

Szenarioanalyse als Lernsetting für eine nachhaltige Entwicklung

Der Fakultät Nachhaltigkeit der Leuphana Universität Lüneburg
zur Erlangung des Grades

Doktor der Sozialwissenschaften - Doctor rerum socialium (Dr. rer. soc.)

vorgelegte Dissertation von

Simon M. Burandt

geb. 02.03.1978 in Witten an der Ruhr

Eingereicht am:

20.04.2011

Betreuer und Gutachter: Prof. Dr. Gerd Michelsen

Gutachter: Prof. Dr. Daniel Lang

Gutachterin PD. Dr. Jasmin Godemann

Zusammenfassung

Die Nachhaltigkeitswissenschaften stehen mit dem Ziel, zu einer nachhaltigen Transformation der Gesellschaft beizutragen, vor der Herausforderung, einen sozialen Lernprozess anzustoßen. Dieser soziale Lernprozess beinhaltet zum einen die kontinuierliche Klärung des Zieles, wie sich eine nachhaltige Entwicklung ausgestalten lässt, zum anderen jedoch auch die Veränderung individueller und kollektiver Verhaltensmuster und eine Erhöhung der jeweiligen Handlungsfähigkeit, um eine nachhaltige Entwicklung gestalten zu können.

Die Nachhaltigkeitswissenschaften beschäftigen sich daher in ihrer Forschung unter anderem mit der Klärung von Fragen, wie diese sozialen Lernprozesse erreicht werden können. Soziale Lernprozesse finden insbesondere statt, wenn unterschiedliches Wissen, Interessen und Werte verschiedener Akteure in gemeinsamen Diskussions- und Reflexionsprozessen aufeinander treffen. Daher können intendierte Lernprozesse auch im Rahmen der Nachhaltigkeitsforschung an sich, beispielsweise durch die breite Beteiligung von gesellschaftlichen Akteuren an transdisziplinären Forschungsprozessen, angestoßen werden.

Die Bildung für eine nachhaltige Entwicklung (BNE) trägt durch die Untersuchung, Entwicklung und Anwendung von Lernumgebungen und Methoden zur Förderung individueller und institutioneller Kompetenzen zur aktiven Beteiligung an Gestaltungsprozessen der nachhaltigen Entwicklung, ebenfalls zu sozialen Lernprozessen bei. Dabei orientiert sich die BNE nicht nur an der Ermöglichung von entsprechenden Lernprozessen in Lernsettings im formalen Bildungskontext (beispielsweise an der Hochschule) sondern auch in informellen Bildungskontexten (beispielsweise Partizipation in einem Forschungsprojekt).

In der Forschung der Nachhaltigkeitswissenschaften spielt der Einsatz entsprechender Methoden eine wichtige Rolle, welche die Organisation von Forschungsprozessen unterstützen, beispielsweise zur Integration von Stakeholdern und Wissen, aber gleichzeitig das Potential bieten, als Lernsetting für individuelle und soziale Lernprozesse genutzt zu werden. In diesem Kontext wird die Methode der Szenarioanalyse diskutiert, deren Einsatz in der Praxis der Nachhaltigkeitsforschung einen regelrechten Boom erfahren hat. Die Szenarioanalyse ist eine Methode, die theoretisch sehr gut geeignet ist, sowohl im informellen als auch im formalen Kontext ein Lernsetting für eine nachhaltige Entwicklung bereitzustellen.

In der Literatur werden der Szenarioanalyse Einflüsse auf unterschiedliche Lernprozesse zugeschrieben, die bislang jedoch wenig systematisch und empirisch untersucht worden sind. In dieser Arbeit werden daher Lernprozesse, die durch die Szenarioanalyse unterstützt werden, aus Perspektive der BNE untersucht. Dazu werden unter der Leitfrage, *was die Szenarioanalyse als Lernsetting für eine nachhaltige Entwicklung leisten kann*, Beiträge zu unterschiedlichen Aspekten geleistet:

Als Fallstudie wird im ersten Paper der Einsatz der Szenarioanalyse als ein zentrales Element des Forschungsdesigns im Projekt „Sustainable University“ beleuchtet. Mit einem formalen Ansatz wurden Szenarien zum zukünftigen Umfeld der Hochschullandschaft entwickelt. Dieses Paper zeigt detailliert die notwendigen Denkschritte bei der Szenarioentwicklung auf und hilft zu verstehen, an welchen Punkten Integrationsschritte in Bezug auf Wissensarten und Perspektiven unterstützt und geleistet werden und somit auch (soziale) Lernprozesse gefördert werden können. Ferner werden die konkreten Ergebnisse der Szenarioanalyse vorgestellt und diskutiert.

Zur Untersuchung von Lerneffekten wird die Methode der Szenarioanalyse in einen formalen Bildungskontext transferiert. Das zweite Paper leistet einen konzeptionellen Beitrag. Einleitend werden spezifische individuelle Kompetenzen diskutiert, die aus der Perspektive der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung zum Umgang mit dem Klimawandel als komplexes Nachhaltigkeitsproblem und zu einer aktiven Teilnahme an Transformationsprozessen der Gesellschaft wichtig sind. Die Kompetenzen, wie proaktives Denken, der Umgang mit Unsicherheiten und unterschiedlichen Wissensbeständen sowie das vernetzte Denken konnten hier beschrieben werden. Anschließend werden zwei Forschungsmethoden, der Syndromansatz und die Szenarioanalyse, für den Kontext der formalen Bildung nutzbar gemacht, und es wird theoretisch abgeleitet, wie in diesen Lernsettings die eingangs identifizierten Kompetenzen gefördert werden können. Die Szenarioanalyse bietet beispielsweise beim Denkschritt der Entwicklung von Zukunftsprojektionen großes Potential für Reflexionsprozesse oder die Integration von Wissen und Perspektiven zur Förderung der Kompetenz des proaktiven Denkens in Alternativen. Die diskursive Bewertung von Konsistenzen während der Szenarioerstellung birgt ähnliches Potential zur Förderung des vernetzten Denkens.

Im dritten Paper wird ein Messinstrument für die Kompetenz des vernetzten Denkens (systems thinking) entwickelt. Es leistet einen empirischen Beitrag zur Lehr-Lernforschung, respektive zur Kompetenzmessung im Bereich der BNE. Dieses Instrument erfasst mit Hilfe eines Similarity Judgment Tests (SJT) den Grad der Vernetzung von Konzepten eines bestimmten Kontextes, in dem konkreten Fall von Aspekten des Klimawandels. In einer prä-post-Studie wurden zwei Kontroll- und zwei Versuchsgruppen, die an dem zuvor genannten Lernsetting im Rahmen von Seminaren an der Leuphana Universität Lüneburg teilgenommen haben, empirisch begleitet. Auch wenn keine statistisch signifikanten Veränderungen des vernetzten Denkens der Teilnehmenden nachgewiesen werden konnten, bedeutet das nicht, dass die zuvor abgeleiteten Einflüsse der Szenarioanalyse widerlegt sind. Hier sind weitere Studien und die Weiterentwicklung des Messinstruments nötig. Zudem wurde nur ein Teil möglicher Einflüsse auf die Kompetenzentwicklung untersucht.

Für die Szenarioanalyse als Lernsetting lässt sich schlussfolgern, dass zum einen der Moderation von Reflexions- und Diskussionsprozessen während unterschiedlicher Phasen eine sehr wichtige Rolle zukommt und sie einen wesentlichen Einfluss auf Lernprozesse hat. Zum anderen ist den Phasen, in denen Lernen stattfinden kann, genügend Zeit einzuräumen, so dass transdisziplinäre oder interdisziplinäre Forschungsprozesse mit der Methode Szenarioanalyse auch das Potential für Lernprozesse entfalten können. So kann mit Hilfe der Szenarioanalyse ein Setting geschaffen werden, in dem individuelle mentale Modelle und Handlungsmuster hinterfragt und Kompetenzen im Umgang mit komplexen Problemen gefördert werden, und somit individuelles und soziales Lernen für eine nachhaltige Entwicklung stattfinden kann.

Inhalt

Zusammenfassung	iii
Inhalt	v
1 Einleitung	1
1.1 Lernen für eine nachhaltige Entwicklung.....	1
1.2 Aufbau der Arbeit	4
2 Theoretischer Kontext.....	5
2.1 Nachhaltigkeitsforschung und Lernen	5
2.2 Bildung für eine nachhaltige Entwicklung (BNE).....	9
2.3 Szenarioanalyse als Lernsetting in Bildung und Forschung	13
2.3.1 Entwicklung und Formen der Szenarioanalyse	13
2.3.2 Szenarioanalyse in den Nachhaltigkeitswissenschaften	18
2.3.3 Szenarioanalyse in der formalen Bildung.....	22
3 Zusammenfassung, Fragestellungen und Artikel dieser Arbeit	24
4 Pathways towards a „Sustainable University“: scenarios for a sustainable university development	27
4.1 Introduction	27
4.2 “Sustainable University of Lüneburg”	28
4.3 Scenarios: Definition and Application.....	28
4.3.1 Scenario analysis, higher education and sustainability science.....	29
4.3.2 Procedure: The scenario development of “Higher Education Landscape 2035”	30
4.4 Results: «Higher Education Landscape 2035» – overview of the scenarios.....	35
4.5 Consequences of the scenarios for sustainable universities	39
4.6 Conclusion.....	40
4.7 References	41

5	Learning settings to face climate change	43
5.1	Coping with Climate Change	43
5.2	Education for Sustainable Development.....	44
5.3	Learning Settings to face Climate Change in Higher Education	45
5.3.1	The Syndrome Approach	46
5.3.2	The Scenario Analysis	49
5.4	Empirical findings	52
5.5	Discussion	52
5.6	Conclusions.....	53
5.7	References.....	53
6	Effects of an Educational Scenario Exercise on Participants' Competencies of Systemic Thinking.....	55
6.1	Introduction.....	55
6.2	Systems, cross-linked thinking and structural knowledge	56
6.2.1	What is systemic thinking?.....	56
6.2.2	Systemic thinking - a competency in education (for SD)?.....	57
6.2.3	Measuring systemic thinking.....	58
6.2.4	Measuring systemic thinking in ESD.....	59
6.3	Materials and Methods	61
6.4	Results	62
6.5	Discussion	65
6.6	Conclusion	67
6.7	References.....	68
7	Abschließende Betrachtung und Fazit.....	71
8	Literatur	75
9	Danksagung	87
10	Anhang.....	89
	I Weitere Publikationen im Kontext der Dissertation	89
	II Curriculum Vitae.....	90
	III Erklärungen	93

1 Einleitung

1.1 Lernen für eine nachhaltige Entwicklung

"There can be few more pressing and critical goals for the future of humankind than to ensure steady improvement in the quality of life for this and future generations, in a way that respects our common heritage – the planet we live on. As people we seek positive change for ourselves, our children and grandchildren; we must do it in ways that respect the right of all to do so. To do this we must learn constantly – about ourselves, our potential, our limitations, our relationships, our society, our environment, our world" (UNESCO 2006: 9).

Dieses Zitat zeigt sehr anschaulich, wie umfassend die Herausforderungen einer nachhaltigen Entwicklung für die Gesellschaft sind. Die sich im letzten Jahrzehnt stark entwickelten Nachhaltigkeitswissenschaften¹ haben sich zum Ziel gesetzt, Antworten und Lösungen zu Fragen und Problemen zu finden, die „die langfristige Sicherung der gesellschaftlichen Entwicklungsbedingungen gefährden“ (Nölting et al. 2004: 254, vgl. auch Brand 2000; Clark 2001). Nach Kates et al. (2001) gibt es sieben Kernfragen der Nachhaltigkeitswissenschaften, die es zu bearbeiten gilt. Dabei geht es um das Verständnis der Interaktionen von Mensch-Umweltsystemen, die Relevanz von Langzeittrends, Resilienz und Vulnerabilität, die Identifikation von Grenzen und Beschränkungen für eine nachhaltige Entwicklung des Systems Gesellschaft-Umwelt sowie um die Integration von Forschung, Bewertung und Entscheidungsfindungen (vgl. auch Clark/ Dickson 2003). Nachhaltige Entwicklung erfordert nicht nur das Aufgreifen neuer Forschungsfragen im Hinblick auf die komplexen Wechselwirkungen zwischen Mensch und Umwelt, sondern auch auf das menschliche Zusammenleben an sich (Gruppe 2004 2004). Dabei stehen die Nachhaltigkeitswissenschaften vor komplexen Problemstellungen, die zusätzlich in den Kontext des gesellschaftlichen Diskurses über nachhaltige Entwicklung eingebettet sind. Nachhaltige Entwicklung ist ein normativ gesetztes Ziel (Kopfmüller 2001; Nölting et al. 2004: 255), dessen inhaltliche Ausgestaltung gesellschaftlicher Bewertungs- und Aushandlungsprozesse bedarf, in denen die Perspektiven unterschiedlicher Akteure berücksichtigt werden müssen.² Zudem findet dieser Klärungsprozess kontinuierlich statt, da sich das Verständnis einer nachhaltigen Entwicklung im Sinne eines „moving target“ in den jeweiligen Anwendungskontexten weiter entwickelt. Dementsprechend begeben sich die Nachhaltigkeitswissenschaften auf einen „notwendigerweise ergebnisoffenen Such- und Lernprozess“ (Heinrichs 2003: 10) zur Transformation der Gesellschaft in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung.

Eine gesellschaftliche Transformation in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung kann nicht ohne eine Änderung von Strukturen, Routinen oder bestimmten Verhaltensmustern stattfinden. Somit stehen die Nachhaltigkeitswissenschaften auch vor der Herausforderung, einen sozialen Lernprozess anzustoßen (Clark 2001; Kates et al. 2001; EEA 2007; Wals 2007; Jerneck et al. 2011).

Der Begriff des sozialen Lernens kommt originär nicht aus den Nachhaltigkeitswissenschaften und wird in unterschiedlichen Diskursen mit teilweise abweichenden Verständnissen

¹ Im Englischen wird von Sustainability Science gesprochen (Kates et al. 2001). In dieser Arbeit wird bewusst der deutsche Begriff im Plural verwendet, um zu verdeutlichen, dass die Nachhaltigkeitswissenschaften sich vieler Disziplinen bedienen, um Nachhaltigkeitsforschung als methodische Suche nach neuen Erkenntnissen zu betreiben. Die Nachhaltigkeitswissenschaften haben einen integrativen Charakter (vgl. auch Martens 2006).

² Eine ausführliche ethische Begründung zur Normativität liefert beispielsweise der SRU (2004).

verwendet. Keen et al. (2005: 4) beschreiben soziales Lernen als "the collective action and reflection that occurs among different individuals and groups as they work to improve the management of human and environmental interrelations". Hier hat die Interaktion einen wesentlichen Einfluss auf das Lernen. Eine andere Perspektive beschreibt soziales Lernen als Adaption des Verhaltens von Vorbildern und geht im Wesentlichen auf die soziale Lerntheorie von Bandura zurück (Bandura 1973, 1977; Caldwell/ Whiten 2002).³ Soziales Lernen wird darüber hinaus als individuelles Lernen im sozialen Kontext oder als Lernen von sozialen Gruppen beschrieben (Parson/ Clark 1995: 429). Glasser (2007: 49) vereint beide Perspektiven: „As long as learning, by individuals or collectives, involves some form of input drawn from others, I characterize it as social learning“. Nach Glasser lässt sich passives und aktives soziales Lernen unterscheiden. Passives soziales Lernen bezieht sich auf Lernen durch die Beobachtung und Rezeption ohne Interaktion (z. B. durch Lesen, Fernsehen oder das Beobachten anderer Personen). Das aktive soziale Lernen findet dagegen durch die bewusste Interaktion und Kommunikation von mindestens zwei Personen statt und ist die intensivere Form des Lernens (ebd.: 49f.). Im aktuellen Diskurs der Nachhaltigkeitswissenschaften wird darauf hingewiesen, dass die Effekte sozialer Lernprozesse auch sichtbar über individuelle Veränderungen hinausgehen müssen (Reed et al. 2010).

Bei der Betrachtung von sozialem Lernen im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung ist festzustellen, dass entsprechende Lernprozesse auf individueller Ebene, in Gruppen, Organisationen und Netzwerken stattfinden, insbesondere wenn unterschiedliches Wissen, Interessen, Normen und Werte aufeinander treffen und die jeweilige Handlungsfähigkeit in Bezug auf individuelle und gesellschaftliche Probleme erhöht wird (Keen et al. 2005: 5; Wals/ van der Leij 2007: 18).

Wie können nun die Nachhaltigkeitswissenschaften Beiträge zu sozialen Lernprozessen leisten, die durch sie angestoßen werden sollen? Erstens durch die Beantwortung von Fragestellungen, wie die relativ unabhängigen Aktivitäten zur Forschungsplanung, Bewertung, Monitoring und Entscheidungsfindung besser mit sozialem Lernen zusammengebracht werden können (Kates et al. 2001: Frage 7). Zweitens durch die notwendige aktive Beteiligung von unterschiedlichen gesellschaftlichen Akteuren an den Forschungsprozessen selbst (Parson/ Clark 1995) und die Unterstützung von gegenseitigen Lernprozessen (vgl. Abschnitt 2.1). Drittens durch die breite Kommunikation der Forschungsergebnisse (Hagenhoff et al. 2007; Michelsen/ Godemann 2007). Viertens durch die Berücksichtigung von Erkenntnissen, die die Erziehungswissenschaften und vor allem die Bildung für eine nachhaltige Entwicklung (BNE) liefern. Die BNE befasst sich damit, wie Lernen im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung stattfindet und wie sich Lernprozesse fördern und unterstützen lassen (vgl. Abschnitt 2.2).

Soziales Lernen findet in unterschiedlichsten Zusammenhängen statt. Es wird sich in Abschnitt 2.1 noch deutlicher zeigen, dass insbesondere in (transdisziplinären) Forschungsprozessen die Forschenden mit Praxispartner(inne)n in einem gemeinsamen Lernprozess stehen. Somit sind für angestrebte Lernprozesse einer nachhaltigen Entwicklung nicht nur Lernprozesse relevant, die im formalen Kontext, also in Bildungseinrichtungen, stattfinden, sondern auch die Lernprozesse, die in informellen Kontexten ablaufen. Die BNE stellt sich in

³ Im Diskurs des sozialen Lernens, wie er in der theoretischen Ökonomie geführt wird, wird beispielsweise analysiert, wie die Diffusion des Einsatzes von neuen Technologien bei Vorbildern von Lernenden übernommen wird (Lamberson 2010).

beiden Fällen die Frage, mit welchen methodischen Herangehensweisen entsprechende Lernprozesse gefördert und unterstützt werden können.

Aus einer integrierten Sichtweise, welche auch die Förderung von Lernprozessen während der transdisziplinären Forschung betrachtet, sind daher insbesondere die Methoden von großer Bedeutung, die zum einen die Organisation von Forschungsprozesse unterstützen, beispielsweise durch eine Integration von Stakeholdern oder Wissen, und zum anderen Arbeitsschritte im methodischen Vorgehen beinhalten, die gleichzeitig ein Lernsetting für individuelle und soziale Lernprozesse bereitstellen. Die Methode der Szenarioanalyse wird seit einigen Jahren verstärkt in der Forschung in den Nachhaltigkeitswissenschaften eingesetzt, da sie viele Anforderungen an eine solche Methode erfüllt. Zum einen entspricht sie vielen organisatorischen Anforderungen, wie beispielsweise zur Produktion und Integration von Wissen (vgl. Abschnitt 2.1 und 2.3.1). Zum anderen wird der Szenarioanalyse auch die Förderung von Reflexions- und Lernprozessen bei beteiligten Akteuren zugeschrieben, so dass die Methode soziale Lernprozesse unterstützen kann, bzw. sogar als Methode im Kontext der formalen Bildung genutzt wird (vgl. Abschnitt 2.3.1, 2.3.3, 5.3.2.2).

Die Unterstützung von Lernprozessen wird umfassend in der Literatur beschrieben, jedoch hat bislang in den Erziehungswissenschaften, respektive der BNE kaum eine spezifische Auseinandersetzung mit der Szenarioanalyse als Lernsetting für eine nachhaltige Entwicklung stattgefunden. Gemeint sind der Untersuchungsbereich, wann bestimmte Lernprozesse stattfinden, und eine empirische und systematische Überprüfung der zugeschriebenen Lernerfolge.

In dieser Arbeit werden daher die Denkschritte beim methodischen Vorgehen einer Szenarioanalyse aus der Perspektive der BNE in Bezug auf die Unterstützung von Lernprozessen analysiert und ausgewählte Lernziele empirisch in einem Lernsetting im formalen Bildungskontext untersucht, für das die Methode der Szenarioanalyse nutzbar gemacht wurde.

1.2 Aufbau der Arbeit

In dieser Arbeit wird das Potential der Methode der Szenarioanalyse für die Unterstützung von Lernprozessen einer nachhaltigen Entwicklung aus der Perspektive der BNE untersucht. Dazu werden Beiträge zu der Leitfrage geleistet, *was die Szenarioanalyse als Lernsetting für eine nachhaltige Entwicklung leisten kann*. Der Begriff des Lernsettings umfasst dabei formale und informelle Kontexte,⁴ in denen Lernprozesse stattfinden können. Eine solche Bearbeitung der Fragestellung erfordert eine Betrachtung des methodischen Vorgehens der Szenarioanalyse, eine Ableitung von Lernzielen, die im Lernsetting erreicht werden können, und eine Überprüfung, ob entsprechende Lernziele auch erreicht werden.

Einleitend wird zunächst in die übergeordneten theoretischen Stränge eingeführt, die in dieser Arbeit zusammenlaufen. Dazu werden allgemein Lernprozesse im Bereich der Nachhaltigkeitsforschung diskutiert (2.1) sowie der Kontext der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung entfaltet (2.2). Danach wird die Methode der Szenarioanalyse vorgestellt (2.3.1) und ihre Anwendung in der Nachhaltigkeitsforschung (2.3.2) sowie im Kontext der formalen Bildung (2.3.3) verortet.

In Kapitel drei werden die theoretischen Stränge in Bezug auf die Forschungsfrage zusammenggeführt, Teilfragen abgeleitet und in die folgenden, in diese Arbeit eingebetteten, peer-reviewten Artikel eingeführt.

Die Artikel folgen dabei der Logik des Vorgehens zur Beantwortung der Fragestellungen. Es erfolgt zunächst eine detaillierte Beschreibung der Schritte der Szenarioanalyse, wie sie im Bereich der Hochschulforschung für eine nachhaltige Entwicklung realisiert wurde (0). Anschließend wird die Methode der Szenarioanalyse in den Bereich der Hochschulbildung einer nachhaltigen Entwicklung (HBNE) übertragen und es werden spezifische Kompetenzen identifiziert, wie beispielsweise das vernetzte Denken, deren Erwerb gefördert werden können (5). Die Lerneffekte bei den Teilnehmenden dieses formalen Lernsettings werden in einer empirischen Studie anhand ausgewählter Kompetenzen untersucht, für die ein entsprechendes Messinstrument entwickelt worden ist (6).

Die Arbeit endet mit einer Reflexion, die den Rahmen um die drei eingebetteten Artikel schließt, in dem das formale Lernsetting in Bezug auf den informellen Bildungskontext, dem Einsatz der Szenarioanalyse in der Forschung, diskutiert wird (7).

⁴ Formale Bildung findet institutionalisiert in einer Bildungseinrichtung (beispielsweise Schule oder Hochschule) statt, während informelles Lernen außerhalb der Curricula formaler Bildungseinrichtungen und Workshops non-formaler Bildungseinrichtungen im Alltag, der Freizeit, auf der Arbeit oder beim Engagement etc. stattfindet (Overwien 2005; Schugurensky/ Myers 2008). Ein formaler Kontext versucht Inhalte von Lehrplänen umzusetzen.

2 Theoretischer Kontext

2.1 Nachhaltigkeitsforschung und Lernen

Trotz der im Detail differierenden Verständnisse der Nachhaltigkeitswissenschaften lassen sich gemeinsame Kernelemente und Anforderungen herausstellen. Dazu gehören die Orientierung an gesellschaftlichen Problemen, das Einnehmen einer systemischen Perspektive und vor allem besondere Ansprüche an die Produktion von Wissen und an die Zusammenarbeit unterschiedlicher Akteure (Brand 2000; Clark 2001; Heinrichs 2003; Martens 2006; Adomßent/ Michelsen 2010). Oft kann eine klassische⁵ wissenschaftliche Vorgehensweise die entsprechenden Anforderungen nicht erfüllen. Deutlich wird dies insbesondere in Bezug auf die Produktion von Wissen. Die Nachhaltigkeitswissenschaften erzeugen auf der Suche nach Antworten und Lösungen zur langfristigen Sicherung der gesellschaftlichen Entwicklungsbedingungen Wissensformen, die sich drei unterschiedlichen Ebenen zuordnen lassen:

In der Wissenschaft wird auf der analytischen Ebene *Systemwissen* der Mensch-Umwelt Beziehung generiert. Klassische Forschung leistet einen Beitrag, indem Systemprozesse analysiert werden bzw. bereits bestehendes Wissen identifiziert und auf einen bestimmten Kontext angewendet wird. Es werden Problemzusammenhänge rekonstruiert und Systemwissen „als Wissen im Hinblick auf das Verstehen eines gegebenen Sachverhalts“ generiert (Nölting et al. 2004; Hunecke 2006; Pohl/ Hirsch Hadorn 2006; Keil/ Stieß 2007: 194). Dieses Wissen wird häufig jedoch disziplinär isoliert erzielt und lediglich nebeneinander dargestellt (Fenner/ Escher 2006). Isolierte Erkenntnisse sind sehr schwer in eine notwendigerweise komplexe und dynamische Betrachtungsweise eines Nachhaltigkeitsproblems, wie beispielsweise die Auswirkungen des Klimawandels auf den Tourismus, zu integrieren. Daher sollten für die Analyse von Problemen einer nachhaltigen Entwicklung Erkenntnisse aus unterschiedlichen Disziplinen integriert werden (Nölting et al. 2004; Hunecke 2006).

Die Generierung von Systemwissen allein ist jedoch für die Lösung komplexer Herausforderungen einer nachhaltigen Entwicklung nicht ausreichend. Daher stehen die Nachhaltigkeitswissenschaften vor der Herausforderung der Integration von wissenschaftlichen Problemlagen und Systemwissen mit gesellschaftsrelevanten Fragestellungen und der damit oft verbundenen Normativität. Ziel ist somit auch eine Bewertung von vorhandenem Systemwissen, um handlungsrelevante Erkenntnisse zur Bestimmung von Gestaltungs- und Entscheidungsspielräumen zu erlangen. Die Produktion von entsprechendem *Ziel- oder Orientierungswissen* (Fenner/ Escher 2006; Hunecke 2006; Pohl/ Hirsch Hadorn 2006; Keil/ Stieß 2007: 194) kann vor allem in Prozessen der post-normalen Wissensgenerierung gewonnen werden. Gemeint sind die Berücksichtigung von nicht-akademischem sozialen Wissen, dem Alltags- und Erfahrungswissen von Praxisakteuren sowie die Berücksichtigung konfligierender Wertesysteme. Dazu gehört die Integration unterschiedlicher Ziele, Interessen und Perspektiven von Akteuren, die von der Fragestellung oder dem Problem betroffen sind (Funtowicz/ Ravetz 1993; Gibbons 1994; Nowotny et al. 2001).⁶ In diesen Aushand-

⁵ Klassische Wissenschaft meint im Sinne von mode 1 eine rein akademische, disziplinäre Herangehensweise. Forschungsgegenstände haben oft keine Bezüge zu gesellschaftlichen Problemlagen (Gibbons 1994)

⁶ Gibbons et al. (1994) nennen dies mode 2 Forschung im Gegensatz zur mode 1, der Forschung im klassischen Sinne.

lungsprozessen findet auch der bereits angesprochene gesellschaftlichen Diskurs zur Klärung der Ziele einer nachhaltigen Entwicklung statt (Nölting et al. 2004).

Letztendlich ist es für die Nachhaltigkeitswissenschaften notwendig, *Handlungs-* bzw. *Transformationswissen* zu erzeugen, also Möglichkeiten aufzuzeigen, wie die Gesellschaft vom Ist- zum Soll-Zustand gelangen könnte, um spezifische Strategien für eine nachhaltige Entwicklung und ihre Umsetzung in gesellschaftliches Handeln zu entwickeln (Nölting et al. 2004; Hunecke 2006; Pohl/ Hirsch Hadorn 2006). Hier fließen die beiden vorherigen Wissensarten samt ihrer Problematiken in den Wissensgenerierungsprozess ein. Deutlich werden an dieser Stelle der Zukunftsbezug und die Notwendigkeit, eine dynamische und holistische Perspektive auf die zu bearbeitenden Fragestellung einzunehmen, wenn die Wirkung von Strategien zur Steuerung komplexer Systeme abgeschätzt werden soll. Alle Stufen der Wissensproduktion sind konfrontiert mit Unsicherheiten, strittigem Wissen und Nicht-Wissen (Hunecke 2006; Wehling 2006; Liu et al. 2008; Morton et al. 2011), welches sich insbesondere auf der Ebene des Transformationswissens zeigt.⁷

Zentrale Herausforderungen und Qualitätskriterien für Prozesse zur Erzeugung von System-, Ziel- und Transformationswissen sind die inter- und transdisziplinäre Koproduktion von Wissen und die Integration heterogener Wissensbestände (Brand 2000; Clark 2001; Heinrichs 2003; Becker/ Jahn 2006; Defila et al. 2006, 2006; Fenner/ Escher 2006; Hunecke 2006; Martens 2006; Pohl/ Hirsch Hadorn 2006; Bergmann 2008; Adomßent/ Michelsen 2010; Bergmann et al. 2010). Die Nachhaltigkeitswissenschaften zielen dabei nicht nur auf die direkten Ergebnisse und Produkte der Forschung ab, sondern auch auf Integrations- und Reflexionsprozesse an sich, die Veränderungen bei den beteiligten Personen bewirken können. Transdisziplinäre Nachhaltigkeitsforschung ist daher auch als gemeinsamer Lernprozess zu verstehen (Jahn 2008; Adomßent/ Michelsen 2010), der aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden kann:

(1) Integrationsprozesse können nicht allein instrumentell durch die Verwendung von Methoden gewährleistet werden, sondern erfordern von den beteiligten Akteuren neue Denk- und Arbeitsweisen, um mit den zuvor genannten Herausforderungen umgehen zu können. Das heißt, dass möglicherweise vor dem Beginn der eigentlichen Forschung ein Lernprozess notwendig ist, um entsprechende Kompetenzen oder Einstellungen, beispielsweise zur Partizipation oder Kollaboration, bei den Beteiligten zu fördern (hierzu auch Abschnitt 2.2).

(2) Lernprozesse der eingebundenen Akteure finden vor allem im Laufe der Partizipations- und Forschungsprozesse statt (Scholz/ Tietje 2002; Martens 2006; Adomßent/ Michelsen 2010). Siebenhüner (2004) beschreibt Lernprozesse bei Stakeholdern in unterschiedlichen Nachhaltigkeitsprojekten, wie beispielsweise das Lernen von den Wissenschaftler(innen) in Bezug auf Modelle, gemeinsames Lernen von unterschiedlichen Expertisen oder Lernen in Bezug auf Konsensbildung, die bis zu moralischen Werteänderungen,

⁷ Ein Grund ist das Anwachsen der „gesellschaftlichen Komplexität und der damit verbundenen Unsicherheiten in Bezug auf die Entwicklung und Steuerung von gesellschaftlichen Prozessen“ (Hunecke 2006: 43). Praktisch ist es daher unmöglich, gesellschaftliche Entwicklungen und Rahmenbedingungen der Zukunft vorherzusagen, da sie zudem Teil des betrachteten Problems sind. Forschung bzw. die Bewertung von Wissen sind mit Unsicherheiten konfrontiert, die sich nicht auflösen lassen (Wehling 2006). Des Weiteren bestehen auch Einflüsse deren Existenz bislang unbekannt ist. Die Literatur spricht von „unknown-unknowns“ (Schwartz 2005), „black swans“ (Taleb 2007) oder „wildcards“ (von Reibnitz 1992).

Veränderung der Zukunftswahrnehmung sowie Bewusstseinssteigerung (awareness rising) und -erweiterung (cognitive enhancement) führen. Er stellt heraus, dass diese Lernprozesse bewusst integriert und durch Methoden besonders gefördert werden sollten.

Dies impliziert jedoch auch für die an Forschungsprozessen beteiligten Wissenschaftler(innen) gleichermaßen eine Beteiligung an dem in der Einleitung angesprochenen Such- und Lernprozess. Es findet ein gegenseitiger Wissensaustausch statt und es wird darüber hinaus von den Wissenschaftler(innen)n verlangt, die Perspektive zu wechseln, ein inter- und transdisziplinäres Verständnis zu entwickeln sowie Kompetenzen im Umgang mit neuen Methoden oder Unsicherheiten und Komplexität zu erwerben. Somit ist auch hier „learning through doing“ und „learning by using“, sowie „doing through learning“ (Martens 2006: 38; Kemp/ Martens 2007: 8) unter Anwendung unterschiedlicher Methoden eine Basis des Wissens- und Kompetenzerwerbs. Besonders durch die Notwendigkeit der Legitimation von Forschungsergebnissen, die auf gesellschaftliche Wertvorstellungen und politische Ziele bezogen werden, entstehen in der Forschung neue „Formen der Reflexivität“ (Hunecke 2006: 42). Kollaboration (Norman 2002), Reflexion (Rychen/ Salganik 2003) und Wissensintegration zwischen Forschenden und Praxisakteuren fördern reflexive und gegenseitige Lernprozesse (Siebenhüner 2004; Glasser 2007; Pohl/ Hirsch Hadorn 2008).

(3) Prozesse der Wissensintegration und vor allem der Reflexion wirken sich auch auf die beteiligten Institutionen und Organisationen aus und können zu organisationalem Lernen führen (Shrivastava 1995; Argyris/ Schön 1996; Siebenhüner/ Arnold 2007).⁸ Dies geschieht beispielsweise, wenn sich die Wissensbasis der Organisation verändert, wenn sich geteilte Grundannahmen verändern oder sich Organisationen veränderten Umweltbedingungen anpassen (Shrivastava 1983; Klimecki et al. 1999).

(4) Mit dem Forschungsprozess verbunden ist auch die externe Kommunikation von Wissen und Ergebnissen an Öffentlichkeit, Stakeholder oder Förderer (Adomßent/ Godemann 2007; Hagenhoff et al. 2007; Archut 2008) sowie die Implementierung von Erkenntnissen in politische, unternehmerische und andere Entscheidungsprozesse (Jerneck et al. 2011). Hier können Lernprozesse stattfinden, wenn wissenschaftliche Wissens- und Erkenntniszusammenhänge mit persönlichen oder sozialen Wissens- und Erfahrungskontexten in Verbindung gebracht und reflektiert werden (Felt 2002).

Letztendlich können die Punkte zwei bis vier unter ein breites Verständnis von sozialem Lernen, wie das von Glasser (2007), subsumiert werden (vgl. auch Wals/ van der Leij 2007). In diesen Punkten ist die wichtigste Form des aktiven sozialen Lernens vertreten. Glasser nennt dies Co-learning, welches auf Kollaboration, Vertrauen und Partizipation beruht, da es so die Produktion von neuem Wissen und neuen Strategien zur Lösung lebensweltlicher Probleme ermöglicht:

“Co-learning supports change, positive change in particular, by building capacity in three fundamental areas: critical evaluation of existing knowledge and problems, knowledge generation and penetration, and application of this new knowledge to policy, practice, and everyday life” (Glasser 2007: 51).

In diesem Abschnitt wurde aufgezeigt, dass die Nachhaltigkeitswissenschaften das Ziel haben, einen sozialen Lernprozess anzustoßen (Clark 2001; Kates et al. 2001; Wals 2007; Jerneck et al. 2011). Es wurde herausgearbeitet, dass diese Lernprozesse nicht nur durch

⁸ Die Wirkung von Nachhaltigkeitsprojekten auf organisationales Lernen wurde konkret von Albrecht et al. (2007; 2008b) diskutiert.

die direkten Ergebnisse und Produkte der Forschung angestoßen werden, sondern vor allem auch während und durch die Forschungsprozesse an sich, im Sinne des aktiven sozialen Lernens bei den beteiligten Individuen und Organisationen stattfinden (Siebenhüner 2004; Glasser 2007; Wals/ van der Leij 2007). Lernprozesse sind ein integraler Bestandteil der Nachhaltigkeitsforschung, die gezielt in den Blick genommen werden können und müssen. Daher scheint es im Hinblick auf erfolgreiches und effektives Lernen wichtig, die Durchführung von Forschung für nachhaltige Entwicklung auch als Lernprozess und nicht als eine Frage der Organisation von Arbeitsabläufen zu verstehen.⁹

Das für die Nachhaltigkeitsforschung zur Verfügung stehende Methodenset ist bislang noch nicht ausgeschöpft und wird fortlaufend weiterentwickelt. Bestehende Methoden zielen vor allem auf die Unterstützung von Integrationsschritten ab (vgl. Bergmann et al. 2010). Während der Integrationsschritte werden Lernprozesse unterstützt, jedoch gilt es in Zukunft bei der Weiterentwicklung und Anwendung entsprechender Methoden, den Blick verstärkt auf die Förderung aktiver sozialer Lernprozesse, die während des Forschungsprozesses stattfinden, zu richten.

Bildung für eine nachhaltige Entwicklung beschäftigt sich explizit mit der Untersuchung und der Unterstützung entsprechender Lernprozesse, wie der nächste Abschnitt zeigen wird. Diese Perspektive kann für soziale Lernprozesse fruchtbar gemacht werden.

⁹ Verschiedene Publikationen erwecken zumindest vom Titel her den Eindruck, dass transdisziplinäre Nachhaltigkeitsforschung lediglich eine Herausforderung für die Koordination von Forschungsabläufen ist („Forschungsverbundmanagement“ Defila et al. 2006, „Management transdisziplinärer Forschung“ Bauknecht et al. 2003). Die Autoren sind sich durchaus bewusst, dass Lernprozesse stattfinden müssen; hier soll lediglich angesprochen werden, dass es möglicherweise etwas in den Hintergrund rückt, dass mehr als nur eine gute Forschungsmethode zu einem erfolgreichen Lernprozess gehört.

2.2 Bildung für eine nachhaltige Entwicklung (BNE)

Der zweite theoretische Strang dieser Arbeit, die Bildung für eine nachhaltige Entwicklung, nähert sich den im vorherigen Kapitel aufgezeigten Lernprozessen insbesondere aus der Perspektive der Ermöglichung einer aktiven Teilnahme an der Gestaltung der gesellschaftlichen Entwicklung.

Bildung ist als „Grundpfeiler“ aller Dimensionen einer nachhaltigen Entwicklung (Commission on Sustainable Development 1997: 2) die notwendige Voraussetzung für die Förderung der nachhaltigen Entwicklung und der Fähigkeiten der Menschen, sich damit auseinanderzusetzen (BMU o. J.). Die besondere Bedeutung zeigt sich nicht zuletzt in der expliziten Berücksichtigung des Themas Bildung in allen Aktionsplänen der Vereinten Nationen seit dem Erd-Gipfel in Rio de Janeiro und der Verabschiedung der Agenda 21 (Commission on Sustainable Development 1997). Die historische Entwicklung von BNE lässt sich anhand von unterschiedlichen bildungspolitischen Aktivitäten und der inhaltlichen Ausgestaltung in der Praxis nachvollziehen. Beginnend mit Phasen in denen das Konzept der BNE entwickelt und reflektiert wurde, ist spätestens durch die Dekade der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen (2005-2014) der Fokus von der politischen Diskussion auf Implementierung und Transfer gerichtet (vgl. zur nationalen und internationalen Entwicklung ausführlich Michelsen 2006).

Auf der Ebene der operationalen Umsetzung haben sich international unterschiedliche Diskurse entwickelt, die jedoch ein gemeinsames neues Bildungsverständnis teilen:

“Education for sustainable development is setting a new direction for education and learning for all. It promotes quality education, and is inclusive of all people. It is based on values, principles and practices necessary to respond effectively to current and future challenges” (UN Educational 2009: §6). “Education for sustainable development develops and strengthens the capacity of individuals, groups, communities, organizations and countries to make judgments and choices in favour of sustainable development. It can promote a shift in people’s mindsets and in so doing enable them to make our world safer, healthier and more prosperous, thereby improving the quality of life” (UNECE 2005: 1).

Demnach greift Bildung für eine nachhaltige Entwicklung die Anforderungen auf, die auch im Diskurs der Nachhaltigkeitswissenschaften als relevant für soziale Lernprozesse und eine zukunftsfähige Entwicklung der Gesellschaft gesehen werden. BNE setzt auf ein Modernisierungsszenario und stellt den Zukunfts- und Gestaltungsgedanken in den Vordergrund (de Haan/ Harenberg 1999: 18). Dem liegt ein Bildungsverständnis zugrunde, das auf eine Befähigung zur aktiven Teilnahme an der Gestaltung der Gesellschaft im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung abzielt. Ein solches Bildungsverständnis ist durch Prämissen wie Offenheit, Reflexivität und Zukunftsfähigkeit gekennzeichnet (de Haan 2002). Damit zielt Bildung anstatt auf die *Vermittlung* von Sachwissen in erster Linie auf die *Förderung* von Kompetenzen ab.¹⁰

Der deutsche Diskurs spricht vom übergreifenden Bildungsziel der „Gestaltungskompetenz“ (de Haan 2008). Gestaltungskompetenz „bildet eine mehrdimensionale Kompetenzstruktur, die den Menschen zur Kommunikation und Kooperation in einem komplexen und dynami-

¹⁰ Der Begriff der Kompetenzen ist mit sehr unterschiedlichen Konnotationen besetzt, die eine allgemein gültige Definition erschweren (Erpenbeck/ Heyse 1996: 15). Kompetenzen können annäherungsweise als Selbstorganisationsdispositionen umschrieben werden, die verschiedene psychosoziale Komponenten umfassen, kontextspezifisch realisiert werden, jedoch kontextübergreifend bestehen (Erpenbeck/ Heyse 1999).

schen gesellschaftlichen und natürlichen Umfeld befähigt“ (de Haan/ Seitz 2001: 63) sowie ein bewusstes Handeln gemäß einer nachhaltigen Entwicklung unterstützt (de Haan/ Seitz 2001; Barth 2008: 46; de Haan 2008; Michelsen 2009) und lässt sich in unterschiedliche Schlüsselkompetenzen auffächern. Der Befähigung zu Kollaboration, Reflexion und Partizipation kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu.¹¹ Die Beschreibung von Schlüsselkompetenzen ergänzt das Verständnis von Kompetenzen insofern, als dass damit Kompetenzen beschrieben werden, die für alle Individuen und quer durch verschiedene Lebensbereiche (im Gegensatz zu domänenspezifische Kompetenzen) relevant sind (Rychen 2003).

Vergleichbare Überlegungen zu einer Beschreibung von Schlüsselkompetenzen werden in den Niederlanden angestellt. Dort wird ein Set von professionellen Schlüsselkompetenzen für eine nachhaltige Entwicklung diskutiert, das ähnliche Kompetenzen abbildet, diese jedoch um eine disziplinäre Kompetenz für nachhaltige Entwicklung ergänzt (Martens et al. 2010).¹² Auf Ebene der OECD wird die Diskussion um „Key Competences for a Successful Life and a Well-Functioning Society“ geführt (Rychen 2003). Dazu wurden drei Kompetenzkategorien definiert, die verschiedene Kompetenzen umfassen, um (1) eigenständig handeln zu können, (2) mit interaktiven Tools der Kommunikation und des Wissens umzugehen und (3) in sozial heterogenen Gruppen erfolgreich agieren zu können (Rychen 2001).

Diese verschiedenen Diskurse unterscheiden sich im Detail nicht nur durch Konnotationen und Bedeutungszuschreibungen des Konstrukts der Kompetenz, sondern auch durch die Herangehensweise der Kategorisierung. Auch wenn in den nationalen und internationalen Diskursen keine einhellige Meinung zu einer genauen Auswahl und Bezeichnung von Kompetenzen für eine nachhaltige Entwicklung vorliegt, so lässt sich trotzdem eine weitgehende Übereinstimmung wesentlicher Komponenten feststellen. Verschiedene Arbeiten zeigen die internationale Anschlussfähigkeit des deutschen Diskurses (Michelsen 2006; Barth 2007; de Haan et al. 2008; Rieckmann 2010).¹³

Das Ziel der Förderung des Kompetenzerwerbs wirkt sich auf die Form von Lernsettings aus, da Kompetenzen nicht gelehrt werden können, sondern erlernt werden müssen (Weinert 2001; Elsholz 2002). Zudem bringt eine solche Kompetenzorientierung eine Verlagerung der Lernziele von reinem Sachwissen hin zu anwendungsorientierten Wissensformen, wie Systemwissen oder das Wissen zur Anwendung von Methoden. Vor allem partizipative und kollaborative Formen des problemorientierten Lernens sind entsprechend zentrale didaktische Elemente. Dazu gehört auch, dass reflexive Elemente stärker berücksichtigt werden müssen.¹⁴

Für den Bereich der allgemeinen Hochschullehre hat unabhängig von der BNE-Diskussion eine starke Ausrichtung auf den Erwerb von Kompetenzen als Bildungsziele durch den Bologna Prozess stattgefunden. Zusätzlich wurde auf den Bildungsministerkonferenzen

¹¹ Gestaltungskompetenz umfasst beispielsweise die Kompetenzen zur Antizipation, interdisziplinär zu arbeiten, Perspektivübernahme, Kooperation, Partizipation, Reflexion oder zum Umgang mit unvollständigen und überkomplexen Informationen (de Haan 2008). Einige Kompetenzen werden in dem konzeptionellen Artikel zum Lernsetting aufgegriffen (Abschnitt 5).

¹² Das RESFIA+D Modell umfasst Responsibility, Emotional Intelligence, System orientation, Future orientation, personal Involvement, Actions skills Disciplinary competences for sustainable development (“varying per education program or professional group”) (Martens et al. 2010: 298).

¹³ De Haan (2008: 188) zeigt beispielsweise, wie die Schlüsselkompetenzen in die drei Kompetenzkategorien der OECD eingeordnet werden können.

¹⁴ Didaktische Prinzipien werden in BLK (1998) diskutiert.

2005 und 2007 auch der thematische Nachhaltigkeitsbezug in der Lehre eingefordert (Europäische Minister 2005, 2007). Für HBNE und eine Kompetenzorientierung in Lernprozessen ergeben sich daraus bestimmte Konsequenzen, wie beispielsweise ein Wandel von der Lehrenden- zur Lernendenzentrierung und das Verständnis des individuellen Lernens als aktive Tätigkeit im sozialen Kontext (Barth et al. 2007). Daher sind neue Lehr- und Lernformen notwendig (DGFE 2004). Konkret bedeutet das für HBNE in formalen Settings, dass diese die Eigenverantwortung und die Selbststeuerung der Studierenden im Lernprozess stärken und interdisziplinär ausgerichtet sein sollten (Barth et al. 2007). Lernumgebungen sollten so gestaltet sein, dass sie informelle und somit auch teilweise unbewusste Lernprozesse ermöglichen, um damit einer aktiven und konstruktiven Rolle der Lernenden im Lernprozess der Entwicklung von Kompetenzen gerecht zu werden (Overwien 2005; Barth et al. 2007; Rieckmann 2007).

Informelles Lernen in all seinen Formen trägt zur Kompetenzentwicklung bei, weil es während des Handelns stattfindet (Dohmen 2001). Daher hat informelles Lernen generell eine sehr hohe Bedeutung, da es den größten Teil der menschlichen Lernprozesse ausmacht (Overwien 2005; Rieckmann 2007). Für BNE relevante Lernprozesse finden also auch außerhalb formaler Bildung in informellen Lernsettings statt. Daher stellt die Partizipation in einem transdisziplinären Forschungsprojekt ein entsprechendes Lernsetting dar, wenn beispielsweise Diskussions- und Reflexionsprozesse unterschiedlicher Akteure stattfinden. Somit lohnt sich eine Betrachtung von entsprechenden informellen und sozialen Lernprozessen aus Sicht der BNE, um diese gezielt zu ermöglichen oder zu unterstützen.

BNE rückt zunehmend in den Fokus der empirischen Forschung. In den letzten Jahren wurden – wie von der DGFE (2004) gefordert – vor allem Arbeiten im Bereich der Survey-Forschung, Innovations-Forschung, Qualitäts-Forschung und Lehr-Lern-Forschung durchgeführt (Michelsen 2006). Jedoch finden sich in der Lehr-Lern-Forschung im Kontext der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung bisher kaum Ansätze zur Entwicklung des notwendigen methodischen Instrumentariums zur Messung von Gestaltungskompetenz (DGFE 2004; Barth 2007).¹⁵ Die aktuelle Ausschreibung des Bildungsministerium für Bildung und Forschung (BMBF), die sich explizit an die Community der BNE richtet, versucht, die BNE stärker an die Diskurse in den Erziehungswissenschaften anzubinden, indem Forschung zur Steuerung und Institutionalisierung sowie der Transfer von BNE, Lehrendenkompetenzen¹⁶ und Kompetenzmessung gefördert werden (BMBF 2010). Damit soll das Mainstreaming von BNE weiter vorangetrieben und durch die Kompetenzmessung BNE an die (Kognitions-)Psychologie und empirische evidenzbasierte Forschung weiter angeschlossen werden. Seit den großen vergleichenden Bildungsstudien, wie PISA¹⁷ oder IALS,¹⁸ ist das öffentliche und wissenschaftliche Interesse an Bildungsergebnissen und deren Messung stark gestiegen (Koeppen et al. 2008: 61) und auch von Seiten der Forschung zur BNE wird verstärkt an den

¹⁵ Zu nennen wären beispielsweise Rost et al. 2004; Eggert/ Bögeholz 2006; Barth 2007; Rost 2008 und Barth 2009.

¹⁶ Das BMBF nennt diese Lehrerkompetenzen.

¹⁷ Programme for International Student Assessment

¹⁸ International Adult Literacy Survey

Werkzeugen gearbeitet, Lernprozesse und Erfolge umfassend evaluieren und messen zu können.¹⁹

In diesem Kapitel wurden einige zentrale Aspekte der BNE beleuchtet, die BNE als ein modernes Bildungskonzept einführen, welches eine holistische Perspektive auf Lernen und Lernprozesse legt. Deutlich wurde, dass BNE neue Formen des Lernens erfordert, um Lernsettings bereitstellen zu können, die in formalen und informellen Kontexten den Kompetenzerwerb unterstützen können (Barth et al. 2007). Die Perspektive der BNE ist somit für soziale Lernprozesse in den Nachhaltigkeitswissenschaften hilfreich. Die Bewertung und Messung von entsprechenden Lernerfolgen ist ein Feld der aktuellen Forschung zur BNE.

Im nächsten Abschnitt erfolgt die Einführung der Methode der Szenarioanalyse. Sie besitzt zum einen als Forschungsmethode der Nachhaltigkeitswissenschaften großes Potential soziale Lernprozesse zu unterstützen, zum anderen kann die Methode in einem formalen Setting der BNE genutzt werden, entsprechende Lernprozesse zu fördern. Nach der Vorstellung des theoretischen Hintergrunds und der Historie der Methode wird der State of the Art des Einsatzes der Szenarioanalyse in Forschung und Bildung dargestellt.

¹⁹ Wie bereits zuvor erwähnt sind hier insbesondere Eggert und Bögelholz (2006) Vorreiterinnen für die BNE. Zur Kompetenzmessung außerhalb der BNE vgl. Hartig et al. (2008) und Koeppen et al. (2008).

2.3 Szenarioanalyse als Lernsetting in Bildung und Forschung

2.3.1 Entwicklung und Formen der Szenarioanalyse

Die Methode der Szenarioanalyse umfasst den Prozess der Erstellung, des Vergleichs und der Bewertung von Szenarien (Alcamo 2008a: 3). Sie ist der Zukunftsforschung²⁰ zuzuordnen und findet durch ihren disziplinenübergreifenden Einsatz Anwendung in vielen Kontexten. Die Szenarioanalyse hatte vor rund 60 Jahren ihren Ursprung in der militärischen Strategieentwicklung, wie viele andere strategische Planungsmethoden respektive Methoden der Zukunftsforschung.²¹ Kahn wollte mit Hilfe von Szenarien eingeschlifene Denkpfade verlassen und undenkbbare Entwicklungen und Ereignisse²² bei Analysen zu berücksichtigen (Kahn/ Wiener 1962). Letztendlich verhalf der Kalte Krieg der Zukunftsforschung und damit auch der Szenarioanalyse zur Etablierung. Die RAND Corporation, die das US-Verteidigungsministerium beriet, wurde zum Zentrum der Szenarioanalyse und es „entstand eine Vielzahl von Methoden und Planungsinstrumente, welche sich zunächst in der Wissenschaft und später in den Unternehmen durchsetzten“ (Mietzner 2009: 103).

Ab Mitte der 1960er Jahre fand die Szenarioanalyse dann auch Eingang in den unternehmerischen Bereich und wurde durch die Einbindung in strategische Planungsprozesse bei Shell²³ weiterentwickelt. Es zeigte sich, dass in einer zunehmend komplexer werdenden Welt einfache Extrapolationen von Trends und Vorhersagen fehleranfällig waren und der Komplexität nicht gerecht wurden (Wack 1985: 75f). Shell war durch diese strategische Planung auf das Ölembargo der OPEC und letztendlich die Ölkrise vorbereitet und schaffte trotz der Krise einen Sprung auf den zweiten Platz im Ranking der Energiekonzerne (Daum 2001). Dieser Erfolg führte unter anderem auch zum Durchbruch der Methode in der strategischen Unternehmensplanung sowie zu einer vielfachen Weiterentwicklung und Diversifizierung der Methode.

Heutzutage werden Szenarien von Unternehmen jeglicher Größe angefertigt und unzählige Arbeiten haben sich mit der Szenarioanalyse in der strategischen (Unternehmens-)Planung beschäftigt. Aber auch für die Gesellschaft und Politik ist ihre Bedeutung nicht verloren gegangen, denn Szenarioanalysen werden von unterschiedlichsten Akteuren zu regionalen bis globalen Fragestellungen angefertigt. Die vom Club of Rome veröffentlichte Szenario-Studie „The Limits to Growth“ (Meadows et al. 1972) nahm die zukünftige gesellschaftliche

²⁰ Die Zukunftsforschung, auch Futurologie, ist keine eigene wissenschaftliche Disziplin, sondern ähnlich den Nachhaltigkeitswissenschaften ein Problemfeld, zu dem viele Disziplinen beitragen. Es geht der Futurologie nicht darum, die Zukunft vorherzusagen, sondern sich kritisch und systematisch mit ihr zu beschäftigen (Flechtheim 1972). Auf Flechtheim gehen die sechs Grundpostulate der Zukunftsforschung zurück, wie beispielsweise „1. Die Welt ist dynamisch, sie ändert sich in ihren Grundstrukturen, sie produziert Neues. 2. Gewisse Grundstrukturen des Wandels sind zumindest teilweise erkennbar“ (ebd.: 13). Matthias Horx beschreibt die Futurologie als Trans-Disziplin (Horx o. J.) und sieht sehr treffend die Aufgabe des Zukunftsforschers nicht so sehr darin, etwas zu prognostizieren, sondern die Zukunft als eine gestaltbare Aufgabe darzustellen.

²¹ Die Historie der Szenarioanalyse ist oft beschrieben worden und eine umfangreiche Auflistung von Autoren und der Entwicklungsschritte der Szenarioanalyse bis zum Anfang des 21. Jahrhunderts ist in Mietzner (2009: 104ff) zu finden. Ausgesuchte Aspekte werden in den Artikeln beleuchtet (Abschnitt 4.3 und 5.3.2). Ein stärkerer Fokus auf die verschiedenen „Schulen“ wird in (Wilkinson/ Eidinow 2008) gerichtet. Die Entwicklung der letzten Jahre, insbesondere im Bereich der Nachhaltigkeitsforschung, wird in Abschnitt 2.3.2 weiter vertieft.

²² Dies war beispielsweise der Atomkrieg.

²³ Royal Dutch Shell plc; die Abteilung hieß Royal Dutch/Shell Group planning department

Entwicklung auf Basis eines Rechenmodells in den Blick und kann als Grundstein der „environmental scenarios“ gesehen werden. Die Studien von Shell und vom Club of Rome gehören mit den IPCC SRES (Special Report on Emissions Scenarios, IPCC 2000) zu den wahrscheinlich bekanntesten Studien. In Afrika wurden 1991 unter maßgeblicher Beteiligung von Adam Kahane, der unter anderem auch für Shell gearbeitet hatte, Szenarien zur gesellschaftlichen Entwicklung der nächsten zehn Jahre erstellt (Kahane 2001). Mit Hilfe dieser Szenarios, die unter dem Namen Mont Fleur Szenarios bekannt wurden, konnte ein gesellschaftlicher Wandel angestoßen werden, der letztendlich zum Ende der Apartheid beigetragen hat (Boyce 2008).

Das breite Einsatzfeld deutet daraufhin, dass es nicht *die* Szenarioanalyse gibt, sondern viele unterschiedliche Schulen beziehungsweise Methoden, die je nach Ziel und Zweck in Bezug auf die Untersuchungsfrage, dem zur Verfügung stehenden Budget und auch aufgrund der unterschiedlichen geographischen Entwicklung der Methode ihren Einsatz finden. Die Vielfalt unterschiedlicher Vorgehensweisen bei der Erstellung und Analyse von Szenarien soll hier ausdrücklich gewürdigt werden. Zur Begriffsklärung ist zu erwähnen, dass – je nach Kontext – verschiedene Bezeichnungen für die Szenarioanalyse bestehen: Szenariomethode (Weinbrenner 1994; Sprey 2003), Szenariotechnik (Meyer-Schönherr 1992; von Reibnitz 1992), Szenario-Management (Gausemeier et al. 1995; Fink et al. 2001), Szenario-Planning (Schoemaker 1995; Conway 2004; Wilson/ Ralston 2006), Prospective Analysis (Godet 1986, 2000), die teilweise auch unterschiedliche Vorgehensweisen und Definitionen von Szenarien verwenden. Grundsätzlich versucht keine dieser Methode die Zukunft *vorherzusagen*, sondern mit Hilfe eines strukturierten Denkprozesses mehrere plausible Situationsbeschreibungen von unterschiedlichen Zukunftszuständen zu erzeugen. In dieser Arbeit werden Szenarien in Anlehnung an die Definition des IPCC verstanden:

“A scenario is a coherent, internally consistent and plausible description of a possible future state of the world. It is not a forecast; rather, each scenario is one alternative image of how the future can unfold.” (IPCC 2010)

Szenarien sind demnach hypothetisch und multi-dimensional. Es werden üblicher Weise mehrere alternative Szenarien entworfen (Wilson 2002; Parson et al. 2007: 15f), die auf konsistenten²⁴ Annahmen zu der Entwicklung von Schlüsselfaktoren beruhen (Carpenter et al. 2005).

Die in den Artikeln dieser Arbeit thematisierten, selbst durchgeführten Szenarioanalysen in der Forschung und die Übertragung in die Hochschulbildung sind von der Wahl der Methode in der gängigen Praxis des deutschsprachigen Raums bzw. des kontinentalen Europas zu verorten und entsprechen weitestgehend der Methode des Szenario-Managements (Gausemeier et al. 1995; Fink et al. 2001; Fink et al. 2004).²⁵ Die dabei zugrundeliegende Vorgehensweise wurde durch Ute von Reibnitz (1992) etabliert und danach mehrfach weiterentwickelt.

²⁴ Konsistenz bezieht sich in diesem Zusammenhang auf die logische, hermeneutische, funktionale oder ästhetische Stimmigkeit unterschiedlicher Annahmen, die keinen inneren Widersprüche oder Spannungen aufweisen (vgl. auch Duden 2011). Diese Form der Bewertung grenzt sich von der Zuweisung von Wahrscheinlichkeiten oder zwingenden kausalen Zusammenhängen unterschiedlicher Einflüsse ab.

²⁵ Die Begründung und Ableitung eines didaktischen Settings für den Einsatz der Szenarioanalyse ist im zweiten Artikel (Abschnitt 5) dargelegt. Die Wahl der Methode und insbesondere das exemplarische Vorgehen in einem Forschungsprojekt findet sich im ersten Artikel (Abschnitt 4.3).

Diese Vorgehensweise im kontinentalen Europa zur Erstellung von Szenarien ist häufig *formal*²⁶ und unterscheidet sich insbesondere von der Vorgehensweise der eher *intuitiv* ausgerichteten amerikanischen Schule. Während die Entwicklung von Szenarien in einem intuitiven Ansatz eher als narrative Kunst verstanden wird, in der plausible Geschichten entlang einer „Storyline“ entwickelt werden („The art of the long view“, vgl. Schwartz 2005), wird die Konstruktion von Szenarien im formalen Ansatz eher als mathematische Übung gesehen, bei der semiquantitative Bewertungsverfahren die Auswahl von Einflussfaktoren und deren Projektion in die Zukunft objektiver und nachvollziehbarer gestalten (Godet 2006).

Eine Klassifizierung von Szenarien bzw. der Prozesse der Szenarioerstellung ist schwierig, da die theoretischen Abgrenzungen der unterschiedlichen Charakteristika in der Praxis häufig überlappen und teilweise bewusst unterschiedliche Ansätze zusammengebracht werden. Es kann zwischen den Zielen²⁷ einer Szenarioanalyse und der Charakterisierung des Vorgehens der verwendeten Methode unterschieden werden. Es gibt in der Literatur unterschiedliche Herangehensweisen zur Typologisierung von Szenarien (Fink et al. 2001; van Notten et al. 2003; Borjeson et al. 2006; Wilkinson/ Eidinow 2008). Oft werden Ansätze durch Adjektive wie intuitiv vs. formal, explorativ vs. normativ vs. prediktiv und qualitativ vs. quantitativ unterschieden (vgl. auch Albrecht et al. 2008a).²⁸ Wilkinson und Edinow (2008) schlagen eine neue Klassifizierung vor, die zwischen „problemfokussierten“, „akteurszentrierten“ sowie einer neuen Form des RIMA (reflexive, interventionist multy agent) Szenariotyps unterscheidet (vgl. Tabelle 1). Eine solche Klassifizierung verdeutlicht insbesondere die unterschiedlichen Zielsetzungen, die bei dem akteurszentrierten, besonders aber bei dem RIMA Szenariotyp auf einen gemeinsamen reflexiven Lernprozess zur Förderung von Handlungskompetenz und einen sozialen Transformationsprozess fokussiert.

²⁶ Die Bezeichnung „formal“ steht in keinen Zusammenhang zu einem formalen Lernsetting

²⁷ Beispielsweise Strategieszenarien oder Umfeldszenarien

²⁸ Oft werden Ansätze durch Adjektive wie intuitiv vs. formal, explorativ vs. normativ vs. prediktiv und qualitativ vs. quantitativ unterschieden (vgl. auch Albrecht et al. 2008a).

Tabelle 1: Zusammenfassung und Vergleich von problemorientierten, akteurszentrierten und reflexiv-interventionistischen Szenario Typen (veränderter Auszug aus Wilkinson/ Eidinow 2008: 7)

	Problem-focused	Actor-centric	RIMA
Focus	Objective	Specific to organization	Specific to ‘wicked problems’ that involve sustaining collaborative action in the public interest/common good
Foreground	Factors, and their continuity	Relationship of a system of actors to their strategic environment	Interactions between agents and between agents and their common environment
Purpose	Contingency planning/ risk management/ ‘future-proofing’	Shaping the future	Mobilizing and sustaining collaboration in the public interest to enable institutional innovation and/or renewal
Research approach	Often mode 1	Often mode 2	Relevance and rigor
Approach to uncertainty	Mapping and reducing uncertainty. Emphasis on knowledge and ignorance as lack of knowledge	Mapping and embracing uncertainty. Also attending to social construction of ignorance (unknown–knowns)	Continuously navigating knowledge, uncertainty and ignorance as they co-evolve across society
Process	Usually one – off linear learning	Often sustained iterative – double loop learning	Sustained and iterative assumes need to attempt to change a system in order to understand it
Emphasis of scenarios	Scenarios as a product, an output of new learning	Scenarios as a basis for strategic conversation learning process	Scenarios as a basis for unlearning as well as learning; scenarios need combining with other tools, e.g., weak signals/horizon scanning and early warning signs

Die Möglichkeiten der Anwendung der Szenarioanalyse und ihr potentieller Output sind vielfältig. Grundsätzlich kann die Szenarioanalyse zu Bearbeitung komplexer, langzeitiger und unsicherer Problemstellungen, wie ill-defined oder wicked problems²⁹ eingesetzt werden (Raskin et al. 1998; Godet 2000, 2000; Scholz/ Tietje 2002; Swart et al. 2004; Raskin 2005; Brewer 2007; Kok et al. 2007: 1; Wilkinson/ Eidinow 2008). Tabelle 2 gibt einen Überblick über unterschiedliche Ziele, die dabei verfolgt werden können, ohne einen Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben. Ersichtlich wird, dass sich die Anwendungsmöglichkeiten hinsichtlich Fragestellung, Produkt-, oder Prozessfokussierung, charakterisieren lassen. Diese Aspekte sind hier bewusst nicht als Unterscheidungskriterium mit angegeben, da diese Punkte nicht trennscharf sind.

²⁹ „Wicked problems are aggressive challenges that are both messy and circular [... and] do not lend themselves to well-bounded, linear problem-solving approaches“ (Wilkinson/ Eidinow 2008: 1)

Tabelle 2: Ziele des Einsatzes der Methode der Szenarioanalyse

Unterstützung strategischer Planungen und Entscheidungsfindungen, Bewertung von Szenarien und Zukünften , Beratung von Entscheidungsträgern	Kahn/ Wiener 1962; Godet 1986; Bood/ Postma 1997; Raskin et al. 1998; Godet 2000; Rotmans et al. 2000; Scholz/ Tietje 2002; van Notten et al. 2003; Fink et al. 2004; Nassauer/ Corry 2004; Swart et al. 2004; Postma/ Liebl 2005; Raskin 2005; Wiek et al. 2006; Brewer 2007; Jaeger et al. 2007
Kommunikation	Swart et al. 2004; Brewer 2007
Erzeugung von Input für Modelling	WBGU 1996; Bood/ Postma 1997; Fink et al. 2004; Swart et al. 2004; IPCC 2007; Volkery 2007; Alcamo 2008b
Transition Management	Swart et al. 2004; Martens/ Rotmans 2005; Wiek et al. 2006
Identifikation von Informationen für ein Frühwarnsystem/ Stellschrauben	WBGU 1996; Raskin et al. 1998; Fink et al. 2004; Jaeger et al. 2007
Stimulation von Engagement in Veränderungsprozessen	Raskin et al. 1998; Robinson 2003; Jaeger et al. 2007; Wilkinson/ Eidinow 2008
Organisation und Förderung von Teamwork	Bood/ Postma 1997; Godet 2000; Swart et al. 2004; Wiek et al. 2006
Integration von unterschiedlichen Daten, Wissensbeständen, Zielen, komplexen Informationen	Bood/ Postma 1997; Scholz/ Tietje 2002; Burt/ van der Heijden 2003; Keil 2005; Alcamo 2008b; Wilkinson/ Eidinow 2008
Stakeholderbeteiligung	Raskin et al. 1998; Scholz/ Tietje 2002; Keil 2005; Kok et al. 2007; Pahl-Wostl 2008; Wilkinson/ Eidinow 2008
„Competence building“, „challenging mental maps“	Kahn/ Wiener 1962; Bood/ Postma 1997; Godet 2000, 2000; Retzmann 2001; Robinson 2003; van Notten et al. 2003; Swart et al. 2004; Wiek et al. 2006; Brewer 2007
Stimulation organisationalen Lernens (expliziter) Bildungskontext, BNE	Bood/ Postma 1997 Weinbrenner 1994; Sprey 2003; Bormann/ de Haan 2008, 2008; Meinert 2009, vgl. auch Abschnitt 2.3.3

Bei der Betrachtung der Entwicklungen in den letzten Jahren fällt auf, dass der Prozess bei der Erstellung von Szenarien deutlich an Relevanz gewinnt³⁰ – insbesondere bei partizipativen Verfahren außerhalb der strategischen Unternehmensplanung. Die Szenarioanalyse erlebt daher aktuell im Bereich der transdisziplinären Umwelt- und Nachhaltigkeitsforschung einen steigenden Einsatz (vgl. Abschnitt 2.3.2). Dieser Bedeutungsgewinn des Prozesses der Erstellung von Szenarien wird auch in der Entwicklung neuer Typologien (vgl. Tabelle 1) ersichtlich und lässt sich zum Teil durch die positiven Einflüsse der Szenarioprozesse auf individuelles und soziales Lernen erklären.

Individuelle und soziale Lernprozesse während einer Szenarioanalyse sind ein Aspekt, der zwar häufiger in der Literatur genannt wird (vgl. Tabelle 2), aber bislang selten aus (bildungs-)theoretischer Perspektive fundiert bzw. von den Erziehungswissenschaften oder der Kompetenzforschung untersucht wurde. Hier setzt diese Arbeit an. Der Fokus dieser Arbeit liegt dabei auf der Übertragung der Methode der Szenarioanalyse aus der Nachhaltigkeitsforschung in den formalen Bildungskontext und einer begleitenden Untersuchung von Lernprozessen.

In den folgenden beiden Abschnitten wird zunächst der State of the Art der Verwendung der Szenarioanalyse in Forschung und Bildung dargestellt, bevor alle bislang eröffneten theoretischen Stränge in der Zusammenfassung gebündelt werden.

³⁰ Auch wenn bereits Kahn/ Wiener (1962) wichtige prozedurale Aspekte beschrieben haben.

2.3.2 Szenarioanalyse in den Nachhaltigkeitswissenschaften

Im vorherigen Abschnitt wurde bereits das Potential der Szenarioanalyse für (transdisziplinäre) Forschungsprozesse in den Nachhaltigkeitswissenschaften deutlich. Swart et al. (2004) erweitern die sieben Kernfragen der Nachhaltigkeitswissenschaften von Kates et al. (2001) um eine weitere und stellen hier insbesondere den Zukunftsbezug der Nachhaltigkeitswissenschaften heraus: „How can the future be scanned in a creative, rigorous and policy-relevant manner that reflects the normative character of sustainability and incorporates different perspectives?“ (Swart et al. 2004: 138). Sie unterstreichen die Bedeutung der Integration unterschiedlicher Wissensformen und verschiedener Perspektiven bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Interaktionen von komplexen und dynamischen Mensch-Umweltbeziehungen.³¹ Es werden (methodologische) Herausforderungen für die Nachhaltigkeitswissenschaften abgeleitet und die Autoren zeigen auf, dass die Methoden der Szenarioanalyse in der Lage sind, diesen Anforderungen zu entsprechen (ebd.: 142).

“They can help to organize scientific insight into an integrated framework, gauge emerging risks, and challenge the imagination. They can provide a means for integration of descriptive and narrative elements, and qualitative and quantitative information. They ease communication with non-scientific audiences, and can engage diverse stakeholders as actors in scenario design and refinement. Though their subject is the future, scenarios can catalyze and guide appropriate action today for a sustainability transition.” (Swart et al. 2004: 141).

Damit kann auch erklärt werden, dass die Szenarioanalyse insbesondere in der Forschung der Umwelt- und der Nachhaltigkeitswissenschaften häufig eingesetzt wird und zu einem wichtigen Werkzeug in deren Methodenkasten geworden ist. So haben die meisten – wenn nicht alle – großen Umweltbewertungen, die in letzter Zeit durchgeführt wurden, szenariobasierte Komponenten integriert. Wichtige Beispiele sind in Tabelle 3 aufgeführt.

³¹ “Sustainability science must consider the interplay and dynamic evolution of social, economic and natural systems — it requires an integrated and longterm perspective. It must address the sustainability process as tentative, open and iterative, involving scientific, policy and public participation. It must capture the possibility of structural discontinuity and surprise in socio-ecological systems. And it must recognize the critical importance of alternative, and sometimes competing, stories, beliefs, institutional contexts and social structures.” (Swart et al. 2004: 141)

Tabelle 3: bedeutende nachhaltigkeitsrelevante Szenarioanalysen der letzten Jahre und Ihre Ziele

“World Water Vision” der World Water Commission (Cosgrove/ Rijsberman 2000)	Globale Szenarien zur Wasserversorgung und Bedarf von Menschen und Natur; verbunden mit Konflikten, Lebensstilen, Demographie und technischer Entwicklung; Bewusstseinssteigerung (in der Politik) in Bezug auf eine globaler Wasserkrise. http://www.worldwatercouncil.org/index.php?id=192
IPCC “Emissions Scenarios” (IPCC 2000, 2007)	Szenarien zur zukünftigen Entwicklung der menschlichen (Haupt-) Einflüsse auf das Klima durch Energie- und Landnutzungsemissionen als Grundlage für Klimasimulationen. http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission/index.htm
„Millenium Ecosystem Assessment“ (Hassan et al. 2005; Carpenter et al. 2005)	Szenarien zur Bewertung der Konsequenzen, die aus der Veränderung von Ökosystemen durch den Menschen entstehen. Abbildung von 24 Ökosystemfunktionen als Basis/ Schnittstelle für (politisches) Handeln zum Wohle der Menschen und der Natur. http://www.maweb.org/en/About.aspx
World Business Council for Sustainable Development Water Scenarios (WBCSD 2006)	Szenarien zur Entwicklung der Wasserressourcen und aller damit zusammenhängenden (wirtschaftlichen) Faktoren. Einbindung von 180 Stakeholdern in einen gemeinsamen Lernprozess über die Zusammenhänge des (nachhaltigen) Wassermanagements. http://www.wbcd.org/plugins/DocSearch/details.asp?type=DocDet&ObjectId=MTk2MzY
“ERURALIS – The future of rural Europe” (Eickhout et al. 2007)	Entwicklung von Szenarien zur landwirtschaftlichen und ländlichen Entwicklung in Europa, die in mehrere Simulationsmodelle zu Agrar- und Landnutzung eingeflossen sind. Konstante Verbindung von ökonomischen und biophysischen Aspekten in einem Decision Support/ Discussion Support Werkzeug für Entscheidungsträger. http://www.eururalis.eu/
“PRELUDE - PRospective Environmental analysis of Land Use Development in Europe” (EEA 2007; Volkery/ Ribeiro 2007)	Szenarien zu unterschiedlichen Landnutzung in Europa, die die sozialen Auswirkungen kontrastieren. Umsetzung narrative Szenarien in Simulationen und einem interaktiven Flash-Tool. Stimulation von Langzeitplanung in politischen Entscheidungsprozessen http://www.eea.europa.eu/multimedia/interactive/prelude-scenarios/prelude
“Global Environmental Outlook - GEO” des United Nations Environment Programme (UNEP 2007b, 2007a)	In einem globalen partizipativem Prozess (15.000 Stakeholder), werden unter anderem Szenarien zur Entwicklung der Umwelt entwickelt. Mittlerweile läuft der 5. Prozess, der 2012 abgeschlossen sein wird. GEO soll die Schnittstelle Wissenschaft und Politik unterstützen. http://www.unep.org/geo/

In dem Szenarioportal der European Environmental Agency (EEA)³² finden sich 78 Einträge für den Zeitraum 2001 bis 2007 zu globalen Szenario Studien von unterschiedlichen Akteuren aus dem öffentlichen und nichtöffentlichen Sektor.³³ Weitere Themen sind unter anderem Landwirtschaft, Energie, Demographie, Wirtschaft und Fischerei (Zamparutti et al. 02.09.2009).³⁴ Zusätzlich hat die EEA allein für die Jahre 2006/2007 über 150 zukunftsbezogene Studien mit Relevanz für den europäischen Raum identifiziert, die sich inhaltlich hauptsächlich auf Themen wie Energie, Wirtschaft und Transport beziehen (EEA 2008), wobei Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekte hierbei eine untergeordnete Rolle spielen.

Im Rahmen dieser globalen und europäischen Studien sind auch zunehmend transdisziplinäre Ansätze zur Integration von Stakeholdern und Wissen realisiert worden. Die Szenarien

³² <http://scenarios.ew.eea.europa.eu/> (Stand: 15.01.2011)

³³ Beispielsweise von Regierungen, NGOs, Think Tanks oder Shell.

³⁴ Es sind zudem keine akademischen Studien und nur Studien in englischer Sprache erfasst.

des globalen Millenium Ecosystem Assessment³⁵ wurden beispielsweise unter enormem Aufwand und mit umfangreicher Stakeholderbeteiligung³⁶ entwickelt (Hassan et al. 2005). In einer der größten europäischen Szenarioentwicklungen wurden im Projekt PRELUDE Szenarien mit Hilfe einer sehr aufwändigen Stakeholderbeteiligung durchgeführt, die in drei Workshops mit je drei Tagen viel Zeit der Akteure erforderte. Das Vorgehen zur Entwicklung der Szenarien entsprach dabei einer intuitiven Variante mit mehreren iterativen Diskussionsrunden. Unter anderem wurde in Diskussionen zwischen den Modellierern³⁷ und Stakeholdern über die Übersetzung der narrativen Geschichten in quantitative Daten abgestimmt (Volkery/ Ribeiro 2007).

Es ist nicht möglich, einen Überblick über alle Szenarioanalysen zu erlangen, die sich auf eine kleinere geografische Region beziehen oder lokale Fragestellungen untersuchen. Viele Szenarien oder Ergebnisse werden nicht veröffentlicht. Einen Überblick über szenario- und zukunftsorientierte Forschung in der Hochschulforschung wird in Albrecht et al. (2008a: 313) und Adomßent et al. (2008) gegeben. Hier ist festzustellen, dass die Entwicklung von Szenarien überwiegend intuitiv oder auf Basis eines Expertendelphi stattfindet. Die in diese Arbeit eingebettete Studie zur „Sustainable University“, die unter Nachhaltigkeitsaspekten die Zukunft des Hochschulwesens untersucht, hat einen formalen Szenarioansatz verwendet (vgl. Abschnitt 4).

Das Natural and Social Science Interface (NSSI) der ETH Zürich nutzt die (formative) Szenarioanalyse als einen wichtigen Bestandteil vieler transdisziplinärer Forschungsprojekte zur erfolgreichen Entscheidungsfindung bei Umwelt- und Nachhaltigkeitsfragen, wie beispielsweise beim Abfall- und Ressourcenmanagement (Spoerri et al. 2009) oder bei Transitionsprozessen (Wiek et al. 2006). Das Transdisciplinarity Laboratory (TdLab) hat die Szenarioanalyse als methodischen Teil der transdisziplinären Fallstudie in der Lehre an der ETH Zürich etabliert (vgl. Abschnitt 2.3.3). In der Schweiz konnten im Rahmen der transdisziplinären Fallstudie große Szenarioanalysen beispielsweise für die Schweizer Bahn, zur Atommülllagerung oder zur Nanotechnologie durchgeführt werden (ETH Zürich 2010).

Insbesondere bei Forschungsprojekten, die an der Schnittstelle von Natur- und Humanwissenschaften arbeiten, findet ein häufiger Einsatz der Szenarioanalyse statt. Von simulationsbasierter und partizipativer Szenarioentwicklung bei Landnutzungsstrukturen (Adensam et al. 2007), über partizipative Szenarioentwicklung für soziale Lernprozesse (insbesondere für den Umgang mit Komplexität und Unsicherheiten) im Bereich Chemikaliennutzung und Gewässerverunreinigungen (Keil/ Stieß 2007)³⁸ hin zur Nutzung der Szenarioanalyse in zwei Teilprojekten im aktuellen Projekt der sozial-ökologischen Nachwuchsgruppe Ökosys-

³⁵ Das Millenium Ecosystem Assessment hat 24 Millionen US\$ gekostet (UNESCO 2010).

³⁶ “The MA was guided by a Board that included representatives of five international conventions, five U.N. agencies, international scientific organizations, governments, and leaders from the private sector, nongovernmental organizations, and indigenous groups. A 15-member Assessment Panel of leading social and natural scientists oversaw the technical work of the assessment, supported by a secretariat with offices in Europe, North America, South America, Asia, and Africa and coordinated by the United Nations Environment Programme.” (Hassan et al. 2005: x)

³⁷ Die Modellierer haben die fertigen Szenarien wie die SRES Szenarien in quantitative Modelle umgesetzt und simuliert.

³⁸ Für weitere Informationen siehe <http://www.intafere.de/> (Stand 20.01.2010).

temdienstleistungen (Plieninger 2009)³⁹ wird die Methode in einem breiten Anwendungsfeld verwendet.

Mittlerweile enthalten Ausschreibungen des BMBF explizit die Anforderungen, Szenarien in das Forschungsdesign einzubeziehen. „Eine wesentliche Methode, um die Wirkung möglicher Lösungsstrategien zu verdeutlichen, wird in der Entwicklung von Szenarien gesehen“ (BMBF 2009). Somit ist vor allem für die Nachhaltigkeitswissenschaften festzustellen, dass sich in den letzten fünf bis zehn Jahren die Szenarioanalyse zu einer wichtigen Methode in der Forschung zur Nachhaltigkeit entwickelt hat.

Allgemein sind auf nationaler Ebene das Feld und die Anwendungsarten der Szenarioanalyse heterogen und es lässt sich kein allgemeingültiger Standard in der Anwendung der Methode erkennen. Ein großer Teil der deutschsprachigen Szenarioanalysen ist eher den formalen Varianten⁴⁰ zuzuordnen, während die auf internationaler Ebene durchgeführten Analysen eher der intuitiven Variante entsprechen, welches zu einem Teil mit den unterschiedlichen Schulen und Traditionen erklärt werden kann (Abschnitt 2.3.1).

Wie bereits im vorherigen Abschnitt angesprochen, gewinnen zunehmend die Lern- und Aushandlungsprozesse bei der Erstellung von Szenarien an Bedeutung (vgl. Tabelle 1) und damit verbunden die umfassende Integration von Stakeholdern, Daten und Wissen. Walz et al. (2007) rücken während einer Szenarioentwicklung von den ursprünglichen festgesetzten Zielen der Analyse ab, um den Lernprozessen mehr Raum zu geben. Hier wird aber auch deutlich, dass die Methode einen großen Ressourcenaufwand erfordert und auch im Ablauf gut geplant sein muss. So ist in der Praxis teilweise zu beobachten, dass die Ergebnisse aus transdisziplinären Prozessen nicht ausreichend in die Szenarioentwicklung integriert werden (Wiek/ Lang 2008).

Obwohl in der Praxis nicht alle Szenarioanalysen im Prozess optimal durchgeführt werden, ist davon auszugehen, dass Szenarien trotzdem zunehmend stärkere Einflüsse auf soziale Lernprozesse entfalten, insbesondere durch die verstärkte Einbindung von Stakeholdern. Wichtig bleibt hervorzuheben, dass es nicht nur um soziales Lernen der Stakeholder außerhalb der Wissenschaft geht, sondern sich auch die Wissenschaftler(innen) selbst als Teil des Prozesses sehen müssen.⁴¹ Auch in der interdisziplinären Forschung muss voneinander gelernt werden, denn die Methoden der Szenarioanalyse integrieren das Wissen nicht mechanistisch, sondern dieser Schritt vollzieht sich in den Köpfen der beteiligten Personen.

Die Szenarioanalyse bietet bei vielen Denkschritten Möglichkeiten zur Reflexion und Integration, wie die detaillierte Beschreibung und Analyse der Denkschritte in Abschnitt 4.3.2 und 5.3.2.3 zeigen werden. In diesem Kapitel wurde die Szenarioanalyse als eine wichtige Methode der Forschung im Bereich der Nachhaltigkeitswissenschaften verortet, deren positiven Einflüsse auf Lernprozesse bei den beteiligten Personen eine zunehmend wichtigere Rolle spielt. In diesem Kontext ist die Vorgehensweise zur Erstellung von Szenarien als informelles Lernsetting zu verstehen. Das Vorgehen kann auch in der formalen Bildung genutzt werden, wie der nächste Abschnitt zeigen wird.

³⁹ Die Untersuchung der Beziehungen von marktbasierenden Instrumenten und Ökosystemleistungen steht im Mittelpunkt des Forschungsinteresses.

⁴⁰ Die Szenarien zur Nachhaltigkeitsstrategie der BRD werden auch formal erstellt.

⁴¹ Dies wird beispielsweise im ersten Artikel beschrieben (Abschnitt 4).

2.3.3 Szenarioanalyse in der formalen Bildung

Die in Abschnitt 2.3.1 aufgezeigten, dem Prozess der Szenarioanalyse zugeschriebenen fördernden Einflüsse auf Lernprozesse bei den Beteiligten deuten darauf hin, dass die Szenarioanalyse explizit als Unterrichtsmethode eingesetzt werden kann.⁴² Im Vergleich zur „technischen“ Literatur zur Szenarioanalyse gibt es jedoch relativ wenig Literatur, die die Szenarioanalyse als Lernsetting im formalen Bildungskontext thematisiert.⁴³

Die Szenarioanalyse als Lernsetting wird hauptsächlich in formalen Kontexten der schulischen und beruflichen Ausbildung diskutiert. Weinbrenner betont die Möglichkeiten des Einsatzes im Ökonomieunterricht und der politischen Bildung, vor allem in Bezug auf selbstgesteuertes und kreativitätsförderndes Lernen (Steinmann/ Weber 1995; Weinbrenner 2001, 2005). Dieser Strang wird weiter fortgeführt, sowohl für den Ökonomieunterricht (Sprey 2003),⁴⁴ die Arbeitslehre (Retzmann 2001) als auch für die politische Bildung (Meinert 2009). Sprey setzt die Szenario-Technik als Unterrichtsmethode zur Förderung von innovativem, zukunftsorientiertem Lernen ein, thematisiert theoretische Hintergründe und gibt Gestaltungsempfehlungen für den Einsatz im Ökonomieunterricht. Mittlerweile lassen sich auf den Bildungsservern der Bundesländer einige Veröffentlichungen finden, die den Einsatz der Szenarioanalyse in der Schule zum Thema haben. Die dabei eingeführten Vorgehensweisen entsprechen oft dem formalen Prinzip der Erstellung von Szenarien nach Ute von Reibnitz (1992), welches teilweise aus didaktischen Gründen vereinfacht umgesetzt worden ist. Meinert (2009) verwendet die intuitive Herangehensweise.

Die Förderung des zukunftsorientierten Denkens zeichnet die Szenarioanalyse unter anderem auch als Methode der BNE in der Schulbildung aus. Der Abschlussbericht zum Ende des BLK-Programms „21“ thematisiert die Szenarioanalyse als Unterrichtsmethode, die jedoch im Vergleich zu weniger komplexer Methoden, wie beispielsweise der Mindmap, deutlich weniger eingesetzt wird (Rode 2005: 78).⁴⁵

Im Kontext der Hochschullehre wird die Szenarioanalyse bislang noch kaum als Lehrmethode oder Lernsetting thematisiert, was nicht bedeuten muss, dass diese nicht eingesetzt wird.⁴⁶ An der ETH Zürich wird seit 1994 die transdisziplinäre Fallstudie durchgeführt, bei deren Durchführung die Szenarioanalyse einer der verwendeten Bausteine ist (Scholz/ Tietje 2002; Scholz et al. 2006).⁴⁷ Ausgehend von der ETH wurde das Modell der transdisziplinären Fallstudie an einigen anderen europäischen Universitäten umgesetzt, z. B. in

⁴² Damit ist gemeint, dass das Ergebnis in Form von Szenarien nicht zwingend einen Zweck außerhalb der Gruppe der Teilnehmenden haben muss. Es ist ein Lernsetting im formalen Kontext, in dem auch informelle Lernprozesse ermöglicht werden.

⁴³ Eine Suche nach "scenario analysis" in der wissenschaftlichen Suchmaschine scirus.com ergibt über 35.000 Treffer von denen nur ein sehr kleiner Bruchteil die Methode in Kontexten der formalen Bildung thematisiert (Stand: Januar 2011).

⁴⁴ Sprey (2003) gibt auch einen Überblick über weitere Beispiele des Einsatzes der Szenarioanalyse in der schulischen Bildung und gibt auf Basis einer Literaturrecherche Empfehlungen zu Unterrichtsentwicklung.

⁴⁵ Dem Bericht kann zwar kein genauer Wert zur Häufigkeit des Einsatzes der Methode entnommen werden, aber es zeigt sich, dass der Einsatz der Methode im Unterricht deutlich geringer gestiegen ist als der Einsatz anderer Methoden.

⁴⁶ De Haan (2008: 33) stellt jedoch fest, dass unter anderem die Szenarioanalyse in der formalen wie informellen Bildung bisher kaum aufgegriffen wurde.

⁴⁷ Diese Fallstudien sind auf reale Problemlagen angewendet worden und unter breitem Einbezug der Stakeholder realisiert worden. Daher sind diese nicht als reines formales Lernsetting zu betrachten, auch wenn diese im Curriculum der ETH Zürich verankert sind.

Chalmers, Graz (Steiner/ Posch 2006) oder auch einmalig in Lüneburg (Burandt et al. 2003). An der TU Delft wird in der Spezialisierung „Technology in Sustainable Development“ seit 2001 ein backcasting⁴⁸ Szenario Ansatz in der Lehre verwendet (Quist et al. 2006). An der Leuphana Universität Lüneburg werden seit 2008 (formale) Szenarioanalysen im Lehrangebot des Komplementärstudiums angeboten und seit 2008 ist im Minor-Studiengang „Nachhaltigkeitshumanwissenschaften“ (vorher: Nachhaltige Entwicklung) ein Modul für die Durchführung einer Szenarioanalyse fester Bestandteil.

Der Einsatz der Szenarioanalyse in der Hochschulbildung unterscheidet sich von dem im schulischen Lernen insbesondere im Hinblick auf die Lernziele. Am ehesten lassen sich die Lernziele der Verwendung der Szenarioanalyse in der politischen Bildung mit der BNE vergleichen. Thematisch wird jedoch auch im Ökonomieunterricht im Rahmen der umweltorientierten Unternehmensführung ein ökologisch-ökonomisches Problemfeld bearbeitet (Sprey 2003: 54). In der Literatur zur Hochschullehre wird vor allem der Aspekt des Zukunftsbezugs der Lehre in Verbindung zu dem prospektiven Zeithorizont der Nachhaltigkeitswissenschaft gebracht. Daher sind für die HBNE Methoden wie die Szenarioanalyse zum Erwerb zukunftsbezogener Kompetenzen, die antizipatives Denken umfassen, unverzichtbar (de Haan 2008: 33).

Je nach Kontext und Perspektive werden der Szenarioanalyse unterschiedliche Lerneffekte, wie Kompetenzentwicklung, Handlungsmotivation und die Eröffnung neuer Sichtweisen zugeschrieben (vgl. auch Abschnitt 2.3.1.). Eine empirische Überprüfung der Lehr-Lerneffekte ist bislang jedoch kaum durchgeführt worden. Die Forschung in der Hochschullehre beschränkt sich auf Evaluationsergebnisse und Berichte von Studierenden in Interviews (Quist et al. 2006). In der schulischen Bildung wurden weitergehende Untersuchungskonzepte realisiert. Sprey (2003: 105) hat in seiner Dissertation unter anderem die These überprüft, ob die Szenarioanalyse im Ökonomieunterricht einen Lernprozess initiieren kann, durch den die Fähigkeiten zur Antizipation und Partizipation sowie die Methodenkompetenz gefördert werden können. Mit Hilfe eines umfassenden Untersuchungsdesigns (Aktionsforschung, Gruppeninterviews, teilnehmende Beobachtung und Dokumentenanalyse) ist eine Klasse mit 24 Schülerinnen und Schülern eines Berufskollegs begleitet worden. Der Erwerb von Methodenkompetenz konnte als Ergebnis grundsätzlich nachgewiesen werden, jedoch müssten für konkretere Aussagen noch weitere genaue Untersuchungen durchgeführt werden. Die qualitative Auswertung der Interviews bejaht mit Einschränkungen die positive Entwicklung der Partizipation. Es zeigt sich aber auch, dass eine Messung von Lerneffekten insbesondere in Bezug auf Kompetenzen vor großen Herausforderungen steht.

Dieses Kapitel zeigt, dass die Methode der Szenarioanalyse auch in der formalen Bildung eingesetzt wird, jedoch nicht zu gängigen Unterrichtsmethoden gehört. Eine empirische Untersuchung von zugeschriebenen Einflüssen auf Lernprozesse hat bislang kaum stattgefunden hat.

⁴⁸ Backcasting lässt sich den normativen Szenarien zuordnen. Es wird beispielsweise ein gewünschtes Szenario erzeugt und dann rückwärts denkbare Entwicklungsschritte entworfen (Robinson 2003).

3 Zusammenfassung, Fragestellungen und Artikel dieser Arbeit

Bislang wurden verschiedene theoretische Kontexte eingeführt, in denen Lernprozesse für eine nachhaltige Entwicklung diskutiert werden, die in diesem Kapitel gebündelt werden.

Die Nachhaltigkeitswissenschaften stehen mit dem Ziel, zu einer nachhaltigen Transformation der Gesellschaft beizutragen, auch vor der Herausforderung, einen sozialen Lernprozess anzustoßen. Dieser soziale Lernprozess beinhaltet zum einen die kontinuierliche Diskussion des Zieles, wie sich eine nachhaltige Entwicklung ausgestalten lässt, zum anderen jedoch auch die Veränderung individueller und kollektiver Verhaltensmuster und eine Förderung der jeweiligen Handlungsfähigkeit, eine nachhaltige Entwicklung mitgestalten zu können.

Die Nachhaltigkeitswissenschaften beschäftigen sich daher in ihrer Forschung unter anderem mit der Frage, wie diese sozialen Lernprozesse anzustoßen und zu fördern sind. Durch die breite Beteiligung von gesellschaftlichen Akteuren an transdisziplinären Forschungsprozessen tragen sie darüber hinaus selbst zu Lernprozessen bei. Hier finden insbesondere soziale Lernprozesse statt, wenn unterschiedliches Wissen, Interessen, Normen und Werte unterschiedlicher Akteure in gemeinsamen Diskussions- und Reflexionsprozessen aufeinander treffen. Entsprechende Integrations- und Lernprozesse werden in der Praxis durch die Anwendung von geeigneten Methoden unterstützt.

Bildung für eine nachhaltige Entwicklung trägt aus theoretischer und praktischer Sicht durch die Untersuchung, Entwicklung und Anwendung von Lernumgebungen und Methoden zur Förderung individueller und institutioneller Kompetenzen zur aktiven Beteiligung an Gestaltungsprozessen einer nachhaltigen Entwicklung bei. Die Bewertung und Messung von entsprechenden Lernerfolgen ist ein Feld der aktuellen Forschung zur BNE. BNE findet in allen Kontexten – von formalen bis informellen – statt, somit ist die Perspektive der BNE auch für die Analyse und Unterstützung sozialer Lernprozesse in den Nachhaltigkeitswissenschaften, respektive in der inter- und transdisziplinären Forschung hilfreich.

Die Szenarioanalyse wurde als Methode in den Nachhaltigkeitswissenschaften verortet, die sowohl die Organisation transdisziplinärer Forschungsprozesse unterstützt, als auch Diskussions- und Reflexionsprozesse beteiligter Akteure im Sinne des sozialen Lernens ermöglicht. In der Literatur werden der Szenarioanalyse verschiedene lernfördernde Eigenschaften zugeschrieben, dass die Szenarioanalyse auch als Methode in einem Lernsetting im formalen Kontext nutzbar gemacht werden kann. Jedoch sind in beiden Kontexten die Lernerfolge bislang kaum systematisch untersucht worden.

Die Szenarioanalyse ist also eine Methode, die theoretisch sehr gut geeignet ist, sowohl im informellen als auch im formalen Kontext ein Lernsetting für eine nachhaltige Entwicklung bereitzustellen. Hier setzt die vorliegende Arbeit an und untersucht Lernprozesse, die aus Perspektive der BNE durch die Szenarioanalyse unterstützt werden. Dazu werden unter der Leitfrage, *was die Szenarioanalyse als Lernsetting für eine nachhaltige Entwicklung leisten kann*, Beiträge zu unterschiedliche Aspekten geleistet:

- Wie kann die Szenarioanalyse Lernprozesse bei den Beteiligten ermöglichen?
- Welche Kompetenzen können aus Sicht der BNE bei den Beteiligten einer Szenarioanalyse gefördert werden?
- Inwieweit wird mit der Teilnahme an einer Szenarioanalyse die Kompetenz des vernetzten Denkens gefördert?

Die letzte Frage wirft eine Unterfrage auf:

- Wie kann die der Szenarioanalyse zugeschriebene Förderung der Kompetenz des vernetzten Denkens gemessen werden?

Die Beantwortung der aufgeworfenen Fragen erfordert zunächst eine detaillierte Betrachtung des methodischen Vorgehens zur Identifizierung von Lernprozessen während einer Szenarioanalyse. Konkrete Lernziele der BNE, die im Lernsetting der Szenarioanalyse erreicht werden können, lassen sich daraufhin ableiten. Für eine empirische Überprüfung entsprechende Lernziele ist ein entsprechendes Messinstrument nötig, welches im Rahmen dieser Arbeit in einem Untersuchungsdesign im formalen Bildungskontext eingesetzt wurde.

Die als Hauptartikel in diese Dissertation eingebetteten Beiträge in peer-reviewten Journals folgen dabei der Logik der Genese dieser Arbeit. Zuerst wird als Fallstudie der Einsatz der Szenarioanalyse in einem Forschungsprozess zur Entwicklung des Hochschulwesens in Deutschland schrittweise dargestellt. Danach werden spezifische Kompetenzen identifiziert und das methodische Vorgehen in ein formales Lernsetting transferiert. Abschließend wird ein Messinstrument für die Kompetenz des vernetzten Denkens entwickelt und es werden ausgewählte lernfördernde Eigenschaften der Szenarioanalyse empirisch untersucht. Die Inhalte der Artikel werden im Folgenden kurz zusammengefasst.

Artikel 1: Towards a „Sustainable University“: scenarios for a sustainable university development

Als Fallstudie wird im ersten Paper der Einsatz der Szenarioanalyse als ein zentrales Element des Forschungsdesigns im Projekt „Sustainable University“ beleuchtet. Mit einem formalen Ansatz wurden Szenarien zum zukünftigen Umfeld der Hochschullandschaft entwickelt. Dieses Paper zeigt detailliert die notwendigen Denkschritte bei der Szenarioentwicklung auf und hilft zu verstehen, an welchen Punkten Integrationsschritte in Bezug auf Wissensarten und Perspektiven unterstützt und geleistet werden und somit auch (soziale) Lernprozesse gefördert werden können. Ferner werden die konkreten Ergebnisse der Szenarioanalyse vorgestellt und diskutiert, die im Rahmen der Hochschulforschung die ersten Resultate einer formalen Szenarioerstellung sind.

Die Durchführung der Szenarioanalyse im Projekt und die Beschreibung des Vorgehens im Artikel oblagen wesentlich der Verantwortung des Autors und waren sein individueller Beitrag in einem kollaborativen Prozess.

Artikel 2: Learning settings to face climate change

Der zweite Artikel leistet einen konzeptionellen Beitrag. Es werden spezifische individuelle Kompetenzen diskutiert, die zum Umgang mit dem Klimawandel als komplexes Nachhaltigkeitsproblem und zu einer aktiven Teilnahme an Transformationsprozessen der Gesellschaft wichtig sind. Anschließend werden zwei Forschungsmethoden, der Syndromansatz und die Szenarioanalyse, in den Kontext der formalen Bildung transferiert, und es wird theoretisch abgeleitet, wie in diesen Lernsettings die eingangs identifizierten Kompetenzen gefördert werden können.

Artikel 3: Effects of an Educational Scenario Exercise on Participants' Competencies of Systemic Thinking

Im dritten Paper wird ein Messinstrument für die Kompetenz des vernetzen Denkens (Systems Thinking) entwickelt. Es leistet einen empirischen Beitrag zur Lehr-Lernforschung respektive zur Kompetenzmessung im Bereich der BNE. Mit Hilfe des Instruments sind zwei Szenarioanalysen, die anhand des zuvor entwickelten Lernsettings im Bereich der Hochschulbildung durchgeführt wurden, empirisch begleitet worden. Dazu wurden zwei Versuchsgruppen mit zwei Kontrollgruppen verglichen. Ziel der Untersuchung war es, Lerneffekte bei den Teilnehmenden der Szenarioentwicklung nachzuweisen.

4 PATHWAYS TOWARDS A „SUSTAINABLE UNIVERSITY“: SCENARIOS FOR A SUSTAINABLE UNIVERSITY DEVELOPMENT

Barth, M., Adomßent, M., Albrecht, P., Burandt, S., Godemann, J., Franz-Balsen, A. and Rieckmann, M. (accepted): 'Towards a "Sustainable University" - scenarios for sustainable university development', *Int. J. Innovation and Sustainable Development*

article info

Received 30 April 2009

Received in revised form 18 June 2009

Received in 2nd revised form 14 August 2009

Accepted 14 December 2010

Abstract: Universities are key actors in sustainable development by generating new knowledge as well as contributing to the development of appropriate competencies and raising sustainability awareness. Within a project called 'Sustainable University' at the Leuphana University of Lüneburg (Germany), a scenario analysis was carried out in order to think structurally about both the challenges that universities could face in the long run and to establish what chances and problems might arise in future from implementing an orientation towards sustainable development. This analysis results in the characterisation of a 'Higher Education Landscape 2035' consisting of eight clusters of possible future developments. This paper describes the process of inter- and transdisciplinary scenario development, gives an overview of the scenarios identified, and finally discusses the adaptability of the Lüneburg idea of a sustainable university to the future system of higher education.

Keywords: sustainability; sustainable university development; Higher Education Landscape 2035; scenario analysis; sustainability science; transdisciplinarity; transformative case study; higher education system; future projections.

4.1 Introduction

Sustainable development is one of the great challenges of our times. The countries of the world are facing the task of shaping and distributing fairly and justly the life chances of all people worldwide.

At the same time, sustainable development also means that future generations have the same right to a fulfilled life as today's. In the context of increasing globalisation, the challenge for the global community to develop sustainably is becoming ever more urgent.

In this development, research plays an important part. The flow of knowledge, production, commerce and people that has been caused by research and technology has considerable environmental, economic and social consequences (Vessuri, 2008; WBGU, 1997). They make it necessary to tackle new questions in research – about the complex

interrelations of humankind with the environment as well as about human coexistence in society. The new challenges can be characterized by these keywords: growing intercultural conflicts, increasing migration movements, social tensions as well as an irresponsible handling of scientific-technological progress (Gruppe 2004, 2004).

Considering this, higher education has a key role to play in the overall process of striving towards sustainable development. Accordingly, the International Association of Universities (IAU) has adopted sustainable development as one of its top priority themes that need to be addressed urgently. As a consequence, the IAU highlights the fact that "leaders of higher education institutions and their academic colleagues are in a key position to contribute to an equitable and ecologically sound future by making sustainable development a central academic and organisational focus. This requires the

generation and dissemination of knowledge through interdisciplinary research and teaching, policy-making, capacity-building, and technology transfer. It is critical that higher education institutions understand and accept their responsibility within the broader context of social and economic development, and the building of democratic, equitable and ecologically-minded societies" (IAU, 2010; <http://www.iau-aiu.net/sd/index.html>).

4.2 "Sustainable University of Lüneburg"

It remains a great challenge to change the institution of the university as a whole in the direction of sustainable development, which is demonstrated by the fact that there are few universities worldwide which are facing up to this task (e.g. Gloucestershire and Plymouth, England; Chalmers University of Technology Gothenburg, Sweden; University Amsterdam, Netherlands; Zurich University of Teacher Education, Switzerland; University of Graz, Austria; UPC Technical University Barcelona, Spain; University Sains Malaysia – to mention a few).

As is shown by its projects "Agenda 21 and the University of Lüneburg" (1999-2001), and "Sustainable University – Sustainable Development in the Context of University Remits" (2004-2007) as well as the founding of its UNESCO-Chair "Higher Education for Sustainable Development", the Leuphana University of Lüneburg has taken steps in this direction as one of the first universities in Europe. In particular, it directs its attention to the entirety of the institution, and therefore first made an attempt to initiate processes in all university activities that facilitate the integration of sustainability thinking. Secondly, theoretical frameworks were developed with the overall concept of the project being characterised as a "transformative case study". The extensive findings of this project have been presented in all their complexity in Adomßent, Godemann, and Michelsen (2007).

This paper focuses on the theoretical background of one of the methodological steps of the transformative case study

performed during the project: A scenario analysis was carried out in order to transform the case and to be able to draw conclusions both about the challenges that universities could face in the long run and about what chances and problems might arise in the future from implementing an orientation towards sustainable development. This analysis resulted in the characterisation of a "Higher Education Landscape 2035" that consists of eight clusters of possible future developments, which will be presented at the end of this paper.

4.3 Scenarios: Definition and Application

The term "scenario" is used in different contexts: economic, climate or disaster scenarios can e.g. be found almost daily in the media. Generally speaking, such scenarios can be understood as "consistent and conclusive descriptions of alternative and hypothetical futures" that reflect different perspectives on the past, present or on future developments and can serve as a basis for action (van Notten, Slegers, and van Asselt, 2005). Scenario analysis is used especially for complex, long-term and uncertain issues (Swart, Raskin, and Robinson, 2004). In spite of many differences in the definition of the term "scenario", it can be generally said that a scenario is not so much a prediction of, as a systematic reflection on, the future (Schwartz, 2005).

Notwithstanding, or perhaps precisely because of, this fact, the development of scenarios seems an interesting procedure in the field of sustainability research, as it offers a methodological way to take into account the possibility of anticipating and shaping of the future as well as the handling of uncertainties. Accordingly, the analysis of scenarios makes possible a systematic examination of potential futures relevant to sustainability.

While the origins of scenario analysis are in military strategic studies (Kahn and Wiener, 1967), it has been introduced since the 1970s into the field of economics through its integration into management planning processes, among others by Shell. "The Limits

to Growth” (Meadows et al., 1972), published by the Club of Rome, is probably the best known scenario study - and one of the most controversial. Today, scenarios are drawn up for local, regional and global issues by the most diverse protagonists and companies of all sizes. Finally, by now this method is also used in educational contexts (Hung, Chen, and Tan, 2003; Vester, 2007), where their development as well as the resulting findings fulfil important functions. While the set of scenarios is mostly used as a basis for strategic decisions, the process of developing them supports the consideration of different knowledge inventories and the development of competencies for the persons involved.

4.3.1 Scenario analysis, higher education and sustainability science

The fields of sustainability research on one hand and university development on the other, both of which are addressed here, have produced a number of different approaches that deal in manifold ways with possible, probable and preferable futures. These approaches build upon theories and methodologies that were originally developed in the field of future studies (see Bell, 2003; Kurian and Molitor, 1996; Slaughter, 1996).

Many of the issues in the field of sustainability research require a consideration of the complex social, environmental and economic systems in their dynamic interaction (WBGU, 1997; Kates et al., 2001). Scenario development is a suitable method for an open and future-oriented process where an integrative and long-term perspective is necessary (Swart, Raskin, and Robinson, 2004). To illustrate: the scenarios on greenhouse gas emissions developed by the Intergovernmental Panel on Climate Change are widely known; they project the consequences of different “what-if”-assumptions about the climate (IPCC, 2007). Veldkamp and Fresco (1997) provide an explorative study of future issues relevant to sustainability in the field of land use. A further approach that is relevant to sustainability research goes in the other direction: here, (normative) desirable or undesirable future conditions are assumed and the investigation is concerned with the

question of how these circumstances came about or what risks may emanate from them (Robinson, 2003). In another study, this method was applied in the field of political analysis (Raskin et al., 1996).

The scenario analysis method also allows for an integration of stakeholders into their development, according to the relevance of the respective issues. In this process, different goals can be pursued, such as a participatory model conception or the integration of different fields of (practical) knowledge (Scholz and Tietje, 2002). Finally, Swart et al. (2004) describe different ways to use scenario analysis as a tool for integrating knowledge and internalizing human choice into sustainability science.

Turning now to the field of university development, scenario analyses focus either on specific tasks or characteristics of the university, describing for instance the development of the use of e-learning or the international orientation of universities (van der Wende, 2007). Other studies take into account the general development of universities in different regional dimensions, from regional developments (Universiti Sains Malaysia, 2007) to global trends (Vincent-Lancrin, 2004). In the German-speaking countries several distinct approaches have emerged that try to derive systematically development trends for universities. The scenarios published in the journal “Die Hochschule” [The University] deserve a special mention because they venture to present a complete account of the development over the next years (in particular Krücken, 2002; Pellert, 2002; Teichert, 2002), and the same goes for the Delphi study “University 2030”, conducted by the Institut Futur of the Free University of Berlin (de Haan and Gregersen, 2007). These diverse approaches cover a wide range of methods, from expert-aided narrative scenarios through formative approaches to Delphi studies. Hicks merits a final mention for his synthesis of futures studies as they bear on education (Hicks, 1994; 2002). His work also lays a special emphasis on the role that education and future thinking may have on sustainable development.

4.3.2 Procedure: The scenario development of “Higher Education Landscape 2035”

The aim of the scenario analysis carried out in the project “Sustainable University” was the (inter- and transdisciplinary) integration of different sets of knowledge gained in six subprojects⁴⁹ to support strategic decision processes. To fulfil such a complex task, the thought-processes of scenario analysis had to be adjusted to several demands:

The future orientation for strategic implications had to be enabled by covering the diversity and amplitude of future developments with an open view into the future. An explorative approach for the scenario analysis was therefore chosen that develops the future from the present situation openly (von Reibnitz, 1989).

The integration of different sets of knowledge can only take place in a qualitative design. Furthermore, when the general issue in question and the system that is being explored become very complex, the validity of mathematical models decreases. This is especially true for socio-ecological systems with non-quantifiable relations or uncertain descriptions of conditions. When values, action, institutions etc. are examined, they can best be embedded in qualitative scenarios (Swart, Raskin and Robinson, 2004). As these scenarios cannot be described numerically, consistent and integrated descriptions of the future should instead be developed (“narrative scenarios”).

Finally, a formative procedure was chosen in order to have clearly defined working steps, methodological and quantitatively supported evaluation, assessment and selection steps.

Consequently, the methodology chosen to integrate all knowledge and to structure

the thinking process was an explorative, qualitative and formative scenario exercise.⁵⁰

It was carried out by focusing on what kind of environmental conditions (higher education landscape) Leuphana University of Lüneburg could be facing in 2035. For this it was necessary to go beyond the boundaries of the Leuphana University of Lüneburg and analyse the entire higher education system in connection with its environment, especially because the focus of examination was the institutional environment, on which a single university has comparatively little influence. The scenario exercise explores the question of *how the environment of the higher education system could look in 2035*.

⁴⁹ The six subprojects were the following: sustainability management and reporting, university as life-world, interdisciplinarity in teaching and learning, energy and resource management, communication and knowledge transfer, culture and sustainable development (cf. Adomßent, Godemann, and Michelsen, 2007).

⁵⁰ Van Notten et al (2003) offer an *updated scenario typology*. Aside, one may find different, sometimes washy categories of possible types of scenario approaches with a whole range of intermediate types.

The formative steps of the thinking process follow the steps of scenario management. Figure 1 illustrates the four basic steps of scenario management, which are examined in detail below: (1) identification of the

most relevant key drivers; (2) deduction of future projections and calculation of consistencies; (3) development and clustering of scenarios and (4) examination of future space.

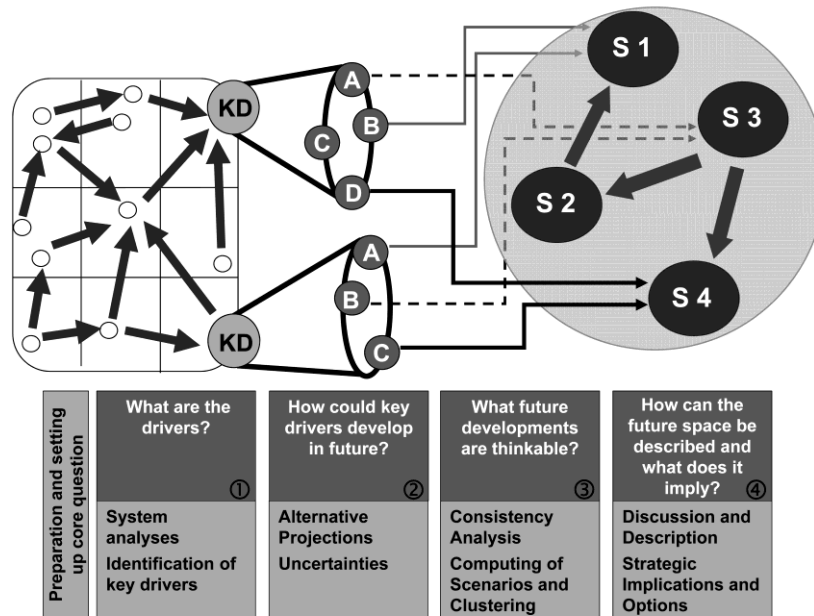


Figure 1 Steps of scenario analysis (adapted from Fink et al. 2004)

(1) Identification of relevant key factors

For the development of scenarios it was necessary first to identify all relevant drivers regarding the core question and focus.

Important drivers e.g. have an influence on different change processes. During the “Sustainable University” project a detailed secondary analysis of current theoretical discussions about the higher education system was carried out. This working step was closely geared to both inventories of the status quo and emerging fields of interest within the higher education sector as depicted by European and German higher education research (among many others, publications by the following institutions have been consulted: The International Centre for Higher Education Research (INCHER, Kassel), the Institute for Higher Education Research Wittenberg (HoF, Wittenberg), the Center for Higher Education Policy Studies (CHEPS, University of Twente, The Netherlands), and the Centre for Higher Education Research and Information (CHERI, Open University, UK)). The huge body of gathered information was

transmitted to an analytical framework that classifies different fields of the university and its environment.

The individual trends and drivers were analysed, empirically and with theoretical support, more closely in a further step.⁵¹ During this process, a database of the drivers and trends of the system was set up and used as a collaborative knowledge base for all scientists involved in the project. A small sample section of our stepwise aggregation of collected information is contained in table 1.

⁵¹ In order to pre-emptively counteract the criticism of randomness in the inductive process of selecting relevant factors of influence, the choice was also reflected critically by experts from higher education research.

Table 1 Selected indicators with annotated sources, referring to key driver “Legitimation and accountability of higher education institutions” (key driver 05; cf. table 2)

Indicator “Institutional Autonomisation of Higher Education Institutions (HEI)”	
Trends	References (selected)
<p>accountability in management is increasingly relocated from public higher education authorities onto HEIs</p> <p>autonomisation of HEIs is confronted with economic pressure by decreasing public financing and growing demands for accountability, combined with output-oriented public control mechanisms (e.g. target agreements).</p>	<p>Alexander, F.K. (2000) ‘The Changing Face of Accountability: Monitoring and Assessing Institutional Performance in Higher Education’, <i>The Journal of Higher Education</i>, Vol. 71, No. 4, pp. 411-431.</p> <p>Neuhauser, R. (2004) ‘Institutional Autonomy versus Government Control’, <i>Higher Education Management and Policy (OECD)</i>, Vol. 16, No. 1, 2004, pp. 19-26.</p> <p>van Vught, F. (1988) ‘A New Autonomy in European Higher Education? An Exploration and Analysis of the Strategy of Self-Regulation in Higher Education Governance’, <i>International Journal of Institutional Management in Higher Education</i>, Vol. 12; No. 1, pp. 16-26.</p>
Indicator “Increased professionalism of higher education management”	
Trends	References (selected)
<p>executive board and administration of universities will increasingly be run by persons with particular vocational qualifications for this position</p>	<p>HRK (German Rectors’ Conference) (1997) ‘Organisations- und Leitungsstrukturen der Hochschulen. Empfehlung des 183. Plenums vom 10. November 1997’. Obtained through the internet: http://www.hrk.de/de/beschluesse/109_484.php (accessed 09/02/2010)</p> <p>HRK (2004) Professionalisierung als Leitungsaufgabe. Entschließung des 202. Plenums der HRK am 08.06.2004. Obtained through the internet: http://www.hrk.de/de/download/dateien/Beschluss_Plenum_8.6.2004.pdf (accessed 09/02/2010).</p>
Indicator “New Public Management”	
Trends	References (selected)
<p>ongoing societal pressure for efficient allocation of (financial) resources</p> <p>simple transfer of developments in other countries (e.g. UK) is not feasible (Muller-Camen and Salzgeber, 2005, p. 272) implementation has significant effects on different fields of action, e.g. participation in organizational structural processes (Kleinwächter, 2004); global budgets; foundation universities; professional management; target agreements between HEIs and federal governments</p>	<p>Bleiklie, I. (1998) ‘Justifying the Evaluative State: New Public Management ideals in higher education’, <i>European Journal of Education</i>, Vol. 33, No. 3, pp. 299-</p> <p>Buschor, E. (1997) ‘New Public Management an den Hochschulen’, <i>unimagazin</i>, No. 1.</p> <p>Davies, A. and Thomas, R. (2002) ‘Managerialism and Accountability in Higher Education: the Gendered Nature of Restructuring and the Costs to Academic Service’, <i>Critical Perspectives on Accounting</i> Vol. 13, No. 2, pp. 179-193.</p> <p>Hood, C. (1995) ‘The “New Public Management” in the 1980s: Variations on a Theme’, <i>Accounting, Organizations and Society</i>, Vol. 20, No 2/3, pp. 93-109.</p> <p>Kleinwächter, C. (2004) ‘Neue Steuerungsmodelle“ für den Wissenschaftsbetrieb und ihre Auswirkungen auf Form und Inhalt der Personalvertretung’. Obtained through the internet: http://www.gew.de/Binaries/Binary38240/Personalraete_Marktbreit.pdf.</p> <p>Muller-Camen, M. and Salzgeber, S. (2005) ‘Changes in Academic Work and the Chair Regime: The Case of German Business Administration Academics’, <i>Organization Studies</i>, Vol. 26, No. 2, pp. 271-290.</p> <p>Schmid, H.-H. (2006) ‘Universitätsreform und New Public Management’, <i>Quo vadis universitas? Kritische Beiträge zur Idee und Zukunft der Universität</i>, Vol. 6, pp.1-16.</p>

With the help of this system analysis of the entire higher education sector it was possible to establish a comprehensive knowledge base of over 60 relevant drivers and trends in the academic field and its environment. The significance and scope of the individual factors were discussed systematically, and drivers were modified or

aggregated where necessary. In a final step, a set of 17 key drivers was chosen that were considered most relevant for the core question of the scenario analysis (cf. table 2). These drivers allowed the representation of the essential aspects and conditions of the environment (system) of universities.

Table 2 Overview of key drivers

01	Forms and concepts of research	10	Cooperation
02	Forms and concepts of teaching and learning	11	Knowledge organisation
03	Heterogeneity of student body	12	Political regulation
04	University management	13	Demands of the labour market
05	Legitimation and accountability	14	Norms and values
06	Development and esteem of university degrees	15	Technological progress
07	Competitive situation on the educational market	16	Global Change
08	Finances/Funds	17	Global economic development
09	Specialisation of universities		

(2) Development of relevant projections

In the next step, core uncertainties and important thinkable future developments were discussed and developed. For each of the 17 key drivers a set of thinkable future projections was evolved that was intended to cover the broad range of thinkable directions of development until 2035.

For the discursive determination of these alternative pathways of future development, an essential role was played by historical developments, statistical data and important trends gathered in the knowledge base.

As an example, figure 2 shows one possibility of how such projections for the key

driver ‘university management’ can be derived that covers a broad range of thinkable developments. For instance, two axes consisting of the two most important dimensions (aspects) of the driver can be chosen, which when combined, result in four alternative future states. It is, of course, also possible to derive fewer or more projections for each driver.

In this way, all 17 key drivers were projected into the future yielding 54 different projections altogether. These alternative pathways can be found in the qualitative descriptions of the scenarios (see section 4).

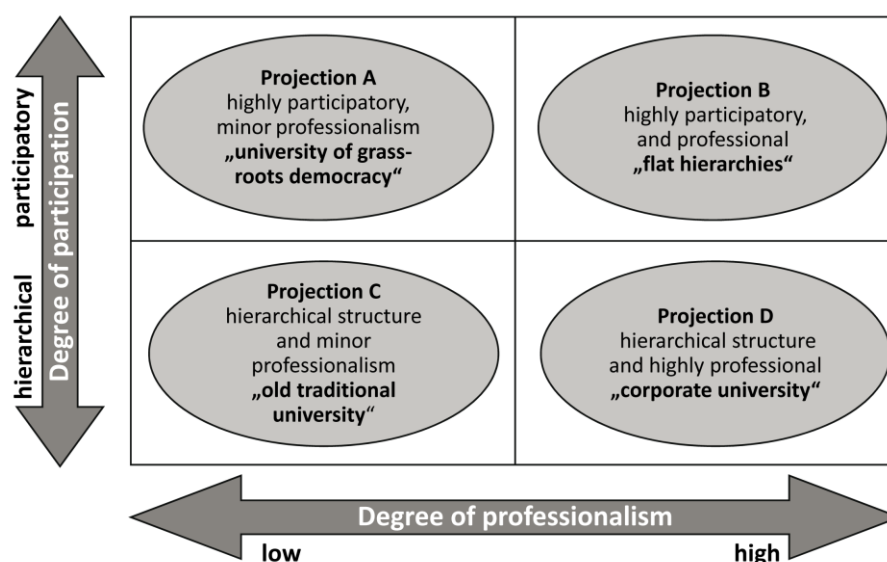


Figure 2 Projections for the key driver ‘university management’ based on two important (qualitative) dimensions

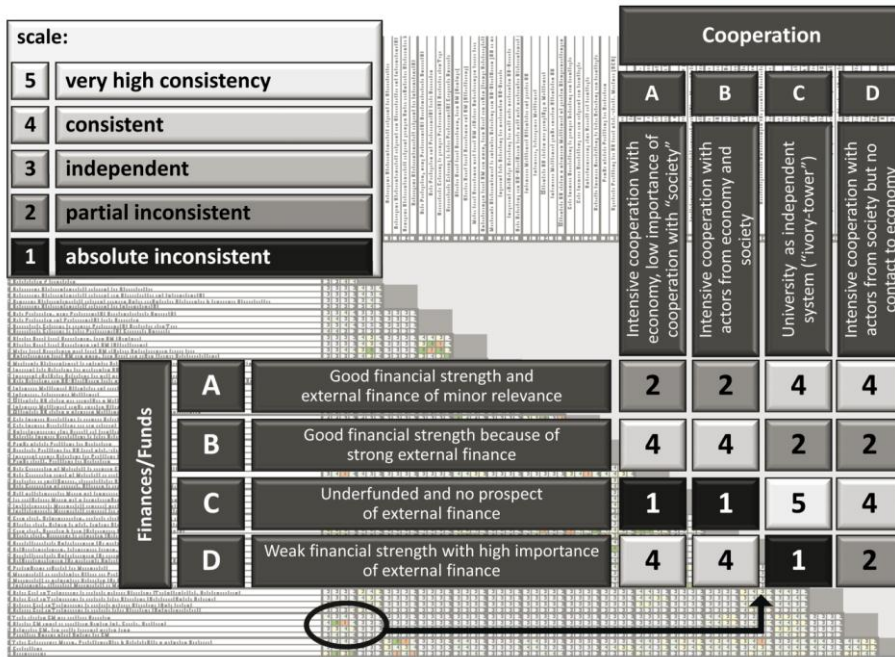


Figure 3 A section of the consistency matrix

(3) Consistency analysis and scenario calculation

To be able to create plausible pictures or descriptions of the future, it is crucial for the different projections in a single scenario to be consistent. Because thinking about approximately 4^{17} possible combinations is a rather complex operation, this task was performed with computer-support. During a consistency analysis, all interrelations and the compatibility of the derived different future developments of key drivers (alternative projections) had to be assessed systematically. Thus, in a (consistency) matrix each projection was assessed separately on a numerical scale (1-5) for the credibility of its occurrence together with all other projections in future. Hence, about 3.000 (54x54-54) evaluations had to be carried out. A section of the consistency matrix is shown in figure 3.

The consistency matrix provided the basis for a software-supported determination of consistent and robust future scenarios, in the course of which an analysis of all possible combinations of the previously developed projections of the key factors was conducted.⁵² Of over 17 billion possible combinations,

the 100 combinations with the highest consistency values were determined and, by means of a cluster analysis⁵³, aggregated to eight separate, reliable and thematically coherent scenarios for the future development of the higher education system.⁵⁴

(4) Scenario description and interpretation

Each of these eight clusters of scenarios (called *scenarios* in the following) consists of the same 17 driving forces, although their future state (projections) differs in many cases. A scenario is therefore best described according to the projections of those drivers that allow for a thematic approximation to the (differences of the) individual scenarios. Projections that occur only in a single scenario characterise this scenario exclusively. On the basis of the characteristics described, a thematic analysis of all clusters and

International AG and the scenario calculation carried out with software support.

⁵³ The cluster analysis (by using PCA and squared Euclid approximation) was applied to the set of the 100 most consistent scenarios, described by 17 variables (drivers).

⁵⁴ The decision for the final number of such clusters was made by closely considering the maximum number of manageable (groups of) scenarios on one hand, and the relative loss of information due to the cluster analysis in the course of aggregation. Visual support was given by a so called scree-plot.

⁵² The development process of the scenarios was supervised by the company Scenario Management

a description of the individual scenarios were carried out. The description of the scenarios, e.g. in the form of short stories, aims to flesh out the scenarios and to help to create an image of this thinkable future state.

In summary, scenario analysis produces integrated knowledge and findings of joint group (thinking) processes in the course of which data are integrated systematically with the knowledge of the experts involved. Depending on the issue examined, it is useful to incorporate knowledge from transdisciplinary contexts and include experts from other fields in the scenario process.

In the case of the scenario development for the “Sustainable University” project, it was not only that the inventories of knowledge from different subprojects and disciplines were combined, but new knowledge was generated that was common to all of the fields involved. The intermediate results of the analysis were repeatedly validated by experts.

As a result a set of eight different and consistent scenarios of the landscape in 2035 were developed in the form of qualitative descriptions (narratives). Individual scenarios should not be seen as predictions of the future. An individual scenario will never come true; it is “only” a description, but a very striking one, of one possibility. It is important to consider the future space as a whole in which the single scenarios describe borders of thinkable future funnels of development. The real future will be anything in-between these borders, which can be used e.g. for the analysis of different strategies like the ones that will be introduced in section 5.

4.4 Results: «Higher Education Landscape 2035» – overview of the scenarios

In our analysis of the eight scenarios of the higher education landscape in the year 2035, three major clusters were identified with similar scenarios. The three main clusters (or scenario groups) show the scope of future development that will be relevant for an assessment of the higher education system in 2035. Ultimately, the eight scenarios allow for differentiated statements about particular tendencies of development within these clusters.

Essentially, a distinction can be drawn between three types of university: universities with a principally close orientation to society; universities that are rather distant from society; and universities with a predominantly instrumental role:

- *close orientation to society*: the open-to-life-worlds university acts as a financially strong cooperative partner (scenarios 1, 2, 5 and 6);
- *distant orientation to society*: the conservative university maintains a niche existence (scenarios 7 and 8);
- *instrumental role*: the market-oriented university generates profitable knowledge (scenarios 3 and 4).

Figure 4 visualises the projections of the most important factors of influence: it shows the three main clusters and their position in the future. The differences between the main groups are indicated by the “currents” on the map of the future.

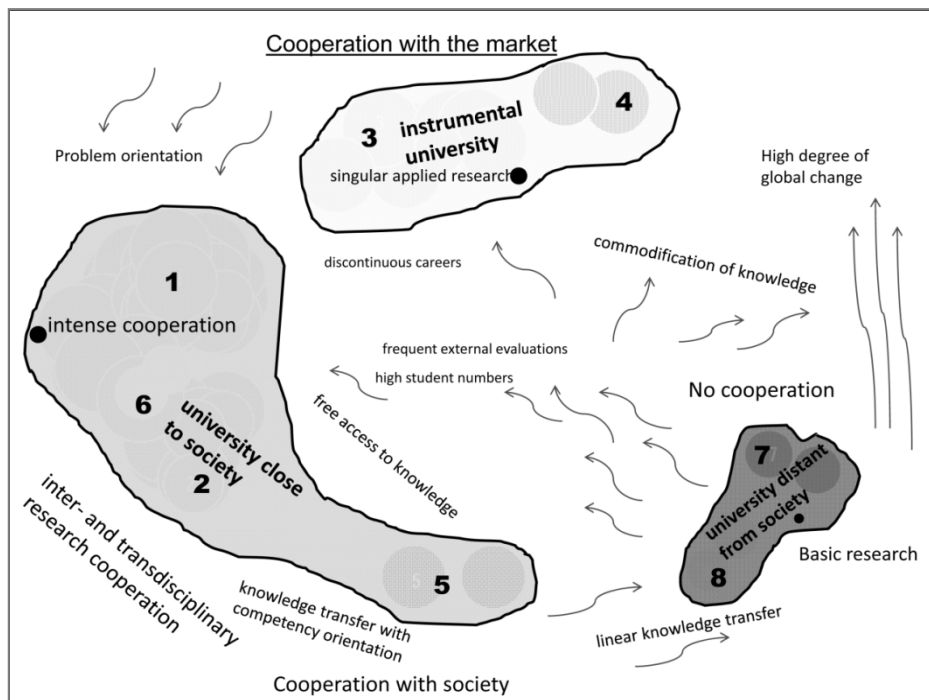


Figure 4 Higher education landscape in the year 2035 (for the reference numbers see the text below)

The three main groups and the scenarios can be described as follows.

4.4.1 Cluster 1: The university that is open to life-worlds acts as a financially strong cooperative partner

Universities will be actively engaged in inter- and transdisciplinary research cooperation and will consider themselves protagonists for the solution of social problems and issues. The knowledge generated will be generally freely accessible and will be put on the market only in exceptional cases. The teaching concepts of universities will also be oriented towards society: they will focus on learning in projects instead of traditional lecturing and teacher-centred instruction and will be oriented more towards developing the students' competencies instead of simply transferring knowledge.

Financially, universities will be adequately equipped and will accordingly be able to meet the challenge of acting as partners in research cooperation.

Their organisation will show a number of successful changes that, on the one hand, will enable them to maintain the high degree of participation of staff and students, which is characteristic of the self-governing university

with its democratic bodies, and, on the other, will allow them to achieve a higher degree of professionalism in their management and administration. Thanks to flat hierarchies, decision making will generally not be bureaucratic, but effective.

Universities will cooperate with one another, as well as with other partners, in research associations in which the individual universities will have clear research profiles. This will make it easier for them to contribute to the cooperation their specific expertise.

This type of university will have an environment that meets global change actively or proactively and in which economic protagonists react to globalising processes by regionalisation or clustering (i.e. in both cases regional specialisation in the appropriate economic field).

This type occurs in varying degrees in four of the scenarios.

Showcase type (Scenario 1)

This scenario matches exactly the type of university open to life-worlds and will therefore not be further described.

Universities regulated by the state and supported by third-party funds (Scenario 2)

In an environment characterised by economic regionalisation with a high degree of mechanisation and acceptance, universities will cooperate with the economic system as well as with protagonists of civil society.

The universities will be strictly regulated by the state and will be under pressure to perform well in external evaluations and internal quality management. They will obtain a good part of their financial resources by making endeavours to raise third-party funds and other forms of external financing. They will also compete intensely with private educational institutions. In doing so, they will attempt to set themselves apart through a distinct structural and programmatic profile.

Self-directed and state-funded universities (Scenario 5)

In an environment characterised by economic regionalisation with a low degree of mechanisation and acceptance, universities will be limited to cooperating with the protagonists of civil society.

Favourable financing of the universities will essentially be provided by public funding, while efforts to acquire third-party funding will play a subordinate role. Among the universities there will be intense competition to obtain public financial resources. In the process, the universities will attempt to hold their ground first and foremost through their programmatic profile. Though state regulation will largely be limited to evaluations and though there is no systematic internal quality management, the state will create strong incentives through financial funding instruments.

Universities regulated and funded by the state (Scenario 6)

In an environment characterised by economic clustering and a high degree of mechanisation and acceptance, universities will cooperate equally with the economic system and the protagonists of civil society.

There will be little competition among them; however, they will distinguish themselves from one another by programmatic

and structural profiles. Thus, this differentiation will not be due to competition, but to state regulation that affects teaching and the research programmes through funding incentives and direct regulation according to the carrot and stick method.

4.4.2 Cluster 2: The conservative university maintains its niche existence

Universities will limit themselves to individual basic research and shy away from tackling social problems and issues directly. Rather, they will consider themselves observers and scholars from a distance, expecting in return financial support from the state. Attracting third-party funding will not apply in this case.

Regarding the management and governance of the universities, a hierarchical mentality will predominate, with academic status being decisive and traditional (full) professors having a majority of the votes. There will be no professional management. This hierarchical mentality will also show in their teaching methods – e.g. the dominance of lecturing and traditional approaches to instruction.

There will be little competition among public universities. Competitive profiles will therefore play only a subordinate role or will be irrelevant in this scenario. Consequently, very few universities will have specific programmatic or structural profiles.

The environment of these universities will be characterised by economic regionalisation, a comparatively low degree of mechanisation and little global change. This type can be found in varying degrees in two scenarios:

Freedom and seclusion in the ivory tower (Scenario 7)

Little global change will put only little pressure on the universities of this scenario to address essential social problems with goal-oriented approaches. The “ivory tower” will no longer be a disrespectful term for a university that is detached from the rest of society.

In a society that considers the university as one of its necessary sub-systems and accepts that it follows its own rules, the

university will be acknowledged as a place of secluded thinking and will therefore be financially fully supported.

Since notions of control will have been unmasked as illusory, society will expect better results in research and teaching from a “laissez-faire” policy than from evaluations or quality management.

The traditional university as outdated model (Scenario 8)

In a society that approaches global change proactively, thereby attempting to reduce its impact, there will be little acceptance of the university as an “ivory tower”. Therefore problems will be solved from outside the sciences.

Consequently, although its enrolment numbers will be stable or even slightly rising, the universities will be more and more marginalised. The significance of research will decrease, as opposed to that of teaching and instruction. Although procedures will all be heavily regulated, the universities nevertheless will hardly obtain sufficient financial resources from the state. Due to the conservative view of science and governmental influence, chances to obtain third-party funding will be remote.

4.4.3 Cluster 3: Science as a driving force of the economy

In this type of university, academic research will focus on restricted modes of applicability (such as contract research in the field of chemistry).

Third-party funding will generally play a very important role since there will be little public funding. Consequently, the universities will cooperate mainly with companies and have little or no contact with the protagonists of civil society. Science will be an institution that generates knowledge and puts it on the market.

There will be intense and diverse competition between public and private universities, which is why only those with a hierarchical and professional organisation will have sufficient funding.

The environment of the universities will be characterised by strong economic globalisation, i.e. merchandise, industrial goods and

jobs will be in an intense global exchange process. Global change will be very strong, but will be addressed reactively, if at all. This type occurs in varying degrees in two scenarios:

Success with efficiency (Scenario 3)

The universities in this scenario will position themselves in a globalised, commercial environment. Focused on economic strategies, their orientation can be implemented by an increasingly professional university management and a rigid internal hierarchy (‘top-down’). Their readiness and capacity to cooperate will be high, which will enable them to acquire third-party funding and to secure excellent financial resources.

Failure due to lack of professionalism (Scenario 4)

In this scenario, universities will welcome the cooperation with companies and will rely heavily on third-party funding for their finances. At the same time, they will stick to the idea of a self-governing university and will try to make decisions based on democratic principles (‘bottom-up’). A professional university management will not be introduced. The universities will be unable to acquire sufficient third-party funding from companies.

4.5 Consequences of the scenarios for sustainable universities

While the description of possible futures is an important step in scenario development, further steps are necessary to decide the question of the significance of a sustainable university and its connectivity. The results presented so far can be further developed and substantiated in three ways:

- *Active evaluation of the strategy:* For the purpose of realising a sustainable university, an evaluation can be carried out to determine the scenarios to which certain strategies can be successfully applied. This way, different strategies can be identified that are effective for different scenarios and can be classified as especially target-oriented.
- *Identification of relevant parameters:* An analysis can be conducted to find out which factors of influence need to change for each of the scenarios in order for the higher education system to develop in a direction that offers a better framework for the sustainable university. This will also involve the identification of current developments that are counterproductive for the sustainable university (early warning signals).
- *Evaluation of compatibility:* A normatively founded understanding of the sustainable university can be taken as a basis for verifying to which scenarios it can be adapted.

To answer the first question -to what extent the sustainable university (as conceptualised and developed at the Leuphana University of Lüneburg) is adaptable to a future higher education system- an evaluation of its adaptability was carried out that is briefly presented below. This seems especially sensible because in Lüneburg an attempt is being made to develop the university as a whole towards sustainability using a comprehensive approach. At the same time, this approach shows by way of example the potential that lies in continuing the examina-

tion of scenarios for individual institutions. At the centre of focus is the question of how far the theoretically founded understanding of the sustainable university proves compatible with current tendencies of development in the higher education system. It may be assumed that a university can become a promoter of sustainable development when it does not just passively put up with unsustainable developments, but instead actively advocates it and intervenes in its support. Therefore, the university will also comply with the normative criteria of sustainability within its organisation, in its cultural environment and its understanding of science.

For the Leuphana University of Lüneburg, the dimensions of 'Teaching, Learning and Life-World', 'Sustainability Management and Use of Resources' and 'Culture of Communication' were placed, analytically and conceptually, in the perspective of sustainable development. The characteristics of a sustainable university that are relevant in this context can be identified above all in the scenarios dealing with the university types that are "open to life-worlds" and that correspond to the most important characteristics of the Lüneburg idea of a sustainable university:

Inter- and transdisciplinary cooperation in research as the key feature of the scenario is playing an increasingly important role in the organisation of research at the Leuphana University of Lüneburg. Cooperations are being explicitly developed with other universities at the national and international levels.

The university that is open to life-worlds has teaching concepts that are characterised by project orientation and a renunciation of lecturing and instruction. In this respect, Lüneburg has advanced beyond mere research cooperation. The positive results of the "Study Programme Sustainability" (cf. Barth et al., 2007) can be directly integrated into a restructuring of teaching concepts and are now the foundation of important parts of the curriculum for students in all fields. Funding for sustainability research in Germany still remains relatively scarce in comparison with other fields of research. However, at the Leuphana University of Lüneburg it

accounts for the largest proportion of acquired third-party funds for the whole university. This shows that there is an enormous potential for developing the higher education system in accordance with a “university open to life-worlds”.

As far as the other scenarios presented above are concerned, the situation is not as promising:

In the case of the “conservative university” of scenarios 7 and 8, there is the disadvantage of the considerable distance of the universities from current social developments. Looked at from a positive perspective, however, this could indicate that problems are not yet pressing enough: scenario 7 is after all based on the assumption that global change is not very pronounced, which makes the call for a sustainable university obsolete and instead lets the traditional “ivory tower” university appear as a sensible university model. In scenario 8, by contrast, the universities do not react adequately to the social challenges of global change – which is here assumed to be very pronounced and threatening. Accordingly, the universities are socially irrelevant and therefore underfunded. This shows that determined efforts are necessary to ultimately make way for a development towards the “open-to-life-worlds university” and ensure the universities’ active participation in future developments. Such activities were explicitly promoted at Leuphana University of Lüneburg in the context of the “Sustainable University” project. By initiating protagonists’ networks, furthering publications and the establishment of the UNESCO Chair of “Higher Education for Sustainable Development”, an attempt was made to take part in, and give direction to, the debate about the future of the universities (especially in Germany).

The features of the scenarios arranged in cluster number three “science as a driving force for the economy” are not very evident in Lüneburg. Cooperation with companies for example is more relevant in the context of transdisciplinary research. These scenarios are characterised above all by the repression of the problems caused by global change, which are addressed merely passively, if at

all. The universities position themselves either as successful, flexible partners of companies (scenario 3) or they fail in their attempts to do so because they lack flexibility and their structures are outdated (scenario 4). It is only when the market forces them that they assume an active role in the shaping of social changes towards sustainable development. Finally, in these scenarios universities generally do not adopt the role of a critic of current social developments.

4.6 Conclusion

Sustainable development and the necessity to demand its integration into the higher education system and the presentation of important aspects of a sustainable university are important steps per se. However, they are not enough to show the universities ways of aligning their own activities in the future. Therefore, a change of perspective was carried out in the project of the “Sustainable University” through the development of scenarios and the focus placed on possible futures. This was not a prediction of the future, i.e. neither will Leuphana University of Lüneburg find itself in the situation of one of the scenarios outlined, nor will one of the scenarios come true in exactly that form. Instead, what the variety of the scenarios does is to reveal the scope of possible future developments. This perspective offers the basis for an answer to these questions: How can universities adapt to different developments in the entire higher education system as well as its environment? What are the chances of success, and what difficulties may arise, for universities when they see sustainable development as a guiding principle of their future orientation? At the same time, this increases their awareness of present tendencies in university development and lays a foundation for a realignment of the individual university’s own activities.

Generally, it can be said that the sustainable university can play a well-established role in the future. The scenarios give valuable indications of critical factors that need to be considered in fundamental strategic decisions on the direction of university development.

Mapping out such a future situation can be used not only for the present case of positioning the Lüneburg idea, but can also offer a frame of reference to other universities that want to realign their orientation towards sustainable development. At the same time, the scenarios give important indications for the political remodelling of the higher education system.

Consequently, the scenarios that were developed offer a variety of ways to continue working with this approach and provide valuable indications of relevant parameters for future strategic decisions.

4.7 References

- Adomßent, M., Godemann, J., and Michelsen, G., Guest Editors (2007) *International Journal of Sustainability in Higher Education*. Vol. 8, No. 4. Special, Issue: "Sustainable University" - holistic approach to sustainability in higher education institutions.
- Barth, M., Godemann, J., Rieckmann, M., and Stoltenberg, U. (2007) 'Developing Key Competencies for Sustainable Development in Higher Education', *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 8, No 4, pp.416-430.
- Bell, W. (2003) *Foundations of futures studies: human science for a new era*, New Brunswick: Transaction Publ.
- de Haan, G. and Gregersen, J. (2007) *Hochschule 2030 – Die Ergebnisse des Hochschuldelphis*, Berlin: Freie Universität Berlin.
- Fink, A., Siebe, A., and Kuhle, J.-P. (2004) 'How scenarios support strategic early warning processes', *Foresight* Vol. 6, No. 3, pp.173-185.
- Godet, M. (2000) 'The art of scenarios and strategic planning: Tools and pitfalls', *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 65, No. 1, pp.3-22.
- Gruppe 2004 (2004). *Memorandum. Re-Thinking Academia. Reorientation on the horizon of sustainability*. Frankfurt/Main: VAS – Verlag für Akademische Schriften. Obtained through the Internet: <http://www.leuphana.de/gruppe2004/Memorandum-english.pdf>, [accessed 13/03/2008].
- Hicks, D. (1994) *Preparing for the Future: Notes and queries for concerned educators*, London: Adamantine Press.
- Hicks, D. (2002) *Lessons for the future. The missing dimension in education*, London: Routledge Falmer.
- Hung, D., Chen, D.-T., and Tan, S.C. (2003) 'A Social-Constructivist Adaption of Case-Based Reasoning: Integrating Goal-Based Scenarios with Computer-Supported Collaborative Learning', *Educational Technology*, Vol. 43, No. 2, pp.30-35.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). *Fourth Assessment Report – Climate Change 2007*. Obtained through the Internet: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm, [accessed 13/03/2010].
- Kahn, H. and Wiener, A. J. (1967) *The year 2000. A framework for speculation on the next 33 years*, New York: Macmillan Publishing Company.
- Kates, R. W., Clark, W. C., Corell, R., Hall, J. M., Jaeger, C. C., Lowe, I., McCarthy, J.J., Schellnhuber, H. J., Bolin, B., Dickson, N. M., Faucheux, S., Gallopin, G. C., Grubler, A., Huntley, B., Jäger, J., Jodha, N. S., Kasperson, R.E., Mabogunje, A., Matson, P., Mooney, H., Moore III, B., O'Riordan, T. and Svedin, U. (2001) 'Environment and development: Sustainability Science', *Science*, Vol. 292 No. 5517, pp.641-642.
- Krücken, G. (2002) 'Hinab in den Maelström. Drei Szenarien der Hochschulentwicklung', *die hochschule. journal für wissenschaft und bildung*, Vol. 11, No. 1, pp.16-28.
- Kurian, G. T. and Molitor, G. T. (1996): *Encyclopedia of the future*. New York: Macmillan Libr. Reference.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., and Behrens, W. W. (1972) *The limits to growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*, New York: Universe Pub.
- Pellert, A. (2002) 'Einmal hin und zurück: Universitäten im Jahr 2012', *die hochschule. journal für wissenschaft und bildung*, Vol. 1, pp.46-58.
- Raskin, P., Chadwick, M., Jackson, T., and Leach, G. (1996) *The Sustainability Transition: Beyond Conventional Development*, Stockholm: Stockholm Environment Institute.
- Robinson, J. B. (2003) 'Future subjunctive: backcasting as social learning', *Futures* Vol. 35, No. 8, pp.839-856.
- Scholz, R. W. and Tietje, O. (2002) *Embedded case study methods: Integrating quantitative and qualitative knowledge*, Thousand Oaks: SAGE.
- Schwartz, P. (2005) *The art of the long view. Planning for the future in an uncertain world*, Chichester: Doubleday.

- Slaughter, R. A. (1996) *The Knowledge Base of Futures Studies*. Hawthorn, Victoria: DDM Media Group.
- Swart, R. J., Raskin, P., and Robinson, J. (2004) 'The problem of the future: sustainability science and scenario analysis', *Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions*, Vol. 14, No. 2, pp.137-146.
- Teichler, U. (2002) 'Die Zukunft der Hochschulen in Deutschland. Was sich aus der Perspektive der Hochschulforschung dazu sagen lässt', *die hochschule. journal für wissenschaft und bildung*, Vol. 11, No. 1, pp.29-45.
- Tietje, O. (2003) 'Identification of a small reliable and efficient set of consistent scenarios. *European Journal of Operational Research*', Vol. 162, No. 2, pp.418-432.
- Universiti Sains Malaysia. (2007) *Constructing Future Higher Education Scenarios*, Penang: Universiti Sains Malaysia.
- van der Wende, M. (2007) 'Internationalization of Higher Education in the OECD Countries: Challenges and Opportunities for the Coming Decade', *Journal of Studies in International Education*, Vol. 11, No. 3, pp.274-289.
- van Notten, P. W. F., Slegers, A., and van Asselt, M. B. A. (2005) 'The future shocks: On discontinuity and scenario development', *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 72, No. 2, pp.175-194.
- van Notten, P. W. F., Rotmans, J., van Asselt, M. B. A., Rothman, D. S. (2003) 'An updated scenario typology', *Futures*, Vol. 35, No. 5, pp.423-443.
- Veldkamp, A. and Fresco, L. O. (1997) Exploring land use scenarios, an alternative approach based on actual land use, *Agricultural Systems*, Vol. 55, No. 1, pp. 1-17.
- Vessuri, H. (2008) 'The role of research in higher education: implications and challenges for an active contribution to human and social development', In: *Global University Network for Innovation* (ed.), *Higher Education in the World 3. Higher Education: New Challenges and Emerging Roles for Human and Social Development*, (pp.119-131), Hampshire: Palgrave Macmillan.
- Vester, F. (2007) *The Art of Interconnected Thinking: Tools and Concepts for a New Approach to Tackling Complexity*, München: MCB.
- Vincent-Lancrin, S. (2004) 'Building Future Scenarios for Universities and Higher Education: an international approach', *Policy Futures in Education*, Vol. 2, No. 2, pp.245-262.
- von Reibnitz, U. (1989), *Scenario Techniques*, New York: McGraw-Hill.
- WBGU (German Advisory Council on Global Change) (1997) *World in Transition – The Research Challenge*, Flagship Report 1996, Berlin: Springer.

5 LEARNING SETTINGS TO FACE CLIMATE CHANGE

Journal of Cleaner Production 18 (2010) 659–665

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.09.010>

Simon Burandt*, Matthias Barth

Institute for Environmental and Sustainability Communication, UNESCO CHAIR: Higher Education for Sustainable Development, Leuphana University Lueneburg,

* Corresponding author. Tel.: +49 4131 677 1564; fax: +49 4131 677 2819.

E-mail address: burandt@uni.leuphana.de

article info

Article history:

Received 15 February 2009

Received in revised form 7 July 2009

Accepted 2 September 2009

Available online 17 September 2009

Keywords: Higher Education for Sustainable, Development, (HESD), Syndrome approach, Scenario analysis, Competencies, Complex problem-solving, Cross-linked thinking, Climate change

Abstract:

Meeting the manifold challenges connected to climate change makes high demands on individual competencies. To prepare actors for those challenges learning settings are needed in higher education that are suitable for that goal. A theoretical framework for relevant key competencies can be found in the discourse of Education for Sustainable Development (ESD). In this paper we introduce and discuss two learning settings that employ adapted sustainability science approaches: the syndrome approach and scenario analysis. Both approaches are discussed with reference to their didactic goals to foster the acquisition of the corresponding competencies. The usefulness of these two approaches in creating appropriate learning settings is demonstrated in empirical studies.

5.1 Coping with Climate Change

Despite the prominence of the global financial crisis as the most topical issue at the time of writing, human-induced climate change is still one of the most important problems faced by all societies [1, 2]. Even though the majority of people in Western civilization is aware of the ongoing climate change and is knowledgeable about upcoming problems [3, 4], climate change is often still not considered as urgent issue which one should be concerned or take action about [5]. Attempts to explain this discrepancy between knowledge and action refer to complex system interdependencies, the difficulty to perceive time lags in the climate system and

human perception of priorities [3, 5–7]. Coping with climate change is a complex issue that has received a lot of attention but still remains difficult to communicate and to understand.

Most current strategies to cope with climate change are limited to reacting to events, while media-driven discourse focuses on mitigation. Recent climate simulations show clearly that we are facing worldwide global warming even if we were able to stop greenhouse gas emissions immediately [2]. Therefore a proactive approach is needed that considers intensive mitigation as well as adaptation to climate change at the same time. Even though many long term decisions like large-scale investments that are made today are affected by climate change aspects

in the future, this focus is often neglected or underestimated in practice [8].

Problems in the context of sustainable development are complex, with effects on different scales. What must be taken into account is local and global developments, long-term effects, social and environmental systems conjointly. To enable people to act proactively more than specific knowledge about climate change is needed. To cope with uncertainties and to think in an anticipatory and cross-linked way, actors need competencies to understand complex interdependencies in socio-ecological systems. Another focus must be “post-normal” knowledge generation in transdisciplinary contexts, like integrating non-academic social knowledge or considering conflicting value systems [9, 10].

It becomes obvious that besides communication and awareness-raising programs, specific educational approaches and training programs are needed to develop and promote this knowledge and these competencies [11]. This seems to be of particular importance for the target group of potential future decision-makers, who are addressed in higher education. Here the framework of Higher Education for Sustainable Development (HESD) may function as an orientation both on a theoretical and practical level.

In this paper, we will discuss relevant competencies for the challenges of climate change and implications for learning settings in higher education. Two learning settings aiming to develop these competencies and to offer relevant knowledge are introduced and analyzed against a background of theoretical considerations.

5.2 Education for Sustainable Development

Acting in terms of sustainable development, and more specifically with a view to climate change, makes high demands on the individual. The central goal for the relatively young field of Education for Sustainable Development (ESD) may well be the challenge to provide learning environments for the acquisition of necessary competencies. In the international debate about ESD different sets

of competencies as educational objectives exist, but a broad consensus has been reached about the basic aspects that need to be included. This is what UNESCO [12] formulated in its “draft international implementation scheme” about the ESD World Decade:

“ESD requires a re-examination of educational policy [...] in order to focus clearly on the development of the knowledge, skills, perspectives and values related to sustainability. This [...] requires a review of recommended and mandated approaches to teaching, learning and assessment so that lifelong learning skills are fostered. These include skills for creative and critical thinking, oral and written communication, collaboration and cooperation, conflict management, decision-making, problem-solving and planning, using appropriate ICTs, and practical citizenship.”

The German debate about ESD has led to a definition of what is called *shaping competence* (“*Gestaltungskompetenz*”), which competence is to allow for an active, reflective cooperation and participation in the obligation to contribute to a sustainable development. Within this framework a number of requirements and corresponding competencies can be identified that are important for dealing with climate change:

First, the *competency for analyzing multiple networked, complex problems of (non-) sustainable developments and the perspectives of sustainable changes*. In this context, interdisciplinarity is a necessary condition to face these challenges [13, 14]. Only the cooperation of different disciplines, with individual methods and perspectives and the consideration of distinct cultural knowledge and daily experiences meets the requirements of the integrative nature of the sustainability concept and allows for a generation of knowledge that is applicable in societal-environmental systems. Systemic and cross-linked thinking is needed through which individual phenomena can be identified as part of a complex system. A holistic view should be taken that takes into account all system dynamics and their various interdependencies and interactions. Having a systemic understanding of current system interdependencies implies the ability to

identify “set-screws” in order to influence developments and to perceive the future as something open and shapeable.

Second, despite systemic thinking there can be no perfect functional control of complex systems. Therefore the *competency for dealing with uncertainties and thinking proactively* aims to consider the dimension of indeterminacy of systems by conceptualizing possible alternative courses of action. Anticipatory thinking is needed that covers possible and probable consequences as mere side effects that initially seem improbable. Possible future developments as well as the chances and risks of current and future conditions are mentally grasped by proactive thinking and action [15]. This must be combined with the capacity to critically reflect effects in different dimensions (time, geographic scale).

Third, both these competencies demand a *competency for using, shaping, handling and sharing different sets of information and knowledge*. Because of the complexity of the problems examined the expertise of different disciplines should be considered no more than integration of distinct types of knowledge. During this integration the challenge arises of how to deal with continually increasing and partly conflicting information [16]. So, corpuses of knowledge need not only be made available, they must also be classified, processed, assessed, reflected upon and shared. Therefore, this competency can be considered as a condition of understanding different options, obtaining assessments, making decisions on the basis of information and taking responsible action towards sustainable development.

Fourth, in order to understand sustainability, what is needed is not only *process-oriented and structural knowledge*, but this knowledge about structures, functions, processes and effects must be linked to assessments, ethical orientations and *proactive thinking* in order to secure a capacity to act [17].

Acquiring these competencies can hardly be compared with learning as knowledge acquisition because competencies are described as learnable but not teachable.

Thus, for the development of competencies, learning settings are needed which promote a personal development that enables a person to cope with complex situations, to act upon reflection and to make decisions.

Learning settings that aim at an acquisition of such competencies can be characterized in terms of three distinctive principles:

- Self-directed learning: The acquisition of competencies calls for autonomous and constructive learning processes in which knowledge is actively developed in a self-directed manner. The aim is to stimulate learning processes in which students construct their own knowledge base independently [18, 19].
- Collaborative learning: The acquisition of competencies takes place both as an individual and as a social activity. With forms of collaborative learning, both cognitive and social-affective aspects are taken into account and an additional dimension of critical reflection is integrated [20, 21].
- Problem-oriented learning: Traditional learning processes often face the problem of focusing only on factual knowledge, which cannot be used for action in specific situations. A problem-oriented approach on the other hand is especially suited to action-relevant procedural knowledge and skills [22, 23].

5.3 Learning Settings to face Climate Change in Higher Education

To integrate these principles into higher education means moving academic teaching in a new direction. At the Leuphana University of Lüneburg, two courses have been developed and tested that focus systematically on the competencies mentioned by using sustainability science research approaches as a framework for their didactic principles. Although the two seminars have been developed as separate courses, they complement each other to a certain degree, and

may therefore be used together as is the case in the interdisciplinary minor subject degree

course “Sustainable Development” in Lüneburg.

Table 1: Main characteristics of the two seminars

	Syndromes of Global Change	Scenario Analysis
Theoretical Framework	Syndrome Approach [24]	Scenario Analysis [25]
Key Didactic Principles	Self-directed learning, Collaborative learning, Problem-oriented learning	
Workload	150h	150h
ECTS	5	5
Frequency	Once every academic year since 2005	Once every semester since 2008
Curricular Integration	3 rd semester BA class in Minor “Sustainable Development”	1 st semester BA class in Module “Science bears Responsibility” 4 th semester BA class in Minor “Sustainable Development”
Number of Students	Maximum of 32 per run	Maximum of 30 per run
Human Resources	1 lecturer 1 Tutor for group discussions	1-2 lecturers
Other Resources	Moodle-Learning Management system with integrated Wiki	Moodle-Learning Management system & Scenario Software

Both approaches will be presented with their background, structure and didactic concept before our experiences with their implementation are discussed.

5.3.1 The Syndrome Approach

5.3.1.1 Background

Working on social problems relevant to sustainability demands a networked approach and a consideration of the complexity involved from the very beginning. A problem-oriented, interdisciplinary approach is required, which can be understood as “a response to the needs of both science and society” [9]. Within sustainability science and global change research, a number of different approaches have been developed that make it possible to deal systematically with complex problems.

Such a systemic analysis is offered by the syndrome approach, which has been developed by the German Advisory Council on Global Change and seeks to identify functional patterns of human-nature interaction. It describes not only the actual global situation but offers possibilities of a systemic under-

standing of complexity. The syndrome approach represents the thesis that global change in its dynamics may be attributed to a manageable number of functional patterns in the relationship between nature and humankind. The non-sustainable courses of these dynamic patterns are identified as syndromes of global change [24].

So far 16 different syndromes have been identified and can be grouped according to the basic human use of nature: as a source for production, as a medium for socio-economic development and as a sink for civilizational waste. The names of the syndromes come from typical regions, incidents or mechanisms connected with each syndrome: thus we find the Sahel Syndrome (overuse of marginal land), the Dust Bowl Syndrome (non-sustainable agro-industrial use of soils and bodies of water) or the Asian Tiger Syndrome (damage of landscapes as a result of large-scale projects).

The syndrome approach covers both the dimensions of cause and of mechanisms of action and effect, as it has a holistic understanding of the system that interrelations and

functional patterns can be described and visualized and problems can be represented as a whole. The description of non-sustainable developments helps to understand what a sustainable development may look like.

5.3.1.2 The Seminar “Syndromes of Global Change”

The concept of the syndrome approach has been adopted in two different learning settings at the Leuphana University of Lüneburg (see Table 1). As both settings are based on the same learning approach and follow the same structure, we will use the seminar “Syndromes of Global Change” as an example.

Aims and Content

The aim of this course is to analyze the complex problems of global change and to work together on a deeper understanding of the key factors of such problems. Thus, the learning objectives of the seminar are to understand how the problems of global change are cross-linked; to learn about the syndrome concept as a method to understand systemic interrelations; how to collect and structure relevant information necessary for the understanding of different trends; and to deconstruct complex sustainability-related problems.

The course promotes active participation in working groups to practice collaborative learning, and offers starting points for networked thinking and self-organized learning. The global “Dust Bowl Syndrome” and its relevance to European agriculture is used as a case study for students to work on a specific regional example, which syndrome deals with environmental degradation through agro-industry and describes the consequences of non-sustainable industrial use of soil and waters under the influence of the development of national and international markets. Students have to identify the syndrome’s core elements regarding economy, civilization, science and all kind of spheres (bio-, atmo-, pedo-, hydrosphere etc.) and determine the relevant drivers of the system. This should enable them to

describe this non-sustainable development and to work on boundaries within which sustainable development could occur.

Structure

The seminar might be seen as both an introduction to a new methodological approach for dealing with complexity in the field of Sustainable Development as well as a problem-oriented, collaborative and self-directed way of learning for sustainable development.

Thus, the course follows specific steps to familiarize students with the learning environment, the methodological concept of the syndrome approach, and collaborative work on a given case study. Table 2 illustrates the various steps that are to be taken by students.

Table 2: Structure of the Seminar “Syndromes of Global Change”

(1) Preparation phase
<ul style="list-style-type: none"> • Making students familiar with the learning environment • Facilitating group building processes
(2) Introduction
<ul style="list-style-type: none"> • Input-oriented: Syndrome Approach – characteristics and working steps • Enabling students to situate the approach in the broader context of sustainability science
(3) Collection of Symptoms
<ul style="list-style-type: none"> • Identification of main trends in and between nature and society (“symptoms”) • Classification exercise according to the heuristic of nine different spheres
(4) Knowledge management
<ul style="list-style-type: none"> • Developing a shared knowledge base • Interdisciplinary negotiation process between students in a wiki-system • Turning implicit into explicit knowledge and developing and sharing of knowledge
(5) Creating a network of interrelations
<ul style="list-style-type: none"> • Developing a network of interrelations based on the information jointly collected • Iterative process of analyzing and deconstructing complexity • Visualization of causal chains
(6) Summary
<ul style="list-style-type: none"> • Working on a group report • Summarizing the main aspects of the syndrome and describing the network of interrelations • Reflecting on the syndrome approach for dealing with the different aspects of global change

After an introduction to the methodological approach, students work in groups on relevant knowledge about the most influential trends and collect up-to-date data and information. By sharing out the tasks between different students, an interdisciplinary and integrated knowledge base is developed from which all of the participants can benefit for their learning process and a network of interrelations can be established that can be used to explain correlations and point out the main mechanisms of a syndrome and thus show options for counteraction.

5.3.1.3 Didactic Approach

The course aims at promoting the shaping competency (see chapter 2) and focuses therefore on handling complexity, interdisciplinary problem solving and responsible, self-directed learning. Thus, two characteristics of the syndrome approach are of special interest for such a learning environment:

- (1) Pointing out the interactions between humankind and nature means to focus on modeling possibilities of coping with certain problems. Thus, future orientations as well as possibilities of active participation are addressed. Furthermore, not only society as a whole, but the role of the individual is taken into account.
- (2) Generalizing by developing models without over-simplifying helps to deal with complexity and interrelations. Here, the heuristic of nine different spheres is used to deconstruct complex systems. When developing a network of interrelations, students have to analyze systematically influential causes and causal chains within a complex system. They also have to reflect on interrelations as well as phenomena of irreversibility and indeterminacy and are forced to acquire the necessary knowledge and skills, which enables them to deal with complexity.

The above allows us to single out three main aspects of the didactic approach:

Cross-linked thinking and dealing with complexity. Dealing with problems like climate change calls for ways of taking into account uncertainties and complexity. Modes of work have to be devised that explicitly consider dependency and cross-links, i.e. the way in which different parameters relate to one another, in order to avoid an isolated view of individual factors. Finally, different spheres of influence must be considered simultaneously in their interaction and not one after the other.

These requirements can be met through the syndrome-approach, as the relevant drivers are identified, described and analyzed as symptoms of global change. By visualizing this in a network of effects, the interdependencies and feedback-loops are taken into consideration. The students draw up a network of interrelations for a specific syndrome and its symptoms in a given case study.

Interdisciplinary, collaborative problem-solving. For work on sustainability, it is an essential condition to use an interdisciplinary approach. Thus, when studying a syndrome, one must know the scientific foundations of an environmental problem and be able to describe it precisely. But this is not sufficient for assessing the various interactions as the causes of the development of these problems are mostly anthropogenic. It is only by combining the different perspectives in an interdisciplinary dialogue that a deeper understanding becomes possible.

This is why it is important to have a heterogeneous and interdisciplinary group of students as participants in the seminar where the focus is on collaborative learning environments from the start by building a joint knowledge base that connects the different branches of disciplines. The approach is furthermore decidedly problem-oriented by working on a specific syndrome that is applied to a specific case in order to have a relevant, up-to-date issue. This procedure provides a basis to overcome inert knowledge and familiarize oneself with new fields, to enter into a dialogue with other disciplines and to develop new perspectives and approaches.

Self-directed, responsible learning. The acquisition of competencies by the students in the course of the seminar is fostered also by self-responsible and largely self-directed activity. The principle of self-monitoring is considered in two ways: on the one hand, learning develops step-by step from guided to self-directed learning. After an input phase the students participate more actively, especially by identifying blind spots in their own knowledge base and by referring to the specific case. On the other hand, the learning platform provided offers the possibility of working independently of time and place, thus encouraging students to accept responsibility for arranging their own learning processes.

5.3.2 The Scenario Analysis

5.3.2.1 Background

Scenario Analysis (SA) embraces a wide spectrum of procedures, methods and techniques to analyze systemic interrelations and to support systematic thinking about future developments, especially about complex, long-term and uncertain issues. It has been designed to allow improved decision-making by fostering a holistic perspective [26]. First employed in strategic military planning, the SA became popular in the economic sector through its implementation in entrepreneurial planning processes by Royal Dutch Shell in the 1970s. Today it is used in multiple contexts, for local, regional or global issues by various actors like decision makers, consultants or researchers.

In spite of many differences in the definition of the term “scenario”, it can generally be said that a scenario is *not* a prediction of the future but all different approaches denote *systematic thinking* about the future and systemic interrelations [27]. Scenarios can be understood as “consistent and conclusive descriptions of alternative and hypothetical futures” that reflect different perspectives on the past, present or future developments [28].

Van Notten et al. [28] give an overview of different methods to create scenarios. They distinguish between *quantitative* and *qualitative* schools of SA, and between

normative and *explorative* scenarios. The first two refer e.g. to the output and types of data being used (“modeling” vs. “story telling” [29, 27]) the second two to how one looks at the future. Normative SA creates visionary future states and looks back in order to find out how to get there or how to prevent the scenario from coming true (“backcasting” [30]), while explorative scenarios look from the present into the future openly [25].

One further distinction can be added, that between *formal* and *intuitive* approaches. This refers mainly to the construction process of scenario exercises itself and the reproducibility or traceability of results. While an intuitive SA can happen in a person’s mind, a formal SA takes place in a structured formal process, with different documented assessment steps and a computer-aided selection of consistent scenarios.

5.3.2.2 Scenario Analysis in Learning Settings

In practice it is virtually impossible to draw a clear line between the approaches described above, and all of them can indeed be used in educational processes, but each one addresses different educational goals. To illustrate: Qualitative modeling is applicable to systems that are relatively well understood and describable. If the issue and the system in question are more complex or long term oriented, the validity of mathematical models decreases. This becomes especially obvious in social-ecological systems with non-quantifiable relations or uncertain descriptions of conditions. If values, action, institutions etc. are examined, they can best be embedded in qualitative scenarios [26]. Further, *qualitative* scenarios should be developed in educational contexts that aim at integrating different perspectives, types of knowledge, uncertainties and that foster cross-linked thinking.

Normative scenarios are suitable to deal with sustainability directly [31]. If the educational goal is to offer knowledge and to foster competencies to understand current systems, to recognize (non-) sustainable developments and to cope with future uncertainties (i.e. to be able to act sustaina-

bly), an open and *explorative* process should be taken.

In order to produce a set of scenarios, intensive collaboration is needed in most approaches. In *formal* qualitative SA especially, phases of plenary and group work take turns: qualitative and quantitative data has to be assessed, different types of knowledge, perspectives of disciplines, participants and stakeholders have to be integrated and a shared understanding of drivers and consistencies of future projections has to be developed. In this, it is obvious that especially in an educational context the benefit of a scenario exercise is not only the set of resulting scenarios, but the development process itself [26, 28]. In certain contexts, scenarios as final products are even discarded at the end of the process.

5.3.2.3 Learning Settings: Tourism and Climate Change

On the basis of qualitative, formative and explorative SA a concept for a seminar has been developed with the aim of promoting the acquisition of relevant competencies, offering knowledge necessary to understand climate change and supporting action in the face of an uncertain future.

At the seminar's centre is the question: "What could the environmental conditions for tourism look like in the Black Forest in 2050 when climate change is taken into account?" Therefore, after an introduction to future science, complexity and growing uncertainty, the seminar's thinking process is structured in four main steps (see Figure 1).

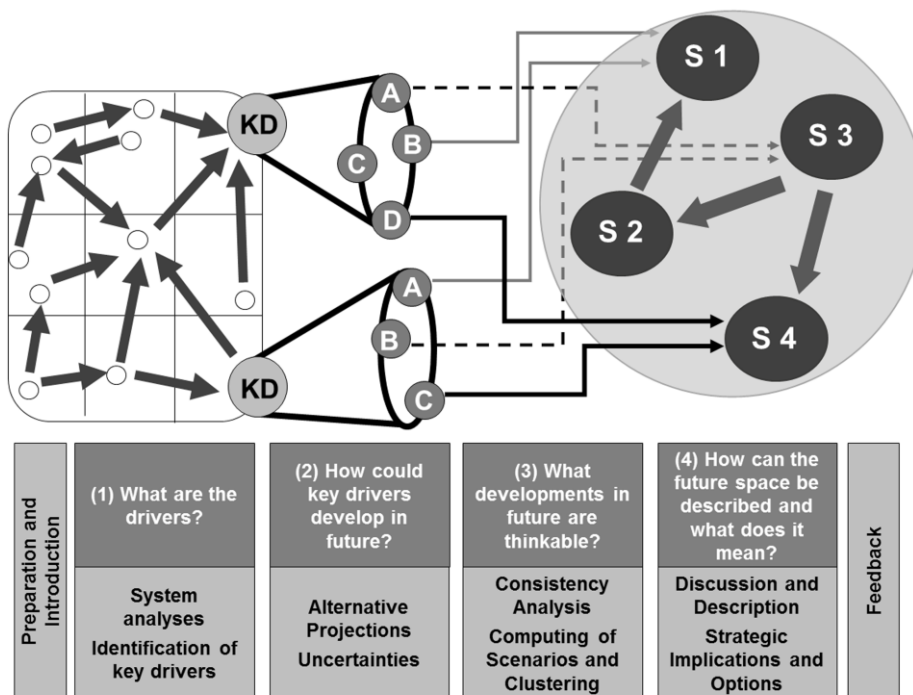


Fig. 1: steps of the seminar (following the steps of scenario management [32], modified)

First, a wide range of ca. 80 drivers is investigated, discussed and reduced to about 15 key drivers. In a next step, alternative future developments for each driver are created to address different possible future developments. These projections are then assessed quantitatively and weighted against each other to see how they fit in a consistent, plausible picture of the future. On the basis of

such an assessment, all possible combinations are calculated by a computer and assessed for their consistency. The most plausible combinations are clustered into a manageable number of three to six scenarios. In the final step the scenarios are described, interpreted and filled with life, e.g. by narrative stories, and the whole future space is looked at.

Some of the didactic goals addressed at the different stages of the seminar will be illustrated in the following.

Understanding of complex systems and cross-linked thinking. A seminar's objective is to develop a broad understanding of all elements in a complex system as well as their interrelations. The participants therefore form groups and identify drivers within the *system analyzed* by using an analytical framework of different spheres (step 1): tourism and how it interacts with its environment (society, economy, nature etc.). The participants have access to a knowledge base containing extensive studies and data about the subject. In addition, they carry out extensive independent investigations and work in a similar way on the knowledge base as is described above for the syndrome approach. Collaboration takes place in groups, in the seminar as a whole and in an online knowledge base in which different types of information and knowledge can be collected, verified and integrated.

In group work the participants perform an assessment of all identified drivers by using methods of complexity reduction and system analysis, e.g. impact analysis. The interactions of all drivers are discussed and assessed so that interdependencies become visible. Using these methods also offers possibilities of reducing complexity by facilitating the selection of key drivers - the main goal of the first step.

During the *consistency analysis* (step 3) interrelations and the compatibility of different future developments of key drivers (alternative projections) have to be assessed, discussed and multiple perspectives have to get integrated. The participants reflect on different alternatives of parts of the overall picture of the future. Complexity is deconstructed while the *overall picture* will be analyzed in the next step (4).

Generally, all methods show ways how to cope with and analyze complex systems. The discussion and assessment processes play an important role in fostering cross-linked, holistic system thinking.

Coping with an uncertain future, anticipatory thinking, and thinking in alternatives. In step 2 of the seminar, the participants work collaboratively on thinkable future developments of each driver by considering previous discussions, the knowledge base and their own investigations in order to create *alternative projections*. A special focus is on the conjunction of different dimensions that characterize the drivers. Here participants have to address uncertain future developments directly and are forced to think in different alternatives in order to cover a range of thinkable future developments that is as broad as possible.

Having calculated a set of consistent scenarios (step 4), the participants *discuss* and *describe* the different scenarios and develop qualitative stories (narrative scenarios) in groups before they present them to the other participants. An open discussion of the results, impressions, expectations, and unexpected outcomes next takes place in which the different individual perceptions become important and systemic interrelations obvious. Furthermore, the problem of uncertain future developments is treated as well as acting under uncertain conditions, e.g. by discussing proactive strategic options or a manipulation of possible "set screws".

Developing relevant knowledge. Especially in the first two steps of the seminar, the participants are confronted with a large amount of relevant knowledge. During the seminar they have to use and restructure it in order to be able to carry out different assessments. This active handling of knowledge supports their learning processes. The didactic is similar to the one in the syndrome approach (see 3.1.1).

Even if the structure of the whole seminar could not be discussed in detail, the essential didactic milestones have been presented in terms of the competencies that are intended to be promoted and that are addressed in a self-directed, collaborative and problem-oriented learning environment.

5.4 Empirical findings

The seminars have been tested and empirically examined in several runs. Special attention has been paid to the question of how competencies are addressed and competence development is supported during the seminar. Given these research questions, an evaluation was carried out asking for students' degree of acceptance of this type of seminar, of the specifics of the learning process, and finally of the learning outcome. The appraisal of the individual process of competence development was grounded in individual learning records and problem-centered interviews. As the acquisition of competencies is not only based on individual processes, but is always achieved in social contexts and, at least in part, collaboratively, focus groups have been run in order to reproduce such group processes in parallel with individual ones.

In the following, we mention some of the main findings⁵⁵:

The study provides important first indications of the acceptance of the approaches employed. The possibility of learning and working collaboratively and in a self-directed fashion with new methodological approaches was singled out especially by the participating students.

Problem-orientation and thus the need to act and decide within complex real-life problems where multiple perspectives had to be integrated, was mentioned as the main precondition to acquiring new knowledge and skills.

The wiki-system that was used as an instrument for collaborative knowledge management was perceived as important for dealing with complexity, especially for collecting, sorting and systematizing relevant information. Participants stressed the great ease of its use and its potential for collaboration.

Processes of interdisciplinary negotiation, assessment and critical reflection grew in importance during the courses and while the

collaborative knowledge base was built up. The analysis of topics from multiple perspectives, disciplines and in different contexts is generally understood and regarded as crucial. The communication of knowledge therefore plays a central role.

5.5 Discussion

In this paper we have concentrated on the elaboration of a theoretical framework to show how research approaches in sustainability science can be adapted and developed for HESD in order to foster competence development. The accompanying empirical study has given some indication that competence development is indeed supported. Still, in such an explorative approach the actual increase in knowledge and skills cannot be measured so that further research is needed. We are currently studying the development of participants' mental models and cross linked thinking in the space of the seminars [34].

In the seminars students learn how to use and integrate different types of knowledge. As stated in the theory a "real" transdisciplinary workflow would be very helpful but necessitates too many resources that so far we have not been able to integrate this aspect.

Working with a complex topic like climate change is challenging both for students and teachers. The learning process in self-directed and collaborative settings requires a learning environment with a relatively high degree of freedom for the students. But it also needs support, facilitation and methodological guidance from the teachers. This underlines the special role teachers have, which starts out as that of the traditional instructor but must be developed into that of a facilitator of learning processes. This implies a high demand on resources, especially in the preparation phase.

The main challenges in setting up such seminars are closely connected to this last point: First, to enable self-directed learning for students means that teachers have to strike the right balance between the initial input, some guidance and a growing degree

⁵⁵For a more detailed description of the empirical study see Barth [33].

of freedom for students in their learning processes without limiting students' ways of learning unduly on the one hand and also without overburden them with the responsibility for their own learning processes on the other hand. Second, to foster interdisciplinary collaboration involves taking into account the importance of extensive negotiation processes between students themselves. As such processes are often perceived as time-consuming and even exhausting by the students, it is crucial to find ways to motivate students again and again and to use a wide range of different facilitation methods.

In practice, due to open learning processes an educational setting need not work exactly like a well done research approach, in particular because of time limits and the professional background of the student participants, who are no experts. Rather than on the results, the focus is therefore more on the development process itself.

While the approaches introduced in this paper are hoped to be helpful as a guiding framework, individual adaptation and continuous development in several runs will nevertheless be needed in order to make the seminars suit other needs and resources.

5.6 Conclusions

Higher education faces far-reaching challenges and must find answers to social processes of change that come into focus with climate change. For teaching in higher education the challenge lies in a new alignment that clears the way for a systematic analysis of complex problems and enables students to acquire the necessary competencies. ESD can serve as a framework to provide motivation for a systematic choice of relevant key competencies.

By adapting the syndrome approach and scenario analysis, sustainability science research approaches could be used in higher education as a framework for learning processes that enable students to acquire competencies to face climate change. Derived from the theoretical framework, the relevant competencies are contrasted with didactic key principles in order to develop a way of

dealing systematically with uncertainties and complexity and to focus on problem-oriented, collaborative and self-directed learning processes. The evaluation of the approaches shows student's general acceptance and motivation and indicates a certain measure of success in reaching some educational goals.

5.7 References

- [1] Stern N. The economics of climate change. The Stern review. Cambridge, 2008.
- [2] Solomona S, Plattner G-K, Knutti R, Friedlingsteind P. Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions. PNAS 2009;6:1704-1709.
- [3] Lorenzoni I, Pidgeon N F. Public Views on Climate Change: European and USA Perspectives. Climatic change 2006;77:73-96.
- [4] Leiserowitz A. Climate Change Risk Perception and Policy Preferences: The Role of Affect, Imagery, and Values. Climatic change 2006;77:45-72.
- [5] Moser S C, Dilling L. Making climate hot - Communicating the urgency and challenge of global climate change. Environment 2004;46:32-46.
- [6] Bord R J, O'Connor R E, Fisher A. In what sense does the public need to understand global climate change? Public understanding of science 2000;9:205-218.
- [7] Moser S C. More bad news: the risk of neglecting emotional responses to climate change information. In: Moser S C, Dilling L, editors. Creating a climate for change. Communicating climate change and facilitating social change. Cambridge, 2007.
- [8] Munich Re. Topics: Klimawandel, Solvency II, Berufsunfähigkeit. http://www.munichre.com/publications/302-04914_de.pdf, 1/15/2009.
- [9] Gibbons M. The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies. London, 1994.
- [10] Funtowicz SO, Ravetz JR. The Emergence of Post-Normal Science. In: Schomberg R von, editor. Science, Politics, and Morality: Scientific Uncertainty and Decision Making. Dordrecht, 85-123.
- [11] United Nations Framework Convention on Climate Change. FCCC/INFOMEL/84 GE.05-62220 (E), Article 6(9), 05.2007.
- [12] United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). United Nations Decade of Education for Sustainable

- Development 2005-2014: Draft International Implementation Scheme. Paris, 2004.
- [13] Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK), editor. Bildung für eine nachhaltige Entwicklung: Gutachten zum Programm von Gerhard de Haan & Dorothee Harenberg. Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung, Heft 72. Berlin, 1999.
- [14] Haan G de. Politische Bildung für Nachhaltigkeit. Aus Politik und Zeitgeschichte, 2004:39-46.
- [15] Haan G de, Seitz K. Kriterien für die Umsetzung eines internationalen Bildungsauftrages: Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Teil 1. 21 - Das Leben gestalten 2001;1:58-62.
- [16] Rychen D S. Key competencies: Meeting important challenges in life. In: Rychen D S, editor. Key competencies for a successful life and well-functioning society. Cambridge, 2003.
- [17] Fischer A, Hahn G. Interdisziplinarität - innovatives Potential für die Lehre. In: Fischer A, Hahn G, editors. Interdisziplinarität fängt im Kopf an. Frankfurt, 2001.
- [18] Garrison D R. Self-directed learning: Towards a comprehensive model. Adult Education Quarterly 1997;48(1):18-33.
- [19] Straka G A. Conceptions of Self-Directed Learning: Theoretical and Conceptual Considerations. Münster, 2000.
- [20] Dillenbourg P. Collaborative learning: cognitive and computational approaches. Amsterdam, 1999.
- [21] Norman K. Collaborative Interactions in support of Learning: Models, Metaphors and Management. The Digital University - Building a Learning Community, 2002:41-56.
- [22] Arts J, Gijssels W, Segers M. Cognitive effects of an authentic computer-supported, problem-based learning environment. Instructional Science 2002;30:465-495.
- [23] Dochy F, Segers M, van den Bossche P, Gijssels D. Effects of problem-based learning: a meta-analysis. Learning and Instruction 2003;13(5):533-568.
- [24] German Advisory Council on Global Change (WBGU). World in transition: the research challenge. Berlin, 1997.
- [25] von Reibnitz U. Szenario-Technik: Instrumente für die unternehmerische und persönliche Erfolgsplanung. Wiesbaden, 1992.
- [26] Swart R J, Raskin P, Robinson J. The problem of the future: sustainability science and scenario analysis. Global Environmental Change - Human and Policy Dimensions 2004;14:137-146.
- [27] Schwartz P. The art of the long view. Planning for the future in an uncertain world. Chichester, 2005.
- [28] van Notten P W, Rotmans J, van Asselt M B, Rothman D S. An updated scenario typology. Futures 2003;35:423-443.
- [29] Godet M. The Art of Scenarios and Strategic Planning. Technological forecasting & social change 2000;65:3-22.
- [30] Robinson J. Future subjunctive: backcasting as social learning. Futures 2003;35:839-856.
- [31] Quist J, Rammelt C, Overschie M, de Werk G. Backcasting for sustainability in engineering education: the case of Delft University of Technology. Journal of Cleaner Production 2006;14:868-876.
- [32] Scenario Management International - ScMi. Intensive Workshop Scenario-Management. 23.03.2007 in Bad Lippspringe, Manuscript.
- [33] Barth M. Gestaltungskompetenz durch Neue Medien? Die Rolle des Lernens mit Neuen Medien in der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Berlin; 2007.
- [34] Ossimitz G. Entwicklung systemischen Denkens. theoretische Konzepte und empirische Untersuchungen. München, 2000.

6 EFFECTS OF AN EDUCATIONAL SCENARIO EXERCISE ON PARTICIPANTS' COMPETENCIES OF SYSTEMIC THINKING

Simon Burandt

Journal of Social Sciences, Volume 7, Issue 1, Pages 51-62, 2011

[DOI: 10.3844/jssp.2011.51.62](https://doi.org/10.3844/jssp.2011.51.62)

Publication Date: December 18 2010

Abstract: Problem statement: Education for sustainable development (ESD) aims to shape key competencies of individuals and therefore needs methods to enable learners to acquire these competencies. Systemic thinking can be regarded as a meta-competency in ESD, because it contains many important aspects found in most key competencies of ESD. Scenario analysis is described as a learning environment that fosters the acquisition of systemic thinking and other important competencies, but empirical proof of this assumption is rarely found in the literature. This article presents such an empirical study and develops a specific instrument to investigate the effects on participants' competencies taking part in ESD seminars in which scenario analysis was used as methodology. **Approach:** A study was conducted of four educational seminars, using a pre/post design with two treatment groups which took part in a scenario analysis seminar and two control groups. Altogether 72 university students from different disciplines (semesters 1-6) were involved. In a questionnaire, constructs like domain specific knowledge and the perception of the future as well as systemic thinking were operationalized quantitatively in order to achieve a practicable and quick measurement. Similarity Judgement Rating was used to elicit participants' knowledge structures about climate change in order to gain concept-maps for comparison with reference models. Paired t-test, mean values, factor and cluster analysis and correlation were used. **Results:** No significant changes in the structural knowledge, perception and formal knowledge of the groups could be observed although some developments were noted, e.g. in the perception of the future. The fact that treatment groups showed little advancement in factual knowledge could be read as a hint that generally only weak (measurable) effects had taken place. **Conclusion:** Some indications were found that the measurement instrument works in principle, but that its application in the thematic domain of climate change seems to be problematic due to a relatively high level of general knowledge and systemic interrelations of concepts (of climate change) that cannot be precisely described. The hypothesis of educational effects of participation was not confuted but should be investigated in a different thematic context.

Key words: systemic thinking, measurement of competencies, scenario analysis, HESD, similarity judgment rating, Pathfinder network

6.1 Introduction

In the literature educational effects are described on participants in an (educational) scenario analysis (SA), like competence building through reflection of feedback-loops and interrelations, stimulation of imaginative and explorative thinking in alternatives and being able to cope with complexity and uncertainties (Godet, 2000; van Notten *et al.*, 2003; Swart *et al.*, 2004). Therefore the use of scenario analysis

is discussed as a teaching method in environmental education and Education for Sustainable Development (ESD).

So far there have only been a few attempts to test the educational effects attributed to scenario analysis. This article describes the development of a method and the results of its application in order to investigate the hypothesis that participation in an educational scenario analysis leads to more sophisticated systemic thinking and also affects participants' percep-

tion of the future and domain specific knowledge.

For this purpose, a learning setting (higher education for sustainable development) was developed in the form of a project seminar that used a basically qualitative and explorative scenario exercise to arrange a didactic setting. All goals of the seminar were derived from the relevant literature. The seminar focused among other driving forces on the development of regional future scenarios with a special emphasis on climate change. It aimed at answering the question of “what could the environmental conditions for tourism look like in the Black Forest in 2050 when climate change is taken into account” (Burandt and Barth, 2010).

The hypothesis mentioned above was studied especially by means of participants’ cross-linked knowledge structure of the domain of climate change. Climate change was chosen because it was part of the seminar’s framework of thought and also is a very complex topic demanding well linked knowledge structures to understand it. Therefore a new method for the measurement of the competency of systemic thinking was developed. One requirement on this method was for it to enable a quantitative collection of data that uses as little of the participants’ time as possible.

The article first gives an overview of the background of systemic thinking and integrates it into the discourse about competencies for education for sustainable development. This is followed by an introduction to different methods of measuring systemic thinking before the theoretical framework for its measurement in this study is deduced by using Similarity Judgment Ratings. The second part of the article describes the actual study, the research instrument, results and conclusions of the study.

6.2 Systems, cross-linked thinking and structural knowledge

6.2.1 What is systemic thinking?

The concept of “systems thinking” or “systemic thinking” has evolved over the last 50 years and is now used in many disciplines; this is

why it has acquired diverse meanings, ranging from a set of skills to a proper discipline. From an educational perspective, all approaches agree more or less on the existence of thinking skills that help people to better understand interdependencies and processes in systems e.g. in order to achieve improved decision-making or to foresee the outcome of an action. The different approaches deliver tools and methods to cope better with complex situations or to facilitate the acquirement of useful thinking skills.

The quantitatively oriented branch of systems thinking emerged from Forrester’s “industrial dynamics” and later “system dynamics” (Forrester, 1987). These concepts follow a strict quantitative paradigm and are often linked with the use of simulation software. Later, Richmond introduced the concept of “systems thinking” and enabled a broader use of simulation software by using flow charts and a graphic user interface instead of a simulation language only. Richmond describes systems thinking as a set of skills indispensable for the (competent) use of simulation software, including: dynamic thinking, closed-loop thinking, generic thinking, structural thinking, operational thinking, continuum thinking and scientific thinking (Richmond, 1993).

The qualitative use of the concept was, in the German speaking countries, introduced and established by Vester (leitmotif of cross linked thinking) (Vester, 1989). Thus, system oriented management approaches refer to Vester’s concept and have developed a methodology to “model” and analyze systems without a computer, e.g. with flowcharts (Gomez and Probst, 1995). It is possible to identify a system’s core drivers, feedback loops and certain aspects of system dynamics in order to deduce possibilities of managing the system that is being looked at. Senge’s “systems thinking”, though originating in the quantitative branch, has been developed into the idea of (qualitative) organizational learning (Ossimitz, 2000). Senge describes systems thinking as the most important “fifth discipline” in organizational learning that integrates four other disciplines. In its quintessence, systems thinking is viewed as a skill which enables one to see feedback and processes of change instead of

snapshots; and to see “interrelationships rather than linear cause effect chains” (Senge, 1993).

In cognitive psychology Dörner introduced the approach of complex problem solving, which refers to Vester’s idea of cross linked thinking (Dörner and Wearing, 1995). He initiated a series of experiments from which evolved a whole new field of research. These experiments were intended to measure how people perform in complex problem situations (e.g. in a complex computer simulation with variables and a lot of feedback loops: “Tanaland”) where systems thinking skills had to be used. Research was also done on whether special (educational) trainings can improve performance and skills. As some conclusions from large studies have shown, “correct” behavior is dependent on the situation. This demonstrates that individual systems thinking is context dependent and *cross-references* to different contexts are difficult to establish. Finally, it was concluded that systemic thinking is a bundle of abilities that cannot be described and investigated like a single ability (Dörner and Wearing, 1995).

It is obvious that a common definition or understanding of systems thinking is difficult to obtain, as is also stated by Sweeney and Sterman (Sweeney and Sterman, 2000): “There are as many lists of systems thinking skills as there are schools of systems thinking”. Ossimitz (Ossimitz, 2000; 1997) gives a general definition of systemic thinking that attempts to integrate different system approaches from the literature. Systemic thinking embraces four interrelated dimensions:

- Interrelated thinking: A thinking in interrelated, systemic structures
- Thinking in models: Explicitly comprehended modeling
- Dynamic thinking: A thinking in dynamic processes (delays, feedback loops, oscillations).
- Steering systems: The ability for practical system management and system control

This is a very comprehensive definition that does not focus on a special “systemic thinking school”. However, there is considerable evidence that thinking and knowing does not

necessarily lead to appropriate action (Konrad, 2005). Furthermore, thinking in models does explicitly integrate a constructivist perspective, but is also understood as a skill at using software tools to represent (mental) models. As “dynamic thinking in cross-linked structures is always thinking in models” (Seel, 1991), people still could fail in representing models in an unfamiliar way (Sweeney and Sterman, 2000). So, Ossimitz definition (especially from the viewpoint of ESD) seems too limiting. In this article systemic thinking is understood accordingly to comprise only the first three dimensions: The ability to recognize, describe and model complex parts of reality as systems; the ability to identify drivers, elements and their interrelations and, third, the consideration of dynamic processes (dimension of time) for the further development of (mental) models (Although using different arguments, Rieß and Mischo (2008) arrived at a similar understanding of systemic thinking).

6.2.2 Systemic thinking - a competency in education (for SD)?

Internationally, the OECD project “Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations (DeSeCo)” established a conceptual framework that embraces “Key Competencies for a Successful Life and a Well-Functioning Society”. Independently from the ESD discourse, a normative framework was developed consisting of three categories into which certain key competencies can be classified: (1) interacting effectively in socially heterogeneous groups, (2) using tools interactively and (3) acting autonomously (Rychen, 2009).

Education for sustainable development embraces attempts to educate, enable and empower people to contribute and participate actively in the sustainable development of our society (de Haan 2006). Therefore the German discourse led to the central goal for ESD “to offer possibilities to acquire shaping competence” (“Gestaltungskompetenz”) (de Haan 2006).

Shaping competence covers a set of corresponding key competencies. There is substantial

agreement about these key competencies even if the exact definitions and distinctions are still under discussion. Barth classified key competencies of shaping competence into the DeSeCo framework, offered a theoretical background and showed that they are internationally linkable (Barth, 2009).

In neither discourse can “systemic thinking” be found explicitly among the discussed key competencies. But they consist in any case of a set of subsidiary competencies that in their interplay account for the full competence. As an example, the importance of systemic thinking on this subsidiary level is illustrated in the following.

The competency to plan processes and sequences of action refers directly to individual action but also implies a certain degree of systemic understanding, or the ability to identify steps and to correlate them. The importance of systemic thinking becomes more obvious in both the competency to think anticipatorily, to cope with uncertainties and to develop prognoses and the competency for dealing with uncertainties and thinking proactively. Coping with complex systems requires the ability to identify elements as part of a system as well as to adopt a holistic view of interrelations and dynamics (Burandt and Barth, 2010). The necessity to think proactively generally involves anticipating (unintentional) effects and accounting for the possibilities of risk, both of which necessitate a high degree of systemic and dynamic thinking. For the competency to collaborate interdisciplinarily (and transdisciplinarily) and the competency for using, shaping, handling and sharing different sets of information and knowledge, it is necessary to have a systemic understanding of the specific knowledge of e.g. one’s own discipline and to be able to transfer it to new contexts. Systemic knowledge in the form of knowledge about structures, processes or interrelations also has to be linked to new contexts or problem areas and it has to be applied and communicated. In addition, the DeSeCo project stresses the general importance of systemic and cross-linked thinking because it contributes to (self) reflection, which is a core aspect of most key competencies (Rychen, 2009).

In summary, systemic thinking is an essential part of most key competencies. Therefore it is understood in the sense of a meta-competency that is part of, or facilitates the use of, specific competencies (Weinert, 2004).

6.2.3 Measuring systemic thinking

Like measuring the success of (educational) interventions, systemic thinking has always been a focus of interest in the field of educational assessment. Today, this whole area is linked to the different discourses about competencies. The assessment and measurement of competencies is a very complex topic needing “sound models of competence structures, competence levels and competence development” (Klieme *et al.*, 2008).

Pioneers from cognition psychology in the assessment of systems thinking in educational contexts are Klieme and Maichle (1991) especially because of the Hilu-scenario task. Among other things, pupils had to represent a text in the form of a chart that describes the complex life of the Hilu-tribe and also had to answer questions about future states/scenarios (of this dynamic system). Over the years the survey methods became more complex and their scale increased. Later Niedderer *et al.* (1991) used a very sophisticated method consisting of eight different types of task and Ossimitz operationalized his definition of systemic thinking by assigning seven sub aspects (skills) to the 4 dimensions, e.g. the identification of cross-linkings whereby these aspects contribute to some extent to all dimensions. Among other tasks he used a refined version of the Hilu-scenario in his survey instrument that he assessed as suitable (Ossimitz, 2000).

Sweeney and Sterman (2000) summarize a great amount of (international) research which deals with the efficacy of interventions designed to develop systemic thinking. Their conclusion is that most research questions have so far remained unanswered. They identify (like Ossimitz) a couple of specific “systems thinking skills” and introduce a new type of tests to explore students’ baseline systems thinking abilities. One of these is the “bathtub task”: here a relatively simple task about in- and

outflowing water in a bathtub without any feedback loops had to be visualized in a graph (diagram). This type of test captures systems thinking through some technical, quantitatively oriented skills and was repeated in a lot of similar studies in other countries. Sweeney and Sterman found that there is only a weak relationship between education and performance (even in the case of MIT students who are likely to be very familiar with higher mathematics). They assumed that there might be a difference between (everyday) understanding of systems and the presentation of the problem in the form of a graph (Sweeney and Sterman, 2000).

Although these types of tests have delivered viable results, the capturing of systemic thinking in the form of representing a linear quantitative development (water in a bathtub) without (complex) interrelations seems to be too narrowly focused to map it in the sense of education for sustainable development. As introduced before, the meta-competency systems thinking requires a more general understanding. Sustainability implies complex, ill-structured, real-world problems where relations of system elements can often not be exactly quantified. A tool would be desirable that captures quantitatively all qualitative dimensions of systems thinking, but this would lead to very complex survey methods that would be difficult to apply in practice-Niedderer *et al.* (1991) e.g. needed about 8½ and Ossimitz (2000) up to 5 hours for their respective surveys. Rieß and Mischo (2008) have developed and validated a questionnaire on the comprehension of systemic thinking in a context relevant to sustainability. They do not provide information about the time needed to answer all questions, but used open questions as did Sweeney (Sweeney and Sterman, 2000) and Klieme and Maichle (1991), too. These tasks generally require an elaborate procedure for the analysis of the data because e.g. charts or diagrams have to be interpreted and translated into codes by human raters.

So, a wide range of different methods has been evolved over the last decades, each with their own advantages and disadvantages. None of them is able to “measure” the construct of systems thinking independently from context so

that results cannot be generalized. Finally, the right balance has to be found for each study between practicability and complexity regarding the coverage of the theoretical construct.

6.2.4 Measuring systemic thinking in ESD

Following Ossimitz (2000) some sub-aspects can be assigned to the four different dimensions of systemic thinking – in the sense of a meta-competency of key competencies for sustainable development. To keep the survey method as lean as possible, the construct of systems thinking will be represented here mainly by one aspect: the identification of connections and relations of drivers in a complex system of a given domain, because cross-linked thinking is an important aspect that is closely interwoven with all dimensions of systemic thinking (Ossimitz, 2000).

Cross-linked thinking demands both a certain degree of knowledge of the system one is looking at and a specific use (transfer) of this knowledge. Cognitive psychology gives different constructions of knowledge that can be useful for cross-linked thinking. Beside declarative (Ryle and White, 1972), procedural (Schank and Abelson, 1979) and tacit knowledge (Polanyi, 1997), an intermediate type of knowledge appears most useful “that mediates the translation of declarative into procedural knowledge and facilitates the application of procedural knowledge. Structural knowledge is the knowledge of how concepts within a domain are interrelated” (Diekhoff, 1983). According to this the following assumption can therefore be made: systemic thinking as a meta-competency for ESD can be represented largely by structural knowledge because qualitative relationships among concepts play a particularly important role in contexts relevant to sustainability.

Structural knowledge is a widely accepted construct of cognitive structure. It is based on the theory of semantic networks (Collins and Quillian, 1969), the most important feature of which is that human memory is organized semantically. Memory structures are composed of nodes and ordered relationships or links connecting them (Norman *et al.*, 1976). Three

important aspects build up the rationale for structural knowledge (Jonassen *et al.*, 1993):

- Structure is inherent in all knowledge (Mandler, 2004)
- Learners assimilate structural knowledge (Shavelson, 1972)
- Experts' structural knowledge differs from that of novices (Chi *et al.*, 1981)

Generally, when one works with structural knowledge, two assumptions have to be made. The first is the concept of semantic similarity: it refers to the spreading activation theory (Collins and Loftus, 1975) which basically says that the more closely two concepts are linked, or the more common properties two concepts have, the more similar they are processed in semantic networks. The second assumption that has very often to be made is that semantic similarity in the form of semantic space of concepts in memory can be represented in terms of geometric space.

The literature offers several ways to analyze structural knowledge. Generally it is necessary to (1) elicit the structural knowledge (directly or indirectly) in order to (2) represent and analyze the underlying structure (Jonassen *et al.*, 1993). The elicitation of the structure of knowledge can be done by similarity ratings or similarity judgment tests (SJTs). For this, after a set of related concepts that define a subject's domain have been identified, the respondent is asked to assess the degree of relationship/proximity of each pair of concepts (e.g. on

concept	Biodiversity	Erosion	Human health	Ground water level	Kryosphere	(Rise of) sea level	Pests & disease vectors	Greenhouse effect	(Shifting of) vegetation zones	Sea water temperature	Economy	Extreme weather events
Biodiversity	6											
Erosion	6	6										
Human health	5	6	6									
Ground water level	4	5	1	6								
Kryosphere	6	2	6	1	6							
(Rise of) sea level	3	6	7	1	1	6						
Pests & disease vectors	3	6	1	1	5	7	6					
Greenhouse effect	5	7	4	4	1	5	5	6				
(Shifting of) vegetation zones	4	1	7	6	2	2	4	3	6			
Sea water temperature	3	3	6	2	1	4	2	1	2	6		
Economy	5	5	1	3	2	3	4	4	3	6	6	
Extreme weather events	6	2	2	4	2	1	7	2	5	1	2	6

a Likert scale). It is the "most direct method for rating or comparing the semantic similarity between concepts in an individual's cognitive structure" (Jonassen *et al.*, 1993). The results of the rating can be transformed into a (proximity) matrix that delivers the data basis for the representation of the knowledge structure. This is an indirect method to elicit the knowledge structure (Stanners *et al.*, 1983; Goldsmith *et al.*, 1991).

In a next step, the underlying knowledge structure of the matrix can be represented and analyzed. It is for example possible to transform the matrix into cognitive maps (Schvaneveldt *et al.*, 1989; Jonassen *et al.*, 1993; Shavelson *et al.*, 2005). The software package "Pathfinder KNOT" delivers several possibilities of creating cognitive maps with nodes and links, e.g. in the form of data nets. The Pathfinder algorithm is in addition also able to extract the system's latent structure by identifying the closest connections of concepts. Cognitive maps can be analyzed qualitatively or quantitatively. To process cognitive maps automatically it is possible either to correlate their rough data or to compare maps with a reference system. KNOT supports the comparison of networks, e.g. by the index of correspondence "csim" that basically puts into relation the number of interrelations with the number of shared interrelations (corrected by probability). Figure 1 shows a data matrix (of concept pairs) and the resulting Pathfinder network.

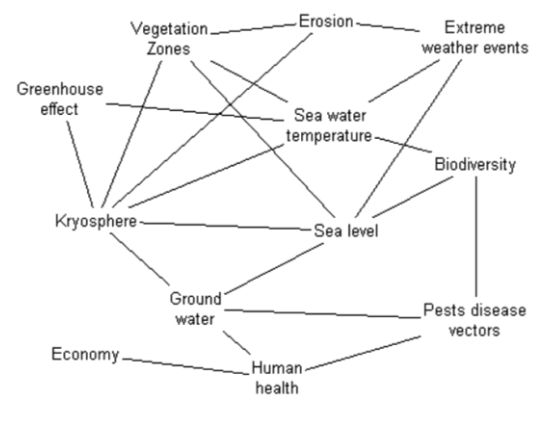


Fig. 1: Similarity matrix and pathfinder network (∞ , n1) of a first semester student @t1

Therefore it is suggested that a comparison of students' networks with that of an expert at different stages of an educational setting can

show changes in individual knowledge structures and indicate an advancement in systemic thinking.

6.3 Materials and Methods

The primary purpose of this study was to test the hypothesis that participation in an educational scenario analysis has an effect on the competency of systemic thinking and, secondly, an impact on participants' knowledge and their perception of the future.

These hypotheses were tested in a pre/post design with four university seminars: Two Treatment Groups (TG) and two Control Groups (CG). Table 1 gives an overview of the samples. The CGs participated in a "normal" seminar while the TGs took part in the educational scenario exercise. The study was conducted in the winter semesters of 2008/2009 and 2009/2010; course length was 14 weeks.

In the first sessions students had to fill in a questionnaire (t1) and at the end of the seminars (t2) the same questionnaire had to be filled in again in an online version. It took students about 35-45 minutes each to answer all questions. As the data in the questionnaires were collected anonymously, participants were asked to create their own personal code so that t1 and t2 could be compared individually. At t1, each seminar was attended by about 30 students from various disciplines, such as environmental sciences, cultural sciences, law, economics and education in their (obligatory) complementary part of their disciplinary studies at [name of university] (semesters 1-5). Due to drop-outs and to wrong code entries the number of data pairs was reduced so that not all respondents could be taken into the analysis (see N paired datasets).

The questionnaire consisted of two parts: one was to measure systemic thinking and the other was to investigate changes in constructs of perception and knowledge. As the TGs' class work concerned climate change, that was also the topic which was chosen as the questionnaire's thematic domain.

To elicit structural knowledge a SJT about climate change was developed. Table 2 shows 12 concepts from the domain of "climate change" which were derived covering ecological, societal and economic aspects. These concepts were paired in all possible combinations ($12 \times (12-1) / 2$) and ordered randomly in the questionnaire to avoid context dependent

effects. The 66 concept pairs had to be rated for their proximity (or semantic similarity, which could include causal relationships) on a scale from one (very close) to seven (no relation).

For the analysis of students' responses the list of pairs was converted into a similarity (or distance) matrix and transformed by the Pathfinder algorithm into concept maps in order to represent the underlying knowledge structure. To analyze the quality of and differences in individual systemic thinking both the structural knowledge networks and data matrices were compared to reference systems by two indices c_{sim} and R_{STJ} (correlation of data matrix) calculated with KNOT. The main reference system was created as the median of the responses of three national and international experts on climate change. As additional references were used the group average and the TG's-teacher's concept map.

Attitude to climate change, perception of climate change and perception of the future were tested by different item batteries (Likert scale 1-7). Constructs were validated by factor analysis and tested for reliability (Cronbachs Alpha range 0.56-0.74 for t1 and t2).

Table 1: Composition of investigated groups

group	CG01	CG02	TG01	TG02
Seminar (title)	“ESD: challenges and chances”	“ESD in different contexts”	“Coping with a complex future by using scenario analysis”	
Setting	Introductory meetings, 1x one-day session, presentation and evaluation meetings	14 weekly sessions	14 weekly sessions	Initial meeting, preparation phase, 2x 2-day weekend sessions, collaboration phase in-between
Didactic	self directed, collaborative, practice oriented	self directed, collaborative, problem oriented	Self directed, collaborative, problem oriented	
Methods	presentations, group work, discussions, mutual evaluation	self organized research, pronounced participatory approach	Scenario analysis (as framework)	
Workload	150 h	150 h	150 h	150 h
Type		Project seminar		Project seminar
Participants (t1)	30	32	30	27
N (paired datasets)	15	21	19	17
Female	8	20	9	12
Male	7	1	10	5
Mean age	23,6	21,4	22	23,1

Table 2: concepts of climate change

Biodiversity	Pests & disease vectors
Erosion	Greenhouse effect / average temperature
Human health	(Shifting of) vegetation zones
Ground water level	(Rise of) sea water temperature
Kryosphere	Economy
(Rise of) sea level	Extreme weather events

Students were asked to self-assess their knowledge about climate change by assigning school grades to it. Knowledge also was tested by two item batteries:

Assessment of importance of 18 given “drivers” for climate change (Likert scale 1-4)

“Facts’ about climate change” consisted of a list of 15 true/false statements, arranged in order of increasing difficulty, that also contained some of the public “myths” about climate change in order to investigate whether their knowledge would advance to the level of expert knowledge. A third option (“don’t know”) was given to minimize guesses

The data were analyzed by descriptive and multivariate statistics (percentage, mean, paired t-tests). Factor and cluster analysis were also applied to the SJT data in order to gain

additional access to data as well as to identify different types of responding structures/areas of improvement within the 12 concepts of climate change and latent responding structures among participants. Other aspects that were calculated included bivariate correlation (Pearson and Spearman) of knowledge, different constructs and the similarity of structural knowledge to changes in systemic thinking (c_{sim} and R_{SJT}) and demographic aspects.

6.4 Results

Changes occurred in all four groups during the period of the seminars in both the latent (c_{sim}) and the direct structure (R_{SJT}) of participants’ knowledge. These changes in relation to the different reference systems are shown in table 3. Taking the structural knowledge of the “3-experts average” model as reference point, both TGs’ mean values of c_{sim} and R_{SJT} are relatively high at the beginning (t1), but c_{sim} for example decreases at t2 (0.021 and 0.015), while CG01 showed an increase of -0.026 and CG02 a loss of 0.043 in correspondence with the reference model. In the TGs especially no common effect could be observed. Tests with additional reference models, like the teacher’s one, delivered similar results.

A significant measurable effect was that participants in CG02 veered away from a shared knowledge structure of climate change ("Group Average" csim), whereas in both TGs the participants approximated their structural knowledge minimally (< 0).

The data of the similarity matrices were investigated to identify structures and parts in which significant differences between the groups could be observed. No usable factors were yielded by a factor analysis of the 66 concept-pair variables of the difference t1-t2 (showing areas of strong and slight change) and of the absolute values |t1-reference model| - |t2-reference model| (showing areas of improvement in relation to the reference model). Concepts of major change were identified: within the top one third of concept-pairs with the highest number of changes (t1-t2), the dominant concepts were groundwater (7x), diseases (6x), erosion (6x) and kryosphere (5x). But no connections to different groups could be established.

A cluster analysis of participants' responding structures showed that those students who showed an above-average improvement in their knowledge structure during the course also evinced an above average correspondence with the reference model at t1. Additionally, there were no usable results of clusters of participants (by analyzing the strength of changes in

the structural knowledge between t1 and t2). An analysis of only those areas which showed major changes (see above) did not deliver any clusters or groups that had describable differences.

A paired t-test of perception, attitude and knowledge did not deliver significant results either. Therefore only descriptive data about attitude and perception (table 4) and relevant knowledge (table 5) have been included in this article. These results do not indicate differences between the TGs and the CGs during t1 and t2. TG01 achieved a higher score for seeing/accepting the unpredictability of the future after the seminar. Both TGs reached a higher score in their attitude to act proactively in face of an uncertain future, but they did also deliver higher values than the CGs at t1 (table 4).

Concerning knowledge, all groups tended generally to consider all given impacts as relevant and to have difficulties in distinguishing between important and unimportant impacts; only about 56 % of the maximum score of "wrong/not important impact factors" (like waste separation) was reached (table 5); no major differences between t1 and t2 were noted. In "Facts' about climate change", TG02 reached a higher percentage (3.9%) while TG01 lost and CG02 won a bit. CG01 did lose about 6.5% of correct answers.

Table 3: descriptive data and results of paired t-test of pre/post comparison of participants' cognitive maps with different reference systems

group	Reference model & index	N	t1, pre		t2, post		t1-t2		T	df	p (2 way)
			M	SD	M	SD	M	SD			
CG01	"3 Experts" csim ^a	15	,0991	,1024	,1259	,0964	-,0268	,1194	-,8690	14	,3995
CG02	"3 Experts" csim	21	,1257	,0826	,0828	,0801	,0429	,0796	2,4713	20	,0226
TG01	"3 Experts" csim	19	,1451	,0730	,1302	,0977	,0149	,1037	,6278	18	,5380
TG02	"3 Experts" csim	17	,1296	,0894	,1082	,0720	,0213	,0745	1,1805	16	,2551
CG01	"3 Experts" R _{SJT} ^b	15	,2562	,1593	,2665	,1472	-,0103	,1614	-,2467	14	,8087
CG02	"3 Experts" R _{SJT}	21	,2472	,1432	,2178	,1256	,0294	,1081	1,2466	20	,2269
TG01	"3 Experts" R _{SJT}	19	,2594	,1184	,2654	,1216	-,0060	,1495	-,1756	18	,8626
TG02	"3 Experts" R _{SJT}	17	,2844	,1500	,2449	,1711	,0395	,0891	1,8273	16	,0864
CG01	"Group (CG01) \emptyset " csim ^a	15	,1607	,1001	,1363	,0791	,0245	,1102	,8600	14	,4043
CG02	"Group (CG02) \emptyset " csim	21	,2177	,0855	,0769	,0706	,1408	,0979	6,5940	20	,0000***
TG01	"Group (TG01) \emptyset " csim	19	,1828	,0674	,1921	,1038	-,0093	,1325	-,3066	18	,7627
TG02	"Group (TG02) \emptyset " csim	17	,1366	,0764	,1377	,0983	-,0011	,1220	-,0375	16	,9705

*** Significant at <0,001 level; a: index of correspondence corrected by probability – csim (range 0 to 1, similarity of cognitive-maps with reference system); b: correlation coefficient R_{SJT} (accordance of data matrices with reference system); M=mean, SD= standard deviation

Table 4: descriptive data of participants' attitude and perception of the future

Group	N	t1, pre		t2, post		
		M	SD	M	SD	
CG01	unpredictability of future	15	6,60	2,06	6,80	2,46
CG02		21	7,48	2,40	7,14	1,96
TG01		19	6,47	2,22	7,21	2,18
TG02		17	7,00	2,32	6,94	1,30
CG01	personal pro-activity	15	12,87	2,23	12,67	3,09
CG02		21	12,33	3,04	11,86	1,93
TG01		19	13,37	1,80	13,68	2,19
TG02		17	13,35	2,06	13,88	1,97
CG01	understanding of sustainable future approaches	15	11,13	2,56	10,27	2,40
CG02	(lower values = social and ecological aspects gain more importance)	21	11,43	2,23	11,52	3,04
TG01		19	11,79	2,42	11,89	2,58
TG02		17	11,29	1,57	10,65	2,09
CG01	Attitude: chance to contain (or stop) climate change	15	10,67	2,58	10,80	2,70
CG02		21	11,38	2,58	11,33	2,31
TG01	(lower value = more possible)	19	11,16	1,95	11,32	1,73
TG02		17	11,29	2,49	11,35	2,64
CG01		15	7,20	2,76	6,73	2,43
CG02		21	7,10	2,72	7,38	2,48
TG01	Attitude: human impact on climate change	19	8,26	3,23	8,32	3,11
TG02	(lower value= humans have more impact)	17	6,06	2,11	6,18	2,21

Table 5: descriptive data of participants' knowledge

group	N	t1, pre		t2, post	
		% max ^a	SD	% max	SD
CG01	12	82,2%	0,065	81,6%	0,070
CG02	21	81,9%	0,084	80,5%	0,077
TG01	19	74,6%	0,103	76,7%	0,118
TG02	17	86,9%	0,107	85,0%	0,114
CG01	12	57,7%	0,136	55,1%	0,118
CG02	21	50,7%	0,110	54,6%	0,111
TG01	19	59,6%	0,096	58,5%	0,106
TG02	17	52,1%	0,114	56,3%	0,153
CG01	12	72,7%		71,3%	
CG02	21	69,8%		70,4%	
TG01	19	68,8%		69,6%	
TG02	17	73,4%		73,9%	
CG01	11	63,5%	0,159	56,9%	0,148
CG02	20	52,8%	0,211	53,6%	0,184
TG01	18	57,3%	0,123	56,9%	0,089
TG02	17	58,2%	0,117	62,1%	0,116

a: (mean) percentage of maximum score; "facts": (mean) percentage of correct answers.

Students were asked to assign school grades to their own knowledge about climate change. This item correlates with "impacts on climate change (all)" (0.338, $p < 0.01$) and is also a predictor for "true facts about climate change" (0.247, $p < 0.05$). This self assessment correlates very clearly (0.605, $p < 0.01$) with the csim index (3-experts-model at t1) but not at t2. The similarity of the knowledge structure (csim) with the teacher's model (not shown in table) correlates negatively with the number of wrong answers given in the true/false statement test (-0.207, $p < 0.05$). No demographic data showed a correlation with the constructs and parameters used.

6.5 Discussion

Although there were some changes visible in the data between t1 and t2, no significant results could be found to verify the hypothesis that perception, knowledge and knowledge structure were affected by participation in the educational scenario analysis. The following discusses the individual aspects in more detail.

Formal Knowledge, perception and attitude: Considering the mean values of all four groups it is noticeable that the two treatment

groups behave differently: for instance, while the expert knowledge of TG02 improved slightly it decreased in TG01 (generally the standard deviation is relatively high), but in other cases TG01 performed better.

The age, number of semesters and course of studies did not correlate significantly with results in the SJT and knowledge tests. These results suggest that a) cross-linked thinking is a competency that is independent of courses of studies and b) that while knowledge about climate change is general knowledge it is nevertheless more difficult than expected to advance partly (wrong) general knowledge to expert level. To illustrate: a frequent topic of discussion in the TGs was climate simulations that calculate mean values over time periods of 30 years. This means that it is very difficult to draw conclusions from the results of climate simulations about individual weather events in a specific year. One item (knowledge true/false statement) stated that it will never snow in the Black Forest if the global mean temperature rises by 3° C. This statement is incorrect (as is shown e.g. by the freak snowfall in the Sahara in 2005), but with few exceptions this question was answered incorrectly at t1 as well as at t2 in all groups. In both TGs enough information on and discussion of this topic was offered so that

a transfer of this knowledge would have been possible, yet it did not happen. Assuming that the question was understood correctly, some support can be found in this result for the supposition that participants in the TG learned less than expected.

Perception and attitudes did not correlate significantly with variables nor could significant differences be observed. However, a positive change in personal proactivity was noted, but then the values of the TGs were higher at all stages than those of the CGs. These higher values can also be interpreted as showing that students' interest in and awareness of this topic made them choose the seminars about scenario analysis and future planning.

Structural knowledge: The results for this aspect can be interpreted in three different ways: (a) the educational scenario analysis did not have a measurable effect on participants' knowledge structure; or (b) the teacher or the design of the educational scenario analysis was insufficient; or (c) SJT and comparison of indices (with reference models) did not capture relevant knowledge structure or delivered unreliable results.

The falsification of the main hypothesis would contradict all the literature that describes educational effects of participation in a scenario analysis, although the attributed effects have not been proved and measured quantitatively. But nor did the knowledge tests show any significant advancement in knowledge. The CGs did not work on climate change so that no significant change in formal knowledge could be expected. Due to the great relevance of climate change in the media, a significant rise in this performance could have indicated strong outside influence on (all) the seminars, but there was none. Additionally, the CGs and TG01 participated in at least one further lecture or seminar treating the topic of climate change. In the TGs, climate change was discussed as driver and impact factor in connection with the guiding question of the seminars of how tourism in the Black Forest could develop in future. While there was no explicit factual input from the teacher, there were students' presentations and, as mentioned at the beginning of this chapter, relevant facts and information was offered during the seminars to

advance individual performance in the knowledge test. As no significant increase in formal knowledge about climate change was visible, this did not contribute to a confirmation of the main hypothesis. These considerations lead to possibility (b).

Insufficiency of the teacher or the design of the learning setting cannot be investigated by the design of this study. For one, the TGs students' final reports (assessments) indicated a general understanding of the methodology and most students did indeed report new insights gained into this complex knowledge topic. Although no qualitative analyses of the seminars' assessments were carried out for this study, some learning effects of participation in the seminar can nonetheless be assumed from them. Evaluation of the seminars by the regular evaluation of the Leuphana University of Lüneburg indicated a (self reported) success of the seminar. For another, the design of the learning setting for the TGs varied (table 1) while the guiding question and steps within the seminars were exactly the same. Differing influences of the setting of the seminars on the results could not be found.

Measuring systemic thinking and knowledge structure is a difficult task, as was indicated in the theory section of this article. Similarity judgment ratings are used in practice to capture cognitive concept maps. Concept maps deliver insightful qualitative results, but statistical processing is difficult. Although both indexes (sim and R_{SJT}) delivered contradictory prognostic validity in previous studies, csim had greater validity (Goldsmith *et al.*, 1991) or lower validity (Großschedl, 2010) in relation to R_{SJT} . Nevertheless the indexes have delivered valid results for the comparison of conceptual knowledge (Großschedl, 2010) and its structure (Shavelson *et al.*, 2005; Beatty and Gerace, 2002) gained by SJTs. How can the results of SJT comparison in this study be appraised?

First, it can be asserted that participants' self assessed climate change knowledge at t1 correlates highly with the correspondence of structural knowledge to 3-experts-model at t1 which indicates some validity of the measurement instrument. From a constructivist perspective it could be argued that a comparison with an expert's model need not show any

approximation as long as the expert did not teach the lessons. Therefore the teacher's cognitive map was analyzed in addition but showed similar results like the external experts' one.

Nor were usable results delivered by the factor-analysis carried out to elicit certain areas of perturbation (differences t_1-t_2 of the absolute values (of the difference in single pair rating from the teacher's model) or areas of strong reframing in the knowledge structure (individual change from t_1-t_2). The individual differences from a common shared knowledge structure (group average model) decreased in the TGs although not significantly while the models differed more strongly (significantly in one case, table 3) in the CGs. From this can be assumed a more common reframing of TG's mental models.

Generally it can be debated whether the 12 concepts chosen for the SJT focus too exclusively on certain aspects so that even in the case of enhanced systemic thinking hardly any changes could be made visible or measurable. Another explanation also suggests itself - that the (general) knowledge of climate change, one of the most hotly debated topics at present, was initially relatively high (at t_1) so that, again, changes could hardly be measured because the concepts were already strongly linked at t_1 . Other studies using concept maps for quantitative measurements were confronted with only a few direct links between the concepts at t_1 (e.g. only one connection (Wasmann-Frahm, 2005)) which offers broader possibilities for respondents to improve. In contrast, SJT offers the possibility to assign *strength* to the connection (here from 1-7) whereas in concept maps it is the *kind* of connection that is assessed (and whether there is one or not). Interestingly, neither the prescribed factor nor the cluster analysis led to usable results in identifying structures. Even if the whole construct of structural knowledge did not change significantly during the treatment, it was reasonable to expect that at least some of its parts would undergo a change. It seems that if the treatment has an effect on participants that there is no common responding scheme.

Finally, climate change as a domain for measuring and comparing structural knowledge

could be a problematic choice because even in science many interrelations of concepts are under discussion and cannot be described precisely. Although the three expert ratings used had a correlation > 0.8 , a fourth expert could not be included in the model because his rating differed too much from that of the other three. Probably the domain of climate change or other complex sustainability problems are too difficult to be used for exact quantitative comparisons of structural knowledge.

6.6 Conclusion

The hypothesis that participation in an educational scenario analysis has effects on participants' knowledge, future perception and competency of cross linked thinking could not be verified by the data - no final conclusion could be drawn from it. Pedagogical research is often confronted with weak effects.

On the one hand, some hints were given that while the effects of scenario analysis attested in the literature may be describable qualitatively, a quantitative effect is difficult to measure. The design of the learning setting should also be rethought in order to foster the acquisition of formal knowledge.

On the other hand, a methodology was developed both to measure the competency of systemic thinking by investigating the knowledge structure quantitatively by SJT and by comparison with experts' reference models and also to investigate a way to enable a large scale investigation of competence development. This instrument should be tested with a different set of concepts which are less linked to each other per se. The domain of climate change was probably not an ideal choice for eliciting structural knowledge.

In addition, the research instrument developed in this article should be tested in a different context and with a different thematic domain. Finally, a quantitative, empirically founded proof of educational effects of scenario analysis has yet to be given.

6.7 References

- M. Barth, "Assessment of Key Competencies – a conceptual framework", *World in Transition – Sustainability Perspectives for Higher Education*, M. Adomßent et al., eds., VAS-Verlag für Akademische Schriften, 2009, ISBN: 978-3-88864-464-1, pp. 93-100.
- I.D. Beatty and W.J. Gerace, *Probing physics students' conceptual knowledge structures through term association*. *American Journal of Physics*, 2002, DOI: 10.1119/1.1482067, pp. 750-758.
- S. Burandt and M. Barth, *Learning settings to face climate change*. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 18, 2010, DOI: 10.1016/j.jclepro.2009.09.010, pp. 659-665.
- M.T.H. Chi et al., *Categorization and Representation of Physics Problems by Experts and Novices*. *Cognitive Science*, Vol. 5, 1981, DOI: 10.1207/s15516709cog0502_2, pp. 121-152.
- A.M. Collins and E.F. Loftus, *A Spreading-Activation Theory of Semantic Processing*. *Psychological Review*, Vol. 82, 1975, DOI: 10.1037/0033-295X.82.6.407, pp. 407-428.
- G. de Haan, The BLK '21' programme in Germany: a 'Gestaltungskompetenz'-based model for Education for Sustainable Development, *Environmental Education Research*, Vol. 12, 2006, DOI: 10.1080/13504620500526362, pp. 19-32.
- G.M. Diekhoff, *Testing through relationship judgments*. *Journal of Educational Psychology*, Vol. 75, 1983, DOI: 10.1037/0022-0663.75.2.227, pp. 227-233.
- D. Dörner and A. Wearing, "Complex problem solving: toward a (computer simulated) theory", *Complex problem solving: The European perspective*, P. Frensch and J. Funke, eds., Erlbaum, 1995, ISBN: 0-8058-1783-2, pp. 65-99.
- J.W. Forrester, *Lessons from system dynamics modeling*. *System Dynamics Review*, Vol. 3, 1987, DOI: 10.1002/sdr.4260030205, pp. 136-149.
- M. Godet, *The Art of Scenarios and Strategic Planning: Tools and Pitfalls*. *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 65, 2000, DOI: 10.1016/S0040-1625(99)00120-1, pp. 3-22.
- T.E. Goldsmith et al., *Assessing structural knowledge*. *Journal of Educational Psychology*, Vol. 83, 1991, DOI: 10.1037/0022-0663.83.1.88, pp. 88-96.
- P. Gomez and G.J.B. Probst, *Die Praxis des Ganzheitlichen Problemlösens: Vernetzt denken, Unternehmerisch handeln, Persönlich überzeugen*. 2nd edition, Haupt Verlag AG, 1995, ISBN: 3-258-05187-9.
- J. Großschedl, *Einfluss ausgewählter instruktionaler Maßnahmen auf Struktur und Niveau zellbiologischen Wissens*. Logos Verlag, 2010, ISBN: 978-3-8325-2565-1.
- K. Konrad, "Vom Wissen zum Handeln – Kognitionspsychologische Betrachtungen", *Vom Wissen zum Handeln. Ansätze zur Überwindung der Theorie-Praxis-Kluft in Schule und Erwachsenenbildung*, A.A. Huber, ed., Ingeborg Huber Verlag, 2005, ISBN: 3-9806-9759-2, pp. 37-55.
- D.H. Jonassen et al., *Structural Knowledge: Techniques for Representing, Conveying and Acquiring Structural Knowledge*. Lawrence Erlbaum Associates, 1993, ISBN: 0-8058-1009-9.
- E. Klieme et al., "The Concept of Competence in Educational Contexts", *Assessment of Competencies in Educational Contexts*, J. Hartig et al., eds., Hogrefe, 2008, ISBN: 1-6167-6297-7.
- E. Klieme and U. Maichle, *Erprobung eines Modellbildungssystems im Unterricht. Bericht über eine Pilotstudie zur Unterrichtsevaluation*. 1991.
- J.M. Mandler, *The foundations of mind. Origins of conceptual thought*. 2nd edition, Oxford University Press, 2004, ISBN: 0-1951-7200-0.
- D.A. Norman et al., "Comments on learning schemata and memory representation", *Cognition and Instruction*, D. Klahr, ed., Lawrence Erlbaum Associates, 1976, ISBN: 0-8985-9434-0.
- G. Ossimitz, *Entwicklung systemischen Denkens. Theoretische Konzepte und empirische Untersuchungen*. Profil Verlag, 2000, ISBN: 3-8902-9494-X.
- G. Ossimitz, *The Development Of Systems Thinking Skills Using System Dynamics Modeling Tools*. 23.08.1997, Internet: http://wwwu.uniklu.ac.at/gossimit/sdyn/gdm_eng.htm.
- M. Polanyi, "The Tacit Dimension", *Knowledge in Organizations*, L. Prusak, ed., Butterworth Heinemann, 1997, DOI: 10.1016/B978-0-7506-9718-7.50010-X, pp. 135-146.
- A.M. Collins and M.R. Quillian, *Retrieval time from semantic memory*. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, Vol. 18, 1969, DOI: 10.1016/S0022-5371(69)80069-1, pp. 240-247.
- B. Richmond, *Systems thinking: Critical thinking, skills for the 1990s and beyond*. *System Dynamics Review*, Vol. 9, 1993, DOI: 10.1002/sdr.4260090203, pp. 113-133.
- W. Rieß and C. Mischo, "Entwicklung und erste Validierung eines Fragebogens zur Erfassung des systemischen Denkens in nachhaltigkeitsrelevanten Kontexten", *Kompetenzen der Bildung für Nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde*, G. de Haan and I. Bormann, eds., VS Verlag, 2008, ISBN: 3-5311-5529-6, pp. 215-232.
- D.S. Rychen, "Key Competencies: Overall Goals for Competence Development: An International and Interdisciplinary Perspective", *International Handbook of Education for the Changing World of*

- Work, R. Maclean and D. Wilson, eds., Springer-Verlag, 2009, DOI: 10.1007/978-1-4020-5281-1_169, pp. 2571-2583.
- G. Ryle and A.R. White, *Collected papers*, Philosophical Books, Vol. 13, 1972, DOI: 10.1111/j.1468-0149.1972.tb03781.x, pp. 29-32.
- R. Schank and R. Abelson, *Scripts, Plans, Goals and Understanding: An Inquiry into Human Knowledge Structures*. The American Journal of Psychology, Vol. 92, 1979, DOI: 10.2307/1421499, pp. 176-178.
- H. Niedderer et al., *The role of computer-aided modelling in learning physics*. Journal of Computer Assisted Learning, Vol. 7, 1991, DOI: 10.1111/j.1365-2729.1991.tb00231.x, pp. 84-95.
- R.W. Schvaneveldt et al., *Network Structures in Proximity Data*. Psychology of Learning and Motivation, Vol. 24, 1989, DOI: 10.1016/S0079-7421(08)60539-3, pp. 249-284.
- N.M. Seel and F.R. Dinter, *Instruction and Mental Model Progression: Learner-Dependent Effects of Teaching Strategies on Knowledge Acquisition and Analogical Transfer*. Educational Research and Evaluation, Vol. 1, 1995, DOI: 10.1080/1380361950010102, pp. 4-35.
- N.M. Seel, *Weltwissen und mentale Modelle*. Hogrefe, 199, ISBN: 3-8017-0489-0.
- P.M. Senge, *The fifth discipline*. Measuring Business Excellence, Vol. 1, 1993, DOI: 10.1108/eb025496, pp. 46-51.
- R.J. Shavelson, *Some aspects of the correspondence between content structure and cognitive structure in physics instruction*. Journal of Educational Psychology, Vol. 63, 1972, DOI: 10.1037/h0032652, pp. 225-234.
- R.J. Shavelson et al., *Windows into the mind*. Higher Education, Vol. 49, 2005, DOI: 10.1007/s10734-004-9448-9, pp. 413-430.
- R.F. Stanners et al., *Concept Comparisons, Essay Examinations and Conceptual Knowledge*. Journal of Educational Psychology, Vol. 75, 1983, DOI: 10.1037/0022-0663.75.6.857, pp. 857-864.
- R.J. Swart et al., *The problem of the future: Sustainability science and scenario analysis*. Global Environmental Change, Vol. 14, 2004, DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2003.10.002, pp. 137-146.
- L.B. Sweeney and J.D. Sterman, *Bathtub Dynamics: Initial Results of a Systems Thinking Inventory*. System Dynamics Review, Vol. 16, 2000, DOI: 10.1002/sdr.198, pp. 249-286.
- P.W.F. van Notten et al., *An updated scenario typology*. Futures, Vol. 35, 2003, DOI: 10.1016/S0016-3287(02)00090-3, pp. 423-443.
- F. Vester, *Leitmotiv vernetztes Denken: für einen besseren Umgang mit der Welt*. 2nd edition, Heyne, 1989, ISBN: 3-4530-2865-1.
- F.E. Weinert, *Competencies and Key Competencies: Educational Perspective*. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences, 2004, DOI: 10.1016/B0-08-043076-7/02384-6, pp. 2433-2436.

7 Abschließende Betrachtung und Fazit

Die Leitfrage, *was die Szenarioanalyse als Lernsetting für eine nachhaltige Entwicklung leisten kann*, wurde in dieser Arbeit aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchtet. Das theoretische Fundament wurde diskutiert und in den vorgestellten Artikeln der Entwicklungsprozess der Forschungsmethode hin zur Untersuchung von Lernprozessen in einem formalen Lernsetting expliziert. Dabei wurden die zentralen Denkschritte der Szenarioanalyse beschrieben und ihr Beitrag zur individuellen Kompetenzentwicklung beleuchtet. Ein eigens entwickeltes Instrument zur Messung vernetzten Denkens wurde zur quantitativen Analyse von Lernerfolgen bei einer Szenarioanalyse angewendet.

Die Szenarioanalyse offenbart für die Nachhaltigkeitswissenschaften großes Potential, da sie nicht nur eine Methode zur Bearbeitung von unsicherem Wissen und komplexen, langfristigen Fragestellungen im Kontext der Forschung darstellt, sondern darüber hinaus auch Prozesse des sozialen Lernen ermöglicht.

Szenarien entsprechen dem menschlichen Denken. So beschäftigen sich die meisten Menschen ständig mit der Planung von Handlungen: „The mind constantly tells itself stories of the future“ (Schwartz 2005: 32). An diesen Punkt knüpfen Prozesse zur Entwicklung von Szenarien an und systematisieren die Denkweise. Die Entwicklungsprozesse bergen großes Potential an eigene Erfahrungshorizonte anzuknüpfen und individuelles und soziales Lernen zu ermöglichen. Die Literatur beschreibt hier beispielsweise die Förderung von Kompetenzen oder die kritische Reflexion mentaler Modelle (vgl. Tabelle 2, S. 17), welche dadurch ermöglicht werden, dass unterschiedliche Perspektiven, Wissens- und Erkenntniszusammenhänge mit persönlichen oder sozialen Wissens- und Erfahrungskontexten in Verbindung gebracht, diskutiert und reflektiert werden (Felt 2002). Glasser (2007) sieht dieses als die wichtigste Form des sozialen Lernens (Co-Learning). Dieses Lernen findet vor allem in inter- und transdisziplinären Kontexten statt.

Im Sinne der BNE tragen diese Lernprozesse zu einer Befähigung zur aktiven gesellschaftlichen Zukunftsgestaltung bei. Dabei ist sowohl der Umgang mit den Szenarien als Produkt oder Ergebnis, wie die Adressierung alternativer Zukünfte oder die Einnahme unterschiedlicher Perspektiven, als auch der Prozess der Entwicklung von Szenarien durch den diskursiven und reflexiven Charakter bei der Bewertung von Konsistenzen, der Diskussion von Zukunftsprojektionen oder von Einflussfaktoren relevant. Die im ersten Artikel ausführlich beschriebenen Denkschritte konnten im zweiten Artikel mit konkreten Lernzielen einer BNE unterlegt werden. Hier wurden beispielsweise die Kompetenzen komplexe Systeme zu analysieren und zu verstehen, vernetztes oder antizipatorisches Denken und Denken in Alternativen beschrieben, welche vor allem für die HBNE besonders geeignet erscheinen. Ein entsprechendes Lernsetting, welches auf den didaktischen Prinzipien des selbstorganisierten, problemorientierten und kollaborativen Lernens beruht, wurde auf Basis der Methode der Szenarioanalyse entwickelt und in der Lehre an der Leuphana Universität Lüneburg eingesetzt.

Im dritten Artikel wird dieser Ansatz konsequent weiter geführt, dabei geht es über eine rein theoretische Beschreibung von möglichen – beziehungsweise erwünschten – Lernerfolgen hinaus. Es wurde ein Instrument entwickelt, welches die Kompetenz des vernetzten Denkens und den domänenspezifischen Wissenserwerb erfasste. In einer prä-post-Studie wurden die Einflüsse der Szenarioanalyse im formalen Kontext empirisch untersucht. In

dieser Studie konnten allerdings keine messbaren quantitativen Veränderungen der beiden Konstrukte bei den Teilnehmenden nachgewiesen werden. Unter der Annahme, dass mit dem Messinstrument und der untersuchten Fallzahl valide Ergebnisse erzielt wurden, kann die Forschungsfrage, ob eine Teilnahme an einer Szenarioanalyse die zuvor genannten Kompetenzen erhöht, nicht positiv beantwortet werden. Durch das Instrument wurde zwar nur ein Teil der zugeschriebenen Einflüsse untersucht, jedoch waren zumindest hier keine signifikanten Veränderungen festzustellen.⁵⁶ Möglicherweise sind entsprechende Veränderungen schwer zu identifizieren bzw. zu isolieren. Auch wenn in der quantitativen Analyse keine signifikanten Ergebnisse erreicht werden konnten, wurden von den Teilnehmenden jedoch qualitative Lerneffekte beschrieben. Die standardisierte Lehrevaluation (LEva) zeigte gute Ergebnisse bei den Studierenden, die einen grundsätzlichen Lernerfolg bestätigten. Somit ist grundsätzlich nicht zu verneinen, dass die Methode der Szenarioanalyse die Entwicklung spezifischer Kompetenzen fördern kann.

Die vorherigen zusammengefassten Aussagen der Artikel geben bereits zu einem großen Teil Antworten auf die in Abschnitt 3 aufgeworfenen Forschungsfragen. Im Folgenden sollen die Artikel weiter in einen Gesamtzusammenhang gestellt und in Bezug auf die Fragestellungen reflektiert werden.

Aufgrund der Darstellung in der Literatur konnte erwartet werden, dass die Szenarioanalyse vor allem im formalen Kontext einen Einfluss auf die Entwicklung von Kompetenzen hat, da hier die Unterstützung von Lernprozesse im Vordergrund stehen und keine äußeren Einflüsse oder der Druck der Erzeugung „guter“ Szenarien vorliegen. Auch wenn die empirische Studie nicht signifikant zeigt, dass keine Einflüsse auf Lernprozesse bestehen, so ist doch grundsätzlich die Frage aufzuwerfen, ob nicht möglicherweise die der Szenarioanalyse zugeschriebenen Einflüsse überschätzt werden. Für soziale Lernprozesse bei Szenarioanalysen in Praxis und Forschung lassen sich aus der Empirie kaum direkte Rückschlüsse ziehen, jedoch ist zu vermuten, dass ähnliche Ergebnisse in einer Studie erreicht worden wären. Die Studie lässt keine Rückschlüsse auf soziales Lernen im Sinne der Veränderung von gesellschaftlichen Verhaltensmustern zu. Hier ist jedoch anzunehmen, dass das aktive Entwickeln von Szenarien und das gemeinsame Entwickeln von geteilten Zukunftsvorstellungen und damit die direkte Beteiligung am Prozess der Integration unterschiedlichen Wissens und Perspektiven, ein stärkeres soziales Lernen im Sinne des co-learning ermöglicht, als lediglich die passive Rezeption von Erkenntnissen. Eine Beteiligung an den Entwicklungsprozessen hat eine höhere Legitimation und ein größeres Vertrauen der Beteiligten in die Ergebnisse zur Folge (Swart et al. 2004; Kosow/ Gaßner 2008: 81; Pahl-Wostl 2008) bzw. die Ergebnisse sind im Sinne eines „Ownership“ weniger kritikanfällig (Kosow/ Gaßner 2008: 81; Pahl-Wostl 2008). Dies bedeutet für die Nachhaltigkeitsforschung im Allgemeinen und insbesondere für die Entwicklung von Szenarien, dass eine umfassende Einbindung von Stakeholdern in die Prozesse auch zu einem breiteren sozialen Lernen in Richtung eines nachhaltigen Transformationsprozesses der Gesellschaft führen kann. Insbesondere die Schnittstelle zur Implementierung in politische Regulierungen könnte durch Partizipation von Politi-

⁵⁶ Methodenkritik und Überlegungen zur Leistung des Messinstruments befinden sich in Abschnitt 6.5.

ker(inne)n besser „bedient“ werden.⁵⁷ Wals und Leij (2007: 19) sprechen in diesem Zusammenhang vom facilitated social learning.

“Through facilitated social learning, knowledge, values and action competence can develop in harmony to increase an individuals or a groups possibilities to participate more fully and effectively in the resolution of emerging personal, organisational and/or societal issues“.

Die Durchführung einer Szenarioanalyse erfordert im Kontext der Forschung einen großen Einsatz von Ressourcen (Personen, Zeit, Geld etc.). Da deren Einsatz und Erfolg in Bezug auf Lernprozesse bislang nicht belegt werden konnte, könnte die Wirksamkeit zumindest hinterfragt werden, insbesondere wenn davon ausgegangen wird, dass Lernprozesse bei der Beteiligung an einer Szenarioanalyse von selbst erfolgen. Im formalen Lernsetting der Szenarioanalyse kommt daher der lehrenden Person eine sehr wichtige Rolle zu, da sie zum einen Methodenexperte(in) und zum anderen Moderator(in) des angestrebten offenen und kollaborativen Denk- und Lernprozesses ist (vgl. Abschnitt 4.5). Wenn dies auf informelle Settings, den Einsatz der Szenarioanalyse in der Forschungspraxis, übertragen wird, erlangt die Rolle der Moderation in Bezug auf Lernen weitere Bedeutung. So ist es aus der Perspektive des Lernens nicht zielführend, die Partizipation von Stakeholdern und die Denk- und Integrationsschritte der Szenarioanalyse als reinen formalen Akt (Organisationsaufgabe) zu verstehen. Vielmehr sollten diese auch als moderierter Lernprozess betrachtet werden – insbesondere wenn (transdisziplinäre) Forschung soziales Lernen fördern soll. Die Szenarioanalyse kann dazu eine wirkungsvolle Methode sein. Dies bedeutet jedoch für den Einsatz der Szenarioanalyse in der Praxis, dass Lernprozessen der nötige Raum gegeben werden sollte. Es muss sorgfältig abgewogen werden, wie ein sinnvoller Ressourceneinsatz – zu dem ebenfalls die Zeit der Stakeholder gehört – stattfinden kann.

Durch die Beiträge in dieser Arbeit haben sich weitere Fragen und Forschungsbedarf ergeben. Grundsätzlich sind immer noch Lernprozesse durch die Teilnahme an der Szenarioanalyse zu erwarten. Hier ist jedoch auch zu bedenken, dass sich ein großer Teil der entsprechenden Literatur auf die amerikanische (intuitive) Variante der Durchführung einer Szenarioanalyse bezieht. Bislang sind die unterschiedlichen Varianten der Szenarienerstellung in Bezug auf Lernprozesse nicht verglichen worden. So stellt sich beispielsweise die Frage, ob Lernprozesse eher durch intuitive oder durch formale Szenarioentwicklung erreicht werden können. Allgemein wird argumentiert, dass „tacit learning“⁵⁸ besser in strukturierten, formalen Situationen als in offeneren, intuitiven Umgebungen stattfinden kann, insbesondere wenn Akteure außerhalb der Wissenschaft am Lernprozess beteiligt sind (Hogarth 2001). Jedoch kann aus Perspektive der BNE argumentiert werden, dass die intuitive Variante der Szenarioanalyse mehr Platz für Reflexivität und offene Lernprozesse gewährleistet als eine formalisierte Variante. Die Frage gewinnt an Relevanz, wenn die gängige Praxis der Szenarioentwicklung im deutschsprachigen mit dem englischsprachigen Raum verglichen wird. Im Diskurs um Stakeholderintegration und soziales Lernen wurde der Vorschlag der Typologisierung einer Szenarioanalyse als RIMA⁵⁹ gemacht, der sich jedoch

⁵⁷ Szenarien können daher auch sehr gute Medien zur Kommunikation sein, auch zur Schnittstelle Expert(inn)en-Wissenschaft-Politik (Swart et al. 2004; Brewer 2007).

⁵⁸ Tacit learning entspricht weitestgehend sozialem Lernen in informellen Kontexten (Hogarth 2001).

⁵⁹ reflexive, interventionist multi agent (Wilkinson/ Eidinow 2008)

auf eher intuitiv ausgerichtete Verfahren bezieht. Somit bleiben hier in Bezug auf Lernprozesse offene Fragen, die in Zukunft geklärt werden können.

Möglicherweise sind die erwarteten Lernerfolge durch eine Teilnahme an einer Szenarioanalyse, schwieriger zu identifizieren als angenommen, bzw. entfalten die Lernprozesse eher langfristig ihre Wirkung. Die in der empirischen Studie vorgenommene (post) Messung fand direkt im Anschluss an die Bildungsmaßnahme statt und kann keine langfristigen Veränderungen abdecken. Hier würde eine längerfristige empirische Untersuchung, um Veränderungen bei mentalen Modellen und entsprechenden Kompetenzen nachzuweisen, weitere Informationen liefern. Auch könnten neue oder andere Verfahren zur Kompetenzmessung weitere Erkenntnisse liefern und eine vergleichende Untersuchung wäre wünschenswert. Der Similarity Judgement Test zur Messung des vernetzten Denkens ist mittlerweile weiter entwickelt worden und wird bei einer Gruppe von 45 Studierenden, die seit Oktober 2010 für vier Semester den Minor Nachhaltigkeitshumanwissenschaften an der Leuphana Universität Lüneburg studieren, eingesetzt. Somit ist bereits der Grundstein für eine Langzeitstudie gelegt worden, auch wenn hier die Szenarioanalyse nur einen Teil des Lernprozesses ausmachen wird. Grundsätzlich steht die Lernforschung vor großen Herausforderungen und es zeigt sich, dass insbesondere die Kompetenzmessung noch stark weiterentwickelt werden muss. Wie in Absatz 2.2 beschrieben, geht die Forschungsförderung aktuell genau in diese Richtung. Diese Arbeit hat hier einen Betrag geleistet, auf den weiter aufgebaut werden kann.

Trotz des bislang nicht gelungenen quantitativen empirischen Belegs für die Förderung bestimmter Kompetenzen, konnten in dieser Arbeit aus der Perspektive der BNE die Schritte der Szenarioanalyse analysiert und theoretisch Kompetenzen abgeleitet werden. So konnte verdeutlicht werden, dass mit Hilfe der Szenarioanalyse ein Setting geschaffen werden kann, in dem individuelle mentale Modelle und Handlungsmuster hinterfragt und Kompetenzen im Umgang mit komplexen Problemen gefördert werden und somit letztendlich individuelles und soziales Lernen für eine nachhaltige Entwicklung ermöglicht werden kann.

8 Literatur

- Adensam, Heidi/ Gaube, Veronika/ Haberl, Helmut/ Lutz, Julia/ Reisinger, Harald Breinesberger Josef/ Colard, Armand/ Aigner, Bettina/ Maier, Rudolf/ Punz, Wolfgang (2007): Landnutzung und landwirtschaftliche Entscheidungsstrukturen. Partizipative Entwicklung von Szenarien für das Traisental mit Hilfe eines agentenbasierten Modells. Alpen-Adria Universität Klagenfurt. Wien.
- Adomßent, Maik/ Godemann, Jasmin (2007): Umwelt-, Risiko-, Wissenschafts- und Nachhaltigkeitskommunikation. In: Michelsen, Gerd/ Godemann, Jasmin (Hrsg.): Handbuch Nachhaltigkeitskommunikation. Grundlagen und Praxis. 2. Aufl., München, S. 42-52.
- Adomßent, Maik/ Michelsen, Gerd (2010): Transdisziplinäre Nachhaltigkeitswissenschaften. In: Heinrichs, Harald/ Kuhn, Katina/ Newig, Jens (Hrsg.): Nachhaltige Entwicklung ? Welche Rolle für Partizipation und Kooperation? Wiesbaden, S. 98-116.
- Adomßent, Maik/ Albrecht, Patrick/ Barth, Matthias/ Burandt, Simon/ Franz-Balsen, Angela/ Godemann, Jasmin/ Rieckmann, Marco (2008): Szenarienentwicklung für die »nachhaltige Hochschule« - ein Beitrag für die Hochschulforschung?! In: die hochschule. journal für wissenschaft und bildung. H. 1, S. 23-40.
- Albrecht, Patrick/ Burandt, Simon/ Schaltegger, Stefan (2007): Do sustainability projects stimulate organizational learning in universities? In: International Journal of Sustainability in Higher Education. Bd. 8, H. 4, S. 403-415.
- Albrecht, Patrick/ Barth, Matthias/ Burandt, Simon/ Rieckmann, Marco (2008a): Den Wandel begreifen. Szenarien für eine nachhaltige Hochschulentwicklung. In: Michelsen, Gerd/ Adomßent, Maik/ Godemann, Jasmin (Hrsg.): "Sustainable University". Nachhaltige Entwicklung als Strategie und Ziel von Hochschulentwicklung. Innovation in den Hochschulen: Nachhaltige Entwicklung. Frankfurt am Main, S. 130-150.
- Albrecht, Patrick/ Burandt, Simon/ Schaltegger, Stefan (2008b): Organisationalen Wandel fördern. Interventionen zur Verankerung nachhaltiger Entwicklung in der Hochschule. In: Michelsen, Gerd/ Adomßent, Maik/ Godemann, Jasmin (Hrsg.): "Sustainable University". Nachhaltige Entwicklung als Strategie und Ziel von Hochschulentwicklung. Innovation in den Hochschulen: Nachhaltige Entwicklung. Frankfurt am Main, S. 95-109.
- Alcamo, Joseph (2008a): 1. Introduction: the Case for Scenarios of the Environment. In: Alcamo, Joseph (Hrsg.): Environmental futures. The practice of environmental scenario analysis. Amsterdam; Boston, S. 1-12.
- Alcamo, Joseph (2008b): The SAS Approach: Combining Qualitative and Quantitative Knowledge in Environmental Scenarios. In: Alcamo, Joseph (Hrsg.): Environmental futures. The practice of environmental scenario analysis. Amsterdam; Boston, S. 123-150.
- Archut, Andreas (Hrsg.) (2008): Handbuch Wissenschaft kommunizieren. Öffentlichkeitsarbeit, Transfer und Marketing für Lehre und Forschung. Berlin.
- Argyris, Chris/ Schön, Donald A. (1996): Organizational learning II. Theory, Method, and Practice. Organization development series. Reading, Mass.
- Bandura, Albert (1973): Aggression. A social learning analysis. The Prentice-Hall series in social learning theory. Englewood Cliffs, NJ.
- Bandura, Albert (1977): Social learning theory. Prentice-Hall series in social learning theory. Englewood Cliffs, NJ.
- Barth, Matthias (2007): Gestaltungskompetenz durch Neue Medien? Die Rolle des Lernens mit Neuen Medien in der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Umweltkommunikation. Bd. 4, Berlin.

- Barth, Matthias (2008): Das Lernen mit Neuen Medien als Ansatz zur Vermittlung von Gestaltungskompetenz. In: Bormann, Inka/ de Haan, Gerhard (Hrsg.): Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde. Wiesbaden, S. 199-213.
- Barth, Matthias (2009): Assessment of Key Competencies – a conceptual framework. In: Adomßent, Maik/ Barth, Matthias/ Beringer, Almut (Hrsg.): World in Transition - Sustainability Perspectives for Higher Education. Frankfurt, S. 93-100.
- Barth, Matthias/ Godemann, Jasmin/ Rieckmann, Marco/ Stoltenberg, Ute (2007): Developing Key Competencies for Sustainable Development in Higher Education. In: International Journal of Sustainability in Higher Education. Bd. 8, H. 4, S. 416-430.
- Bauknecht, Dierk/ Voß, Jan-Peter/ Bunke, Dirk/ Manike, Katja (2003): Management transdisziplinärer Forschung. Arbeitspapier im Projekt „Schnittstellenentwicklung zur Integration akademischer und praxisbezogener Forschung im Bereich Sozial-Ökologie“. Öko-Institut - Institut für angewandte Ökologie e.V.
- Becker, Egon/ Jahn, Thomas (2006): Soziale Ökologie. Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen. Frankfurt am Main.
- Bergmann, Matthias (Hrsg.) (2008): Transdisziplinäre Forschung. Integrative Forschungsprozesse verstehen und bewerten. Frankfurt/Main.
- Bergmann, Matthias/ Jahn, Thomas/ Knobloch, Tobias/ Krohn, Wolfgang/ Pohl, Christian/ Schramm, Engelbert (2010): Methoden transdisziplinärer Forschung. Ein Überblick mit Anwendungsbeispielen. Frankfurt am Main.
- BLK, Bund-Länder-Kommission (1998): Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Orientierungsrahmen. Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung. Bonn.
- BMBF, Bundesministerium für Bildung und Forschung (2009): Bekanntmachung. Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Rahmen der Sozial-ökologischen Forschung zum Themenschwerpunkt "Soziale Dimensionen von Klimaschutz und Klimawandel". Unter: <http://www.bmbf.de/foerderungen/13484.php> (Stand: 08.01.2011).
- BMBF, Bundesministerium für Bildung und Forschung (2010): Bekanntmachung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung von Richtlinien zur Förderung von Forschungspotenzialen im Bereich "Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)". Unter: <http://www.bmbf.de/foerderungen/15498.php> (Stand: 11.02.2011).
- BMU, Bundesministerium für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit (o. J.): Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro ; Dokumente ; Agenda 21. Unter: <http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/agenda21.pdf> (Stand: 31.01.2011).
- Bood, Robert/ Postma, Theo (1997): Strategic Learning with Scenarios. In: European management journal. Bd. 15, H. 6, S. 633-647.
- Borjeson, Lena/ Hojer, Mattias/ Dreborg, Karl-Henrik/ Ekvall, Tomas/ Finnveden, Goran (2006): Scenario types and techniques: Towards a user's guide. In: Futures. Bd. 38, H. 7, S. 723-739.
- Bormann, Inka/ de Haan, Gerhard (Hrsg.) (2008): Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde. Wiesbaden.
- Boyce, Barry (2008): Complexity, Chaos, Collapse, Community, Creativity, Compassion. Why We Need New Ways of Thinking. In: Shambhala Sun. September, S. 41-47, 104-105.
- Brand, Karl-Werner (2000): Nachhaltigkeitsforschung - Besonderheiten, Probleme und Erfordernisse eines neuen Forschungstypus. In: Brand, Karl-Werner (Hrsg.): Nachhaltige

- Entwicklung und Transdisziplinarität. Besonderheiten, Probleme und Erfordernisse der Nachhaltigkeitsforschung. Angewandte Umweltforschung Berlin, S. 9-30.
- Brewer, Garry D. (2007): Inventing the future: scenarios, imagination, mastery and control. In: Sustainability Science. Bd. 2, H. 2, S. 159-177.
- Burandt, Simon/ Döscher, Kerstin/ Fuisz, Sonja-Katrin/ Helgenberger, Sebastian/ Maly, Lena (2003): Transdisziplinäre Fallstudien in Lüneburg. Beschreibung eines Entwicklungskonzepts hin zur angewandten Erweiterung des Curriculums an der Universität Lüneburg. Lüneburg, Zürich.
- Burt, George/ van der Heijden, Kees (2003): First steps: towards purposeful activities in scenario thinking and future studies. In: Futures. Bd. 35, H. 10, S. 1011-1026.
- Caldwell, Christine/ Whiten, Andrew (2002): Evolutionary perspectives on imitation. is a comparative psychology of social learning possible? In: Animal Cognition. Bd. 5, H. 4, S. 193-208.
- Carpenter, Steve R./ Pingali, Prabhu L./ Bennett, Elena M./ Zurek, Monika B. (Hrsg.) (2005): Ecosystems and human well-being. Scenarios, Volume 2, Findings of the Scenarios Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment Washington, DC.
- Clark, William C. (2001): Research Systems for a Transition Toward Sustainability. In: GAIA. Bd. 10, H. 4, S. 264-266.
- Clark, William C./ Dickson, Nancy M. (2003): Science and Technology for Sustainable Development Special Feature: Sustainability science: The emerging research program. In: Proceedings of the National Academy of Sciences. Bd. 100, H. 14, S. 8059-8061.
- Commission on Sustainable Development (Hrsg.) (1997): Report of the Secretary-General: Overall progress achieved since the United Nations Conference on Environment and Development. Addendum: Promoting education, public awareness and training. Bd. 2006,
- Conway, Maree (2004): Scenario Planning: An Innovative Approach to Strategy Development. Paper presented at Better the DEVIL you know: 2004 Australasian Association for Institutional Research (AAIR) Forum, Hobart, Tasmania, Australia, September 2004. Melbourne.
- Cosgrove, William J./ Rijsberman, Frank R. (2000): World water vision. Making water everybody's business. London.
- Daum, Jürgen (2001): How scenario planning can significantly reduce strategic risks and boost value in the innovation chain. In: The New Economy Analyst Report. Bd. 8, September 2001.
- de Haan, Gerhard (2002): Die Kernthemen der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. In: ZEP -Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik. Bd. 25, H. 1, S. 13-20.
- de Haan, Gerhard (2008): Gestaltungskompetenz als Kompetenzkonzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Bormann, Inka/ de Haan, Gerhard (Hrsg.): Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde. Wiesbaden, S. 23-43.
- de Haan, Gerhard/ Seitz, Klaus (2001): Kriterien für die Umsetzung eines internationalen Bildungsauftrages. Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: 21 - Das Leben gestalten lernen. H. 1, S. 58-62.
- de Haan, Gerhard/ Kamp, G/ Lerch, A/ Martignon, L/ Müller-Christ, G/ Nutzinger, H. G. (2008): Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit. Grundlagen und schulpraktische Konsequenzen. Berlin, Heidelberg.

- Defila, Rico/ Di Giulio, Antonietta/ Scheuermann, Michael (2006): Forschungsverbundmanagement. Handbuch für die Gestaltung inter- und transdisziplinärer Projekte. Zürich.
- DGFE, Kommission "Bildung für eine nachhaltige Entwicklung" der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft (2004): Forschungsprogramm "Bildung für eine nachhaltige Entwicklung". Unter: "http://www.umweltbildung.uni-osnabrueck.de/pub/uploads/Dgfe-bne/bfn_forschungsprogramm2004.pdf" (Stand: 10.03.2009).
- Dohmen, Günther (2001): Günther. Die internationale Erschließung einer bisher vernachlässigten Grundform menschlichen Lernens für das lebenslange Lernen aller. BMBF, Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Duden (2011): Konsistenz. Unter: <http://www.duden.de/definition/konsistenz> (Stand: 25.02.2011).
- EEA (2008): Summary of the review of forward-looking studies in the Pan-European region. Unter: http://scenarios.ew.eea.europa.eu/foI585720/overview-available-forward-looking-studies/wider-europe/summary-2007-review/Summary_of_the_review_Pan-Eu_for_EW.doc/download (Stand: 05.02.2011).
- EEA, European Environment Agency (2007): Land-use scenarios for Europe: qualitative and quantitative analysis on a European scale. EEA Technical report. 9/2007, Luxemburg.
- Eggert, Sabina/ Bögeholz, Susanne (2006): Göttinger Modell der Bewertungskompetenz – Teilkompetenz „Bewerten, Entscheiden und Reflektieren“ für Gestaltungsaufgaben Nachhaltiger Entwicklung. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften. Bd. 12, S. 177-197.
- Eickhout, Bas/ van Meijl, Hans/ Tabeau, Andrezej/ van Rheenen, T. (2007): Economic and ecological consequences of four European land use scenarios. In: Land Use Policy. Bd. 24, H. 3, S. 562-575.
- Elsholz, Uwe (2002): Kompetenzentwicklung zur reflexiven Handlungsfähigkeit. In: Dehnbostel, Peter/ Elsholz, Uwe/ Meister, Jörg/ Meyer-Menk, Julia (Hrsg.): Vernetzte Kompetenzentwicklung: Alternative Positionen zur Weiterbildung. Berlin, S. 31-43.
- Erpenbeck, John/ Heyse, Volker (1996): Berufliche Weiterbildung und berufliche Kompetenzentwicklung. In: Arbeitsgemeinschaft Qualifikations-Entwicklungs-Management (Hrsg.): Kompetenzentwicklung '96: Strukturwandel und Trends in der betrieblichen Weiterbildung. Münster, S. 15-152.
- Erpenbeck, John/ Heyse, Volker (1999): Kompetenzbiographie - Kompetenzmilieu - Kompetenztransfer. Quem –report. Heft 62. Berlin.
- ETH Zürich (2010): NSSI - Former Case Studies and their products. Unter: http://www.uns.ethz.ch/translab/cs_former (Stand: 12.02.2011).
- Europäische Minister: Bergen-Kommuniqué. Der europäische Hochschulraum - die Ziele verwirklichen, Kommuniqué der Konferenz der für die Hochschulen zuständigen europäischen Ministerinnen und Minister, Bergen, 19.-20. Mai 2005. Unter: http://www.bmbf.de/pubRD/bergen_kommunique_dt.pdf (Stand: 17.02.2011).
- Europäische Minister (2007): Londoner Kommuniqué. Auf dem Wege zum Europäischen Hochschulraum: Antworten auf die Herausforderungen der Globalisierung, Kommuniqué der Konferenz der für die Hochschulen zuständigen europäischen Ministerinnen und Minister, 17.- 18. Mai 2007 in London. Unter: http://www.bmbf.de/pubRD/Londoner_Kommunique_Bologna_d.pdf (Stand: 17.02.2011).
- Felt, Ulrike (2002): Bildung durch Wissenschaft. Schlaglichter einer Auseinandersetzung um die Beziehung zwischen Wissenschaften und ihren Öffentlichkeiten. In: DIE Zeitschrift für Erwachsenenbildung. April, S. 1-5.

- Fenner, Kathrin/ Escher, Beate (2006): Umweltchemie und Ökotoxikologie im Spannungsfeld von Wissenschaft und Praxis. In: GAIA. Bd. 15, H. 2, S. 121-126.
- Fink, Alexander/ Siebe, Andreas/ Kuhle, Jens-Peter (2004): How scenarios support strategic early warning processes. In: Foresight. Bd. 6, H. 3, S. 173-185.
- Fink, Alexander/ Schlake, Oliver/ Siebe, Andreas (2001): Erfolg durch Szenario-Management. Prinzip und Werkzeuge der strategischen Vorausschau. 2. Aufl., Frankfurt/Main; New York.
- Flechtheim, Ossip Kurt (1972): Futurologie. Der Kampf um die Zukunft. Köln.
- Funtowicz, Silvio/ Ravetz, Jerome (1993): The Emergence of Post-normal Science. In: Schomberg, René von (Hrsg.): Science, Politics and Morality. Scientific uncertainty and decision making. Dordrecht, S. 85-122.
- Gausemeier, Jürgen/ Fink, Alexander/ Schlake, Oliver (1995): Szenario-Management. Planen und Führen mit Szenarien. München; Wien.
- Gibbons, Michael (1994): The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies. London.
- Glasser, Harold (2007): Minding in the gap: The role of social learning in linking our stated desire for a more sustainable world to our everyday actions and policies. In: Wals, Arjen E. J. (Hrsg.): Social learning towards a sustainable world. Principles, perspectives, and praxis. Wageningen, S. 35-62.
- Godet, Michel (1986): Introduction to la prospective. Seven key ideas and one scenario method. In: Futures. Bd. 18, H. 2, S. 134-157.
- Godet, Michel (2000): The Art of Scenarios and Strategic Planning Tools and Pitfalls. In: Technological forecasting & social change. Bd. 65, H. 1, S. 3-22.
- Godet, Michel (2006): Creating futures. Scenario planning as a strategic management tool. 2. Aufl., London.
- Gruppe 2004 (2004): Hochschule neu denken. Neuorientierung im Horizont der Nachhaltigkeit; ein Memorandum. Frankfurt am Main.
- Haan, Gerhard de/ Harenberg, Dorothee (1999): Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Gutachten zum Programm. Bonn.
- Hagenhoff, Svenja/ Seidenfaden, Lutz/ Ortelbach, Björn/ Schumann, Matthias (2007): Neue Formen der Wissenschaftskommunikation. Eine Fallstudienuntersuchung. Göttinger Schriften zur Internetforschung. Göttingen.
- Hartig, Johannes/ Klieme, Eckhard/ Leutner, Detlev (Hrsg.) (2008): Assessment of competencies in educational contexts. State of the art and future prospects. Cambridge, Mass.
- Hassan, Rashid M./ Scholes, Robert/ Ash, Neville (2005): Ecosystems and human well-being. 1. Aufl., Washington (DC), Covelo, London.
- Heinrichs, Harald (2003): 'Sustainability Science': Neues Selbstverständnis und neue Konzepte in der Wissenschaft. In: Volkens, Anette/ Fischer, Corinna/ Karmanski, Andreas/ Bartelt, Sonja/ Heinrichs, Harald/ Volkens, Annette (Hrsg.): Orte nachhaltiger Entwicklung: Transdisziplinäre Perspektiven. Tagungsband zum Kongress "Orte nachhaltiger Entwicklung". Berlin, S. 10-14.
- Hogarth, Robin M. (2001): Educating intuition. Chicago.
- Horx, Matthias (o. J.): Future Science: Eine Trans-Disziplin. Unter: <http://www.horx.com/Zukunftsforschung/Docs/01-G-04-Future-Science-eine-Trans-Disziplin.pdf> (Stand: 05.02.2011).

- Hunecke, Marcel (2006): Eine forschungsmethodologische Heuristik zur sozialen Ökologie. Ergebnisse sozial-ökologischer Forschung. München.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2000): IPCC Special Report Emissions Scenarios. Summary for policymakers. S.I.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2007): Climate Change 2007: Synthesis Report. Unter: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf (Stand: 10.02.2011).
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2010): IPCC DDC Definitions and Terms. Unter: Intergovernmental Panel on Climate Change (Stand: 10.02.2011).
- Jaeger, Jill/ Rothman, Dale/ Anastasi, Chris/ Kartha, Sivan/ van Notten, Philip W. F. (2007): Geo Resource Book - A training manual on integrated environmental assessment and reporting. Training Module 6, Scenario development and analysis. International Institute for Sustainable Development.
- Jahn, Thomas (2008): Transdisziplinarität in der Forschungspraxis. In: Bergmann, Matthias (Hrsg.): Transdisziplinäre Forschung. Integrative Forschungsprozesse verstehen und bewerten. Frankfurt/Main, S. 21-37.
- Jerneck, Anne/ Olsson, Lennart/ Ness, Barry/ Anderberg, Stefan/ Baier, Matthias/ Clark, Eric/ Hickler, Thomas/ Hornborg, Alf/ Kronsell, Annica/ Lövbrand, Eva/ Persson, Johannes (2011): Structuring sustainability science. In: Sustainability Science. Bd. 6, H. 1, S. 69-82.
- Kahane, Adam (2001): How to Change the World: Lessons for Entrepreneurs from Activists. In: Reflections. Bd. 2, H. 3, S. 16-29.
- Kahn, Herman/ Wiener, Anthony (1962): Thinking About the Unthinkable. New York.
- Kates, Robert W./ Clark, William C./ Corell, Robert/ Michael, Hall/ Jaeger, Carlo C./ Lowe, Ian/ McCarthy, James J./ Schellnhuber, Hans Joachim/ Bolin, Bert/ Dickson, Nancy M./ Faucheux, Sylvie/ Gallopin, Gilberto C./ Gruebler, Arnulf/ Huntley, Brian/ Jäger, Jill/ Jodha, Narpal S./ Kaspersen, Roger E./ Mabogunje, Akin/ Pamela, Matson/ Harold, Mooney/ Moore III, Berrien/ O’Riordan, Timothy/ Svedin, Uno (2001): Sustainability Science. In: Science. Bd. 292, H. 5517, S. 641-642.
- Keen, Meg/ Brown, Valerie A./ Dyball, Rob (2005): Social learning in environmental management. Towards a sustainable future. London, Sterling.
- Keil, Florian (2005): Qualitativ-quantitative Szenarien als Methode transdisziplinärer Integration. Manuskript eines Beitrages auf dem Workshop „Interdisziplinäre Wissenssynthesen“ am 30. Juni und 1. Juli 2005 in Darmstadt. Workshop „Interdisziplinäre Wissenssynthesen“. Darmstadt.
- Keil, Florian/ Stieß, Immanuel (2007): Wissen, was wir nicht wissen: Umweltforschung als gesellschaftlicher Lernprozess. In: GAIA. Bd. 16, H. 3, S. 193-199.
- Kemp, René/ Martens, Pim (2007): Sustainable development: how to manage something that is subjective and never can be achieved? In: Sustainability: Science, Practice and Policy. Bd. 3, H. 2,
- Klimecki, Rüdiger G/ Laßleben, Hermann/ Thomae, Markus (1999): Organisationales Lernen. Ein Ansatz zur Integration von Theorie, Empirie und Gestaltung, Management Forschung und Praxis Nr. 26. Unter: http://www.ub.uni-konstanz.de/kops/volltexte/1999/335/pdf/335_1.pdf (Stand: 23.02.2011).
- Koeppe, Karoline/ Hartig, Johannes/ Klieme, Eckhard/ Leutner, Detlev (2008): Current Issues in Competence Modeling and Assessment. In: Zeitschrift für Psychologie / Journal of Psychology. Bd. 216, H. 2, S. 61-73.

- Kok, Kasper/ Biggs, Reinetta/ Zurek, Monika (2007): Methods for Developing Multiscale Participatory Scenarios: Insights from Southern Africa and Europe. In: Ecology and Society. Bd. 13, H. 1,
- Kopfmüller, Jürgen (2001): Nachhaltige Entwicklung integrativ betrachtet. Konstitutive Elemente, Regeln, Indikatoren. Global zukunftsfähige Entwicklung - Perspektiven für Deutschland. Bd. 1, Berlin.
- Kosow, Hannah/ Gaßner, Robert (2008): Methoden der Zukunfts- und Szenarioanalyse. Überblick, Bewertung und Auswahlkriterien. Werkstattbericht. Bd. 103, Berlin.
- Lamberson, PJ (2010): Social Learning in Social Networks. In: The B.E. Journal of Theoretical Economics. Bd. 10, H. 1,
- Liu, Yuqiong/ Gupta, Hoshin/ Springer, Everett/ Wagener, Thorsten (2008): Linking science with environmental decision making: Experiences from an integrated modeling approach to supporting sustainable water resources management. In: Environmental Modelling & Software. Bd. 23, H. 7, S. 846-858.
- Martens, Pim (2006): Sustainability: science or fiction? In: Sustainability: Science, Practice and Policy. Bd. 2, H. 1, S. 36-41.
- Martens, Pim/ Rotmans, Jan (2005): Transitions in a globalising world. In: Futures. Bd. 37, H. 10, S. 1133-1144 // 1133–1144.
- Martens, Pim/ Roorda, Niko/ Cörvers, Ron (2010): The Need for New Paradigms. In: Sustainability: The Journal of Record. Bd. 3, H. 5, S. 294-303.
- Meadows, Donella H./ Randers, Jorgen/ Meadows, Dennis L./ Behrens, William W. (1972): The Limits to growth. A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind. New York.
- Meinert, Sascha (2009): Globalisierung lernen - Scenario Building als Instrument der politischen Bildung. In: Overwien, Bernd/ Rathenow, Hanns-Fred (Hrsg.): Globalisierung fordert politische Bildung. Politisches Lernen im globalen Kontext. Leverkusen Opladen, S. 229-241.
- Meyer-Schönherr, Mirko (1992): Szenario-Technik als Instrument der strategischen Planung. Schriftenreihe Unternehmensführung. Braunschweig.
- Michelsen, Gerd (2006): Bildung für eine nachhaltige Entwicklung: Meilensteine auf einem langen Weg. In: Tiemeyer, Ernst/ Wilbers, Karl (Hrsg.): Berufliche Bildung für nachhaltiges Wirtschaften. Konzepte, Curricula, Methoden, Beispiele. Bielefeld, S. 7-32.
- Michelsen, Gerd (2009): Kompetenzen und Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. In: Lucker, Thomas/ Kölsch, Oskar (Hrsg.): Naturschutz und Bildung für nachhaltige Entwicklung. Ergebnisse des F+E-Vorhabens "Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) - Positionierung des Naturschutzes". Bonn, Bad Godesberg, S. 45-57.
- Michelsen, Gerd/ Godemann, Jasmin (Hrsg.) (2007): Handbuch Nachhaltigkeitskommunikation. Grundlagen und Praxis. 2. Aufl., München.
- Mietzner, Dana (2009): Strategische Vorausschau und Szenarioanalysen. Methodenevaluation und neue Ansätze. 1. Aufl., Wiesbaden.
- Morton, Thomas A./ Rabinovich, Anna/ Marshall, Dan/ Bretschneider, Pamela (2011): The future that may (or may not) come: How framing changes responses to uncertainty in climate change communications. In: Global Environmental Change. Bd. 21, H. 1, S. 103-109.
- Nassauer, Joan I./ Corry, Robert C. (2004): Using normative scenarios in landscape ecology. In: Landscape ecology. Bd. 19, H. 4, S. 343-356.

- Nölting, Benjamin/ Voß, Jan-Peter/ Hayn, Doris (2004): Nachhaltigkeitsforschung - jenseits von Disziplinierung und anything goes. In: GAIA. H. 4, S. 254-261.
- Norman, Kent (2002): Collaborative Interactions in support of Learning. Models, Metaphors and Management. In: Hazemi, Reza/ Hailes, Stephen (Hrsg.): The digital university: building a learning community. Computer supported cooperative work. London, S. 41-56.
- Nowotny, Helga/ Scott, Peter/ Gibbons, Michael (2001): Re-thinking science. Knowledge and the public in an age of uncertainty. Cambridge.
- Overwien, Bernd (2005): Stichwort: Informelles lernen. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft. Bd. 8, H. 3, S. 339-355.
- Pahl-Wostl, Claudia (2008): Participation in Building Environmental Scenarios. In: Alcamo, Joseph (Hrsg.): Environmental futures. The practice of environmental scenario analysis. Amsterdam; Boston, S. 105-122.
- Parson, Edward A./ Clark, William C. (1995): Sustainable development as social learning: Theoretical perspectives and practical challenges for the design of a research program. In: Gunderson, Lance H. (Hrsg.): Barriers and bridges to the renewal of ecosystems and institutions. New York, S. 428-460.
- Parson, Edward A./ Burkett, Virginia R./ Fisher-Vanden, Karen/ Keith, David W./ Mearns, Linda O./ Pitcher, Hugh M./ Rosenzweig, Cynthia E./ Webster, Mort D. (2007): Global-Change Scenarios Their Development and Use. Synthesis and Assessment Product 2.1b, Report by the US Climate Change Science Program.
- Plieninger, Tobias (2009): Marktbasierende Instrumente für Ökosystemleistungen – Triebkräfte, Wirkungen und Gestaltungsmöglichkeiten am Beispiel von Klima- und Naturschutz in mitteleuropäischen Kulturlandschaften. Unter: http://www.oekosystemleistungen.de/dateien/projektskizze_auszug.pdf (Stand: 10.02.2011).
- Pohl, Christian/ Hirsch Hadorn, Gertrude (2006): Gestaltungsprinzipien für die transdisziplinäre Forschung. Ein Beitrag des td-net. München.
- Pohl, Christian/ Hirsch Hadorn, Gertrude (2008): Gestaltung transdisziplinärer Forschung. In: Sozialwissenschaften und Berufspraxis. Bd. 31, H. 1, S. 5-22.
- Postma, Theo J.B.M/ Liebl, Franz (2005): How to improve scenario analysis as a strategic management tool? In: Technological Forecasting and Social Change. Bd. 72, H. 2, S. 161-173.
- Quist, Jaco/ Rammelt, Crelis/ Overschie, Mariette/ Werk, Gertjan de (2006): Backcasting for sustainability in engineering education: the case of Delft University of Technology. In: Journal of Cleaner Production. Bd. 14, 9-11, S. 868-876.
- Raskin, Paul D. (2005): Global Scenarios: Background Review for the Millennium Ecosystem Assessment. In: Ecosystems. Bd. 8, H. 2, S. 133-142.
- Raskin, Paul/ Gallopin, Gilberto C./ Gutman, Pablo/ Hammond, Al/ Swart, Rob J. (1998): Bending the curve. Toward global sustainability. Nairobi, Kenya.
- Reed, Mark S./ Evely, Anna C./ Cundill, Georgina/ Fazey, Ioan/ Glass, Jayne/ Laing, Adele/ Newig, Jens/ Parrish, Brad/ Prell, Christina/ Raymond, Chris/ Stringer, Lindsay (2010): What is social learning? Response to Pahl-Wostl. 2006. "The Importance of Social Learning in Restoring the Multifunctionality of Rivers and Floodplains". In: Ecology and Society. Bd. 15, H. 4, S. 1-10.
- Reibnitz, Ute von (1992): Szenario-Technik: Instrumente für die unternehmerische und persönliche Erfolgsplanung. 2. Aufl, Wiesbaden.

- Retzmann, Thomas (2001): Die Szenario-Technik. Eine Methode für ganzheitliches Lernen im Lernfeld Arbeitslehre. Unter: <http://www.sowi-online.de/methoden/dokumente/retzmszen.htm> (Stand: 20.01.2011).
- Rieckmann, Marco (2007): Globales Lernen in informellen Settings an Hochschulen. In: ZEP - Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik. Bd. 30, H. 1, S. 7-10.
- Rieckmann, Marco (2010): Die globale Perspektive der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Umweltkommunikation. Bd. 7, Berlin, Lüneburg.
- Robinson, J. (2003): Future subjunctive: backcasting as social learning. In: Futures. Bd. 35, H. 8, S. 839-856.
- Rode, Horst (2005): Motivation, Transfer und Gestaltungskompetenz. Ergebnisse der Abschlussevaluation des BLK Programms "21" 1999-2004. 1. Aufl., Berlin.
- Rost, Jürgen (2008): Zur Messung von Kompetenzen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Bormann, Inka/ de Haan, Gerhard (Hrsg.): Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde. Wiesbaden, S. 61-73.
- Rost, Jürgen/ Lauströer, Andrea/ Raack, Ninja (2004): Abschlussbericht zum Projekt Fragebogen "Gestaltungskompetenz". Leibnitz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften. Kiel.
- Rotmans, Jan/ van Asselt, Marjolein/ Greeuw, Sandra/ Mellors, Joanne/ Peters, Simone/ Rothman, Dale/ Rijkens, Nicole (2000): Visions for a sustainable Europe. In: Futures. Bd. 32, 9-10, S. 809-831.
- Rychen, Dominique Simone (2001): Defining and selecting key competencies. Seattle, Toronto, Bern, Göttingen.
- Rychen, Dominique Simone (2003): Key Competencies for a successful life and a well-functioning society. Cambridge.
- Rychen, Dominique Simone/ Salganik, Laura Hersh (2003): A holistic model of competence. In: Rychen, Dominique Simone (Hrsg.): Key competencies for a successful life and well-functioning society. Cambridge, S. 41-62.
- Schoemaker, Paul J. H. (1995): Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking. In: Sloan management Review. Bd. 36, H. 2, S. 25-40.
- Scholz, Roland W./ Lang, Daniel J./ Wiek, Arnim/ Walter, Alexander I./ Stauffacher, Michael (2006): Transdisciplinary case studies as a means of sustainability learning: Historical framework and theory. In: International Journal of Sustainability in Higher Education. Bd. 7, H. 3, S. 226-251.
- Scholz, Roland W./ Tietje, Olaf (2002): Embedded case study methods. Integrating quantitative and qualitative knowledge. Thousand Oaks, Calif.
- Schugurensky, Daniel/ Myers, John P. (2008): Informal Civic Learning Through Engagement in Local Democracy: The Case of the Seniors' Task Force of Healthy City Toronto. In: Church, Kathryn/ Bascia, Nina/ Shragge, Eric (Hrsg.): Learning through Community. Exploring Participatory Practices. Dordrecht, S. 73-95.
- Schwartz, Peter (2005): The art of the long view. Planning for the future in an uncertain world. Reprinted, Chichester.
- Shrivastava, Paul (1983): A Typology of Organizational Learning Systems. In: Journal of Management Studies. Bd. 20, H. 1, S. 7-28.

- Shrivastava, Paul (1995): The Role of Corporations in Achieving Ecological Sustainability. In: The Academy of Management Review. Bd. 20, H. 4, S. 936-960.
- Siebenhüner, Bernd (2004): Social learning and sustainability science: which role can stakeholder participation play? In: International Journal of Sustainable Development. Bd. 7, H. 2, S. 146-163.
- Siebenhüner, Bernd/ Arnold, Marlen (2007): Organizational learning to manage sustainable development. In: Business Strategy and the Environment. Bd. 16, H. 5, S. 339-353.
- Spoerri, Andy/ Lang, Daniel J./ Binder, Claudia R./ Scholz, Roland W. (2009): Expert-based scenarios for strategic waste and resource management planning—C&D waste recycling in the Canton of Zurich, Switzerland. In: Resources, Conservation and Recycling. Bd. 53, H. 10, S. 592-600.
- Sprey, Michael (2003): Zukunftsorientiertes Lernen mit der Szenario-Methode. Bad Heilbrunn/Obb.
- SRU, Sachverständigenrat für Umweltfragen (2004): Umweltgutachten 1994. Für eine dauerhaftumweltgerechte Entwicklung. Stuttgart.
- Steiner, Gerald/ Posch, Alfred (2006): Higher education for sustainability by means of transdisciplinary case studies: an innovative approach for solving complex, real-world problems. In: Journal of Cleaner Production. Bd. 14, 9-11, S. 877-890.
- Steinmann, Bodo/ Weber, Birgit (Hrsg.) (1995): Handlungsorientierte Methoden in der Ökonomie. Neusäss.
- Swart, Rob J./ Raskin, Paul/ Robinson, John (2004): The problem of the future: sustainability science and scenario analysis. In: Global Environmental Change - Human and Policy Dimensions. Bd. 14, H. 2, S. 137-146.
- Taleb, Nassim Nicholas (2007): The black swan. The impact of the highly improbable. New York.
- UN Educational, Scientific and Cultural Organization (2009): Bonn Declaration. UNESCO World Conference on Education for Sustainable Development, Bonn, Germany on 31 March to 2 April 2009. Unter: http://www.esd-world-conference-2009.org/fileadmin/download/ESD2009_BonnDeclaration080409.pdf (Stand: 11.02.2011).
- UNECE, United Nations Economic Commission for Europe (2005): UNECE Strategy for Education for Sustainable Development. Unter: "<http://www.unece.org/env/documents/2005/cep/ac.13/cep.ac.13.2005.3.rev.1.e.pdf>" (Stand: 11.02.2011).
- UNEP, United Nations Environment Programme (2007a): Global environment outlook. Environment for development, GEO 4. Nairobi, Kenya, London.
- UNEP, United Nations Environment Programme (2007b): Global Environmental Outlook. GEO4. Summary for Decision Makers. Nairobi, Kenya, London.
- UNESCO (2006): Framework for the UN DESD International Implementation Scheme.
- UNESCO (2010): Millennium Ecosystem Assessment. Unter: <http://www.unesco.de/mea.html> (Stand: 10.02.2011).
- van Notten, Philip W. F./ Rotmans, Jan/ van Asselt, Marjolein B. A./ Rothman, Dale S. (2003): An updated scenario typology. In: Futures. Bd. 35, H. 5, S. 423-443.
- Volkery, Axel (2007): Land-use scenarios for Europe: Qualitative and quantitative analysis on a European scale. EEA Technical report. Bd. 9, Brüssel.
- Volkery, Axel/ Ribeiro, Teresa (2007): Prospective Environmental analysis of Land-Use Development in Europe: From participatory scenarios to long-term strategies. 2007 Amsterdam Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change.

- Wack, Pierre (1985): Scenarios: uncharted waters ahead. In: Harvard Business Review. S. 73-89.
- Wals, Arjen E. J. (Hrsg.) (2007): Social learning towards a sustainable world. Principles, perspectives, and praxis. Wageningen.
- Wals, Arjen E. J./ van der Leij, Tore (2007): Introduction. In: Wals, Arjen E. J. (Hrsg.): Social learning towards a sustainable world. Principles, perspectives, and praxis. Wageningen, S. 17-32.
- Walz, Ariane/ Lardelli, Corina/ Behrendt, Heiko/ Grêt-Regamey, Adrienne/ Lundström, Corinne/ Kytzia, Susanne/ Bebi, Peter (2007): Participatory scenario analysis for integrated regional modelling. In: Landscape and Urban Planning. Bd. 81, 1-2, S. 114-131.
- WBCSD, World Business Council on Sustainable Development (2006): Business in the world of water. WBCSD water scenarios to 2025. Conches-Geneva, Switzerland.
- WBGU, Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (1996): Welt im Wandel - Herausforderung für die deutsche Wissenschaft. Jahresgutachten 1996. Berlin [u.a.].
- Wehling, Peter (2006): Im Schatten des Wissens? Perspektiven der Soziologie des Nichtwissens. Theorie und Methode Sozialwissenschaften. Konstanz.
- Weinbrenner, Peter (1994): Die Szenario-Methode als Mittel zum kreativitätsfördernden Lernen - gezeigt am Beispiel des Themas "Multikulturelle Gesellschaft". Bielefeld.
- Weinbrenner, Peter (2001): Szenariotechnik. Unter: <http://www.sowi-online.de/methoden/dokumente/szenariotechnik.htm> (Stand: 21.01.2002).
- Weinbrenner, Peter (2005): Selbstgesteuertes Lernen. Moderation, Zukunftswerkstatt, Szenario-Technik. In: Sander, Wolfgang/ Ahlheim, Klaus (Hrsg.): Handbuch politische Bildung. Reihe Politik und Bildung. Bd. 11, 3. Aufl., Schwalbach/Ts, S. 485-498.
- Weinert, Franz E. (2001): Concept of competence: A conceptual clarification. In: Rychen, Dominique Simone/ Salganik, Laura Hersh (Hrsg.): Defining and selecting key competencies. Ashland, S. 45-65.
- Wiek, Arnim/ Lang, Daniel (2008): Complex Problem Solving. Leuphana Universität Lüneburg.
- Wiek, Arnim/ Binder, Claudia/ Scholz, Roland W. (2006): Functions of scenarios in transition processes. In: Futures. Bd. 38, H. 7, S. 740-766.
- Wilkinson, Angela/ Eidinow, Esther (2008): Evolving practices in environmental scenarios: a new scenario typology. In: Environmental Research Letters. Bd. 3, H. 4, S. 1-11.
- Wilson, Ian/ Ralston, Bill (2006): The scenario-planning handbook. developing and using scenarios to direct strategy in today's uncertain times. Mason, Ohio.
- Wilson, Kris M. (2002): Forecasting the Future: How Television Weathercasters' Attitudes and Beliefs about Climate Change Affect Their Cognitive Knowledge on the Science. In: Science Communication. Bd. 24, H. 2, S. 246-268.
- Zamparutti, Tony/ Votrin, Valery/ Bertetto, Mia/ Daly, Eogahn (02.09.2009): Global future oriented studies 16-06-2009 | Environmental Scenarios. Unter: http://scenarios.ew.eea.europa.eu/foI585720/overview-available-forward-looking-studies/2009-overview-forward-looking-studies/Global_future-oriented_studies__16.6.2009_.xls (Stand: 05.02.2011).

9 Danksagung

Eine Dissertation zu schreiben ist zwar kein direktes Problem der Nachhaltigkeitswissenschaften, aber dennoch ein sehr komplexes. Um ein Problem dieser Kategorie zu lösen und das gewünschte positive Szenario zu erreichen, bedarf es daher gewisser Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren, die ich dankend erwähnen möchte.

Ich danke meinem Doktorvater Prof. Dr. Gerd Michelsen, der mir den Rahmen gegeben hat, diese Arbeit zu schreiben und fertig zu stellen. Von ihm erhielt ich immer Unterstützung und Förderung, wenn ich sie brauchte. Zur richtigen Zeit erhöhte er den Druck, gab mir jedoch auch gegen Ende der Arbeit den Raum, diese zu beenden. Großer Dank geht auch an Prof. Dr. Daniel Lang, für die konstruktive Kritik, Beratung und die gute Zusammenarbeit in der letzten Zeit. Ebenso geht mein Dank an PD Dr. Jasmin Godemann für die Begutachtung der Arbeit.

Diese Arbeit ist nicht im stillen Kämmerlein entstanden, sondern parallel zu vielen Projekten und meiner Arbeit am Institut für Umweltkommunikation. Das fördert zwar nicht die Konzentration auf eine Dissertation, aber die Arbeit im Team, der offene Austausch und die konstruktive Zusammenarbeit mit vielen Kolleginnen und Kollegen haben einen unschätzbaren Wert für meine eigenen (informellen) Lernprozesse im sozialen Umfeld und mir viel Anlass zur Reflexion auf unterschiedlichen Ebenen gegeben. Hier danke ich den INFUs und dem Team von „Sustainable University“ für die gute Zusammenarbeit. Vor allem danke ich Heiko Grunenberg, Dr. Marco Rieckmann und Dr. Horst Rode für viele Anregungen und Beratung. Ihr wart eine große Unterstützung.

Herausheben will ich Dr. Matthias Barth, durch den ich nach dem Studium ans INFU kam. Er war zu SHK-Zeiten mein Vorgesetzter, danach Kollege, dann Mentor, Motivator, Antreiber für diese Arbeit und auch guter Freund. Wir haben viele Jahre gemeinsam in einem Büro verbracht und intensiv zusammen gearbeitet. Danke für die tolle Zeit, für die ganze Unterstützung und für all das, was ich von Dir lernen durfte.

Danken will ich auch meinen Eltern für ihr Verständnis, wenn ich während der Zeiten des Schreibens nicht so ausgeglichen war und dass ich mich darauf verlassen kann, dass Ihr für mich da seid.

Bei meiner Schwester Dina und meinem Freund Jan Stefanski bedanke ich mich für die Korrektur der Rechtschreibung.

Zuletzt möchte ich der wichtigsten Person, meiner Partnerin Annemarie danken. Du hast schon die Diplomarbeit und jetzt noch die Dissertation mit mir überstanden. Danke für Alles – ohne Dich hätte ich es nicht geschafft!

10 Anhang

I Weitere Publikationen im Kontext der Dissertation

- Adomßent, Maik/ Albrecht, Patrick/ Barth, Matthias/ Burandt, Simon/ Franz-Balsen, Angela/ Godemann, Jasmin/ Rieckmann, Marco (2007): Sustainable University - Eine Bestandsaufnahme. Institut für Umweltkommunikation. Lüneburg.
- Adomßent, Maik/ Albrecht, Patrick/ Barth, Matthias/ Burandt, Simon/ Franz-Balsen, Angela/ Godemann, Jasmin/ Rieckmann, Marco (2008): Szenarientwicklung für die »nachhaltige Hochschule« - ein Beitrag für die Hochschulforschung?! In: die hochschule. journal für wissenschaft und bildung. H. 1, S. 23-40.
- Albrecht, Patrick/ Barth, Matthias/ Burandt, Simon/ Rieckmann, Marco (2008): Den Wandel begreifen. Szenarien für eine nachhaltige Hochschulentwicklung. In: Michelsen, Gerd/ Adomßent, Maik/ Godemann, Jasmin (Hrsg.): "Sustainable University". Nachhaltige Entwicklung als Strategie und Ziel von Hochschulentwicklung. Innovation in den Hochschulen: Nachhaltige Entwicklung. Frankfurt am Main, S. 130-150.
- Albrecht, Patrick/ Burandt, Simon/ Schaltegger, Stefan (2007): Do sustainability projects stimulate organizational learning in universities? In: International Journal of Sustainability in Higher Education. Bd. 8, H. 4, S. 403-415.
- Albrecht, Patrick/ Burandt, Simon/ Schaltegger, Stefan (2008): Organisationalen Wandel fördern. Interventionen zur Verankerung nachhaltiger Entwicklung in der Hochschule. In: Michelsen, Gerd/ Adomßent, Maik/ Godemann, Jasmin (Hrsg.): "Sustainable University". Nachhaltige Entwicklung als Strategie und Ziel von Hochschulentwicklung. Innovation in den Hochschulen: Nachhaltige Entwicklung. Frankfurt am Main, S. 95-109.
- Albrecht, Patrick/ Barth, Matthias/ Burandt, Simon (2008): Integrativ forschen: Methodisches Design der transformativen Fallstudie "Universität Lüneburg". In: Michelsen, Gerd/ Adomßent, Maik/ Godemann, Jasmin (Hrsg.): "Sustainable University". Nachhaltige Entwicklung als Strategie und Ziel von Hochschulentwicklung. Innovation in den Hochschulen: Nachhaltige Entwicklung. Frankfurt am Main, S. 53-78.
- Bartels, Claudia/ Barth, Matthias/ Burandt, Simon/ Carstensen, Ines/ Endler, Christina/ Kreilkamp, Edgar/ Matzarakis, Andreas/ Möller, Andreas/ Schulz, Daniel (2009): Sich mit dem Klima wandeln! Ein Tourismus-Klimafahrplan für Tourismusdestinationen ; eine Informationsbroschüre des Forschungsprojektes KUNTIKUM der Leuphana Universität Lüneburg und der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. 1. Aufl., Lüneburg.
- Barth, Matthias/ Burandt, Simon (2008): Wenn wir wüssten, was wir alles wissen! Kollaboratives Wissensmanagement mit einem Wiki. In: Praxis Geographie. Bd. 6, S. 22-27.
- Lüdeke-Freund, Florian/ Burandt, Simon (2010): Universities as Learning Organizations for Sustainability? The Task of Climate Protection. In: Leal Filho, Walter (Hrsg.): Universities and Climate Change. Introducing Climate Change to University Programmes. Berlin, Heidelberg, S. 179-192.
- Matzarakis, Andreas/ Möller, Andreas/ Kreilkamp, Edgar/ Carstensen, Ines/ Bartels, Claudia/ Burandt, Simon/ Endler, Christina (2009): Anpassungsstrategien zum Klimawandel touristischer Pilotdestinationen in Küsten- und Mittelgebirgsregionen. In: Mahammadzadeh, Mahammad/ Biebeler, Hendrik/ Bardt, Hubertus (Hrsg.): Klimaschutz und Anpassung an die Klimafolgen. Strategien, Maßnahmen und Anwendungsbeispiele. 1. Aufl., Köln, S. 253-262.

II Curriculum Vitae

Simon Burandt, Research Associate

Dipl. Umweltwissenschaftler / Environmental Scientist

INFU - Institute for Environmental and Sustainability Communication

UNESCO Chair: Higher Education for Sustainable Development

Leuphana University of Lüneburg, Germany

Email: burandt@uni.leuphana.de

Web: <http://www.leuphana.de/en/burandt.html>

PROFESSIONAL EXPERIENCE

since 01/2010	Coordination Project "ISPOS – Interdisciplinary Study Program on Sustainable Development". Development of a blended learning German/Czech Study Programm http://www.czp.cuni.cz/ispos/
07/2009 – 02/2010	Collaboration in project "Indicators of Education for Sustainable Development"
10/2006 – 12/2009	Project "CAST – Climate Trends and Sustainable Development of Tourism in Coastal and Low Mountain Range Regions" (Subproject "Transfer of Knowledge and Competencies") www.klimatrends.de
04/2006 – 12/2007	Project "Sustainable University" (Subproject "Management of Energy and Resources")
07/2005 – 07/2006	Project "Virtual COPERNICUS-Campus – eLearning for Sustainability in the European Higher Education Area"
since 05/2005	Scientific assistant at Institute for Environmental and Sustainability Communication www.leuphana.de/infu
03/2003 – 07/2004	Student assistant at the Institute of Environmental Communication – University of Lüneburg
01/2003 – 02/2005	Student assistant at OECOS-Umweltplanung (Office for Environmental Planning – particularly planning and EIA of Offshore Wind Parks)
03/2001 – 02/2003	Employee of Campus Management GmbH, Lüneburg
02/2000 – 08/2000	Internship in the Environmental Agency (Umweltbundesamt) – Department: Assessment of the State of the Environment
08/1997 – 09/1998	Community service at the "Centre of Therapeutic Pedagogy", Lebenshilfe Witten e. V.

EDUCATION

since 05/2008	PhD Thesis: "Scenario analysis as learning setting for sustainable development"
04/2005	Diplom Environmental Scientist; mark: 1,3 Diploma Thesis "Planerische Aspekte von Verhinderungs-, Verringerungs- und Ausgleichsmaßnahmen bei der Strategischen Umweltprüfung von Offshore Windenergieparks" Main subjects: environmental informatics, ecology, nature conservation
02/2002 – 07/2002	ERASMUS-student at Universidad de Castilla-La Mancha in Toledo, Spain – Environmental Sciences
10/1999 – 05/2005	Studies of Environmental Sciences at University of Lüneburg
07/1997	School-Leaving Examination (Abitur); mark: 1,8

PROFESSIONAL AFFILIATIONS

since 12/2010	Deputy member of "senate commission for young scientists", Leuphana University of Lüneburg
since 01/2007	Member of "working group environment", Leuphana University of Lüneburg
since 06/2003	Member of ITdNet - International Transdisciplinarity Net on Case Studies for Sustainable Development
01/2003 – 02/2004	Co-founder and member of "Case Study Team" (to implement a Transdisciplinary Case Study in the Curriculum of the University of Lüneburg)
12/2002 – 01/2004	Member of the "Climate Alliance – Alianza del Clima" (Klimabündnis Nord) – Project "Global Partners for Local Sustainability"

AWARDS, GRANTS

- Leuphana Grant for scientists & DAAD grant: conference participation WEEC11,
World Environmental Education Conference, Brisbane, Australia. 19.-22.07.2011.
- Award: Best Doctoral Researcher of the year 2009 and 2010 (2nd place),
Leuphana University Lüneburg.
- EU Grant (Marie Curie): participation at final conference of the Marie Curie Training Course Series
"Methods in Interdisciplinary Research (METIER),
European Commission Joint Research Centre, Brussels, Belgium. 4.-6.11.2009.
- EU Grant (Marie Curie): METIER Graduate Training Course "Environmental Scenario Analysis",
EU Marie Curie Training Course, PEER Initiative, NERI Research Centre, Roskilde, Denmark.
16.-22.04.2009.
- Award: "Ausgewählter Ort im Land der Ideen 2008" for project "CAST", Land of Ideas initiative
along with the Deutsche Bank, patron Federal President Horst Köhler.
- Special Award: "Sustainable University", Altner Combecher Foundation for Ecology and Freedom
for achievements of project "Sustainable University". 28.03.2008.

PROFESSIONAL TRAININGS

- “Gut bei Stimme”, 12/2009, 1-day voice formation training, Schwichtenberg Coaching, Lüneburg.
- „Scientific Writing in English“, 3/2009, 3-day intensive course, Michael Paetzhold, Lüneburg.
- METIER Graduate Training Course “Environmental Scenario Analysis”, 04/2009, 7-day EU Marie Curie Training Course, PEER Initiative, NERI Research Centre, Roskilde, Denmark.
- „Seminar für Führungskräfte“, 03/2009, 2-day seminar for decision makers, DSFT – Deutsches Seminar für Tourismus, Berlin.
- „Planning of interdisciplinary Courses“, 09/2008, 2-day Workshop, interceder Rico Defila and Dr. Antonietta Di Giulio, IKAOE, University of Bern, Lüneburg.
- „Methods for the Construction of Compound Attitude Measures“ 04/2008, 1-day GESIS-ZUMA-Workshop with Dr. Angelika Scheuer, Mannheim.
- „Graduate Spring Seminar in Methodology (GSSM 08)“ 03/2008, 11-day seminar, University of Bremen GSSS with Prof. Dr. Udo Kelle and Prof. Dr. Bernhard Kittel.
- „New Learning and Teaching“ 10/2007, 2-day didactical further education workshop with Prof. Dr. Wolff-Dietrich Webler (IWBB, Bielefeld), Lüneburg.
- “Intensive Workshop Szenario Management“, 03/2007, 1-day workshop, Scenario Management International AG, Bad-Lippspringe.
- “Communication in Teams“, 12/2005, 2-day training with Inge Knippenberg, Lüneburg.

TEACHING

- | | |
|--------------------------------|---|
| WS 2010/2011 | Coping with Complex Systems: The Syndrome Approach (Minor SD, 3 rd sem.)
Shaping the Future: Transdisciplinary Project Work (Minor SD 5 th sem.)
EVS – European Virtual Seminar on Sustainable Development
(international eLearning Course, in English)
ISPoS – Interdisciplinary Study Program on Sustainable Development.
(international eLearning Course, in English) |
| SS 2010 | Methods of future research (Minor Sustainable Development 4 th sem.)
Framework Seminar (Minor Sustainable Development 2 nd sem.) |
| WS 2009/2010 | Coping with complex future by using Scenario Analysis – Climate Change and Tourism (Project Seminar, Leuphana “Complementary Studies”) |
| WS 2008/2009 | Analysing complex problems: Syndromes of Global Change (international eLearning Course, in English)
Coping with Complex Future by using Scenario Analysis – Black Forest and Climate Change (Project Seminar)
Syndrome Approach (Minor “Sustainable Development”, Weekend Seminar) |
| SS 2007 | Evaluation of Communication. Usefulness and Usability of the Web Page of an Energy Saving Campaign (Project Seminar) |
| SS 2006 | Energy Saving in Public Buildings. A Question of Communication? (Project S.) |
| WS 2005/2006 &
WS 2007/2008 | EVS - European Virtual Seminar on Sustainable Development
Syndromes of Global Change (international eLearning Course, in English) |

Lüneburg, June 2011

III Erklärungen

Ich erkläre, dass ich bislang noch an keiner anderen Doktorprüfung teilgenommen habe.

Ich erkläre zudem, dass diese Dissertation in der gegenwärtigen oder einer ähnlichen Fassung an keiner anderen Hochschule zur Begutachtung vorgelegen hat.

Lüneburg, im April 2011

Ich versichere, dass ich die eingereichte Dissertation „Szenarioanalyse als Lernsetting für eine nachhaltige Entwicklung“ selbständig und ohne unerlaubte Hilfsmittel verfasst habe. Anderer als der von mir angegebener Hilfsmittel und Schriften habe ich mich nicht bedient. Alle wörtlich oder sinngemäß den Schriften anderer Autorinnen oder Autoren entnommenen Stellen habe ich kenntlich gemacht.

Lüneburg, im April 2011