklang gefunden, wie Ravetz (2011, 143) bedauernd konstatiert: „[A]s yet few scientists appreciate the need.“

#### 2.2.2.3.3 Epistemologische Aspekte von Post-Normal Science

Epistemologische Fragestellungen betreffen die prinzipiellen Möglichkeiten des Erkenntnisgewinns sowie die Herkunft und den Status unseres Wissens über die Welt. Dieses Kapitel beleuchtet in sehr groben Zügen die epistemologischen Voraussetzungen, die dem Konzept PNS zugrunde liegen.

Prinzipiell ist der epistemologische Diskurs durch mehrere Leitdifferenzen und daran anschließende Grundpositionen strukturiert. Diese Grundpositionen sind nicht als völlig einheitliche definierte Denkhaltungen zu verstehen, sondern eher als Überbegriffe für eine Menge ähnlicher Standpunkte. Eine basale Unterscheidung ist etwa die zwischen *realistischen* und *konstruktivistischen* Ansätzen. Der *realistischen* Position zufolge korrespondiert unser Wissen mit unabhängig vorhandenen Tatsachen bzw. einer objektiv gegebenen Wirklichkeit, die damit als äußere Quelle unserer Erkenntnis dient. Die *konstruktivistische* Sichtweise dagegen verneint, dass unsere Wissensansprüche an objektiv bestehende Fakten gekoppelt

---

<sup>33</sup> Diese geraffte Darstellung des NUSAP-Schemas beruht auf Funtowicz & Ravetz (1990, 28f.), Ravetz (o.J., 9ff.) und van der Sluijs et al. (2005, 482).

sind, und geht davon aus, dass Wissen prinzipiell in subjektiver Art und Weise konstruiert wird.

Damit in Zusammenhang stehend, aber nicht völlig bedeutungsgleich ist die Unterscheidung zwischen *objektivistischen* (oder *monistischen*) und *relativistischen* (oder *pluralistischen*) Positionen. Dem *Monismus* zufolge ist es möglich, die Erkenntnisse eines bestimmten Fachgebiets in ein einzelnes, kohärentes Rahmensystem zu integrieren, und einzelne Aussagen innerhalb dieses Rahmensystems objektiv als wahr (bzw. gerechtfertigt) oder unwahr (bzw. nicht gerechtfertigt) auszuweisen. *Pluralistische* Ansätze nehmen dagegen an, dass eine derartige vereinheitlichende Integration prinzipiell nicht möglich ist, und dass Wissensansprüche immer nur relativ in Bezug auf ein bestimmtes System an Grundannahmen legitimiert werden können. Es gibt dieser Position zufolge keinen „neutralen“ Standpunkt, von dem aus sich beurteilen ließe, welches System an Grundannahmen „wahr“ oder „gerechtfertigt“ ist.

Während Ravetz (1996, 10) noch darauf besteht, dass die dringlichsten Probleme der Wissenschaftsphilosophie nicht epistemologischer, sondern sozialer Natur wären, charakterisiert Ravetz (1997, 534) das Konzept PNS als „framework that combines methodology with epistemology“. Basal für Funtowicz & Ravetz' epistemologische Annahmen ist dabei eine *systemtheoretische* Perspektive, die in der Tradition der *Ontario School of Ecology* sowie Ludwig von Bertalanffys stehe (Ravetz 2010, 239).<sup>34</sup> Ravetz' (2006, 279) Interpretation zufolge handelt es sich dabei in erster Linie um ein Konzept von *heuristischem* Wert: „A ‚System‘ is an intellectual construct, designed to improve our understanding of a world that is not simple.“ Für den Umgang mit lebensweltlichen Problemen ist nun vor allem der Begriff der „komplexen Systeme“ von Bedeutung. Wir finden in der PNS-Literatur zwei „Definitionen“ komplexer Systeme:

„A complex system is a structure of sets, connected by ordering relations of super-, sub- and co-, where each sub-system (itself a system) has a plurality of relations of all three sorts with other sub-systems.“ (Ravetz 2006, 279)

„[A] system is complex when there is no single privileged viewpoint for its comprehension or control.“ (Ravetz 2005, 6)

Der Zusammenhang zwischen beiden Definitionen ist nun nicht ohne weiteres ersichtlich, solange wir nicht eine zusätzliche Annahme berücksichtigen: Wissenschaftliche Modelle

---

<sup>34</sup> Ein Vertreter der *Ontario School of Ecology* ist etwa James Kay, vgl. Kay et al. (1999). Ludwig von Bertalanffy (1901-1972) war theoretischer Biologie und einer der Pioniere der allgemeinen Systemtheorie, welche großen Einfluss auf das Denken des 20. Jahrhunderts ausübte. Bekannte theoretische Konzepte wie *Komplexität*, *Selbstorganisation*, *Selbstregulation* oder *Rückkopplung* besitzen einen systemtheoretischen Hintergrund.

müssen, um operabel zu sein, eine geschlossene und endliche Menge an Parametern und funktionalen Relationen aufweisen; die Anzahl an möglichen Informationen über und Parametern von komplexen Systemen ist aber prinzipiell unabgeschlossen und weist zudem eine zeitliche Dynamik auf (Mayumi & Giampietro 2006, 390). Daraus folgt, dass jede Beschreibung eines komplexen Systems notwendig unvollständig ist und dass prinzipiell immer mehrere und verschiedene Darstellungsformen möglich und adäquat sein können.

Wir können die *methodologische* Forderung nach einer Implementierung von EPCs auf dieser Grundlage auch als *theoretisch (epistemologisch) fundiert* ansehen (Ravetz 2010, 241). Geht man davon aus, dass die Beschreibung eines komplexen Systems umso vollständiger ist, je mehr mögliche Perspektiven man aneinanderreicht oder vereint (*extended facts*), dann muss eine Pluralisierung der *Scientific Community* zu verbesserten, robusteren Ergebnissen führen.

Partizipative Forschungsansätze lassen sich somit auf unterschiedliche Weisen rechtfertigen: Erstens im *pragmatischen* Sinn, um etwa eine höhere Akzeptanz umweltpolitischer Maßnahmen zu erzielen (O'Connor 1999, 647); zweitens kann man argumentieren, dass eine BürgerInnen-Beteiligung aus grundsätzlichen *demokratiepolitischen* Gründen wünschenswert sei. Zuletzt aber lassen sich, wie eben dargelegt, auch *theoretische* Gründe anführen, die für eine personale Erweiterung der wissenschaftlichen Basis sprechen. Während die ersten beiden Argumente auf *wissenschaftsexternen* Motiven beruhen, sind es im letzteren Fall *wissenschaftsinterne* Gründe, die für eine Implementierung von EPCs sprechen.

Fraglich ist nun, ob eine *Integration* verschiedener Sichtweisen oder Darstellungsformen zu einem kohärenten Gesamtbild möglich ist (*Monismus*), oder ob wir es mit einer Pluralität verschiedener Wissensansprüche zu tun haben, die unter Umständen inkompatibel sind (*Relativismus / Pluralismus*). Ravetz (2010, 240) spricht sich ausdrücklich für eine „multiplicity of legitimate points of view“ aus und damit für eine pluralistische Position.<sup>35</sup> Die praktischen Auswirkungen einer epistemologisch-pluralistischen Position für politische Entscheidungsfindungsprozesse werden von Ravetz aber nicht weiter reflektiert, sieht man von sehr allgemeinen Hinweisen wie der Forderung nach einem gewaltfreien Diskurs (Ravetz 2011, 147) oder dem Konzept „negotiation in good faith“ (Ravetz 2010, 242) ab.

Eine Konsequenz des pluralistischen Standpunkts ist auch Ravetz' (1996, x) vehemente Ablehnung einer von ihm als „Wahrheitsparadigma“ bezeichneten Position, da diese die praktische Anwendungsfähigkeit von Wissenschaft im Kontext von realen Problemen beeinträchtigt. Statt des Begriffs der *Wahrheit* sei der Begriff der *Qualität* als

---

<sup>35</sup> Wir sprechen hier von einem Pluralismus in Hinblick auf *deskriptive Urteile*. Nicht zwingend daran gekoppelt ist die Ansicht, dass unterschiedliche Werte und Normen zu gleicher Zeit Gültigkeit beanspruchen können, also ein *ethischer* oder *Werte-Pluralismus*.

„Gütekriterium“ von Wissenschaft angemessener. – Ravetz' pluralistische Haltung ist offenbar nicht im Sinne eines *absoluten Relativismus* (miss-)zuverstehen, demzufolge sämtliche Wissensansprüche und Urteile prinzipiell gleichwertig wären und keine Differenzierung zwischen „guter“ und „schlechter“ Wissenschaft vorgenommen werden könne: „An emphasis on plurality does not mean to say that all methods and perspectives are assessed as ‚equally good‘.“ (O'Connor 1999, 672)<sup>36</sup>

Der Annahme, dass eine Legitimierung unterschiedlicher Perspektiven nicht notwendig in einen absoluten Relativismus und letztlich Irrationalismus mündet, liegt eine *vernunftoptimistische* Haltung zugrunde. Ravetz, der in (1996, 287) noch die Ansicht vertritt: „there are no direct means whereby anyone outside the world of science can exercise quality control on science“, beschreibt in (2010, 242) seinen Meinungswandel über den Wert von Laienengagement in der Qualitätskontrolle von Wissenschaft. VertreterInnen partizipativer Forschungsansätze lehnen im Allgemeinen ein sogenanntes „*deficit model of the public*“ (Kusch 2007, 136f.) ab, welches davon ausgeht, dass WissenschaftlerInnen im Vergleich zu wissenschaftlichen Laien Zugang zu einem privilegierten Wissensfundus besitzen.

Weiter spricht sich Ravetz für eine (moderat) *konstruktivistische* Position aus. „[T]he objects of scientific inquiry are [...] classes of intellectually constructed things and events.“ (Ravetz 1996, 109) Unser Wissen über die Welt sei zudem in technische, soziale, kulturelle und historische Rahmenbedingungen eingebunden (Ravetz 2006, 280). Während diese beiden (moderaten) Behauptungen relativ breite Akzeptanz genießen dürften, bringt eine (starke) konstruktivistische Position ein Problem mit sich, welches in der PNS-Literatur bisher kaum reflektiert wurde. Zur Debatte steht, ob die von einer Gesellschaft thematisierten Probleme, wie etwa die im Nachhaltigkeitsbereich, auch einen „realen“, objektiven Hintergrund besitzen oder *bloß* sozial konstruiert werden. In der Risikoforschung etwa stehen sich hier zwei Grundpositionen gegenüber: eine „realistische“, die davon ausgeht, dass Risiken real und unabhängig von unserer Wahrnehmung existieren, sowie eine „konstruktivistische“, der zufolge Risiken prinzipiell soziale Konstrukte sind (Kusch 2007, 148). Die Positionierung in dieser Grundfrage ist weit davon entfernt, eine bloß theoretische zu sein, und bringt weitreichende Konsequenzen für den politischen Umgang mit Risiken mit sich. Rosa (1998) argumentiert, dass der konstruktivistischen These eine konzeptuelle Verwechslung zugrunde liege, indem die subjektiv und soziokulturell geformte *Wahrnehmung* von Risiken mit deren *Existenz* gleichgesetzt werde. Während die Identifikation und Wahrnehmung von Risiken

---

<sup>36</sup> Eine derartige relativistische oder egalitäre Haltung könnte zur Folge haben, dass wissenschaftliche Erkenntnis zum Spielball machtpolitischer Interessen wird – eine Konsequenz, derer sich Ravetz (o.J., 6) bewusst ist (vgl. auch Rosa 1998, 23; Luks 1999, 716).

zwar ein sozialer Prozess sei, so liegen dieser Wahrnehmung doch reale natürliche Vorgänge zugrunde, die sich nicht auf bloße soziale Konstrukte reduzieren ließen.<sup>37</sup>

#### 2.2.2.3.4 Ontologische Grundlagen von Post-Normal Science

Ein paar einleitende Vorbemerkungen: Die eben erwähnte Konstruktivismus-Debatte wird häufig dadurch verkompliziert, dass epistemologische und ontologische Fragestellungen nicht hinreichend unterschieden werden. Von der (epistemologischen) These, dass die Erkenntnis eines Gegenstands X ein *konstruktiver* (im Unterschied zu einem *rezeptiven* oder *abbildenden*) Vorgang sei, wird dann weiter darauf geschlossen, dass X außerhalb dieses Wahrnehmungsprozesses nicht existiere. Umgekehrt wird häufig unterstellt, ein ontologischer Realismus würde implizieren, dass diese objektive Realität unserer Wahrnehmung direkt (rezeptiv) zugänglich sei. Beide Annahmen sind nicht zutreffend. Ein epistemologischer Konstruktivismus lässt offen, welche Art von „Realität“ den derart konstruierten Objekten zukommt, während ein ontologischer Realismus nichts weiter behauptet, als dass eine äußere Realität außerhalb und unabhängig von unserer Wahrnehmung existiert.

Ontologische Fragestellungen spielen in der PNS-Literatur insgesamt eine untergeordnete Rolle, was angesichts des erstrebten Praxis- und Problemlösungsbezugs nicht weiter verwundert. Ravetz (1996; 110, 202) argumentiert, dass zwar kein unmittelbarer Zugang zur äußeren Realität möglich sei, diese aber doch objektiv existiere – er vereint hier also eine ontologisch realistische Position mit einem epistemologischen Konstruktivismus (vgl. auch Gallopin et al. 2001, 224). Ähnlich äußert sich Ravetz (2010, 237) in einem kurzen Kommentar über „post-moderne“ intellektuelle Strömungen, von welchen er das Konzept PNS abzugrenzen wünscht.

Wir haben bisher noch nicht zwischen verschiedenen Aspekten oder Teilgebieten äußerer „Realität“ differenziert. Eine möglicherweise fruchtbare Idee ist die einer „hierarchischen Ontologie“ (vgl. Spash 2012), die natürlicher und sozialer Realität unterschiedlichen Status zuweist. Eine derartige Unterscheidung lässt sich etwa durch den Hinweis rechtfertigen, dass menschlich-soziale Aktivitäten, im Unterschied zu natürlichen Prozessen oder tierischem Verhalten, durch *symbolische Repräsentationen* gekennzeichnet sind (O’Connor 1999, 676).

---

<sup>37</sup> Hacking (1999, 18f.) weist zu Recht darauf hin, dass die Phrase der „sozialen Konstruktion von X“ häufig verschleiert, *was genau* an X konstruiert werde (ob etwa der *Gegenstand selbst* oder die *begriffliche Kategorie* ein Konstrukt sei), und dass die Bedeutung des Terminus „Konstruktion“ nicht hinreichend geklärt sei. Vgl. dazu auch Kusch (2007, 148): „We need a much better understanding of what is socially constructed about risks, and what this social construction entails for their reality and objectivity.“

Diese sind in jedem Fall ein kulturelles Konstrukt und beziehen ihren Sinngehalt aus einem Interpretationsakt; außerhalb der kulturellen Matrix besitzen sie keine „reale“ oder „objektive“ Bedeutung. Es lässt sich daher mit gutem Grund argumentieren, dass die Forschungsobjekte der Sozialwissenschaften in viel höherem Maß soziale Konstrukte sind, als dies bei den Gegenständen der Naturwissenschaften der Fall ist, die auch unabhängig von ihrem Wahrgenommenwerden real existieren – zumindest ist das eine Position, die sowohl für (gemäßigte) RealistInnen als auch für (gemäßigte) KonstruktivistInnen attraktiv erscheint (vgl. etwa Tacconi 1998, O'Connor 1999, Rosa 1998, Spash 2012, Lawson 2012)<sup>38</sup> und die vermutlich auch mit dem PNS-Konzept kompatibel ist.

### 2.2.3 Das Geschichtsbild von Post-Normal Science

Dieses Kapitel widmet sich Funtowicz & Ravetz' *Interpretation* des historischen Kontextes von Post-Normal Science und ihrer Verortung des Konzepts im Lauf der Wissenschaftsgeschichte und -entwicklung. Ich interpretiere dabei Funtowicz & Ravetz' Darstellung der geschichtlichen Vorgänge nicht als „objektive“ Tatsachenbeschreibung, sondern gebe das subjektive Bild wieder, das sie von den historischen Abläufen zeichnen.

Das folgende Zitat vermittelt in geraffter Form die Konzeption der Wissenschaftsentwicklung, die uns in der PNS-Literatur begegnet:

Science has been constantly evolving through its history. Up to World War II the dominant form (especially in the consciousness of science) was ‚academic‘, curiosity-driven research. Then the leading form became ‚industrialised‘ [...], alternatively described as ‚incorporated‘ [...]. In these, research is ‚mission oriented‘, and researchers change from being independent craftsmen to employees. Now traditional curiosity-driven research has been totally marginalised. Its associated form of intellectual property, ‚public knowledge‘, is rapidly being driven out of the leading fields (as bio-technology) by ‚corporate know-how‘. (Gallopín et al. 2001, 220)

Die historische Entwicklung besteht demnach in der Abfolge zweier dominanter Formen oder Modi von Wissenschaft, nämlich *academic science* und *industrialised science*. Als Zeit des Umbruchs wird hier der Zweite Weltkrieg genannt. In einer ausführlicheren Darstellung spricht Ravetz (1996, 37) von der Französischen Revolution sowie der Konstruktion der Atombombe als Beginn und Endpunkt *akademischer* Wissenschaft.

In ihrem Selbstverständnis und in ihrer sozialen Organisation ist diese akademische Form der Wissenschaft nach Ravetz (1996, 38ff.) durch folgende Eigenarten gekennzeichnet: (1) durch

---

<sup>38</sup> Tatsächlich kommen sich einige sog. realistische und einige sog. konstruktivistische Positionen trotz der unterschiedlichen Deklaration in der Sache sehr nahe.

die Verpflichtung zur Gemeinnützigkeit; (2) durch Streben nach Wahrheit als oberstes „ethisches“ Ziel; (3) durch eine soziale Identität als eigenständige „community of gentlemen“ oder „community of craftsmen“; sowie (4) durch Eigentums- und Urheberchaftsrechte auf geleistete wissenschaftliche Arbeit. Der „ethischen“ Komponente, die in der Suche nach *wahren* Erkenntnissen bestehe, spricht Ravetz (ebd., 42) in erster Linie eine *soziale Funktion* zu. Sie garantiere die Stabilität und „Gesundheit“ der Community, indem sie einen Verhaltens- und Wertekodex zur Verfügung stelle.

Die Industrialisierung von Wissenschaft beinhaltet für Ravetz (ebd., 50f.) dagegen eine inhärent destruktive oder „pathologische“ Komponente. *Industrialised science* sei durch eine zunehmende Durchdringung und Vermengung des akademischen und des industriellen Sektors gekennzeichnet, was tiefgreifende Veränderungen in der Funktionsweise und im Wertekodex von Wissenschaft mit sich bringe. Als „shoddy science, entrepreneurial science, reckless science, and dirty science“ identifiziert Ravetz (ebd., 57) vier missbräuchliche Anwendungsformen von Wissenschaft im Kontext der Industrialisierung. Die durchwegs negative Bewertung der modernen Situation ist u.a. Ravetz' zutiefst *technologiekritischer* Haltung geschuldet, exemplarisch belegt am Beispiel militärischer Technologien, die schließlich in Massenvernichtungswaffen wie der Atombombe kulminieren.

Das Konzept PNS ist nun als *Reaktion* auf die zunehmend „pathologische“ Situation moderner Wissenschaft zu betrachten (Ravetz & Funtowicz 1999, 641). Für Funtowicz & Ravetz kann die Lösung hier nicht einfach in dem Weg zurück zur traditionellen akademischen Form der Wissenschaft bestehen, da diese unter veränderten, „post-normalen“ gesellschaftspolitischen Bedingungen nicht mehr funktionsfähig wäre (Ravetz 1999, 648). Die historische Entwicklung verlange stattdessen nach einer neuen, „post-normalen“ Form der Wissenschaft.

- Wie bereits erwähnt, referiert der Terminus „post-normal“ *auch* auf Thomas Kuhns Konzept der „normalen“, paradigmengeleiteten Forschung (vgl. Kap. 2.2.1). Als *Normalwissenschaft* wäre demnach primär die traditionelle akademische Wissenschaft zu betrachten, während PNS dem *revolutionären* Stadium im Sinne Kuhns entspricht (Ravetz 2004, 353). Wo ist innerhalb dieses konzeptuellen Rahmens Platz für die Idee industrialisierter Wissenschaft? Ravetz (2011, 147) dürfte diese mit „anti-human[istic] tendencies of ‚normal science‘“ gleichsetzen, welche seiner Lesart zufolge bereits Kuhn diagnostiziert habe.

Im Vergleich zu den in Kap. 2.1 besprochenen Transformationsthesen fällt nun auf, dass Funtowicz & Ravetz mit der Abfolge von akademischer und industrieller Forschung zwar ein dualistisches Bild der Wissenschaftsentwicklung postulieren, dass aber PNS darin nicht

denselben Rang einnimmt wie die Konzepte Mode 2 oder Post-Academic Science in den Schriften von Gibbons et al. (1994) und Ziman (2000). Das Konzept PNS entspricht nicht einfach dem zweiten Glied einer dualen Abfolge, sondern stellt bereits dessen (normatives) *Korrektiv* dar. Diese Beobachtung stimmt mit Hessels & van Lentes (2008, 743) Klassifikation von PNS als präskriptives Konzept überein.

Strenggenommen ist daher die in der Literatur häufig vorzufindende Parallelisierung der Konzepte PNS und Mode 2 (z.B. Müller 2003) nicht ganz stichhaltig. Ravetz (1999, 648) selbst scheint etwa Mode 2 als eine weiterentwickelte Form industrialisierter Wissenschaft zu interpretieren.

Wie bereits in Kap. 2.1 besprochen, weisen präskriptive wissenschaftsphilosophische Ansätze in der Regel aber auch deskriptive Komponenten auf, andernfalls wären sie zu revisionistisch und damit irrelevant. Über diese Verflechtung einer normativen und deskriptiven Funktion äußern sich Ravetz & Funtowicz (1999, 644) in folgendem Zitat:

How should we react to the phenomenon that the elements of Post-Normal Science are being realised in all sorts of places by all sorts of people, without any apparent influence from ourselves? Does this mean that our work has already become redundant, and that we are only bobbing on a wave that is rising quite nicely without us? That is one possible interpretation. the other is that all this independent ‚discovery‘, or better, realisation, shows that this is an idea for which the time is quite ripe. We believe that our insight has a structure and a conceptual clarity that enables it to explain and unify these various endeavours. To the extent that it is useful in that regard, our work will have been worthwhile.

Die etwas vage Aussage, dass die Zeit für ein Konzept wie PNS reif sei, müsste möglicherweise im Rahmen von Ravetz' „dialektischem“ Geschichtsmodell interpretiert werden, welches er in einem neueren Artikel (Ravetz 2011) auf die Wissenschaftsgeschichte anzuwenden versucht. Angesichts der Komplexität der Thematik würde eine derartige Besprechung aber den Rahmen dieser Arbeit bei weitem sprengen.

#### 2.2.4 Das Bild von Post-Normal Science in der Sekundärliteratur

Ich habe in Kap. 2.2.2.3 vier zentrale Ideen oder inhaltliche Schwerpunkte des PNS-Konzepts rekonstruiert, nämlich *Problem-* bzw. *Problemlösungsorientiertheit*, *Inter-* und *Transdisziplinarität*, Berücksichtigung von *Unsicherheit* und *Risiko* sowie die Inklusion einer *ethischen Dimension*. Als zentrale *methodologische* Bausteine wurden die Forderung nach einer Implementierung von EPCs sowie das NUSAP-Schema zum verbesserten Nichtwissens-Management genannt. Die wichtigsten *epistemologischen* Grundlagen von PNS bestehen

meiner Lesart nach in einer (moderat) *konstruktivistischen* sowie einer *pluralistischen* Sichtweise; als *ontologische* Basis fungiert ein (minimaler) *Realismus*.

Das vorliegende Kapitel vergleicht diese Rekonstruktion mit anderen Darstellungen von PNS in einer Auswahl an Sekundärliteratur. Grob lässt sich die Literatur *über* PNS in drei Klassen einteilen: (1) Wir finden *empirische* Arbeiten im Bereich der Nachhaltigkeitsforschung vor, die auf PNS (oder „verwandte“ Konzepte wie Mode 2) als *theoretische Referenz* oder übergeordnetes Paradigma verweisen. (2) Andere Arbeiten diskutieren das Thema PNS *theoretisch* und beziehen u.U. kritisch dazu Stellung. (3) Eine geringere Anzahl von Artikeln wählt einen ähnlichen Zugang wie die vorliegende Arbeit und versucht, wissenschaftliche Praxis *empirisch* auf post-normale Aspekte hin zu evaluieren. In diesem Kapitel interessieren uns vorwiegend die letzteren beiden Klassen, wobei *Kritik an* dem Konzept PNS erst in Kap. 5.4 behandelt wird.

Analysen von PNS sind in der Sekundärliteratur üblicherweise kürzer als die in Kap. 2.2.2 vorgestellte Rekonstruktion und damit notwendig auch selektiver. Saloranta (2001) und Rosa (1998) interpretieren PNS in erster Linie als „Methodologie“, während Mayumi & Giampietro (2006, 383) von einem neuen „epistemologischen Rahmen“ sprechen. Als vorwiegend *normativ (präskriptiv)* wird PNS von Tacconi (1998) oder Turnpenny et al. (2011) bezeichnet, wogegen Farrell (2011) den *empirisch-deskriptiven* Charakter des Konzepts betont und damit auf dessen Potential als *heuristisches* Werkzeug verweist.

Turnpenny et al. (2011) haben eine Typologie von fünf Arten von „PNS-related research“ entworfen, die sich wie folgt darstellt:<sup>39</sup> (1) *As a response to Kuhn*: Diese Literatur stützt sich auf Kuhns Idee des Paradigmenwandels und betont zunehmende Unstimmigkeiten und Unzulänglichkeiten der vorherrschenden „Normalwissenschaft“. (2) *Developing a method for extending traditional science*: Dieser Lesart nach ist PNS eine Antwort auf neue wissenschaftliche Herausforderungen im Kontext von *real-world problems*, welche durch ein hohes Ausmaß an Komplexität und Unsicherheit gekennzeichnet sind. (3) *As a challenge for scientists*: Hier wird PNS als fruchtbares theoretisch-konzeptuelles Mittel betrachtet, das wertvolle Einsichten für ForscherInnen aus verschiedenen Bereichen bereithält. (4) *As a force for social and environmental change*: Dieser Interpretation nach steht der normative und sozialkritische, d.h. der politische Charakter des Konzepts im Vordergrund. (5) *As a focus of critique*: Diese Kategorie fasst Arbeiten zusammen, die sich theoretisch-kritisch mit dem Konzept PNS auseinandersetzen.

---

<sup>39</sup> Leider wird von Turnpenny et al. (2011) dabei nicht immer zwischen Primär- und Sekundärliteratur *über* PNS differenziert. Aus konzeptueller Sicht ist daher häufig nicht klar, ob sich diese Typologie auf die PNS-Literatur von Funtowicz & Ravetz bezieht oder auf den breiteren Diskurs über das Konzept PNS.

In ähnlicher Weise wie hier in Kap. 2.2.2.3.1 haben einige AutorInnen Listen an zentralen Themen oder Inhalten von PNS erstellt. Van de Kerkhof & Leroy (2000) führen vier Hauptelemente an, nämlich *Unsicherheitsmanagement* sowie das Management von *Inter- und Transdisziplinarität*, *praktisch-politischer Relevanz* und *Qualitätskontrolle*. Petersen et al. (2011) identifizieren drei Kernelemente des PNS-Konzepts: *Unsicherheitsmanagement*, das *Management pluraler Perspektiven* im inner- wie auch außerwissenschaftlichen Kontext sowie die *Implementierung von EPCs*. Saloranta (2001), der den Zweiten Sachstandsbericht des IPCCs auf dessen „post-normalen Gehalt“ hin analysiert, setzt dabei erfolgreiches *Unsicherheitsmanagement* sowie das *Bestehen von EPCs* als die beiden Hauptkriterien voraus.

In der Darstellung von Lorenzoni et al. (2007, 67) besteht PNS in einem „multiway process of social context negotiation, [...] involving stakeholders as well as specialists“. *Interdisziplinarität* erweise sich dabei als Schlüsselfaktor, genauso wie ein theoretischer Fokus auf *Unsicherheit* und *Komplexität*. Außerdem erfordere PNS ein Umfeld von „‘post-normal politics‘, typified by decentralised public-sphere politics and multilayered democratic participation“ (ebd.).

Es zeigen sich also recht weitgehende Übereinstimmungen und Überschneidungen zwischen verschiedenen Interpretationen in der Literatur, zumindest was zentrale inhaltliche Schwerpunkte des PNS-Konzepts (Unsicherheit, Problemorientiertheit) sowie methodologische Elemente (Inter- und Transdisziplinarität) betrifft. Epistemologische und ontologische Aspekte werden in der Sekundärliteratur seltener thematisiert und hier bestehen auch stärkere Divergenzen: Rosa (1998) etwa betrachtet PNS am Beispiel der Risikoforschung als „Methodologie“, die er mit einem ontologischen Realismus unterlegt, während Tacconi (1998) Parallelen zwischen PNS und konstruktivistischen Ansätzen erkennt.<sup>40</sup> Turnpenny et al. (2011, 297f.) haben zu Recht darauf hingewiesen, dass bezüglich der theoretischen (ontologischen und epistemologischen) Verankerung des Konzepts PNS noch weiterer Forschungsbedarf besteht.

---

<sup>40</sup> In Tacconis Darstellung wird aber nicht immer klar zwischen einem *epistemologischen* und *ontologischen* Konstruktivismus unterschieden.

## 2.3 Klimaforschung als wissenschaftliche und gesellschaftspolitische Herausforderung

Warum wird gerade Klimaforschung so häufig in einem Atemzug mit PNS genannt? In diesem Kapitel soll eine *theoretisch-konzeptuelle* Basis etabliert werden, die der Liaison von PNS und Klimaforschung zugrunde gelegt werden könnte. Mit anderen Worten, ich werde ein Argument dafür entwickeln, warum eine wissenschaftliche Praxis im Stil von PNS in der Klimaforschung angemessen und sinnvoll sein *könnte*. Ein solches Argument kann eine normative Funktion annehmen, setzt aber deskriptives Gegenstandswissen voraus.

Im Folgenden ist daher zu klären, welche besonderen Merkmale und Herausforderungen das Problem des anthropogenen Klimawandels aufweist und warum diese die Klimaforschung zu einem möglichen Anwendungsfall von PNS machen. Da die beiden von Funtowicz & Ravetz angeführten Kriterien für PNS-relevante Probleme, nämlich hohe Unsicherheiten und *high stakes*, noch sehr allgemein und wenig spezifisch sind, werde ich mit den Begriffen *wicked problems* (Rittel & Webber 1973) und *super-wicked problems* (Lazarus 2009, Levin et al. 2010) in Anlehnung an Farrell (2011) eine „konzeptuelle Brücke“ einführen, die einen detaillierteren Blick auf die Schwierigkeiten erlaubt, mit denen Klimaforschung konfrontiert ist.<sup>41</sup> Zum Zweck einer ersten groben Annäherung beginnt das Kapitel mit einem kurzen Überblick über die historische Dimension und über aktuelle Entwicklungen im Umfeld der Klimaforschung.

### 2.3.1 Historischer Überblick: Zur Geschichte der Klimaforschung

Die Anzahl an Werken, die sich mit der historischen Entwicklung der Klimaforschung, aber auch mit der Ideengeschichte des Klimawandels auseinandersetzt, hält sich in einem recht überschaubaren Rahmen. In erster Linie ist hier die detaillierte und sorgfältige, wenn auch nicht ganz aktuelle Darstellung von Fleming (1998) zu nennen. Weitere Beiträge stammen von Weart (2003; 2010) und von Storch & Stehr (2006); für einen kurzen Überblick eignet sich auch das zweite Kapitel (*The Discovery of Climate Change*) in Hulme (2009).

---

<sup>41</sup> Farrell (2011) argumentiert, dass dem PNS-Diskurs *logisch-konzeptuell* eine empirische Beobachtung vorangehe, und zwar dass bestimmte Probleme innerhalb des „normalwissenschaftlichen“ Paradigmas nicht lösbar seien. Ich folge ihrer Argumentation insofern, als ich unterstelle, dass die Wahrnehmung einer Insuffizienz „normaler“ Wissenschaft eine logische Voraussetzung für die Forderung nach einer „post-normalen“ Wissenschaft ist. Ich behaupte aber nicht, dass die Forderung nach einer „post-normalen“ Wissenschaft eine zwingende Folge oder die *einzig mögliche* Antwort auf diese Insuffizienzproblematik darstellt, wie es Farrells (2011, 336) Vorgehensweise nahezulegen scheint, die derartige „Insuffizienz-Situationen“ sogleich mit „post-normal science situations“ oder „post-normal science problem[s]“ gleichsetzt.

Kurzdarstellungen der Geschichte eines Forschungsgebiets neigen dazu, ein weit höheres Maß an Kontinuität und Souveränität zu unterstellen, als sich bei eingehender Betrachtung als zutreffend und gerechtfertigt erweist. Der hier folgende Überblick konzentriert sich daher auch weniger auf konkrete Forschungsinhalte als auf das allgemeinere ideengeschichtliche Umfeld, in dem die Idee eines anthropogenen Klimawandels reifen konnte.

Bis etwa zur Hälfte des 19. Jahrhunderts und darüber hinaus war die Idee langfristiger Dynamiken in der Natur durch die dominante religiöse Weltansicht blockiert, wonach die Welt in ihrem derzeitigen Zustand von einem Schöpfergott hervorgebracht worden sei und seither in einem stabilen Zustand verharre.<sup>42</sup> Das betraf nicht nur die Vorstellung eines *anthropogenen*, sondern auch, oder in erster Linie, die eines *natürlichen* Klimawandels. Vereinzelt Ausnahmen zu dieser verbreiteten Ansicht sind historisch belegt, etwa die Arbeiten des österreichischen Geografen Eduard Brückner (1862-1927), welche eine Veränderung der Durchschnittstemperaturen und des –niederschlags in Russland und Zentraleuropa über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten dokumentieren (Hulme 2009, 40).

Häufig beginnen historische Rückblicke auf die Klimaforschung mit dem Namen Joseph Fouriers (1768-1830). Fourier, ein französischer Mathematiker und Physiker, gilt als der erste Naturforscher, der die in der Erdatmosphäre stattfindenden Wärmeaustausch-Prozesse mit der Wirkungsweise eines Treibhauses verglich. Damit ist im wesentlichen die atmosphärische Asymmetrie zwischen aufgenommener Solarenergie und abgegebener Wärmeenergie gemeint; weder spricht Fourier von einer Klimaveränderung noch von einem anthropogenen Klimawandel. Wie Fleming (1998, 60ff.) anhand einer genaueren Analyse von Fouriers Schriften argumentiert, spielt der Treibhauseffekt in dessen Wärmeregulationstheorien auch bloß eine Nebenrolle.

Einen Schritt weiter zur Vorstellung eines anthropogenen Klimawandels gehen die Arbeiten John Tyndalls (1820-1893). Tyndall konnte anhand von Laborexperimenten nachweisen, dass bestimmte atmosphärische Gase (CO<sub>2</sub> und Wasserdampf) aktiv Wärmestrahlung absorbieren, und erbrachte somit einen empirischen Nachweis für Fouriers Theorien. Tyndalls primäres Forschungsinteresse galt allerdings der Suche nach Ursachen vergangener Eiszeiten. Die Idee menschengemachter Klimaveränderungen war für ihn zwar prinzipiell zugänglich; in Tyndall einen Propheten für das moderne Problem des Klimawandels zu sehen, lässt sich mit der historischen Quellenlage jedoch schwer vereinbaren (Fleming 1998, 82; Hulme 2009, 44).

---

<sup>42</sup> Nicht nur die Vorstellung eines sich wandelnden Klimas, sondern auch und vor allem die Idee einer biologischen Evolution stand mit religiösen Dogmen in Konflikt.

Erste quantitative Abschätzungen der Wirkung von Treibhausgasen auf die atmosphärischen Temperaturen (heute oft als Konzept der *Klimasensitivität* bezeichnet) gehen auf Svante Arrhenius (1859-1927) zurück. In einem einflussreichen Artikel aus dem Jahr 1895 vertritt Arrhenius die Ansicht, dass eine Halbierung oder Verdoppelung des CO<sub>2</sub>-Gehalts der Atmosphäre zu Temperaturveränderungen von 4°-5°C führen könnten. Aus heutiger Sicht ist seine Berechnungsmethode sehr grob und spekulativ. Arrhenius als Gründervater der Theorie des anthropogenen Klimawandels auszuzeichnen, betrachtet Fleming (1998, 79) als eine weitere simplifizierende Geschichtsinterpretation. Ein wesentlicher Unterschied zum modernen Klimadiskurs besteht darin, dass Arrhenius eine mögliche Klimaerwärmung als *vorteilhaft* und *nutzbringend* ansieht. Diese Interpretation steht in grobem Gegensatz zum heute dominierenden katastrophistischen Paradigma.

Aufbauend u.a. auf den Arbeiten Arrhenius' entwickelte Guy Stewart Callendar (1898-1964) detaillierte Berechnungen zum Effekt von CO<sub>2</sub>-Emissionen auf den globalen Temperaturhaushalt. In einem Artikel aus dem Jahr 1958<sup>43</sup> präsentiert er eine Zeitreihe des CO<sub>2</sub>-Gehalts in der Atmosphäre seit 1870 und kommt zu dem Schluss, dass der Zusammenhang mit dem Temperaturanstieg im gleichen Zeitraum signifikant sei. Die Reaktion der globalen Durchschnittstemperaturen auf den Anstieg atmosphärischer CO<sub>2</sub>-Konzentrationen bezeichnet man heute daher auch als *Callendar-Effekt*. Doch auch Callendar hielt eine mögliche Klimaerwärmung für *günstig* und *nutzbringend*, da sie den Fortschritt lebensfeindlicher Gletscher stoppen würde (Hulme 2009, 53). Wie Fleming (1998, 111ff.) betont, herrschte in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts jedoch keineswegs Konsens über eine mögliche Klimaerwärmung infolge erhöhter CO<sub>2</sub>-Konzentrationen; viele ForscherInnen betrachteten die These als hochspekulativ.

Etwa ab den 1950er-Jahren gelangte das Thema zunehmend auch in den Fokus öffentlicher Aufmerksamkeit. In der nördlichen Hemisphäre hatten die Durchschnittstemperaturen einen vorläufigen Höhepunkt erreicht; zusätzlichheizten Spekulationen über eine mögliche Klimaveränderung infolge atomarer Waffentests die Debatte an (Fleming 1998, 118f.). In der öffentlichen Wahrnehmung entstand erstmals ein *Problembewusstsein* für potentiell schädliche Folgen anthropogener Eingriffe in das Klimasystem.

Für eine Gruppe von Geophysikern rund um Roger Revelle (1909-1991) und Charles David Keeling (1928-2005) stand fest, dass detaillierteres Wissen über den Verbleib des in die Atmosphäre emittierten Kohlendioxids nötig war, um die Klimaerwärmungs-Hypothese weiter zu untermauern. Im September 1957 initiierte Keeling die erste permanente CO<sub>2</sub>-

---

<sup>43</sup> G.S. Callendar (1958): On the Amount of Carbon Dioxide in the Atmosphere. Tellus 10.

Messreihe am Mauna Lao-Observatorium auf Hawaii, die bis heute fortgeführt wird. Auf Basis dieser Messungen entstand die bekannte *Keeling-Kurve*, eine grafische Darstellung des Anstiegs der mittleren atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen seit Ende der 50er-Jahre.

Weitere Fortschritte im Verständnis anthropogener Klimaeffekte verdanken sich der Entwicklung verbesserter computerunterstützter numerischer Vorhersagemethoden, häufig basierend auf *Klimamodellen*. Im Vergleich zu modernen Modellierungen und deren Präzisionsgrad waren die in den 1970er-Jahren verwendeten Varianten zwar sehr grob und ungenau, dennoch werden sie häufig als Meilenstein und wesentlicher Faktor am Weg hin zur professionalisierten Klimaforschung betrachtet (Hulme 2009, 58). Eine weitere methodische Innovation stellte die Analyse von Eisbohrkernen aus der Antarktis dar, auf deren Basis die Entwicklung atmosphärischer CO<sub>2</sub>-Konzentrationen über längere historische Zeithorizonte einer wissenschaftlichen Erfassung zugänglich wurde.

Ein breiter öffentlicher Diskurs über die Problematik eines anthropogenen Klimawandels und dessen schädliche, möglicherweise auch desaströse Folgen etablierte sich schließlich ab den späten 60er-Jahren. Einen Gipfelpunkt erreichte die öffentliche und politische Aufmerksamkeit im Jahr 1988, beginnend mit einer Publikation der *University of East Anglia*, welche das vorangegangene Jahr 1987 als wärmstes der vergangenen 130 Jahre auswies. Im Mai 1988 fand in Toronto die erste große internationale Klimakonferenz unter Beteiligung von 48 Nationen statt, und im November desselben Jahres wurde vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) und der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) der mittlerweile prominente *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* ins Leben gerufen - eine Institution, die wissenschaftliche Informationen über den Klimawandel für politische EntscheidungsträgerInnen aufbereiten soll.

Die rapide Entwicklung der Klimaforschung seit Mitte des 20. Jahrhunderts lässt sich auch quantitativ empirisch belegen. In Stanhills (2001) bekannter bibliometrischer Studie wird für den Zeitraum 1951-1997 eine Zunahme der Anzahl klimabasierter wissenschaftlicher Publikationen mit exponentieller Wachstumsrate und einem Verdoppelungszeitraum von durchschnittlich 11 Jahren nachgewiesen.

Abschließend: Warum soll man sich überhaupt mit der Geschichte der Klimaforschung beschäftigen, wenn das primäre Interesse nicht der historischen Entwicklung selbst gilt? Meiner Ansicht nach illustriert der geschichtliche Rückblick wesentliche Einsichten, die sich zwar nicht erst dem PNS-Diskurs verdanken, in diesem aber doch eine wesentliche Rolle spielen: (1) Die Entwicklung eines Forschungsgebiets verläuft nicht immer geradlinig und kontinuierlich, sondern ist durch Meinungsverschiedenheiten, wechselnde

Interessensschwerpunkte und Brüche gekennzeichnet. (2) Der allgemeine Forschungsstand, verfügbare wissenschaftliche Methoden und die zu einer bestimmten Zeit akzeptierten Rahmentheorien spielen eine maßgebliche Rolle dafür, welche Inhalte überhaupt der Erkenntnis zugänglich sind. (3) Die Wahl von Forschungsschwerpunkten (*context of discovery*) wird in hohem Maß auch durch externe Faktoren, d.h. politische, kulturelle und ökonomische Randbedingungen gelenkt. (4) Die Auszeichnung des Klimawandels als „Problem“ beinhaltet *auch* ein konstruktives Moment und beruht auf einer *Bewertung*, die nicht aus wissenschaftlichen Erkenntnissen allein ableitbar ist.

### 2.3.2 Einige empirische Ergebnisse zum derzeitigen Stand der Klimaforschung

Der *quantitative* Wachstumstrend klimabezogener Forschung, der durch Stanhills (2001) Studie für den Zeitraum 1951-1997 belegt wird, setzt sich auch in den darauffolgenden Jahren fort. Li et al. (2011) konnten anhand bibliometrischer Methoden einen weiteren rapiden Anstieg der Anzahl einschlägiger Fachartikel bis zum Jahr 2009 nachweisen. Die breite Streuung dieser Artikel über zahlreiche wissenschaftliche Journale legt nahe, dass das Problem Klimawandel Resonanzen in sehr vielen verschiedenen Disziplinen hervorruft (Li et al. 2011, 14). Themenspezifische Journale wie *Climatic Change* oder *Global Change Biology* zeigen parallel dazu eine gewisse Tendenz zur Spezialisierung an.

Bei aller disziplinären Streuung ist aber doch die Dominanz naturwissenschaftlicher Fächer nicht von der Hand zu weisen. Im sozialwissenschaftlichen Bereich wiederum überwiegen ökonomische Beiträge, wie Bjurström & Polk (2011) am Beispiel des Dritten Sachstandsberichts des IPCC aufzeigen. O'Neill et al. (2010) kommen bei ihrer Analyse von Beiträgen des Klimakongresses in Kopenhagen im Jahr 2009 zu einem ähnlichen Ergebnis. Li et al. (2011, 14) rechnen insgesamt 80% der Artikel mit „climate change“ und ähnlichen Suchbegriffen im Titel den Kategorien *environmental sciences*, *multidisciplinary geosciences*, *meteorology and atmospheric sciences* und *ecology* zu.

Anhand bibliometrischer oder szientometrischer Methoden lassen sich auch gewisse inhaltliche und methodische Trends ableiten. Li et al. (2011, 17) isolieren im Rahmen einer *word cluster analysis* die häufigsten inhaltlichen Schwerpunkte: Neben *temperature* und *environment* nehmen die Begriffe *precipitation* und *greenhouse gas* die vordersten Ränge ein. Auffallend ist die relative Zunahme von Artikeln mit dem Schwerpunkt *risk* seit dem Jahr 2006. Im Bereich der Methoden finden sich *model* und *monitoring* an der Spitze, gefolgt von

dem Begriff *remote sensing*, der seit dem Jahr 2004 *isotope* an Häufigkeit übertrifft. In Ergänzung zu *pollen*, *ice core* und *tree ring* findet man seit der Jahrtausendwende häufiger auch den Begriff *phylogeography* vor. Auffallend ist, dass alle hier angeführten Methoden im naturwissenschaftlichen Arbeitsbereich verankert sind (vielleicht mit Ausnahme des allgemeineren Begriffs *model*) und dass „typisch“ sozialwissenschaftliche Methoden zur Gänze fehlen.

### 2.3.3 Basiskonzepte: *Wicked Problems* und *Super-Wicked Problems*

Bevor ich mich näher mit dem Inhalt der Klimaforschung, nämlich dem *Problem* des anthropogenen Klimawandels, befasse, sollen hier die Rahmenkonzepte vorgestellt werden, die als theoretische Basis und konzeptuelle Brücke zwischen PNS und Klimaforschung dienen. Zunächst ist das Konzept *wicked problems* nach Rittel & Webber (1973) zu nennen, das in der Literatur mehrfach mit der Klimawandel-Thematik in Verbindung gebracht wurde (z.B. Crane & Landis 2010, Farrell 2011). Rittel & Webber versuchen in ihrem bekannten Aufsatz *Dilemmas in a General Theory of Planning* (1973) primär eine Antwort darauf zu finden, warum professionellen PolitikberaterInnen und deren wissenschaftlicher Expertise in der Öffentlichkeit mit zunehmender Skepsis und Ablehnung begegnet wird. Sie führen diese oppositionellen Einstellungen auf ein Grunddilemma zurück, mit dem jede wissenschaftliche Beratungstätigkeit konfrontiert sei: Um mit komplexen gesellschaftspolitischen Problemen zurande zu kommen, sei die wissenschaftliche Herangehensweise und deren kognitiver Stil prinzipiell inadäquat. Der kognitive Stil der Wissenschaft orientiere sich am Ideal der Newton'schen Mechanik (Rittel & Webber 1973, 156) und sei geeignet, *tame problems* zu lösen, nicht jedoch gesellschaftspolitische Probleme (*wicked problems*), in die offene, komplexe und zunehmend heterogene soziale Systeme involviert seien. An der Diskrepanz zwischen den Anforderungen, denen professionelle Beratungstätigkeit gerecht werden sollte, und deren tatsächlichen Möglichkeiten, komplexe Probleme innerhalb des wissenschaftlichen Paradigmas zu lösen, entzündete sich somit zunehmend öffentliche Kritik.

Rittel & Webber (ebd., 161ff.) führen zehn typische Merkmale für den Problemtypus *wicked problems* an:

*1. There is no definitive formulation of a wicked problem.*

Der Grundgedanke ist hier, dass bereits die (theoretische) *Problemdefinition* prinzipiell immer mehrdeutig ist und mit der Art der vorgeschlagenen (praktischen) Problemlösung in engem wechselseitigen Zusammenhang steht.

*2. Wicked problems have no stopping rule.*

Aufgrund der Uneindeutigkeit der Problemsituation und der Dynamik offener sozialer Systeme ist eine definitive, endgültige Problemlösung prinzipiell nie erreichbar.

*3. Solutions to wicked problems are not true-or-false, but good-or-bad.*

Rittel & Webber weisen hier darauf hin, dass es keine intersubjektiv gültigen Kriterien für die Angemessenheit oder „Güte“ potentieller Problemlösungen gibt, da eine derartige Bewertung immer auf subjektiven Annahmen beruht. Während deskriptive Tatsachenbehauptungen zumindest manchmal als objektiv richtig oder falsch gekennzeichnet werden können – Rittel & Webber nennen mathematische Sätze als Beispiel – sind normative Urteile in heterogenen Gesellschaften prinzipiell nicht wahrheitsfähig.<sup>44</sup>

*4. There is no immediate and no ultimate test of a solution to a wicked problem.*

Da jeder Eingriff in ein offenes komplexes System ein unüberschaubares Konvolut an Folgen nach sich zieht, ist es niemals möglich, *alle* Folgen einer gemeinsamen Bewertung zu unterziehen.

*5. Every solution to a wicked problem is a „one-shot-operation“; because there is no opportunity to learn by trial-and-error, every attempt counts significantly.*

Da es Planungstätigkeit mit *praktischen* und nicht mit *theoretischen* Problemen zu tun hat, bewegt sie sich nicht auf ethisch neutralem Boden. Die Konsequenzen „falscher“, inadäquater Problemlösungen sind zudem faktisch irreversibel.

*6. Wicked problems do not have an enumerable (or an exhaustively describable) set of potential solutions, nor is there a well-described set of permissible operations that may be incorporated into the plan.*

Die Menge an potentiellen Problemlösungen ist aus logischer Sicht prinzipiell unbegrenzt, auch wenn möglicherweise aufgrund subjektiver kognitiver Einschränkungen nur eine begrenzte Anzahl in Betracht gezogen wird.

*7. Every wicked problem is essentially unique.*

---

<sup>44</sup> Hier vermischen Rittel & Webber zwei Aspekte, nämlich zum einen die *konzeptuelle* oder *epistemische* Unterscheidung zwischen deskriptiven Tatsachen-Behauptungen (*true-or-false*) und normativen Werturteilen (*good-or-bad*), und zweitens die (auch empirisch begründete) Erkenntnis, dass in pluralistischen Gesellschaften immer mehrere und verschiedene Wertannahmen Gültigkeit beanspruchen.

Soziopolitische Probleme können nicht sinnvoll zu *Problemklassen* zusammengefasst werden, wie es bei vielen wissenschaftlichen Problemen möglich ist. Erfahrungsbasiertes Lernen ist daher nicht oder nur mit großen Einschränkungen realisierbar.

8. *Every wicked problem can be considered to be a symptom of another problem.*

Rittel & Webber weisen hier darauf hin, dass sich gesellschaftspolitische Probleme grundsätzlich auf verschiedenen Abstraktionsniveaus begreifen lassen. Die Wahl einer adäquaten Betrachtungsebene ist nicht auf objektive Art und Weise begründbar.

9. *The existence of a discrepancy representing a wicked problem can be explained in numerous ways. The choice of explanation determines the nature of the problem's resolution.*

Die Wahl einer (Kausal-)Erklärung für *wicked problems* ist aus logischer Sicht arbiträr. Es ist zudem nicht möglich, potentielle Kausalhypothesen einem entscheidenden Experiment (*crucial experiment*) zu unterziehen.

10. *The planner has no right to be wrong.*

Im Gegensatz zu falschen (widerlegten) wissenschaftlichen Hypothesen sind „falsche“ Problemlösungsansätze in ethischer Hinsicht nicht neutral. PlanerInnen sind für die Konsequenzen ihrer Projekte moralisch *verantwortlich*.

Die von Rittel & Webber konstruierte Dichotomie zweier Problemtypen – nämlich *tame problems* und *wicked problems* – lässt an die duale Unterscheidung zwischen *normaler* und *post-normaler* Wissenschaft denken. Auch wenn sich Rittel & Webber nicht explizit auf Kuhn beziehen, kann man ihr Konzept *tame problems* möglicherweise als praktisches Analogon zu Kuhns „normalen“ wissenschaftlichen Aufgaben interpretieren, welche sich durch „normale“ wissenschaftliche Tätigkeit im Sinne eines *puzzle-solving* lösen lassen.<sup>45</sup> *Wicked problems* könnten dagegen jene „post-normale“ Insuffizienz-Situation repräsentieren, in der „normale“ wissenschaftliche Aktivität nicht mehr in der Lage ist, Probleme mit den ihr verfügbaren Mitteln zu bearbeiten. Hält man diese Analogie für schlüssig, dann vermittelt Rittel & Webbers Konzept *wicked problems* eine detailliertere Vorstellung von der Ausgangssituation, die eine Forschungstätigkeit im post-normalen Stil nötig und sinnvoll macht.

Möglicherweise sind damit aber noch nicht alle Schwierigkeiten erfasst, die im Kontext der Klimawandel-Problematik von Relevanz sind. Levin et al. (2010) und Lazarus (2009) argumentieren, dass nahezu alle gesellschaftspolitischen Problemlagen *wicked problems* darstellen und dass in bestimmten Situationen weitere Aspekte hinzukommen, die die Rede

---

<sup>45</sup> Im Unterschied zu Kuhn beschreiben Rittel & Webber nicht die Situation in der Grundlagenforschung, sondern die einer wissenschaftlichen Beratungstätigkeit im Umfeld soziopolitischer Problemlagen.

von *super-wicked problems* rechtfertigen. Dieses erweiterte Konzept *super-wicked problems* ist nach Levin et al. (2010, 6ff.) durch vier zusätzliche Eigenschaften charakterisiert: (1) *Time is running out*. Darunter ist die Tendenz einer fortschreitenden Problemeskalation zu verstehen, was ein rasches Eingreifen erforderlich machen würde. (2) *No central authority*. Eine koordiniertes Eingreifen wird jedoch dadurch erschwert oder verunmöglicht, dass keine zentrale politische Entscheidungsmacht existiert. (3) *Those seeking to end the problem are also causing it*. Das Problem wird kollektiv verursacht und resultiert nicht aus den Aktivitäten einiger weniger ProtagonistInnen oder abgrenzbarer gesellschaftlicher Gruppierungen. (4) *Hyperbolic discounting*. Es herrscht eine starke Tendenz vor, Kosten und Risiken des Problems auf irrationale Art und Weise in die ferne Zukunft zu delegieren.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich der besondere Problemcharakter von *wicked problems* und *super-wicked problems* auf verschiedenen Ebenen konstituiert: (1) *Epistemisch*: *Wicked problems* treten im Umfeld komplexer, offener Systeme auf und erfordern daher eine prinzipiell andere kognitive Herangehensweise als die in „Laborsituationen“ erprobte traditionell-wissenschaftliche Methodik. Rittel & Webber weisen auch darauf hin, dass die klassische induktiv-deduktive Methodologie, nämlich die Formulierung allgemeiner Gesetzhypothesen und deren anschließende empirische Überprüfung am Einzelfall, unter diesen Umständen obsolet wird. (2) *Ethisch*: *Wicked* und *super-wicked problems* beinhalten im Gegensatz zu theoretisch-wissenschaftlichen Fragestellungen eine starke ethische Dimension. Unsere moralischen Intuitionen, aber auch traditionelle philosophisch-ethische Theorien erweisen sich dabei aber häufig als unzureichend. Levin et al. (2010) etwa bezeichnen die Tendenz, Kosten und Risiken in die Zukunft – und damit auf zukünftige Generationen – abzuwälzen, als „irrational“, d.h. nicht nach vernünftigen ethischen Grundsätzen rechtfertigbar. (3) *Politisch*: Die Strukturen und Dynamiken nationaler wie internationaler politischer Institutionen erschweren den Umgang mit globalen, räumlich-zeitlich nicht hinreichend begrenzten Problemsituationen.

Das anschließende Kapitel führt näher aus, in welcher Hinsicht diese Aspekte - und damit der Problemcharakter *wicked problems* oder *super-wicked problems* – im Fall des anthropogenen Klimawandels zutreffend sind.

### 2.3.4 Stellt der anthropogene Klimawandel ein (*Super-*)*Wicked Problem* dar?

#### 2.3.4.1 Die kognitiv-epistemischen Herausforderungen

Für die Klimaforschung ist vor allem Punkt 7 in Rittel & Webbers (1973) Liste relevant: Das Problem des Klimawandels stellt ein paradigmatisches Beispiel für einen wissenschaftlichen Einzelfall dar (Krohn 2012, 32). Dies gilt nicht nur für die soziopolitische Problemkomponente, sondern bereits für die naturwissenschaftliche Erforschung des Klimasystems. Zwar sind die physikalischen Prozesse, welche zu einer Erwärmung der Atmosphäre und damit zum globalen Klimawandel beitragen, im Prinzip leicht zu verstehen, die konkreten Auswirkungen und Folgen dieses Erwärmungseffekts lassen sich jedoch ungleich schwerer abschätzen. Ein Grund dafür ist, dass das Klimasystem als solches globalen Charakter besitzt; es konstituiert sich aus den Sub-Systemen Atmosphäre, Hydrosphäre, Kryosphäre und Biosphäre (Lucarini 2011, 1) und umfasst damit den gesamten Planeten. Darüber hinaus weist das Klimasystem eine zeitliche Dynamik auf, deren Zyklizität die Dauer eines Menschenlebens bei weitem übersteigt.

Krohn (2012; 33ff., 47) greift auf eine konzeptuelle Unterscheidung des neo-kantianischen Philosophen *Wilhelm Windelband* zurück und spricht vom *idiographischen* Charakter der Klimawandel-Problematik. Windelband typologisiert mit den Begriffen *idiographisches* und *nomothetisches* Wissen zwei grundlegend verschiedene Strukturen wissenschaftlicher Erkenntnisprozesse. Während *nomothetisches* Wissen aus der Ableitung allgemeiner Gesetzes- und Kausalhypothesen aus einer Anzahl vergleichbarer Fälle resultiert, beschreiben *idiographische* Erkenntnisse singuläre, spezifische, nicht verallgemeinerbare Tatbestände. Für Windelband realisiert sich nomothetisches Wissen in den Naturwissenschaften seiner Zeit, die idiographische Situation sei dagegen ein charakteristisches Merkmal von Geistes- und Sozialwissenschaften. Die Unterscheidung spiegelt sich auch in unterschiedlichen methodischen Zugängen wider. Während geistes- und sozialwissenschaftliche Disziplinen ihren Gegenstandsbereich durch Beschreibung und verstehende Interpretation erschließen, gilt das kontrollierte, wiederholbare Laborexperiment als methodischer Goldstandard der Naturwissenschaften. Die experimentelle Methode erfüllt den Zweck, theoretische Gesetzhypothesen einer praktischen Überprüfung zu unterziehen, in deren Folge sie entweder widerlegt (falsifiziert) werden oder sich vorläufig bestätigen. Die Newton'sche Mechanik sowie die Theorie der Elektrodynamik nach Maxwell werden häufig als Paradebeispiele für dieses methodische Ideal angeführt (von Storch et al. 2011, 115).

Aufgrund seiner räumlichen und zeitlichen Dimensionen und seiner Einzigartigkeit ist das Klimasystem nicht nach dem Vorbild der nomothetischen Methode erschließbar. Zwar ist die Kenntnis allgemeiner Naturgesetzmäßigkeiten und kausaler Prinzipien nötig, um Wissen über die Funktionsweise des Klimasystems zu erlangen, doch dieses Wissen lässt sich nicht seinerseits in Form allgemeiner Gesetzhypothesen ausformulieren. Aus leicht begreiflichen Gründen sind auch Realexperimente mit dem Klimasystem unmöglich.

Nicht nur seine Einzigartigkeit, sondern auch seine Komplexität macht die Erforschung des Klimasystems zur wissenschaftlichen Herausforderung. Der Begriff der *Komplexität* wird in der Literatur in verschiedenlicher Weise verwendet. „A complex system is literally one in which there are multiple interactions between many different components.“ (Rind 1999, 105) Bei Lucarini (2011, 1) steht dagegen die Nicht-Linearität physikalischer Prozesse im Vordergrund: „The climate system features many degrees of freedom [...] and nonlinear interactions taking place on a vast range of time-space scales accompanying sensitive dependence on the initial conditions [...]“. Eine Folge der genannten Aspekte ist es, dass keine allgemeine, umfassende physikalische Theorie des Klimasystems formulierbar ist, welche sämtliche daran beteiligte Faktoren und Prozesse berücksichtigt und es ermöglichen würde, die Auswirkungen bestimmter Veränderungen von Parametern akkurat vorauszuberechnen (Lloyd 2010, 972).

Aufgrund der Vielzahl der beteiligten Komponenten überschreitet bereits die naturwissenschaftliche Erforschung des Klimasystems den Kernbereich traditioneller Disziplinen. Moderne Klimaforschung agiert im Schnittbereich zahlreicher naturwissenschaftlicher (sowie mathematischer) (Sub-)Disziplinen wie etwa Meteorologie, Geologie, Meeresforschung, statische Physik und Thermodynamik, mathematische Modellierung, Statistik und Datenorganisation, Biologie, Ökologie (Lucarini 2011, 2).

Die *Integration* der verschiedenen Teildisziplinen erfolgt in der Regel im methodischen Rahmen von *Modellierung* und *Simulation* - ein wesentliches Element moderner Klimaforschung. Sehr häufig versteht man unter *Klimamodellen* „komplexe physikalische Modelle, die das Klimasystem in vereinfachter Form abbilden“.<sup>46</sup> Dieser Definition zufolge stellt ein Modell ein theoretisches Konstrukt dar, welches das reale Klimasystem in unvollständiger Art und Weise repräsentiert. Parker (2009, 235) spricht von *representational tools*: „A model is a representation in that it (or its properties) is chosen to stand for some other entity (or its properties), known as the target system. A model is a tool in that it is used

---

<sup>46</sup> <http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimaforschung/klimamodellierung/globale-klimamodelle>, Zugriff am 16.05.2014

in the service of particular goals or purposes; typically these purposes involve answering some limited range of questions about the target system.“

Mit den wissenschaftsphilosophischen Implikationen von Modellierung und Simulation befasst sich mittlerweile eine wachsende Anzahl an Publikationen im Bereich der *Science and Technology Studies*<sup>47</sup>, aber auch der philosophischen Wissenschaftstheorie<sup>48</sup>. Festzuhalten ist zunächst, dass Klimamodelle und Simulationen aufgrund ihrer integrativen Funktion einen inhärent interdisziplinären Charakter besitzen. „The interdisciplinary goal is fitting to the singular case of earth’s climatic dynamics into the most widely accepted simulation model. The process of model development mirrors the tension between the nomothetic (core disciplinary knowledge) and the idiographic (unique features of our current climate).“ (Krohn 2012, 47f.)

Klimasimulationen können darüber hinaus die Funktion „virtueller Experimente“ übernehmen, etwa indem die Auswirkungen verschiedener Mengen an Treibhausgas-Emissionen auf bestimmte klimatische Faktoren in einer Reihe von Szenarien dargestellt werden. Die in den Populärmedien häufig zu beobachtende Gleichsetzung dieser Szenarien mit realistischen Vorhersagen ist jedoch aus mehreren Gründen problematisch. Modellsimulationen weisen in epistemologischer Hinsicht einige Besonderheiten auf, die hier nur grob skizziert werden können (für eine eingehendere Diskussion muss auf die weiterführende Literatur verwiesen werden):

(i) Simulationen fügen sich nicht in das in den Naturwissenschaften übliche dichotome Schema von Theoriebildung und Experiment ein; einige AutorInnen sprechen daher auch von einem *third way in science* (Nowotny et al. 2001, Galison 1996). Simulationen sind keine Experimente im traditionellen Sinn, da sie virtuell durchgeführt werden und keine direkte Konfrontation mit der physischen Außenwelt einschließen (Guillemot 2010, 244). Klimamodelle dürfen andererseits aus folgenden Gründen nicht mit Theorien gleichgesetzt werden:

(ii) Es ist unmöglich, alle am Klimageschehen beteiligten Prozesse in Form physikalischer Grundgleichungen analytisch-theoretisch zu erfassen. Das liegt zum einen an der Vielzahl und Komplexität der verschiedenen Kompartimente wie Atmosphäre, Ozeane und Landflächen, zum anderen an den enormen räumlichen und zeitlichen Dimensionen. Die räumlichen Prozesse, die am Klimageschehen beteiligt sind, reichen von der molekularen bis hin zu globalen Ebene, die zeitliche Dimension umfasst Millisekunden bis Jahrtausende (von Storch

---

<sup>47</sup> Vgl. z.B. Edwards (1999), Landström et al. (2013), Sundberg (2010), Dahan (2010).

<sup>48</sup> Vgl. z.B. Lloyd (2010), Mearns (2010), Oreskes et al. (2010), Parker (2006; 2009; 2010), Heymann (2010), Guillemot (2010).

et al. 2011, 116; Edwards 1999, 448f.). Viele klimatische Prozesse werden daher im Modell nicht in Form theoretischer Grundgleichungen abgebildet, sondern durch *semi-empirische* Näherungen oder Abschätzungen phänomenologisch dargestellt. Diesen Vorgang nennt man auch *Parametrisierung*.

(iii) Edwards (1999, 449) bezeichnet Klimamodelle daher in Anlehnung an Karl Poppers bekannten Begriff der *theory-ladenness* als *data-laden*. Während Poppers Argument zum Inhalt hat, dass es keine „reinen“, von theoretischen Annahmen unbeeinflussten Beobachtungsbegriffe geben könne, spielt der Begriff der *data-ladenness* auf die Integration empirisch gewonnener Erkenntnisse in den „theoretischen“ Modellkern an.

(iv) Umgekehrt ist aber auch Poppers Argument der *theory-ladenness* empirischer Daten für die Klimaforschung hochrelevant. Empirische Daten über das Klimasystem stammen aus unterschiedlichen Quellen wie meteorologischen Stationen oder Satelliten; historische Daten werden indirekt aus Eisbohrkernen, Pollenanalysen u.ä. gewonnen. In der Regel sind diese Daten höchst unvollständig und inhomogen und müssen daher aufbereitet werden – „[i]n the case of the climate sciences, ‚raw data‘ are not usable“ (Guillemot 2010, 245). KlimaforscherInnen stehen daher vor der Notwendigkeit, Datenreihen mithilfe theoretischer Annahmen zu vervollständigen und zu homogenisieren, was zu einer Interdependenz von Daten und Modell führt (Guillemot 2010, 245).

(v) Die Idee einer *Validierung* von Klimamodellen durch empirische Beobachtungsdaten ist daher aus prinzipiellen Gründen problematisch. Das Verhältnis zwischen Modell (Theorie) und empirischen Daten erweist sich in einer gewissen Hinsicht als zirkulär: Während Beobachtungsdaten dazu dienen, Klimamodelle zu evaluieren, werden diese Modelle andererseits auch eingesetzt, um verschiedene Methoden der Datenaufbereitung zu evaluieren (Heymann 2010, 197; Edwards 1999, 453).

Die wechselseitige Dependenz von Theorie und Daten mag in der Klimaforschung zwar besonders augenfällig sein, stellt aber, wie Edwards (1999, 453) argumentiert, keine absolute Besonderheit dar: „While it [climate modelling] looks very little like our idealized image of science, in which pure theory ist tested with pure data, that image was always a false one [...]“. Auch Guillemot (2010, 249) betont, dass im Umgang mit Daten zwar kein prinzipieller Unterschied zwischen Klimaforschung und anderen wissenschaftlichen Feldern bestehe, die Plastizität von Klimadaten aufgrund der hohen Abhängigkeit von computergestützten Aufbereitungsmethoden aber ungleich höher sei.

Die epistemologischen Besonderheiten von Modellierung und Simulation bringen prinzipielle *Unsicherheiten* in unserem Wissen über das Klimasystem mit sich, die nicht bloß auf einer

unvollständigen Informationslage beruhen. Diese Unsicherheiten betreffen, wie gezeigt wurde, bereits die „harte“ naturwissenschaftliche Basis der Klimaforschung. Sie potenzieren sich, sobald ökologische, soziale und ökonomische Folgen eines möglichen Klimawandels zum Gegenstand der Forschung werden. „Climate change science is well developed, relatively coherent in terms of theory and method, and widely seen as appropriate to measure, analyze and assess what we do, and don't, know about the problem. By comparison, social scientific research on climate change is recent, far less coherent, and lacks consensus on either epistemological or substantive grounds." (Levin et al. 2010, 3)

Die hier von Levin et al. (2010) diagnostizierte Dichotomie zwischen etablierter naturwissenschaftlicher Klimaforschung und marginalisierten sozialwissenschaftlichen Zugängen deutet auf einen weiteren Aspekt eines *wicked problems* hin. Von der Art der *Problemdefinition* hängt offenbar ab, ob der Klimawandel primär in den Kompetenzbereich naturwissenschaftlicher oder sozialwissenschaftlicher Forschung fällt. Die faktische Tendenz scheint eindeutig: Bjurström & Polks (2011) Analyse zufolge dominieren im 3. Sachstandsbericht des IPCC naturwissenschaftliche und ökonomische Zugänge über sozialwissenschaftliche Beiträge. O'Neill et al. (2010) sprechen von einer „epistemologischen Hierarchie“, die sich u.a. in den Publikationen des IPCC widerspiegelt: Es werde suggeriert, dass die naturwissenschaftlichen Disziplinen das unabkömmliche Basiswissen produzierten, auf dessen Grundlage erst potentielle Folgen abgeschätzt und mögliche politische Problemlösungen erwogen werden könnten. Die AutorInnen beurteilen die beschriebene Tendenz kritisch und argumentieren, dass ein umfassendes Verständnis der Klimawandel-Problematik dadurch behindert werde.

Rittel & Webber (1973, 161f.) betonen im ersten Punkt ihrer Aufzählung (*There is no definitive formulation of a wicked problem*) die Untrennbarkeit des kognitiven Problemverständnisses von der Vorstellung, wie dieses Problem zu lösen sei: „The information needed to *understand* the problem depends upon one's idea for *solving* it.“ Im Fall des Klimawandels sind offenbar verschiedene und abweichende Problemdefinitionen denkbar und möglich: als Umweltkatastrophe, als Folge verfehlter Energiepolitik, als ethische Herausforderung, als Medienphänomen, als sozialer Konflikt und anderes mehr. Es ist wenig überraschend, dass politische Lösungsansätze und dominante intellektuelle *Framing*-Varianten in engem Zusammenhang stehen (Aitken 2012).

Auch die Möglichkeit der Konzeptualisierung auf verschiedenen Abstraktionsniveaus (Punkt 8 in Rittel & Webbers Liste) lässt sich beobachten. Crutzens (2002) Begriff des *Anthropozäns* etwa verallgemeinert und integriert Phänomene wie den anthropogenen Klimawandel, aber

auch den rapiden Artenverlust seit Beginn der Industrialisierung oder menschliche Eingriffe in natürliche Stoffkreisläufe. Diese einzelnen Phänomene stellen demnach jeweils *Symptome* für den umfassenden Einfluss auf und die tiefgreifende Veränderung von natürlichen Systemen durch menschliche Aktivitäten dar. In ähnlicher Weise konzeptualisiert Healy (2011, 204ff.) das Problem des Klimawandels als Folge und Symptom des in den Industrienationen vorherrschenden, nicht-nachhaltigen Lebensstils.

Zusammenfassend: Irreduzible Unsicherheiten sind nicht nur Teil des praktischen Forschungsalltags, sondern betreffen bereits theoretische Konzeptionen der Klimawandel-Thematik. Worin das *Problem* des anthropogenen Klimawandels nun eigentlich besteht, ist intellektuell-kognitiv nicht eindeutig zu bestimmen und multiplen Interpretationsmöglichkeiten zugänglich.

#### 2.3.4.2 Die ethischen Herausforderungen

*Wicked problems* weisen eine zutiefst ethische Dimension auf. Das Grunddilemma, mit dem PlanerInnen und politische EntscheidungsträgerInnen konfrontiert sind, lässt sich nach Rittel & Webber (1973) folgendermaßen beschreiben: PlanerInnen sind für die Folgen ihrer Entscheidungen moralisch verantwortlich (*The planner has no right to be wrong*). Aufgrund der Komplexität offener sozialer (und natürlicher) Systeme sind diese Folgen aber niemals in ihrer Gesamtheit vorhersehbar und werden zudem durch multiple Kausalbeziehungen verschleiert. Eine definitive „Lösung“ sozialer Probleme kann prinzipiell nie erlangt werden; die Unmöglichkeit „optimaler“ Maßnahmen impliziert zugleich, dass jeder Lösungsvorschlag nur suboptimal sein kann. Hinzu kommt, dass in pluralistischen Gesellschaften grundsätzlich kein „neutraler Standpunkt“ existiert, von dem aus moralische Wertungen absolut zu legitimieren wären. „Surely a unitary conception of a unitary ‚public welfare‘ is an anachronistic one.“ (ebd., 168)

Eine derartige Ausgangsposition kennzeichnet, wie Levin et al. (2010) und Lazarus (2009) argumentieren, fast alle sozialen (sowie ökologischen) Probleme. Die zusätzliche Problemkomponente, die den anthropogenen Klimawandel zum *super-wicked problem* macht, ist in erster Linie auf dessen *räumliche* und *zeitliche Dimensionen* zurückzuführen. Sowohl die globale Qualität als auch die immensen Zeitspannen, die zwischen aktuellen Eingriffen in die Atmosphäre und deren Folgewirkungen liegen, erschweren den praktischen und theoretischen Umgang mit dem Phänomen Klimawandel enorm.

Unsere moralischen Intuitionen, aber auch klassische ethische Theorien sind nur mangelhaft geeignet, eine derart globale und langfristige Problemsituation konzeptuell zu erfassen. Einige AutorInnen haben daher argumentiert, dass die Klimawandel-Problematik einen radikalen ethischen Paradigmenwechsel nötig mache (Jamieson 1992, Callicott 2011). Unter traditionellen ethischen Theorien sind hier im wesentlichen deontologische oder Tugendethiken (z.B. Kantianische Ethik) sowie teleologische Ethiken (z.B. Jeremy Bentham's Utilitarismus) zu verstehen; diese Grundtypen haben sich im Laufe des 19. und 20. Jahrhunderts in Form zahlreicher Spielarten ausdifferenziert. Beide Paradigmen sind sowohl *rationalistisch* als auch *individualistisch* strukturiert (Callicott 2011), d.h. ihre Grundprinzipien erfüllen die Kriterien vernünftiger Argumentation und das einzelne Individuum gilt dabei als moralisches Subjekt.

Nach Jamieson (2010, 436) kann man sich die „klassische moralische Ausgangsposition“ etwa folgendermaßen vorstellen: „[A]n individual acting intentionally harms another individual; both the individuals and the harm are identifiable; and the individuals and the harm are closely related in time and space.“ Als Beispiel für eine derartige Situation beschreibt Jamieson den Diebstahl von Jills Fahrrads durch eine Person namens Jack. Im Falle des Klimawandels liege dagegen eine grundsätzlich andere Situation vor: „[A]cting independently, Jack and a large number of unacquainted people set in motion a chain of events that causes a large number of future people who will live in another part of the world from ever having bikes.“ (ebd., 436)

Im Unterschied zur ersten Situation ist in diesem Fall der kausale Zusammenhang zwischen einzelnen Handlungen und deren schadhafte Wirkungen komplex und uneindeutig. Anstatt Individuen treten Kollektive als handelnde Akteure auf, „Täter“ und „Opfer“ stehen in keiner persönlichen Beziehung, sondern sind durch räumliche und zeitliche Distanzen voneinander getrennt. Diese Verschleierungseffekte bewirken, dass gesellschaftliche und individuelle Aktivitäten, die zum anthropogenen Klimawandel beitragen, wie etwa Flugreisen, im allgemeinen nicht als moralisch verwerflich gelten (Lazarus 2009, 1178f.).

Wie Lazarus (ebd., 1160) betont, ist selbst eine eindeutige Trennung von Täter- und Opfer-Kollektiven nicht aufrecht zu erhalten. Die Lastenverteilung ist dennoch klar asymmetrisch. Als Verursacher von Treibhausgas-Emissionen treten in erster Linie industrialisierte Staaten auf, zugleich sind diese Länder aufgrund ihrer geografischen Lage weniger von möglichen Folgeschäden betroffen oder können diese ökonomisch besser abfedern. Entwicklungsländer dagegen sind ungleich vulnerabler gegenüber klimatischen Veränderungen, geografisch disproportional betroffen und verursachen nur einen geringen Anteil der globalen

Treibhausgas-Emissionen. „There is no scientific reason why such a geographic mismatch between cause and effect has to exist. But it does. It is the result of an unwittingly perverse combination of the laws of physics and chemistry with patterns of economic industrialization around the globe.“ (Lazarus 2009, 1172) – „Climate change is inherently unfair“, konstatiert Steffen (2011, 23) nüchtern.

Der Klimawandel wirft aber nicht nur Fragen der *internationalen* (oder globalen), sondern auch der *intergenerationalen* Gerechtigkeit auf. Dieser letztere Aspekt ist im Rahmen traditioneller ethischer Paradigmen möglicherweise noch schwerer zu erfassen (Callicott 2011, 105). Der Grund dafür liegt in der *Nicht-Aktualität* zukünftiger Generationen: Einer traditionellen Sichtweise zufolge können die Rechte nicht-existierender Personen nicht verletzt werden, da nur existierende Personen Rechte für sich in Anspruch nehmen können. Mittlerweile befassen sich zahlreiche Publikationen mit dem Problem der intergenerationalen Gerechtigkeit (z.B. Callicott 2011, Davidson 2008, Helm 2011, Howarth 2011), und es wurden verschiedene Vorschläge unterbreitet, wie die transgenerationale Dimension des Klimawandels konzeptuell zu berücksichtigen sei. Callicott (2011) etwa plädiert für eine anthropozentrisch *holistische* Position, die nicht nur einzelne Individuen, sondern auch die menschliche Zivilisation als solche zum Gegenstand moralischen Interesses erklärt. Doch selbst wenn es gelingen sollte, das Problem des anthropogenen Klimawandels im Rahmen einer kohärenten ethischen Theorie konzeptuell handhabbar zu machen: Die praktische Relevanz einer derartigen Lösung wäre damit immer noch fraglich. *Faktisch-empirisch* betrachtet, neigen Menschen dazu, bestimmte moralische Urteile anderen vorzuziehen. Die Präferenz des sozialen Nahbereichs gegenüber räumlich und zeitlich fernen Personen scheint ein wesentliches Merkmal unserer moralischen Intuitionen zu sein, was effektive Problemlösungen im Fall des Klimawandels immens erschwert: „Indeed, there is almost complete opposition between the kinds of judgments that need to be made to address climate change in a meaningful way and the kinds of judgments that our basic way of thinking favors.“ (Lazarus 2009, 1174) Das bedeutet nicht, dass theoretische moralphilosophische Beiträge ohne Wert seien, doch um den besonderen *Problem*charakter des Klimawandels zu verstehen, ist ein empirischer Blick auf *faktische* moralische Urteile unabdingbar.

Die Tendenz, das Wohlergehen zukünftiger Generationen zu vernachlässigen, spiegelt sich selbst in bestimmten volkswirtschaftlichen Berechnungsmethoden wider. Wirtschaftswissenschaftliche Beiträge zur Klimaforschung sind ebenso zahlreich wie divers, und auch hier muss für eine detailliertere Besprechung auf die weiterführende Literatur verwiesen

werden.<sup>49</sup> Grundsätzlich gilt es zu beachten, dass diese scheinbar objektiv-formalen ökonomischen Berechnungsmethoden inhärente Werturteile voraussetzen, die im Rahmen ihrer Anwendung nicht weiter hinterfragt werden. Die von Rittel & Webber (1973) beschriebene Interdependenz von Problemlösung und Problemdefinition ist auch hier hochrelevant. Wenn etwa Gardiner (2004, 578f.) argumentiert, „[t]he core ethical issue concerning global warming is that of how to allocate the costs and benefits of greenhouse gas emissions and abatement“, dann setzt er voraus, dass eine volkswirtschaftliche Kosten-Nutzen-Rechnung im Fall des Klimawandels sowohl im Prinzip durchführbar ist als auch die beste Maßnahme darstellt.

Wesentliche Argumente gegen derartige Methoden im Kontext der Politikberatung sind aus dem Nachhaltigkeitsdiskurs bekannt.<sup>50</sup> Problematisch scheint etwa die notwendige *Monetarisierung* sämtlicher Werte, die in die Berechnung eingehen sollen. Dies hat zum einen ethisch fragwürdige Implikationen, etwa wenn ein finanzieller Wert eines statistischen Menschenlebens angegeben werden muss (Hulme 2009, 119), zum anderen wird immer wieder auf die prinzipielle *Inkommensurabilität* von Werten (wie etwa sozialer oder ästhetischer) hingewiesen (Spash 2007).

Im Fokus der Kritik steht außerdem die im neoklassischen Wirtschaftsparadigma übliche *Zeitpräferenz*. Zukünftige Werte werden mit einer bestimmten Diskontierungsrate abgezinst, was effektiv zur Folge hat, dass einem gegenwärtigen Nutzen höherer Wert zugesprochen wird als einem zukünftigen.<sup>51</sup> Diese Zeitpräferenzraten können entweder empirisch-deskriptiv oder normativ gerechtfertigt (oder kritisiert) werden. Empirische Befunde legen nahe, dass Menschen faktisch einen gegenwärtigen Konsum einem zukünftigen vorziehen und ihren eigenen Wohlstand als wichtiger erachten als den Wohlstand kommender Generationen. Im normativen Sinn lässt sich dagegen einwenden, dass eine derartige Bevorzugung der eigenen Generation nicht mit anderen anerkannten moralischen Maßstäben in Einklang zu bringen sei. Häufig aber werden Diskontierungsraten auch mit der Annahme gerechtfertigt, dass zukünftige Generationen im Mittel mehr Wohlstand besitzen würden (Hulme 2009, 120ff.).

---

<sup>49</sup> Ein prominentes Beispiel ist der *Stern-Report* (Stern 2007), der im Auftrag der britischen Regierung unter der Leitung des ehemaligen Weltbank-Ökonomen Nicholas Stern erstellt wurde und in der Folge sowohl von konservativer Seite als auch von KritikerInnen orthodoxer Ansätze kritisiert wurde – vgl. z.B. Spash (2007), Dasgupta (2007), Nordhaus (2007), Weitzman (2007).

<sup>50</sup> „Climate change is a special case of the generic problem of sustainable development, but the valuation methods and analytics of economics were never adjusted for sustainable development.“ (Norgaard 2011, 196)

<sup>51</sup> Detailliertere Informationen zum Thema Zeitpräferenz und Diskontierung im Kontext der Klimaforschung sind der weiterführenden Literatur zu entnehmen: vgl. etwa Nordhaus (1999), Hasselmann et al. (1997), Heal (1997), Karp & Tsur (2007).

Levin et al. (2010, 7f.) behaupten dagegen, dass die faktisch zu beobachtende Gegenwartspräferenz, die in volkswirtschaftlichen Berechnungen ihren Niederschlag findet, zwar psychologisch erklärbar, aber nicht *rational* rechtfertigbar sei. Dieses Argument geht über die Kritik am methodischen Zugang der Wirtschaftswissenschaften hinaus. Es thematisiert die kognitiven Beschränkungen, denen Menschen aus biologischen sowie psychologischen Gründen unterliegen und die den rationalen Umgang mit langfristigen globalen Problemen wesentlich behindern:

This characteristic [preference of short time horizons] is especially pernicious because although it is known that negative effects will occur [...], and that there is a high risk of catastrophic events [...], the precise consequences are never certain for any one individual. Such features, which capture climate change, seem to provide hyperbolic discounters with some justification, however irrational, for not acting. (ebd., 7)

Levin et al. (2010) kommen somit zu einem ähnlichen Schluss wie Lazarus (2009): Unsere faktischen kognitiv-psychologischen Anlagen sind mitverantwortlich für den besonderen Problemcharakter des anthropogenen Klimawandels.

Festzuhalten bleibt außerdem, dass auch unterschiedliche Paradigmen im Umgang mit *Unsicherheit* und *Risiko* für die volkswirtschaftliche Methodenwahl eine Rolle spielen: Geht man davon aus, dass manche Risiken des Klimawandels mit exorbitanten Kosten verbunden sein könnten, die im Rahmen von Kosten-Nutzen-Analysen nicht mehr sinnvoll zu erfassen sind, dann sollte der Anwendung des *Vorsorgeprinzips* Vorrang gegeben werden (Hulme 2009, 123; Tol 2003).

#### 2.3.4.3 Die politischen Herausforderungen

In diesem Kapitel kann nur ein grober Überblick über die prinzipiellen Hürden präsentiert werden, die effektive politische Lösungen der Klimawandel-Problematik behindern. Darüber hinaus werde ich aufzeigen, in welchem prinzipiellen Spannungsfeld sich sowohl Ursachenzuschreibungen als auch Lösungsvorschläge positionieren.

Die Ausgangssituation lässt sich dabei nach Garrett Hardin als klassische *tragedy of the commons* – Situation begreifen, eine Variante des aus der Spieltheorie bekannten Gefangenendilemmas (Gardiner 2006, 2011; Harris 2011). In einer derartigen Situation gibt es eine gemeinsame, öffentliche Ressource – in diesem Fall: die Atmosphäre als Senke für gasförmige Abfallstoffe –, welche kollektiv genutzt wird, dabei aber nicht unbeschränkt zur Verfügung steht. Das daraus resultierende Dilemma ist nun folgendes: Aus *kollektiver* Sicht ist es rational, zu kooperieren und sicherzustellen, dass die Ressource nicht übernutzt wird.

Aus *individueller* Sicht jedes einzelnen Akteurs scheint es hingegen rational, die Ressource in höherem Maß zu nutzen, als es den Interessen der Gemeinschaft entspricht. Die Diskrepanz zwischen den im Rahmen internationaler Konferenzen formulierten Klimazielen und tatsächlichen Umsetzungserfolgen erscheint symptomatisch für eine derartige Situation.

Zusätzlich erschwert die zeitliche Dimension effektive politische Problemlösungen. Politik lebt von kurzen Zeitzyklen – PolitikerInnen, Regierungen werden im Abstand von wenigen Jahren wiedergewählt –, die Auswirkungen anthropogener Eingriffe in die Atmosphäre sind dagegen extrem langfristiger Natur. Der Anreiz, langfristig wirksame, aber kurzfristig wenig populäre Maßnahmen zu ergreifen, ist daher gering, wie Lazarus (2009, 1172) betont: „[I]t will prove extremely difficult in the short run to persuade the powerful nations responsible for climate change to undertake the dramatic action now needed. They will not perceive the benefits for doing so [...]“

Notwendig wäre also ein koordiniertes, an langfristigen Zielsetzungen orientiertes Handeln. In erster Linie stellt sich dabei die Frage: „*Who governs climate?*“ (Hulme 2009, 287, Hervorh. J.B.) – d.h. welche politischen und institutionellen Akteure und Einrichtungen sind für effektive, konzertierte Problemlösungen zur Verantwortung zu ziehen, und wie kann deren Handeln politisch legitimiert werden? Diese Frage kann sehr unterschiedlich beantwortet werden, und es zeichnet sich dabei eine Spannung zwischen stärker *autoritativen (top-down)* und stärker *partizipatorischen (bottom-up)* Grundhaltungen ab.

Levin et al. (2007, 2, Hervorh. J.B.) nennen als eines der für *super-wicked problems* charakteristischen Kriterien „the *central authority* needed to address it [the problem] is weak or non-existent“ und positionieren sich damit im autoritativen Paradigma. Dieser Ansicht zufolge kann nur ein zentrales Organ die Kooperation zahlreicher Nationalstaaten mit heterogenen Interessen und verschiedener gesellschaftlicher Sektoren sicherstellen. Der *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) stellt zwar eine derartige übergeordnete Institution dar, hat allerdings nur wissenschaftlich-beratende Funktion inne und besitzt keine formale politische Entscheidungsmacht. Historisch betrachtet, steht die Gestaltung internationaler Beziehungen seit Jahrhunderten unter der Leitidee souveräner Nationalstaaten, welche befugt sind, auf ihrem Staatsgebiet weitgehend autonome Entscheidungen zu treffen. Existierende völkerrechtliche Verbindlichkeiten sind Harris (2011) zufolge nur schlecht dazu in der Lage, mit einer *tragedy of the commons* – Situation fertigzuwerden. Einige dem autoritativen Paradigma anhängende AutorInnen interpretieren die Problemsituation darüber hinaus auch als „Demokratie-Versagen“ und stellen damit ein wesentliches Element modernen westlichen Denkens in Frage (Shearman & Smith 2007).

Im Gegensatz dazu betrachten VertreterInnen *partizipatorischer* oder *bottom-up*-Ansätze nicht *weniger*, sondern *mehr* an demokratischer Mitbestimmung für notwendig, um effiziente Lösungsstrategien für den Klimawandel zu erarbeiten. „In this conception of agency and governance, it is non-state actors who take centre-stage and who hold the key to effecting reductions in carbon emissions. Businesses, trades unions, city authorities, women’s groups, carbon offset companies – even the Courts and celebrities – become effective agents of change.“ (Hulme 2009, 305) Wie Rittel & Webber (1973) mehrfach betonen, gelangt zentralisierte Planung im Kontext offener sozialer Systeme an ihre Grenzen: Weder existiert eine objektive Definition gesellschaftlicher Normen und Ziele, noch ist deren autoritäre Festsetzung moralisch zu rechtfertigen. Aber auch unvermeidbare Wissensdefizite zentraler Entscheidungsorgane lassen sich als Argument für partizipatorische Zugänge anführen. An einem entscheidenden Punkt stoßen demokratische Verhandlungsprozesse allerdings an ihre Grenzen: „[T]he powerful image of ‚compromise‘ that shapes most public policy processes does not fit [in the case of climate change]. Human beings can, of course, control their behavior to alter their impacts, but they cannot control the response of the natural system once a decision is made. The natural environment is the final arbiter of whether policy responses are appropriate.“ (Levin et al. 2010, 6)

Faktisch zeichnet sich in der Klimapolitik derzeit die Tendenz ab, politische Lösungen an den freien Markt zu delegieren. Ein Kernelement des Kyoto-Protokolls, des international wichtigsten Übereinkommens mit dem Ziel des Klimaschutzes, stellt der Handel mit Emissionsrechten dar. Kritik an dieser marktwirtschaftlichen Lösung wird dabei auf unterschiedlichen Ebenen laut (Hulme 2009, 302f.): Sie reicht von allgemeiner Ablehnung neoliberaler Wirtschaftsideen bis hin zu Zweifeln an der internationalen Gerechtigkeit des Emissionshandelssystems. Von Seiten der Entwicklungsländer wird häufig eingewandt, dass aus historischer Sicht die westlichen Industrienationen für den überwiegenden Anteil der in die Atmosphäre emittierten Treibhausgase verantwortlich seien. Nach dem Verursacherprinzip sollten daher auch diese den überwiegenden Teil der Kosten für Klimaschutzmaßnahmen tragen (Gardiner 2004, 579).

Uneinigkeit herrscht schließlich auch über die prinzipielle *Zielorientierung* klimapolitischer Maßnahmen. Soll man sich stärker um Vermeidung (*mitigation*) oder um Anpassung (*adaptation*) an den Klimawandel bemühen? Von Storch & Krauß (2013) etwa argumentieren, dass sich menschliche Gesellschaften auch in der Vergangenheit erfolgreich an wechselnde Klimabedingungen adaptiert hätten und eine erfolgreiche Klimapolitik daher nicht ausschließlich auf Vermeidungsmaßnahmen fokussieren solle. Da ein bestimmtes

Ausmaß klimatischer Veränderungen aufgrund der bereits in die Atmosphäre emittierten Gase unvermeidbar und die Umsetzung von Vermeidungsmaßnahmen unter Realbedingungen zudem schwierig ist, wird jedenfalls eine Kombination beider Strategien vonnöten sein. Zur Frage steht deren Gewichtung.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der anthropogene Klimawandel auch als *politisches* Problem immense Herausforderungen in sich birgt. Aufgrund seiner räumlichen und zeitlichen Dimensionen, aber auch der *tragedy of the commons* – Situation widersetzt er sich einfachen Problemlösungsstrategien.

## 2.4 Thesen zum Verhältnis von Post-Normal Science und Klimaforschung

Das Problem des anthropogenen Klimawandels weist offensichtlich zahlreiche Merkmale der von Rittel & Webber (1973), Lazarus (2009) und Levin et al. (2010) beschriebenen Konzepte *wicked problems* und *super-wicked problems* auf. Dieser besondere Problemcharakter schließt dabei sowohl epistemische als auch ethische und politische Gesichtspunkte ein. Betrachtet man (*super-*)*wicked problems* als legitimen Anwendungsfall für *Post-Normal Science*, dann ist damit eine *theoretische* Basis für die Liaison zwischen Klimaforschung und PNS hergestellt. Mit anderen Worten, wir haben ein *normatives* Argument entwickelt, das Gründe aufzeigt, warum ein post-normaler Stil in der Klimaforschung angemessen und sinnvoll sein könnte.<sup>52</sup>

Der empirische Teil dieser Arbeit untersucht, inwiefern Elemente von PNS in der Klimaforschung *faktisch* Anwendung finden. Nicht immer werden Vorschläge von WissenschaftstheoretikerInnen, für die sich eine gewisse theoretische Plausibilität beanspruchen lässt, auch tatsächlich in der Forschungspraxis umgesetzt. Die Gründe dafür können vielfältig sein. Möglicherweise sind die Vorschläge zu revisionistisch, d.h. zu weit von der aktuellen Praxis entfernt oder mit der sozialen Organisation der Wissenschaft nicht kompatibel; möglicherweise liegen externe (z.B. politische oder institutionelle) Hindernisse für eine Umsetzung vor. Möglicherweise werden die bestehenden Praktiken und Methoden als hinreichend gut und erfolgreich angesehen, so dass kein Anreiz besteht, diese zu verändern. Möglicherweise aber weisen auch die theoretischen Vorschläge verborgene Defekte auf. Ein

---

<sup>52</sup> Im Rahmen der Argumentation wurden nur positive Gründe angeführt, die *für* eine Klimaforschung im post-normalen Stil sprechen. Es handelt sich somit nicht um eine *volle Diskussion*, die dafür- wie dagegensprechende Gründe berücksichtigt und abwägt. Diese inhaltliche Einengung ist legitim, da nur ein *möglicher* Argumentationsweg aufgezeigt werden soll, mit dem die Forderung nach einer post-normal strukturierten Klimaforschung unterlegt werden *könnte*.

empirisch-deskriptiver Blick auf die tatsächliche Forschungspraxis kann Hinweise darauf liefern und damit als *deskriptives Korrektiv* dienen.

Sehr simplifiziert ausgedrückt, sind folgende Thesen zum *faktischen* Verhältnis von PNS und Klimaforschung denkmöglich:

(1) Klimaforschung *ist* ein Anwendungsfall von PNS.

Dieser Sichtweise schließen sich etwa Bray & von Storch (1999), Saloranta (2001) und Friedrichs (2011) an.

(2) Klimaforschung *ist kein* Anwendungsfall von PNS.

Diese These finden wir etwa bei Aitken (2012) oder Ravetz (2011).

(3) Klimaforschung *ist teilweise* ein Anwendungsfall von PNS.

Zu diesem Schluss kommen u.a. van de Kerkhof & Leroy (2000), Pereira et al. (2009), Healy (2011) und Hegger et al. (2012).

Natürlich ist diese pauschale Auflistung sehr unpräzise. Die genannten AutorInnen beziehen sich auf jeweils spezifische Gesichtspunkte von „Klimaforschung“ und legen verschiedene und teils divergierende Interpretationen von *Post-Normal Science* zugrunde. In einigen Fällen handelt es sich um impressionistische, nicht spezifisch methodengeleitete Einschätzungen (Healy 2011, Ravetz 2011, Friedrichs 2011), in anderen Fällen fußen die Thesen auf empirischen, zumeist an sozialwissenschaftlichen Methoden orientierten Untersuchungen (van de Kerkhof & Leroy 2000, Bray & von Storch 1999, Pereira et al. 2009). Aufgrund dieser Heterogenität von inhaltlichen Festlegungen und methodischen Zugängen stehen die unterschiedlichen Befunde nicht notwendig zueinander in Widerspruch.

## 2.5 Forschungsfrage und Hypothese der vorliegenden Arbeit

Es ist naheliegend anzunehmen, dass Hypothese (3) – Klimaforschung als *teilweiser* Anwendungsfall von PNS – die breiteste Extension und zugleich das größte Differenzierungspotential besitzt. Mit anderen Worten, diese These ist so weiträumig, dass sie mit einiger Wahrscheinlichkeit zutreffend ist, dabei aber so allgemein, dass sie wenig aussagt. Hält man sie für plausibel, dann wäre es wünschenswert, sie mit weiteren Inhalten anzureichern.

Die im vorangehenden Kapitel erwähnten empirischen Arbeiten zum Thema Klimaforschung und Post-Normalität stellen durchwegs Momentaufnahmen dar; sie untersuchen den Entwicklungsstand der Klimaforschung zu einem gegebenen Zeitpunkt oder innerhalb einer geringen Zeitspanne. Eine interessante Erweiterung oder Abwandlung der These, dass Klimaforschung ein *teilweiser* Anwendungsfall von PNS ist, bestünde daher in der Berücksichtigung einer zusätzlichen Zeitdimension. Nicht ob Klimaforschung zu einem gegebenen Zeitpunkt eine post-normale Wissenschaft *ist*, sondern ob sie sich innerhalb einer gewissen Periode *in zunehmenden Ausmaß* in Richtung einer solchen *entwickelt*, soll somit Thema meiner empirischen Untersuchung sein.

Meine These ist, dass *Klimaforschung zunehmend Konzepte und Methoden des post-normalen Wissenschaftsparadigmas berücksichtigt*. Diese These ist in ihrem Umfang vergleichsweise bescheiden. Sie besagt weder, dass Klimaforschung tatsächlich den Rang einer vollentwickelten post-normalen Wissenschaft einnimmt, noch dass sie auf dem Weg ist sich zu einer solchen zu qualifizieren. Unter einer „vollentwickelten“ post-normalen Wissenschaft verstehe ich eine Tätigkeit, die *alle* Kriterien des Konzepts PNS, wie sie in Kap. 2.2.2 rekonstruiert wurden, erfüllt. Ich gehe aber davon aus, dass wissenschaftliche Tätigkeit diese Kriterien auch nur *teilweise* erfüllen kann. Es kann dann gerechtfertigt sein, von einem *mehr oder weniger „post-normalen“ Stil* der Wissenschaft zu sprechen. Klimaforschung kann daher in zunehmendem Ausmaß post-normale Elemente integrieren, ohne dabei in vollem Sinn post-normale Wissenschaft zu sein.

Die These behauptet auch nicht, dass sich Klimaforschung zu einer post-normalen Wissenschaft entwickeln *soll*. Eine mögliche Variante eines derartigen Arguments wurde in Kap. 2.3 aufgezeigt. Auch über den theoretischen Wert des Konzepts PNS sagt die These nichts aus. Sie setzt nur voraus, dass das Konzept PNS hinreichend kohärent und sinnvoll ist, um zum Zweck eines empirischen Tests operationalisierbar zu sein.

Um eine theoretische Hypothese empirisch überprüfen zu können, müssen die in ihr enthaltenen theoretischen Begriffe *operationalisiert* werden, d.h. sie müssen in spezifischere, für die empirische Praxis zugänglichere Begriffe übersetzt werden. Konkret bedeutet das, dass wir spezifizieren müssen, was in weiterer Folge inhaltlich unter dem *Konzept PNS* zu verstehen ist und welche Aspekte oder welches Teilgebiet von *Klimaforschung* untersucht werden soll. Außerdem muss ein geeigneter *Zeitraum* definiert werden, für den die Hypothese gelten soll.

Die Operationalisierung des Konzepts PNS sollte sowohl möglichst umfassend und vollständig ausfallen als auch inhaltlich präzise sein. Die Vorarbeit dafür wurde in Kap. 2.2.2

geleistet. Die Definition eines geeigneten Teilgebiets der Klimaforschung wird sich dagegen eher an pragmatischen Gesichtspunkten orientieren. Es soll sich um leicht zugängliches Material handeln, das mit verfügbaren Methoden der empirischen Wissenschaftsforschung erschließbar ist. Es soll zudem für die gewählte Zeitspanne repräsentativ sein, d.h. diese möglichst vollständig und formal gleichförmig abdecken. Die Wahl eines geeigneten Zeitraums wird somit einerseits pragmatische Überlegungen zur Zugänglichkeit des Materials voraussetzen, soll andererseits aber auch sachlich-inhaltlichen Kriterien genügen. Es sollte sich um einen Zeitraum handeln, innerhalb dessen ein substantieller Wandel von Stil und Inhalten der Forschung zu erwarten sein könnte. Wie diese Forderungen konkret umzusetzen sind, ist Thema des folgenden Kapitels.

### 3. DATENMATERIAL UND METHODEN

#### 3.1 Einführung: Methoden der quantitativen und qualitativen Wissenschaftsforschung

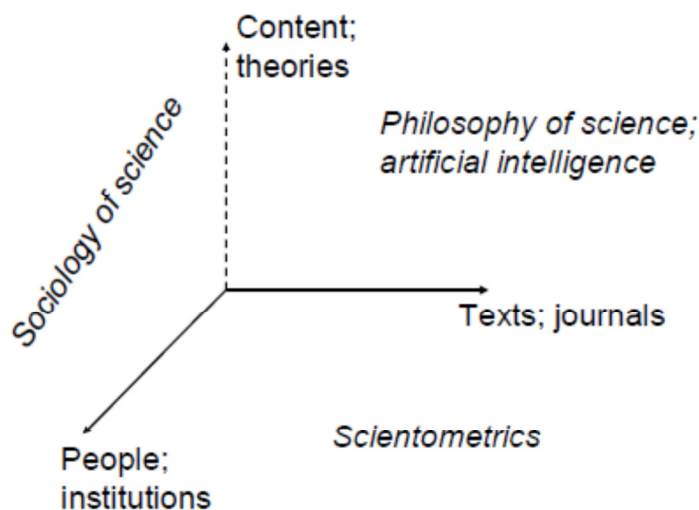
Wissenschaftsforschung wendet wissenschaftliche Methoden an, um den Gegenstandsbereich „Wissenschaft“ selbst zu erforschen, es handelt sich daher um eine *Metadisziplin*. Der Überbegriff *Wissenschaftsforschung* beherbergt ein Spektrum unterschiedlicher konzeptueller und methodischer Ansätze.<sup>53</sup> Die *philosophische Wissenschaftstheorie* befasst sich mit *kognitiven* Inhalten der Wissenschaft, ihre Methode ist die theoretische Argumentation. Häufig werden ihr *historische* Ansätze zur Seite gestellt, die deskriptiv-beschreibend vorgehen und dabei, zumindest wenn sie Primärquellen berücksichtigen, auch empirische Anteile aufweisen. Die *Wissenschaftssoziologie* schließlich betrachtet Wissenschaft als *soziales* Phänomen. Seit einigen Dekaden werden soziale Aspekte der Forschung auch unter dem Begriff *Science and Technology Studies* verhandelt. Seinem Selbstverständnis nach ist dieses Forschungsfeld aber in höherem Maß interdisziplinär strukturiert und konzeptuell sowie methodisch heterogener als die klassische Wissenschaftssoziologie (Martin et al. 2012; Leydesdorff 1995, 1).

Die für die Sozialwissenschaften typische Spaltung zwischen *qualitativen* und *quantitativen* Ansätzen findet in der Wissenschaftsforschung ihre Fortsetzung. Etwa ab Mitte der 80er-Jahre haben sich die *Science and Technology Studies* zunehmend in qualitativ orientierte Mikroforschungsansätze sowie vorwiegend quantitativ vorgehende Analysen auf Makroebene differenziert. Ein dritter Zweig ist die auf quantitativen Methoden beruhende Wissenschaftsevaluation. Quantitativ orientierte Wissenschaftsforschung mittels mathematisch-statistischer Methoden wird auch als *Szientometrie* (*scientometrics*) bezeichnet (Leydesdorff & Milojevic o.J., 2f.).

Abb. 2 zeigt das Verhältnis zwischen den verschiedenen Dimensionen der Wissenschaftsforschung.

---

<sup>53</sup> Manchmal wird unter dem Begriff *Wissenschaftsforschung* ausschließlich *empirische* Metaforschung zusammengefasst, während die philosophische Wissenschaftstheorie ausgeklammert bleibt. Dies ist eine Frage der begrifflichen Konvention. Ich verwende hier den Terminus *Wissenschaftsforschung* als Schirmbegriff, vergleichbar mit dem engl. *Science Studies*.



**Abb. 2: Dimensionen der Wissenschaftsforschung.** Quelle: Leydesdorff & Milojevic (o.J., 5)

Aufgrund der zunehmenden Spezialisierung der einzelnen Disziplinen sowie der traditionellen Kluft zwischen empirischen und theoretischen Zugängen ist Wissenschaftsforschung ein heterogenes, in sich stark differenziertes Feld. “[T]he intellectual distance between contributions from the humanities, such as ‚history of ideas‘ and philosophy, at one end of the spectrum of relevant disciplines, and from ‚scientometrics‘ at the other end, is even more dramatic than in most social sciences [...]“ (Leydesdorff 1995, 1) Insbesondere die *Szientometrie* hat sich im Zusammenhang mit den rapiden Fortschritten in der elektronischen Datenverarbeitung seit den 70er-Jahren zu einer hoch spezialisierten Disziplin entwickelt, mit zahlreichen Fachzeitschriften wie *Scientometrics*, *Journal of Informetrics* oder *Research Evaluation*.

Gegenstand szientometrischer Forschung sind wissenschaftliche Textdokumente, in der Regel in Fachjournals publizierte Artikel. Der verwandte Begriff der *Bibliometrie* bezeichnet Forschungsarbeit über schriftliche Dokumente im allgemeineren Sinn. Ein wichtiges Basiswerkzeug szientometrischer oder bibliometrischer Forschung stellen *bibliometrische Datenbanken* dar. Wohl am bekanntesten sind heute die vom *Institute for Scientific Information* (ISI) herausgegebenen Datenbanken *Science Citation Index* (SCI), *Social Science Citation Index* (SSCI) und *Arts and Humanities Citation Index* (A&HCI).

Wissenschaftliche Artikel enthalten vielfältige Informationen: „Texts span networks of relations among authors, inventors, cognitions, institutional addresses, journals, etc. These networks contain both social (including economic) and cognitive relations.“ (Leydesdorff & Milojevic o.J., 15) Mittels szientometrischer Analysen können daher prinzipiell sehr

unterschiedliche Forschungsfragen beantwortet werden. Die zur Anwendung kommenden Methoden sind in hohem Maß computergestützt und setzen häufig spezielle Software voraus.

Einige bekannte Methoden sind:

(1) Deskriptive Statistiken:

Darunter sind einfache Häufigkeitszählungen zu verstehen, die etwa die Anzahl an Publikationen einer bestimmten Disziplin, eines Forschungsfeldes, eines Autors oder einer Autorin, eines Landes oder einer Institution zu einem bestimmten Zeitpunkt oder im zeitlichen Verlauf angeben.

(2) Wortschatzstudien:

Dabei wird die Häufigkeit des Vorkommens bestimmter Wörter, oder auch des gemeinsamen Vorkommens bestimmter Wörter im Dokument gezählt.

(3) Clusteranalyse / Kozitationsanalyse:

Clusteranalysen untersuchen die Häufigkeit, mit der bestimmte Arbeiten in einer Publikation gemeinsam zitiert werden. Arbeiten, die sehr häufig gemeinsam zitiert werden, bilden dabei ein sog. Cluster. Mit dieser Methode soll die soziale und/oder kognitive Struktur eines Forschungsfeldes oder die Beziehung zwischen nahverwandten Forschungsfeldern erschlossen werden.

(4) Zitationsanalyse:

Dabei werden jene Arbeiten gezählt, die eine bestimmte Publikation oder einen bestimmten Autor zitieren. Die Häufigkeit der Zitate kann dabei als Maß für die relative Wichtigkeit der Publikation interpretiert werden. Auf dieser Grundlage berechnet sich etwa der bekannte *Impact Factor* wissenschaftlicher Zeitschriften oder Institutionen.

(5) Wissenschaftslandkarten (*Science Maps*):

Wissenschaftslandkarten visualisieren die Beziehungen zwischen bzw. innerhalb bestimmter Disziplinen oder stellen die historische Entwicklung eines Forschungsfeldes dar. Häufig basieren sie auf Zitationsanalysen oder Kozitationsanalysen.

Bei aller technischen Raffinesse dieser Methoden bleibt die Frage offen, wie die dadurch gewonnenen Ergebnisse zu *interpretieren* sind. „The use of even more complex scientometric techniques in larger and larger databases is leading to a crisis of interpretation since [...] we still have a theoretically underdeveloped understanding of what these bibliometric data actually mean.“ (Leydesdorff 1989, 335)

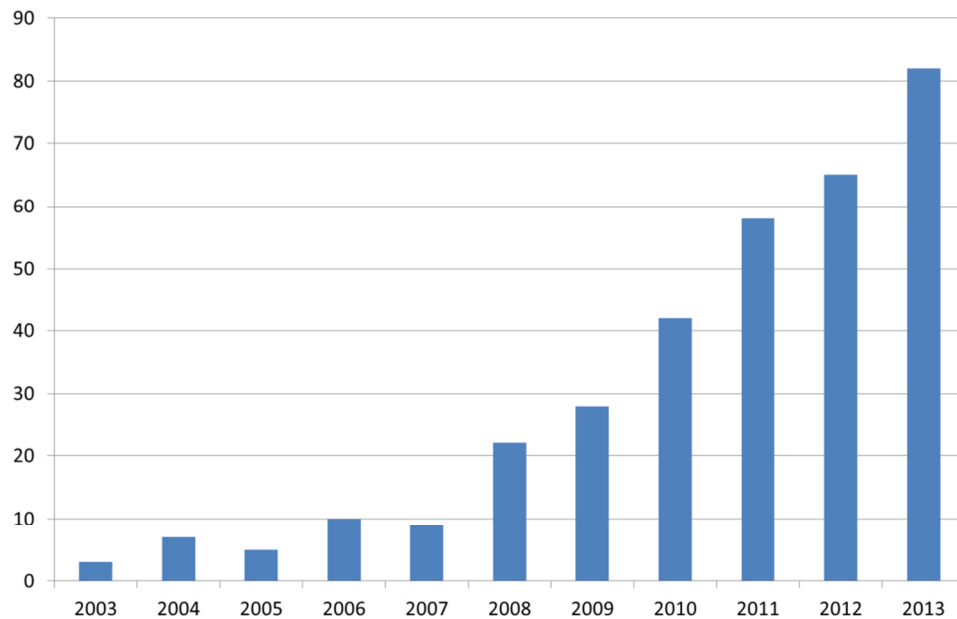
Szientometrische Methoden sind offensichtlich nur mangelhaft in ein breiteres wissenschaftssoziologisches Theoriegebäude eingebettet. „Whoever tries to construct sociological explanations by using scientometric methods must cross a methodological no man’s land that is circumvented by both the sociology of science and scientometrics.“ (Gläser & Laudel 2001, 411) Wünschenswert, aber faktisch inexistent ist somit eine *Integration* zwischen den *qualitativen* Konzepten und Modellen der Wissenschaftstheorie, -geschichte und -soziologie sowie den *quantitativen* Daten, die mittels szientometrischer Methoden gewonnen werden.

In jüngster Zeit scheinen sich *qualitative* Methoden in der empirischen Sozialforschung zunehmender Beliebtheit zu erfreuen (Mayring 2010, 17), und auch die empirische Wissenschaftsforschung macht davon Gebrauch. So können mittels *inhaltsanalytischer* Verfahren sowohl quantitative als auch qualitative Fragestellungen untersucht werden. Mit dem Terminus *Inhaltsanalyse* – oder besser: *kategoriengeleitete Textanalyse* (Mayring 2010, 13) – wird ein Spektrum qualitativer sowie quantitativer Methoden bezeichnet<sup>54</sup>, deren Gemeinsamkeit im systematischen, regelgeleiteten Zugang zum untersuchten Textmaterial besteht. Je nach Forschungsfrage und Untersuchungsgegenstand kann eine qualitative oder eine quantitative Herangehensweise, oder eine Kombination daraus, angemessen sein.

In der Metaforschung zur Nachhaltigkeitsforschung scheinen zunehmend inhaltsanalytische Verfahren Anwendung zu finden, wie eine einfache Schlagwortsuche in *Web of Science* mit den Suchbegriffen „content analysis“ und „sustainab\*“ nahelegt (Abb.3).

---

<sup>54</sup> *Quantitative* und *qualitative* Methoden bilden kein Gegensatzpaar, sondern sind eher als Endpunkte eines Kontinuums zu verstehen. Stegmüller (1970, 16, Hervorh. i.O.) macht darauf aufmerksam, dass sich in dem Paar *qualitativ – quantitativ* „kein Unterschied in der Realität, sondern einzig und allein ein Unterschied in der Sprache [ausdrückt]“. Zwischen *qualitativen* (klassifikatorischen) und *quantitativen* (metrischen) Begriffen gebe es die Zwischen- oder Übergangsstufe der *komparativen* (topologischen) Begriffe (ebd., 17). Mayring (2010, 17ff.) führt mehrere Kriterien an, die qualitative von quantitativen Methoden abgrenzen: Neben der von Stegmüller (1970) vorgeschlagenen *linguistischen* Unterscheidung lasse sich auch eine Unterscheidung vom *Skalenniveau* der zugrunde liegenden Messung her begründen. Demnach gelten alle Analysen, die auf *Nominalskalen* basieren, als *qualitativ*, während *quantitative* Analysen auf *Ordinal*-, *Intervall*- oder *Ratio-Skalen* beruhen. Drittens lasse sich eine Unterscheidung im *impliziten Wissenschaftsverständnis* feststellen. Die Differenzierung zwischen qualitativen und quantitativen Ansätzen könne auch durch die Gegensatzpaare *Verstehen* versus *Erklären*, *induktiv* versus *deduktiv* sowie *Komplexität* versus *Variablenisolation* ausgedrückt werden. Viertens markiere die Orientierung am *Einzelfall* (*idiographische* Situation) oder an der *repräsentativen Stichprobe* (*nomothetische* Situation) den Unterschied zwischen qualitativen und quantitativen Zugängen. Atteslander (2010, 196) fügt dem noch hinzu, dass qualitative Forschung *hypothesenbildend* vorgeht, während quantitative Ansätze *Hypothesen überprüfen*.



**Abb. 3: Inhaltsanalytische Verfahren in der Nachhaltigkeitsforschung.** Anzahl der in *Web of Science* (SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI) gelisteten Publikationen, welche die beiden Suchbegriffe „content analysis“ und „sustainab\*“ enthalten.

### 3.2 Methodische Trends in der Metaforschung zur Klimaforschung

In diesem Kapitel soll ein geraffter Überblick über methodische Aspekte der empirischen Metaforschung zur Klimaforschung vermittelt werden. In erster Linie betrifft das Arbeiten, die sich dem Verhältnis von Klimaforschung und PNS widmen. Darüber hinaus sind auch Studien relevant, die verwandte Themen oder Teilaspekte von PNS, wie etwa Interdisziplinarität oder Unsicherheitsmanagement, zum Inhalt haben. Von Interesse ist besonders, welches Material gewählt wurde, wie das Konzept PNS inhaltlich interpretiert und operationalisiert wurde sowie welche Methoden Verwendung fanden. Nicht immer sind die verwendeten Methoden von systematisch-empirischer Natur. Beliebte ist die Argumentation anhand konkreter Fallstudien, die impressionistisch-deskriptiv, dabei aber durchwegs ausführlich dargestellt werden. Es muss betont werden, dass die Grenze zwischen empirisch methodengeleiteten und „theoretischen“ Arbeiten nicht absolut trennscharf zu ziehen ist. Sogenannte empirische Arbeiten zeichnen sich in der Regel „nur“ durch einen höheren Grad an Systematisierung und Regelgebundenheit aus.

Zum Verhältnis von Klimaforschung und PNS sind vor allem die Arbeiten von Bray & von Storch (1999), van de Kerkhof & Leroy (2000), Saloranta (2001), Pereira et al. (2009) sowie Petersen et al. (2011) von Relevanz. Bray & von Storch (1999) wählen mit einer Befragung von KlimaforscherInnen mittels Fragebögen und vertieften qualitativen Interviews einen

klassisch sozialwissenschaftlichen Zugang. Sie fokussieren dabei in erster Linie auf die Einstellung der ForscherInnen zu Sicherheit und Unsicherheit des Klimawissens sowie auf deren Ansichten zur sozialen und politischen Relevanz der Klimaforschung. Die befragten ExpertInnen arbeiten in etablierten akademischen Institutionen in den USA, Kanada und Deutschland.

Van de Kerkhof & Leroy's (2000) Studie ist stärker lokal ausgerichtet; sie konzentriert sich auf die holländische Klimaforschungs-Agenda NRP (*National Research Programme*), die als Plattform an der Schnittstelle zwischen Forschung und Umweltpolitik transdisziplinären Charakter aufweist. Es handelt sich um eine ausführliche Falldarstellung, die sowohl Entstehungsgeschichte als auch aktuelle Projekte des NRP skizziert und im Anschluss der Frage nachgeht, inwiefern die Arbeitsweise des NRP den Kriterien von PNS gerecht wird. Das Konzept PNS operationalisieren die AutorInnen durch eine Liste von vier Parametern, und zwar Unsicherheitsmanagement, Management von Inter- und Transdisziplinarität, Management der politischen Relevanz der Forschung sowie Qualitätsmanagement (vgl. Kap. 2.2.4).

In Saloranta's (2001) Studie wird der Zweite Sachstandsbericht des IPCC auf seinen post-normalen Gehalt hin analysiert. Auch hier repräsentiert eine Institution mit dem expliziten Auftrag der Politikberatung die abstrakte Entität „Klimaforschung“. Erfolgreiches Unsicherheitsmanagement sowie das Bestehen von *Extended Peer Communities* (EPCs) werden als Hauptkriterien für PNS definiert. Die Schlussfolgerungen werden mittels theoretischer Diskussion gewonnen, empirische Methoden im strengen Sinn gelangen nicht zum Einsatz.

Die Studie von Pereira et al. (2009) untersucht ein soziales Netzwerk von KlimaforscherInnen, nämlich das *ACCENT Network of Excellence*. Die Mitglieder dieses Netzwerks wurden angeregt, an einem Internet-Blog zu partizipieren; diese Beiträge wurden anschließend inhaltlich ausgewertet. Darüber hinaus fanden offene ExpertInnen-Interviews statt. Es handelt sich somit um eine (im strengen Sinn) empirische Studie, die mit klassischen Methoden der qualitativen Sozialforschung operiert. Inhaltlich konzentrieren sich Pereira et al. (2009) dabei auf die Themen Interdisziplinarität und insbesondere Transdisziplinarität, worunter Interaktion und Kommunikation mit Politik und Zivilgesellschaft zu verstehen sei.

Eine lokal orientierte Einzelfallstudie finden wir bei Petersen et al. (2011) vor. Der Artikel beschreibt die strategische Entwicklung der *Netherlands Environmental Assessment Agency* innerhalb der letzten Dekade. Die AutorInnen sehen darin eine erfolgreiche Implementierung post-normaler Methoden und Praktiken. Bei der *Netherlands Environmental Assessment*

*Agency* handelt es sich um ein staatliches Forschungsinstitut, das die Regierung in Fragen der Umweltpolitik und Regionalplanung berät und damit auch für Klimaschutzagenden zuständig ist. Das Konzept PNS charakterisieren Petersen et al. (2011) anhand von drei Schlüsselkriterien, nämlich Unsicherheitsmanagement, Perspektivenvielfalt und *Extended Peer Communities*. Eine spezifische empirische Methode kommt auch bei dieser Falldarstellung nicht zur Anwendung.

Dieser kurze Überblick zeigt, dass empirische Arbeiten zum Verhältnis von Klimaforschung und PNS bisher in nur wenig systematisierter oder gar kanonisierter Form vorliegen. Für die Wahl eines geeigneten Untersuchungsgebiets und einer geeigneten Methode stehen daher wenig praktische Referenzen zur Verfügung. Aus diesem Grund mag es sinnvoll sein, im Rahmen dieses Literaturüberblicks auch ausgewählte empirische Arbeiten mit anderen, themenverwandten Fragestellungen zu berücksichtigen.

In erster Linie sind hier die bekannten Arbeiten von Stanhill (2001) und Li et al. (2011) zu nennen, die einen kompakten, wenn auch nur groben Überblick über Entwicklungen und Schwerpunkte der Klimaforschung vermitteln (vgl. Kap. 2.3.2). In beiden Fällen handelt es sich um *szientometrische* oder *quantitativ inhaltsanalytische* Studien, die als Ausgangsmaterial den Korpus an wissenschaftlichen Publikationen eines bestimmten Fachgebiets heranziehen. Während Stanhill (2001) auf das Publikationsverzeichnis der *American Meteorological Society* sowie eine weitere bibliografische Quelle zurückgreift, stützt sich die Studie von Li et al. (2011) auf die Datenbank *Web of Science* des *Institute of Scientific Information* (ISI). Diese Datenbank, die früher unter der Bezeichnung *Web of Knowledge* bekannt war, wird heute sehr häufig als Quelle für bibliometrische Studien herangezogen.

Eine weitere szientometrische Studie geht auf Janssen et al. (2006) zurück. Es handelt sich um eine *Cluster-* oder *Kozitationsanalyse*, die Arbeiten aus dem Bereich der Klimaforschung mit den Schwerpunkten *resilience*, *vulnerability* und *adaptation* berücksichtigt. Clusteranalysen erschließen die soziale Struktur eines Forschungsfeldes und können zudem Hinweise auf den Grad der Integration oder Vernetztheit verwandter Forschungsgebiete liefern.

O'Neill et al. (2010) ziehen für ihre szientometrische Analyse die schriftlichen Abstracts der Vorträge des Kopenhagener Klimakongresses (2009) heran. Das Verfahren entspricht einer *quantitativen Inhaltsanalyse*; schwerpunktmäßig konzentriert sie sich auf die Verteilung der verschiedenen Disziplinen, das Geschlecht der Vortragenden sowie deren geografische

Herkunft. Als Grundlage für die Zuordnung der Disziplinen dient das Klassifikationssystem des *ISI Web of Science*.

Bjurström & Polk (2011a, 2011b) nehmen den dritten Sachstandsbericht des IPCC mittels szientometrischer Methoden unter die Lupe. Anhand der darin enthaltenen Literatur-Referenzen wird die Verteilung sowie der Grad an Integration zwischen den verschiedenen Disziplinen untersucht (*Zitationsanalyse*), wobei auch hier das *ISI Web of Science* als Grundlage für die Klassifikation herangezogen wird.

Tabelle 1 gibt die wichtigsten methodischen Aspekte der beschriebenen Studien in geraffter Form wieder.

|                               | „Klimaforschung“                                                                                                | „Post-Normal Science“                                                                                                      | Angewandte Methode                                                    |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Bray & von Storch (1999)      | Ausgewählte KlimaforscherInnen                                                                                  | (1) Fokus auf Unsicherheit<br>(2) Fokus auf soziale und politische Relevanz der Forschung                                  | Fragebogen, offene ExpertInnen-Interviews                             |
| van de Kerkhof & Leroy (2000) | Klimaforschungs-Programm NRP (Holland)                                                                          | Fokus auf<br>(1) Unsicherheit<br>(2) Inter- und Transdisziplinarität<br>(3) politische Relevanz<br>(4) Qualitätsmanagement | Deskriptive Fallstudie                                                |
| Saloranta (2001)              | 2. Sachstandsbericht des IPCC                                                                                   | (1) Unsicherheitsmanagement<br>(2) Bestehen von EPCs                                                                       | Deskriptive Fallstudie                                                |
| Pereira et al. (2009)         | ACCENT <i>Network of Excellence</i>                                                                             | Fokus auf Inter- und Transdisziplinarität                                                                                  | Initiierung und Auswertung eines Blogs, offene ExpertInnen-Interviews |
| Petersen et al. (2011)        | <i>Netherlands Environmental Assessment Agency</i>                                                              | (1) Unsicherheitsmanagement<br>(2) Perspektivenvielfalt<br>(3) Bestehen von EPCs                                           | Deskriptive Fallstudie                                                |
| Stanhill (2001)               | <i>Peer-Reviewed Literatur</i><br>Quelle:<br>Publikationsverzeichnis der <i>American Meteorological Society</i> |                                                                                                                            | Quantitative Inhaltsanalyse                                           |

|                                    |                                                                            |  |                                                        |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------|
| Li et al. (2011)                   | Peer-Reviewed Literatur<br>Quelle: <i>Web of Science</i><br>(SCI-EXPANDED) |  | Word Cluster Analysis<br>(bibliografische<br>Kopplung) |
| Janssen et al. (2006)              | Peer-Reviewed Literatur<br>Quelle: <i>Web of Science</i>                   |  | Kozitationsanalyse<br>(Clusteranalyse)                 |
| O'Neill et al. (2010)              | Abstracts der Vorträge<br>des Klimakongresses in<br>Kopenhagen             |  | Quantitative<br>Inhaltsanalyse                         |
| Bjurström & Polk<br>(2011a, 2011b) | 3. Sachstandsbericht des<br>IPCC                                           |  | Zitationsanalyse                                       |

**Tabelle 1: Trends in der Metaforschung zur Klimaforschung.** Operationalisierung von „Klimaforschung“ und „Post-Normal Science“ sowie Methodenwahl.

Es ist leicht ersichtlich, dass die Frage nach dem *faktischen* Zusammenhang zwischen Klimaforschung und PNS bisher nur selten mit *systematisch empirischen* Methoden untersucht wurde. Die Anwendung *quantitativer szientometrischer* Verfahren beschränkt sich auf Fragestellungen, die mit diesen Methoden sinnvoll beantwortbar sind, und dazu zählt offenkundig nicht das Verhältnis zwischen Klimaforschung und PNS. Wir suchen daher nach einem integrativen Verfahren, das systematisch empirisch vorgeht, dabei aber der qualitativ angelegten Forschungsfrage gerecht wird.

### 3.3 Forschungsdesign

Meine Hypothese lautet, dass sich Klimaforschung in der nahen Vergangenheit in steigendem Ausmaß zu einer post-normalen Wissenschaft entwickelt hat; mit anderen Worten, dass Konzepte und Methoden des post-normalen Wissenschaftsparadigmas zunehmend Eingang in die Klimaforschung gefunden haben. Um die Hypothese zu überprüfen, muss daher in einem ersten Schritt festgelegt werden, welche konkreten, empirisch erfassbaren Indikatoren und welcher Untersuchungsgegenstand den theoretischen Begriffen „Post-Normal Science“ und „Klimaforschung“ zugeordnet werden. Zweitens muss eine geeignete empirische Methode definiert werden, mit der die Hypothese getestet werden kann.

Die beiden Operationalisierungsschritte sowie die Methodenwahl stehen in engem wechselseitigen Zusammenhang. Nicht jeder Untersuchungsgegenstand ist mit jeder Methode sinnvoll zu erfassen, und nicht an jedem Untersuchungsgegenstand können beliebige

Indikatoren getestet werden. So wurden etwa in Bray & von Storchs (1999) Studie KlimaforscherInnen danach befragt, ob und in welchem Ausmaß Kontakte zu politischen EntscheidungsträgerInnen und anderen Stakeholdern bestehen. Diese Kontakte wurden als Indikator für die politische und soziale Relevanz der Forschung interpretiert. Hätte man anstatt KlimaforscherInnen zu befragen deren wissenschaftliche Publikationen als Untersuchungsmaterial herangezogen, wäre der Aspekt der politischen und sozialen Relevanz ungleich schwerer zu überprüfen gewesen. Wissenschaftliche Publikationen beinhalten vorwiegend Informationen über kognitive Aspekte der Forschung, während die soziale und politische Dimension darin eine untergeordnete Rolle spielt.

Der Vorzug von wissenschaftlichen Publikationen als Untersuchungsmaterial liegt aber in ihrer leichten Verfügbarkeit, ihrer standardisierten Erfassung in bibliometrischen Datenbanken sowie ihrer formalen Vergleichbarkeit. Zudem soll durch den *peer review*-Prozess (zumindest im Idealfall) sichergestellt sein, dass nur Arbeiten berücksichtigt werden, die gewisse qualitative Mindeststandards erfüllen. Wissenschaftliche Publikationen eignen sich daher besonders als Ausgangsmaterial für ein streng systematisch angelegtes Forschungsdesign.

Ich habe mich aus zwei Gründen dafür entschieden, wissenschaftliche Publikationen als Untersuchungsmaterial heranzuziehen: erstens aus *pragmatischen* Erwägungen, da das Material unkompliziert zu beschaffen sein sollte; zweitens aber um dem Anspruch des *systematisch empirischen* Vorgehens gerecht zu werden. Dieser systematische Zugang ist durch qualitative Einzelfallstudien, wie sie bisher in der Literatur dominieren, nicht in gleichem Maß gewährleistet.

Durch das systematisch empirische Vorgehen kann auch ein höherer Grad an *Repräsentativität* erzielt werden. Wissenschaftliche Fachjournale stellen ein zentrales Darstellungs- und Kommunikationsmedium für ForscherInnen dar, und Publikationen gelten als unverzichtbarer Bestandteil und Motor jeder akademischen Karriere. Es ist somit davon auszugehen, dass Fachpublikationen auch *repräsentativ* für den jeweiligen Stand eines Fachgebiets sind.

Die Wahl des Untersuchungsmaterials bringt aber, wie üblich, auch methodisch-konzeptuelle Einschränkungen mit sich. Ich habe in Kap. 2.2.2 das Konzept *Post-Normal Science* anhand von drei Leitfragen rekonstruiert: Erstens ging es um die Abgrenzung und den Gegenstandsbereich post-normaler Wissenschaft, zweitens um deren soziale und institutionelle Organisation und drittens um kognitive Inhalte. Da wissenschaftliche Fachliteratur primär kognitive Aspekte beinhaltet, sind die ersten beiden Teilfragen auf diese

Weise nicht oder nur eingeschränkt erfassbar. Eine derartige methodisch-konzeptuelle Einengung ist nicht nur legitim, sondern in der Regel unvermeidbar, muss aber bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

Die Operationalisierung von *Post-Normal Science* setzt somit Überlegungen dazu voraus, welche Dimensionen des Konzepts anhand wissenschaftlicher Publikationen sinnvoll erfassbar sind. Offensichtlich kann die erste der drei Leitfragen, nämlich die nach Abgrenzung und Gegenstandsbereich, nur sehr eingeschränkt behandelt werden. Wissenschaftliche Fachliteratur stellt *per definitionem* einen Kernbereich *wissenschaftlicher* Rationalität dar, und zu starke Abweichungen von etablierten Normen und Regeln *wissenschaftlichen* Arbeitens bestehen in der Regel das *peer review*-Verfahren nicht. Außerdem ist der freie Zugang zu wissenschaftlichen Fachjournalen meist nur innerhalb akademischer Einrichtungen gewährleistet. Da aber grundsätzlich auch über transdisziplinär angelegte Forschungsprojekte publiziert werden kann, solange sie den im jeweiligen Fachbereich akzeptierten Kriterien von Wissenschaftlichkeit genügen, können zumindest in das akademische System *inkorporierte* außerwissenschaftliche Elemente und Prozesse erfasst werden.

Auch die zweite der drei Leitfragen ist anhand von Fachpublikationen nur eingeschränkt erschließbar. Informationen zu sozialen und institutionellen Gesichtspunkten der Forschung erschöpfen sich in der Regel in der namentlichen Nennung von AutorInnen und akademischer Institution. Doch auch diesen punktuellen Angaben kommt ein gewisser Informationswert zu. So lässt sich etwa feststellen, ob eine interdisziplinäre Zusammenarbeit im Sinne einer institutsübergreifenden Kooperation stattgefunden hat.

In erster Linie wird die dritte Teilfrage einer Überprüfung zugänglich sein. Sowohl die Präsenz zentraler Themen und Konzepte post-normaler Forschung als auch methodologische Aspekte können anhand der Fachpublikationen sinnvoll beurteilt werden. Epistemologische und ontologische Aspekte sind dagegen meist zu allgemein, um in den Forschungsalltag Eingang zu finden, und derartige Fragestellungen werden häufig an die philosophische Wissenschaftstheorie delegiert. Möglicherweise könnten Hinweise auf implizite ontologische oder epistemologische Festlegungen in manchen Fällen aus den Publikationen abgeleitet werden; ein derartiges Ableitungsverfahren zu definieren wäre aber methodisch sehr anspruchsvoll.

Ich halte es für zweckdienlich, das Konzept *Post-Normal Science* anhand einer Liste von Kriterien bzw. Parametern zu operationalisieren, die sich an der in Kap. 2.2.2 vorgenommenen Rekonstruktion orientiert, darüber hinaus aber in pragmatischer Weise

mögliche methodisch-konzeptuelle Einschränkungen berücksichtigt. Dieses Vorgehen ähnelt dem von van de Kerkhof & Leroy (2000). Eine derartige analytisch-reduktionistische Herangehensweise entspricht eher dem Stil empirischer Naturwissenschaft oder empirisch-quantitativer Sozialforschung, dient hier aber dazu, eine *qualitative* Fragestellung zu beantworten.

Die zur Anwendung kommende Methode soll daher weder ein strikt quantitatives noch ein strikt qualitatives Forschungsparadigma voraussetzen, sondern eine möglichst integrative Position zwischen diesen beiden Extrempolen einnehmen. Ich habe mich daher für die Anwendung eines *inhaltsanalytischen* Verfahrens entschieden, das prinzipiell sowohl quantitative als auch qualitative Beschreibungen des Untersuchungsmaterials erlaubt.

Wie quantitative und qualitative Schritte konkret aufeinander abzustimmen sind, hat sich in der Planungsphase als konzeptuell anspruchsvoll erwiesen. Vorstellbar waren u.a. folgende Varianten:

- (i) Es wird für jedes der einzelnen Kriterien, das überprüft werden soll, vorab entschieden, ob ein qualitatives oder quantitatives Analyseinstrumentarium gewinnbringender ist. Die beiden Verfahren ergänzen einander somit.
- (ii) Jedes der einzelnen Kriterien wird sowohl durch qualitative als auch durch quantitative Schritte überprüft, beide Verfahren werden also parallel angewendet. Dieses Forschungsdesign bietet auch die Möglichkeit eines Methodenvergleichs.
- (iii) Man entscheidet sich primär für eine der beiden Herangehensweisen und zieht die zweite als punktuelle Ergänzung heran.

Bei der Planung des Forschungsdesigns wurde vorausgesetzt, dass quantitative und qualitative Analyseinstrumentarien nicht an sich „besser“ oder „schlechter“ sind, sondern *unterschiedliche Zwecke* erfüllen. Quantitative, computergestützte inhaltsanalytische Verfahren sind dazu geeignet, große Datenmengen mit verhältnismäßig geringem Zeitaufwand zu überprüfen. Ihre Anwendung verlangt zwei Übersetzungsschritte: nämlich die qualitative Fragestellung in ein quantitatives Analyseinstrumentarium zu übersetzen sowie die gewonnenen quantitativen Resultate anschließend auf die qualitative Fragestellung rückzubeziehen. Nicht immer sind diese Übersetzungsschritte auf sinnvolle Art und Weise durchführbar. Qualitative inhaltsanalytische Verfahren vermeiden zwar diese Schwierigkeit, setzen aber einen ungleich höheren Zeitaufwand voraus, da sie in der Regel nicht maschinell zu bewältigen sind. Dieser Zeitaufwand ist ein limitierender Faktor bei der Festlegung der Stichprobengröße, und zu geringe Stichproben sind möglicherweise nicht repräsentativ.

An dieser Stelle kommen erneut pragmatische Überlegungen ins Spiel. Meine Hypothese hat eine Dynamik entlang eines Zeitgradienten zum Inhalt. Das bedeutet, dass jedenfalls mehrere Stichproben zu definieren, zu überprüfen und anschließend zu vergleichen sind. Um den Zeitaufwand nichts ins Unermessliche zu treiben und zugleich eine hinreichende Repräsentativität zu gewährleisten, scheint primär ein *quantitatives*, elektronisch gestütztes Verfahren sinnvoller. Ich gehe zugleich aber davon aus, dass qualitative Analyseinstrumente bei der Beantwortung einer qualitativen Forschungsfrage grundsätzlich eine höhere *Validität*<sup>55</sup> garantieren. Eine zweckdienliche Kombination quantitativer und qualitativer Mittel sollte die Vorteile beider Methoden – zeitliche Effizienz und Validität – vereinen.

Die Grundidee der vorliegenden Arbeit besteht nun darin, qualitative Analysemethoden punktuell zur *Validierung* der Ergebnisse des quantitativen Verfahrens einzusetzen. Das bedeutet, anhand mehrerer kleiner Stichproben zu vergleichen, ob qualitative und quantitative Instrumentarien zu übereinstimmenden Ergebnissen führen. Sollte dies der Fall sein, dann darf man annehmen, dass das quantitative Verfahren die Forschungsfrage ähnlich zuverlässig beantwortet wie die qualitative Methode. Sollte dies nicht der Fall sein, dann sind die Resultate der quantitativen Analyse nur unter Vorbehalt als gültig zu betrachten.

In einem ersten Schritt wird das Untersuchungsmaterial somit einer *quantitativen* Inhaltsanalyse unterzogen. Basierend auf den Ergebnissen dieser Analyse werden innerhalb des Untersuchungsmaterials zwei Gruppen definiert: eine „Post-Normal-Science-Gruppe“, welche „möglichst viele“ der zuvor definierten Parameter erfüllt, und eine „Normal-Science-Gruppe“, welche „möglichst wenige“ dieser Parameter erfüllt. Aus diesen beiden Gruppen werden nun mehrere kleine Stichproben (jeweils eine pro Zeitintervall) gezogen und durch ein *qualitatives* inhaltsanalytisches Verfahren überprüft. Zeigt die qualitative Methode einen deutlichen Unterschied des „PNS-Gehalts“ zwischen beiden Gruppen und bleibt dieser Unterschied über die gesamte Zeitspanne konstant bestehen, dann ist anzunehmen, dass sowohl das quantitative als auch das qualitative Verfahren ähnliche Ergebnisse liefern.

Strenggenommen entspricht der Nachweis, dass zwei Methoden ähnliche Ergebnisse liefern, nicht der Validierung einer Methode durch die andere. Dazu müsste bekannt sein, dass jene Methode, die als Maßstab herangezogen wird, mit absoluter Sicherheit zu gültigen Ergebnissen führt, und das ist praktisch unmöglich. Das Ziel des Methodenvergleichs ist nicht eine *absolute*, sondern eine *relative* Validierung: Zur Frage steht, ob ein *quantitatives*,

---

<sup>55</sup> Unter *Validität* oder *Gültigkeit* ist zu verstehen, ob ein Messinstrument auch wirklich das misst, was es messen soll.

computergestütztes Verfahren ähnlich zuverlässige Ergebnisse erzielt wie ein qualitativer, stärker interpretativer Zugang.

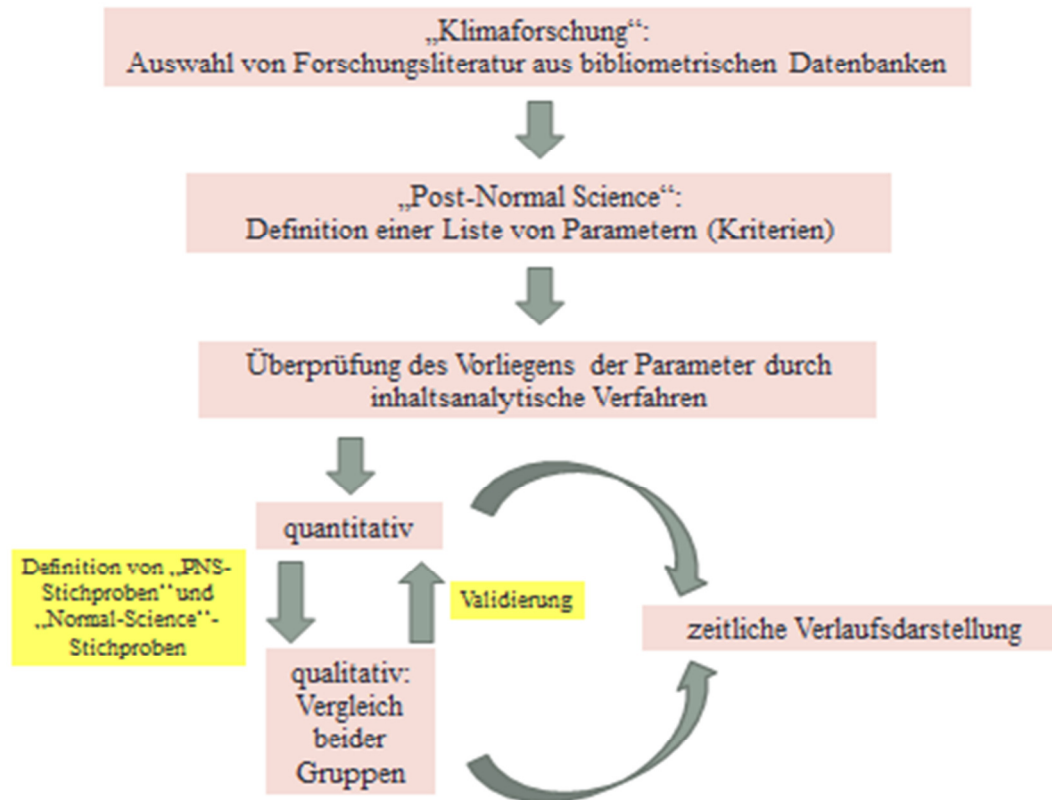
Die qualitative Inhaltsanalyse ist aber nicht bloß Werkzeug zur Validierung des quantitativen Verfahrens, sondern besitzt als interpretierende oder verstehende Methode auch eigenständigen Wert.

Um den postulierten Wandel der Klimaforschung entlang eines Zeitgradienten nachzuweisen, ist schließlich eine zeitliche Verlaufsdarstellung nötig. Dazu müssen zunächst *Zeitintervalle* als Analyseeinheiten definiert werden. Zumindest für das quantitative Verfahren scheint es naheliegend, Jahresintervalle zu wählen. Da die qualitative Analyse deutlich höheren Arbeitsaufwand mit sich bringt und somit keine große Zahl an Stichproben untersucht werden kann, wird hier eine stärkere Aggregation sinnvoll sein. Der zeitliche Ausgangspunkt hängt in erster Linie von der Zugänglichkeit des Materials ab. Ältere Publikation sind häufig nur lückenhaft in bibliometrischen Datenbanken erfasst oder nicht im Volltext elektronisch verfügbar.<sup>56</sup>

Abb. 4 fasst das Forschungsdesign in Form eines Flussdiagramms zusammen.

---

<sup>56</sup> Ein bekanntes interdisziplinär orientiertes Fachjournal, die Zeitschrift *Climatic Change*, ist beispielsweise an der Universität Wien ab dem Jahr 1997 frei verfügbar.



**Abb. 4: Schematische Darstellung des Forschungsdesigns**

### 3.4 Auswahl des Untersuchungsmaterials

Will man die Entwicklung einer Disziplin anhand von Forschungsliteratur evaluieren, dann liegt es nahe, eines oder mehrere der führenden Fachjournale des Gebiets als Ausgangsmaterial für bibliometrische Studien heranzuziehen. Diesen methodischen Zugang wählen u.a. Castro e Silva & Teixeira (2011), D’Agostino et al. (2011) und Kastenhofer et al. (2011). Für die Klimaforschung ist diese Herangehensweise wenig geeignet. Klimawissenschaftliche Literatur ist sehr heterogen und breit gestreut, die führenden Journale halten einen Anteil von nur wenigen Prozenten (Li et al. 2011, 14). Es ist somit anzunehmen, dass einzelne Journale keine repräsentativen Aussagen über den allgemeinen Stand der Klimaforschung erlauben.

Um ausreichende Repräsentativität zu gewährleisten, wird der Rückgriff auf szientometrische Datenbanken sinnvoller sein. Im Vorfeld müssen zwei Fragen geklärt werden: (1) Welche der gängigen Datenquellen Verwendung findet, und (2) auf welche Art und Weise klimawissenschaftliche Literatur definiert und spezifiziert wird.

Eine Vorreiterstellung bei szientometrischen Forschungen nehmen die Datenbanken von ISI (*Institute for Scientific Information*) ein, welche unter dem Namen *Web of Science* bekannt sind und die drei Indizes *Science Citation Index* (SCI und SCI-EXPANDED), *Social Science Citation Index* (SSCI) und *Arts & Humanities Citation Index* (A&HCI) beinhalten. Die Dominanz dieser Datenbanken ist zum Teil historisch bedingt. Lange Zeit war *Web of Science* die einzige Datenquelle, die höchst vollständige bibliometrische Angaben über die gelisteten Publikationen enthielt.<sup>57</sup> Erst 2004 etablierten sich mit *Scopus* und *Google Scholar* zwei weitere vergleichbare Datenbanken bzw. Suchdienste. *Scopus* beinhaltet über 90% der im SCI und SSCI erfassten Journale sowie etwa 6500 weitere, wobei der Anteil an europäischen und nicht-englischsprachigen Zeitschriften höher ist als in *Web of Science*.<sup>58</sup> Die frei im Internet verfügbare Suchmaschine *Google Scholar* greift auf eine größere Bandbreite an Dokumenttypen zurück und erfasst somit auch sog. Graue Literatur, die in *Web of Science* oder *Scopus* unsichtbar bleibt. Für systematische Suchanfragen ist sie allerdings wenig geeignet, da die Ergebnisse nicht immer reproduzierbar sind und bibliometrische Angaben häufig fehlen oder fehlerhaft angegeben werden (Mikki 2010, 321f.).

Ich habe mich für eine eher konventionelle, den Üblichkeiten folgende Vorgehensweise und damit für die Verwendung der *Web of Science*-Datenbanken SCI-EXPANDED, SSCI und A&HCI entschieden, auch wenn *Scopus* als Alternative ähnlich geeignet wäre.

Da es sich im Fall der Klimaforschung um ein offenes, problemorientiertes Forschungsfeld und keine gefestigte Disziplin handelt, muss in einem nächsten Schritt festgelegt werden, wie die relevante Literatur eingegrenzt wird. In Stanhills (2001) Studie erfolgt diese Eingrenzung durch eine subjektive Einschätzung der Abstracts, was allein ob des erforderlichen Zeitaufwands wenig praktikabel erscheint. Li et al. (2011) wählen einen stärker systematischen Zugang, indem sie „climate change“ (und verschiedene grammatikalische Abwandlungen davon) als Suchbegriff definieren und damit Titel, Abstracts und Keywords der in *Web of Science* gelisteten Publikationen durchsuchen. Sonnett (2010, 703) verwendet in seiner Mediendiskursanalyse zum Thema Klimawandel und Risikodiskurse die Suchbegriffe „climate change“, „global warming“ und „greenhouse gas“. Andere, bedeutungsähnliche Begriffe wie „greenhouse effect“ oder „global change“ seien in den von ihm analysierten Medien weniger geläufig.

Grundsätzlich erlaubt die Suchmaske der *Web of Science*-Datenbanken eine Schlagwortsuche in den Kategorien „Title“ und „Topic“, wobei die Kategorie „Topic“ neben dem Titel der

---

<sup>57</sup> <http://bibliometrie.univie.ac.at/sources/>, Zugriff am 23.06.2014

<sup>58</sup> <http://bibliometrie.univie.ac.at/sources/scopus/>, Zugriff am 28.06.2014

Publikation auch dessen Abstract, die von den AutorInnen angegebenen Keywords sowie weitere, von ISI vergebene Keywords umfasst. Eine Suche ausschließlich in der Kategorie „Title“ liefert somit eine engere Auswahl, ein Suche in der Kategorie „Topic“ dagegen eine weitere Auswahl an Klimaforschungsliteratur.

In einem ersten Anlauf entschied ich mich, die Kategorie „Topic“ nach den Begriffen „climat\* chang\*“, „global\* chang\*“ sowie „global warming“ zu durchsuchen.<sup>59</sup> Eine stichprobenartige Überprüfung der so gewonnenen Ergebnisse förderte zwei Schwächen dieser Suchstrategie zutage: (1) Der Suchbegriff „global\* chang\*“ ist zu wenig spezifisch und bringt auch Treffer, die nicht dem Bereich Klimaforschung zuzurechnen sind. (2) Ein gravierenderes Problem besteht darin, dass die Schlagwortsuche in der Kategorie „Topic“ offenbar insgesamt zu wenig spezifische Ergebnisse liefert. Nicht selten findet sich im Abstract ein Hinweis auf den Klimawandel, obwohl dieser nicht Hauptthema des Artikels ist. Möglicherweise ist dieser Umstand auf die besondere Bedeutung des Klimawandels als „führendes Umweltproblem“ zurückzuführen. In anderen Fällen ist zwar von einem „Klimawandel“ die Rede, allerdings nicht vom *anthropogenen* Klimawandel, sondern von natürlichen klimatischen Veränderungen.<sup>60</sup>

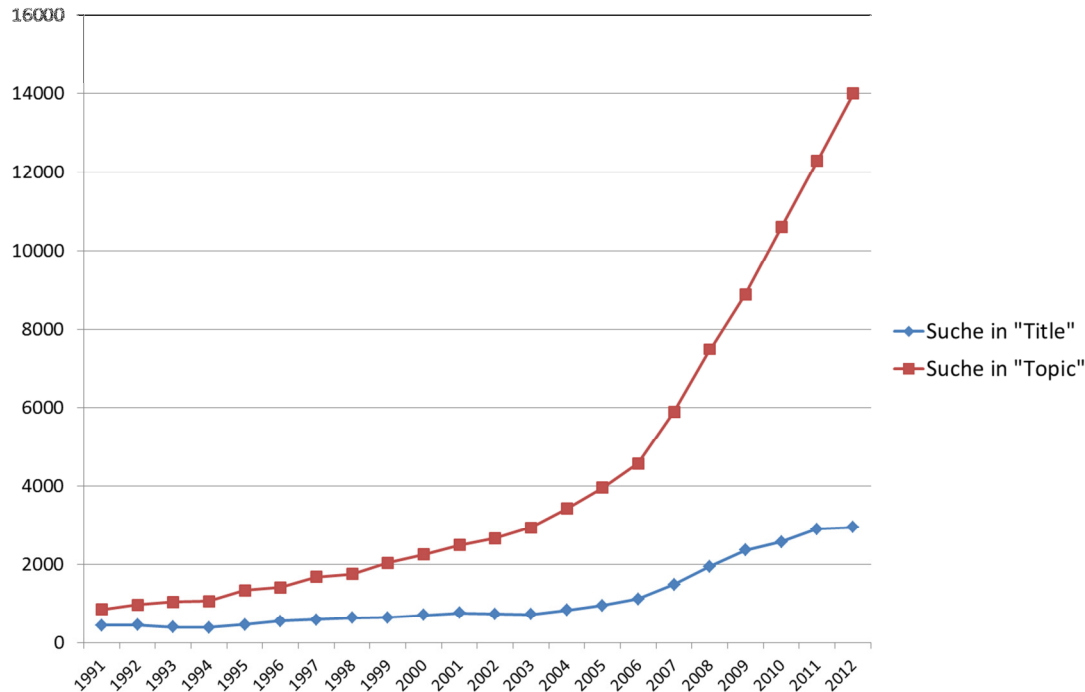
In einem zweiten Schritt habe ich die Suche daher auf die Kategorie „Title“ eingeschränkt. Diese Suchstrategie liefert zwar wesentlich spezifischere Ergebnisse, hat andererseits aber den Nachteil, nicht alle relevanten Publikationen zu erfassen, d.h. das Untersuchungsmaterial ist zu eng definiert. Das scheint mir allerdings weniger problematisch zu sein als die zu geringe Spezifität bei einer Suche in der Kategorie „Topic“. Es ist nicht anzunehmen, dass das Vorkommen oder Nichtvorkommen der Suchbegriffe im Titel einer klimawissenschaftlichen Publikation mit einem möglichen post-normalen Charakter der Forschung in Verbindung steht. Das bedeutet, dass die Ergebnisse durch eine derartige willkürliche Eingrenzung der Literatur vermutlich nicht verfälscht werden. Darüber hinaus erlaubt es diese Strategie auch, den Suchbegriff „global\* chang\*“ weiterhin zu verwenden. Eine stichprobenartige Überprüfung zeigte, dass das Vorkommen dieser Phrase im *Titel* der Publikation recht spezifisch auf klimaforschungsrelevante Literatur hinweist.

---

<sup>59</sup> Ein Stern (\*) am Ende des Wortes steht für eine beliebige Endung. Gibt man „climat\* chang\*“ als Suchbegriff ein, so berücksichtigt die Suchmaschine sowohl „climate change“ als auch „climatic changes“ oder „climatic change“.

<sup>60</sup> Die unter Punkt (2) angeführten Schwierigkeiten sind allerdings nicht rein technisch-methodischer Natur, sondern verweisen auch auf eine nicht zu eliminierende inhaltliche Unschärfe bei der Definition von „Klimaforschung“. Infolge der Komplexität des Problems „anthropogener Klimawandel“ ist eine klare Abgrenzung von anderen sozialen, ökologischen oder wirtschaftlichen Problemlagen sachlich-inhaltlich kaum möglich, genauso wie die Ursachenzuschreibung bestimmter klimatischer Veränderungen häufig hohen Unsicherheiten unterliegt.

Abbildung 5 stellt dar, dass die beiden erwähnten Suchstrategien – Suche in der Kategorie „Topic“ oder „Title“ - auch unterschiedliche Wachstumskurven der mit Klimaforschung assoziierten Literatur implizieren.



**Abb. 5: Ergebnisse unterschiedlicher Suchstrategien.** Anzahl klimawissenschaftlicher Publikationen in *Web of Science* (SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI) bei Suche in der Kategorie „Title“ vs. „Topic“. Suchbegriff ["climat\* chang\*" OR "global\* chang\*" OR "global warming"].

Zusammenfassend kamen für die Eingrenzung des Untersuchungsmaterials somit folgende Kriterien zur Anwendung:

- (1) Vorkommen der Publikation in den *Web of Science*-Datenbanken SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI
- (2) Schlagwortsuche in der Kategorie „Title“
- (3) Suchbegriffe: „climat\* chang\*“, „global\* chang\*“, „global warming“

### 3.5 Zur Methode: Quantitative und qualitative Inhaltsanalyse

#### 3.5.1 Allgemeine Hinweise zur Methode

Will man sich über *die* Methode der Inhaltsanalyse einen ersten Überblick verschaffen, so stellt sich rasch heraus, dass „[m]it dem Begriff Inhaltsanalyse [...] eine große Anzahl von verschiedenen Methoden bezeichnet [wird]“ (Atteslander 2010, 206). Prinzipiell stellt der deutsche Begriff der *Inhaltsanalyse* die Übersetzung des engl. Terminus *content analysis* dar. Die beiden Begriffe weisen dennoch nicht immer denselben Bedeutungsumfang auf, da der ursprünglich eher *quantitativ* orientierten *content analysis* im deutschsprachigen Raum vermehrt *qualitative* Ansätze zur Seite gestellt wurden.

Eine klassische, heute aber häufig kritisierte Definition der Inhaltsanalyse stammt von Berelson (1952, 18; zit. nach Mayring 2010, 11): „Inhaltsanalyse ist eine Forschungstechnik für die objektive, systematische und quantitative Beschreibung des manifesten Inhalts von Kommunikationen.“ Diese Definition ist Mayring (2010, 11) zufolge aber zu eng, da sich Inhaltsanalyse nicht nur mit Inhalten, sondern auch mit formalen Aspekten von Kommunikationen auseinandersetzt. Zwar liegt der Schwerpunkt in der Regel auf der Analyse von Texten, doch grundsätzlich lassen sich auch bildliche Inhalte, Musik, Kunstgegenstände o.ä. inhaltsanalytisch untersuchen (Atteslander 2010, 195). Allgemeiner ausgedrückt stellt *symbolisches Material*, das in irgendeiner Form fixiert sein muss, Gegenstand von Inhaltsanalysen dar (Mayring 2010, 12).

Atteslander (2010, 195f.) betont, dass es sich um ein *empirisches Datenerhebungsverfahren* handelt, im Gegensatz zu interpretierenden, *hermeneutischen* Ansätzen. Er setzt die Unterscheidung zwischen *empirischen* und *hermeneutischen* Methoden mit der Unterscheidung zwischen *quantitativen* und *qualitativen* Ansätzen gleich. Die Entwicklungen im Bereich der *qualitativen Inhaltsanalyse* legen aber nahe, dass ein scharfer Gegensatz zwischen diesen beiden Polen nicht aufrecht zu erhalten ist (Mayring 2010, 20ff.). Der spezifisch *empirische* Zugang besteht darin, dass Inhaltsanalyse systematisch und regelgeleitet vorgeht und damit dem Anspruch der *intersubjektiven Überprüfbarkeit* genügen will (Mayring 2010, 12f.; Atteslander 2020, 199).

Herzstück jeder Inhaltsanalyse ist ein *Kategoriensystem*, das als Instrument zur Analyse und Erschließung des Materials dient. „Aus technischer Sicht ist die Inhaltsanalyse ein Verfahren, mit dem Kommunikationsinhalte in numerische Informationen überführt werden, wobei die

Kategorien die Transformationsregeln darstellen.“ (Atteslander 2010, 204) Den hier beschriebenen Transformationsvorgang nennt man auch *Codierung*.

Das Kategoriensystem muss natürlich in einem ersten Schritt erarbeitet werden. Nach Mayring (2010, 83) sind dabei grundsätzlich zwei Vorgehensweisen denkbar: Erstens eine *deduktive* Kategoriendefinition, wobei die Kategorien aus theoretischen Vorannahmen oder gängigen theoretischen Konzepten des Forschungsbereichs entwickelt und anschließend am Material angewendet werden. Als zweite Variante kommt eine *induktive* Kategorienbildung infrage, wobei die Kategorien direkt aus dem Material abgeleitet werden, ohne theoretische Vorannahmen vorauszusetzen.

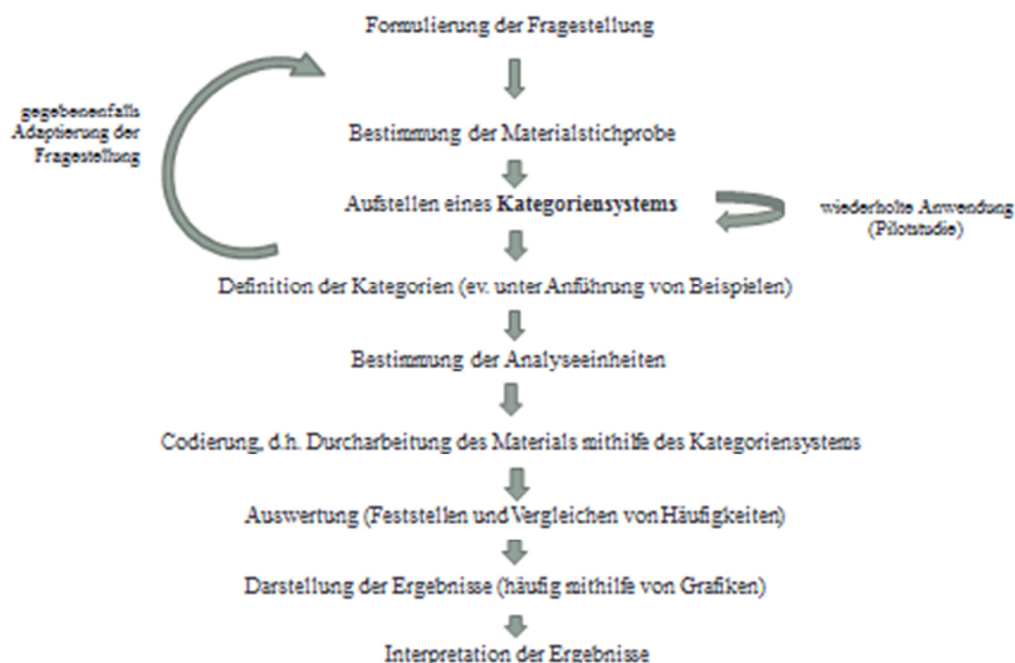
Auch dieses Gegensatzpaar verliert im praktischen Kontext an Schärfe. Es ist zumindest fragwürdig, ob induktive Schritte ohne *jegliche* theoretische Voraussetzungen vonstatten gehen können, und umgekehrt müssen sich natürlich auch aus theoretischen Annahmen hergeleitete Kategorien erst am Material bewähren. Dieser Bewährungstest erfolgt häufig in Form einer *Pilotstudie*. Stellt sich im Laufe einer Pilotstudie heraus, dass das Kategoriensystem nicht sinnvoll auf das Untersuchungsmaterial anzuwenden ist, so muss es modifiziert werden. Insofern stehen induktive und deduktive Schritte, wenn auch mit unterschiedlicher Gewichtung, bei inhaltsanalytischen Verfahren in einem Wechsel- und Naheverhältnis.

Grundsätzlich sind an das Kategoriensystem folgende Anforderungen zu richten (Atteslander 2010, 204f.): Es soll, wie bereits erwähnt, *theoriegeleitet* sein und den Zielen der Forschung entsprechen. Die Kategorien sollen *voneinander unabhängig* sein, was vor allem wichtig ist, wenn die Ergebnisse statistisch ausgewertet werden sollen. Die Ausprägungen der Kategorien sollen ferner *vollständig* sein, d.h. jedes zu untersuchende Textelement soll eindeutig einer der Kategorien zuzuordnen sein. Außerdem sollen die Ausprägungen der Kategorien *wechselseitig exklusiv* sein, d.h. sie sollen sich nicht überschneiden, um eine eindeutige Einordnung zu erlauben. Die Kategorien sollen auch einem *eindeutigen Klassifikationsprinzip* folgen, was bedeutet, dass alle Ausprägungen nach einer Dimension ausgerichtet sind. Schließlich sollen die Kategorien und alle ihre Ausprägungen *eindeutig definiert* sein, was voraussetzt, dass sie vollständig und wechselseitig exklusiv sind. Selbstverständlich sind diese Forderungen in der Praxis nicht immer perfekt umsetzbar.

Als *Gütekriterien* einer Inhaltsanalyse begegnen uns in der Literatur häufig die Begriffe der *Validität* (Gültigkeit) und *Reliabilität* (Verlässlichkeit) (z.B. Atteslander 2010, 206). Der Begriff der *Validität* bezieht sich darauf, dass ein Messinstrument – in dem Fall: die Kategorien – auch tatsächlich jene Qualität misst, die es messen soll. Mit *Reliabilität* wird die

Güte des Messvorgangs an sich bezeichnet, die sich darin zeigt, dass die Ergebnisse bei gleichem Analysematerial und Messinstrument reproduzierbar sind. Diese Reproduzierbarkeit kann auf zwei Arten überprüft werden: Erstens lässt sich testen, ob verschiedene Codierer am gleichen Material zu übereinstimmenden Ergebnissen gelangen (*Intercoderreliabilität*). Diese Methode wurde erstmals von Perreault & Leigh (1989) beschrieben. Mayring (2010, 51) weist darauf hin, dass negative Ergebnisse solcher Tests nicht zu einem vorschnellen Abbruch verleiten sollten, sondern dass die Suche nach deren Ursachen ein wertvolles Mittel zur Verbesserung des Kategoriensystems darstellt. Dasselbe gilt vermutlich für das Kriterium der *Intracoderreliabilität*: Dabei wird überprüft, ob ein- und dieselbe codierende Person am gleichen Material zu verschiedenen Zeitpunkten zu übereinstimmenden Ergebnissen gelangt. Um mögliche Erinnerungseffekte auszuschließen, ist diese Methode in der Praxis meist nur durchführbar, wenn ausreichend Material vorliegt.

Abb. 6 stellt den Ablauf einer Inhaltsanalyse schematisch in Form eines Flussdiagramms dar. Während die geraden, nach unten gerichteten Pfeile einen deduktiven Prozess suggerieren, verweisen die beiden gekrümmten Pfeile auf mögliche induktive Zwischenschritte.



**Abb. 6:** Ablaufschema einer Inhaltsanalyse. Quelle: Eigene Darstellung, adaptiert nach Mayring (2010, 15f.).

Zu den gängigen Grundtechniken inhaltsanalytischer Verfahren zählen *Häufigkeitsanalysen* (*Frequenzanalysen*), *Valenz-* und *Intensitätsanalysen* sowie *Kontingenzanalysen* (Mayring 2010, 13ff.; Lamnek 2010, 459). Im Rahmen von *Häufigkeitsanalysen* werden bestimmte Elemente des Materials (häufig bestimmte Suchbegriffe) ausgezählt, was meist computerunterstützt geschieht. Suchbegriffe stellen in diesem Fall Indikatoren für Kategorien dar (Atteslander 2010, 221). Bei *Valenz-* und *Intensitätsanalysen* werden bestimmte Elemente des Materials nach einer zwei- oder mehrstufigen Skala eingeschätzt. *Kontingenzanalysen* untersuchen mögliche Assoziationen zwischen verschiedenen Textelementen und erschließen damit Strukturen und Zusammenhänge innerhalb des Materials.

Spezielle Computerprogramme unterstützen und ermöglichen nicht nur quantitativ orientierte inhaltsanalytische Verfahren, sondern zunehmend auch qualitative Datenanalysen (QDA). Es existiert mittlerweile ein breites Spektrum an Text- und Datenanalysesoftware, welche jeweils unterschiedliche Zwecke und Ansprüche erfüllt.<sup>61</sup> Computerunterstützte Verfahren unterscheiden sich im Arbeitsablauf sowie in den Möglichkeiten und Rahmenbedingungen teils erheblich von konventionellen, d.h. von Personen durchgeführten Analysen. Tab. 2 fasst wesentliche Unterschiede zwischen den beiden Typen zusammen.

| konventionelles Verfahren                                                                | computerunterstütztes Verfahren                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| bearbeitbare Textmenge von Anzahl der Codierer abhängig                                  | bearbeitbare Textmenge von Massenspeicherkapazität abhängig                             |
| bedingt komplexe Kategoriensysteme verwendbar                                            | komplexe Kategoriensysteme verwendbar                                                   |
| Codierung innerhalb von Wochen                                                           | Codierung innerhalb von Minuten                                                         |
| meist nur eine Codierung                                                                 | beliebig viele Codierungen                                                              |
| geringe Transparenz des Kategoriensystems durch Beispiele und Codierregeln               | totale Transparenz des Kategoriensystems durch vollständige Aufzählung der Suchbegriffe |
| Ermessensspielraum beim Codieren, dadurch Probleme mit Inter- und Intracoderreliabilität | bei automatischer Codierung 100% Reliabilität (außer Hardware- und Softwarefehler)      |
| Ambiguität und Negation werden von Codierern erkannt                                     | Ambiguität und Negation müssen aufwändig behandelt werden                               |
| kaum Transfer der Erfahrung, des methodischen „Wie“                                      | Erfahrungstransfer durch Veröffentlichung von Kategoriensystemen und Suchbegriffen      |
| alle Arten von Inhaltsanalysen möglich                                                   | nur bestimmte Arten von Inhaltsanalysen möglich                                         |

**Tabelle 2: Unterschiede zwischen konventionellen und computerunterstützten inhaltsanalytischen Verfahren.** Quelle: Atteslander (2010, 219f.), leicht verändert und gekürzt.

<sup>61</sup> Für einen ersten Überblick eignet sich etwa <http://www.textanalysis.info/> (Zugriff am 29.06.2014).

Wie bereits im Rahmen der Überlegungen zum Studiendesign besprochen wurde, ist der erforderliche Zeitaufwand bei konventionellen Analysen ungleich höher als bei computerunterstützten Verfahren und limitiert die Menge des bearbeitbaren Materials. Elektronische Verfahren erlauben es nicht nur große Datenmengen zu bearbeiten, sondern ermöglichen auch die Anwendung komplexer Kategoriensysteme oder das Austesten verschiedener Codierungen. Der Anspruch der Regelgeleitetheit und Nachvollziehbarkeit ist bei computerunterstützten Analysen vollständig erfüllt, der Prozess somit absolut transparent. Dies ist bei konventionellen Inhaltsanalysen, die auf subjektiven Einschätzungen der Codierer beruhen, nicht in gleichem Maß der Fall. Auch wenn die Angabe von Codierregeln oder von sog. Ankerbeispielen die Transparenz des Verfahrens erhöhen soll, ist ein subjektiver Ermessensspielraum bei der Codierung meist nicht völlig zu eliminieren.

Dieses subjektive Element stellt aber auch eine Stärke konventioneller Verfahren dar. Computerunterstützte Analysen leiden häufig unter *mangelnder Kontextsensitivität*. Negationen, Mehrdeutigkeiten von Begriffen, der inhaltliche Bezug des Suchbegriffs oder mögliche Substitutionen bleiben bei einer einfachen Häufigkeitsauszählung unberücksichtigt oder müssen mittels komplexer Verfahren integriert werden. Menschliche Codierer haben hingegen keine Probleme, kontextabhängige Bedeutungsunterschiede zu erkennen. Konventionelle und computerunterstützte Verfahren erfüllen daher unterschiedliche Zwecke und können je nach Material und Forschungsinteresse mehr oder weniger angemessen sein.

### 3.5.2 Durchführung der quantitativen Inhaltsanalyse

Das gesamte Untersuchungsmaterial, d.h. alle Publikationen, die die in Kap. 3.4 angeführten Kriterien erfüllen, wurde einem quantitativen inhaltsanalytischen Verfahren unterzogen. Unter Voraussetzung der Forschungsfrage, ob Klimaforschung zunehmend Konzepte und Methoden des post-normalen Wissenschafts-Paradigmas berücksichtigt, war somit ein sinnvolles und handhabbares Kategoriensystem zu erarbeiten, mit dem das Vorliegen oder Nichtvorliegen post-normaler Elemente überprüft werden kann. Dieser Vorgang entspricht der *Operationalisierung* des theoretischen Konzepts PNS.

Die Struktur des Kategoriensystems folgt der Rekonstruktion der zentralen Inhalte und theoretischen Begriffe des Konzepts PNS (vgl. Kap. 2.2.2.3.1). Methodologische, epistemologische und ontologische Aspekte, wie sie in den Kap. 2.2.2.3.2 – 2.2.2.3.4 rekonstruiert wurden, bleiben hier unberücksichtigt. Epistemologische und ontologische

Aspekte werden, wie bereits erwähnt, aufgrund ihres allgemeinen Charakters im empirischen Teil dieser Arbeit nicht weiter berücksichtigt. Methodologische Aspekte der Forschung wären dagegen grundsätzlich einer empirischen Überprüfung zugänglich, werden aber aufgrund von Redundanzen nicht eigens miteinbezogen: Funtowicz & Ravetz' wichtigste methodologische Empfehlung, die Etablierung von EPCs (*Extended Peer Communities*), entspricht inhaltlich dem Parameter *Transdisziplinarität*. Funtowicz & Ravetz' zweite methodologische Empfehlung, die Anwendung des von ihnen entwickelten NUSAP-Schemas, wurde bekanntlich (mit sehr wenigen Ausnahmen) in der Forschungspraxis bisher nicht umgesetzt. Eine empirische Suche nach NUSAP-Anwendungen ist daher obsolet.

Als wesentliche Inhalte von PNS wurden die Berücksichtigung von *Unsicherheit und Risiko*, die Inklusion einer *normativen Dimension*, das Vorliegen von *Inter- und Transdisziplinarität* sowie *Problem- und Problemlösungsorientiertheit* identifiziert. Die hier angeführten Inhalte stellen zugleich *Kriterien* dar, die auf einen post-normalen Charakter der Forschung hindeuten. Die Hauptkategorien der Inhaltsanalyse entsprechen dieser Liste an Kriterien.

Da das quantitative Verfahren möglichst einfach und zeiteffektiv sein sollte, wurde keine spezielle Analysesoftware verwendet, sondern eine erweiterte Schlagwortsuche direkt in den *Web of Science*-Datenbanken vorgenommen. Suchmaschinen, wie sie in vielen Datenbanken zum Einsatz kommen, funktionieren nach einem einfachen Boole'schen Verfahren, d.h. beliebig viele Suchbegriffe können mit den logischen Operatoren AND, OR und NOT kombiniert werden. Dieser Aufbau erlaubt eine verfeinerte Suche nicht nur nach einzelnen Suchbegriffen, sondern auch nach Konjunktionen und Disjunktionen mehrerer Begriffe. Außerdem können bestimmte Suchbegriffe ausgeschlossen werden.

Im Vergleich zu spezieller Textanalyse-Software ist eine Datenbanksuche in ihren Möglichkeiten natürlich begrenzt. Die Suchmaschine liefert Treffer, sobald ein Suchbegriff im fraglichen Dokument *mindestens einmal* aufscheint, sie erlaubt hingegen keine Häufigkeitsauszählungen, wie sie bei echten Frequenzanalysen vorgenommen werden. Da wissenschaftliche Datenbanken aber nicht den Volltext der Publikation, sondern nur deren Titel, Abstract sowie bibliografische Angaben – d.h. recht kurze, inhaltlich komprimierte Texteinheiten – enthalten, sollte diese methodische Beschränkung zu tolerieren sein.

Es wurde also für jede der vier Hauptkategorien eine Menge an Suchbegriffen definiert. Das Vorliegen von mindestens einem dieser Suchbegriffe wurde als positiver Indikator für die jeweilige Kategorie interpretiert. Zum Zweck der inhaltlichen Präzisierung wurden zuvor Unterkategorien gebildet, so dass sich das erweiterte Kategoriensystem wie folgt darstellt:

1. Berücksichtigung von Unsicherheit und Risiko
  - a) Thematisierung von Unsicherheit und Risiko
  - b) Vorsorgeprinzip als Umgangsstrategie mit Unsicherheit und Risiko
2. Inter- und Transdisziplinarität
  - a) Interdisziplinarität
  - b) Perspektivenvielfalt / Vielfalt wissenschaftlicher Disziplinen
  - c) Transdisziplinarität / Partizipation
3. Berücksichtigung normativer Aspekte
4. Problem- und Problemlösungsorientiertheit
  - a) Zukunfts- und Lösungsorientiertheit<sup>62</sup>
  - b) Lösungsstrategien

Bei der Definition der jeweiligen Suchbegriffe bin ich, wo dies möglich war, zunächst von naheliegenden, eng an den wörtlichen Formulierungen der Kategorien orientierten Begriffen ausgegangen. So bildeten etwa die Begriffe „uncertainty“ und „risk“ die Ausgangspunkte für die Kategorie 1a. Unter Zuhilfenahme eines Synonym-Wörterbuchs<sup>63</sup> wurden anschließend gleichbedeutende Begriffe gesucht. Zusätzlich wurden aber auch theoretische Hintergrund-Überlegungen miteinbezogen, etwa indem unter Punkt 4b u.a. der Suchbegriff „sustainability“, als Hinweis auf ein übergeordnetes Rahmenkonzept, gewählt wurde. Nicht immer war es möglich, unmittelbar von den wörtlichen Formulierungen der Kategorien auszugehen. Die Kategorie 4c etwa bezeichnet mit „Lösungsstrategien“ einen Überbegriff für verschiedene Strategien wie „adaptation“ oder „mitigation“, welche die eigentlichen Suchbegriffe darstellen.<sup>64</sup>

Sonnett (2010, 703f.) nennt im Rahmen seiner Medien-Diskursanalyse zwei prinzipielle Anforderungen, denen Suchbegriffe gerecht werden sollten: Die Begriffe sollten, erstens, für das jeweilige Thema inhaltlich *relevant* sein (*semantisches* Kriterium), und sie sollten, zweitens, weder *zu allgemein* noch *zu spezifisch* sein (*linguistisches* Kriterium). Sehr allgemeine Begriffe sind häufig mehrdeutig und damit möglicherweise nicht relevant, während sehr spezifische Begriffe im realen Sprachgebrauch zu selten in Verwendung sind. In der Praxis ist es nicht immer leicht, beiden Anforderungen gerecht zu werden.

In einem ersten *Probedurchlauf* wurden die relativen Häufigkeiten der gesammelten Suchbegriffe jeweils einzeln in unterschiedlichen Zeitreihen (Analyseeinheit: ein

---

<sup>62</sup> Auch wenn das Kriterium der *Zukunftsorientiertheit* im PNS-Diskurs selten explizit erwähnt wird, betrachte ich es hier als logische Voraussetzung für den problemlösungsorientierten Charakter von Forschung.

<sup>63</sup> Benutzt wurde die Synonym-Funktion des Online-Wörterbuchs <http://www.dict.cc/>.

<sup>64</sup> Hier zeigt sich, dass das Kategoriensystem nicht einheitlich aufgebaut ist: Die Bezeichnungen der Kategorien entsprechen unterschiedlichen Abstraktions-Niveaus.

Kalenderjahr) überprüft, und zwar in der Kategorie „Topic“ in *Web of Science* (SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI). Getestet wurde in der Regel nicht der Begriff selbst, sondern dessen Wortstamm. Ein Treffer kommt bei diesem Vorgehen zustande, sobald der fragliche Begriff *mindestens einmal* im Titel, Abstract oder den Keywords der Publikation enthalten ist. Begriffe, die im Vergleich zu anderen nur sehr niedrige Trefferquoten erzielten, wurden daraufhin ausgeschlossen.

In diesem Probedurchlauf zeigte sich, dass der Anfangspunkt der Analyse nicht vor dem Jahr 1991 angesetzt werden sollte. Die relative Häufigkeit nahezu aller Suchbegriffe stieg mit dem Jahr 1991 sprunghaft an. Eine nähere Betrachtung ergab, dass in den Jahren davor sehr häufig die Abstracts der Artikel in den Datenbanken fehlten und das Material somit unvollständig war. Einträge mit fehlenden Abstracts stellen bei dieser Suchmethode eine potentielle Fehlerquelle dar, da ihr Anteil nicht systematisch ermittelt werden kann. Eine kontinuierliche, nicht sprunghafte und damit unbemerkt bleibende Zu- oder Abnahme dieser unvollständigen Einträge könnte die Ergebnisse verfälschen.

Für den eigentlichen Analysevorgang wurden nur diejenigen Begriffe übernommen, die im Probedurchlauf signifikant hohe Trefferquoten erzielten. Ausnahmen wurden zugelassen, wenn bestimmte Begriffe aus theoretischer Sicht sehr bedeutsam erschienen (z.B. „justice“), oder wenn sämtliche Suchbegriffe einer Kategorie niedrige Häufigkeiten erzielten.

Bei einigen Kategorien stellte sich die Frage, ob sie im Rahmen dieser Methode überhaupt sinnvoll erfasst werden können. Das betraf vor allem den Parameter Inter- und Transdisziplinarität. Als Suchbegriffe erzielten „interdisciplinarity“ und „transdisciplinarity“ im Testdurchlauf nur marginale Trefferquoten, was ebenso für assoziierte Begriffe wie „stakeholder“ oder „participation“ galt. Transdisziplinäre Forschung ist möglicherweise im gewählten Kontext tatsächlich wenig verbreitet, für interdisziplinäre Klimaforschung scheint diese Erklärungshypothese aber unplausibel. Plausibler ist, dass sie nicht immer explizit als „interdisziplinär“ etikettiert wird. Andere Suchbegriffe, die auf interdisziplinäre Forschung hindeuten könnten, sind aber schwer vorstellbar.

Für die Kategorie 2b, „Perspektivenvielfalt“, wurden unterschiedliche Disziplinen wie „medicine“ oder „economy“, aber auch Bezeichnungen für angewandte Sektoren wie „technology“ als Suchbegriffe verwendet. Auch hier scheinen die Resultate nur bedingt aussagekräftig, da das Vorkommen eines *einzelnen* Begriffs natürlich noch keine Perspektivenvielfalt impliziert. Erst die Assoziation oder Korrelation mehrerer Begriffe könnte darauf hindeuten; um diese nachzuweisen wären aber komplexere statistische Methoden vonnöten.

Die Suchbegriffe der Kategorie 1b, „Vorsorgeprinzip“, erwiesen sich, mit Ausnahme des Begriffs „precaution“ selbst, als wenig spezifisch. Stichprobenartige Überprüfungen zeigten, dass Begriffe wie „protect“ oder „safe“ häufig auch in anderen Kontexten verwendet wurden. Der wörtliche Suchbegriff „precaution“ selbst ist zwar spezifisch genug, erzielte andererseits aber nur niedrige Trefferquoten.

Ich entschied mich schließlich dafür, die quantitative Analyse nur für jene Kategorien durchzuführen, wo das Verfahren hinreichend sinnvoll anwendbar erscheint. Das bedeutet, dass die Kategorien 1b, 2a und 2b ausgeschlossen wurden. Die Analyse ist damit nicht vollständig, was bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden muss.

Es verbleiben die Kategorien 1a, 2c, 3, 4a und 4b.<sup>65</sup> Nur jene Parameter des Konzepts PNS, die diesen Kategorien zugeordnet sind, wurden somit durch das quantitative inhaltsanalytische Verfahren überprüft. Der überprüfte Zeitraum entspricht den Jahren 1991 – 2012; als Zeiteinheit wurde jeweils ein Kalenderjahr gewählt.

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die getesteten Kategorien und die ihnen zugeordneten Suchbegriffe. Es wurde festgelegt, dass eine Kategorie erfüllt ist, sobald *mindestens einer* der Suchbegriffe bzw. dessen Wortstamm im „Topic“ des Artikels aufscheint. Um das weitere Vorgehen zu vereinfachen, wurden den fünf überprüften Parametern die Bezeichnungen C1 – C5 ( „Cluster 1-5“) zugeordnet.

| Bezeichnung des Clusters | Bezeichnung der Kategorie / des Parameters   | Suchbegriffe                                                                                                                 |
|--------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1                       | Berücksichtigung von Unsicherheit und Risiko | uncertainty, unknown, unclear, complexity, risk, vulnerability, hazard, danger, endanger, threat                             |
| C2                       | Berücksichtigung normativer Aspekte          | policy, politics, governance, jurisdiction, justice, ethical, bioethics, moral, fairness, welfare, wellbeing                 |
| C3                       | Zukunfts- und Lösungsorientiertheit          | future, forecast, prognosis, prediction, scenario, simulation, development, transition, sustainability, decision, resolution |
| C4                       | Lösungsstrategien                            | reduction, restriction, restrain, limit, adaptation, management, mitigation                                                  |
| C5                       | Transdisziplinarität                         | participation, stakeholder                                                                                                   |

**Tabelle 3: Parameter und Suchbegriffe.** Übersicht über die im Rahmen der quantitativen Inhaltsanalyse getesteten Parameter und die ihnen zugeordneten Suchbegriffe.

<sup>65</sup> Auch für die Kategorie 2c (Transdisziplinarität) war fraglich, ob die Anwendung der quantitativen Analyseverfahren sinnvoll ist. Aufgrund des hohen Stellenwerts partizipatorischer Verfahren im Rahmen des PNS-Paradigmas habe ich mich entschieden, diesen Parameter nicht zu streichen.

In einem *ersten Schritt* wurde das Vorliegen der Parameter *jeweils einzeln* überprüft und die Ergebnisse anschließend grafisch dargestellt. Bei der grafischen Darstellung wurden ähnliche Suchbegriffe zur besseren Übersichtlichkeit zusammengefasst.

Im *zweiten Schritt* war von Interesse, wie häufig die einzelnen Parameter miteinander *assoziiert* sind, d.h. wie häufig sie gemeinsam erfüllt sind. Bei 5 Parametern und einer Binär-Entscheidung (Parameter ist erfüllt / Parameter ist nicht erfüllt) gibt es insgesamt 32 Möglichkeiten, die Parameter miteinander zu kombinieren (inkl. des Nichtvorliegens aller 5 Parameter). Alle 32 Kombinationsmöglichkeiten wurden einzeln überprüft; anschließend konnte berechnet werden, wie häufig *genau* 0, 1, 2, 3, 4 oder 5 Parameter erfüllt sind.

Es ist anzunehmen, dass eine Publikation (bzw. die zugrunde liegende Forschungspraxis) umso stärkeren post-normalen Charakter besitzt, je mehr Kriterien oder Parameter des Konzepts PNS *zugleich* erfüllt sind. Die Überprüfung der Assoziation der Parameter ist eine Vorbedingung für die *qualitative Inhaltsanalyse*, bei der zwei Gruppen miteinander verglichen werden sollen: eine „Post-Normal-Science-Gruppe“, bei der laut quantitativer Analyse *möglichst viele* (im Idealfall *alle*) Parameter erfüllt sind, und eine „Normal-Science-Gruppe“, bei der laut quantitativer Analyse *möglichst wenige* (d.h. *keine*) der Parameter erfüllt sind.<sup>66</sup>

### 3.5.3 Durchführung der qualitativen Inhaltsanalyse

Die qualitative Inhaltsanalyse hat prinzipiell zwei Ziele: Sie dient, erstens, der Validierung des quantitativen Verfahrens, und sie soll, zweitens, detailliertere Auskünfte über das Verhältnis zwischen Klimaforschung und PNS-Paradigma geben. Vor dem Hintergrund dieser Zielsetzungen galt es zunächst, grundlegende Rahmenbedingungen zu klären: welche *Zeiteinheiten* festgelegt werden, welche *Texteinheiten* analysiert werden, wie groß die *Stichprobenmengen* zu veranschlagen sind, und schließlich welche *Analysetechnik* angewendet wird.

Um die Stärken qualitativer Analyse voll auszuschöpfen, schien es mir sinnvoll, den *Volltext* wissenschaftlicher Publikationen, und nicht nur deren Abstracts, heranzuziehen. Natürlich

---

<sup>66</sup> Aus konzeptueller Sicht ist es problematisch, hier eine dichotome Unterscheidung zwischen „post-normaler“ und „normaler“ Forschung einzuführen. In Kap. 2.2.3 wurde argumentiert, dass PNS laut seinen Begründern nicht das zweite Glied einer dualen Abfolge darstellt, sondern eher als normatives Korrektiv fehlgeleiteter „normaler“ Forschung anzusehen ist. Strenggenommen handelt es sich bei der „Normal-Science-Gruppe“ um eine Residualkategorie, die enthält, was jedenfalls *nicht* post-normale Wissenschaft ist. Die korrektere Bezeichnung „Nicht-Post-Normal-Science-Gruppe“ scheint aber aus sprachlicher Sicht monströs.

limitiert der erforderliche Zeitaufwand für eine derart genaue Lektüre die bewältigbare Textmenge. In der Folge war es nötig, längere Zeiteinheiten für die Stichprobenauswahl vorauszusetzen: Ich entschied mich für die Definition von drei Zeitintervallen A, B und C, wobei A die Jahre 1998-2003 umfasst, B die Jahre 2004-2009 und C den Zeitraum 2010-2012.

Die Zeitintervalle sind nicht zufällig gewählt. Der spätere Einstiegspunkt – 1998 und nicht 1991 wie bei der quantitativen Analyse – ist pragmatischen Gesichtspunkten geschuldet, da wissenschaftliche Publikationen sehr häufig erst ab den späten 90er-Jahren im Volltext elektronisch verfügbar sind. Intervall A kann aber auch als Post-Kyoto-Periode bezeichnet werden, die etwas willkürlich mit der 9. UN-Klimakonferenz in Mailand endet. Intervall B endet mit den als „Climategate“ bezeichneten krisenhaften Entwicklungen in der Klimaforschung gegen Ende des Jahres 2009, und Intervall C könnte in der Folge auch als „Post-Climategate-Phase“ tituiert werden.

Da pro Zeitintervall zwei Gruppen zu vergleichen sind, ergeben sich insgesamt 6 Stichproben. Um den erforderlichen Zeitaufwand für die Codierung in Grenzen zu halten, wurde eine Stichprobengröße von jeweils 10 Artikel festgelegt. Das Ausgangsmaterial für die Stichprobenauswahl basiert auf den Ergebnissen der quantitativen Analyse. Die „Normal-Science-Gruppe“ wurde als die Menge an Publikationen definiert, welche *keinen* der 5 festgelegten Parameter erfüllt. Aus konzeptueller Sicht wäre es wünschenswert gewesen, die „Post-Normal-Science-Gruppe“ entsprechend als die Menge an Publikationen zu definieren, welche *alle* 5 Parameter erfüllt. Da diese Menge aber insgesamt sehr klein war und in Intervall A weniger als 10 Publikationen umfasste, musste das Kriterium gelockert werden. Es wurde festgelegt, dass die „Post-Normal-Science-Gruppe“ der Menge an Publikationen entspricht, die *mindestens* 4 Parameter erfüllt.

Die Stichproben von jeweils 10 Artikel pro Zeitintervall und Gruppe wurden mithilfe eines Random-Sampling-Verfahrens aus der Liste der entsprechenden Suchergebnisse in *Web of Science* gewonnen. Es wurde nur der Dokument-Typ „Article“ herangezogen (d.h. andere Formate wie Buchbesprechungen wurden ausgeschlossen). Das Random-Sampling wurde mithilfe eines im Internet frei verfügbaren Zufallszahlen-Generators vorgenommen.<sup>67</sup> Insgesamt 6 der 60 vorgeschlagenen Publikationen konnten nicht im Volltext beschafft werden und wurden durch eine zweite Random-Sampling-Auswahl ersetzt. Als Ausgangsmaterial für die qualitative Inhaltsanalyse lagen somit 60 zufällig ausgewählte klimawissenschaftliche Publikationen vor.

---

<sup>67</sup> <http://randomnumbergenerator.intemodino.com/de/> , Zugriff am 22.03.2013

Auf der Suche nach einer angemessenen *Analysetechnik* habe ich mich vorwiegend an Mayring (2010) orientiert, der entscheidende Beiträge zur Weiterentwicklung der qualitativen Inhaltsanalyse im deutschsprachigen Raum geleistet hat. Prinzipielles Ziel meiner Analyse ist eine *Hypothesenüberprüfung* (im Gegensatz zur Hypothesenfindung). Die Analysetechnik wird daher grundsätzlich in einer *deduktiven Kategorienanwendung* bestehen und nicht, wie bei qualitativer Forschung sehr oft üblich, in einer induktiven Kategorienbildung.<sup>68</sup>

Neben den in Kap. 3.5.1 beschriebenen Formen der Häufigkeits-, Valenz- und Intensitäts- sowie Kontingenzanalysen, die eher quantitative Techniken darstellen, beschreibt Mayring (2010, 63f.) weitere qualitative Analyseformen wie Klassifizierungen, Fallstudien, strukturelle Textanalyse oder strukturelle Semantik. Er führt alle diese Analyseformen auf drei *Grundformen des Interpretierens* zurück, die er mit *Zusammenfassung*, *Explikation* und *Strukturierung* bezeichnet (Mayring 2010, 64ff.). Die Methode der *Strukturierung* hat im Vergleich zu Zusammenfassung und Explikation stärker *deduktiven* Charakter. „Ziel der [strukturierenden] Analyse ist es, bestimmte Aspekte aus dem Material herauszufiltern, unter vorher festgelegten Ordnungskriterien einen Querschnitt durch das Material zu legen oder das Material aufgrund bestimmter Kriterien einzuschätzen.“ (Mayring 2010, 65)

Dies entspricht den Zielvorgaben, die die gesuchte Analyseform erfüllen soll. Ich habe das Konzept PNS durch eine Liste von Parametern (Kriterien) spezifiziert, deren Vorliegen zu überprüfen ist. Anders als beim quantitativen Verfahren können hier komplexere Fragestellungen an das Material herangetragen werden, die auf bestimmten theoretischen Vorannahmen beruhen. Konkreter kann die zur Anwendung kommende Form der Analysetechnik auch als *Klassifizierung* bezeichnet werden (Mayring 2010, 24): Es soll festgestellt werden, ob die wissenschaftlichen Artikel dem PNS-Paradigma gerecht werden, oder in welchem Ausmaß und in welcher Hinsicht sie diesem gerecht werden.

Die *Konstruktion des Kategoriensystems* begann damit, jeden der zu überprüfenden Parameter durch Unterkategorien oder Teilfragen weiter zu spezifizieren. Dabei konnten auch diejenigen Kategorien berücksichtigt werden, die durch das quantitative Verfahren nicht sinnvoll zu erfassen waren. Praktische Anleihen zur Konstruktion und Definition der Kategorien wurden der Literatur entnommen; hier sind vor allem die Arbeiten von D’Agostino et al. (2011), Qu et al. (2009), O’Neill et al. (2010) und Kastenhofer et al. (2011) zu nennen.

Die so entstandene erste, vorwiegend an theoretisch-konzeptuellen Überlegungen ausgerichtete Version des Kategoriensystems wurde anschließend in Form einer *Pilotstudie*

---

<sup>68</sup> Bei einer induktiven Kategorienbildung stellt das Kategoriensystem erst das *Ergebnis* der Analyse und nicht deren Voraussetzung dar (Mayring 2010, 49f.).

einem Praxistest unterzogen. Das dafür verwendete Material habe ich willkürlich aus drei klimawissenschaftlichen Fachzeitschriften (*Climatic Change*, *Global Environmental Change*, *Geophysical Research Letters*) sowie aus Datenbankeinträgen in *Web of Science* entnommen. Insgesamt umfasste die Pilotstudie ca. 40 klimawissenschaftliche Artikel. Bei der Codierung dieses Materials wurden alle auftretenden Probleme protokolliert. Bereits während der Pilotstudie wurde das ursprüngliche Kategoriensystem laufend modifiziert, bis eine den praktischen Anforderungen besser entsprechende Version entstanden war.

Die Letztfassung des Kategoriensystems umfasst nun folgende Kategorien und Unterkategorien (siehe auch Anhang II):

### *1. Berücksichtigung von Unsicherheit und Risiko*

#### *1.1 Berücksichtigung von Unsicherheit:*

Es wird danach gefragt, ob Unsicherheit bezüglich des Forschungsgegenstands (d.h. teilweises oder völliges Nichtwissen über Systemzusammenhänge, Unvorhersagbarkeit zukünftiger Entwicklungen) ausdrücklich oder höchstens am Rande thematisiert wird, oder ob das Thema Unsicherheit darüber hinaus theoretisch reflektiert wird.

#### *1.2 Berücksichtigung von Risiko:*

Hier ist von Interesse, ob das Vorhandensein von Risiko (d.h. die Gefährdung natürlicher und / oder sozialer Systeme) ausdrücklich oder höchstens am Rande thematisiert wird, oder ob das Thema Risiko darüber hinaus theoretisch reflektiert wird.

#### *1.3 Paradigmen im Umgang mit Unsicherheit und Risiko*

Bei dieser Teilfrage geht es um explizite oder auch implizite Paradigmen im Umgang mit Unsicherheit und Risiko. Die Unterkategorien dieser Teilfrage stützen sich auf die Systematik von Petersen et al. (2011): Forderung nach weiterem Wissenserwerb, soziopolitische Konsensbildung, Quantifizierung sowie Anwendung des Vorsorgeprinzips. Diese Unterkategorien sind nicht ausschließend, d.h. es können auch Kombinationen von Paradigmen codiert werden.

### *2. Inter- und Transdisziplinarität*

#### *2.1 Organisatorische Dimension von Interdisziplinarität:*

Die Teamzusammensetzung – unidisziplinär oder multidisziplinär – wird anhand der Angaben zur institutionellen Zugehörigkeit der AutorInnen beurteilt. Ein-AutorInnen-Artikel wurden eigens codiert.

#### *2.2 Kognitive Dimension von Interdisziplinarität:*

Bei dieser Teilfrage steht die Interdisziplinarität der Forschungsfrage selbst zur Debatte. Die Forschungsfrage wird als interdisziplinär klassifiziert, wenn es zu einer kognitiven Integration über mindestens zwei der drei Teilbereiche des Nachhaltigkeitskonzepts kommt (Ökologie, Ökonomie, sozialer Bereich). Damit wird eine *starke Definition von Interdisziplinarität* vorausgesetzt; Kooperationen etwa zwischen verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen werden demnach nicht als interdisziplinär codiert.<sup>69</sup>

### 2.3 Disziplinäre Zuordnung der Forschungsfrage:

Auch hier werden die drei Dimensionen des Nachhaltigkeitskonzepts vorausgesetzt. Es wird beurteilt, ob die Forschungsfrage dem sozialen, ökonomischen oder ökologischen Bereich zuzurechnen ist; oder im Fall von interdisziplinären Arbeiten, wieviele und welche dieser Bereiche die Forschungsfrage umfasst.

### 2.4 Methoden:

Diese Teilfrage wird als einzige induktiv codiert: Die im Artikel angeführten Forschungsmethoden werden gesammelt und erst im Anschluss gruppiert.

### 2.5 Transdisziplinarität:

Hier wird beurteilt, ob EPCs in den Forschungsprozess eingebunden wurden. EPCs werden dabei als nicht (primär) dem akademischen Sektor zugehörige Personen definiert. Falls ja, dann wird weiter gefragt, ob diese Personen aus einem professionellen Umfeld (NGOs, politische Institutionen, Wirtschaft) stammen und / oder ob es zu einer BürgerInnen-Beteiligung kam.

### 2.6 Theoretisches Interesse an transdisziplinärer Forschung:

Diese Teilfrage wird nur codiert, falls keine Beteiligung von EPCs stattfand. In diesem Fall wird gefragt, ob das Thema transdisziplinärer Forschung theoretisch reflektiert wird.

## 3. Berücksichtigung normativer Aspekte

### 3.1 Thematisierung von Werturteilen, Normen und Präskriptionen:

Es wird beurteilt, ob Werturteile, Normen und Präskriptionen nicht, nur vage oder ausdrücklich im Artikel thematisiert werden.

### 3.2 Normatives Referenzsystem:

Falls normative Aspekte thematisiert werden, dann ist weiter von Interesse, ob Politik und internationale Beziehungen, und / oder philosophisch-ethische Konzepte als normatives Referenzsystem gewählt werden.

---

<sup>69</sup> Das hat auch pragmatische Gründe, man müsste andernfalls definieren, welche wissenschaftlichen Felder als eigenständige Disziplinen gelten.

### 3.3 Berücksichtigung moralischer Konflikte:

Falls normative Aspekte thematisiert werden, dann wird weiter danach gefragt, ob Zielkonflikte, differierende moralische und / oder politische Standpunkte, plurale Werte oder Uneinigkeit über zukünftige Maßnahmen und Handlungsstrategien ausdrücklich, nur vage oder gar nicht reflektiert werden.

## 4. Problem- und Problemlösungsorientiertheit

### 4.1 Zeitliche Einordnung:

Hier wird nach dem zeitlichen Horizont des Artikels – vergangenheitsorientiert, gegenwartsorientiert oder zukunftsorientiert - gefragt. Die drei Teilkategorien werden auf Basis der angegebenen Forschungsmethoden definiert: Vergangenheitsorientierte Arbeiten beruhen auf indirekten Klimarekonstruktions-Methoden, während gegenwartsorientierte Arbeiten auf direkte Klimamessdaten zurückgreifen. Zukunftsorientierte Forschung wendet Simulationen an, bildet Szenarien oder formuliert Prognosen. Bei vergangenheits- und gegenwartsorientierten Artikeln wird beurteilt, ob diese eine Zukunftsperspektive formulieren.

### 4.2 Problemlösungsvorschläge und Handlungsempfehlungen:

Es wird danach gefragt, ob Problemlösungsvorschläge und Handlungsempfehlungen Teil des Artikels sind. Falls ja, dann werden diese entlang zweier Leitdifferenzen codiert: (1) Punktuell oder systemisch / strategisch: Vorschläge sind punktuell, falls es sich um Einzelmaßnahmen handelt, die nicht in einen strategischen Handlungsplan eingebunden sind. Sie sind systemisch / strategisch, falls sie auf einen dauerhaften Entwicklungsprozess zielen und / oder ein strategischer Handlungsplan erkennbar ist. (2) Allgemein / vage oder konkret: Vorschläge sind allgemein / vage, falls sie wenig spezifisch sind und / oder kein konkretes räumlich-zeitliches Setting besitzen. Sie sind konkret, wenn es sich um spezifische Maßnahmen handelt und / oder wenn sie ein konkretes räumlich-zeitliches Setting aufweisen.

Für die Codierung wurde zwar der Volltext der Artikel herangezogen, dennoch wurde besonderes Augenmerk auf die sog. *Schlüsselstellen* gelegt: Abstract, Formulierung der Forschungsfrage oder Hypothese in der Einleitung sowie Zusammenfassung oder Conclusio. In der Regel positionieren AutorInnen an diesen Stellen Aussagen, die sie für besonders wichtig oder wesentlich halten. Dieser Grundsatz wurde häufig als Entscheidungshilfe herangezogen, falls bei der Codierung Unklarheiten auftraten.

Man erkennt, dass die Codierungen der Teilfragen unterschiedlichen Prinzipien folgen, die verschiedenen *Grundformen strukturierender Inhaltsanalyse* entsprechen (Mayring 2010, 94): Zum Teil handelt es sich um *typisierende Strukturierungen*, wie etwa bei den beiden Teilfragen der vierten Kategorie (*Problem- und Problemlösungsorientiertheit*). Andere Teilfragen folgen einer *skalierenden Strukturierung*, bei der verschiedene Ausprägungsgrade einer bestimmten Dimension angegeben werden. Teilfrage 3.1 mit den drei Skalenpunkten *fehlende, vage* oder *ausdrückliche Thematisierung normativer Aspekte* ist ein Beispiel dafür. In einem Fall, der Teilfrage 2.1, handelt es sich um eine *formale Strukturierung*, da nicht bestimmte Inhalte des Artikels, sondern Angaben über dessen AutorInnen klassifiziert werden.

Alle 60 Artikel wurden in einem ersten Durchlauf vollständig codiert, wobei Unklarheiten oder Probleme mithilfe der Kommentar-Funktion direkt in der Excel-Tabelle notiert wurden. Außerdem wurden kurze Notizen zu den Artikeln angelegt, die eine grobe inhaltliche Zusammenfassung, wörtliche Zitate, Hinweise auf Verständnisprobleme sowie weitere Kommentare umfassten.

Da für die Arbeit kein Forschungsteam zur Verfügung stand, konnte das Kriterium der *Intercoderreliabilität* nicht zur Qualitätskontrolle eingesetzt werden. Auch die gängige Methode zur Überprüfung der *Intracoderreliabilität*, das Codieren desselben Materials zu unterschiedlichen Zeitpunkten, war aufgrund der insgesamt geringen Materialmenge nur bedingt anwendbar. Um zumindest maximale *Kohärenz* bei der Codierung sicherzustellen, habe ich in einem zweiten Kontrolldurchgang die Codierungen aller Artikel überprüft und miteinander verglichen. Eindeutige Fälle wurden dabei herausgefiltert und zu *Ankerbeispielen* definiert. Außerdem wurden *Kodierregeln*, die im ersten Durchlauf implizit zur Anwendung kamen, in expliziter Form festgehalten. Das Ergebnis dieses Kontrolldurchgangs ist der *Kodierleitfaden* - eine Übersichtstabelle, die Kategorien und Unterkategorien, deren Definitionen, Ankerbeispiele sowie Kodierregeln enthält (siehe Anhang II).<sup>70</sup>

Die gewonnenen Ergebnisse wurden deskriptiv statistisch ausgewertet und grafisch dargestellt. Formal bestehen sie in Gruppenvergleichen für jedes der drei Zeitintervalle.

---

<sup>70</sup> Man beachte, dass der Kodierleitfaden nicht etwa *Voraussetzung* der qualitativen Inhaltsanalyse ist, sondern erst deren *Ergebnis*.

### 3.5.4 Methodische Beschränkungen

Mögliche Beschränkungen und Unzulänglichkeiten der angewendeten Methoden wurden in den vorhergehenden Kapiteln bereits an einigen Stellen erwähnt. Hier folgt eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Punkte.

#### *Peer-Reviewed Journals als „konservative“ Quelle wissenschaftlichen Materials:*

Der in der Forschungshypothese noch abstrakt gehaltene Begriff der „Klimaforschung“ wurde durch eine Auswahl von Publikationen operationalisiert, welche in wissenschaftlichen Fachjournals erschienen sind. In aller Regel gehören die AutorInnen akademischen Institutionen an, und die Artikel haben vor ihrer Publikation einen *Peer-Review*-Prozess durchlaufen. Es handelt sich somit um relativ „konservatives“ wissenschaftliches Material aus dem akademischen Kernbereich, welches gängigen Normen und Regeln wissenschaftlichen Arbeitens genügt.

Die Begründer des PNS-Paradigmas plädieren demgegenüber für eine *Erweiterung* des wissenschaftlichen Sektor und der wissenschaftlichen Rationalität (*extended peer communities, extended facts*). Dadurch positionieren sie PNS an der Peripherie, wenn nicht außerhalb des akademischen Kernbereichs. Man kann davon ausgehen, dass Forschungstätigkeiten, die dem post-normalen Paradigma in einem starken Sinn gerecht werden, in „konservativen“ wissenschaftlichen Journals unterrepräsentiert sind.

#### *Die Auswahl des Untersuchungsmaterials aus Web of Science-Datenbanken ist mehrfachen Selektionsmechanismen ausgesetzt:*

Weitere Einschränkungen ergeben sich durch die Art der Materialbeschaffung. *Web of Science* ist als dominierende Quelle für szientometrische Forschung vielfältiger Kritik ausgesetzt. Das betrifft etwa den Umfang und die Auswahl des Datenmaterials. Es zeigt sich eine deutliche Präferenz englischsprachiger Zeitschriften, wodurch Literatur aus dem nicht-angloamerikanischen Sprachraum häufig unterrepräsentiert ist (Motroshilova 2011). Auch sind nicht alle Fachgebiete in gleichem Ausmaß vertreten. Die Auswahl der Kernzeitschriften wird von ISI jährlich anhand bestimmter Kriterien (z.B. Zitierhäufigkeit) aktualisiert; dieser Selektionsprozess wurde aber als wenig transparent kritisiert.<sup>71</sup> Die Lizenzierung von *Web of Science* ist außerdem sehr teuer, was gerade für kleinere, wenig finanzkräftige Institutionen

---

<sup>71</sup> <http://bibliometrie.univie.ac.at/sources/web-of-science-wos/> , Zugriff am 10.07.2014

zum Problem werden kann.<sup>72</sup> Alle diese Faktoren begünstigen möglicherweise eine Form des „Matthäus-Effekts“, indem bereits etablierte Institutionen, Zeitschriften und Forschergruppen leichter Eingang in *Web of Science*-Datenbanken finden.

Eine weitere praktische Limitation stellte die Zugänglichkeit der Artikel im Volltext dar. Publikationen aus Zeitschriften, die an der Universität Wien nicht lizenziert sind, konnten für die qualitative Inhaltsanalyse nicht berücksichtigt werden – dies betraf 10% der zufällig ausgewählten Stichproben. Eine Verzerrung der Ergebnisse durch diese negative Selektion kann nicht ausgeschlossen werden, dürfte aber in ihrem Ausmaß tolerabel sein.

*Eine eindeutige Eingrenzung von Klimaforschungsliteratur ist nicht möglich:*

Wie erwähnt, wurde das Untersuchungsmaterial mithilfe von Suchbegriffen wie „climate change“ definiert. Aufgrund der immer stärkeren Konsolidierung des Fachgebiets ist anzunehmen, dass mit dieser und ähnlich lautenden Phrasen ein Großteil der relevanten Literatur identifiziert werden kann. Probleme bereitete aber die exzessive Erwähnung der Suchbegriffe in nicht primär klimawissenschaftlichen Publikationen. Die Suche wurde daher auf den Titel des Artikels eingeschränkt, wodurch aber wiederum ein Teil der relevanten Literatur ausgeschlossen wurde. Es scheint kaum möglich, ein einfaches Suchverfahren zu entwerfen, welches Klimaforschungsliteratur präzise und treffgenau einzugrenzen vermag.

*Mögliche Verzerrung der Ergebnisse der quantitativen Analyse aufgrund unvollständiger Einträge in Web of Science:*

Da das Untersuchungsmaterial durch eine Schlagwortsuche im *Titel* der Dokumente eingegrenzt wurde, bei der quantitativen Inhaltsanalyse aber auch *Abstract* und *Keywords* durchsucht wurden, könnten unvollständige Datenbank-Einträge, insbesondere fehlende Abstracts, das Ergebnis verfälschen. Besonders häufig wurde das Fehlen von Abstracts bei Einträgen vor dem Jahr 1991 beobachtet. Der Untersuchungszeitraum der quantitativen Analyse begann daher mit dem Jahr 1991. Eine kontinuierliche, nicht sprunghafte Zu- oder Abnahme der Häufigkeit unvollständiger Einträge könnte aber möglicherweise unbemerkt bleiben und zu artifiziellen Ergebnissen führen.

*Nicht alle Parameter können durch das quantitative Verfahren sinnvoll überprüft werden:*

Die Konstruktion eines quantitativen Analyseverfahrens funktionierte für die verschiedenen Parameter von PNS unterschiedlich gut. Insbesondere für den Parameter *Inter- und*

---

<sup>72</sup> <http://bibliometrie.univie.ac.at/sources/web-of-science-wos/> , Zugriff am 10.07.2014

*Transdisziplinarität* konnte keine sinnvolle Überprüfungsmethode definiert werden.<sup>73</sup> Das Konzept PNS wurde daher nur unvollständig operationalisiert, was zu einer Überbetonung derjenigen Parameter führt, die einer quantitativen Überprüfung besser zugänglich sind.

*Die quantitative Inhaltsanalyse stellt insgesamt ein sehr grobes, wenig treffsicheres Verfahren dar:*

Die Operationalisierung komplexer inhaltlicher Kriterien anhand einer Liste von Suchbegriffen ist natürlich zahlreichen Beschränkungen und Fehlerquellen ausgesetzt. Das elektronische Suchverfahren ist nicht kontextsensitiv, und Mehrdeutigkeiten der Begriffe oder deren unterschiedlicher Allgemeinheitsgrad können zu Problemen führen. Die Auswahl der konkreten Suchbegriffe erfolgte willkürlich und wenig systematisch, auf Vorerfahrungen aus der Literatur konnte nicht zurückgegriffen werden. Das Verfahren ist in dieser Form nicht Teil eines etablierten Methodenkanons.

*Keine Teamarbeit bei der qualitativen Inhaltsanalyse:*

Auf die Ressourcen eines Forschungsteams konnte bei der qualitativen Inhaltsanalyse nicht zurückgegriffen werden. Subjektive Einengungen und Verzerrungen bei der Interpretation sind daher möglich, und ein Koeffizient für den Grad der Intercoderreliabilität konnte nicht angegeben werden. Die Offenlegung von Kodierregeln und Ankerbeispielen im Kodierleitfaden soll aber eine möglichst hohe Transparenz und Kohärenz sicherstellen.

*Die Assoziation der Parameter wird im Rahmen der qualitativen Inhaltsanalyse nicht überprüft:*

Die Assoziation der einzelnen Parameter wurde zwar im Rahmen der quantitativen, nicht aber im Rahmen der qualitativen Inhaltsanalyse überprüft. Aufgrund der weiteren Ausdifferenzierung der Parameter (Hauptkategorien) und der komplexeren Codierungen (meist nicht binär) wären dazu weiterführende statistische Analysen nötig gewesen. Der Grad an Assoziation der einzelnen Parameter würde eine wertvolle zusätzliche Information darstellen; von primärem Interesse sind jedoch die jeweiligen Vergleiche zwischen der „Post-Normal-Science-Gruppe“ und der „Normal-Science-Gruppe“.

---

<sup>73</sup> Luzadis et al. (2010, 9) kommentieren die Schwierigkeiten bei der szientometrischen Messung von Transdisziplinarität folgendermaßen: „In future efforts to measure transdisciplinarity, we recommend qualitatively assessing article content for emerging insights and analyzing discourse via the language used for communicating such knowledge. This could be followed by a positivist approach to look for those specific critical words or phrases to get a better understanding of the amount of transdisciplinarity among the variety of descriptions [...]“. – Schon ganz abgesehen vom Begriff eines „positivistischen“ Verfahrens scheinen mir die Aussichten einer derartigen linguistischen Methode beschränkt.

*Die Validierung der quantitativen durch die qualitative Analyse basiert nicht auf statistischen Methoden:*

Die Validierung der Ergebnisse der quantitativen Analyse erfolgt „nach Augenmaß“ und wird nicht durch weiterführende statistische Methoden unterstützt. Eine präzise, quantitative Messung des Übereinstimmungsgrads zwischen den Ergebnissen des quantitativen und des qualitativen Verfahrens wäre methodisch anspruchsvoll und aufwändig.

## **4. ERGEBNISSE**

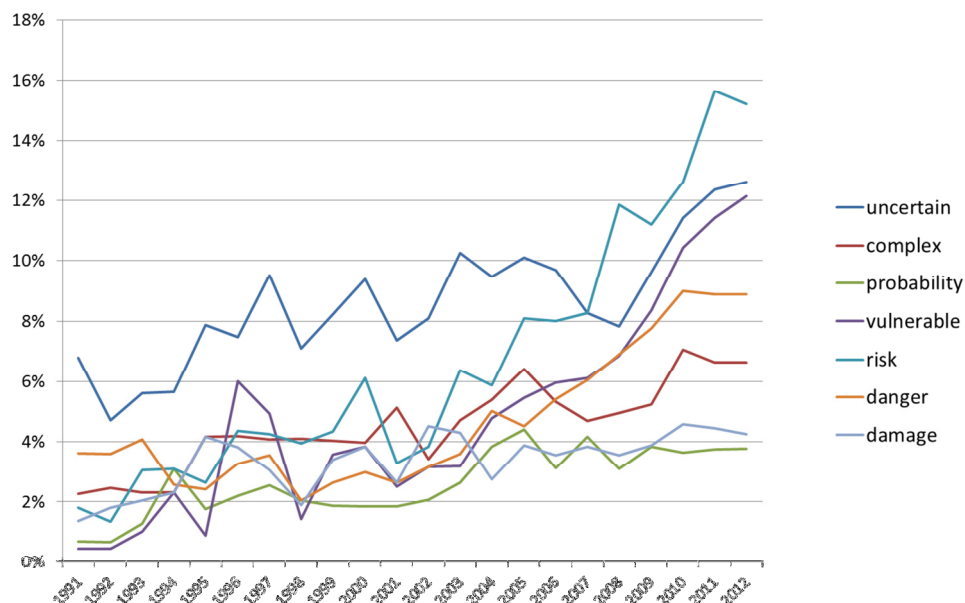
Hier werden zunächst die Ergebnisse der quantitativen Inhaltsanalyse gesondert für die einzelnen Parameter von PNS wiedergegeben. Im nächsten Abschnitt folgt eine Darstellung der Assoziation der Parameter. Anschließend werden die Ergebnisse des qualitativen inhaltsanalytischen Verfahrens präsentiert.

Bei der Interpretation der Grafiken ist die teils unterschiedliche Skalierung zu beachten. Da die einzelnen Parameter unterschiedlich hohe absolute Anteile erreichen (von wenigen Prozenten bis hin zu 30-40 Prozent), wurde die Skalierung der Grafiken entsprechend adaptiert.

### **4.1 Ergebnisse der quantitativen Inhaltsanalyse: Einzeldarstellung der Parameter**

#### **4.1.1 Berücksichtigung von Unsicherheit und Risiko**

Mit Unsicherheit und Risiko assoziierte Begriffe nehmen im Zeitraum 1991-2012 fast durchwegs an Häufigkeit zu (Abb. 7). Besonders hohe Steigerungsraten sind für einige Suchbegriffe ab dem Jahr 2007 zu beobachten.



**Abb. 7: Thematisierung von Unsicherheit und Risiko.** Suchbegriffe: uncertain = [uncertain\*, unknown, unclear], complex = [complex\*], probability = [probab\*, likelihood], vulnerable = [vulnerab\*], risk = [risk\*], danger = [danger\*, endanger\*, hazard\*, threat\*], damage = [damage\*, harm\*, destruct\*, injur\*].

Bemerkenswert ist die Zunahme des Anteils des Begriffs *risk* von unter 2% im Jahr 1992 auf etwa 15% im Jahr 2012. Auch der Begriff *vulnerable* weist zu Beginn des Untersuchungszeitraums einen marginalen Anteil von unter 1% auf, um sich anschließend auf etwa 12% im Jahr 2012 zu steigern. Der Anteil des Terminus *uncertainty* verdoppelt sich im gleichen Zeitraum von annähernd 6 auf 12%. Diese drei Begriffe, die zugleich Bezeichnungen für *theoretische Konzepte* darstellen, finden somit etwa seit der Jahrtausendwende verstärkt Eingang in die Literatur.

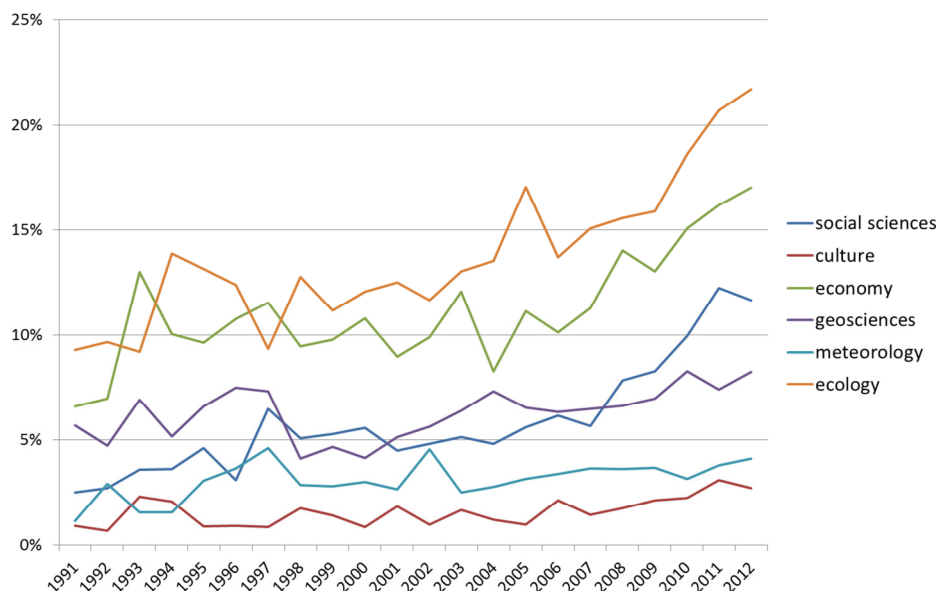
Für den Terminus *complex* – auch dieser stellt ein theoretisches Konzept dar – fällt die Häufigkeitszunahme weniger drastisch, aber immer noch deutlich aus. Der Anteil von *probability* nimmt nur geringfügig zu und kommt auch im Jahr 2012 nicht über die 5%-Marke hinaus. Der Begriff *danger*, der ein umgangssprachliches Synonym für *Risiko* darstellt, nimmt erst in der Periode 2003-2012 von etwa 4% auf einen Anteil von 9% zu. Nur gering verbleibt der Anteil des Begriffsclusters *damage*, welches auf tatsächlich eingetretene Schadenssituation hindeuten soll.

#### 4.1.2 Inter- und Transdisziplinarität

Die Ergebnisse für den Parameter Inter- und Transdisziplinarität sind, wie erwähnt, mit Vorbehalt zu interpretieren. Ob diese Inhalte mit dem quantitativen Analyseverfahren sinnvoll erfasst werden können, ist zweifelhaft.

Abb. 8 stellt die Vielfalt wissenschaftlicher Disziplinen oder Forschungsfelder dar; Abb. 9 die Vielfalt anwendungsorientierter Sektoren. Inhaltlich entspricht *Perspektivenvielfalt* dabei nicht dem Parameter *Interdisziplinarität*, sondern weist eher auf *Multidisziplinarität* hin. Die Suchbegriffe sind mit jeweils unterschiedlichen Disziplinen, Forschungsfeldern oder praktischen Forschungsschwerpunkten assoziiert. Die Kurven zeigen die Häufigkeit des Vorkommens dieser Suchbegriffe im gesamten Untersuchungsmaterial, geben aber keinen Aufschluss darüber, wie häufig verschiedene „Perspektiven“ in *ein- und demselben* Artikel kombiniert wurden. Die Anteilszunahme *fast aller* Begriffskluster legt aber die Vermutung nahe, dass auch das *gemeinsame Vorkommen* von Begriffsklustern häufiger zu erwarten ist.

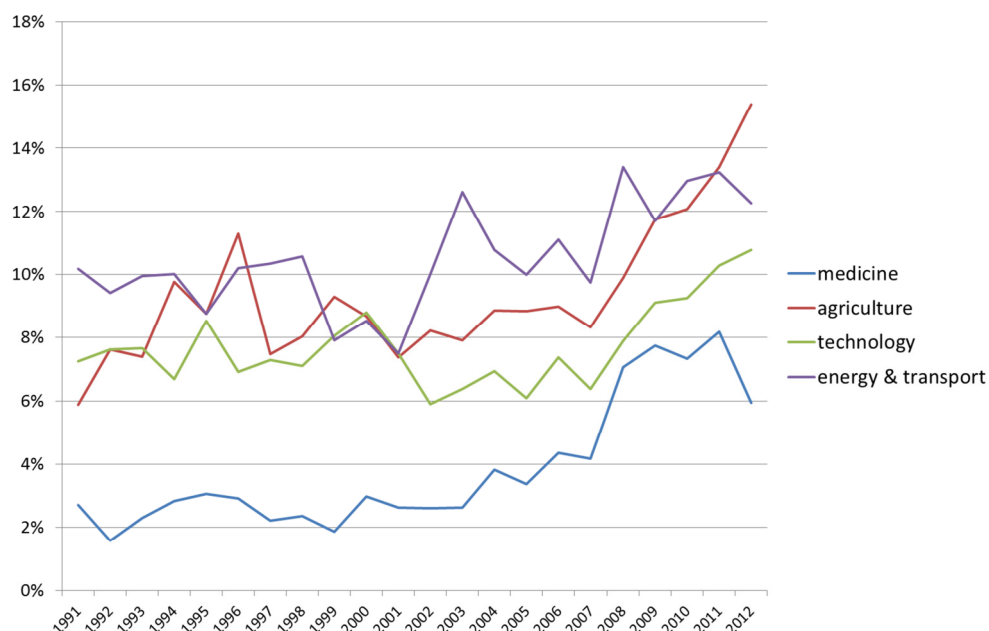
Die führende Position nimmt in Abb. 8 das Begriffskluster *ecology* ein, sein Anteil verdoppelt sich im Zeitraum 1991-2012 von knapp 10 auf über 20%. Dieser Trend (nicht aber die Steigerungsrate) stimmt mit den Ergebnissen von Li et al. (2011, 14f.) überein, welche jedoch



**Abb. 8: Perspektivenvielfalt.** Suchbegriffe: social sciences = [social\*, societ\*, sociolog\*], culture = [cultur\*, ethnic\*], economy = econom\*, market\*, business\*, trade\*, trading], geosciences = [geolog\*, geograph\*, geophys\*], meteorology = [meteorolog\*], ecology = [ecolog\*, ecosystem\*].

auf anderen methodischen Voraussetzungen beruhen. Auch das Cluster *economy* kann seinen Anteil mehr als verdoppeln, von knapp 7% im Jahr 1991 auf etwa 17% im Jahr 2012. Bemerkenswert ist die Häufigkeitszunahme des *social sciences*-Clusters. Zu Beginn der 90er-Jahre liegt sein Anteil im marginalen Bereich von wenigen Prozenten, um im Jahr 2010 schließlich die 10%-Marke zu überschreiten. Im Gegensatz dazu weist der Begriff *culture* keine nennenswerte Steigerungsrate auf. Auch die Anteile der beiden Cluster *geosciences* und *meteorology* nehmen nur geringfügig zu. Ihre insgesamt nur geringe Häufigkeit könnte darauf hindeuten, dass die angewandte Analysemethode unzureichend ist, denn meteorologische und geowissenschaftliche Disziplinen stehen geradezu paradigmatisch für die naturwissenschaftliche Erforschung des Klimasystems. Li et al. (2011, 14f.) rechnen jeweils etwa 20% der Klimaforschungsliteratur den Bereichen *multidisciplinary geosciences* sowie *meteorology and atmospheric sciences* zu. Sehr wahrscheinlich versagt die angewandte Methode der Schlagwortsuche sehr häufig dabei, Artikel diesen Forschungsfeldern korrekt zuzuordnen.

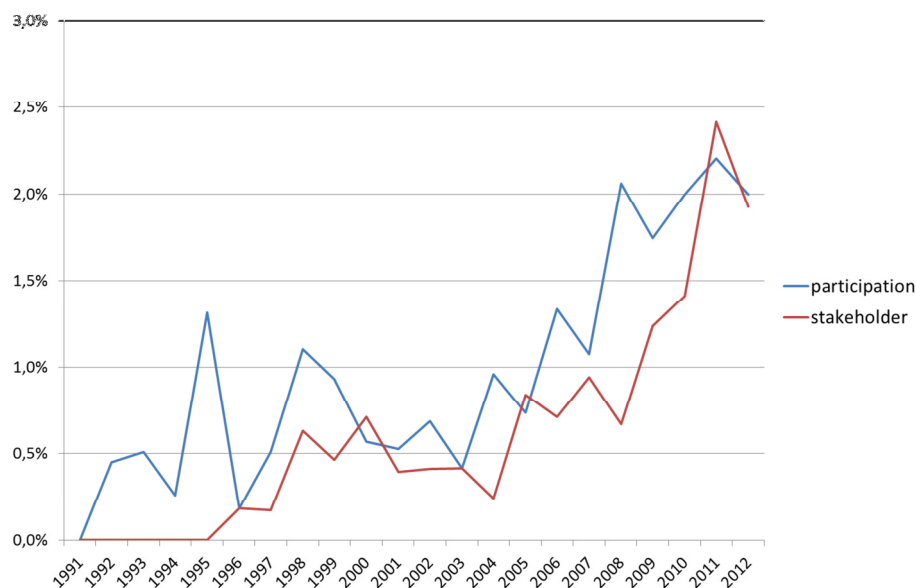
Erfasst wurden auch die Anteile praktischer Sektoren oder angewandter Disziplinen (Abb. 9). Signifikante Steigerungsraten sind bei allen zugeordneten Begriffscustern erst ab dem Jahr



**Abb. 9: Perspektivenvielfalt, angewandte Sektoren.** Suchbegriffe: medicine = [medicin\*, health\*], agriculture = [agricultur\*, „land use“, land-use\*, farm\*], technology = [technolog\*, industr\*, technical\*, engineer\*], energy & transport = [energy\*, electric\*, fuel\*, transport\*].

2007 zu beobachten, besonders deutlich fällt diese für den Begriff *agriculture* aus. Das würde darauf hindeuten, dass Landwirtschaft und Landnutzung in zunehmendem Ausmaß unter dem Vorzeichen des Klimawandels in den Blick der Forschung gerät. Die Cluster *medicine*, *technology* und *energy & transport* nehmen im Untersuchungszeitraum moderat an Häufigkeit zu, der Anteil von *medicine* verbleibt dabei im einstelligen Prozent-Bereich - offenbar wird das Thema menschlicher *Gesundheit* nur in geringem Ausmaß von der Klimaforschung aufgegriffen.

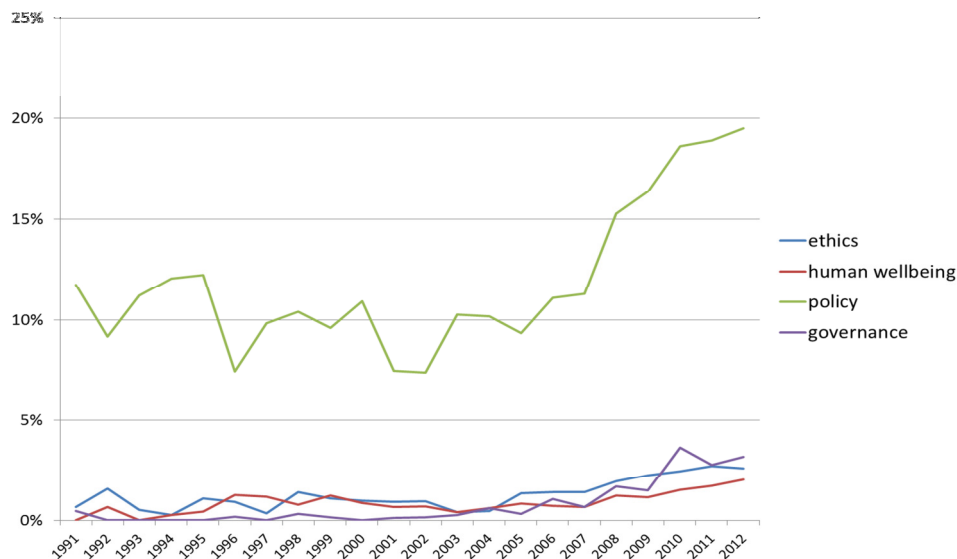
Noch stärker marginalisiert scheint auf den ersten Blick das Thema *Transdisziplinarität* (Abb. 10). Bei der Interpretation der Ergebnisse ist aber zu beachten, dass die Verlässlichkeit des quantitativen Verfahrens bei der Feststellung von Transdisziplinarität möglicherweise unzureichend ist, d.h. die Schlagwortsuche liefert unter Umständen keine brauchbaren Ergebnisse (vgl. Kap. 3.5.2). Gab es im Jahr 1991 noch keinen einzigen Artikel, der die Begriffe *participation* oder *stakeholder* enthielt, so liegt deren Anteil gegen Ende der Untersuchungsperiode bei jeweils etwa 2%. Ein positiver Trend ist zu beobachten, der absolute Anteil der beiden Begriffe verbleibt aber verschwindend gering.



**Abb. 10: Transdisziplinarität.** Suchbegriffe: participation = [participat\*], stakeholder = [stakeholder\*].

#### 4.1.3 Berücksichtigung normativer Aspekte

An den Ergebnissen für diesen Parameter fällt sofort auf, dass nur ein Begriffscluster, nämlich *policy*, signifikante Anteile für sich verbuchen kann (Abb. 11). Seine Häufigkeit steigt von etwa 10% in den 90er-Jahren auf 20% im Jahr 2012. Wie schon bei einigen der zuvor besprochenen Begriffscluster ist ein rascher Anstieg der Kurve ab dem Jahr 2007 zu beobachten. Die restlichen Begriffe - *ethics*, *human wellbeing* und *governance* – spielen in der Literatur offensichtlich keine wesentliche Rolle und weisen auch keine nennenswerten Steigerungsraten auf; ein leichter Aufwärtstrend zeichnet sich seit 2007 ab. Die Ergebnisse legen nahe, dass politische Belange zunehmend Eingang in die Klimaforschung finden, während theoretisch-normative Konzepte oder abstrakte ethische Fragestellungen eher ausgeklammert bleiben.

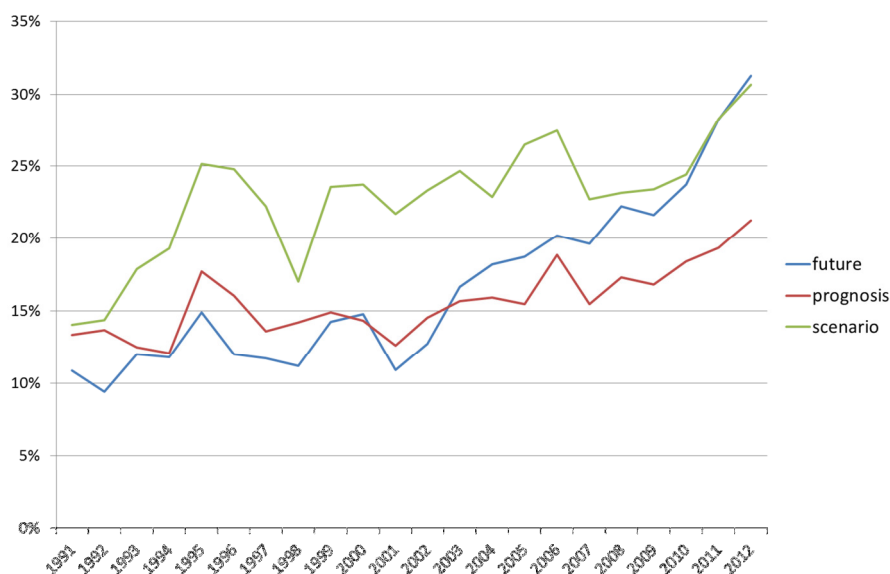


**Abb. 11: Thematisierung normativer Aspekte.** Suchbegriffe: ethics = [justice\*, ethic\*, bioethic\*, moral\*, fair\*, NOT fairly], human wellbeing = [welfare\*, wellbeing, well-being], policy = [policy\*, policies, politic\*], governance = [governance\*, jurisdic\*].

#### 4.1.4 Problem- und Problemlösungsorientiertheit

Als logische Vorbedingung für den Parameter Problem- und Problemlösungsorientiertheit wurde zunächst erfasst, mit welcher Häufigkeit in der Klimaforschung Zukunftsperspektiven formuliert werden (Abb. 12). Insgesamt halten sich die Anteile der entsprechenden Begriffscluster im gesamten Untersuchungszeitraum über der 10%-Marke. Der Anteil des allgemeinen Begriffs *future* verdreifacht sich dabei von etwa 10% zu Beginn der Periode auf 30% im Jahr 2012, was eine beachtliche Steigerung darstellt. Das Begriffscluster *scenario* kann als Indikator für die Methoden der Simulation und Szenarienbildung betrachtet werden. Dessen Häufigkeit nimmt ebenfalls zu, grob gemittelt liegt der Anteil während des gesamten Untersuchungszeitraums bei etwa 25%, wobei die Kurve Schwankungen aufweist. Eine moderate Steigerungsrate liegt für das Begriffscluster *prognosis* vor, seine Häufigkeit liegt im Jahr 2012 bei etwa 20%.

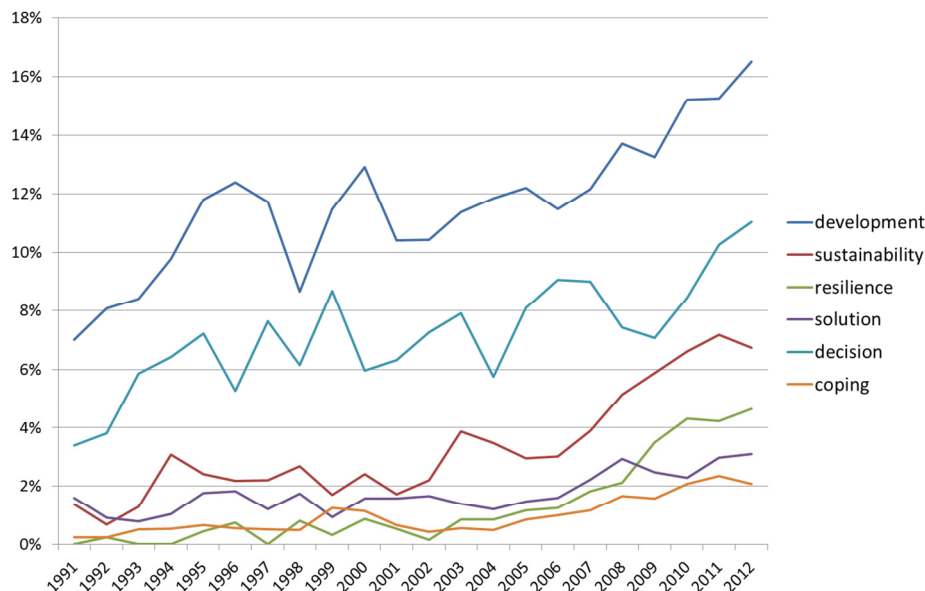
Auffallend ist darüber hinaus, dass die Kurven der einzelnen Begriffscluster sehr häufig parallel verlaufen, d.h. gemeinsame „Peaks“ und „Täler“ aufweisen. Dies könnte darauf hindeuten, dass die entsprechenden Begriffe in den Artikeln häufig miteinander assoziiert sind, d.h. gemeinsam darin vorkommen, was aufgrund der inhaltlichen Nähe der Begriffe plausibel erscheint.



**Abb. 12: Zukunftsorientiertheit.** Suchbegriffe: future = [futur\*], prognosis = [prognos\*, forecast\*, predict\*], scenario = [scenario\*, simulat\*].

Abb. 13 zeigt die Häufigkeitsentwicklungen von Begriffsklustern, die mit dem Parameter *Lösungsorientiertheit* assoziiert sind. Zu beachten ist, dass einige Suchbegriffe zugleich Bezeichnungen für theoretische Konzepte darstellen, die in den Nachhaltigkeitswissenschaften eine tragende Rolle spielen (*sustainability*, *development*, *resilience*), während die übrigen Begriffe als normalsprachliche Ausdrücke für Problemlösungen aufzufassen sind (*solution*, *decision*, *coping*). Den insgesamt höchsten Anteil weist das Begriffskluster *development* auf, sein Anteil verdoppelt sich in der Untersuchungsperiode von etwa 8 auf 16%. Interessant ist, dass der häufig mit *development* assoziierte Begriff *sustainability* einen deutlich niedrigeren Anteil aufweist. Er bewegt sich während der 90er-Jahre bei etwa 2% und steigert sich ab der Jahrtausendwende bis hin zu 7% im Jahr 2012. Das Begriffskluster *decision* nimmt moderat an Häufigkeit zu und überschreitet am Ende des Untersuchungszeitraums die 10%-Marke.

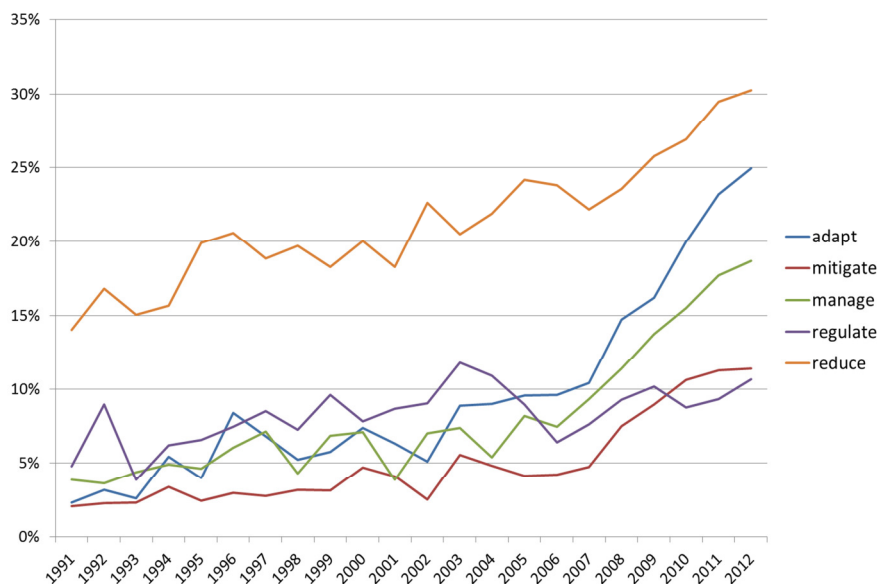
Der Begriff *resilience* hat erst in den letzten Jahren signifikant an Häufigkeit zugenommen, weist aber auch da nur einen Anteil von wenigen Prozenten auf - offensichtlich spielt das Konzept der *Resilienz* in der Klimaforschung eine untergeordnete Rolle. Auch die Begriffskluster *coping* und *solution* sind nur mit marginalen Anteilen vertreten.



**Abb. 13: Lösungsorientiertheit.** Suchbegriffe: development = [development\*, transition\*], sustainability = [sustainab\*], resilience = [resilien\*], solution = [solution\*], decision = [decision\*, resolut\*], coping = [cope, coping\*].

Zuletzt wurden die Häufigkeiten von Begriffen bestimmt, die Bezeichnungen für *Lösungsstrategien* darstellen (Abb. 14). Bemerkenswert ist einmal mehr, dass die Anteile der meisten Begriffskluster im Zeitraum 2007-2012 stark zunehmen. Der Begriff *adapt* etwa weist in diesem Zeitraum eine Steigerung von 10 auf 25% auf; in abgeschwächter Form trifft dieser Trend auch für die Begriffe *manage* und *mitigate* zu. Den insgesamt höchsten Anteil weist das Begriffskluster *reduce* auf, wobei zu beachten ist, dass in diesem Cluster vier einzelne, bedeutungsähnliche Begriffe enthalten sind. Der hohe Anteil von 30% am Ende der Untersuchungsperiode könnte auch als Hinweis interpretiert werden, dass diese Suchbegriffe zu wenig spezifisch für die Reduktion von Treibhausgasen sind.

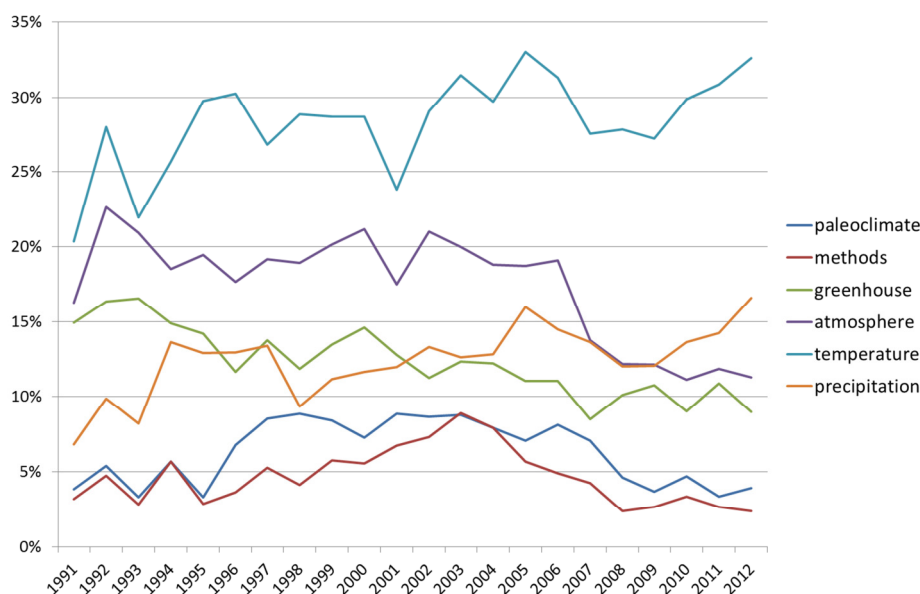
Ein interessanter Befund ist außerdem, dass die Lösungsstrategie *adapt* deutlich über *mitigate* dominiert, was als Hinweis auf eine entsprechende Prioritätensetzung interpretiert werden könnte. Zwar lässt sich einwenden, dass der Suchbegriff *adapt* möglicherweise nicht spezifisch genug ist, seine sprunghafte Häufigkeitszunahme im Zeitraum 2007-2012 ist jedoch kaum durch nicht-spezifische Treffer zu erklären.



**Abb. 14: Lösungsstrategien.** Suchbegriffe: adapt = [adapt\*], mitigate = [mitigat\*], manage = [manage\*], regulate = [regulat\*, control\*], reduce = [reduc\*, restrict\*, restrain\*, limit\*].

#### 4.1.5 Zum Vergleich: Das „naturwissenschaftliche Paradigma“ der Klimaforschung

Vergleichend habe ich das quantitative inhaltsanalytische Verfahren auch zur Evaluation von Begriffen eingesetzt, die mit einem „naturwissenschaftlichem Paradigma“ in der Klimaforschung in Verbindung gebracht werden können. Unter einem „naturwissenschaftlichen Paradigma“ verstehe ich den Standpunkt, dass sich „Klimaforschung“ weitgehend in der naturwissenschaftlichen Erforschung des Klimasystems erschöpft. Dieses Paradigma muss nicht zwingend ein Gegenstück zu „post-normaler Klimaforschung“ darstellen, sondern kann diese ergänzen. Nicht mit den Grundsätzen von PNS ist es hingegen zu vereinbaren, wenn nicht-naturwissenschaftliche Fragestellungen und Methoden aus dem Bereich valider Klimaforschung ausdrücklich ausgeklammert bleiben soll. Abb. 15 zeigt die Häufigkeitsentwicklungen von Begriffen, die mit der naturwissenschaftlichen Erforschung des Klimasystems in Verbindung stehen. Wenig überraschend weist der Begriff *temperature* einen hohen Anteil von teils über 30% auf. Aus der Kurve lässt sich eine geringfügige Häufigkeitszunahme ablesen, dasselbe gilt für den Begriff *precipitation*. Beide Begriffe bezeichnen wichtige Parameter des Klimageschehens. Der Anteil des Begriffs *atmosphere* nimmt hingegen über den Untersuchungszeitraum leicht ab.



**Abb. 15: Das „naturwissenschaftliche Paradigma“ der Klimaforschung.** Suchbegriffe: paleoclimate = [paleoclimat\*, holocene\*], methods = [„ice core“, isotope\*, „tree ring\*“], greenhouse = [greenhouse\*], atmosphere = [atmospher\*], temperature = [temperature\*], precipitation = [precipitation\*].

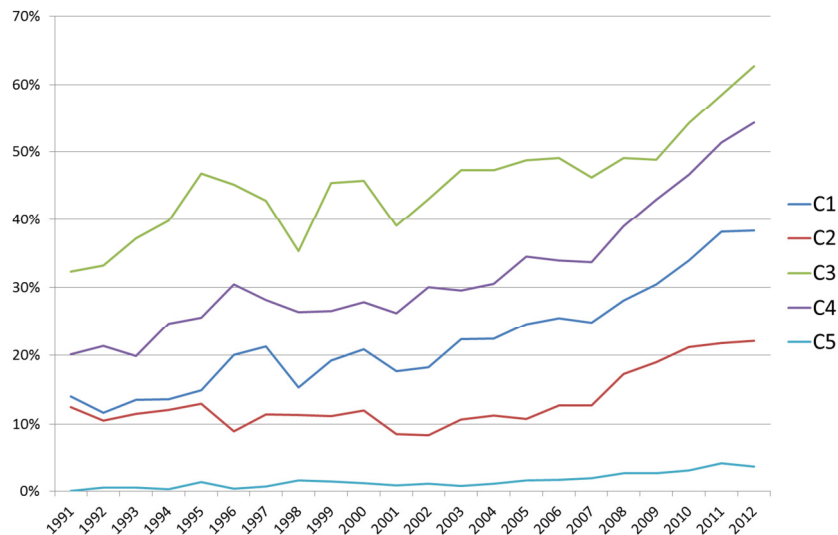
Der Begriff *greenhouse* ist häufig Teil der eher umgangssprachlichen Phrasen „*greenhouse effect*“ oder „*greenhouse gases*“. Seine moderate Häufigkeitsabnahme könnte auch darauf hindeuten, dass sich Klimaforschung sprachlich zunehmend konsolidiert und damit alltagssprachliche Begriffe zugunsten präziserer Fachtermini verabschiedet. Unter dem Begriffscluster *methods* wurden Begriffe subsummiert, die mit naturwissenschaftlichen Klima-Rekonstruktionsmethoden in Verbindung gebracht werden. Damit steht es inhaltlich in engem Zusammenhang mit dem Cluster *paleoclimate*, und tatsächlich verlaufen die beiden Kurven über weite Strecken annähernd parallel.

Insgesamt bleiben die Anteile der getesteten Begriffscluster entweder nahezu konstant oder weisen nur geringfügige Zu- oder Abnahmen auf, wobei Abnahmen besonders im Zeitraum 2005-2012 zu beobachten sind. Damit unterscheiden sich die Kurvenverläufe dieser naturwissenschaftlich konnotierten Begriffe deutlich von den Kurvenverläufen eines Großteils der mit PNS assoziierten Begriffen.

#### 4.2 Ergebnisse der quantitativen Inhaltsanalyse: Assoziation der Parameter

Nur folgende 5 Parameter wurden in einem zweiten Schritt auf ihr gemeinsames Vorliegen hin überprüft: *Berücksichtigung von Unsicherheit und Risiko, Transdisziplinarität, Berücksichtigung normativer Aspekte, Problem- und Problemlösungsorientiertheit, Lösungsstrategien*. Nicht mit einbezogen wurden hingegen die *Thematisierung des Vorsorgeprinzips* sowie *Interdisziplinarität* und *Perspektivenvielfalt*.

Zunächst wurden die einzelnen Suchbegriffe zu Clustern aggregiert, die den 5 Parametern entsprechen (Abb. 16). Man erkennt sofort, dass die einzelnen Parameter sehr unterschiedliche relative Anteile aufweisen. Am seltensten ist der Parameter *Transdisziplinarität* in der Literatur erfüllt, sein Anteil bewegt sich im niedrigen einstelligen Prozent-Bereich. Ich habe in Kap. 3.5.2 darauf hingewiesen, dass das quantitative Analyseverfahren als Evaluationsmethode für den Parameter *Transdisziplinarität* möglicherweise unzureichend ist.

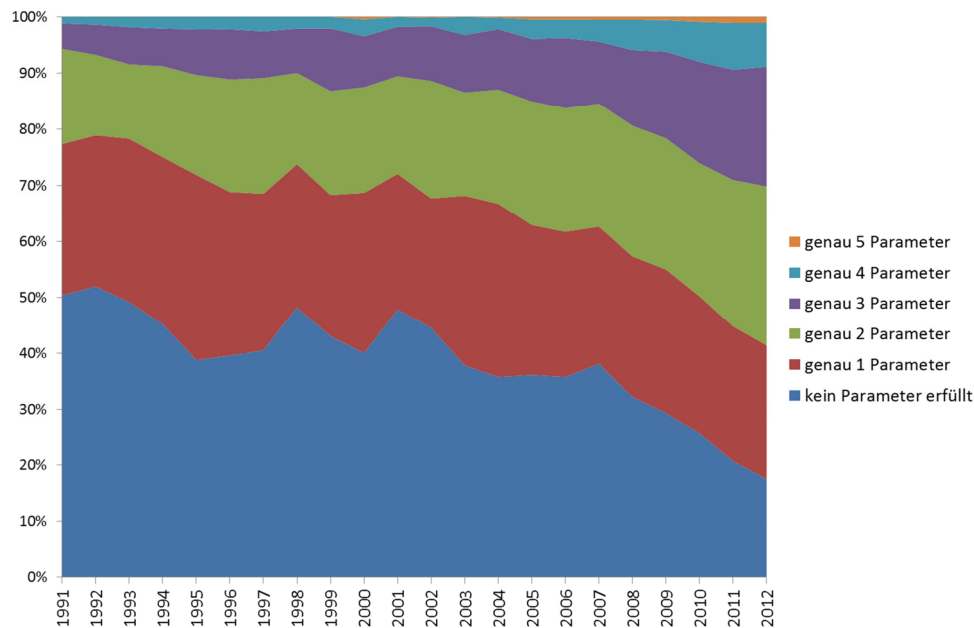


**Abb. 16: Anteile der einzelnen Parameter.** C1 = Berücksichtigung von Unsicherheit und Risiko, C2 = Berücksichtigung normativer Aspekte, C3 = Problem- und Problemlösungsorientiertheit, C4 = Thematisierung von Lösungsstrategien, C5= Transdisziplinarität.

Am häufigsten ist offensichtlich der Parameter *Problem- und Problemlösungsorientiertheit* erfüllt, sein Anteil hält am Ende der Untersuchungsperiode bei mehr als 60%. Auch der Parameter *Thematisierung von Lösungsstrategien* ist zuletzt bei mehr als 50% der Artikel erfüllt. Im Mittelfeld liegt der Parameter *Berücksichtigung von Unsicherheit und Risiko* mit knapp 40% am Ende der Untersuchungsperiode, während der Parameter *Berücksichtigung normativer Aspekte* im Jahr 2012 auf eine Häufigkeit von nur etwa 20% kommt.

Auffallend ist ein gemeinsames Muster bei allen 5 Parametern: Die Häufigkeitskurven steigen im Zeitraum von 1991-2007 moderat an, um ab 2007 plötzlich sehr viel steiler zu verlaufen. Dieser Trend war bereits bei der Einzeldarstellung der Suchbegriffe abzusehen und wird uns noch weiter beschäftigen.

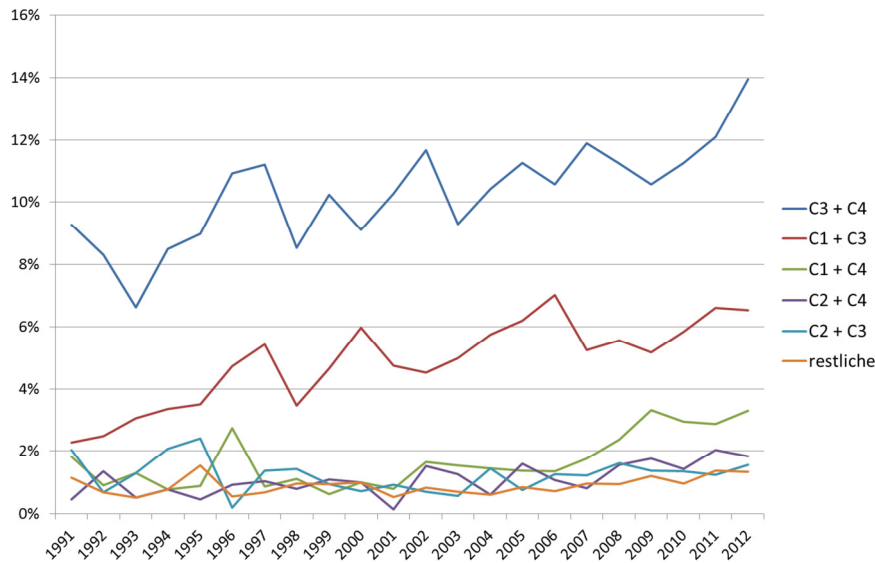
Abb. 17 stellt die *Assoziation* der Parameter im Zeitverlauf dar. Die Flächen entsprechen den Anteilen von Artikeln, die *genau* eine bestimmte Anzahl an Parametern erfüllen. Während zu Beginn des Untersuchungszeitraums (1991) noch 50% der Artikel keinen einzigen der Parameter erfüllen, sinkt dieser Anteil auf etwa 20% im Jahr 2012. Der Anteil an Artikeln, die *mindestens* 3 Parameter erfüllen, steigt dagegen im gleichen Zeitraum von etwa 5 auf 25%. Die Ergebnisse deuten somit eine zunehmende Berücksichtigung post-normaler Inhalte und Themenbereiche an.



**Abb. 17: Assoziation der Parameter.**

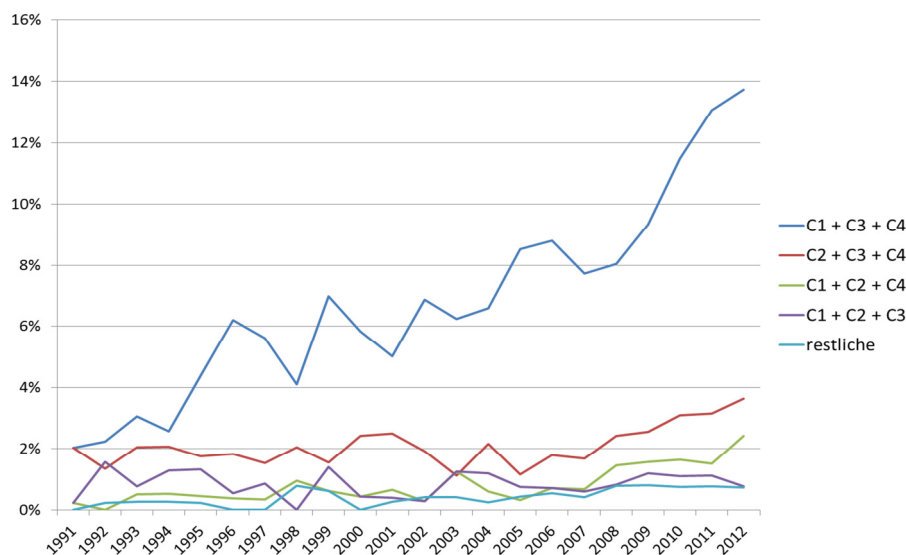
Eine detailliertere Analyse macht deutlich, dass bestimmte *Kombinationen von Parametern* besonders hohe Anteile und auch besonders hohe Steigerungsraten erzielen. Sind *genau zwei* Parameter erfüllt (grüne Fläche in Abb. 17), so handelt es sich besonders häufig um die Kombination von *Problem- und Problemlösungsorientiertheit* und *Thematisierung von Lösungsstrategien*, oder um die Kombination *Berücksichtigung von Unsicherheit und Risiko* und *Problem- und Problemlösungsorientiertheit* (Abb. 18).

Die deutlichen Differenzen zwischen den Anteilen verschiedener Kombinationen sind einerseits auf die sehr unterschiedlichen relativen Anteile der einzelnen Cluster (=Parameter) zurückzuführen. Andererseits ist es aber aus inhaltlichen Gründen plausibel, dass etwa Problemlösungsorientiertheit und die Thematisierung konkreter Lösungsstrategien sehr häufig Hand in Hand gehen.



**Abb. 18: Kombinationen von genau zwei Parametern.** C1 = Berücksichtigung von Unsicherheit und Risiko, C2 = Berücksichtigung normativer Aspekte, C3 = Problem- und Problemlösungsorientiertheit, C4 = Thematisierung von Lösungsstrategien, C5 = Transdisziplinarität.

Sind *genau drei* Parameter erfüllt, so handelt es sich am häufigsten um die Kombination *Berücksichtigung von Unsicherheit und Risiko, Problem- und Problemlösungsorientiertheit*



**Abb. 19: Kombinationen von genau drei Parametern.** C1 = Berücksichtigung von Unsicherheit und Risiko, C2 = Berücksichtigung normativer Aspekte, C3 = Problem- und Problemlösungsorientiertheit, C4 = Thematisierung von Lösungsstrategien, C5 = Transdisziplinarität.

und *Thematisierung von Lösungsstrategien* (Abb. 19). Diese drei Parameter besitzen gegenüber den Parametern *Berücksichtigung normativer Aspekte* und *Transdisziplinarität* deutlich höhere relative Anteile, und insofern ist ihre Dominanz auch in der Kombination nicht überraschend. Überraschend ist jedoch, dass alle weiteren Kombinationen von genau drei Parametern keine maßgeblichen Steigerungsraten aufweisen. Für die Häufigkeitszunahme von Artikeln, die *genau drei* Parameter erfüllen (violette Fläche in Abb. 17), ist somit hauptsächlich eine einzige von 10 möglichen Kombinationen verantwortlich. Aus inhaltlicher Sicht ist es allerdings plausibel, dass die Thematisierung von Unsicherheit und Risiko ein erhöhtes Problembewusstsein impliziert und in der Folge auch mögliche Lösungsstrategien thematisiert werden.

Für die anschließende qualitative Inhaltsanalyse werden die Stichproben aus zwei Bereichen entnommen: aus der Menge jener Artikel, die *keinen einzigen* der Parameter erfüllen (*Normal Science-Gruppe*); sowie aus der Menge derjenigen Artikel, die *mindestens vier* Parameter erfüllen (*Post-Normal-Science-Gruppe*) (Abb. 20).

Artikel, die laut quantitativer Analyse *genau 1, 2 oder 3* Parameter erfüllen, werden im Rahmen der qualitativen Inhaltsanalyse nicht weiter berücksichtigt.

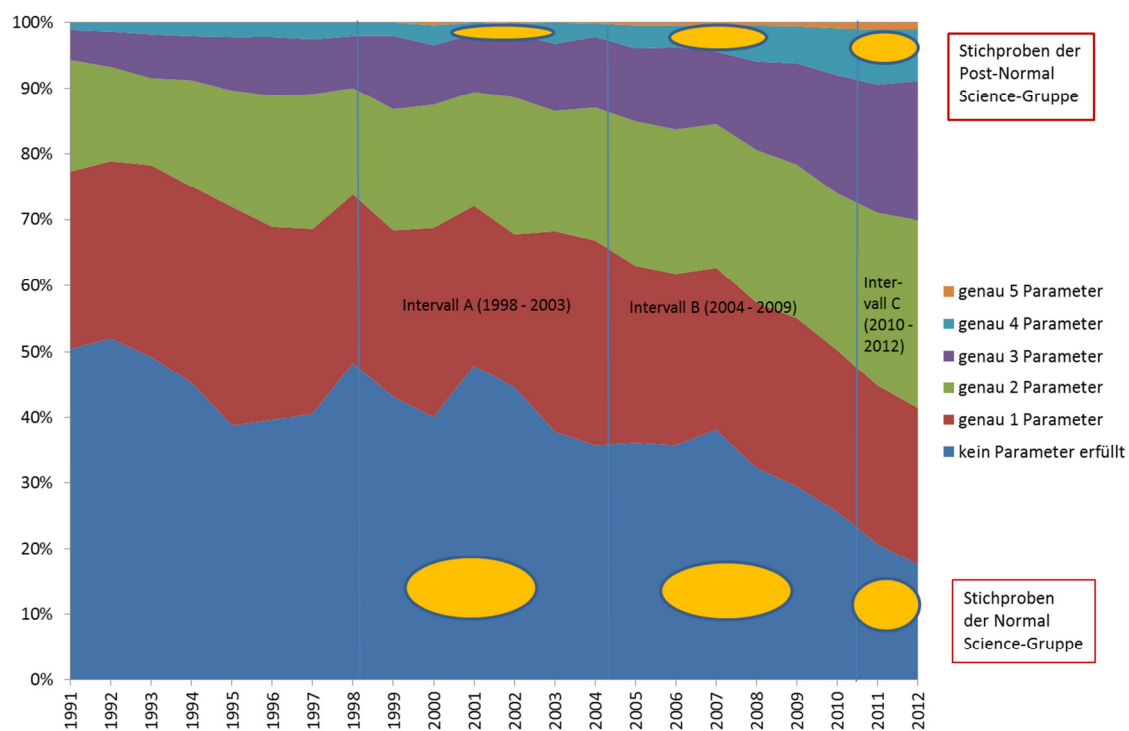


Abb. 20: Auswahl der Stichproben für die qualitative Inhaltsanalyse.

#### 4.3 Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse

Bei der folgenden Ergebnisdarstellung ist zu beachten, dass im Rahmen des qualitativen Analyseverfahrens auch jene Parameter berücksichtigt wurden, die nicht sinnvoll quantitativ erfasst werden konnten. Die exakten Definitionen der Kategorien, die Kodierregeln sowie paradigmatische Beispiele („Ankerbeispiele“) sind dem Kodierleitfaden (Anhang II) zu entnehmen. Anhang I listet sämtliche qualitativ analysierten Artikel auf.

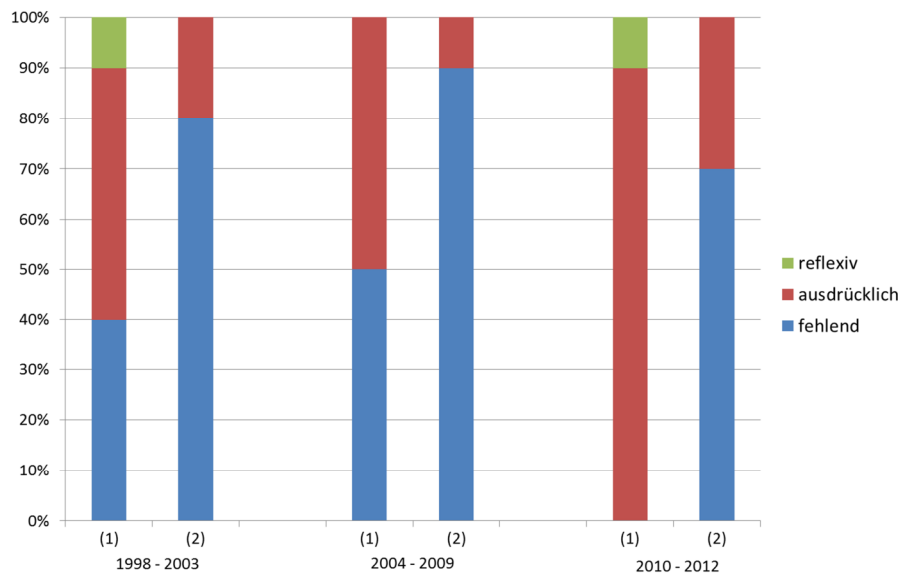
Ein Hinweis zur Terminologie: Als *PNS-Gruppe* bzw. als *Normal Science-Gruppe* bezeichne ich die Mengen an Artikeln, welche mindestens vier bzw. keinen einzigen der Parameter erfüllen. Als *PNS-Stichproben* bzw. *Normal Science-Stichproben* bezeichne ich die aus diesen beiden Gruppen zufällig ausgewählten Artikel (jeweils 10 pro Zeitintervall), die durch das qualitative Analyseverfahren überprüft wurden.

##### 4.3.1 Berücksichtigung von Unsicherheit und Risiko

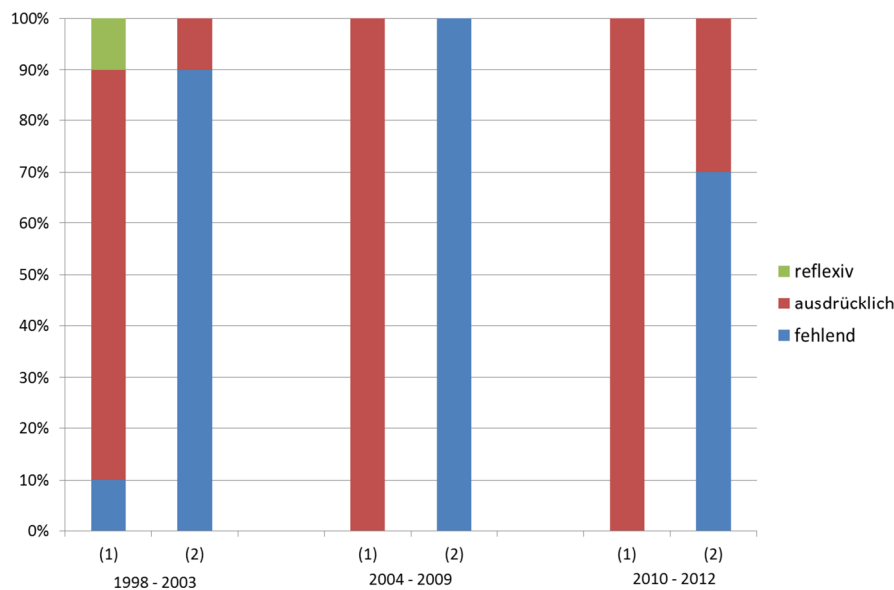
*Unsicherheit* bezüglich des Forschungsgegenstands wird in den PNS-Stichproben insgesamt häufiger thematisiert als in den Normal Science-Stichproben (Abb. 21).

Dennoch weisen in den ersten beiden Zeitintervallen immerhin 40% bzw. 50% der Artikel der PNS-Stichproben keinen ausdrücklichen Unsicherheitsbezug auf. Erst im letzten Zeitintervall (2010-2012) thematisieren alle Artikel der PNS-Stichprobe das Thema Unsicherheit; in diesem Intervall greift auch ein höherer Anteil an Artikeln aus der Normal Science-Stichprobe das Thema Unsicherheit auf.

Jeweils 10% der Artikel aus den PNS-Stichproben der Intervalle 1998-2003 sowie 2010-2012 (das entspricht jeweils genau einem Artikel) setzen sich reflexiv mit dem Thema Unsicherheit auseinander. Die Forschungsfrage des Artikels A0/4 lautet etwa: „Is the uncertainty about climate change too large for expected cost-benefit analysis?“ Im Vergleich dazu konnte bei keinem der Artikel aus der Normal Science-Stichprobe ein reflektierender, theoretischer Zugang zum Thema Unsicherheit festgestellt werden.



**Abb. 21: Thematisierung von Unsicherheit** (teilweises oder völliges Nichtwissen über Systemzusammenhänge, Unvorhersagbarkeit zukünftiger Entwicklungen). Ein *reflexiver* Unsicherheitsbezug liegt vor, wenn der Umgang der Klimaforschung mit U. zum Gegenstand einer theoretischen, reflektierenden Auseinandersetzung gemacht wird; ein *ausdrücklicher* Unsicherheitsbezug liegt vor, wenn U. bezüglich des Forschungsgegenstands ein wesentlicher und integraler inhaltlicher Bestandteil des Artikels ist. (1) = PNS-Gruppe, (2) = Normal Science-Gruppe.

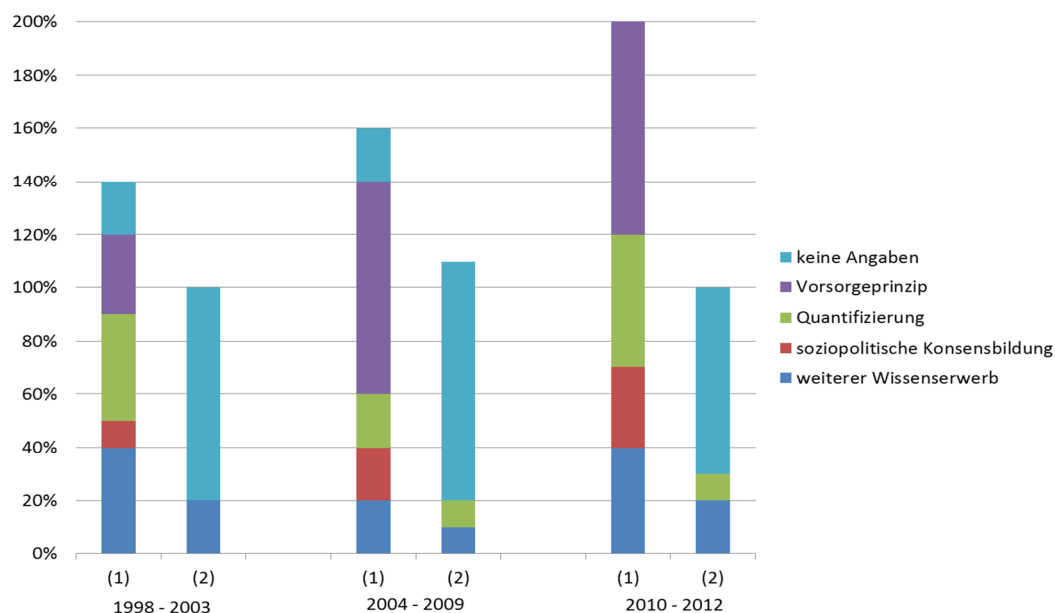


**Abb. 22: Thematisierung von Risiko** (Gefährdung sozialer und/oder natürlicher Systeme). Ein *reflexiver* Risikobezug liegt vor, wenn der Umgang der Klimaforschung mit R. zum Gegenstand einer theoretischen, reflektierenden Auseinandersetzung gemacht wird; ein *ausdrücklicher* Risikobezug besteht, wenn die Thematisierung von R. ein wesentlicher und integraler inhaltlicher Bestandteil des Artikels ist. (1) = PNS-Gruppe, (2) = Normal Science-Gruppe.

Deutlicher noch fällt der Unterschied zwischen PNS-Stichproben und Normal Science-Stichproben beim Umgang mit dem Thema *Risiko* aus (Abb. 22). Während nahezu alle Artikel der PNS-Stichproben einen ausdrücklichen Risikobezug aufweisen, trifft dies nur auf einen geringen Anteil der Normal Science-Stichproben zu. Wiederum ist innerhalb der Normal Science-Gruppe der Anteil an Artikeln, welche Risiko ausdrücklich thematisieren, im letzten Zeitintervall (2010-2012) höher als in den anderen beiden Intervallen.

*Paradigmen im Umgang mit Unsicherheit und Risiko* konnten nur bei jenen Artikeln bestimmt werden, die diese beiden Themen (oder eines davon) ausdrücklich behandeln (Abb. 23). In den Normal Science-Stichproben ist dies nur bei einem geringen Anteil der Artikel der Fall, und diese konzentrieren sich ausnahmslos auf die Quantifizierung von Unsicherheit und Risiko oder fordern weiteren Wissenserwerb ein.

Im Gegensatz dazu beziehen sich fast alle Artikel der PNS-Stichproben auf eines oder mehrere der angeführten Paradigmen (d.h. Mehrfachnennungen sind möglich). Viele, aber nicht alle Artikel dieser Gruppe betonen das Vorsorgeprinzip; im ersten Zeitintervall (1998-2003) geschieht dies am seltensten.



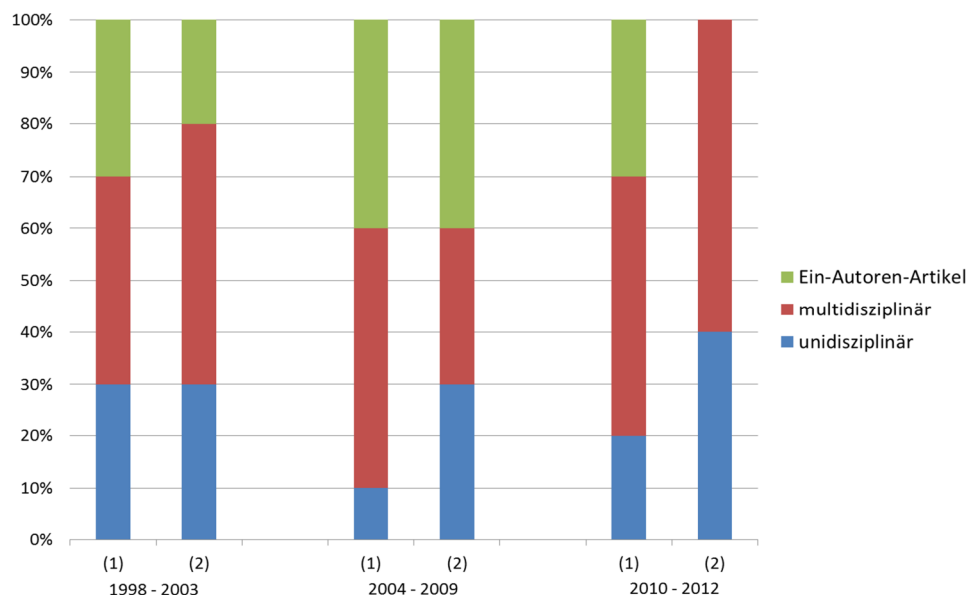
**Abb. 23: Paradigmen im Umgang mit Unsicherheit und Risiko** (Mehrfachnennungen möglich). Der Artikel bezieht sich explizit oder implizit auf eines oder mehrere der folgenden Paradigmen: Forderung nach Reduktion von U. und R. durch weiteren Wissenserwerb, Ruf nach einer sozio-politischen Einigung über den Umgang mit U. und R., Quantifizierung im Rahmen mathematisch-statistischer Analysen, Forderung nach einer Implementierung des Vorsorgeprinzips. (1) = PNS-Gruppe, (2) = Normal Science-Gruppe.

An der steigenden Höhe der Balken der PNS-Stichproben kann man ablesen, dass auch die *Diversität* an Paradigmen zunimmt. Im letzten Zeitintervall (2010-2012) bezieht sich jeder Artikel der PNS-Stichprobe im Durchschnitt auf zwei der angeführten Paradigmen. Am wenigsten häufig wird insgesamt auf das Paradigma *soziopolitische Konsensbildung* referiert. Abschließend sollte erwähnt werden, dass es in manchen Fällen nicht leicht war zu beurteilen, ob sich ein Artikel ausdrücklich auf das *Vorsorgeprinzip* bezieht. Einzelne Artikel stellen einen *expliziten* Bezug zu diesem Konzept her, der in Wendungen wie „a call for a new precautionary science“ (C0/9, 20) zum Ausdruck kommt. In anderen Fällen (z.B. A0/2) werden konkretere Maßnahmen und Lösungsstrategien vorgeschlagen, die als Versuch einer praktischen Implementierung des Vorsorgeprinzips *interpretiert* werden können, wobei dieses Interpretationsakt nicht durch explizite Regeln angeleitet ist. An diesen Schwierigkeiten wird u.a. deutlich, dass das Vorsorgeprinzip weiterer Operationalisierungsschritte bedarf, um für die Praxis von Bedeutung zu sein (Dovers & Handmer 1995).

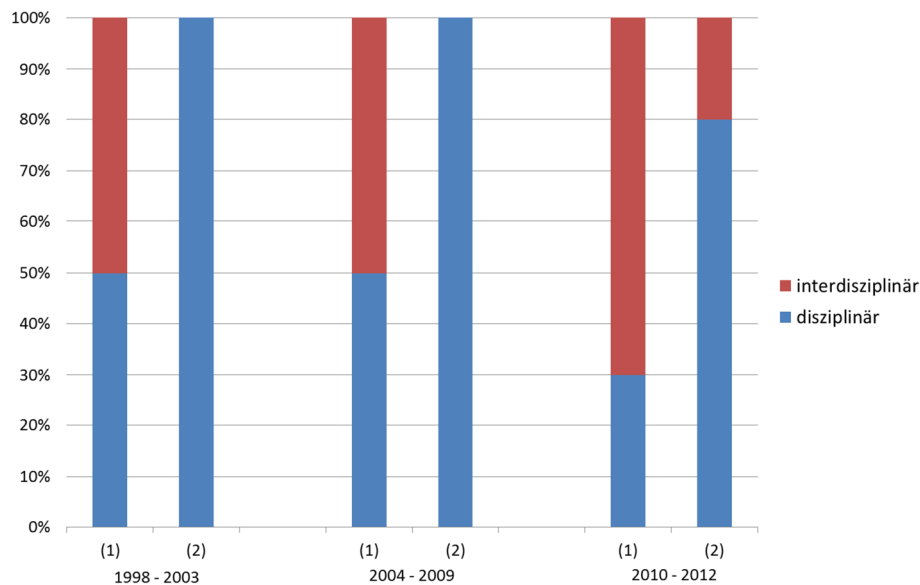
#### 4.3.2 Inter- und Transdisziplinarität

In Bezug auf die *Zusammensetzung des Forschungsteams* zeigen sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen PNS-Stichproben und Normal Science-Stichproben (Abb. 24). Dieses Ergebnis ist wenig überraschend, da disziplinenübergreifende Kooperationen bereits in der naturwissenschaftlichen Basisforschung zum Klimageschehen nicht unüblich sind.

Deutlicher unterscheiden sich die jeweiligen Stichproben in Bezug auf die *Interdisziplinarität der Forschungsfrage* (Abb. 25). Die ersten beiden Intervalle zeigen ein übereinstimmendes Bild: Die Artikel der Normal Science-Stichproben sind ausnahmslos disziplinär orientiert, während 50% der Artikel der PNS-Stichproben eine interdisziplinäre Fragestellung aufweisen. Zu beachten ist, dass dabei eine starke Definition von Interdisziplinarität vorausgesetzt wurde, die eine konzeptuelle Integration über mindestens zwei der drei Teilbereiche des Nachhaltigkeitskonzepts verlangt.



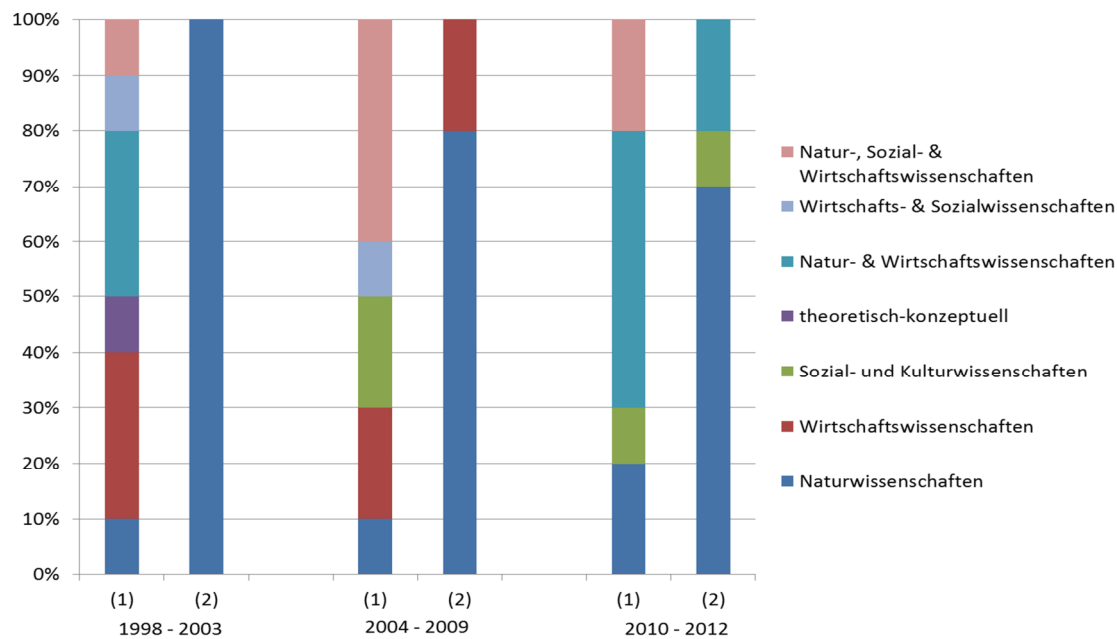
**Abb. 24: Zusammensetzung des Forschungsteams** laut Angaben zur institutionellen Zugehörigkeit der Autor/innen. (1) = PNS-Gruppe, (2) = Normal Science-Gruppe.



**Abb. 25: Interdisziplinarität der Forschungsfrage** im Sinne einer kognitiven Integration über die Teilbereiche des Konzepts der Nachhaltigkeit (natürliche, soziale und wirtschaftliche Systemzusammenhänge). (1) = PNS-Gruppe, (2) = Normal Science-Gruppe.

Erst im letzten Zeitintervall (2010-2012) erfüllen auch 20% der Artikel der Normal Science-Stichprobe dieses Kriterium. In der PNS-Stichprobe liegt in diesem Zeitraum der Anteil an interdisziplinären Artikeln bei 70% und damit höher als in den ersten beiden Intervallen.

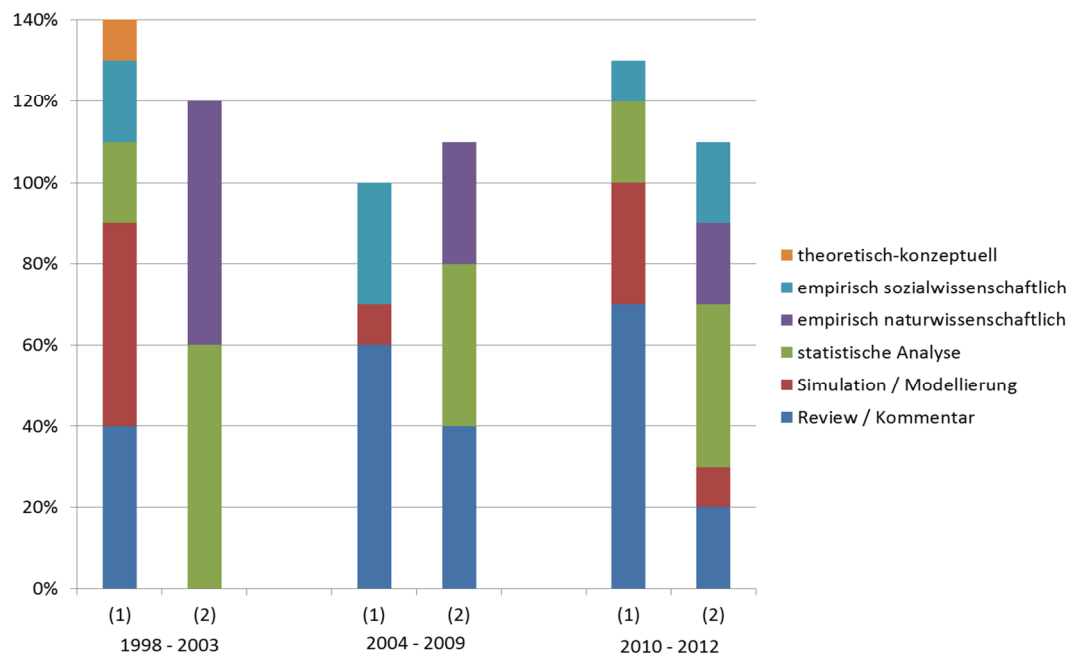
Eine detailliertere Betrachtung des *disziplinären Hintergrunds* der Artikel fördert deutliche Unterschiede zwischen den beiden Gruppen zutage (Abb. 26). Im ersten Zeitintervall (1998-2003) weisen sämtliche Artikel der Normal Science-Stichprobe eine rein naturwissenschaftliche Fragestellung auf. Im zweiten Zeitintervall (2004-2009) besitzen 20% der Artikel der Normal Science-Stichprobe einen wirtschaftswissenschaftlichen Hintergrund, während die restlichen 80% den Naturwissenschaften zuzurechnen sind. Erst im dritten Zeitintervall (2010-2012) beinhaltet die Normal Science-Stichprobe einen Artikel (10%) mit sozial- bzw. kulturwissenschaftlichem Hintergrund sowie zwei Artikel (20%), die naturwissenschaftliche und wirtschaftswissenschaftliche Fragestellungen integrieren.



**Abb. 26: Disziplinäre Zugehörigkeit der Forschungsfrage.** (1) = PNS-Gruppe, (2) = Normal Science-Gruppe.

Die Zusammensetzung der PNS-Stichproben ist dagegen wesentlich heterogener. Nur ein geringer Prozentsatz dieser Artikel (10% bzw. 20%) weist eine ausschließlich naturwissenschaftliche Fragestellung auf. Einige Artikel haben einen wirtschaftswissenschaftlichen Hintergrund, andere kombinieren natur- und wirtschaftswissenschaftliche Fragestellungen. Auffallend ist, dass der Anteil an Artikeln aus den Sozial- und Kulturwissenschaften auch in den PNS-Stichproben insgesamt gering bleibt. Mit Ausnahme des zweiten Zeitintervalls (2004-2009) ist zudem der Anteil an Artikeln, die alle drei Dimensionen des Nachhaltigkeitskonzepts integrieren, nicht sehr hoch. Im ersten (1998-2003) und dritten Zeitintervall (2010-2012) dominieren somit auch in den PNS-Stichproben Artikel mit natur- und / oder wirtschaftswissenschaftlichem Hintergrund.

In methodischer Hinsicht zeigt sich im ersten Zeitintervall (1998-2003) noch ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Stichproben, während sich im dritten Zeitintervall (2010-2012) bei beiden Stichproben ein recht ähnliches Bild ergibt (Abb. 27). Das Methodeninventar der Normal Science-Stichprobe des ersten Intervalls setzt sich ausschließlich aus empirisch naturwissenschaftlichen Methoden sowie statistischen Analysen zusammen, während die PNS-Stichprobe des ersten Zeitintervalls methodisch heterogener ausgerichtet ist. Ein auffallend großer Anteil dieser PNS-Stichprobe wendet Simulationen oder Modellierungen an, empirisch naturwissenschaftliche Methoden kommen dagegen nicht zum Einsatz. Die Anteile an empirisch sozialwissenschaftlich sowie theoretisch-konzeptuell



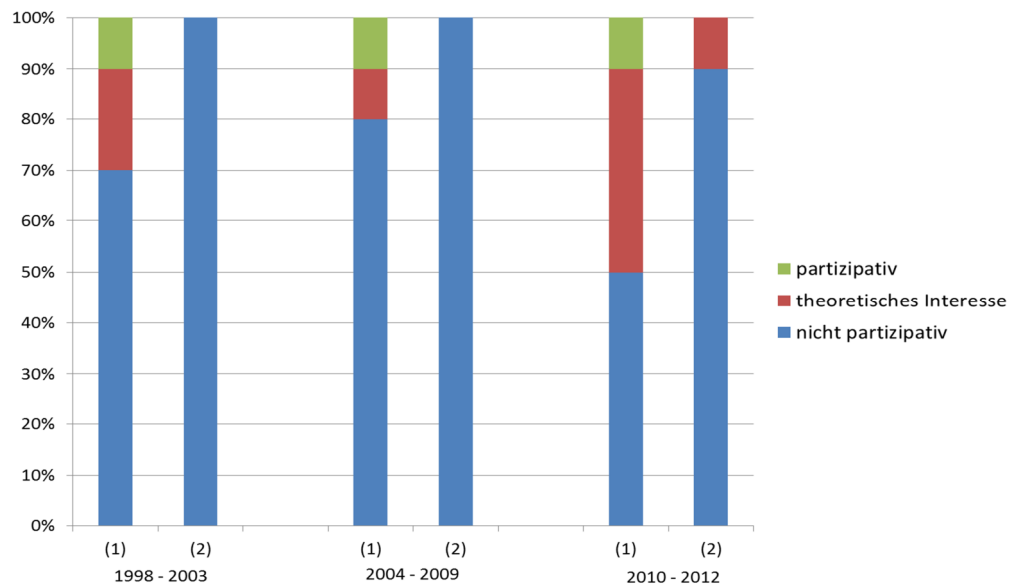
**Abb. 27: Methodische Orientierung des Artikels** (Mehrfachnennungen möglich). (1) = PNS-Gruppe, (2) = Normal Science-Gruppe.

orientierten Artikeln verbleiben insgesamt eher gering, ein etwas höherer Anteil an empirisch sozialwissenschaftlichen Methoden zeigt sich in der PNS-Stichprobe des zweiten Zeitintervalls (2004-2009).

Im dritten Zeitintervall (2010-2012) nivellieren sich die Unterschiede zwischen den beiden Stichproben, und in der Normal Science-Stichprobe sinkt der relative Anteil empirisch naturwissenschaftlicher Arbeiten. Hervorzuheben ist, dass empirisch naturwissenschaftliche Methoden in keinem einzigen der Artikel der drei PNS-Stichproben zum Einsatz kommen.

Partizipative Forschungsmethoden kommt insgesamt in beiden Gruppen nur selten zur Anwendung (Abb. 28). Auch in den PNS-Stichproben wurden über alle drei Zeitintervalle hinweg nur in 10% der Artikel BürgerInnen oder Stakeholder aus nicht-akademischen Sektoren in den Forschungsprozess miteinbezogen. Der überwiegende Anteil an Artikeln der PNS-Stichproben erfüllt somit nicht das Kriterium der Transdisziplinarität bzw. die methodische Forderung nach einer Implementierung von EPCs. Häufiger als die praktische Umsetzung partizipativer Methoden ist die theoretische Diskussion des Themas Transdisziplinarität, in der PNS-Stichprobe des dritten Zeitintervalls (2010-2012) trifft das immerhin auf 40% der Artikel zu.

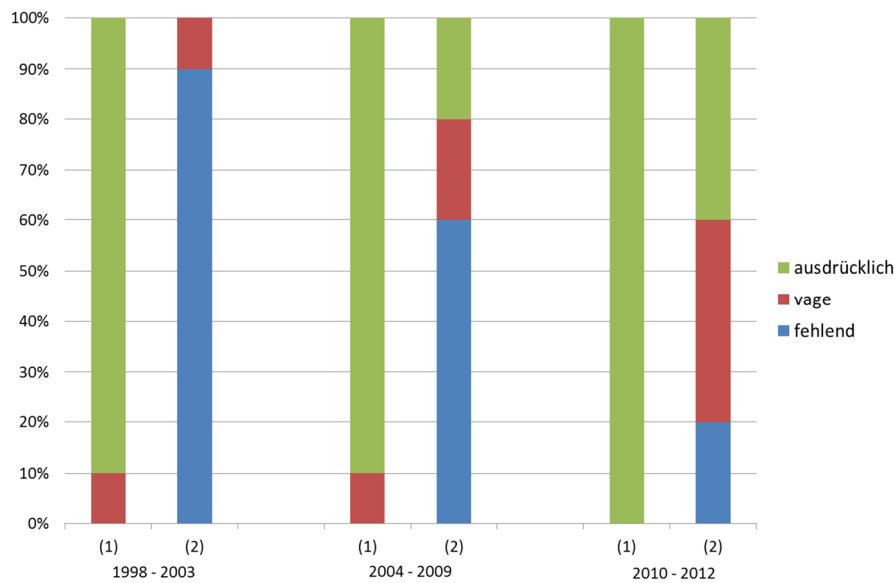
In den Normal Science-Stichproben kommen in keinem Fall partizipative Methoden zum Einsatz, und nur in einem Artikel der Stichprobe des dritten Zeitintervalls (2010-2012) wird theoretisches Interesse daran signalisiert.



**Abb. 28: Partizipativer Charakter der Forschung.** Im Rahmen einer *partizipativen* Methodik wird nicht-akademisches Personal (professionelle Stakeholder und/oder Laien) praktisch in den Forschungsprozess miteinbezogen. In manchen Fällen wird *theoretisches Interesse* an den Themen transdisziplinärer Forschung und Öffentlichkeitsbeteiligung geäußert, ohne dass es zu einer praktischen Umsetzung dieser Konzepte kommt. (1) = PNS-Gruppe, (2) = Normal Science-Gruppe.

#### 4.3.3 Berücksichtigung normativer Aspekte

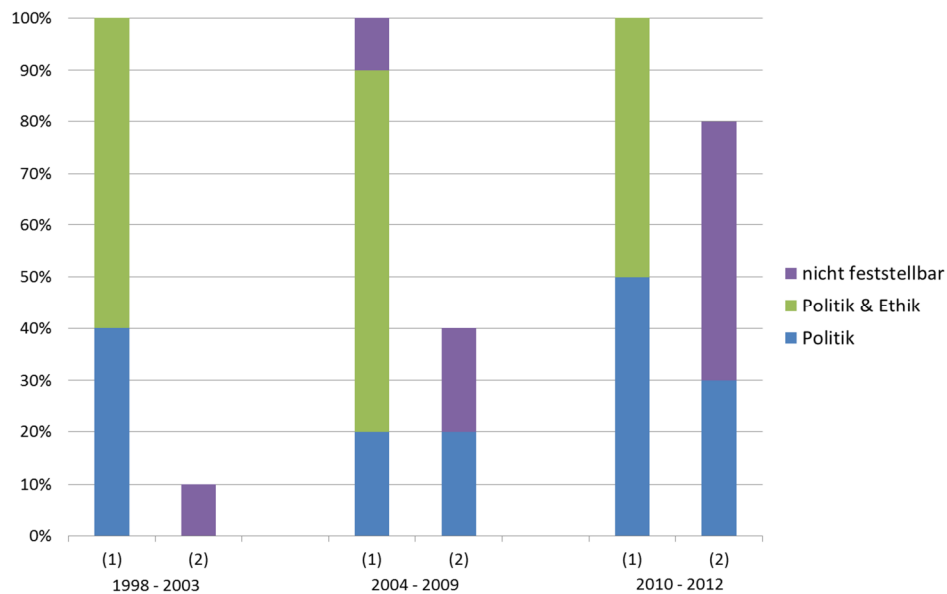
Normative Aspekte, d.h. Werturteile, ethische Überlegungen oder politische Bezüge, werden in allen Artikeln der PNS-Stichproben berücksichtigt, und dies zumeist in ausdrücklicher Form (Abb. 29). In den Normal Science-Stichproben ist dagegen eine interessante zeitliche Dynamik zu beobachten. Während im ersten Zeitintervall (1998-2003) 90% der Artikel keinerlei normative Bezüge herstellen, sind es im letzten Zeitintervall (2010-2012) bereits 80%, die in zumindest vager Form normative Aspekte thematisieren. Vage Hinweise auf normative Aspekte können etwa darin bestehen, dass auf „*potentially negative implications* of a mismatch between arrival dates of [bird] migrants and optimal conditions at breeding sites“ (B1/8, 1141, Hervorh. J.B.) infolge des Klimawandels hingewiesen wird, ohne dass diese „negativen Auswirkungen“ genauer spezifiziert werden.



**Abb. 29: Berücksichtigung normativer Aspekte des Forschungsgegenstands.** Werturteile, Normen und Präskriptionen werden *ausdrücklich* berücksichtigt, nur *vage* und undeutlich thematisiert oder derartige Hinweise *fehlen* gänzlich. (1) = PNS-Gruppe, (2) = Normal Science-Gruppe.

Normative Aussagen können grob danach klassifiziert werden, ob sie sich eher auf philosophisch-ethische und / oder auf politische Rahmenkonzepte beziehen. In den PNS-Stichproben setzt etwas mehr als die Hälfte der Artikel sowohl philosophisch-ethische als auch politische Referenzsysteme voraus, der Rest beinhaltet ausschließlich politische Referenzen (Abb. 30). Die Artikel der Normal Science-Stichproben weisen dagegen, wo dies feststellbar ist, ausschließlich politische Bezüge auf. Ein ausschließlich philosophisch-ethischer Zugang wird in keinem einzigen Fall gewählt, weder in den PNS-Stichproben noch in den Normal Science-Stichproben.

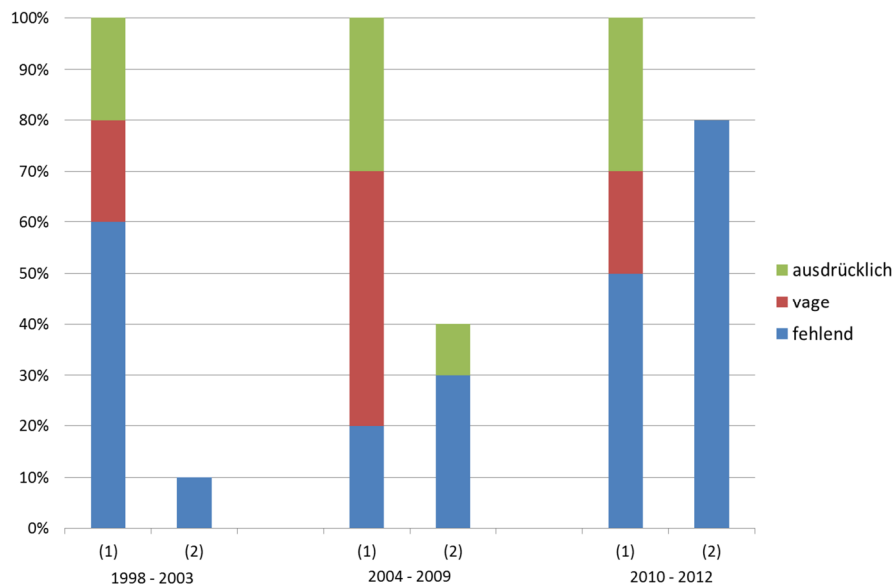
In einigen Fällen waren die normativen Bezüge zu *vage*, um ein konzeptuelles Referenzsystem bestimmen zu können. Dies betraf allerdings fast ausschließlich Artikel aus den Normal Science-Stichproben, die Artikel der PNS-Stichproben konnten bis auf eine Ausnahme eindeutig einem normativen Referenzsystem zugeordnet werden.



**Abb. 30: Normative Referenzsysteme** (nur falls normative Aspekte berücksichtigt werden). Der Artikel bezieht sich ausdrücklich auf *politische* und / oder *philosophisch-ethische* Rahmenkonzepte. (1) = PNS-Gruppe, (2) = Normal Science-Gruppe.

Ethische und / oder politische Konflikte werden in durchschnittlich 50% der Artikel der PNS-Stichproben thematisiert, im zweiten Zeitintervall (2004-2009) ist der Anteil mit 80% am höchsten (Abb. 31). In vielen Fällen sind Hinweise auf mögliche Zielkonflikte, Werte-Pluralismen oder differierende politische Standpunkte allerdings vage oder sehr allgemein gehalten. Beispielsweise liest man: „[A]ll decisions privilege one set of interests over another and create winners and losers.“ (A0/1, 388) Ausdrückliche und konkrete Beschreibungen oder Diskussionen moralischer Konflikte finden wir in nur 20% (1998-2003) bzw. 30% (2004-2012) der Artikel der PNS-Stichproben vor.

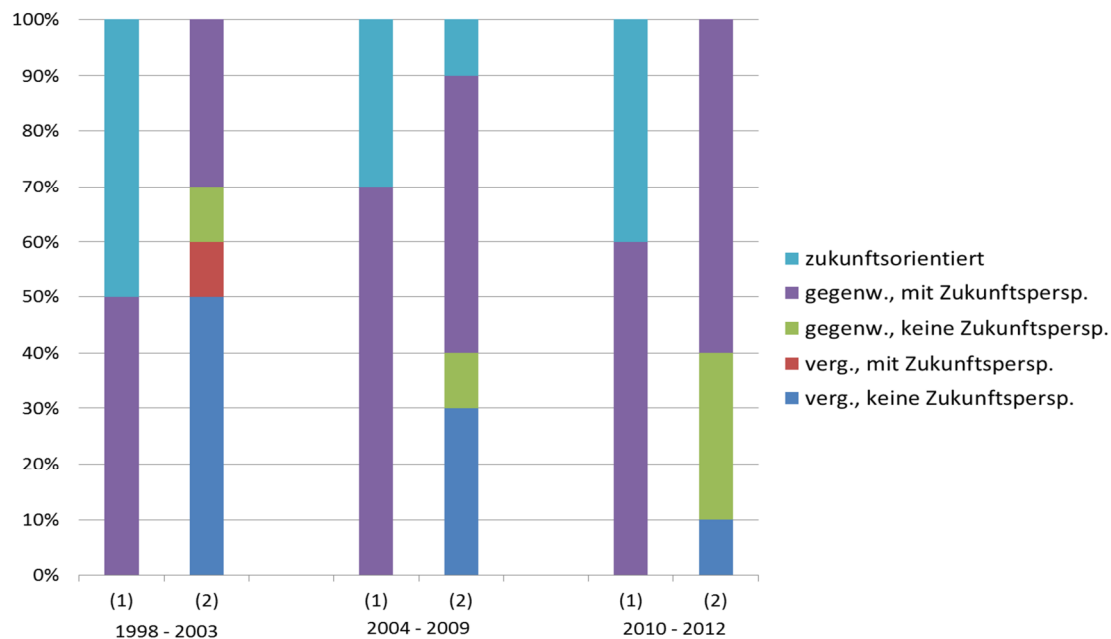
In den Normal Science-Stichproben fehlen Hinweise auf ethische Konflikte hingegen fast völlig. Nur in einem Artikel (10%) des zweiten Zeitintervalls (2004-2009) wird dieses Thema aufgegriffen und diskutiert.



**Abb. 31: Hinweis auf ethische Konflikte** (nur falls normative Aspekte berücksichtigt werden). Zielkonflikte, differierende moralische und/oder politische Standpunkte, plurale Werte und Uneinigkeit über zukünftige Maßnahmen und Handlungsstrategien werden *ausdrücklich* oder nur *vage* und undeutlich thematisiert, oder derartige Hinweise *fehlen* gänzlich. (1) = PNS-Gruppe, (2) = Normal Science-Gruppe.

#### 4.3.4 Problem- und Problemlösungsorientiertheit

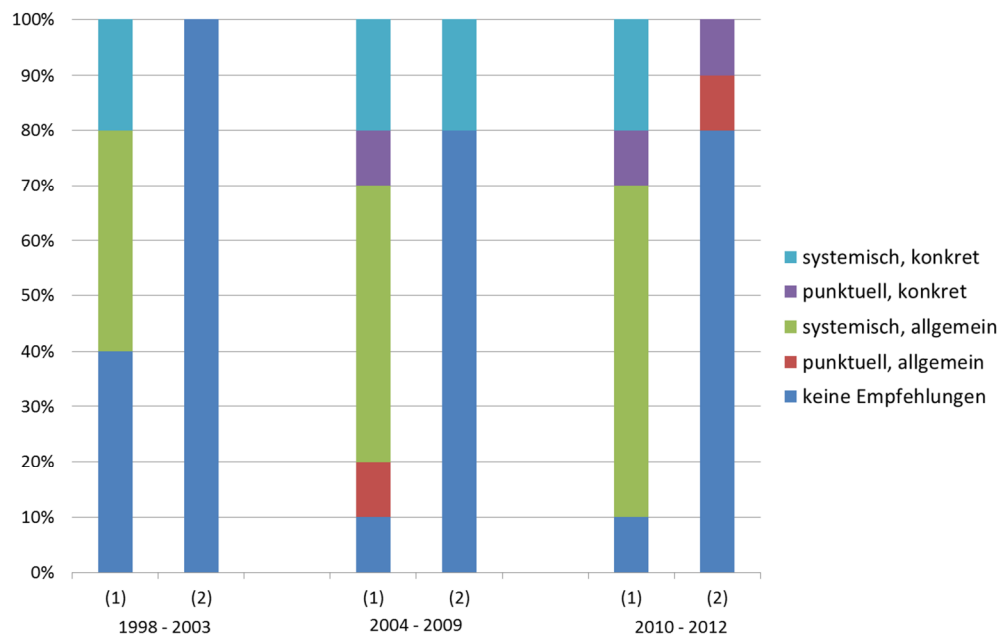
In ihrer *zeitlichen Orientierung* unterscheiden sich PNS-Stichproben und Normal Science-Stichproben offenkundig in allen drei Zeitintervallen (Abb. 32). In den PNS-Stichproben liegt der zeitliche Fokus der Forschungsfrage ausnahmslos in Gegenwart und Zukunft, keiner der Artikel hat die Erforschung der Vergangenheit zum Thema. In den Normal Science-Stichproben ist eine Veränderung über die Untersuchungsperiode hinweg zu beobachten. Im ersten Zeitintervall (1998-2003) liegt der Anteil vergangenheitsorientierter Artikel noch bei 60%, im letzten Zeitintervall (2010-2012) dagegen bei nur 10%. Auffallend ist außerdem, dass bis auf eine Ausnahme im zweiten Zeitintervall (2004-2009) keiner der Artikel der Normal Science-Stichproben als „zukunftsorientiert“ zu klassifizieren ist. In den PNS-Stichproben liegt der Anteil zukunftsorientierter Artikel dagegen bei 30% (2004-2009) bis 50% (1998-2003). In beiden Gruppen verbleibt der Anteil gegenwartsorientierter Artikel, die auch eine Zukunftsperspektive beinhalten, annähernd gleich hoch.



**Abb. 32: Zeitlicher Fokus der Forschungsfrage.** Verg. = *vergangenheitsorientiert*: vor 20. Jhdt. oder auf indirekten Klima-Rekonstruktionsmethoden basierend. Gegenw. = *gegenwartsorientiert*: 20./21. Jhdt. oder auf direkten Klima-Messdaten basierend. Außerdem wurde die Formulierung von *Zukunftsperspektiven* erfasst. *Zukunftsorientierte* Artikel haben Vorhersagen, Simulationen oder Szenarien-Entwicklung als primären Forschungsgegenstand. (1) = PNS-Gruppe, (2) = Normal Science-Gruppe.

Konkrete *Handlungsvorschläge und Lösungsempfehlungen* werden in den PNS-Stichproben insgesamt deutlich häufiger formuliert als in den Normal Science-Stichproben (Abb. 33). Im ersten Zeitintervall (1998-2003) enthält kein einziger Artikel der Normal Science-Stichprobe Handlungsempfehlungen, während dies in der PNS-Stichprobe bei 60% der Artikel der Fall ist. In den anderen beiden Zeitintervallen enthalten jeweils 20% der Normal Science-Stichproben sowie 90% der PNS-Stichproben Empfehlungen.

Sehr häufig wurden Empfehlungen in den PNS-Stichproben als systemisch und allgemein klassifiziert. Ein Beispiel für derartige Empfehlungen: „We must convince humanity that it is possible to develop the technology that allow us to combine rising prosperity with a recognition of environmental limits.“ (C0/5, 783) Man kann diese Art von Problemlösungsvorschlägen auch als „programmatisch“ bezeichnen, da ihre Umsetzung weiterer Operationalisierungsschritte bedarf.



**Abb. 33: Handlungsempfehlungen und Problemlösungsvorschläge.** Empfehlungen haben *systemischen* Charakter, wenn sie in einen erkennbaren strategischen Rahmen eingebunden sind und auf einen längerfristigen Wandel natürlicher, sozialer und politischer Systeme zielen; sie sind *punktuell*, wenn eine derartige strategische Einbettung fehlt. Empfehlungen sind *konkret*, wenn ein spezifisches räumlich-zeitliches Setting feststellbar ist und eine unmittelbare Anwendungsnähe besteht; sie sind *allgemein*, wenn ein derartiges Setting fehlt und keine unmittelbare Anwendungsnähe gegeben ist. (1) = PNS-Gruppe, (2) = Normal Science-Gruppe.

Konkrete systemische Handlungsvorschläge finden sich in jeweils 20% der Artikel der PNS-Stichproben sowie in 20% der Artikel der Normal Science-Stichprobe des zweiten Zeitintervalls (2004-2009). Solche Vorschläge sind in der Regel spezifischer, besitzen ein räumlich-zeitliches Setting und sind häufig an konkrete Entscheidungsträger adressiert.

Handlungsempfehlungen mit punktuelltem Charakter, im Unterschied zu einer systemischen Ausrichtung, sind insgesamt nur selten vertreten. In diese Kategorie fallen etwa konkrete, an die Versicherungsbranche gerichtete Empfehlungen (B0/6), aber auch Überlegungen zur ökonomisch optimalen zeitlichen Gestaltung von Emissionsraten (B0/2).

Die Klassifizierung von Handlungsempfehlungen als systemisch oder punktuell, bzw. als allgemein oder konkret, erwies sich nicht selten als schwierig, und möglicherweise sind diese Kategorien auch nicht völlig unabhängig voneinander. Grobe Tendenzen – wenig Empfehlungen in den Normal Science-Stichproben, ein großer Anteil allgemeiner Empfehlungen in den PNS-Stichproben – sind aber mit relativ hoher Sicherheit feststellbar.

#### 4.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Insgesamt sind aus den Ergebnissen der beiden inhaltsanalytischen Verfahren eindeutige Trends abzulesen. Alle PNS-Parameter, die durch das *quantitative Verfahren* analysiert wurden, sind im Untersuchungszeitraum 1991-2012 in der Literatur in prozentuell zunehmendem Ausmaß erfüllt, und besonders hohe *Steigerungsraten* sind bei allen 5 Parametern in der jüngsten Vergangenheit, nämlich im Zeitraum 2007-2012, zu verzeichnen. Die absoluten Anteile der erfassten Parameter unterscheiden sich teils beträchtlich, was möglicherweise auch auf methodische Limitierungen zurückzuführen ist. Hohe absolute Anteile weisen die Parameter *Problem- und Problemlösungsorientiertheit* sowie *Lösungsstrategien* auf (mehr als 50% im Jahr 2012). Der Parameter *Transdisziplinarität* besitzt mit weniger als 5% im Jahr 2012 den niedrigsten Anteil.

Nicht nur die Anteile der einzelnen Parameter nehmen über die Untersuchungsperiode hinweg zu, die Parameter sind auch in steigendem Ausmaß gemeinsam erfüllt, d.h. miteinander *assoziiert*. Der Anteil an Artikeln, die keinen einzigen der definierten Parameter erfüllen, sinkt von ca. 50% im Jahr 1991 auf weniger als 20% im Jahr 2012.

Die *qualitative Inhaltsanalyse* ergibt zumeist deutliche Unterschiede zwischen der Gruppe von Artikeln, die mindestens 4 Parameter erfüllen (*PNS-Gruppe*) und der Gruppe von Artikeln, die keinen Parameter erfüllen (*Normal Science-Gruppe*). Bei manchen (Teil-) Parametern sind diese Unterschiede beträchtlich (z.B. *Thematisierung von Risiko, Handlungsempfehlungen*), bei anderen sind sie weniger stark ausgeprägt (z.B. *Thematisierung von Unsicherheit, Interdisziplinarität der Forschungsfrage*). Bei manchen Parametern ist eine zeitliche Veränderung *innerhalb der Normal Science-Gruppe* zu beobachten, d.h. es zeigen sich Unterschiede zwischen den drei Stichproben dieser Gruppe, wobei die PNS-Parameter in zunehmendem Ausmaß erfüllt werden (z.B. *Berücksichtigung normativer Aspekte*). In geringerem Ausmaß deutet sich eine derartige Veränderung auch *innerhalb der PNS-Gruppe* an (z.B. *Thematisierung von Unsicherheit*). Bei insgesamt nur drei Stichproben pro Gruppe können diese Veränderungen aber nur mit großem Vorbehalt als „Trend“ bezeichnet werden. Einzig der Parameter *Transdisziplinarität* ist auch in der PNS-Gruppe in nur geringem Ausmaß erfüllt, was schon aufgrund des methodischen Designs wenig überraschend ist. Da die „PNS-Gruppe“ als jene Gruppe von Artikeln definiert wurde, die im Rahmen des quantitativen Verfahrens *mindestens vier von fünf* Parameter erfüllen, und da der absolute Anteil des Parameters *Transdisziplinarität* im Rahmen des quantitativen Verfahrens sehr

niedrig ist, entspricht die „PNS-Gruppe“ näherungsweise jener Gruppe, in der *alle Parameter außer Transdisziplinarität* erfüllt sind.

## 5. DISKUSSION UND AUSBLICK

Im Anschluss an diese detaillierte Ergebnisdarstellung sind folgende Fragen von weiterem Interesse:

- (1) Wurden die Ergebnisse der quantitativen Inhaltsanalyse durch das qualitative Analyseverfahren *validiert*?
- (2) Wurde die in Kap. 2.5 formulierte *Hypothese* über das Verhältnis von PNS und Klimaforschung bestätigt?
- (3) Welche Implikationen sind aus den Ergebnissen *für die Klimaforschung* ableitbar?
- (4) Welche Implikationen sind aus den Ergebnissen *für das Konzept PNS* ableitbar?

Frage (1) reflektiert und diskutiert den *methodischen Zugang* dieser Arbeit, während die Fragen (2) bis (4) *inhaltliche* Gesichtspunkte betreffen. Frage (2) entspricht der Rückübersetzung der empirisch gewonnenen Ergebnisse in ein theoretisches Aussagesystem. Die Fragen (3) und (4) schließen an theoretische Überlegungen aus Kap. 2 an und führen diese im Lichte der empirisch gewonnenen Resultate weiter, wobei aufgrund der Komplexität der Thematik nur ausgewählte Aspekte berücksichtigt werden können.

### 5.1 Diskussion und Reflexion des methodischen Zugangs der Arbeit

In methodischer Hinsicht verfolgt diese Arbeit den Anspruch, eine Synthese zwischen einem quantitativ-szientometrischen, computergestützten Verfahren sowie einem stärker qualitativ orientierten Zugang zu schaffen. Eine solche Synthese ist nicht Teil eines etablierten Methodenkanons der Wissenschaftsforschung, dessen Einhaltung valide, *state-of-the-art*-konforme Resultate garantiert oder garantieren soll. Daher verdienen nicht nur die empirischen Ergebnisse selbst Aufmerksamkeit; auch deren Entstehungsprozess soll an dieser Stelle reflektiert werden.

Die Integration der beiden Methoden erfolgt in Form eines Validierungsprozesses: Anhand mehrerer kleiner Stichproben wird überprüft, ob die inhaltlich präzisere qualitative Inhaltsanalyse ähnliche Ergebnisse liefert wie ein quantitativ-inhaltsanalytisches Verfahren. Diese *Validierung* kann nun prinzipiell selbst in *quantitativer* oder *qualitativer* Form erfolgen. Die quantitative Variante würde in der Anwendung eines statistischen Verfahrens bestehen,

das den Grad an Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen beider Methoden misst und in numerischer Form ausdrückt. Ein solches Messverfahren ist aber nicht unmittelbar verfügbar, sondern setzt Erwägungen voraus, welche Parameter oder Qualitäten überhaupt sinnvoll miteinander verglichen werden können; es muss also qualitative Vorarbeit geleistet werden.<sup>74</sup> Da qualitative Schritte somit unvermeidbar sind, habe ich mich für die zweite Variante, eine rein qualitative Validierung, entschieden. Das bedeutet, „nach Augenmaß“ und unter Berücksichtigung von Hintergrundwissen zu beurteilen, ob, inwiefern oder in welchem Maß die beiden Methoden zu übereinstimmenden Ergebnissen führen. Das Ergebnis einer derartigen Validierung ist kein Übereinstimmungs-Koeffizient, sondern ein argumentativ begründetes Urteil.

Insgesamt ist aus den Ergebnissen ersichtlich, dass die qualitative Inhaltsanalyse Unterschiede im „PNS-Gehalt“, wie sie durch das quantitative Verfahren festgestellt wurden, in mäßig bis hohem Ausmaß bestätigt. Doch es zeigen sich Unterschiede bei den einzelnen Parametern. Der Grad an Übereinstimmung ist geringer bei jenen Parametern, die im Rahmen des quantitativen Verfahrens nicht oder vermutlich nicht sinnvoll überprüft werden konnten und die in der Folge nicht zwingend erfüllt sein mussten, damit ein Artikel der PNS-Gruppe zugerechnet wurde. Das betrifft vor allem den Parameter *Inter- und Transdisziplinarität*. Zwar besitzen Artikel aus der PNS-Gruppe häufiger eine interdisziplinäre Fragestellung als Artikel aus der Normal Science-Gruppe, doch immerhin knapp 50% der Artikel der PNS-Gruppe sind *nicht* als interdisziplinär zu beurteilen. Noch seltener erfüllen Artikel der PNS-Gruppe das Kriterium der Transdisziplinarität (vgl. dazu Kap. 4.4).

In anderen Fällen ist der Mangel an Übereinstimmung vermutlich darauf zurückzuführen, dass im Rahmen des quantitativen Verfahrens weniger differenziert vorgegangen wurde. Während bei der qualitativen Inhaltsanalyse mehrere Teilfragen pro (Haupt-)Parameter (d.h. Hauptkategorie) formuliert wurden, wurden bei der quantitativen Analyse nur die einzelnen Hauptparameter für sich abgefragt. Das Kriterium für das Vorliegen eines Parameters - die einmalige Erwähnung eines einzelnen Suchbegriffs - ist zudem schwach. Die nur mäßige Übereinstimmung der Ergebnisse bei der Teilfrage *Thematisierung von Unsicherheit* etwa könnte auf die mangelnde Differenzierung des quantitativen Verfahrens

---

<sup>74</sup> Das quantitative und das qualitative Verfahren haben teils unterschiedliche Inhalte: Zwar wird bei beiden methodischen Zugängen dieselbe Liste an Hauptkriterien für PNS vorausgesetzt, aber nicht alle davon können sinnvoll quantitativ überprüft werden. Im Rahmen der qualitativen Inhaltsanalyse werden die Hauptkriterien außerdem weiter in Teilkriterien unterteilt. Auch die Art der Skalierung unterscheidet sich: Während das quantitative Verfahren eine binäre Skala verwendet, basiert die qualitative Inhaltsanalyse überwiegend auf mehrstufigen Skalen.

zurückzuführen sein; die Aspekte *Unsicherheit* und *Risiko* wurden zu einer einzigen Hauptkategorie zusammengefasst.

Es wurde zudem offensichtlich, dass die Strategie, einzelne Suchbegriffe als Indikatoren für komplexere theoretische Konzepte heranzuziehen, unterschiedlich gut funktioniert. Sie funktioniert besser, wenn diesen Konzepten einzelne, prägnante *theoretische Begriffe* zugeordnet sind, wie z.B. *risk*, *uncertainty*, *resilience*, *adaptation*. Sie funktioniert weniger gut, wenn diese Konzepte durch komplexere sprachliche Wendungen repräsentiert werden, wie es bei *Inter-* und *Transdisziplinarität* der Fall ist. Im Unterschied zu Luzadis et al. (2010, 9) bin ich nicht davon überzeugt, dass ein einfaches empirisches Verfahren - „a positivist approach to look for [...] specific critical words or phrases“ – eine „automatische“ Sinnerfassung von Texten leisten kann.

Die in dieser Arbeit eingesetzte quantitativ-inhaltsanalytische Methode ist m.E. aber dazu geeignet, sich einen ersten, groben Überblick über große Textmengen zu verschaffen und empirisch begründete *Prognosen* über deren Inhalt abzugeben. *Valide* ist die Methode daher, sofern sie in der Funktion eines *empirisch-prognostischen Verfahrens*, und nicht eines empirischen Erhebungsverfahrens, verstanden wird.

## 5.2 Beantwortung der Forschungsfrage

Die in Kap. 2.5 formulierte Hypothese lautet, dass Klimaforschung *in zunehmendem Ausmaß* Konzepte und Methoden des post-normalen Wissenschaftsparadigmas berücksichtigt. Wurde die Hypothese nun durch die empirischen Resultate *bestätigt*, und falls ja, wurde sie im *starken* oder *schwachen* Sinn bestätigt? Die Antwort auf diese Frage hängt maßgeblich davon ab, welchen Status man dem quantitativen inhaltsanalytischen Verfahren beimisst, denn nur das quantitative inhaltsanalytische Verfahren erfasst einen hinreichend großen Anteil von Literatur, um Aussagen über den Stand des Forschungsgebiets zu erlauben.

Da ich die quantitative Analyse nicht als empirisches Erhebungsverfahren interpretiere, sondern seine *prognostische Funktion* hervorheben möchte, ist eine Bestätigung der Hypothese *im starken Sinn* nicht möglich. *Im schwachen Sinn* dagegen bestätigen die empirischen Resultate die Hypothese im überprüften Zeitraum: Die einzelnen fünf Begriffskluster, die den Kriterien für PNS zugeordnet wurden, sind in der Literatur in zunehmendem Ausmaß erfüllt. Darüber hinaus nimmt der Anteil an Literatur zu, die *mindestens zwei der fünf* Cluster enthält, und nimmt der Anteil an Literatur ab, welche *keinen*

*einzig* der Cluster enthält. Geht man davon aus, dass die Begriffscluster Hinweise auf das Erfülltsein der jeweiligen Parameter liefern, dann kann man aus den Häufigkeitszunahmen der Begriffscluster schließen, dass die Parameter von PNS vermutlich mit zunehmender Häufigkeit erfüllt sind. Darüber hinaus lässt sich aus den Ergebnissen eine Phase der rapiden Häufigkeitszunahme ablesen, die den Jahren 2007 – 2012 entspricht.

Die These, wonach Klimaforschung zunehmend *Konzepte und Methoden* des post-normalen Wissenschaftsparadigmas berücksichtigt, ist bewusst vorsichtig formuliert. Sie ist *nicht gleichbedeutend* mit der Aussage, dass sich Klimaforschung zunehmend zu einer *post-normalen Wissenschaft* entwickelt. Diese letztere These kann aus den empirischen Resultaten nicht abgeleitet werden, ohne weitere theoretische Annahmen heranzuziehen. Empirisch überprüft wurde nur das Vorliegen *gewisser Teilkriterien* oder *Teilattribute* von PNS. Um aus dem Erfülltsein dieser Teilkriterien auf das Vorliegen einer *post-normalen Wissenschaft* zu schließen, muss zusätzlich angenommen werden, dass (1) diese Teilkriterien *gute Indikatoren* für PNS darstellen, und dass (2) alle diese Attribute gemeinsam ein kognitiv und organisatorisch stabiles Muster bilden, welches dem Konzept PNS entspricht. Diese Annahme entspricht der *Kohärenzthese*, die uns in Zusammenhang mit dem Konzept Mode 2 bereits begegnet ist (vgl. Kap. 2.1.2).

Die empirischen Ergebnisse lassen nur Vermutungen darüber zu, ob diese Kohärenzthese schlüssig ist. Von besonderer Relevanz sind dabei die Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse für alle jene Parameter, die im Rahmen des quantitativen Verfahrens nicht oder nicht sinnvoll überprüft werden konnten. Diese Parameter stellen keine *Kriterien* für die Aufnahme eines Artikels in die PNS-Gruppe dar. Sind sie bei den Artikeln der PNS-Gruppe dennoch erfüllt, dann wäre das ein Hinweis darauf, dass die Kohärenzthese möglicherweise zutrifft.

Der Parameter *Interdisziplinarität* ist in der PNS-Gruppe zwar deutlich häufiger erfüllt als in der Normal Science-Gruppe, doch immerhin etwa 50% der Artikel der PNS-Gruppe wurden nicht als interdisziplinär beurteilt. Ein noch geringerer Anteil der PNS-Gruppe erfüllt das Kriterium der *Transdisziplinarität*.<sup>75</sup> Unterschiede zwischen PNS-Gruppe und Normal Science-Gruppe bestehen zwar bei beiden Parametern, und insofern besitzt die Kohärenzthese eine gewisse Plausibilität. Die relative Seltenheit transdisziplinärer Arbeiten verlangt dennoch nach weiteren Erklärungen. Denkbar ist, dass die Wahl eines relativ „konservativen“ Untersuchungsmaterials dafür (mit-)verantwortlich ist. Auch auf die methodischen

---

<sup>75</sup> Der Parameter *Transdisziplinarität* wurde zwar in die quantitative Analyse mit einbezogen, war in der PNS-Gruppe faktisch aber selten erfüllt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass für die Aufnahme eines Artikels in die PNS-Gruppe nur vier von fünf Parameter von PNS erfüllt sein mussten.

Beschränkungen des Erhebungsverfahrens wurde mehrfach hingewiesen (vgl. Kap. 3.5.4). Nicht zuletzt könnten auch Unklarheiten bei der *Definition* von Transdisziplinarität eine Rolle spielen. Möglicherweise aber sind transdisziplinäre Arbeitsweisen in der Klimaforschung tatsächlich eher Ausnahme als Regel.

Welche dieser Erklärungen man auch als plausibler erachtet: Da das Kriterium der Transdisziplinarität ein zentrales Element des Konzepts PNS darstellt, scheint mir die *stärkere These*, dass Klimaforschung zunehmend zu einer *post-normalen Wissenschaft* werde, durch die empirischen Ergebnisse zumindest *nicht bestätigt*. Unter Berücksichtigung der möglichen methodischen Beschränkungen des Erhebungsverfahrens kann sie freilich auch nicht als *widerlegt* gelten.

An dieser Stelle lohnt ein Literaturvergleich: Wie argumentieren jene AutorInnen, die Klimaforschung als (zunehmend) post-normale Wissenschaft betrachten? Mein Eindruck ist, dass in diesen Fällen häufig eine schwache, wenig radikale Lesart transdisziplinärer Forschungstätigkeit vorausgesetzt wird.

Einen positiven Zusammenhang zwischen Klimaforschung und PNS konstatieren etwa Bray & von Storch (1999), Saloranta (2001) und Friedrichs (2011). Bray & von Storch (1999) konzentrieren sich dabei hauptsächlich auf die Anwendungsorientiertheit der Forschung sowie auf Kontakte zwischen wissenschaftlicher, sozialer und politischer Sphäre. *Transdisziplinarität* wird hier offenbar im Sinne von Politikberatung und Öffentlichkeitsarbeit interpretiert. KlimaforscherInnen verbleiben in der Rolle von ExpertInnen, die Sachwissen zur Verfügung stellen, manchmal auch praktische Maßnahmen und Problemlösungen vorschlagen, dabei aber nicht selten ihren eigentlichen Kompetenzbereich überschreiten (vgl. auch von Storch & Krauß 2013). Die Schnittstelle zwischen (post-normaler) Wissenschaft und Gesellschaft besteht nicht in EPCs, sondern gestaltet sich als „*transfer of knowledge to the social realm*“ (Bray & von Storch 1999, 449; Hervorh. i.O.).

Saloranta (2001, 395) zufolge kann die Arbeitsweise des IPCC „to a relatively large extent [...] as ‚Post-Normal‘“ bezeichnet werden. Die Diagnose stützt sich auf die beiden Kriterien des Unsicherheitsmanagements sowie des Bestehens von EPCs. Als *extended peer community* interpretiert Saloranta (2001, 400) die Autorenschaft des Zweiten Sachstandsberichts (SAR) des IPCC, wozu nicht nur WissenschaftlerInnen, sondern auch ExpertInnen aus dem nicht-akademischen Bereich (etwa aus NGOs) zählen. Auch diese Lesart von *transdisziplinärer* Forschung ist offensichtlich eine sehr schwache, denn die AutorInnen des SAR stammen ausnahmslos aus einem *professionellen* Umfeld. Der Umgang des IPCC mit *Unsicherheiten* sei darüber hinaus durch eine differenzierte Angabe von technischen, methodologischen,

epistemologischen sowie ethischen Aspekten gekennzeichnet. Saloranta (2001, 400ff.) charakterisiert offensichtlich den *konzeptuell-theoretischen* Umgang des IPCC mit dem Thema Unsicherheit als *post-normal*, praktisch-politische Aspekte von Unsicherheitsmanagement werden nicht weiter thematisiert.

Ähnlich wie Saloranta (2001) sieht auch Friedrichs (2011) den IPCC in der Rolle einer Vermittlungsinstitution zwischen wissenschaftlicher Tätigkeit und politischer Praxis. Die Hinwendung zur *politischen Praxis* stellt für ihn das maßgebliche Kriterium für den post-normalen Status der Klimaforschung dar: „After all, the whole point of post-normal climate science is to influence political decisions.“ (Friedrichs 2011, 473) Infolge der Popularisierung von Klimaschutzagenden hätten Zivilgesellschaft und Massenmedien zunehmend den Status von EPCs eingenommen. Deren Aufgabe liegt Friedrichs (2011, 472) Interpretation zufolge primär in der Evaluation und Qualitätskontrolle der Forschung, weniger in deren aktiver Mitgestaltung.

Einen nur *teilweise positiven* Zusammenhang zwischen Klimaforschung und PNS diagnostizieren u.a. van de Kerkhof & Leroy (2000), Pereira et al. (2009), Healy (2011) und Hegger et al. (2012). Van de Kerkhof & Leroy (2000, 900f.) evaluieren das holländische Klimaforschungsprogramm NRP (*National Research Program*), wobei sie darauf hinweisen, dass die Situation in Holland nicht mit der in vielen anderen westeuropäischen Staaten vergleichbar sei. Die ProponentInnen holländischer Umweltpolitik seien von Anfang an „concerned scientists“ gewesen, „representatives of an academic counter-movement, opposing traditional academic sciences, especially their reductionist way of disciplinary thinking and their relative neglect of societal relevance“ (van de Kerkhof & Leroy 2000, 901). Stärker als die zuvor zitierten AutorInnen betonen van der Kerkhof & Leroy (2000) somit den oppositionellen Charakter und den aktivistischen Zugang zur Wissenschaft, wodurch die Aktivitäten des NRP teilweise dem Bild post-normaler Forschung entsprechen. Die Kriterien des Unsicherheitsmanagements, des Managements von Inter- und Transdisziplinarität, der politischen Relevanz und des Qualitätsmanagements würden im Rahmen der Klimaforschungs-Aktivitäten des NRP teilweise, aber nicht in absoluter Hinsicht erfüllt. Unter *Transdisziplinarität* verstehen die AutorInnen „involvement of society, whether represented by the experts of societal interest groups or by so called lay people“ (van de Kerkhof & Leroy 2000, 908). Obwohl in dieser Definition sowohl professionelle Stakeholdern als auch Laien berücksichtigt werden, zeigt sich, dass an den von den AutorInnen beschriebenen Programmen des NRP in erster Linie professionelle Stakeholder beteiligt sind.

Die Studie von Pereira et al. (2009, 5423) fokussiert in erster Linie auf den transdisziplinären Charakter von Klimaforschung, worunter „an extended involvement of non-specialists“ zu verstehen sei. Mit dem *ACCENT Network of Excellence* wird eine Organisation an der Schwelle zwischen wissenschaftlicher und politischer Sphäre unter die Lupe genommen.<sup>76</sup> Neben der verstärkten Interaktion zwischen Forschung und politischem Umfeld werde im Rahmen von ACCENT auch versucht, die Zivilgesellschaft zu involvieren: „[T]here is a loose unstructured interaction between ACCENT members and the general public, mostly through dissemination in public events [...]“ (Pereira et al. 2009, 5424) Beschrieben wird hier offensichtlich ein gerichteter Informationsfluss ausgehend von ExpertInnen hin zu einer interessierten Öffentlichkeit. Eine radikalere Lesart transdisziplinärer Forschung, verstanden als *aktive Einbindung* der Zivilgesellschaft, wird auch von Pereira et al. (2009) nicht vorausgesetzt.

Offensichtlich scheitert eine einfache Beantwortung der Frage, ob es *empirische Hinweise* auf das Vorliegen von Inter- und Transdisziplinarität in der Klimaforschung gibt, an der *konzeptuellen Mehrdeutigkeit* dieser Begriffe.

Obwohl heute Inter- und Transdisziplinarität etablierte Begrifflichkeiten sind, kann bei Weitem nicht von einheitlichen oder allgemein überzeugenden Konzepten gesprochen werden. Mit der Rede von Inter- und vor allem von Transdisziplinarität verbinden sich unterschiedliche theoretische Konzeptionen, divergierende Problematisierungsperspektiven sowie heterogene, teils widersprüchliche Zielsetzungen in methodologischer, institutioneller und wissenschaftspolitischer Hinsicht. (Bogner et al. 2010, 7)

Die hier beschriebene inhaltliche Unklarheit bei der Verwendung der Begriffe Inter- und Transdisziplinarität ist mit ein Grund dafür, dass das quantitative inhaltsanalytische Verfahren zur Evaluation der entsprechenden PNS-Parameter inadäquat ist. Die Methode ist zur Überprüfung der übrigen PNS-Parameter – Berücksichtigung von Unsicherheit und Risiko, Berücksichtigung normativer Aspekte, Lösungsorientiertheit – vermutlich besser geeignet, und die empirischen Ergebnisse erlauben daher primär Rückschlüsse über das Vorliegen dieser Parameter.

Die Hypothese der zunehmenden Implementierung bestimmter Konzepte und Methoden des post-normalen Wissenschaftsparadigmas durch die Klimaforschung wird somit von den empirischen Ergebnissen (im schwachen Sinn) bestätigt, dies aber nur für die Teilbereiche *Berücksichtigung von Unsicherheit und Risiko, Berücksichtigung normativer Aspekte* sowie *Lösungsorientiertheit der Forschung*.

---

<sup>76</sup> Das *ACCENT Network of Excellence* wurde als Projekt der Europäischen Kommission gegründet, mit dem Ziel, KlimaforscherInnen zu vernetzen und Interaktionen mit politischen EntscheidungsträgerInnen zu ermöglichen.

### 5.3 Die Kontroversen um die Klimaforschung im Lichte des PNS-Diskurses

In diesem Kapitel werde ich den Versuch wagen, die gewonnenen Ergebnisse zu aktuellen Entwicklungen innerhalb der Klimaforschung in Beziehung zu setzen. Als äußerer Ereignisrahmen dienen dabei die Skandale um die Klimaforschung, welche im Jahr 2009 mit einer E-Mail-Affäre ihren Ausgang nahmen und heute unter der Bezeichnung „Climategate“ bekannt sind. Diese Vorfälle stießen auch in der PNS-Szene auf Resonanz und veranlassten Ravetz (2011a; 2012) zu zwei kritischen Artikeln sowie einigen Blog-Einträgen. Von einer detaillierten Nacherzählung der als „Climategate“ bekannt gewordenen Episode werde ich absehen; für eine Darstellung der Ereignisse siehe etwa Grundmann (2013) oder von Storch & Krauß (2013, 81ff.).

In Kurzfassung: Angestoßen wurde die öffentliche Debatte durch die Veröffentlichung interner E-Mails von KlimawissenschaftlerInnen der Universität East Anglia, die teils den Eindruck erweckten, als würden Forschungsdaten absichtlich manipuliert und kritische Einwände anderer WissenschaftlerInnen unterdrückt. Später wurden Fehler im Vierten Sachstandsbericht des IPCC aufgedeckt. Im Zentrum öffentlicher Kontroversen stand insbesondere die „Hockeyschlägerkurve“, eine historische Klima-Rekonstruktion, die einen dramatischen Anstieg von CO<sub>2</sub>-Emissionen und Temperaturen ab dem Jahr 1850 anzeigt und damit einen kausalen Zusammenhang zwischen den beiden Faktoren nahezulegen scheint. Prominent wurde diese Kurve deshalb, weil sie im Dritten Sachstandsbericht des IPCC (2001) „als Symbol, Beweis und Aufforderung zum Handeln in den Vordergrund gestellt [wurde]“ (von Storch & Krauß 2013, 102). Die methodischen Voraussetzungen der Rekonstruktion wurden dabei nicht explizit diskutiert oder gar problematisiert. In den Folgejahren geriet die Kurve zunehmend unter Beschuss; KritikerInnen versuchten methodische Mängel oder gar Datenfälschungen nachzuweisen. Die enorme Prominenz der Hockeyschlägerkurve ist von Storch & Krauß (2013, 102) zufolge ein Anzeichen für einen „Stellvertreterkrieg“ – es schien, als würde die Integrität der Klimaforschung nur von der wissenschaftlichen Haltbarkeit einer einzigen Rekonstruktion abhängen.

Diese Skandale führten zu einer Zuspitzung eines schon davor bestehenden gesellschaftlichen Konflikts: Zu beobachten ist ein antagonistisches Verhältnis zwischen VertreterInnen des „offiziellen“ Klima-Narrativs, wie es etwa der IPCC repräsentiert, und einer Gruppe von KritikerInnen oder SkeptikerInnen, die die These eines anthropogenen Klimawandels ablehnt. Mit „KritikerInnen“ oder „SkeptikerInnen“ sind zunächst alle jene gemeint, die die These eines anthropogenen Klimawandels ganz oder auch nur teilweise für unrichtig halten. Nun ist

bekannt, dass ein Teil dieses skeptischen Lagers in erster Linie aus politischen Motiven agiert. Besonders einflussreich ist dieser „special interest organized scepticism“ (Demeritt 2006, 454) in den USA. Es existiert darüber hinaus aber ein inhomogenes Feld von „SkeptikerInnen“, die nicht dem rechtskonservativen politischen Lager zuzurechnen sind. Da es sich dabei eher um einzelne Akteure und nicht um eine geschlossene Bewegung handelt, sind auch deren Gründe für die Ablehnung des „offiziellen“ Klima-Narrativs vielgestaltig. In jedem Fall muss man zur Kenntnis nehmen, dass sich einige kritische Einwände auf die genuin wissenschaftliche Praxis beziehen und nicht bloß schlecht kaschierten politischen Aktivismus darstellen.

Besonders hervorzuheben ist an der Climategate-Affäre, dass hier interne Vorgänge wissenschaftlicher Praxis enormen öffentlichen Widerhall fanden. Wissenschaftliche Tätigkeit wurde zum Gegenstand gesellschaftlicher und politischer Auseinandersetzungen, die weit über den Kreis der eigentlichen „ExpertInnen“ hinausreichten. Bevorzugtes Medium der KritikerInnen war das Internet, eine Flut an Blog-Einträgen diskutierte und kommentierte die Tätigkeit der WissenschaftlerInnen. Diese „Blogosphäre“ entwickelte sich somit zur „digitale[n] Schnittstelle zwischen Klimaforschung und Öffentlichkeit“ (von Storch & Krauß 2013, 135).

Für Ravetz (2011a; 2012) stellt die kritische Blogosphäre darüber hinaus eine *Extended Peer Community* dar, in den virtuellen Kontroversen um die Klimaforschung realisiere sich somit ein wichtiger Aspekt post-normaler Wissenschaft: „[The controversy] was an exemplification of post-normal science, with the role of extended peer community being filled by the critics on the blogosphere.“ (Ravetz 2011a, 149) Klimaforschung werde durch die Beteiligung der Blogosphäre somit *faktisch* zum Anwendungsfall post-normaler Wissenschaft.

Irritierend ist an dieser Interpretation, dass die Beteiligung der virtuellen EPC offenbar zunächst zu einer *Destabilisierung* der Klimaforschung führte, indem das öffentliche Vertrauen in die WissenschaftlerInnen und deren Tätigkeit erschüttert wurde. Es ist nicht ohne weiteres klar, worin genau die Funktion der Blogosphäre in dieser Krisensituation besteht – doch folgen wir Ravetz' (2011a, 149) Argumentation: „[The climate scientists] were doing ‚normal science‘, not coping with uncertainties, and then [...] the ‚extended peer community‘ had come into power on the critical blogosphere.“ Und weiter: „We can understand the root cause of Climategate as a case of scientists constrained to attempt to do normal science in a post-normal situation.“ (Ravetz 2011a, 151)

Wie in Kap. 2.2.3 besprochen, sehen Funtowicz & Ravetz eine wichtige *Funktion* post-normaler Wissenschaft in der *Korrektur* oder *Erneuerung* fehlgeleiteter oder korrumpierter

Forschung. Das Konzept PNS ist nun als *Reaktion* auf die zunehmend „pathologische“ Situation moderner Wissenschaft zu betrachten (Ravetz & Funtowicz 1999, 641). Die Krise der Klimaforschung wäre somit als Folge eines inadäquaten Forschungsstils oder inadäquater „Paradigmenwahl“ zu verstehen. Nur durch die Beteiligung einer EPC konnte dieser Missstand aufgedeckt und - bis zu einem gewissen Grad - behoben werden: „[C]riticism and a sense of probity needed to be injected into the system by the extended peer community from the (mainly) external blogosphere.“ (Ravetz 2011a, 152)

Wie passt Ravetz' Interpretation der Episode zu den Ergebnissen, die im empirischen Teil dieser Arbeit gewonnen wurden? Diese Ergebnisse legen nahe, dass die Klimaforschung seit Beginn der 90er-Jahre vermehrt Konzepte und Methoden des post-normalen Wissenschaftsparadigmas integriert. Sie deuten darüber hinaus eine rapide zunehmende Berücksichtigung dieser Inhalte seit dem Jahr 2007 an. Diese Diagnose bezieht sich natürlich auf die „offizielle“, akademische Klimaforschung, da wissenschaftliche Fachliteratur als Untersuchungsmaterial herangezogen wurde.

Beachtet man die Chronologie der Ereignisse, so erkennt man, dass der „Knick“ in der Kurve der Häufigkeitszunahmen zeitlich nicht exakt mit dem Climategate-Skandal zusammenfällt, welcher 2009 seinen Höhepunkt erreichte. Da der Peer-Review-Prozess in der Regel einige Zeit in Anspruch nimmt, liegen somit grob gemittelt etwa drei Jahre zwischen der vermehrten Hinwendung der Klimaforschung zu post-normalen Inhalten sowie dem Ausflammen des Skandals. Sucht man nach äußeren, soziopolitischen Ereignissen in den Jahren 2006/2007, so ist in erster Linie an die Publikation des 4. Sachstandsberichts des IPCC sowie an die Verleihung prominenter Nobelpreise zu denken: „Im Jahr 2007 berichteten die Medien weltweit mehr als jemals zuvor über das Klima, wobei die Veröffentlichung des Vierten Sachstandsberichts des [...] IPCC und die Verleihung des Friedensnobelpreises an Al Gore und den Klimarat im Zentrum der Berichterstattung standen. Kurz zuvor, im Oktober 2006, war der sogenannte Stern-Report mit großer Fanfare erschienen.“ (von Storch & Krauß 2013, 107)<sup>77</sup>

Der „Knick“ in der Kurve, der auf eine rapide Häufigkeitszunahme post-normaler Inhalte in der Klimaforschung hindeutet, fällt also mit Ereignissen zusammen, die für eine erhöhte Medienpräsenz der Klimaforschung sowie der Klimapolitik sorgten. Was lässt sich daraus ableiten? Vermutlich nicht viel, außer dass Climategate nicht als ursächliches Ereignis für den „Knick“ in der Kurve in Frage kommt. Die latente Konfliktsituation, nämlich das antagonistische Verhältnis zwischen Klimaschutz-AktivistInnen und Klima-SkeptikerInnen,

---

<sup>77</sup> Leider wird die Behauptung über die verstärkte Medien-Berichterstattung von den Autoren nicht weiter belegt.

welches mit dem Aufflammen des Skandals erst seinen Höhepunkt erreichte, wird aber auch in den Jahren davor nicht der Aufmerksamkeit der KlimaforscherInnen entgangen sein. Insofern *könnte* die externe Kritik etwas mit der verstärkten Hinwendung zu post-normalen Inhalten und Konzepten zu tun haben, doch ist das nur eine *mögliche* Erklärungshypothese.

Die angewandte Methode ist zu grob, um derart komplexe Fragestellungen empirisch unterlegen zu können. Insbesondere erlaubt sie keine Aussagen über kausale Beziehungen zwischen den festgestellten Trends und wissenschaftsinternen oder -externen Faktoren. Als Basis für weiterführende Überlegungen dürfte aber interessant sein, dass die vermehrte Berücksichtigung post-normaler Konzepte durch die akademische Klimaforschung mit Ereignissen *korreliert*, die zu einer verstärkten Medienpräsenz von Klimawissenschaft und -politik führten. In einem 2007 erschienenen Artikel findet sich schließlich ein expliziter Hinweis auf einen „Wendepunkt“ in der öffentlichen Wahrnehmung: „Climate change, with potentially catastrophic social impacts, has passed a *tipping point in public awareness*. Skeptical linguistic repertoires of climate change have ‚fading salience‘ and their quest, to ‚refute the ever more irrefutable‘ [...], seems increasingly futile.“ (McKie & Galloway 2007, 368, Hervorh. J.B.)

Ravetz' Vorwurf an die etablierte akademische Klimaforschung lautet in erster Linie, dass diese Unsicherheiten und Nichtwissen vernachlässigt und insofern ein inadäquates „normal-wissenschaftliches“ Paradigma gewählt habe: „[The leading practitioners of climate science] propounded, as a proven fact, Anthropogenic Carbon-based Global Warming. There is little room for uncertainty in this thesis [...].“ (Ravetz 2011a, 150) Erst die als EPC fungierende Blogosphäre habe diese „evangelikale“ (ebd.) Sichtweise der offiziellen Klimawissenschaft in Frage zu stellen begonnen.

Doch darf man hier die Frage anschließen: Welches Paradigma wählen eigentlich die in der Blogosphäre vertretenen KlimaskeptikerInnen? Von Storch & Krauß (2013, 115) argumentieren, dass „eine verblüffende Einigkeit zwischen allen Beteiligten der Climategate-Affäre [bestehe]: im tiefen, geradezu religiösen Glauben an eine Wissenschaft, die durch ihre überlegene Methodik die Wahrheit entdecken und damit auch politische Konflikte entscheiden könne.“ Während also bestimmte KlimaforscherInnen auf der „Beweisbarkeit“ eines anthropogenen Klimawandels bestehen, würde das Lager der SkeptikerInnen diese These aufgrund von Mängeln und Lücken in der Beweiskette rundweg ablehnen. Demzufolge operiert nicht nur die akademische Klimaforschung, sondern auch die Gruppe der KlimaskeptikerInnen innerhalb eines inadäquaten, wahrheitsbasierten Paradigmas. In

ähnlicher Weise argumentiert Pielke (2012, 205): „Ironically enough, both sides of this debate [the political conflict over climate change] tend to share obliviousness to Nichtwissen.“

Folgt man der Argumentation Pielkes (2012) und von Storch & Krauß` (2013), so dürfte fraglich sein, ob gerade die in der Blogosphäre vertretenen SkeptikerInnen einen adäquateren, post-normalen Zugang zur Klimaforschung wählen, wie Ravetz (2011a) zu argumentieren scheint. Vielmehr würden beide in den Konflikt involvierten Lager die Besonderheit der Problemsituation verkennen, die einen komplexeren, nicht an Laborsituationen orientierten Zugang zur Wissenschaft erfordert. Es lässt sich höchstens argumentieren, dass der erbitterte Widerstand der SkeptikerInnen nötig gewesen sei, um die Aufmerksamkeit der ForscherInnen auf die Lückenhaftigkeit ihres Wissens zu lenken. So hätte die Konfliktsituation mittelfristig zur Korrektur eines inadäquaten wissenschaftlichen Paradigmas geführt, auch wenn alle Beteiligten zunächst „blind“ für die besondere Problemqualität des anthropogenen Klimawandels waren.

Eine andere Interpretation des Konflikts stammt von Friedrichs (2011). Im Unterschied zu Ravetz (2011a, 2012) ist er der Ansicht, dass die etablierte akademische Klimaforschung faktisch bereits zu einer post-normalen Wissenschaft geworden sei: „Official climate science [...] has embraced post-normal science.“ (Friedrichs 2011, 469) Als Evidenz dafür betrachtet er sowohl die enge Verschränkung zwischen Klimaforschung und –politik als auch die erhöhte Sensibilität für Unsicherheit und Nichtwissen.

[C]limate scientists have eagerly embraced post-normal science. First, the peer community has been extended. It includes decision makers, e.g. when the IPCC's summaries for policymakers are "approved" line-by-line at plenary sessions of national delegates. To the extent that climate change has become an issue of mass politics, media pundits and civil society have also become enmeshed in the extended peer community. Second, the reporting of uncertainty has become far more than a mere technicality. For its assessment reports, the IPCC has been relying on expert consensus not only to create but also to estimate the levels of confidence by which its findings are stated to be true. (ebd., 472)<sup>78</sup>

Friedrichs Interpretation zufolge ist die Krise der Klimaforschung nun nicht Resultat einer inadäquaten Wissenschaftspraxis, sondern ergibt sich aus inhärentem Konfliktpotential post-normaler Forschung selbst: „[T]he inherent ambiguities of post-normal science have plunged climate science into a deep legitimacy crisis. [...] [S]cientists are in a double bind: they are damned if they do and doomed if they do not engage in post-normal science.“ (ebd., 469)

Konfrontiert mit Problemen von „epischem Ausmaß“ (ebd., 473), welche kaum bewältigbar erscheinen, würden Menschen faktisch zu Verleugnung und Selbstbetrug neigen. Ähnlich wie Levin et al. (2010) beruft sich Friedrichs auf psychologisch-kognitive Einschränkungen, die,

---

<sup>78</sup> Wie aus dem Zitat hervorgeht, setzt Friedrichs (2011) eine relativ schwache Definition einer *Extended Peer Community* voraus, die in erster Linie Stakeholder aus einem professionellen Umfeld einschließt.

obwohl nicht irrational, doch effektive Problemlösungen behindern. Erweiterte *Peer-Communities* würden somit nicht automatisch zu verbesserten Ergebnissen, sondern eher zu einer *Destabilisierung* der Forschung beitragen.

Welche der beiden Interpretationen – die von Ravetz (2011a; 2012) oder Friedrichs (2011) – plausibler ist, lässt sich anhand der empirisch gewonnenen Daten nur schwer entscheiden. Noch weniger lässt sich eine Aussage über die speziellen Ursachen oder Hintergründe des Climategate-Skandals treffen. Aus den Ergebnissen ist nur abzuleiten, dass bestimmte PNS-relevante Konzepte und Inhalte in der Fachliteratur *insgesamt* mit zunehmender Häufigkeit erfüllt sind. Da jedoch Climategate weniger eine Krise der Klimaforschung *insgesamt* war, sondern sich eher an bestimmten Brennpunkten (wie der Hockeystick-Kurve) entzündete, sind die Daten für die Interpretation dieses Einzelereignisses vermutlich nur mäßig relevant.<sup>79</sup>

Bedenkenswert sind meiner Ansicht nach die großen Differenzen zwischen den Anteilen der einzelnen PNS-Parameter; insbesondere die Tatsache, dass nur ein verschwindend geringer Prozentsatz der Forschung als transdisziplinär zu beurteilen ist. Dieses Resultat stützt das Bild einer „elitären“, wenig mit anderen Gesellschaftssegmenten kooperierenden Klimaforschung. Natürlich muss man, wie schon mehrfach betont, bedenken, dass hier relativ „konservatives“ Untersuchungsmaterial gewählt wurde und dass post-normale Elemente vielleicht eher in Aktivitäten abseits der Publikation von Fachliteratur zum Ausdruck kommen (vgl. Bray & von Storch 1999, Pereira et al. 2009). Doch scheinen die Kernbereiche akademischer Forschung nur wenig offen für transdisziplinäre Kooperationen zu sein. So war vermutlich auch die Einengung und Elitenkonstruktion, ja die Bildung eines „Kartells“ (von Storch & Krauß 2013, 113) in der Klimawissenschaft mitverantwortlich für die zunehmende Polarisierung zwischen KlimaforscherInnen und SkeptikerInnen. Wie infolge der Veröffentlichung interner E-Mails der *Climate Research Unit* (CRU) in England bekannt wurde, weigerten sich KlimaforscherInnen, Originaldaten externen Personen zugänglich zu machen. Auch gab es deutliche Hinweise, dass „unliebsame“ Forschungsarbeiten im Rahmen des Peer-Review-Prozesses systematisch unterdrückt wurden (von Storch & Krauß 2013, 111f.; Grundmann 2013, 80). Somit ist Ravetz (2011a, 151) teils darin zuzustimmen, dass die Kombination „unkritischer Normal-Wissenschaft“ mit „anti-kritischer evangelikaler Wissenschaft“ für die Klimaforschung letal war.

---

<sup>79</sup> Diese Behauptung bestreitet nicht, dass in der öffentlichen Wahrnehmung der Eindruck einer globalen Krise der Klimaforschung entstand. Die Dynamiken der Medienwelt führen dazu, dass punktuellen Ereignissen mit Konfliktpotential sehr große Aufmerksamkeit zuteil wird, während alltägliches Geschehen großteils ausgeblendet bleibt.

Andererseits ist zu bedenken, dass die genannten Vorwürfe nur bestimmte, wenn auch sehr prominente Institute und WissenschaftlerInnen betrafen. Gerade im empirisch qualitativen Teil der vorliegenden Arbeit stellte sich heraus, dass *einige* Forschungsarbeiten einen sehr reflektierten Umgang mit Konzepten wie Unsicherheit und Nichtwissen pflegen, und dass die Bedeutung transdisziplinärer Arbeitsweisen zumindest *theoretisch* immer wieder bestätigt wird. Der Vorwurf einer unkritischen oder gar anti-kritischen Haltung ist somit zu differenzieren. Es scheint, als wäre die Bereitschaft zu einer am post-normalen Paradigma orientierten Forschungstätigkeit durchaus gegeben, und auch Konzepte und Themen wie Unsicherheit, Lösungsorientiertheit oder Berücksichtigung normativer Aspekte finden zunehmend Eingang in die Klimawissenschaft. Es scheitert aber nach wie vor an der Umsetzung einer konsequent transdisziplinären Forschungspraxis.

#### 5.4 Abschließende Überlegungen zur theoretischen Stärke von Post-Normal Science

Die Gründe für dieses Scheitern – falls man es als solches bezeichnen will – ausfindig zu machen, bedarf weiterführender Erwägungen und ist nicht auf Basis empirischer Daten allein möglich. In einem ersten Schritt könnte nach möglichen praktischen Umsetzungsschwierigkeiten transdisziplinärer Forschung gefragt werden. In einem zweiten Schritt lenken diese Überlegungen die Aufmerksamkeit auf das theoretische Konzept PNS selbst zurück. Möglicherweise deuten die enormen Unterschiede in der praktischen Umsetzung verschiedener PNS-Parameter auch auf eine *konzeptuelle* Schwäche hin. Funtowicz & Ravetz stilisieren das Konzept PNS als *normatives Korrektiv* korrumpierter oder fehlgeleiteter Forschung. Um den wissenschaftstheoretischen Zirkel zu schließen, können Erkenntnisse empirischer Wissenschaftsforschung auch als *deskriptives Korrektiv* des theoretischen Konzepts PNS herangezogen werden. In diesem abschließenden Kapitel soll daher die *theoretische Kohärenz* des PNS-Konzepts im Lichte der empirischen Ergebnisse beleuchtet werden, wobei sich die Diskussion aus Platzgründen auf einzelne neuralgische Punkte beschränken muss.

#### 5.4.1 Transdisziplinarität und die Interaktionen zwischen Wissenschaft und Politik

Besonders brisant dürfte zunächst die geringe Prävalenz transdisziplinärer Arbeitsweisen sein. Werfen wir einen Blick auf die empirischen Daten: Bei der qualitativen Inhaltsanalyse wurde jeweils ein Artikel (10%) der drei PNS-Stichproben als transdisziplinär beurteilt; in zwei Fällen handelte es sich um partizipative Projekte auf Kommunalebene, in einem Fall waren Stakeholder aus einem professionellen Umfeld (politische EntscheidungsträgerInnen) involviert. In 10-40% der PNS-Stichproben wurde das Thema Transdisziplinarität theoretisch erörtert oder zumindest kurz erwähnt, in der Regel positiv-affirmierend. Dazu zählt etwa Kritik an den IPCC-Guidelines, die im Bereich *impact assessment* keine Stakeholder-Beteiligung vorsehen würden (A0/2); aber auch die Forderung nach mehr BürgerInnenbeteiligung bei der Bestimmung „akzeptabler“ Klimarisiken (B0/9) oder bei der Planung von Adaptationsmaßnahmen (C0/1). Eine Fallstudie (C0/4) schließt mit dem Resümee, dass eine verstärkte Integration der naturwissenschaftlichen Erforschung des Klimasystems mit lokalen Perspektiven sowie mit sozialen, politischen und ökonomischen Gesichtspunkten nötig sei, um sozialen Konflikten vorzubeugen.

Liest man diese Hinweise als *Empfehlungen*, so ist leicht zu erkennen, dass diese zumeist nicht *ausschließlich* an das Wissenschaftssystem gerichtet sind. Die AutorInnen fordern im wesentlichen mehr *demokratische Mitbestimmung* bei der Planung und Umsetzung von Klimaschutzzielen sowie Veränderungen auf institutioneller Ebene. Aus konzeptueller Sicht beinhaltet das Kriterium der Transdisziplinarität zwei Aspekte: Zum einen handelt es sich um einen *methodologischen* Baustein, zum anderen betrifft es die *soziale Organisation* der Wissenschaft, verstanden als gesellschaftliche Praxis. Die Umsetzungsschwierigkeiten transdisziplinärer Forschung könnten somit auch darauf zurückzuführen sein, dass zwar die Wahl methodologischer Prinzipien, nicht aber die Umgestaltung sozialer Rahmenbedingungen dem Einflussbereich von WissenschaftlerInnen obliegt.

Das prekäre Verhältnis zwischen methodologischen Aspekten und politisch-institutionellen Voraussetzungen wird auch in der Sekundärliteratur immer wieder betont. Bereits Weingart (1997) kommt zu dem Schluss, dass eine Implementierung von EPCs weniger als epistemologische denn als *institutionelle* Neuerung zu betrachten sei. Ähnlich argumentieren auch Turnpenny et al. (2011), dass die praktische Umsetzbarkeit post-normaler Forschung in hohem Maß von institutionellen Voraussetzungen abhängt. Die beobachteten Umsetzungsschwierigkeiten könnten somit auch auf eine konzeptuelle Schwäche hindeuten: Die unterschiedlichen Aufgaben und Kompetenzbereiche von *Wissenschaft* und *Politik*

werden von Funtowicz & Ravetz nicht ausreichend anerkannt und reflektiert (Wesselink & Hoppe 2011).

Möglicherweise ist diese Schwäche auf Ravetz' politisch-aktivistische Grundhaltung zurückzuführen (vgl. Kap. 2.2.1):

PNS in effect implies that methodological „ratiocination“ would prevail over political deliberation and democratic interaction and that merely changing scientific input in public policy making would have the power to change its outcomes. This scientific hubris can be traced back to PNS's origin in concerned scientists' activism, which in effect accessed the political arena through the scientific entrance. (Wesselink & Hoppe 2011, 390)

Wie ich in Kap. 2.2.2.1 argumentiert habe, könnte man die Vermengung von politischen und wissenschaftlichen Agenden auch so deuten, dass Funtowicz & Ravetz gerade diese faktische Verteilung der Kompetenzen anprangern und mithilfe ihres theoretischen Konzepts zu entschärfen versuchen. PNS wäre dann als bewusst normativer Gegenentwurf zu einer Gesellschaft zu verstehen, in der wissenschaftliche Expertise und politische Entscheidungsfindungsprozesse institutionell und prozedural weitgehend voneinander getrennt sind. Doch auch – oder gerade – dann müsste die Bezeichnung für diesen Gegenentwurf nicht „post-normal *science*“ lauten, sondern eher „post-normal *society*“ (Healy 2011, 207) oder „post-normal *politics*“ (Healy 1999; Lorenzoni et al. 2007, 67).<sup>80</sup>

Erstaunlicherweise betont Ravetz (2011a, 150) in seinem Artikel über den Climategate-Skandal die Differenz, ja sogar *Inkommensurabilität* zwischen Wissenschaft und Politik: „In the gap between science and policy, the languages, their conventions and their implications are effectively incommensurable.“ Vielleicht drückt sich in diesen Zeilen eine gewisse Resignation angesichts des öffentlichen Vertrauensverlusts der Klimaforschung und der offensichtlichen Schwierigkeiten einer konstruktiven Klimapolitik aus. Healy (2011, 202f.) zufolge reproduziert auch das Konzept PNS in illusionärer Weise die Vorstellung rationaler, auf faktischem Wissen beruhender politischer Entscheidungsfindungen. In der Praxis sei dieser *rational decision-making - approach* jedoch meist zum Scheitern verurteilt.

Ob man sich dieser Sichtweise anschließt oder nicht - es bleibt in jedem Fall unklar, welche Implikationen aus Ravetz' Inkommensurabilitätsthese für das Konzept PNS hervorgehen würden. Absolute Inkommensurabilität würde ein Zusammenspiel oder eine gegenseitige Beeinflussung von wissenschaftlicher Expertise und politischen Entscheidungsfindungsprozessen verunmöglichen. Wählt man eine schwächere Lesart der Inkommensurabilitätsthese, dann stellt sich die Frage, in welcher Weise die Zusammenarbeit

---

<sup>80</sup> In seiner Einleitung zur zweiten Auflage von *Scientific Knowledge and Its Social Problems* stimmt Ravetz (1996, xx) der Kritik zu, dass er den Gedanken einer wissenschaftlichen Reform mit gesellschaftlichen Reformideen als Ganzes vermengt habe.

von Systemen mit unterschiedlichen „Funktionsweisen“ konzeptualisiert werden kann, aber auch wie diese Interaktion praktisch zu erleichtern oder verbessern wäre. Wie Wesselink & Hoppe (2011, 403ff.) betonen, klafft hier eine theoretische Lücke im Konzept PNS. Detailliertere Analysen zur Interaktion von Wissenschaft und Politik (*science-politics-interface*), wie sie aus der Politikwissenschaft, aber auch den *Science and Technology Studies* prinzipiell verfügbar sind, werden von Funtowicz & Ravetz nicht weiter berücksichtigt.

Es wurde mehrfach darauf hingewiesen, dass methodologische Vorschläge – wie etwa die praktische Implementierung von EPCs – in der PNS-Literatur häufig nur unzureichend ausgearbeitet sind (Tacconi 1998, 98; Turnpenny et al. 2011, 296). Die Forderung nach einer transdisziplinären Wissenschaft wirft zahlreiche Fragen auf, wie etwa: *Wer* nimmt an der EPC teil, und *wie* wird man Mitglied einer EPC? (Hulme 2010, 305) Worin bestehen die Aufgaben und Kompetenzen der EPC? Wie und anhand welcher Kriterien wird die Qualität transdisziplinärer Forschung beurteilt und sichergestellt?

Bemerkenswert ist, dass Ravetz (2011a; 2012) erst in seinen Kommentaren zu Climategate detailliertere Antworten auf manche dieser Fragen zu geben versucht. Veranlasst wurden diese theoretischen Bemühungen, wie Ravetz (2011a, 149) erklärt, durch die teils harte Kritik an PNS in der Blogosphäre: „There was [...] a current of criticism of PNS, seeing it as contributing to the supposed corruption of climate science through its denial of Truth.“ Ohne auf die auch von persönlichen Angriffen gezeichnete Kritik näher einzugehen, bleibt als Grundmotiv folgende Besorgnis festzuhalten: Wenn infolge der „Demokratisierung“ von Wissenschaft sämtliche Wissensansprüche als egalitär gelten, dann könnten sich in den Resultaten faktisch bestehende Machtverhältnisse abbilden und fortsetzen (Rosa 1998, 23). Fällt der Anspruch nach *Wahrheit* als regulatives Prinzip weg, so drohe daher die Situation einer „mob rule in science“ (Ravetz 2011a, 156).

Ravetz begegnet diesem Einwand mit zwei Klarstellungen: Erstens besitze PNS mit dem Attribut *Quality* ein eindeutig regulatives Prinzip, auch wenn dieses noch zu wenig detailliert ausgearbeitet sei. Darüber hinaus seien Status und Aufgaben innerhalb der EPC nicht völlig egalitär verteilt. Das Szenario „PNS [...] seems implicitly to reduce scientists to being merely one actor among many in the extended peer community“ (ebd.) beruhe auf einem Missverständnis. Doch worin genau bestehen nun die Aufgaben der „ExpertInnen“ innerhalb der EPC, worin die Aufgaben der weiteren TeilnehmerInnen?

Its [the extended peer community's] particular contribution will depend on the nature of the core scientific problem, and also on the phase of investigation. Detailed technical work is a task for experts, but quality-control on even that work can be done by those with much broader expertise. And on issues like the definition of the problem itself, the selection of personnel, and crucially the ownership of the results, the

extended peer community has full rights of participation. [...] The theory of post-normal science goes beyond the official consensus in recognising 'extended facts', that might be local knowledge and values, as well as unofficially obtained information. (Ravetz 2011a, 151)

Leider wirft dieses Zitat mindestens ebenso viele Fragen auf, wie es beantwortet. Einerseits gesteht Ravetz WissenschaftlerInnen eine Sonderrolle zu („detailed technical work is a task for experts“), andererseits sind für die regulative Tätigkeit der Qualitätskontrolle bestimmte AkteurInnen mit „much broader expertise“ verantwortlich. Dabei bleibt völlig unklar, durch welche Kriterien sich der Status des oder der „ExpertIn“ definiert. Zusätzlich oder in Ergänzung zum Wissen der „ExpertInnen“ seien *extended facts* mit einzubeziehen. Es bleibt aber offen, wie die Qualitätskontrolle von *extended facts* erfolgen könnte, oder wie dabei relevantes von irrelevantem Wissen zu differenzieren ist.

In einem Kommentar zu Ulrich Becks Theorie der *reflexiven Modernisierung* spricht Demeritt (2006, 458ff.) von zwei grundsätzlichen Rollen, welche eine partizipierende Öffentlichkeit im Prozess der Wissensproduktion einnehmen könne. In der *epistemischen Funktion* seien Laien direkt an der Konstruktion und Rechtfertigung von Wissen beteiligt, während die *normative Funktion* in einer regulativen Lenkung der Wissenschaft und der Evaluation zugrundeliegender Wertannahmen bestehe. „By applying the normative 'standard' 'How do we wish to live?' to scientific plans, results and hazards' [...], the public upper house would be responsible for regulating techno-scientific innovations [...].“ (Demeritt 2006, 460)

Es müsste vermutlich noch deutlicher ausgearbeitet werden, inwiefern EPCs im Konzept PNS eine *normative* oder auch eine *epistemische* Rolle inne haben. Diese Frage ist nicht unabhängig von der Diskussion epistemologischer und ev. ontologischer Grundannahmen zu stellen. Wie in Kap. 2.2.2.3.3 argumentiert wurde, kann die *methodologische* Forderung nach einem Miteinbezug von EPCs *auch* aus einer (epistemologisch) sozial-konstruktivistischen Perspektive heraus begründet werden. Es ist Turnpenny et al. (2011, 298) darin zuzustimmen, dass das Verhältnis zu relativistischen oder konstruktivistischen Paradigmen und damit die theoretische Einbettung von PNS noch weiter zu klären ist.

Die geringe Prävalenz transdisziplinärer Arbeiten in der untersuchten Literatur könnte in der Weise gedeutet werden, dass EPCs *faktisch* stärker normative als epistemische Rollen einnehmen. Da wissenschaftliche Publikationen in erster Linie mit kognitiven Aspekten, d.h. mit der Darstellung und Begründung von Wissen befasst sind, könnten sie Teil jener „detailed technical work“ sein, die Ravetz (2011a, 151) zufolge Aufgabe der ExpertInnen ist. Möglicherweise spielen institutionelle und organisatorische Gründe mit eine Rolle dafür, dass ein Einbezug von Laien in epistemisch-kognitive Aspekte wissenschaftlicher Tätigkeit schwierig ist. Die Frage, ob ein derartiger Einbezug *wünschenswert* ist, oder ob dieser

Forderung eine Verwechslung von wissenschaftlicher Expertise und demokratischen Mitbestimmungsrechten zugrunde liegt (Demeritt 2006, 465), muss an dieser Stelle offen bleiben.

#### 5.4.2 Der Umgang mit Normativität

In engem Zusammenhang mit den konzeptuellen Unklarheiten rund um Funktion und Rolle der EPCs steht ein nicht selten problematischer Umgang mit *normativen Aspekten* (vgl. auch Kap. 2.2.2.3.1). Dieser Zusammenhang ergibt sich, weil die Differenzierung zwischen wissenschaftlichen und politischen Kompetenzen häufig an eine epistemische Fakten-Werte-Unterscheidung gekoppelt ist. Doch genau diese Unterscheidung wird von Ravetz (1999, 649) problematisiert: „[T]he previous distinction between ‚hard‘, objective scientific facts and ‚soft‘, subjective value-judgements is now inverted. All too often, we must make hard policy decisions where our only scientific inputs are irremediably soft.“

Das Zitat bietet Raum für unterschiedliche Interpretationsmöglichkeiten. Einer radikalen Lesart zufolge stellt Ravetz die *epistemische (konzeptuelle)* Unterscheidung zwischen Tatsachen (Fakten) und Normen oder Werten in Frage. Healy (2011, 206) scheint, wenn ich ihn richtig interpretiere, diese Position zu vertreten. Als Folge daraus ergibt sich in der Regel eine stärker „relativistische“ Beurteilung von Geltungsansprüchen, was bei der Erforschung und Konzeptualisierung von Natur-Kultur-Interaktionen problematisch sein kann (siehe dazu Kap. 2.2.2.3.3). Einer gemäßigten Interpretation nach bestreitet Ravetz nur die naive Annahme, der zufolge „political consensus about what we ought to do will follow automatically from any prior scientific consensus about what is“ (Demeritt 2006, 468). Eine derartige Sichtweise aber müsste die Aufmerksamkeit gerade auf die komplexen Dynamiken an den „Schnittflächen“ zwischen Wissenschaft und Politik (*science-politics-interface*) lenken, die Wesselink & Hoppe (2011) zufolge im Konzept PNS unterrepräsentiert sind.

Im empirischen Teil dieser Arbeit wurde die *epistemische* Unterscheidung zwischen Werten und Fakten implizit anerkannt, indem danach gefragt wurde, ob normative Aspekte in der untersuchten Literatur *berücksichtigt* wurden. Diese konzeptuelle Festlegung verunmöglicht es danach zu fragen, ob die epistemische Fakten-Werte-Unterscheidung *von den jeweiligen AutorInnen* der Artikel anerkannt oder vorausgesetzt wurde. Eine empirische Feststellung von epistemologischen oder ontologischen Basisannahmen wäre aber vermutlich methodisch sehr anspruchsvoll und kann daher im Rahmen dieser Arbeit vernachlässigt werden.

### 5.4.3 Historische Grundlagen und die Kohärenzthese

Die der Arbeit zugrunde liegende Hypothese, dass Klimaforschung in zunehmendem Ausmaß Konzepte und Methoden des post-normalen Wissenschaftsparadigmas integriert, ist bewusst schwach angelegt. Sie setzt nicht voraus, dass die *Kohärenzthese* Gültigkeit beansprucht; d.h. die Annahme, dass die einzelnen Parameter von PNS ein kognitiv und organisatorisch hinreichend stabiles Muster bilden, welches dem Konzept PNS entspricht. Methodisch wurde dieser schwachen Hypothesenformulierung Genüge getan, indem ein analytisch-zergliederndes „Baustein-Verfahren“ auf der Basis einzelner PNS-Kriterien gewählt wurde. Die Resultate stützen nun die Hypothese insofern, als *die einzelnen Parameter* tatsächlich, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß, an Häufigkeit zunehmen. Was lässt sich darüber hinaus über die Plausibilität der Kohärenzthese aussagen?

Ein wesentliches Ergebnis des quantitativ-empirischen Teils dieser Arbeit ist, dass die fünf definierten Parameter des Konzepts PNS in der Literatur sehr unterschiedliche Anteile aufweisen. Betrachtet man außerdem die Assoziation der Parameter (Kap. 4.2), so zeigt sich, dass am Ende des Untersuchungszeitraums, d.h. im Jahr 2012, etwa 70% der Artikel genau ein bis drei PNS-Parameter erfüllen, während 20% keinen einzigen und nur knapp 10% mindestens vier der fünf Parameter erfüllen.

Bei allen Beschränkungen der Untersuchungsmethode überwiegt somit faktisch der Anteil jener Arbeiten, die die Kriterien für PNS nur zum Teil erfüllen. Im Vergleich dazu machen die beiden Gruppen, die für den qualitativen Teil der Analyse definiert wurden – die PNS-Gruppe sowie die Normal Science-Gruppe –, einen nur geringeren Anteil der Literatur aus. Ich habe darauf hingewiesen, dass die Bezeichnung „Normal Science-Gruppe“ streng genommen irreführend ist. Die Gruppe ist durch die Nichterfüllung der PNS-Parameter nur negativ definiert, weist aber keinen gemeinsamen Kern positiver Eigenschaften auf. Solche Eigenschaften oder Kriterien „normaler“ Wissenschaft wären aus der PNS-Literatur auch nur schwer ableitbar. Die Merkmale *akademischer* Wissenschaft, die Ravetz (1996, 38ff.) angibt, sind sehr allgemein und beschreiben außerdem nicht die Sonderform *industrialisierter*, korruptionsanfälliger Wissenschaft, gegen die Ravetz das Konzept PNS eigentlich abzugrenzen wünscht. Somit ist nur die relativ kleine „PNS-Gruppe“ durch das Vorliegen der PNS-Parameter positiv definiert, während der überwiegende Teil der Literatur einer Residualkategorie angehört, die sowohl Artikel umfasst, die einzelne PNS-Parameter erfüllen, als auch solche, die keinen dieser Parameter erfüllen.

Der recht geringe Anteil an Literatur, die sämtliche PNS-Kriterien erfüllt, sowie der hohe Anteil von Artikeln, die diese Kriterien nur teilweise erfüllen, könnte als Evidenz *gegen* die Kohärenzthese gedeutet werden. Zumindest *faktisch* scheinen die definierten Kriterien kein stabiles, miteinander assoziiertes Muster zu bilden. Nun ist natürlich zu berücksichtigen, dass das Konzept PNS eine stärker *normative* als deskriptive Funktion inne hat. Vor diesem Hintergrund wäre danach zu fragen, ob - und aus welchen Gründen - es *sinnvoll* sein könnte, eine neue Form der Wissenschaft zu propagieren, deren wesentliche Innovationen in Unsicherheitsmanagement, Inter- und Transdisziplinarität, Berücksichtigung normativer Aspekte sowie Lösungsorientiertheit bestehen.

Ein derartiger Anspruch lässt sich meines Erachtens allenfalls durch eine gemeinsame Zweckbindung oder *Funktion* dieser Form von Wissenschaft begründen. Ravetz (1996, x) beschreibt das Konzept PNS als „[an attempt] to apply science to the solution of the pressing problems of planetary survival“, und ich habe darauf hingewiesen, dass in dieser Zielsetzung eine starke Überschneidung mit den *Sustainability Sciences* besteht (Kap. 2.2.2.1). Wie ich weiter argumentiert habe, sind einige der PNS-Parameter als *Mittel* zu einer wissenschaftsexternen Zweckvorgabe zu verstehen (Kap. 2.2.2.3.1). Unsicherheitsmanagement, interdisziplinäres Arbeiten sowie Sensibilität gegenüber normativen Aspekten besitzen in erster Linie *instrumentellen* Wert, damit Wissenschaft zur Problemlösung im Kontext nachhaltiger Entwicklung nutzbar wird. Der Status des Parameters *Transdisziplinarität* ist dagegen unklar; partizipative Forschungsansätze können als rein methodische Verbesserung und damit als *Mittel* betrachtet werden, andererseits kann man die „Demokratisierung von Wissenschaft“ als Wert an sich auffassen; die PNS-Literatur ist in diesem Punkt ambivalent (vgl. Kap. 2.2.2.1).

Aus meiner Sicht ist nun aber die Frage berechtigt, ob eine derartige Wissenschaft nicht besser anhand ihrer *gemeinsamen Zweckbindung* zu charakterisieren wäre als anhand der Mittel, die sie dafür verwendet. Denn es ist primär die wissenschaftsexterne Zielorientierung, die einen verbindenden, übergeordneten Rahmen schafft, während die Mittel oder Instrumente zu diesem Zweck u.U. eine gewisse Plastizität aufweisen. Kohärenz wäre dann für den lösungsorientierten Charakter der Forschung sowie für ein gemeinsames Leitbild (etwa die Idee der Nachhaltigkeit) zu fordern, während bestimmte inhaltliche und methodologische Festlegungen nicht als zwingende Kriterien angesehen werden müssten. Folgt man diesem Vorschlag, dann würde die Idee post-normaler Wissenschaft weitgehend im Leitbild der *Sustainability Sciences* aufgehen. Ravetz (2006) selbst greift diesen Gedanken auf, während er darüber spekuliert, ob das Konzept PNS mittlerweile obsolet geworden sei.

Die methodologischen und konzeptuellen Aspekte, die unter dem Begriff PNS zusammengefasst werden, wie das NUSAP-Schema oder die Idee partizipativer Forschung, würden indessen nicht an Wert verlieren. Sie wären aber eher im Sinne methodologischer „Bausteine“ oder möglicher Basiskonzepte zu verstehen und weniger als substantielle Kriterien zu interpretieren. Hessels & van Lente (2008, 740) argumentieren in ihrer Analyse des Mode 2-Konzepts in ähnlicher Weise: „The ‚Mode 2‘ diagnosis identifies a number of important trends that require further empirical efforts [...]. It is time to untie its five major constitutive claims and investigate each separately.“ Ihre Kritik geht aber noch einen Schritt weiter: „[T]here seems no compelling reason to tie them [the different attributes of Mode 2] together under a common heading.“ (ebd., 754; vgl. Rip 2002, 104f.)

Meiner Ansicht nach gibt es durchaus Gründe, die für einen gewissen Zusammenhang zwischen den einzelnen PNS-Parametern im Sinne eines wissenschaftlichen „Syndroms“ sprechen. So erfordern lebensweltliche Probleme schon aufgrund ihrer Komplexität meist eine interdisziplinäre Herangehensweise, zugleich nehmen Unsicherheiten mit der Zahl an Faktoren, die zu berücksichtigen sind, signifikant zu. Fraglich sind aber zwei implizite Annahmen des PNS-Konzepts: erstens, ob die darin angeführten Parameter in jedem Fall zu erfüllen sind, und zweitens, ob damit schon alle wesentlichen Kriterien zielorientierter Forschung erfasst sind. Ein Nachteil einer derartigen konzeptuellen Vorgabe könnte *in praktischer Hinsicht* darin bestehen, dass sie ein zu „geschlossenes“ Bild eines bestimmten wissenschaftlichen Stils oder einer Arbeitsweise vermittelt und dadurch den Blick auf individuelle Problemlagen und deren Erfordernisse eher einengt als erweitert.

*Aus theoretischer Sicht* führt die Kohärenzthese zu einem weiteren Problem, und zwar legt sie ein recht simples, aus zwei bzw. drei Stadien zusammengesetztes Bild der historischen Abläufe nahe (vgl. Kap. 2.2.3): Ravetz (1996, 37ff.) beschreibt einen „akademischen“ Modus der Wissenschaft, der gegen Ende des Zweiten Weltkriegs von einer „industrialisierten“ Form abgelöst wird. Deren Korruptionspotential gibt Anlass zum Vorschlag post-normaler Wissenschaft, welche allerdings kein verallgemeinerbares Modell der Forschung darstellt, sondern nur im Kontext von Politikberatung relevant sein soll.

Am Konzept Mode 2 wurde nun kritisiert, dass es mit der Beschreibung von zwei „Modi“ ein stark vereinfachtes Bild von Wissenschaft zeichnen würde:

NPK [*The New Production of Knowledge*] raises the impression of a dichotomy of two research modes. Contemporary philosophy and sociology of science, however, emphasise the heterogeneity of scientific practices [...]. Scientific research is carried out in an endless variety of ways. [...] It is improbable that they can all be classified as either Mode 1 or Mode 2 knowledge production. Probably it is much more valid to speak of Mode 1 and Mode 2 as the extremes of a continuum than of them as two mutually exclusive

categories. In this way Mode 1 and Mode 2 are ideal types, rather than really existing phenomena and this raises the possibility to position existing practices of knowledge production on the continuum. (Hessels & van Lente 2008, 757f.)

Auch wenn PNS und Mode 2 nicht absolut vergleichbar sind (Mode 2 ist stärker deskriptiv), dürfte diese Kritik auch für PNS relevant sein. Es scheint sehr vereinfachend, wissenschaftliche Tätigkeit anhand von nur zwei oder drei Formen oder Arbeitsweisen zu kategorisieren. Der große Anteil an Literatur, der die PNS-Kategorien nur zum Teil erfüllt, könnte als Beleg für Hessels & van Lentes (2008) Kontinuums-These gedeutet werden. Das Konzept PNS wäre dann als normatives oder regulatives „Ideal“ zu deuten, welchem die reale wissenschaftliche Praxis in unterschiedlichem Ausmaß nahekommt.

Auch Knuuttila (2013, 2458) interpretiert die Dichotomie von Mode 1 und Mode 2 als primär konzeptuelle Unterscheidung, nicht als empirische Beschreibung der Realität. Fraglich sei dann jedoch, inwiefern diese Dichotomie ein brauchbares „analytisches Werkzeug“ darstelle. Beide Extrempole, so Knuuttila (ebd., Hervorh. i.O.), seien zu grob simplifizierend und daher auch aus theoretischer Sicht wenig befruchtend: „Mode-1 is nothing but a straw man [...]. The idea of Mode-2 knowledge production, in turn, grossly *underestimates* the importance of theoretical understanding even for the application-oriented research. On the other hand, it simultaneously *overestimates* what scientists can do in the short term, and to which extent innovative scientific research can be tightly linked to solving some present practical problems.“

Auch hier lassen sich Argumente finden, die möglicherweise genauso auf PNS wie auf Mode 2 zutreffen: Denn auch das Konzept PNS zieht eine Differenz zwischen theoretischer und praktisch-lösungsorientierter Forschung und erkennt dabei unter Umständen die engen Verflechtungen dieser beiden Tätigkeiten. Ebenso ist die Beschreibung der Wissenschaft oder der ideengeschichtlichen Grundlagen, von denen sich PNS abgrenzt, häufig sehr simplifizierend und dadurch prekär. Mit Schlagworten wie Wahrheitsparadigma, der Idee des Guten oder einer reduktionistischen Auffassung von „Realität“ umreißt Ravetz (2011b) die Grundzüge moderner europäischer Geistesgeschichte. Die Betonung des Gegensatzes zwischen unkritischer „Normal“-Wissenschaft im Sinne Kuhns und post-normaler, revolutionärer Wissenschaft wirkt somit selbst teils unkritisch simplifizierend (z.B. Ravetz 2011b, 151, 156).

An *The New Production of Knowledge* (Gibbons et al. 1994) wurde weiter kritisiert, dass das Konzept einer Mode 1-Wissenschaft bereits aus historischer Sicht unzutreffend sei (Hessels & van Lente 2008, 756). Godin (1998, 469) etwa argumentiert, dass Mode 1 weniger als historische Realität denn als historisches Idealbild anzusehen ist. Der Gedanke einer

autonomen Wissenschaft habe in erster Linie eine identitätsstiftende Funktion erfüllt, real aber sei wissenschaftliche Tätigkeit immer schon in diversen Austausch- und Abhängigkeitsbeziehungen zu anderen gesellschaftlichen Sphären gestanden.

In Ravetz' umfangreichen Werk *Scientific Knowledge and Its Social Problems* (1996) finden sich durchaus detaillierte und differenzierte historische Analysen. Möglicherweise ist es der erforderlichen Kürze geschuldet, dass historische Rückblenden in den PNS-Artikeln oftmals simplifizierend erscheinen (z.B. Ravetz 2011b). Ob Ravetz' (1996, 37ff.) Bild der „akademischen“ Wissenschaft einer geschichtlichen Realität entspricht, wäre nur durch umfangreiche historische Analysen zu klären. Ebenso ist es fraglich, inwieweit Kuhns Modell der wissenschaftlichen Revolutionen, auf das sich Ravetz immer wieder bezieht, aus deskriptiv-historischer Perspektive verallgemeinerbar ist. Diese Fragestellungen überschreiten den Rahmen der vorliegenden Arbeit. Als Fazit sei nur festgehalten, dass sowohl die konkrete historische Perspektive, die das Konzept PNS vorgibt, als auch, im prinzipiellen Sinn, die analytisch-heuristische Stärke eines historischen „Phasen-Modells“ mögliche Angriffspunkte darstellen:

[T]here is a danger of setting up a dichotomy between times when issues were tame and science was normal, and now, when issues are wicked and a post-normal approach is required [...]. Did such a change ever really happen; has science ever been normal, or is it more that the political conflicts have now moved into a different, more public, arena? Is the normal science model just that – a model that some (government? scientists? the public? research funders?) subscribed to, and which is still embedded in many peoples' understanding of what science does, while not being something that happens in practice? There are situations where elements of both normal and PNS in many cases interact and combine [...]. This apparent or potential dichotomy requires unpacking and the causal mechanisms investigating. (Turnpenny et al. 2011, 301)

Zwischen dem historischen Ablaufmodell und der Kohärenzthese besteht nun insofern ein Zusammenhang, als die Beschreibung einzelner „Phasen“ im historischen Prozess voraussetzt, dass diese Phasen durch relativ stabile Eigenschaftsmuster gekennzeichnet sind. Betrachtet man die angegebenen Eigenschaften nicht als stabil miteinander assoziiert, sondern als voneinander unabhängig, so wird sich der historische Ablauf eher als kontinuierlicher Wandlungsprozess darstellen. Eine derartige Perspektive wird im Konzept der Triple Helix mit dem Schlagwort *endless transition* beschrieben (Kap. 2.1.3).

#### 5.4.4 Theoretische Einbettung und ideengeschichtlicher Zusammenhang

In Kap. 2 wird PNS als eine von mehreren Thesen zur Transformation von Wissenschaft beschrieben. Das bedeutet, dass zwischen Konzepten wie Mode 2, Post-Academic Science, Triple Helix und schließlich Post-Normal Science gewisse inhaltliche und formale Ähnlichkeiten und Überschneidungen, aber natürlich auch Differenzen bestehen. Erstaunlicherweise beziehen sich Funtowicz & Ravetz in ihren Artikeln kaum auf diese inhaltsverwandten Konzepte, die teils schon zu Beginn der 90er, teils einige Jahre später zur Verfügung standen. Bereits Weingart (1997) kritisiert die offensichtliche Vernachlässigung relevanter Literatur.

Als theoretische Grundlagen des Konzepts PNS sind, nicht zuletzt aufgrund des direkten terminologischen Bezugs, zunächst Kuhns (1962) Thesen zur *Struktur wissenschaftlicher Revolutionen* zu nennen. Außerdem betont Ravetz (z.B. 2010, 239) an verschiedenen Stellen die Verwurzelung in der *Systemtheorie*. Ein früher Artikel von Funtowicz & Ravetz (1997) versucht, die Theorie komplexer Systeme mit thermodynamischen Grundlagen, einer dialektischen Perspektive sowie kulturtheoretischen und konstruktivistischen Thesen in Einklang zu bringen. Das so entstehende theoretische Konglomerat hinterlässt bei der Leserin eher den Eindruck von Verwirrung. In Kap. 2.2.2.3 wurde darauf hingewiesen, dass epistemologische und ontologische Grundlagen des Konzepts PNS nicht klar rekonstruierbar sind.

Die fehlenden oder mangelnden theoretischen Bezüge, die übrigens auch an Mode 2 kritisiert wurden (Hessels & van Lente 2008, 756), lassen das Konzept PNS aus theoretisch-philosophischer Perspektive mancherorts unbefriedigend erscheinen. Gegen diese Kritik lässt sich freilich einwenden, dass PNS nicht primär ein (weiteres) wissenschaftstheoretisches Konstrukt, sondern in erster Linie ein *praxisrelevantes Werkzeug* darstellen soll, wie Müller (2003, 26) argumentiert: „[W]e emphasise [...] that we should not use up our resources in discussions on theoretical issues as the status of a science of sustainability. The imminent problems are known and it is time to take action in an effective way.“

So mag es Ravetz' politisch-aktivistischer Grundhaltung geschuldet sein, dass PNS keine ausführlichen theoretischen Bezüge herstellt oder in gründlicher Weise Parallelen und Differenzen zu anderen Konzepten herausarbeitet. In formaler Hinsicht wäre PNS dann weniger als philosophisch-wissenschaftliche *Theorie* zu betrachten, sondern eher als praktischer Handlungsappell oder als grober Entwurf einer redigierten Forschungspraxis. Hessels & van Lente (2008, 756) kommen in ihrer Kritik des Konzepts Mode 2 zu einem

ähnlichen Schluss: „[W]e rather suggest conceiving it [*The New Production of Knowledge*] as a manifesto, in which the authors are more concerned with getting the message across than with building sociological theories or with carefully distinguishing their observations with their opinions.“

Doch auch diese alternative Lesart von PNS wirft einige Fragenkomplexe auf, wie etwa: (1) *An wen* richtet sich die Botschaft eigentlich? Funtowicz & Ravetz haben ihre PNS-Artikel überwiegend in *peer-reviewed* Journals publiziert, die ein Kommunikationsmittel für WissenschaftlerInnen darstellen, aber kaum von einem Laienpublikum oder von politischen EntscheidungsträgerInnen zur Kenntnis genommen werden. (2) Falls die Botschaft an WissenschaftlerInnen gerichtet ist: In welcher *Rolle* oder *Funktion* werden diese angesprochen – als praktizierende ForscherInnen, als (potentielle) politische BeraterInnen, als BürgerInnen? (3) Wie kann es gelingen, potentielle TeilnehmerInnen von EPCs – BürgerInnen, politische EntscheidungsträgerInnen und andere relevante Stakeholder – anzusprechen? (4) Wer ist letztlich dafür verantwortlich, Veränderungen in der sozialen Organisation von Wissenschaft anzustoßen und praktisch umzusetzen? (5) Dem Grundgedanken partizipatorischer Ansätze folgend: Müsste die *Anwendung von PNS* nicht selbst erst durch EPCs demokratisch legitimiert werden? Yearley (2000) etwa argumentiert, dass die Öffentlichkeit mehr an Problemen wie Verteilungsgerechtigkeit, politischen Machtverhältnissen und sozialer Ungleichheit interessiert sei als an der Qualitätskontrolle von Wissenschaft.

Selbst wenn man PNS als praktische Handlungsanleitung oder politisches Manifest begreift, bleiben zahlreiche Unklarheiten und offene Fragen bestehen. Möglicherweise könnten diese Fragen effizienter geklärt werden, wenn die entsprechenden Diskurse aus der soziologischen, politikwissenschaftlichen oder philosophischen Literatur mit berücksichtigt würden. Die Forderung nach einer Auseinandersetzung mit relevanten theoretischen Grundlagen ist somit nicht bloß Ausdruck intellektueller Pedanterie, sondern macht auch – und gerade – unter praktischen Gesichtspunkten Sinn. Insbesondere das Verhältnis zur „messy world of politics“ (Turnpenny 2011, 295) müsste geklärt werden, um zu verstehen, wie PNS praktisch wirksam werden kann.

Es wäre polemisch zu sagen, dass PNS nur deshalb den Anschein eines historisch „revolutionären“, neuartigen Konzepts haben kann, weil Funtowicz & Ravetz wichtige ideengeschichtliche Grundlagen und Vorläufer nicht beachten. Mit Sicherheit aber würde der Diskurs von einer Auseinandersetzung mit bestimmten Denktraditionen profitieren.

So könnte, um nur ein Beispiel zu nennen, eine Konfrontation mit *pragmatistischen* Ansätzen befruchtend sein. Der amerikanische Philosoph *Richard Rorty* (1931-2007) beschreibt als wesentlichen Kerngedanken pragmatistischer Philosophie „die Bereitschaft, alle Fragen letztlich Rechtfertigung der Zukunft, dem eigentlichen Gehalt der erhofften Dinge, anheimzustellen. Sofern der Pragmatismus überhaupt etwas Spezifisches an sich hat, dann dies: daß er die Begriffe der Realität, der Vernunft und des Wesens durch den Begriff der besseren menschlichen Zukunft ersetzt.“ (Rorty 2013 [1994], 15f.)

Es ist weder möglich noch sinnvoll, hier alle relevanten ideengeschichtlichen Vorläufer aufzulisten. Dieses kurze Beispiel soll nur verdeutlichen, dass bestimmte Kernideen von Post-Normal Science aus historischer Perspektive weder neu noch einzigartig sind. Die Berücksichtigung weiterer Denktraditionen könnte dazu beitragen, das Konzept PNS zu präzisieren und ihm ein stärkeres theoretisches Fundament zu verleihen.

## LITERATUR

- Adam M. (2013): *Interessen in wirtschaftsnaher Forschung – nutzen oder bannen?* In: Schurz G., Carrier M. (Hrsg.): *Werte in den Wissenschaften. Neue Ansätze zum Werturteilsstreit*. Suhrkamp, Berlin, 397-420.
- Aitken M. (2012): *Changing climate, changing democracy: A cautionary tale*. *Environmental Politics* 21, 211-229.
- Atteslander P. (2010): *Methoden der empirischen Sozialforschung*. Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- Berelson B. (1952): *Content Analysis in Communication Research*. Free Press, Glencoe.
- Bjurström A., Polk M. (2011a): *Climate change and interdisciplinarity: A co-citation analysis of IPCC Third Assessment Report*. *Scientometrics* 87, 525-550.
- Bjurström A., Polk M. (2011b): *Physical and economic bias in climate change research: A scientometric study of IPCC Third Assessment Report*. *Climatic Change* 108, 1-22.
- Bogner A., Kastenhofer K., Torgersen H. (2010): *Inter- und Transdisziplinarität – Zur Einleitung in eine anhaltend aktuelle Debatte*. In: Dies. (Hrsg.): *Inter- und Transdisziplinarität im Wandel? Neue Perspektiven auf problemorientierte Forschung und Politikberatung*. Nomos Verlagsges., Baden-Baden, 7-24.
- Bray D., von Storch H. (1999): *Climate science: An empirical example of postnormal science*. *Bulletin of the American Meteorological Society* 80 (3), 439-455.
- Bresnen M., Burrell G. (2013): *Journals à la mode? Twenty years of living alongside Mode 2 and the new production of knowledge*. *Organization* 20, 25-37.
- Callicott J.B. (2011): *The temporal and spatial scales of global climate change and the limits of individualistic and rationalistic ethics*. *Royal Institute of Philosophy Supplement* 69, 101-116.
- Carrier M. (2012): *Historical approaches: Kuhn, Lakatos and Feyerabend*. In: Brown J.R. (Hrsg.): *Philosophy of Science: The Key Thinkers*. Continuum, London, 132-151.
- Carrier M. (2013): *Wissenschaft im Griff der Wirtschaft: Auswirkungen kommerzialisierter Forschung auf die Erkenntnisgewinnung*. In: Schurz G., Carrier M. (Hrsg.): *Werte in den Wissenschaften. Neue Ansätze zum Werturteilsstreit*. Suhrkamp, Berlin, 374-396.
- Castro e Silva M., Teixeira A.A.C. (2011): *A bibliometric account of the evolution of EE in the last two decades: Is ecological economics (becoming) a post-normal science?* *Ecological Economics* 70, 849-862.
- Clark W.C., Dickson N.M. (2003): *Sustainability science: The emerging research program*. *PNAS* 100 (14), 8059-8061.
- Crane R., Landis J. (2010): *Planning for climate change: Assessing progress and challenges. Introduction to the special issue*. *Journal of the American Planning Association* 76 (4), 389-401.
- Crutzen P.J. (2002): *Geology of mankind*. *Nature* 415 (3), 23.
- D'Agostino A.L. et al. (2011): *What's the state of energy study research?: A content analysis of three leading journals from 1999 to 2008*. *Energy* 36, 508-519.
- Dahan A. (2010): *Putting the earth system in a numerical box? The evolution from climate modeling toward global change*. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 41, 282-292.
- Dasgupta P. (2007): *Commentary: The Stern Review's economics of climate change*. *National Institute Economic Review* 199, 4-7.

- Davidson M.D. (2008): *Wrongful harm to future generations: The case of climate change*. Environmental Values 17, 471-488.
- Demeritt D. (2006): *Science studies, climate change and the prospects for constructivist critique*. Economy and Society 35 (3), 453-479.
- Doppelt G. (2013): *Die Wertgeladenheit wissenschaftlicher Erkenntnis*. In: Schurz G., Carrier M. (Hrsg.): Werte in den Wissenschaften. Neue Ansätze zum Werturteilsstreit. Suhrkamp, Berlin, 272-304.
- Dovers S., Handmer J. (1995): *Ignorance, the precautionary principle and sustainability*. Ambio 24, 92-97.
- Edwards P.N. (1999): *Global climate science, uncertainty and politics: Data-laden models, model-filtered data*. Science as Culture 8 (4), 437-472.
- Etkin D., Ho E. (2007): *Climate change: Perceptions and discourses of risk*. Journal of Risk Research 10 (5), 623-641.
- Etzkowitz H., Leydesdorff L. (2000): *The dynamics of innovation: From national systems and „Mode 2“ to a Triple Helix of university-industry-government relations*. Research Policy 29, 109-123.
- Farrell K.N. (2011): *Snow white and the wicked problems of the West: A look at the lines between empirical description and normative prescription*. Science, Technology, & Human Values 36 (3), 334-361.
- Fleming J.R. (1998): *Historical Perspectives on Climate Change*. Oxford University Press, Oxford New York.
- Frame B., Brown J. (2008): *Developing post-normal technologies for sustainability*. Ecological Economics 65, 225-241.
- Friedrichs J. (2011): *Peak energy and climate change: The double bind of post-normal science*. Futures 43, 469-477.
- Frodeman R. (2010): *Introduction*. In: Ders., Klein J.T., Mitcham C. (Hrsg.): The Oxford Handbook of Interdisciplinarity. Oxford University Press, Oxford New York, xxix-xxxix.
- Funtowicz S.O., Ravetz J.R. (1990): *Uncertainty and Quality in Science for Policy*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Funtowicz S.O., Ravetz J.R. (1991): *A new scientific methodology for global environmental issues*. In: Costanza R. (Hrsg.): Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability. Columbia University Press, New York, 137-152.
- Funtowicz S.O., Ravetz J.R. (1993): *Science for the post-normal age*. Futures 25, 739-755.
- Funtowicz S.O., Ravetz J.R. (1997): *The poetry of thermodynamics*. Futures 29 (9), 791-810.
- Galison P. (1996): *Computer simulations and the trading zone*. In: Ders., Stump D. (Hrsg.): The Disunity of Science: Boundaries, Context and Power. Stanford University Press, Stanford.
- Gallop G.C., Funtowicz S., O'Connor M., Ravetz J.R. (2001): *Science for the twenty-first century: from social contract to the scientific core*. UNESCO, 219-229.
- Gardiner S.M. (2004): *Ethics and global climate change*. Ethics 114, 555-600.
- Gardiner S.M. (2006): *A perfect moral storm: Climate change, intergenerational ethics and the problem of moral corruption*. Environmental Values 15, 397-413.
- Gardiner S.M. (2011): *Climate justice*. In: Dryzek J.S., Norgaard R.B., Schlosberg D. (Hrsg.): The Oxford Handbook of Climate Change and Society. Oxford University Press, Oxford, 309-322.
- Giampietro M. (1999): *Sustainability, the new challenge of governance, and post-normal science*. Politics and the Life Sciences 18, 218-221.

- Gibbons M. et al. (1994): *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. Sage, London.
- Gläser J., Laudel G. (2001): *Integrating scientometric indicators into sociological studies: Methodical and methodological problems*. *Scientometrics* 52 (3), 411-434.
- Godin B. (1998): *Writing performative history: The new New Atlantis? Review*. *Social Studies of Science* 28 (3), 465-483.
- Grundmann R. (2013): „Climategate“ and the scientific ethos. *Science, Technology, & Human Values* 38 (1), 67-93.
- Guillemot H. (2010): *Connections between simulations and observation in climate computer modeling. Scientist's practices and „bottom-up epistemology“ lessons*. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 41, 242-252.
- Hacking I. (1999): *Was heißt „soziale Konstruktion“? Zur Konjunktur einer Kampfvokabel in den Wissenschaften*. Fischer Taschenbuch Verlag, Frankfurt am Main.
- Harris P.G. (2011): *Reconceptualizing global governance*. In: Dryzek J.S., Norgaard R.B., Schlosberg D. (Hrsg.): *The Oxford Handbook of Climate Change and Society*. Oxford University Press, Oxford, 639-652.
- Hasselmann K., Hasselmann S., Giering R., Ocana V., von Storch H. (1997): *Sensitivity study of optimal CO<sub>2</sub> emission paths using a simplified structural integrated assessment model (SIAM)*. *Climatic Change* 37, 345-386.
- Heal G. (1997): *Discounting and climate change. An editorial comment*. *Climatic Change* 37, 335-343.
- Healy S. (1999): *Extended peer communities and the ascendance of post-normal politics*. *Futures* 31, 655-669.
- Healy S. (2011): *Post-normal science in postnormal times*. *Futures* 43, 202-208.
- Hegger D., Lamers M., Van Zeijl-Rozema A., Dieperink C. (2012): *Conceptualizing joint knowledge production in regional climate change adaptation projects: Success conditions and levers for action*. *Environmental Science & Policy* 18, 52-65.
- Helm D. (2011): *Sustainable consumption, climate change and future generations*. *Royal Institute of Philosophy Supplement* 69, 235-252.
- Hessels L.K., van Lente H. (2008): *Re-thinking new knowledge production: A literature review and a research agenda*. *Research Policy* 37, 740-760.
- Heymann M. (2010): *Understanding and misunderstanding computer simulation: The case of atmospheric and climate science – An introduction*. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 41, 193-200.
- Hirsch-Hadorn G., Pohl C., Bammer G. (2010): *Solving problems through transdisciplinary research*. In: Frodeman R., Klein J.T., Mitcham C. (Hrsg.): *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*. Oxford University Press, Oxford New York, 431-452.
- Howarth R.B. (2011): *Intergenerational justice*. In: Dryzek J.S., Norgaard R.B., Schlosberg D. (Hrsg.): *The Oxford Handbook of Climate Change and Society*. Oxford University Press, Oxford, 338-354.
- Hulme M. (2009): *Why We Disagree About Climate Change. Understanding Controversy, Inaction and Opportunity*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hulme M. (2010): *Claiming and adjudating on Mt Kilimanjaro's shrinking glaciers: Guy Callendar, Al Gore and extended peer communities*. *Science as Culture* 19 (3), 303-326.
- Hulme M., Turnpenny J. (2004): *Understanding and managing climate change: The UK experience*. *The Geographical Journal* 170 (2), 105-115.

- Huutoniemi K., Thompson Klein J., Bruun H., Hukkinen J. (2010): *Analyzing interdisciplinarity: Typology and indicators*. Research Policy 39 (1), 79–88.
- Janssen M.A., Schoon M.L., Ke W., Börner K. (2006): *Scholarly networks on resilience, vulnerability and adaptation within the human dimensions of global environmental change*. Global Environmental Change 16, 240-252.
- Jamieson D. (1992): *Ethics, public policy, and global warming*. Science, Technology, & Human Values 17 (2), 139-153.
- Jamieson D. (2010): *Climate change, responsibility, and justice*. Science and Engineering Ethics 16, 431-445.
- Karp L., Tsur Y. (2007): *Discounting and Climate Change Policy*. Online verfügbar unter: <http://www.escholarship.org/uc/item/5sm6j36x> (Zugriff am 24.11.2014).
- Kastenhofer K. (2011): *Risk assessment of emerging technologies and post-normal science*. Science, Technology, & Human Values 36 (3), 307-333.
- Kastenhofer K., Bechtold U., Wilfing H. (2011): *Sustaining sustainability science: The role of established inter-disciplines*. Ecological Economics 70, 835-843.
- Kates R.W. et al. (2001): *Sustainability science*. Science 292, 641-642.
- Kay J.J., Regier H.A., Boyle M., Francis G. (1999): *An ecosystem approach for sustainability: addressing the challenge of complexity*. Futures 31, 721-742.
- Klein J.T. (2010): *A taxonomy of interdisciplinarity*. In: Frodeman R., Klein J.T., Mitcham C. (Hrsg.): The Oxford Handbook of Interdisciplinarity. Oxford University Press, Oxford New York, 15-30.
- Knight F.H. (1964): *Risk, Uncertainty and Profit*. A.M. Kelley, New York.
- Knuuttila T. (2013): *Science in a new mode: Good old (theoretical) science versus brave new (commodified) knowledge production?* Science & Education 22, 2443-2461.
- Krohn W. (2010): *Interdisciplinary cases and disciplinary knowledge*. In: Frodeman R., Klein J.T., Mitcham C. (Hrsg.): The Oxford Handbook of Interdisciplinarity. Oxford University Press, Oxford New York, 31-49.
- Kuhn T.S. (1962): *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*. Suhrkamp, Frankfurt am Main.
- Kusch M. (2007): *Towards a political philosophy of risk: Experts and publics in deliberative democracy*. In: Lewens T. (Hrsg.): Risk: Philosophical Perspectives. Routledge, London New York, 131-155.
- Lamnek S. (2010): *Qualitative Sozialforschung*. Beltz Verlag, Weinheim Basel.
- Landström C., Whatmore S.J., Lane S.N. (2013): *Learning through computer model improvisations*. Science, Technology, & Human Values 38 (5), 678-700.
- Lawson T. (2012): *Ontology and the study of social reality: Emergence, organisation, community, power, social relations, corporations, artefacts and money*. Cambridge Journal of Economics 36, 345-385.
- Lazarus R.J. (2009): *Super wicked problems and climate change: Restraining the present to liberate the future*. Cornell Law Review 94, 1153-1234.
- Levin K., Cashore B., Bernstein S., Auld G. (2010): *Playing it Forward: Path Dependency, Progressive Incrementalism, and the "Super Wicked" Problem of Global Climate Change*. Online verfügbar unter: [comphacker.org](http://comphacker.org) (Zugriff am 22.11.2013).
- Leydesdorff L. (1989): *The relations between qualitative theory and scientometric methods in Science and Technology Studies. Introduction to the topical issue*. Scientometrics 15, 333-347.
- Leydesdorff L. (1995): *The Challenge of Scientometrics: The Development, Measurement, and Self-organization of Scientific Communications*. DSWO Press, Leiden.

- Leydesdorff L., Meyer M. (2006): *Triple Helix indicators of knowledge-based innovation systems. Introduction to the special issue*. Research Policy 35, 1441-1449.
- Leydesdorff L., Milojevic S. (o.J.): *Scientometrics*. Erscheint in: Lynch M. (Hrsg.): International Encyclopedia of Social and Behavioral Sciences. Elsevier, 2015.
- Li J., Wang M.-H., Ho Y.-S. (2011): *Trends in research on global climate change: A Science Citation Index Expanded-based analysis*. Global and Planetary Change 77, 13-20.
- Lloyd E.A. (2010): *Confirmation and robustness of climate models*. Philosophy of Science 77 (5), 971-984.
- Lorenzoni I., Jones M., Turnpenny J.R. (2007): *Climate change, human genetics, and post-normality in the UK*. Futures 39, 65-82.
- Lucarini V. (2011): *Modelling Complexity: The Case of Climate Science*. Online verfügbar unter: <http://arxiv.org/abs/1106.1265> (Zugriff am 24.11.2014).
- Luks F. (1999): *Post-normal science and the rhetoric of inquiry: Deconstructing normal science?* Futures 31, 705-719.
- Luzadis V.A. et al. (2010): *The science of ecological economics: A content analysis of Ecological Economics, 1989-2004*. Annales New York Academy of Sciences 1185, 1-10.
- Martin B.R., Nightingale P., Yegros-Yegros A. (2012): *Science and technology studies: Exploring the knowledge base*. Research Policy 41, 1182-1204.
- Mayring P. (2010): *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Beltz Verlag, Weinheim und Basel.
- Mayumi K., Giampietro M. (2006): *The epistemological challenge of self-modifying systems: Governance and sustainability in the post-normal science era*. Ecological Economics 57, 382-399.
- McKie D., Galloway C. (2007): *Climate change after denial: Global reach, global responsibilities, and public relations*. Public Relations Review 33, 368-376.
- Mearns L.O. (2010): *Quantification of uncertainties of future climate change: Challenges and applications*. Philosophy of Science 77 (5), 998-1011.
- Merton R.K. (1957): *Social Theory and Social Structure*. Free Press, Glencoe.
- Mikki S. (2010): *Comparing Google Scholar and ISI Web of Science for earth sciences*. Scientometrics 82, 321-331.
- Mittelstraß J. (1984): *Forschung, Begründung, Rekonstruktion: Wege aus dem Begründungsstreit*. In: Schnädelbach H. (Hrsg.): Rationalität: Philosophische Beiträge. Suhrkamp, Frankfurt am Main, 117-140.
- Mittelstraß J. (2001): *Wissen und Grenzen. Philosophische Studien*. Suhrkamp, Frankfurt am Main.
- Motroshilova N.V. (2011): *Faulty segments of scientometrics*. Herald of the Russian Academy of Sciences 81 (1), 51-61.
- Müller A. (2003): *A flower in full blossom? Ecological economics at the crossroad between normal and post-normal science*. Ecological Economics 45, 19-27.
- Nordhaus W.D. (1999): *Discounting and public policies that affect the distant future*. In: Portney P.R., Weyant J.P. (Hrsg.): Discounting and Intergenerational Equity. Resources For the Future. Washington.
- Nordhaus W.D. (2007): *A review of the Stern Review on the economics of climate change*. Journal of Economic Literature 45, 686-702.
- Norgaard R.B. (2011): *Weighing climate futures: A critical review of the application of economic valuation*. In: Dryzek J.S., Norgaard R.B., Schlosberg D. (Hrsg.): The Oxford Handbook of Climate Change and Society. Oxford University Press, Oxford, 190-204.

- Nowotny H. et al. (2001): *Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*. Polity Press with Blackwell Publishers, London.
- O'Connor M. (1999): *Dialogue and debate in a post-normal practice of science: A reflexion*. *Futures* 31, 671-687.
- O'Connor M., Faucheux S., Froger G., Funtowicz S.O., Munda G. (1996): *Emergent complexity and procedural rationality: Post-normal science for sustainability*. In: Costanza R., Segura O., Martinex-Alier J. (Hrsg.): *Getting down to earth: Practical applications of ecological economics*. Island Press, Washington, 223-48.
- O'Neill S.J., Hulme M., Turnpenny J., Screen J.A. (2010): *Disciplines, geography and gender in the framing of climate change*. American Meteorological Society, 997-1002.
- Oreskes N., Stainforth D.A., Smith L.A. (2010): *Adaptation to global warming: Do climate models tell us what we need to know?* *Philosophy of Science* 77 (5), 1012-1028.
- Pereira A.G. et al. (2009): *Atmospheric composition change research: Time to go post-normal?* *Atmospheric Environment* 43, 5423-4532.
- Parker W.S. (2006): *Understanding pluralism in climate modeling*. *Foundations of Science* 11, 349-368.
- Parker W.S. (2009): *Confirmation and adequacy-for-purpose in climate modelling*. *Proceedings of the Aristotelian Society Supplementary Vol. LXXXIII*, 233-249.
- Parker W.S. (2010): *Comparative process tracing and climate change fingerprints*. *Philosophy of Science* 77 (5), 1083-1095.
- Perreault W.D., Leigh L.E. (1989): *Reliability of nominal data based on qualitative judgments*. *Journal of Marketing Research* XXVI, 135-148.
- Petersen A.C., Cath A., Hage M., Kunseler E., van der Sluijs J.P. (2011): *Post-normal science in practice at the Netherlands Environmental Assessment Agency*. *Science, Technology, & Human Values* 36 (3), 362-388.
- Pielke R.A., Jr. (2012): *Post-normal science in a German landscape*. *Nature and Culture* 7 (2), 196-212.
- Popper K. (1973): *Objektive Erkenntnis. Ein evolutionärer Entwurf*. Hoffmann & Campe, Hamburg.
- Popper K. (1994): *Vermutungen und Widerlegungen. Das Wachstum der wissenschaftlichen Erkenntnis*. Mohr, Tübingen.
- Pujadas Botey A., Garvin T., Szostak R. (2012): *Ecosystem management research: Clarifying the concept of interdisciplinary work*. *Interdisciplinary Science Reviews* 37 (2), 161-178.
- Qu M., Tahvanainen L., Ahponen P., Pelkonen P. (2009): *Bio-energy in China: Content analysis of news articles on Chinese professional internet platforms*. *Energy Policy* 37, 2300-2309.
- Ravetz J.R. (1996 [1971]): *Scientific Knowledge and Its Social Problems*. Clarendon Press, Oxford.
- Ravetz J.R. (1997): *The science of ,what-if?'*. *Futures* 29 (6), 533-539.
- Ravetz J.R. (1999): *What is post-normal science?* *Futures* 31 (7), 647-654.
- Ravetz J.R. (2004): *The post-normal science of pre-caution*. *Futures* 36, 347-357.
- Ravetz J.R. (2005): *Global Systems Failures*. A report for the James Martin Institute, Said Business School, Oxford University. Online verfügbar unter: <http://www.jerryravetz.co.uk/essays.html> (Zugriff am 24.11.2014).
- Ravetz J.R. (2006): *Post-Normal Science and the complexity of transitions towards sustainability*. *Ecological Complexity* 3, 275-284.

- Ravetz J.R. (2010): *Latest thoughts on post-normal science*. In: Bogner et al. (Hrsg.): Inter- und Transdisziplinarität im Wandel? Neue Perspektiven auf problemorientierte Forschung und Politikberatung. Nomos Verlagsges., Baden-Baden, 231-246.
- Ravetz J.R. (2011a): *‘Climategate’ and the maturing of post-normal science*. Futures 43, 149-157.
- Ravetz J.R. (2011b): *Postnormal science and the maturing of the structural contradictions of modern European science*. Futures 43, 142-148.
- Ravetz J.R. (2012): *The significance of the Hamburg workshop: Post-normal science and the maturing of science*. Nature and Culture 7 (2), 133-150.
- Ravetz J.R. (o.J.): *Dealing with Uncertainty in Numbers*. Online verfügbar unter: <http://www.jerryravetz.co.uk/essays.html> (Zugriff am 24.11.2014).
- Ravetz J.R., Funtowicz S. (1999): *Editorial: Post-normal science – an insight now maturing*. Futures 31, 641-646.
- Rind D. (1999): *Complexity and climate*. Science 284, 105-107.
- Rip A. (2002): *Science for the 21st century*. In: Tindemans P., Verrijn-Stuart A., Visser R. (Hrsg.): The Future of Science and the Humanities. Amsterdam University Press, Amsterdam, 99-148.
- Rittel H.W.J., Webber M.M. (1973): *Dilemmas in a general theory of planning*. Policy Sciences 4, 155-169.
- Rorty R. (2013 [1994]): *Hoffnung statt Erkenntnis. Eine Einführung in die pragmatische Philosophie*. Passagen Verlag, Wien.
- Rosa E.A. (1998): *Metatheoretical foundations for post-normal risk*. Journal of Risk Research 1 (1), 15-44.
- Saloranta T.M. (2001): *Post-normal science and the global climate change issue*. Climatic Change 50, 395-404.
- Saltelli A., Funtowicz S. (2005): *The precautionary principle: Implications for risk management strategies*. Human and Ecological Risk Assessment 11, 69-83.
- Schurz G. (2008): *Einführung in die Wissenschaftstheorie*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
- Schurz G., Carrier M. (2013): *Einleitung und Übersicht*. In: Dies. (Hrsg.): Werte in den Wissenschaften. Neue Ansätze zum Werturteilsstreit. Suhrkamp, Berlin, 7-32.
- Shearman D., Smith J.W. (2009): *Environmentalism vs. democracy. Letter to the editor*. Claremont Review of Books 9 (2), 4.
- Shinn T. (2002): *The Triple Helix and new production of knowledge: Prepackaged thinking on science and technology*. Social Studies of Science 32 (4), 599-614.
- Sonnett J. (2010): *Climates of risk: A field analysis of global climate change in US media discourse, 1997 – 2004*. Public Understanding of Science 19 (6), 698-716.
- Spash C.L. (2007): *Changing climates, changing values, changing editors: ‘All change’*. Environmental Values 16, 143-147.
- Spash C.L. (2012): *New foundations for ecological economics*. Ecological Economics 77, 36-47.
- Stanhill G. (2001): *The growth of climate change science: A scientometric study*. Climatic Change 48, 515-524.
- Steffen W. (2011): *A truly complex and diabolical policy problem*. In: Dryzek J.S., Norgaard R.B., Schlosberg D. (Hrsg.): The Oxford Handbook of Climate Change and Society. Oxford University Press, Oxford, 21-37.
- Stegmüller W. (1970): *Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und analytischen Philosophie. Bd. 2: Theorie und Erfahrung, Teilbd. 1*. Springer Verlag, Berlin.
- Stern N. (2007): *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press, Cambridge.

- Sundberg M. (2010): *Cultures of simulations vs. cultures of calculations? The development of simulation practices in meteorology and astrophysics*. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 41, 273-281.
- Tacconi L. (1998): *Scientific methodology for ecological economics*. *Ecological Economics* 27, 91-105.
- Tol R.S.J. (2003): *Is the uncertainty about climate change too large for expected cost-benefit-analysis?* *Climatic Change* 56, 265-289.
- Turnpenny J., Jones M., Lorenzoni I. (2011): *Where now for post-normal science?: A critical review of its development, definitions, and uses*. *Science, Technology, & Human Values* 36 (3), 287-306.
- Turnpenny J., Lorenzoni I., Jones M. (2009): *Noisy and definitely not normal: Responding to wicked issues in the environment, energy and health*. *Environmental Science & Policy* 12, 347-358.
- Van de Kerkhof M., Leroy P. (2000): *Recent environmental reseach in the Netherlands: Towards post-normal science?* *Futures* 32, 899-911.
- Van der Sluijs J.P. et al. (2005): *Combining quantitative and qualitative measures of uncertainty in model-based environmental assessment: The NUSAP system*. *Risk Analysis* 25 (2), 481-492.
- Von Storch H., Stehr N. (2006): *Anthropogenic climate change: A reason for concern since the 18th century and earlier*. *Geografiska Annaler* 88 A (2), 107-113.
- Von Storch H., Bunde A., Stehr N. (2011): *The physical sciences and climate politics*. In: Dryzek J.S., Norgaard R.B., Schlosberg D. (Hrsg.): *The Oxford Handbook of Climate Change and Society*. Oxford University Press, Oxford, 113-128.
- Von Storch H., Krauß W. (2013): *Die Klimafalle. Die gefährliche Nähe von Politik und Klimaforschung*. Carl Hanser Verlag, München.
- Weart S.R. (2003): *The Discovery of Global Warming*. Harvard University Press, Cambridge.
- Weart S.R. (2010): *The development of general circulation models of climate*. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 41, 208-217.
- Weingart P. (1997): *From „Finalization“ to „Mode 2“: Old wine in new bottles?* *Social Science Information* 36 (4), 591-613.
- Weingart P. (2003): *Wissenschaftssoziologie*. Transcript-Verlag, Bielefeld.
- Weitzman M.L. (2007): *A review of the Stern Review on the economics of climate change*. *Journal of Economic Literatur* 45, 703-724.
- Wesselink A., Hoppe R. (2011): *If post-normal science is the solution, what is the problem?: The politics of activist environmental science*. *Science, Technology, & Human Values* 36 (3), 389-412.
- Yearley S. (2000): *Making systematic sense of public discontents with expert knowledge: Two analytical approaches and a case study*. *Public Understanding of Science* 9, 105-122.
- Zaman G., Goschin Z. (2010): *Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity: Theoretical approaches and implications for the strategy of post-crisis sustainable development*. *Theoretical and Applied Economics* XVII 12 (553), 5-20.
- Ziman J. (2000): *Real Science: What it Is, and What it Means*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ziman J. (2003): *Non-instrumental roles of science*. *Science and Engineering Ethics* 9, 17-27.

## ANHANG I

### Qualitative Inhaltsanalyse: Verzeichnis der bearbeiteten Literatur

| Zeitintervall    | Gruppe                | Kürzel | Bibliografische Angaben                                                                                                                                                                                               |
|------------------|-----------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A<br>(1998-2003) | PNS-Gruppe            | A0/1   | Adger W.N. (2003): <i>Social capital, collective action, and adaptation to climate change</i> . Economic Geography 79 (4), 387-404.                                                                                   |
|                  |                       | A0/2   | Mirza M.M.Q. (2003): <i>Climate change and extreme weather events: Can developing countries adapt?</i> Climate Policy 3, 233-248.                                                                                     |
|                  |                       | A0/3   | Prudhomme C., Jakob D., Svensson C. (2003): <i>Uncertainty and climate change impact on the flood regime of small UK catchments</i> . Journal of Hydrology 277, 1-23.                                                 |
|                  |                       | A0/4   | Tol R.S.J. (2003): <i>Is the uncertainty about climate change too large for expected cost-benefit analysis?</i> Climatic Change 56, 265-289.                                                                          |
|                  |                       | A0/5   | Middelkoop H. et al. (2001): <i>Impact of climate change on hydrological regimes and whater resource management in the Rhine basin</i> . Climatic Change 49, 105-128.                                                 |
|                  |                       | A0/6   | Papathanasiou D., Anderson D. (2001): <i>Uncertainties in responding to climate change: On the economic value of technology policies for reducing costs and creating options</i> . The Energy Journal 22 (3), 79-114. |
|                  |                       | A0/7   | Kelly P.M., Adger W.N. (2000): <i>Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation</i> . Climatic Change 47, 325-352.                                                     |
|                  |                       | A0/8   | Reaser J.K., Pomerance R., Thomas P.O. (2000): <i>Coral bleaching and global climate change: Scientific findings and policy recommendations</i> . Conservation Biology 14 (5), 1500-1511.                             |
|                  |                       | A0/9   | Smit B. et al. (2000): <i>An anatomy of adaptation to climate change and variability</i> . Climatic Change 45, 223-251.                                                                                               |
|                  |                       | A0/10  | Roughgarden T., Schneider S.H. (1999): <i>Climate change policy: quantifying uncertainties for damages and optimal carbon taxes</i> . Energy Policy 27, 415-429.                                                      |
|                  | Normal-Science-Gruppe | A1/1   | Strode P.K. (2003): <i>Implications of climate change for North American wood warblers (Parulidae)</i> . Global Change Biology 9, 1137-1144.                                                                          |
|                  |                       | A1/2   | Anderson R.Y., Allen B.D., Menking K.M. (2002): <i>Geomorphic expression of abrupt climate change in Southwestern North America at the glacial termination</i> . Quaternary Research 57, 371-381.                     |
|                  |                       | A1/3   | Koontz T.L., Shepherd U.L., Marshall D. (2001): <i>The effects of climate change on Merriam's kangaroo rat, Dipodomys merriami</i> . Journal of Arid Environments 49, 581-591.                                        |
|                  |                       | A1/4   | Narama C. (2002): <i>Late Holocene variation of the Raigorodskogo Glacier and climate change in the Pamir-Alai, Central Asia</i> . Catena 48, 21-37.                                                                  |
|                  |                       | A1/5   | Gong D.-Y., Ho C.-H. (2002): <i>The Siberian High and climate change over middle to high latitude Asia</i> . Theoretical and Applied Climatology 72, 1-9.                                                             |
|                  |                       | A1/6   | Hald M., Dokken T., Mikalsen G. (2001): <i>Abrupt climatic change during the last interglacial-glacial cycle in the polar North Atlantic</i> . Marine Geology 176, 121-137.                                           |
|                  |                       | A1/7   | Bodri L., Cermák V. (1999): <i>Climate change of the last millenium inferred from borehole temperatures: Regional patterns of</i>                                                                                     |

|                  |                       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------|-----------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                       |       | <i>climatic changes in the Czech Republic – part III. Global and Planetary Change</i> 21, 225-235.                                                                                                                                                                        |
|                  |                       | A1/8  | Guyodo Y., Valet J.-P. (1999): <i>Global changes in intensity of the Earth's magnetic field during the past 800 kyr.</i> Nature 399, 249-252.                                                                                                                             |
|                  |                       | A1/9  | Corti S., Molteni F., Palmer T.N. (1999): <i>Signature of recent climate change in frequencies of natural atmospheric circulation regimes.</i> Nature 398, 799-802.                                                                                                       |
|                  |                       | A1/10 | Shemesh A. et al. (2001): <i>Holocene climatic change in Swedish Lapland inferred from an oxygen-isotope record of lacustrine biogenic silica.</i> The Holocene 11, 447-454.                                                                                              |
| B<br>(2004-2009) | PNS-Gruppe            | B0/1  | Richardson J., Kagawa F., Nichols A. (2009): <i>Health, energy vulnerability and climate change: A retrospective thematic analysis of primary care trust policies and practices.</i> Public Health 123, 765-770.                                                          |
|                  |                       | B0/2  | Zickfeld K. et al. (2009): <i>Setting cumulative emissions targets to reduce the risk of dangerous climate change.</i> PNAS 106 (38), 16129-16134.                                                                                                                        |
|                  |                       | B0/3  | Mertz O. et al. (2009): <i>Adaptation to climate change in developing countries.</i> Environmental Management 43, 743-752.                                                                                                                                                |
|                  |                       | B0/4  | Henning A. (2008): <i>The illusion of economic objectivity: Linking local risks of credibility loss to global risks of climate change.</i> Journal of Risk Research 11 (1-2), 223-235.                                                                                    |
|                  |                       | B0/5  | Dupont A. (2008): <i>The strategic implication of climate change.</i> Survival: Global Politics and Strategy 50 (3), 29-54.                                                                                                                                               |
|                  |                       | B0/6  | Kunreuther H.C., Michel-Kerjan E.O. (2007): <i>Climate change, insurability of climate change disasters, and the emerging liability challenge.</i> University of Pennsylvania Law Review 155 (6), 1795-1842.                                                              |
|                  |                       | B0/7  | Lynch A.H., Brunner R.D. (2007): <i>Context and climate change: An integrated assessment for Barrow, Alaska.</i> Climatic Change 82, 93-111.                                                                                                                              |
|                  |                       | B0/8  | Clift R. (2007): <i>Climate change and energy policy: The importance of sustainability arguments.</i> Energy 32, 262-268.                                                                                                                                                 |
|                  |                       | B0/9  | O'Brien G. et al. (2006): <i>Climate change and disaster management.</i> Disasters 30 (1), 64-80.                                                                                                                                                                         |
|                  |                       | B0/10 | Dyson T. (2005): <i>On development, demography and climate change: The end of the world as we know it?</i> Population and Environment 27 (2), 117-149.                                                                                                                    |
|                  | Normal-Science-Gruppe | B1/1  | White J.W.C. (2009): <i>Geoscience of climate and energy 5. Ice cores, greenhouse gases and climate change.</i> Geoscience Canada 36 (2), 78-80.                                                                                                                          |
|                  |                       | B1/2  | Brown L. (2009): <i>Challenges in tackling climate change.</i> Physics World (Oct.), 20-21.                                                                                                                                                                               |
|                  |                       | B1/3  | Cullen L.E., Grierson P.F. (2007): <i>A stable oxygen, but not carbon, isotope chronology of Callitris columellaris reflects recent climate change in north-western Australia.</i> Climatic Change 85, 213-229.                                                           |
|                  |                       | B1/4  | Furnival S. (2006): <i>Burying climate change for good.</i> Physics World (Sept.), 24-29.                                                                                                                                                                                 |
|                  |                       | B1/5  | Hüppop O., Winkel W. (2006): <i>Climate change and timing of spring migration in the long-distance migrant Ficedula hypoleuca in central Europe: The role of spatially different temperature changes along migration routes.</i> Journal of Ornithology 147 (2), 344-353. |
|                  |                       | B1/6  | Van Loon H. (2006): <i>A note on the global change in the 1970s.</i> Meteorologische Zeitschrift 15 (3), 365-370.                                                                                                                                                         |
|                  |                       | B1/7  | Miyakoshi A. et al. (2005): <i>Evaluations of subsurface flow for reconstructions of climate change using borehole temperature and isotope data in Kamchatka.</i> Physics of the Earth and                                                                                |

|                  |                       |       |                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------|-----------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                       |       | Planetary Interiors 152, 335-342.                                                                                                                                                                                              |
|                  |                       | B1/8  | Murphy-Klassen H.M. et al. (2005): <i>Long-term trends in spring arrival dates of migrant birds at Delta Marsh, Manitoba, in relation to climate change</i> . The Auk 122 (4), 1130-1148.                                      |
|                  |                       | B1/9  | Power H.C., Mills D.M. (2005): <i>Solar radiation climate change over southern Africa and an assessment of the radiative impact of volcanic eruptions</i> . International Journal of Climatology 25, 295-318.                  |
|                  |                       | B1/10 | Sun L. et al. (2004): <i>A 1,500-year record of Antarctic seal populations in response to climate change</i> . Polar Biology 27 (8), 495-501.                                                                                  |
| C<br>(2010-2012) | PNS-Gruppe            | C0/1  | Ramirez-Villegas J. et al. (2012): <i>A way forward on adaptation to climate change in Colombian agriculture: Perspectives towards 2050</i> . Climatic Change 115, 611-628.                                                    |
|                  |                       | C0/2  | Cheng C.S. et al. (2012): <i>Possible impacts of climate change on extreme weather events at local scale in south-central Canada</i> . Climatic Change 112, 963-979.                                                           |
|                  |                       | C0/3  | Watkiss P., Hunt A. (2012): <i>Projection of economic impacts of climate change in sectors of Europe based on bottom up analysis: Human health</i> . Climatic Change 112, 101-126.                                             |
|                  |                       | C0/4  | Carey M., French A., O'Brien E. (2012): <i>Unintended effects of technology on climate change adaptation: An historical analysis of water conflicts below Andean Glaciers</i> . Journal of Historical Geography 38, 181-191.   |
|                  |                       | C0/5  | Wolf M. (2012): <i>Living with limits: Growth, resources, and climate change</i> . Climate Policy 12, 772-783.                                                                                                                 |
|                  |                       | C0/6  | Brown I. et al. (2011): <i>Climate change, drought risk and land capability for agriculture: Implications for land use in Scotland</i> . Regional Environmental Change 11, 503-518.                                            |
|                  |                       | C0/7  | Viers J.H. (2011): <i>Hydropower relicensing and climate change</i> . Journal of the American Water Resources Association 47 (4), 655-661.                                                                                     |
|                  |                       | C0/8  | Ebi K. (2011): <i>Climate change and health risks: Assessing and responding to them through 'adaptive management'</i> . Health Affairs 30 (5), 924-930.                                                                        |
|                  |                       | C0/9  | Adger W.N. et al. (2011): <i>This must be the place: Underrepresentation of identity and meaning in climate change decision-making</i> . Global Environmental Politics 11 (2), 1-25.                                           |
|                  |                       | C0/10 | Wiens J.A., Bachelet D. (2010): <i>Matching the multiple scales of conservation with the multiple scales of climate change</i> . Conservation Biology 24 (1), 51-62.                                                           |
|                  | Normal-Science-Gruppe | C1/1  | Asghar A., Ali S.M., Yasmin A. (2012): <i>Effect of climate change on apple (Malus domestica var. ambri) production: A case study in Kotli Satian, Rawalpindi, Pakistan</i> . Pakistan Journal of Botany 44 (6), 1913-1918.    |
|                  |                       | C1/2  | Hallar A.G., McCubbin I.B., Wright J.M. (2011): <i>Change. A place-based curriculum for understanding climate change at Storm Peak laboratory, Colorado</i> . Bulletin of the American Meteorological Society 92 (7), 909-918. |
|                  |                       | C1/3  | Tao H. et al. (2011): <i>Trends of streamflow in the Tarim River basin during the past 50 years: Human impact or climate change?</i> Journal of Hydrology 400, 1-9.                                                            |
|                  |                       | C1/4  | Artzy-Randrup Y., Alonso D., Pascual M. (2010): <i>Transmission intensity and drug resistance in Malaria population dynamics: Implications for climate change</i> . PLOS ONE 5 (10), e13588.                                   |
|                  |                       | C1/5  | Ribes A., Azais J.-M., Planton S. (2010): <i>A method for regional climate change detection using smooth temporal patterns</i> . Climate Dynamics 35 (2-3), 391-406.                                                           |
|                  |                       | C1/6  | Huntley B. et al. (2010): <i>Beyond bioclimatic envelopes: Dynamic species' range and abundance modelling in the context of climatic</i>                                                                                       |

|  |  |       |                                                                                                                                                                                                    |
|--|--|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |       | <i>change</i> . <i>Ecography</i> 33 (3), 621-626.                                                                                                                                                  |
|  |  | C1/7  | Rosenberg N.J. (2010): <i>Climate change, agriculture, water resources: What do we tell those who need to know?</i> <i>Climatic Change</i> 100, 113-117.                                           |
|  |  | C1/8  | He Y. et al. (2010): <i>Climate change and its effect on annual runoff in Lijiang Basin – Mt Yulong region, China</i> . <i>Journal of Earth Science</i> 21 (2), 137-147.                           |
|  |  | C1/9  | Park J. et al. (2010): <i>Holocene climate change and human impact, central Mexico: A record based on maar lake pollen and sediment chemistry</i> . <i>Quaternary Science Reviews</i> 29, 618-632. |
|  |  | C1/10 | Willis C.G. et al. (2010): <i>Favorable climate change response explains non-native species' success in Thoreau's Woods</i> . <i>PLOS ONE</i> 5 (1), e8878.                                        |

## ANHANG II

### Qualitative Inhaltsanalyse: Kodierleitfaden

| Parameter                               | Kategorie                    | Definition                                                                                                                                                                                                                                 | Ankerbeispiele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Kodierregeln                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Thematisierung von Unsicherheit (U&R/1) | fehlend / kaum               | Unsicherheit bezügl. des Forschungsgegenstands (d.h. teilweises oder völliges <i>Nichtwissen</i> über Systemzusammenhänge, <i>Unvorhersagbarkeit</i> zukünftiger Entwicklungen) wird nicht oder kaum thematisiert, ist höchstens Randthema | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Keine Erwähnung von Unsicherheit in den Schlüsselstellen*; Gesamteindruck deutet darauf hin, dass das Thema höchstens eine marginale Rolle spielt |
|                                         | ausdrücklich                 | Unsicherheit bezügl. des Forschungsgegenstands als wesentlicher, integraler Bestandteil des Papers                                                                                                                                         | „[T]he effect of economic growth on health outcomes has not been considered in the analysis. Furthermore, there is a wide range of other socio-economic factors [...] that will affect outcomes. These omissions are highlighted as a major uncertainty.“ (C0/3, 105)<br><br>„Water management planners are facing considerable uncertainties on future demand and availability of water. Climate change and its potential hydrological effects are increasingly contributing to this uncertainty.“ (A0/5, 106) | Thematisierung von Unsicherheit in den Schlüsselstellen* und / oder wiederholt im Volltext des Papers als „roter Faden“                           |
|                                         | reflexive Auseinandersetzung | Umgang der Klimaforschung mit Unsicherheit ist Gegenstand einer <i>theoretischen</i> , reflektierenden Auseinandersetzung                                                                                                                  | „Is the uncertainty about climate change too large for expected cost-benefit analyses?“ (Titel des Papers A0/4)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Umgang mit Unsicherheit innerhalb der Klimaforschung ist zentrale Forschungsfrage bzw. ein wesentlicher Teil der Forschungsfrage                  |
| Thematisierung von Risiko (U&R/2)       | kaum / fehlend               | Risiko, d.h. Gefährdung sozialer und / oder natürlicher Systeme („high stakes“ oder „ethisch relevante Unsicherheit“) wird nicht oder kaum thematisiert, ist höchstens Randthema                                                           | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Keine Erwähnung von Risiken in den Schlüsselstellen*; Gesamteindruck deutet darauf hin, dass das Thema höchstens eine marginale Rolle spielt      |
|                                         | ausdrücklich                 | Risiko, d.h. Gefährdung sozialer und / oder natürlicher Systeme als wesentlicher, integraler Bestandteil des Papers                                                                                                                        | „This article analyses economic thinking as a conceptual construct and discusses the link it provides between local risks of losing credibility and global risks of resource depletion and climate change.“ (B0/4, 223)<br><br>„Coral bleaching events may                                                                                                                                                                                                                                                      | Thematisierung von Risiken in den Schlüsselstellen* und / oder wiederholt im Volltext des Papers als „roter Faden“                                |

|                                                           |                                 |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                           |                                 |                                                                                                                                                                             | become more frequent and severe as the climate continues to warm, exposing coral reefs to an increasingly hostile environment. This global threat to corals compounds the effects of more localized anthropogenic factors that already place reefs at risk.“ (A0/8, 1500)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                       |
|                                                           | reflexive Auseinandersetzung    | Umgang der Klimaforschung mit R. ist Gegenstand einer <i>theoretischen</i> , reflektierenden Auseinandersetzung                                                             | „To sum up [...], CBA [cost-benefit analysis] is applicable to problems that are not catastrophic or very weakly catastrophic.“ (A0/4, 269)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Umgang mit Risiko innerhalb der Klimaforschung ist zentrale Forschungsfrage bzw. ein wesentlicher Teil der Forschungsfrage                            |
| Paradigmen im Umgang mit Unsicherheit & Risiko (U&R/3a-e) | weiterer Wissenserwerb          | Forderung nach Reduktion von Unsicherheit & Risiko durch weiteren Wissenserwerb                                                                                             | „[I]t is critical to establish better baseline data and develop well-coordinated, interdisciplinary programs to address gaps in current knowledge.“ (A0/8, 1508)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Suche nach expliziten Empfehlungen im Umgang mit Unsicherheit & Risiko; Beurteilung der „impliziten Paradigmenwahl“ aus dem Gesamteindruck des Papers |
|                                                           | sozio-politische Konsensbildung | Umgang mit Unsicherheit & Risiko wird als legitimer Gegenstand soziopolitischer Entscheidungsfindungsprozesse betrachtet                                                    | „Minimizing vulnerability to climate change is only one of the community's interests, and must compete with other interests [...]. [T]he community itself is in the best position to understand its own context, to decide on sound policies, and to take responsibility for those decisions.“ (B0/7, 93)                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | s.o.                                                                                                                                                  |
|                                                           | Quantifizierung                 | Unsicherheit & Risiko werden als quantifizierbare Parameter betrachtet, z.B. im Rahmen mathemat. Risikoanalysen                                                             | „[W]e address uncertainties in impacts [of climate change], and provide a method for quantitative estimation of the policy implications of such uncertainties.“ (A0/10, 415)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | s.o.                                                                                                                                                  |
|                                                           | Vorsorgeprinzip                 | Forderung nach vorbeugendem Umgang mit Unsicherheit & Risiko; Suche nach optimalen Lösungsstrategien, die Unsicherheit & Risiko in <i>qualitativer</i> Form berücksichtigen | „This is [...] a call for a new precautionary science of decision-making at the global scale that seeks to promote sustainable adaptation to the inevitable consequences of climate change on diverse places.“ (C0/9, 20)<br><br>„Vulnerability to extreme weather events, disaster management and adaptation must be part of long-term sustainable development planning in developing countries. Lending agencies and donors need to reform their investment policies [...] to focus more on capacity building instead of just investing in recovery operations and infrastructure development.“ (A0/2, 233) | s.o.                                                                                                                                                  |
|                                                           | keine expliziten Empfehlungen   | keines der o.g. Paradigmen wird explizit erwähnt und /                                                                                                                      | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | keine expliziten Empfehlungen; keine Äußerungen, die auf                                                                                              |

|                                                               |                                  |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               | gen                              | oder keine implizite Paradigmenwahl feststellbar                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | „implizite Paradigmenwahl“ schließen lassen                                                                                                                                                                                                          |
| Team-Zusammensetzung (ID/1)                                   | unidisziplinär                   | AutorInnen stammen aus demselben Fachgebiet / Disziplin                                                                                                                                     | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | institutionelle Zugehörigkeit der AutorInnen, laut Angaben des Papers                                                                                                                                                                                |
|                                                               | multi-disziplinär                | AutorInnen stammen aus unterschiedlichen Fachgebieten / Disziplinen; Kooperation über disziplinäre Grenzen im Sinne <i>institutioneller Organisations-einheiten</i> hinweg                  | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | s.o.                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                               | Ein-Autor/in-Artikel             | nur ein/e AutorIn                                                                                                                                                                           | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | s.o.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Interdisziplinarität der Forschungsfrage (ID/2)               | ist gegeben                      | Es kommt zu <i>kognitiver Integration</i> über mind. 2 der 3 Teilbereiche des Konzepts der Nachhaltigkeit bzw. der entsprechenden Disziplinen Natur-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | entscheidend ist, ob auf <i>Systemzusammenhänge</i> in mehreren der Bereiche Natur, Gesellschaft und Wirtschaft eingegangen wird; punktuelle Erwähnung von einzelnen Begriffen wie „Gesellschaft“ oder „natürliche Ressourcen“ ist nicht ausreichend |
|                                                               | ist nicht gegeben                | Es kommt zu <i>keiner kognitiven Integration</i> über mind. 2 der 3 Teilbereiche des Konzepts der Nachhaltigkeit bzw. der entsprechenden Disziplinen                                        | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | s.o.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| wenn nein: disziplinäre Einordnung der Forschungsfrage (ID/3) | Naturwissenschaften              | Forschungsfrage ist typischer Gegenstand naturwissenschaftl. Disziplinen                                                                                                                    | „The goal of the present work [...] is [...] to reconstruct regional patterns of the climate for several distinct climatic epochs on the territory of the Czech Republic.“ (A1/7, 226)                                                                                                                                                                            | Hinweis auf ausschließl. natürliche Systemzusammenhänge                                                                                                                                                                                              |
|                                                               | Wirtschaftswissenschaften        | Forschungsfrage ist typischer Gegenstand wirtschaftswissenschaftl. Disziplinen                                                                                                              | „The paper presents a simplified model of the form often used to project long-term emissions of carbon dioxide from energy production and use. It then considers three uncertainties in parameters of the model [...]. Monte Carlo analysis is used to estimate the frequency distributions of costs and benefits under different policy assumptions.“ (A0/6, 79) | Hinweis auf ausschließl. ökonomische Systemzusammenhänge                                                                                                                                                                                             |
|                                                               | Sozial- und Kulturwissenschaften | Forschungsfrage ist typischer Gegenstand sozial- oder kulturwissenschaftl. Disziplinen                                                                                                      | „In this article, ‚economic objectivity‘ is analysed as a cultural construct, continuously reproduced through power-related communication.“ (B0/4, 223)                                                                                                                                                                                                           | Hinweis auf ausschließl. soziale bzw. kulturelle Systemzusammenhänge                                                                                                                                                                                 |
|                                                               | theoretische Fragestellung       | Forschungsfrage ist nicht empirisch,                                                                                                                                                        | „This paper aims to synthesize and clarify the treatment of                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | keine Hinweise auf empirische                                                                                                                                                                                                                        |

|                                                                                       |                                                                     |                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                       |                                                                     | sondern konzeptuell /<br>philosoph.-theoret.<br>motiviert                                                                            | climate adaptation in the<br>existing literature. It builds on<br>generally agreed-upon concepts<br>and terms to establish a<br>comprehensive ‚anatomy‘ of<br>adaptation. [...] The paper<br>spells out what is meant by<br>‚adaptation‘, and how it has<br>been characterised and<br>classified.“ (A0/9, 224)                                                  | Fragestellung                                                                                                                                                     |
| wenn ja:<br>Integration der<br>Bereiche...<br>(ID/4)                                  | Natur- &<br>Wirtschafts-<br>wissen-<br>schaften                     | kognitive Integration<br>über „typische“<br>Forschungs-<br>gegenstände und<br>System-<br>zusammenhänge der<br>genannten Bereiche     | „We [...] query national data<br>sources to characterize the<br>agricultural sector. We then use<br>17 Global Circulation Model<br>(GCM) outputs to quantify how<br>Colombian agricultural<br>production may be affected by<br>climate change [...].“ (C0/1,<br>611)                                                                                            | System-<br>zusammenhänge aus<br>den jeweils genannten<br>Bereichen feststellbar                                                                                   |
|                                                                                       | Natur- &<br>Sozialwissen-<br>schaften                               | s.o.                                                                                                                                 | (kommt nicht vor)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | s.o.                                                                                                                                                              |
|                                                                                       | Wirtschafts-<br>&<br>Sozialwissen-<br>schaften                      | s.o.                                                                                                                                 | „This article reviews emerging<br>perspectives on collective<br>action and social capital [...].<br>[S]ocial capital is increasingly<br>understood within economics to<br>have public and private<br>elements [...]. The public-good<br>aspects of particular forms of<br>social capital are pertinent<br>elements of adaptive capacity<br>[...]“.“ (A0/1, 387) | s.o.                                                                                                                                                              |
|                                                                                       | Natur-,<br>Sozial- &<br>Wirtschafts-<br>wissen-<br>schaften         | s.o.                                                                                                                                 | Paper B0/7 (keine einzelnen<br>Textstellen angebar)                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | s.o.                                                                                                                                                              |
| Forschungs-<br>methoden (ID/5)                                                        | induktive<br>Erfassung und<br>anschließende<br>Kategori-<br>sierung |                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                   |
| Trans-<br>disziplinarität<br>(TD/1)                                                   | ist nicht<br>gegeben                                                | Es wurde kein nicht-<br>akademisches<br>Personal (erweiterte<br>Peer-Communities) in<br>den Forschungs-<br>prozess mit<br>einbezogen | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Berücksichtigung der<br>institut. Zugehörigkeit<br>der AutorInnen<br>(nicht-akademische<br>Einrichtungen?);<br>keine Hinweise auf<br>partizipat. Methoden         |
|                                                                                       | ist gegeben                                                         | Nicht-akademisches<br>Personal (erweiterte<br>Peer-Communities)<br>wurde in den<br>Forschungsprozess<br>mit einbezogen               | „In collaboration with a number<br>of colleagues we have worked<br>with people in Barrow on<br>problems arising from climate<br>variability and change since<br>August 2000 [...]“.“ (B0/7, 95)                                                                                                                                                                 | Berücksichtigung der<br>institut. Zugehörigkeit<br>der AutorInnen<br>(nicht-akademische<br>Einrichtungen?);<br>ausdrückl. Hinweise<br>auf partizipat.<br>Methoden |
| wenn nein:<br>theoretisches<br>Interesse an<br>transdisziplinärer<br>Forschung (TD/2) | ist nicht<br>gegeben                                                | Transdisziplinäre<br>Forschung bzw.<br>Öffentlichkeits-<br>beteiligung werden<br>nicht thematisiert                                  | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | keine konkrete<br>Erwähnung des<br>Themas                                                                                                                         |
|                                                                                       | ist gegeben                                                         | Transdisziplinäre<br>Forschung bzw.<br>Öffentlichkeits-<br>beteiligung sind<br>Gegenstand                                            | „In general, stakeholders –<br>including those who make<br>management decisions and<br>those who are affected by these<br>decisions – can make important                                                                                                                                                                                                        | konkrete Aussagen zu<br>den Themen<br>Transdisziplinarität /<br>Bürgerbeteiligung                                                                                 |

|                                              |                                     |                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                              |
|----------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              |                                     | <i>theoretischen</i><br>Interesses                                                                                           | contributions to understanding problems and identifying appropriate solutions.“ (C0/8, 927)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                              |
| wenn ja: Stakeholder-Beteiligung (TD/3)      | professionelle Stakeholder          | Stakeholder aus professionellem Umfeld - wie Politik, Wirtschaft, NGOs - wurden in den Forschungsprozess mit einbezogen      | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Überprüfung der institut. Zugehörigkeit der AutorInnen; Suche nach konkreten Angaben, wer am Forschungsprozess beteiligt war |
|                                              | Laien, lokale Communities           | echte Öffentlichkeitsbeteiligung i.S. eines Miteinbezugs von Laien und unmittelbar betroffenen Local Communities             | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | s.o.                                                                                                                         |
|                                              | beide Gruppen                       | beide o.g. Gruppen wurden mit einbezogen                                                                                     | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | s.o.                                                                                                                         |
| Berücksichtigung normativer Aspekte (Norm/1) | nein                                | Werturteile, Normen und Präskriptionen werden nicht thematisiert                                                             | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | keine normativen Aussagen                                                                                                    |
|                                              | nur vage                            | Werturteile, Normen und Präskriptionen werden nur kurz, vage / undeutlich oder am Rande erwähnt                              | [als einziger Hinweis]: „Several authors have discussed potentially negative implications of a mismatch between arrival dates of [bird] migrants and optimal conditions at breeding sites [...]. (B1/8, 1141)                                                                                                                                                                                                   | nur undeutliche normative oder als normativ interpretierbare Aussagen, nicht in den Schlüsselstellen                         |
|                                              | ausdrücklich                        | Werturteile, Normen und Präskriptionen als integraler, wesentlicher Text-Bestandteil                                         | „[S]ocieties value places and their cultures and environments, yet we argue [...] that risks to both cultural and natural heritage appear to be undervalued in scientific and policy considerations [...].“ (C0/9, 6)<br><br>„Such [technology] policies can also be defended by reference to their option value, to their environmental benefits, and to the positive externalities of innovation.“ (A0/6, 79) | normative Aussagen in den Schlüsselstellen oder mehrfache Thematisierung im Gesamttext                                       |
| wenn ja: normatives Referenzsystem (Norm/2)  | Politik, internationale Beziehungen | normative Aussagen sind (ausschließlich) in den kontextuellen Rahmen von Politik und internationalen Beziehungen eingebettet | „On the mitigation side, policies agree that Greenhouse Gases [...] emissions should be globally limited and/or reduced. [...] Recently, the world nations reached an agreement to ,cut emissions and deliver funds for adaptation in developing countries‘ during COP-16 (Cancún, Mexico), further ratified in Durban (COP-17).“ (C0/1, 612)                                                                   | ausdrückl. Bezug auf politische Konzepte und Zusammenhänge                                                                   |
|                                              | Ethik                               | normative Aussagen sind (ausschließlich) in einen philosophisch-ethischen kontextuellen Rahmen eingebettet                   | (kommt nicht vor)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ausdrückl. Berufung auf ethische Konzepte                                                                                    |
|                                              | beide Aspekte enthalten             | normative Aussagen sind in beide o.g.                                                                                        | „[W]e argue that decisions on global climate policy must be                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | s.o.                                                                                                                         |

|                                                        |                                                    |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                        |                                                    | Referenzsysteme eingebettet                                                                                                                                                                     | made according to a formal conception of justice rather than merely an equitable distribution of burdens.“ (C0/9, 14)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                        |
|                                                        | nicht feststellbar                                 | konzeptueller Bezug normativer Aussagen bleibt unklar                                                                                                                                           | „Several authors have discussed potentially negative implications of a mismatch between arrival dates of [bird] migrants and optimal conditions at breeding sites [...]. (B1/8, 1141)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | kein ausdrückl. Bezug auf politische und/oder ethische Rahmenkonzepte feststellbar                     |
| wenn ja: Berücksichtigung ethischer Konflikte (Norm/3) | nein                                               | Zielkonflikte, differierende moralische und/oder politische Standpunkte, plurale Werte und Uneinigkeit über zukünftige Maßnahmen und Handlungsstrategien werden nicht thematisiert              | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | keine Erwähnung ethischer Konflikte                                                                    |
|                                                        | vage                                               | Zielkonflikte, differierende moralische und/oder politische Standpunkte, plurale Werte und Uneinigkeit über zukünftige Maßnahmen und Handlungsstrategien werden nur vage und undeutlich erwähnt | „[T]here is no universally recognised framework or process for determining what constitutes a dangerous level of climate change, and for whom.“ (B0/9, 72)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | vage oder nur implizite Hinweise auf ethische Konflikte                                                |
|                                                        | ausdrücklich                                       | Zielkonflikte, differierende moralische und/oder politische Standpunkte, plurale Werte und Uneinigkeit über zukünftige Maßnahmen und Handlungsstrategien werden ausdrücklich thematisiert       | „Of course, there will be trade-offs between climate change and other social priorities. [...] [D]ecisions such as these [whether to build new coal-fired power plants] represent a political dilemma of the highest order and there are few easy answers.“ (B1/2, 20f.)<br><br>„The water conflicts at Lake Parón have [...] unfolded amidst a quagmire of institutions, jurisdictional guidelines, and stakeholder priorities – and there has been a diversity of public, private and civil-society groups involved at many scales and with various perceptions and power discrepancies.“ (C0/4, 185) | deutliche, explizite Thematisierung ethischer Konflikte                                                |
| zeitliche Einordnung (LO/1)                            | vergangenheitsorientiert, ohne Zukunftsperspektive | auf indirekten Klima-Rekonstruktions-Methoden beruhend (i.d.R. früher als 20. Jhdt.); Relevanz der Ergebnisse für Vorhersagen, Prognosen und / oder Szenarienbildung wird nicht erwähnt         | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Angaben zur Methode und Forschungsfrage; Suche nach ausdrückl. Thematisierung von Zukunftsperspektiven |
|                                                        | vergangenheits-                                    | auf indirekten Klima-Rekonstruktions-                                                                                                                                                           | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | s.o.                                                                                                   |

|                                                         |                                                |                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                         | orientiert, mit Zukunftsperspektive            | Methoden beruhend (i.d.R. früher als 20. Jhdt.); Relevanz der Ergebnisse für Vorhersagen, Prognosen und / oder Szenarienbildung wird erwähnt                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                          |
|                                                         | gegenwartsorientiert, ohne Zukunftsperspektive | auf direkten Klimamessdaten beruhend (i.d.R. 20./21. Jhdt.); Relevanz der Ergebnisse für Vorhersagen, Prognosen und / oder Szenarienbildung wird nicht erwähnt | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | s.o.                                                                                                                                                                                                     |
|                                                         | gegenwartsorientiert, mit Zukunftsperspektive  | auf direkten Klimamessdaten beruhend (i.d.R. 20./21. Jhdt.); Relevanz der Ergebnisse für Vorhersagen, Prognosen und / oder Szenarienbildung wird erwähnt       | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | s.o.                                                                                                                                                                                                     |
|                                                         | zukunftsorientiert                             | Erstellen von Prognosen, Szenarien oder Simulationen ist primärer Forschungsgegenstand                                                                         | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | s.o.                                                                                                                                                                                                     |
| Problemlösungsvorschläge & Handlungsempfehlungen (LO/2) | keine                                          | keine Handlungsempfehlungen                                                                                                                                    | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | keine Thematisierung von Handlungsempfehlungen                                                                                                                                                           |
|                                                         | punktuell, allgemein / vage                    | nicht strategische Einzelmaßnahmen (kein strategischer Handlungsplan); wenig spezifisch, kein räuml./zeitl. Setting                                            | „In view of climate policy, an interesting question regards the least-cost allocation of allowable CO <sub>2</sub> emissions over time. The cumulative emissions estimates presented in this article [...] can be used as a constraint for the derivation of 'economically optimal' emissions paths [...].“ (B0/2, 16132) | Beurteilung des systemischen Charakters der Empfehlungen (gibt es eine erkennbare strategische Einbettung?); Beurteilung der Anwendungsnähe (konkrete, räuml.-zeitl. spezifizierte Maßnahmen ableitbar?) |
|                                                         | systemisch / strategisch, allgemein / vage     | Vorschläge haben systemischen Charakter und zielen auf einen dauerhaften, komplexen Entwicklungsprozess ab; wenig spezifisch, kein räuml./zeitl. Setting       | „We must convince humanity that it is possible to develop the technology that allows us to combine rising prosperity with a recognition of environmental limits. We must also create the institutions that make the decisions we need to take feasible [...].“ (C0/5, 783)                                                | s.o.                                                                                                                                                                                                     |
|                                                         | punktuell, konkret                             | nicht strategische Einzelmaßnahmen; spezifische Maßnahmen, konkretes räuml./zeitl. Setting                                                                     | „[I]nsurers can help mitigate future damages from global climate change by providing premium reductions and rate credits to companies investing in risk-reducing measures.“ (B0/6, 1795)                                                                                                                                  | s.o.                                                                                                                                                                                                     |
|                                                         | systemisch / strategisch, konkret              | Vorschläge haben systemischen Charakter und zielen                                                                                                             | A0/8, 1507f., Table 3: Results of the expert consultation on coral bleaching.                                                                                                                                                                                                                                             | s.o.                                                                                                                                                                                                     |

|  |  |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                            |  |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | auf einen dauerhaften, komplexen Entwicklungsprozess ab; spezifische Maßnahmen, konkretes räuml./zeitl. Setting | <i>[2-seitige Tabelle betreffend „Issues“ and „Actions“]</i><br><br>B0/8: detaillierte Auflistung von Empfehlungen der Royal Commission on Environmental Pollution (RCEP) (UK) zu Fragen des Klimawandels. |  |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

\* *Anmerkung:* „Schlüsselstellen“ des Papers bezeichnen Abstract, die Formulierung der Forschungsfrage bzw. Hypothese in der Einleitung sowie die Zusammenfassung.

## ABSTRACT

*Post-Normal Science* describes a new framework and style of scientific praxis that explicitly addresses the challenges of *real-world problems*. Given the uncertainties and high risks of climate change, the field of climate science has been characterized as an appropriate case of *Post-Normal Science*. This study explores the factual relationship between *Post-Normal Science* and climate science. More precisely, it surveys if climate science has *increasingly* adopted post-normal methods and concepts within the last 15 years. An empirical meta-analysis of peer-reviewed climate science literature is carried out, using *Web of Science*-databases. The thesis introduces an integrative approach of *content analysis* that combines quantitative as well as qualitative steps. Results suggest that - while climate science has obviously embraced *some* aspects of *Post-Normal Science* - participatory methods are still rarely applied in practice. Potential difficulties in conducting participatory research within climate science are discussed. In conclusion, the findings may also be interpreted as indicating conceptual shortcomings of *Post-Normal Science*.

## ZUSAMMENFASSUNG

Unter Schlagworten wie *Post-Normal Science* oder *Mode 2* werden in der Literatur Formen innovativer, partizipatorischer Wissenschaftspraxis verhandelt, welche explizit zur Lösung lebensweltlicher Probleme beitragen sollen. Als *potentielles* oder *faktisches* Anwendungsgebiet post-normaler Wissenschaft ist dabei mehrfach die Klimaforschung identifiziert worden. Die vorliegende Arbeit geht dem *faktischen* Zusammenhang zwischen Klimaforschung und *Post-Normal Science* nach und untersucht, ob während der letzten 15 Jahre *in zunehmendem Ausmaß* post-normale Konzepte und Praktiken in der Klimaforschung zum Einsatz kamen. Zu diesem Zweck wird eine empirische Metaanalyse von Forschungsliteratur (*peer-reviewed literature*) auf der Grundlage von *Web of Science*-Datenbanken vorgenommen. In methodischer Hinsicht verfolgt die Arbeit einen innovativen Anspruch, indem sowohl *qualitative* als auch *quantitative inhaltsanalytische Verfahren* angewendet und integriert werden. Auf diese Weise sollen inhaltliche Relevanz und Präzision, aber auch ein höherer Grad an Systematizität gewährleistet werden.

Die Ergebnisse legen nahe, dass bestimmte Elemente des Konzepts *Post-Normal Science* zwar zunehmend Eingang in die Klimaforschung gefunden haben, dass jedoch das grundlegende Kriterium *transdisziplinärer* oder *partizipatorischer* Forschungspraxis nach wie vor nur selten erfüllt wird. Mögliche Gründe dafür werden diskutiert. Abschließend wird dargelegt, dass diese Befundlage auch als Hinweis auf eine *konzeptuelle* Schwäche von *Post-Normal Science* gedeutet werden könnte.

## **DANKSAGUNG**

In erster Linie möchte ich an dieser Stelle meinem Betreuer, ao. Univ-Prof. Dr. Harald Wilfing, für die konstruktive Auseinandersetzung und Begleitung während des Entstehungsprozesses dieser Arbeit meinen Dank aussprechen.

Den Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Seminars „Inter- und transdisziplinäre Arbeitsmethoden in humanökologischer Forschung“ (Universität Wien, Sommersemester 2013) sei für hilfreiche Kommentare und Meinungen sowie zahlreiche spannende Diskussionen gedankt.

Dank gebührt nicht zuletzt auch meiner Familie und allen Freundinnen und Freunden, die meinem Arbeitsprozess unterstützend zur Seite standen und mir über so manche Schaffens- und Sinnkrise hinweghalfen.

## LEBENS LAUF

### Mag. Julia Braunsteiner-Berger

#### BILDUNGSWEG

|                          |                                                                                            |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Juni 2008 – Februar 2015 | Masterstudium Ökologie (Universität Wien)<br>Schwerpunkt Humanökologie                     |
| März 2004 – April 2012   | Diplomstudium Philosophie (Universität Wien)<br>Schwerpunkt Logik, Wissenschaftstheorie    |
| Oktober 2000 – Juni 2008 | Diplomstudium, später Bachelorstudium Biologie<br>Studienzweig Ökologie (Universität Wien) |
| Mai 2000                 | AHS-Matura<br>Bundesoberstufen-Realgymnasium St. Pölten                                    |

#### LEHRTÄTIGKEIT UND WISSENSCHAFTLICHE MITARBEIT

|                             |                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Oktober 2012 – Februar 2013 | Lektorin an der Universität Wien, Institut für<br>Philosophie, Seminar: <i>Formeln der Religion -<br/>Teleologische Gottesbeweise nach Kant und Intelligent<br/>Design</i> |
| Jänner 2011 – März 2011     | Projektmitarbeit an der Universität für Bodenkultur,<br>Institut für Verkehrswesen                                                                                         |
| März 2005 – Mai 2012        | Ehrenamtliche Mitarbeit: Amphibienschutz-<br>Projekt Exelberg, Wien                                                                                                        |

#### PUBLIKATIONEN, VORTRÄGE

|                |                                                                                                                                                                   |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| November 2012  | Vortrag: <i>Richard Swinburnes probabilistische<br/>Neufassung traditioneller Gottesbeweistypen</i> . Logik-<br>Café, Institut für Philosophie, Universität Wien. |
| September 2014 | <i>Swinburne's argument for the existence of God: a<br/>critical comment on conceptual issues</i> . Religious<br>Studies 50 (3), 359-378.                         |

## BERUFLICHE TÄTIGKEITEN ZUR FINANZIERUNG DES STUDIUMS

|                             |                                          |
|-----------------------------|------------------------------------------|
| Oktober 2011 – Oktober 2012 | Wiener Rathauskeller, Küchenhilfe        |
| Juli 2011 – Oktober 2012    | Manpower Hospitality, Küchenhilfe        |
| Februar 2006 – Oktober 2011 | Betreuung einer Problemstoffsammelstelle |