



Ein dynamisches Simulationsmodell als Beitrag zur *post-normal Science*

Nico Stelljes

GKSS-Forschungszentrum Geesthacht, Deutschland

Abstract

Post-normal Science is an attempt developed by Funtowicz and Ravetz (1991, 1992, 1993) as a response to the 'normal' science. The authors state that normal science becomes inadequate where "...facts are uncertain, values in dispute, stakes high and decisions urgent" (Funtowicz & Ravetz 1993: 744). These situations, called post-normal situations, need a new scientific approach. The conventional approach to split up systems into specific disciplines by studying their behaviour separately and then trying to merge the different pieces into one, hoping for one final solution for the problem, becomes inappropriate. Therefore, science requires a new intention: instead of solely producing knowledge, solutions must be found in a transdisciplinary way, involving stakeholders. Communication and negotiation processes are seen as necessary components of this new scientific attempt.

A sub-project of Coastal Futures focuses on the development of a dynamic simulation model to support planning decisions for the future development in coastal regions. The model serves as a tool for local and regional decision-makers in the coastal region of North Frisia, which helps to visualize and discuss the possible impact of demographic change in their region. It is not supposed to be used as a forecast for regional development; it should rather be understood as a communication tool. The concept of the model allows various users to create their own scenarios. These scenarios will differ, based on the different inputs made by the users. Subsequent, the outcome of the model can be discussed among the different users. Interpreting and discussing the different scenarios can help to improve the quality of decision making. Overall the aim of the model is to allow a new perspective on demographic change and to offer a more sustainable way of dealing with the issue on a regional scale.

1 Einleitung

Komplexität und Unsicherheit sind Schlüsselbegriffe der heutigen Zeit, die auszudrücken versuchen, dass Planungsprozesse keine einfachen Unterfangen darstellen und Lösungen zu suchen anders von statten gehen sollte, als wir das bislang gewohnt sind. Im Sinne der *post-normal Science* (PNS) nach Funtowicz und Ravetz (1991, 1992, 1993) haben viele Probleme mehrere Lösungen, manche aber auch keine Lösungen (Ravetz 1999). Funtowicz und Ravetz erklären traditionelle wissenschaftliche Arbeit, in der versucht wird, durch bewährte Methoden zu einem klaren Problemlösungsvorschlag zu gelangen, als ungenügend. Sie kritisieren das herkömmliche Vorgehen, die betrachteten Systeme in jeweilige Disziplinen aufzugliedern, die einzelnen Elemente von Experten studieren zu lassen, um sie anschließend wieder zusammenzuführen (Ravetz 2004). Aktuelle Planungssituationen sind nicht mehr „normal“ und verlangen deshalb nach *post-normalen* Wissenschaftsansätzen. Wissenschaft nimmt eine neue Rolle ein, bei der nicht *Wissen geschaffen wird*, sondern Lösungen über einen Aushandlungsprozess gesucht werden.

Ein Teilprojekt von *Zukunft Küste – Coastal Futures* befasst sich mit der Entwicklung eines dynamischen Simulationsmodells zur Unterstützung von planerischen Entscheidungen für die zukünftige Entwicklung der Küstenregion. Mit so einem Modell soll lokalen und regionalen Entscheidungsträgern in der Küstenregion Nordfriesland ein Werkzeug an die Hand gegeben werden, mit dem mögliche Auswirkungen des demographischen Wandels visualisiert und diskutiert werden

können. Ziel der Modellierung ist nicht die Prognose einer wahrscheinlichen Zukunft, sondern die Veranschaulichung möglicher Ergebnisse, die sich als Produkt unterschiedlicher Entscheidungen des Anwenders ergeben würden. Eine solche Visualisierung und der Austausch über unterschiedliche Ergebnisse können einen fruchtbaren Diskussionsprozess anregen und dieser Diskussionsprozess hilft, die Qualität der Entscheidungsfindung zu verbessern. Ziel ist es zu zeigen, wie das im Folgenden vorzustellende Modell sowohl in der Konzeption als auch in der Anwendung einen Beitrag zur Umsetzung der *post-normal Science* leisten kann. Die Entwicklung eines Simulationsmodells als Entscheidungshilfe basiert auf diesen Ideen. Ermöglicht werden soll ein neuer Blickwinkel auf das Problem des demographischen Wandels und ein neuer Umgang mit diesem Problem.

2 Einführung in die *post-normal Science*

Als Kritik an der *traditionellen* Wissenschaft entwickelten Funtowicz und Ravetz Ende des letzten Jahrhunderts einen Wissenschaftsansatz, den sie selbst als *post-normal Science* bezeichnen (Funtowicz & Ravetz 1991, 1992, 1993). Ihrer Meinung nach sind bisherige wissenschaftliche Arbeitsweisen unter sich abzeichnenden Unsicherheiten und steigender Komplexität nicht mehr angebracht. Situationen, in denen „... facts [...] uncertain, values in dispute, stakes high and decisions urgent“ sind, werden von Funtowicz und Ravetz (1993: 744) als post-normale Situationen bezeichnet. Hierbei sind bewährte Methoden, die versuchen zu einem klaren Problemlösungsvorschlag zu gelangen, ungenügend. Die Vorstellung, dass als ideales Ergebnis einer wissenschaftlichen Arbeit objektives, vorurteilsfreies Wissen unter dem Aspekt der Humanität entsteht, muss unter post-normalen Situationen revidiert werden. Zum einen führen wissenschaftliche Errungenschaften nicht immer zu den von den Wissenschaftlern gewünschten Effekten, da neues Wissen gleichzeitig neues Unwissen und damit auch Risiko kreiert. Zum anderen sind post-normale Situationen nicht objektiv bearbeitbar, denn die Wissenschaftsproduktion unterliegt ebenfalls sozial determinierten Produktionsmechanismen und sie entsteht eben nicht im so genannten Elfenbeinturm. Es sollte daher analysiert werden, in welchem Interesse und unter welcher Kontrolle Wissenschaft entsteht (Ravetz 1999).

Das Ziel einer wissenschaftlichen Arbeit kann nicht nur die reine Wissensproduktion sein, sondern im Zentrum steht die Frage nach der Qualität der Wissensgenerierung. Die Qualität der Entscheidungsfindung wird zur elementaren Determinante guter Wissenschaft (Ravetz 1999). Dabei sollte bedacht werden, dass auch die wissenschaftliche Arbeit unter dem Credo der PNS nicht wertfrei oder ethisch neutral sein kann (Funtowicz & Ravetz 1991). Die Autoren betonen aber auch, dass herkömmliche Wissenschaft nicht obsolet ist, sondern für post-normale Probleme zusätzliche Problemlösungsansätze gesucht werden müssen (Funtowicz & Ravetz 1993).

Post-normal science ist transdisziplinär, da sich dieser Ansatz im Wesentlichen über partizipative Forschung und durch Überschreiten und Integrieren von disziplinären Paradigmen definiert (Pohl & Hirsch Hadorn 2006). Ebenso wie *post-normal science* orientiert sich die transdisziplinäre Forschung an lebensweltlichen, dringenden Problemen. Pohl und Hirsch Hadorn (2006) bezeichnen *post-normal science* als eine „Spielart“ von Transdisziplinarität. Transdisziplinarität oder das Einbeziehen von so genannter *extended peer-community* (Funtowicz & Ravetz 1993, Luks & Siebenhüner 2007) wird als wichtiger Faktor für die Wissenschaftsproduktion bezeichnet. Es wird kritisiert, dass tradierte, unzureichende Wissenschaftspfade nicht verlassen und die Möglichkeiten des Laien-Wissens nicht ausgeschöpft werden, solange nur die Experten im Diskurs zu Wort kommen (O’Hara 1991). Die Arbeiten von Funtowicz und Ravetz zeigen anschaulich, dass eine neue Wissenschaftsform, die eher Problemlösungsansätze zur Diskussion stellt, als dass sie der objektiven Wissenserzeugung dient, von Nöten ist. Ebenso zeigen sie in ihren Arbeiten, dass es durchaus Sinn macht, auf das lokale oder Laien-Wissen vor Ort zurückzugreifen, da Laien im Vergleich zu Wissenschaftlern über anderes Wissen verfügen, das für Planungsprozesse relevant sein kann. Öffentlichkeitsbeteiligung zusammen mit einer transdisziplinären Wissenschaftsausrichtung kann die Qualität des Entscheidungsprozesses

entscheidend verbessern. Luks & Siebenhüner (2007) sehen die *extended peer-communities* als *key feature* für die Wissensproduktion in PNS.

Vorteil einer solchen Einbeziehung ist die Möglichkeit zur Nutzung und Integration von lokalem Wissen. Diese Integration stellt aber die Wissenschaft vor eine bisher noch nicht zufrieden stellend gelöste Aufgabe, nämlich neue Wege der Kommunikation *mit* den Menschen zu finden (Luks & Siebenhüner 2007). Auch Funtowicz und Ravetz geben in ihren Arbeiten kaum Antworten auf diese Frage (Funtowicz & Ravetz 1992, 1993). Eine Aufgabe der Wissenschaft ist es daher, Kommunikationsmittel zu finden, die Akteure aus Wissenschaft, Öffentlichkeit und Administration zu einer gemeinsamen Diskussion bringt. Zwar existieren bereits erprobte und angewandte Methoden, die in der Literatur zur Transdisziplinaritätsforschung zu finden sind (Pohl & Hirsch Hadorn 2006), jedoch ist aufgrund der vielfältigen Anwendbarkeit transdisziplinärer Methoden der Forschungsbedarf an dieser Stelle noch nicht erschöpft. Außerdem müssen die Methoden immer auf den Einzelfall bezogen werden und so ergibt sich großer Forschungsbedarf für transdisziplinäre Methoden.

Vor allem in Planungsprozessen bietet sich eine breite Möglichkeit, neben den bewährten Methoden, die transdisziplinären Methoden in der Praxis zu testen (Jessel & Tobias 2002). Bei Planungskonflikten in der Raumplanung kann ein Konfliktlösungsworkshop mit ausgebildeten Mediatoren Aushandlungsprozesse einleiten und zur Problemlösung beitragen (Busch et al. 2010, dieser Band). Für visionärere Arbeiten können Zukunftswerkstätten hilfreich sein, um mögliche Zukunftschancen bestimmter Entwicklungspotentiale zu diskutieren. Das Projekt *Zukunft Küste – Coastal Futures* versucht beispielsweise, über Zukunftswerkstätten und Expertenworkshops die Perspektiven von Marikultur oder Wasserstoff im Zusammenspiel mit der Offshore Windparks zu eruieren. Als weiteres Beispiel kann ein durchgeführter Szenariendialog genannt werden, in dem mit verschiedenen Akteuren die zukünftige Entwicklung der schleswig-holsteinischen Westküste diskutiert wurde. Die Integration von Laienwissen in Planungsprozessen kann Konflikte im Vorfeld der Maßnahme vermeiden, dafür können beispielsweise Planungszellen ein geeignetes Mittel sein. Eine andere Möglichkeit, die im Rahmen des Projektes bearbeitet wird, bietet ein dynamisches Simulationsmodell, das verschiedenen Anwendern die Gelegenheit bietet, die Konsequenzen ihrer Entscheidungen zu simulieren und die Ergebnisse zu diskutieren. Wichtig bei diesen Methoden sind die Ergebnisoffenheit, mit der die Methode angewandt wird, und die Gleichberechtigung zwischen den verschiedenen Beteiligten.

Funtowicz und Ravetz (1991, 1992, 1993) zeigen mit ihrer Arbeit, dass in so genannten post-normalen Situationen die tradierten Wissenschaftspfade verlassen werden müssen. In diesen Situationen muss die Wissenschaft einen Weg finden, auf dem konstruktiv an der Problemlösung gearbeitet wird. Dafür sollten alle beteiligten Akteure in dem Problemlösungsprozess integriert werden. Die Rolle der Wissenschaft verändert sich in dieser Hinsicht von der reinen Wissensproduktion zur Bereitstellung von Infrastruktur für eine gemeinschaftliche Erarbeitung von Problemlösungsstrategien. Der Klimawandel ist ein prominentes Beispiel für eine post-normale Situation (von Storch 2009). Allein die Erstellung von Klimamodellen wird das Problem des Klimawandels nicht lösen können. Politiker und Öffentlichkeit müssen mit dem Problem vertraut sein, um entsprechend handeln zu können. Der Wissenschaft kann in solch einer post-normalen Situation neben der Wissensproduktion die Rolle zukommen, Kommunikationsmedien zu erstellen, die auf das Problem aufmerksam machen und einen Weg bereiten, einen besseren Umgang mit dem Problem zu finden. Das gilt ebenso für andere post-normale Probleme.

3 Der demographische Wandel als post-normale Situation

Das Phänomen des demographischen Wandels kann als post-normales Wissenschaftsproblem im Sinne von Funtowicz und Ravetz (1991, 1992, 1993) verstanden werden, das nach neuen transdisziplinären Ansätzen zur Problembewältigung verlangt. Der demographische Wandel wird durch drei Faktoren bestimmt: Fertilität, Mortalität und Migration. Die aktuellen Veränderungen dieser Faktoren (sinkende Geburtenzahlen, sinkende Mortalitätsrate und sich verändernde

Migrationsmuster) lassen tief greifende Auswirkungen erwarten, die das gesamte gesellschaftliche System verändern werden. Häufig wird hier von der demographischen Alterung einer Gesellschaft, also der Verschiebung von bisher bestehenden Altersstrukturen (Roloff 2004) und aufgrund von Geburtenrückgängen, von einer schrumpfenden Gesellschaft (Kaufmann 2005) gesprochen. Dabei werden vor allem negative Auswirkungen auf das Sozialsystem (Renten- und Krankenkassen) erwartet (Höhn 2000, Kaufmann 2005). Nach Birg (2005: 83) ist aber niemand „... dazu in der Lage, wirklich alle Auswirkungen der demographischen Entwicklung zu überblicken und ihre Ursachen ganz zu erfassen.“

Die prognostizierten Auswirkungen werden aber erst in der Zukunft spürbar werden, daher ist das zentrale Element des Diskurses die Generationengerechtigkeit. Erst mit dem Blick auf die Zukunft und der Frage, wie sich unsere Gesellschaft entwickeln soll, wird ein demographischer Wandel zum wahrnehmbaren Thema. Bei der Bearbeitung dieses Themas ist eine Auseinandersetzung mit der Vorstellung einer wünschenswerten zukünftigen Entwicklung der Gesellschaft nachdrücklich empfehlenswert. Leitgedanke dabei kann das Ziel sein, Entscheidungen so zu treffen, dass zukünftige Generationen in ihren Entscheidungsfreiheiten nicht eingeschränkt werden. Dieser Leitgedanke ist inhaltlich ähnlich dem des Nachhaltigkeitsgedanken aus dem so genannten Brundtland-Report (Hauff 1987). Dieser Report von 1987 wird generell als Grundlage der Idee der Nachhaltigen Entwicklung genannt, die verstanden wird als Entwicklung, „... die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, daß künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können“ (Hauff 1987: 46). So weist auch der Nachhaltigkeitsaspekt die Generationsbeziehungen als zentrales Kernelement auf. Eine inhaltliche Verknüpfung beider Themenkomplexe wird so offensichtlich. Um eine gesamtgesellschaftliche Betrachtung des demographischen Wandels anzustellen, ist die Integration der Nachhaltigkeitsidee innerhalb der Arbeit ein wichtiger Aspekt und dieser Zusammenhang zwischen demographischem Wandel und Nachhaltigkeit ist ein entscheidender Ausgangspunkt für das zu entwickelnde Simulationsmodell.

Räumliche Eingrenzung der Arbeit ist der Kreis Nordfriesland im Nordwesten Schleswig-Holsteins. Er ist Bestandteil des Untersuchungsgebietes im Projekt *Zukunft Küste – Coastal Futures*. Es ist eine dünn besiedelte Region mit hohem Tourismusaufkommen. Nach Bevölkerungsprognosen wird der Kreis zukünftig nur einen geringen Bevölkerungsrückgang verzeichnen, aber starke Veränderungen in der Gesellschaftsstruktur aufweisen: Der Anteil der Menschen unter 20 Jahren wird um 26 % bis zum Jahr 2025 sinken und der Anteil der Menschen über 75 wird im selben Zeitraum um 58 % ansteigen (Kreis Nordfriesland 2009). Um mit den daraus resultierenden Veränderungen umzugehen, hat der Kreis ein Handlungskonzept entworfen, das vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) als Modellvorhaben ‚Demografischer Wandel – Region schafft Zukunft‘ ausgewählt worden ist. Das Phänomen des demographischen Wandels ist auf regionaler Ebene also be- und anerkannt. Generell sind die Folgen des Wandels bzw. Bevölkerungsrückgangs im ländlichen Raum von besonderem Interesse, „... da die geringe Siedlungsdichte hier bereits in der Vergangenheit zu einem Abbau der Versorgungsqualität der Bewohner geführt hat“ (Gans & Schmitz-Veltin 2005: 112). Bevölkerungsdynamiken laufen regional nicht homogen ab, sondern sind von verschiedenen Faktoren abhängig und daher auch verschieden ausgeprägt. Faktoren wie räumliche Lage (Nähe zu Zentren), Qualität der Wohnumgebung, Verkehrsanbindung oder generell die infrastrukturelle Grundversorgung bestimmen u. a. die Bevölkerungsdynamik. Die Situation an der Küste darf als weiterer Faktor für die Bevölkerungsdynamik im Kreis Nordfriesland nicht vernachlässigt werden. So ist die attraktive Lage ein Grund dafür, dass in touristisch geprägten Ortschaften Arbeitsplätze geschaffen werden oder neue Bewohner in die Orte ziehen. Gleichzeitig werden dadurch aber bestehende Strukturen verändert, da die entstehenden Arbeitsplätze direkt oder indirekt vom Tourismus abhängig sind. Ebenso wird sich die Gesellschaftsstruktur in diesen Ortschaften durch den Zuzug von beispielsweise Zweitwohnsitzbesitzern verändern.

Wenn Fakten unklar sind, Werte umstritten, Interessen unterschiedlich und Entscheidungen dringend sprechen Funtowicz und Ravetz von einer post-normalen Situation (1993). Im Diskurs zum

demographischen Wandel stehen sich verschiedene Positionen gegenüber, in denen der Wandel unterschiedlich wahrgenommen und bewertet wird. Bestimmte Diskursstränge fokussieren auf den krisenhaften Charakter des Wandels (Birg 2005, Kaufmann 2005). Andere Diskursströmungen distanzieren sich von dieser Sichtweise und bescheinigen der Debatte Alarmismus und Aktionismus (z. B. Oberndörfer 2005, Auth & Holland-Cunz 2007), während andere Autoren eine krisenhafte Betrachtung ablehnen und vielmehr auf die Chancen einer sich verändernden Gesellschaft aufmerksam machen (Gross & Fagetti 2008). Diese verschiedenen Positionen zeigen, dass keine klare Faktenlage zum demographischen Wandel vorliegt, obwohl die Ausgangsvariablen durch Bevölkerungsstatistiken belegbar und anerkannt sind. Unklar dabei sind vor allem die Konsequenzen, die sich aus dem Wissen um die sich verändernden Ausgangsvariablen des Wandels ergeben. Aus den unterschiedlichen Sichtweisen folgen unterschiedliche Handhabungen mit dem Wandel und einige Lösungsvorschläge führen zu einer gesellschaftlichen Wertediskussion. Werte, wie Kindererziehung oder Bildung werden zur Diskussion gestellt. Über alle Diskursebenen hinweg wird aber von einer sich verändernden Gesellschaft aufgrund der Veränderungen in den demographischen Variablen ausgegangen. Damit mit diesen Veränderungen umgegangen werden kann, wird dem Problem des demographischen Wandels generell eine Dringlichkeit zugeschrieben. Aufgrund bestimmter Argumentationslinien kann in der Diskussion politischer Handlungsdruck aufgebaut werden. Maßnahmen wie die Einführung des Elterngeldes oder Zuschüsse für Krippenplätze sollen zur Steigerung der Fertilitätsraten beitragen und sind Ausdruck des aufgebauten Handlungsdruckes.

Umfassende Problemlösungsstrategien bedürfen eines Aushandlungsprozesses unter Beteiligung der betroffenen Interessen aus Politik, Administration, Wirtschaft, Wissenschaft und Öffentlichkeit. Dabei ist zu beachten, dass Problemlösungsansätze, die nur Teilbereiche des Problems zu lindern versuchen, nur Teilerfolge bringen können. Beispielsweise wird die Idee, Fertilitätszahlen durch direkte monetäre Anreizsysteme zu erhöhen, nur dann erfolgreich sein, wenn auch in anderen Bereichen Veränderungen vorgenommen werden, die die Bereitschaft für Kinder auch in anderen sozialen Aspekten erhöhen. Eine vorausschauende Überlegung ist notwendig, ob beispielsweise zusätzliches Kindergeld den gewünschten Effekt höherer Fertilitätsraten mit sich bringt, oder ob andere Einflüsse im System als wichtiger gewertet werden und daher auf Kinder verzichtet wird (z. B. Vereinbarkeit von Beruf und Familie oder die Möglichkeit der Kinderbetreuung). Es darf nicht nur nach den Erfolgchancen der Maßnahme gefragt werden, sondern es muss auch die Konsequenz eines möglichen Erfolges betrachtet werden. Es sind die Auswirkungen zu analysieren, die sich aus einer höheren Fertilität ergeben würden. Hier erfolgt der Brückenschlag zur Leitidee Nachhaltigkeit, denn die Frage soll aus gesamtgesellschaftlicher Perspektive betrachtet werden. Was bedeutet die Annahme ‚mehr Kinder‘ aus der Nachhaltigkeitsperspektive? Dieses Beispiel ist übertragbar auf viele andere Lösungsvorschläge für Probleme des demographischen Wandels, die in verschiedenen Kreisen diskutiert werden. Diese können zwar partiell Linderungen für die Probleme schaffen, sind aber oft blind gegenüber anderen Problemlagen.

Traditionelle Wissenschaft bearbeitet dieses Themenfeld, in dem sie die Veränderungen in den drei Ausgangsvariablen der Demographie (Migration, Fertilität und Mortalität) analysiert (Höhn 2000, Grohmann 2003, Birg 2005). Es werden Untersuchungen angestellt, warum es zu Veränderungen in diesem Feld kommt. Es werden die möglichen Auswirkungen der Veränderungen diskutiert (Steinmann 2002, Kaufmann 2005, Münz 2007). Aufgrund dieser diskutierten Auswirkungen werden in der Politik Handlungsmaßnahmen vorgeschlagen (Enquête Kommission Demographischer Wandel 2002, dsn 2008), um dem sich abzeichnenden Problem entgegen zu steuern. Die Arbeiten von Funtowicz und Ravetz (1991, 1992, 1993) zeigen, dass die traditionelle wissenschaftliche Arbeit zwar weiterhin notwendig, jedoch in dieser post-normalen Situation nicht ausreichend ist. Es müssen darüber hinaus Dialoge und Diskussionen initiiert werden, die den Wandel gesamtgesellschaftlich betrachten um einen für alle Seiten annehmbaren Problemumgang herzuleiten. Die Wissenschaft kann dabei die Rolle der Diskussionsinitiierung übernehmen, wenn es gelingt, geeignete Werkzeuge zur Kommunikation bereitzustellen. Das ist die Aufgabe transdisziplinärer Wissenschaft: Raum für

Diskussionen zu schaffen. Eine Möglichkeit, den Themenkomplex des demographischen Wandels in transdisziplinärer Art zu bearbeiten, ist die Nutzung eines dynamischen Simulationsmodells, das die Auswirkungen möglicher Entscheidungen anwenderbezogen durchspielt.

4 Ein dynamisches Simulationsmodell als Beitrag zur transdisziplinären Wissenschaft

Ein Modell dient der Rekonstruktion der Wirklichkeit. Ein Modell kann darüber hinaus auch der Entscheidungsfindung dienen. Um Entscheidungen treffen zu können, sind Klärungen der Zusammenhänge nötig. Gedanken über die Entscheidungen und über die damit beabsichtigten Ziele sind unabdingbar. Diese vorab getätigten Überlegungen haben je nach Qualität der zu treffenden Entscheidung unterschiedliche Ausprägungen. Im Alltag wird beispielsweise oft intuitiv gehandelt und bzw. oder auf Erfahrungswissen vertraut. Für andere Situationen liegen keine Erfahrungen vor, hier können z. B. Expertisen, externes Wissen, Experimente oder Modelle die Entscheidung unterstützen. Modelle bieten die Möglichkeit auf Experimente am Realsystem zu verzichten und gleichzeitig alternative Entwicklungen zu überprüfen (Bossel 2004).

Ein post-normales Phänomen wie der demographische Wandel ist aufgrund von Kenntnislücken im betrachteten System nicht allein durch Erfahrungswissen bearbeitbar. Es ist also notwendig sich bestimmter Hilfsmittel zur Problemlösung zu bedienen. Modelle sind dabei bereits im vielfältigen Einsatz, beispielsweise bei Simulationen der Auswirkungen des demographischen Wandels auf die sozialen Sicherungssysteme (Löbber 2007). Hierbei gibt es jedoch ein strukturelles Problem, da Modelle die Realität nicht real abbilden können, sondern sie immer nur ein Bild der Realität sind. Um in der Bildersprache zu bleiben: Die Realität wird mehr oder minder unscharf abgebildet und oftmals bleibt der Entstehungsprozess des Bildes undurchschaubar. Diese Undurchschaubarkeit kann zur Skepsis bei der Beurteilung von Modellergebnissen bzw. der Entstehung der Ergebnisse führen. Van den Belt (2004) spricht daher von dem Phänomen, dass Anwender das Modell als unverständliche *black box* wahrnehmen. Da die Modelle häufig sehr kompliziert konzipiert sind, wird es für Außenstehende schwer, die Ergebnisse nachzuvollziehen. Das kann zu einer Modellskepsis beim Anwender führen. Die Skepsis kann überwunden werden, wenn Aufbau und die Berechnungen nachvollziehbar sind und dadurch den Ergebnissen Vertrauen geschenkt wird. Bei der Konstruktion des Modells muss daher auf die Nachvollziehbarkeit des Modellaufbaus und der Berechnungen geachtet werden. Vertrauen in das Modell wird dann aufgebaut, wenn dieses nicht als die erwähnte *black box* aufgefasst wird, sondern alle Annahmen und Rechenschritte transparent und verständlich dargelegt werden. Dafür ist es wichtig, das Modell so zu konzipieren, dass es einfach und intuitiv bedienbar ist. Die Anwenderoberfläche muss selbsterklärend und die Ergebnisse sollten leicht interpretierbar sein. Die Ergebnisse müssen verständlich aufbereitet werden und fachfremden Interessierten leicht zugänglich sein. Eine einfache Bedienung des Modells baut Hemmschwellen bei der Anwendung ab. Gleichzeitig ist zu beachten, dass die Abbildung der Realität nicht zu Gunsten der Handhabbarkeit und Verständlichkeit derart vereinfacht wird, dass eine Nutzung des Modells als sinnlos erscheint. Es geht darum, eine Balance zwischen Handhabbarkeit und inhaltlicher Tiefe zu finden. Außerdem ist für die Glaubhaftigkeit des Modells der offene Umgang mit den Limitierungen innerhalb der Arbeit wichtig. Sowohl die Modellerstellung ist gewissen objektiven Parametern unterworfen als auch die Anwendung des Modells. Beispielsweise werden Systemgrenzen des Modells durch bestimmte Entscheidungen festgelegt. Diese Grenzen werden zwar nicht willkürlich gezogen, aber sie müssen nicht unbedingt den Grenzen entsprechen, die andere Akteure dem System zuweisen würden. Wichtig ist hierbei die Transparenz und Nachvollziehbarkeit, mit der die Grenzziehung vorgenommen wird. Das soll verdeutlichen, dass schon die Modellerstellung gewissen Limitierungen unterliegt. Wenn diese Limitierungen jedoch im Modell aufgezeigt werden und Möglichkeiten benannt werden, wie damit umzugehen ist, ist das ein wichtiger Beitrag für die Validität des Modells.

Allein durch die Rekonstruktion der Wirklichkeit oder durch die Unterstützung bei der Entscheidungsfindung wird ein Modell nicht zum Beitrag einer transdisziplinären Wissenschaft. Nur unter bestimmten Umständen ist das Modell bzw. dessen Anwendung als transdisziplinär zu verstehen. Die Konzeption des Modells kann zum einen mit bestimmten interessierten oder involvierten Akteuren in einer Art Gruppenarbeit durchgeführt werden. Zum anderen ist es transdisziplinär angelegt, wenn das Modell, wie in diesem Fall, nicht von der Gruppe entworfen wird, sondern die Gruppe der Anwender zusammen mit dem bereits erstellten Modell arbeitet. Der transdisziplinäre Aspekt ist dann nicht die Modellerstellung, sondern die Anwendung des Modells. Das gilt aber nur wenn es gelingt, verschiedene Akteure über verschiedene Disziplinen hinweg zusammen zu bringen, um über die Ergebnisse des Modells zu diskutieren. In diesem Fall kann das dynamische Simulationsmodell als transdisziplinäres Werkzeug verstanden werden, da das Initiieren eines Diskussionsprozesses das ausdrückliche Ziel der Modellanwendung ist.

5 Das Modell ‚Demographischer Wandel und Nachhaltigkeit im Küstenraum‘ (DeWaNaKü)

Das Modell ‚Demographischer Wandel und Nachhaltigkeit im Küstenraum‘ (DeWaNaKü) soll Entscheidungsträgern auf lokaler und regionaler Ebene als Instrument zur Entscheidungsunterstützung dienen. Nutzer aus verschiedensten Bereichen können mögliche Auswirkungen ihrer im Modell getroffenen Entscheidungen, die im Zusammenhang mit dem demographischen Wandel und der Nachhaltigkeit stehen, in dem Modell testen. Es können einzelne Variablen verändert und so eigene Szenarien kreiert werden. Zum Beispiel könnten politische Entscheidungen durchgespielt werden, wie sich Steueranreize für kinderreiche Familien auswirken würden. Die verschiedenen Ergebnisse die bei der Anwendung des Modells entstehen, können dazu dienen, mit anderen Nutzern einen fachübergreifenden Diskussionsprozess zu starten, der die verschiedenen Entscheidungswege und Konsequenzen beleuchtet und so zu einer diskursiven und qualitativen Entscheidungsfindung beiträgt.

Die Modellierung wird mit Hilfe des Computerprogramms Stella durchgeführt. Die Basis für ein dynamisches Simulationsmodell sind in Stella drei Komponenten: *stocks*, *flows* und *converter*. *Stocks* sind akkumulierte Mengen wie Bevölkerung oder Einkommen. *Flows* bedingen die Veränderungen der *Stocks* im Verlaufe der Zeit. *Converter* sind veränderbare Variablen, die Einfluss auf die *flows* und damit auf die *stocks* nehmen (Abb. 1). Die Pfeile zwischen den Komponenten sind die so genannten *action converter*, die für den Informationsaustausch zwischen den Komponenten zuständig sind. Dieser recht simple Aufbau ermöglicht durch die Einbindung von *feed-back loops* ein komplexes Bild einer Region nachzuzeichnen, wenn alle relevanten Daten gesammelt und ausgewählt wurden. Diese *feed-back loops* oder Rückkopplungen machen ein Modell zu einem *dynamischen* Modell. Sie können negativ oder positiv sein. In Abb. 1 findet sich die Rückkopplung in dem Pfeil, der die Bevölkerung mit den Geburten verbindet. Dies ist ein positiver *feedback*, da höhere Geburtenzahlen die Bevölkerung anwachsen lassen, was wiederum zu weiteren Geburten führt. Diese Rückkopplung würde zu einem unbegrenzten Wachstum der Bevölkerung führen. Negative Rückkopplungen (die nicht in Abb. 1 integriert sind) führen dazu, dass das System korrigiert wird. Je nach Ausprägung der beiden Rückkopplungsarten, ohne die ein System nicht als dynamisch bezeichnet werden kann, verändert sich das System im Laufe der Zeit. Über Veränderungen in Komponenten des Systems (z. B. Veränderung der Geburtenrate) kann das gesamte System beeinflusst werden. Komplex wird das Modell dadurch, dass verschiedene *feed-back loops* mit einander interagieren können. Die Geburtenrate, die in Abb. 1 den *driver* für die Bevölkerungsgröße darstellt, ist keine konstante Größe, sondern ist wiederum von vielen (hier nicht aufgeführten) Rückkopplungen beeinflusst. Wichtig ist es bei dem schnell kompliziert wirkenden Aufbau des Modells, erklärende Hilfen zur Übersicht für den Anwender einzubauen, damit das Modell nicht als unverständliche *black box* empfunden wird.

Die Grundlage des Modells sind Indikatoren, die die Aspekte des demographischen Wandels möglichst sinnvoll abbilden sollen. Recherchen in wissenschaftlichen Publikationen zeigen, dass ein

Indikatorenset, das den demographischen Wandel auf gesamtgesellschaftlicher Ebene zu erfassen sucht, bisher nicht existiert. Bisherige Versuche fokussieren zu sehr auf Teilbereiche des Diskurses. Beispielsweise um den Wandel als solchen sichtbar zu machen, weshalb dann der Fokus auf den Indikatoren zur Fertilität, Mortalität und Migration liegt (Höhn 2000, Grohmann 2003, Birg 2005, Gans & Schmitz-Veltin 2005). Andere Autoren heben bei der Betrachtung der Konsequenzen des Wandels hauptsächlich die finanziellen Auswirkungen – und hier vor allem die der sozialen Sicherungssysteme – hervor (Steinmann 2002, Münz 2007, dsn 2008). Ein Indikatorenset, das explizit neben diesen wichtigen Faktoren auch andere Bereiche des gesellschaftlichen Lebens in Betracht zieht, ist bei den Recherchen nicht auffindbar gewesen.

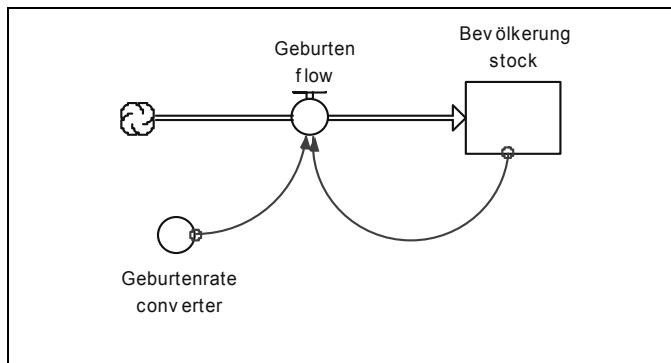


Abb. 1: Modellelemente aus Stella

Anhand einer Literaturstudie wurden die wichtigsten Aspekte des demographischen Wandels herausgefiltert und Aspekte mit Hilfe von Indikatoren messbar gemacht. Dabei sind entsprechende Daten nicht immer auf der Kreisebene verfügbar. Wenn es nicht möglich war, Daten auf der regionalen Ebene zu finden, wurden Daten auf Landesebene gesucht. Wenn auch hierfür keine Datenlage auffindbar war, wurde der nationale Wert verwendet. Wichtig hierbei ist die Möglichkeit, die überregionalen Daten auf regionaler Ebene anpassen zu können. Es ist dabei wichtig, die Datengrundlage offen zu legen, damit für den Anwender die Qualität der Daten nachvollziehbar bleibt. Fundierte Daten zu regionaler Entwicklung bieten die Statistischen Landesämter, die viele der wichtigsten Indikatoren auf Kreisebene für die letzten Jahre abrufbar bereitstellen. Eine weitere wichtige Datenquelle sind so genannte *Surveys*, also durchgeführte Befragungen von Forschungseinrichtungen zu bestimmten gesellschaftlichen Aspekten. Vornehmlich sind dies Daten aus dem sozio-oekonomischen Panel (SOEP) am Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) und die Allgemeine Bevölkerungsumfrage der Sozialwissenschaften (ALLBUS), durchgeführt vom GESIS - Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften. Nach eigenen Angaben wird ein repräsentativer Querschnitt der bundesdeutschen Bevölkerung befragt und zumindest für das SOEP ist eine Betrachtung auf Landesebene seit dem Jahr 2000 sinnvoll. Es ist also bei diesen Daten eine Abstrahierung von Landes- und in bestimmten Fällen von Bundesebene notwendig und unumgänglich. Im Modell wird auf die jeweiligen Bezugsgrößen und Datenquellen hingewiesen werden, so dass nachvollziehbar bleibt, wie aussagekräftig die Daten sind.

Die Indikatoren für die gesellschaftlichen Ebenen sind in verschiedene Systemkategorien untergliedert (Abb. 2), so dass ein Set an Indikatoren zusammengetragen wird, das es ermöglicht, den demographischen Wandel innerhalb einer Region abzubilden. Beispielhaft sollen hier einige Indikatoren vorgestellt werden: Aus dem System der *Sozialen Sicherung* sind Indikatoren zu den drei Themen Renten, Pflege und Krankenkassen zu entwickeln. Über den Beitragssatz für die Rentenversicherung, über abgeschlossene Riesterrenten oder über das durchschnittliche Renteneintrittsalter soll der Aspekt der Rente abgedeckt werden. Bei der Pflege wird unterschieden zwischen dem Personal, das in der Pflegebranche tätig ist und den Menschen in Pflege (unterschieden

wird dabei zwischen stationärer und ambulanter Pflege sowie Personen, die Pflegegeld erhalten). Bei der Krankenkasse wird der durchschnittliche Beitragssatz der Krankenkassen verwendet, sowie die Ausgaben der Krankenkassen nach Altersklassen berücksichtigt. Bei der Kategorie *Mobilität* wurden Indikatoren wie Motorisierungsgrad der Bevölkerung, Fahrgäste im Bus-ÖPNV und Fahrleistung der Busse in Millionen Kilometer verwendet. Diese noch relativ objektiv beschreibbaren Daten stehen im Gegensatz zu Daten, die aus den angesprochenen Surveys herausgefiltert wurden. In anderen Systemkategorien finden sich Indikatoren wie Zufriedenheit mit der Lebenssituation im Allgemeinen, mit der Gesundheit oder mit der Arbeitsstelle, die aus diesen Befragungen abgeleitet wurden.

<u>Systemkategorien</u>	
<i>Demographischer Wandel</i>	<i>Nachhaltigkeit</i>
Gesellschaftsstruktur	Persönliche Entwicklung
Soziale Sicherung	Sozial System
Mobilität	Infrastruktur System
Bildung	Staat und Verwaltung
Wohninfrastruktur	Wirtschaftssystem
Freizeitverhalten	Umwelt + Ressourcen
Wirtschaft	
Lebensentwürfe	
Migration	
Einkommen + Vermögen	
Gesundheit	

Abb. 2: Systemkategorien *Demographischer Wandel* und *Nachhaltigkeit*

Mit Hilfe der Indikatoren kann ein für die Zwecke genügend realitätsnahes Abbild der Region geschaffen werden. In so genannten *feed-back Loops* beziehen sich die Indikatoren aufeinander bevor sie letztlich Indikatoren aus dem Nachhaltigkeitssystem (Abb. 2) gegenübergestellt werden. Die Zusammenhänge, wie die demographischen Indikatoren die Nachhaltigkeitsindikatoren beeinflussen sind noch im Einzelfall zu klären. Anders als bei den Systemkategorien des demographischen Wandels sind die Indikatoren, die sich hinter den sechs Systemkategorien der Nachhaltigkeit verbergen, aus der Literatur ableitbar. Anhand einer Literaturstudie wurden relevante Indikatoren ausgewählt. Die sechs Ebenen, entworfen von Bossel (1998), wurden der klassischen dreistufigen Skala (Ökonomie, Ökologie und Soziales) vorgezogen, da Veränderungen innerhalb der Indikatoren eindeutiger einer der sechs Kategorien zuzuordnen sind. Innerhalb dieser sechs Kategorien finden sich Unterkategorien, die jeweils durch Indikatoren repräsentiert werden, die in einem zu ermittelnden Verhältnis zu den demographischen Indikatoren stehen. Über diese Beziehungen zwischen den Indikatoren der Demographie- sowie der Nachhaltigkeitsseite lassen sich Veränderungen im jeweiligen System verfolgen. Abbildung 3 zeigt das konzeptionelle Modell.

Um das Modell zu strukturieren, werden einzelne *submodells* konstruiert. *Submodells* entsprechen generell den Systemkategorien in der Konzeption des Modells. Beispielsweise sind dies *Bevölkerungsentwicklung*, *Mobilität*, *Wohninfrastruktur* oder *Wirtschaft* (Abb. 3). Sie bilden in sich geschlossene kleine Modelle. Sie sind mit anderen *submodells* verbunden und eine Interaktion zwischen den Modellen ist möglich. Ein grundlegendes *submodell* ist die Gesellschaftsstruktur Nordfrieslands. *Driver* dieses Modells sind die Fertilitäts- und Sterberaten in der Region, sowie Wanderung in die bzw. aus der Region. Ergebnisse dieses Modells können direkt in andere *submodells* eingepflegt werden. Beispielsweise lassen sich aus dem *submodell* die Bevölkerungszahlen, die für das *submodell* Bildung relevant sind, einfach übertragen. Veränderungen im Bevölkerungsmodell werden dann gleichzeitig auch im *submodell* Bildung zum Tragen kommen.

Grundsätzlich steht die Nutzung des Modells jedem Interessierten offen, unabhängig davon, aus welchen Gründen das Modell von Interesse ist. Ebenso wenig ist es für bestimmte Fachdisziplinen konzipiert. Das mag in einigen Fällen dazu führen, dass die Annahmen, die im Modell getroffen werden, für die Anwender nicht immer mit der gewünschten Tiefenschärfe bearbeitet werden. Solange aber alle wichtigen Themen im Modell wieder gefunden werden können, können bei Bedarf zur Klärung einzelner Faktoren spezielle *submodells* erstellt werden. Diese sind zwar nicht Teil der Forschungsarbeit, jedoch soll an dieser Stelle auf die Möglichkeit der Erweiterung hingewiesen werden. Außerdem wird das Modell interaktiv gestaltet. Die Anwender haben die Möglichkeit, bestimmte Annahmen zu variieren und nehmen somit Einfluss auf das Modellergebnis.

Sind alle notwendigen *submodells* erstellt, ist das Grundgerüst des Modells damit vervollständigt und es steht Anwendern zur Nutzung frei. Es besteht die Möglichkeit, die Indikatoren individuell zu verändern, um im Modellverlauf die Konsequenzen von Entscheidungen zu verfolgen. Idealerweise sollen einzelne Akteure oder Akteursgruppen mit bestimmten Interessenlagen das Modell nach ihren Vorstellungen nutzen. Die Ergebnisse des Modelllaufes können dann innerhalb der Akteursgruppe diskutiert werden, viel mehr jedoch sollen diese Ergebnisse mit anderen Akteursgruppen diskutiert werden. So dient das Modell im ersten Schritt als Diskussionsgrundlage für mögliche Entscheidungen. Im zweiten Schritt können dann die ausgehandelten Entscheidungen mit einem erneuten Modelllauf simuliert werden. Die Ergebnisse – um dies noch mal zu betonen – sollen dabei nicht als Prognose einer wahrscheinlichen Zukunft dienen. Sie dienen allein als Diskussionsgrundlage, ob die möglichen Auswirkungen der getroffenen Entscheidungen gewollt bzw. akzeptabel sind.

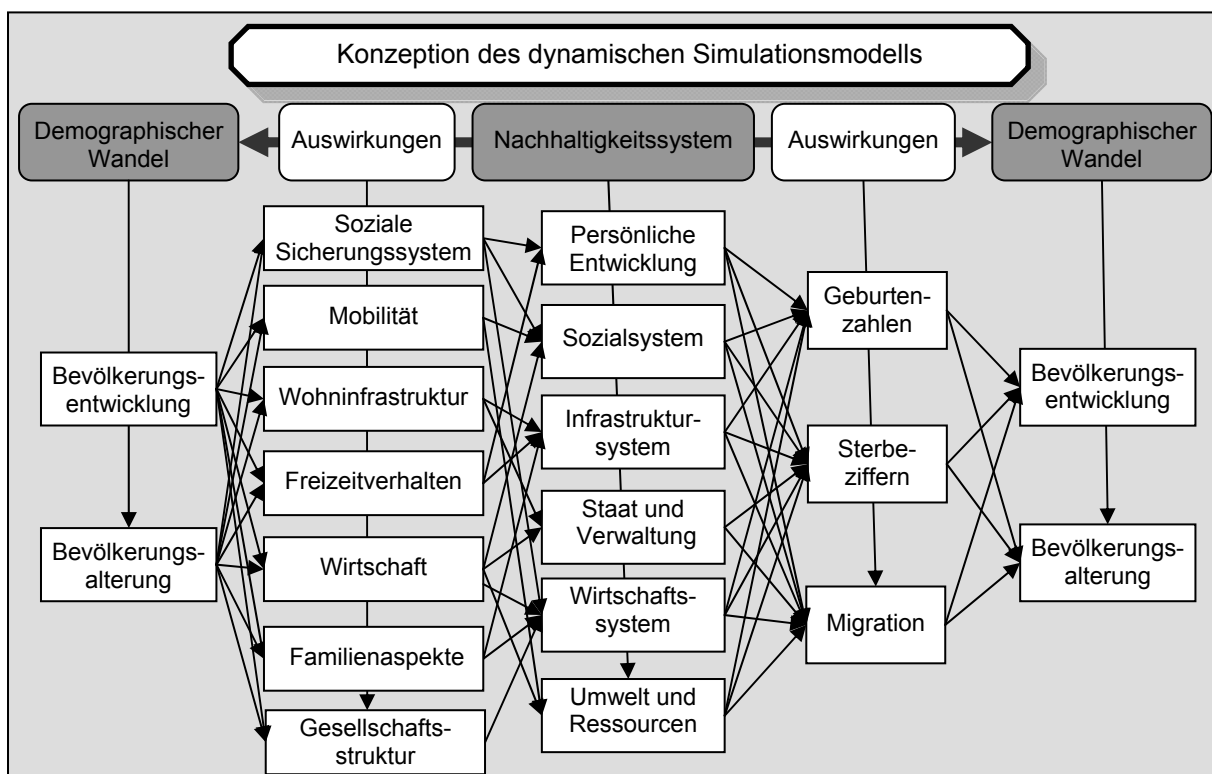


Abb. 3: Konzeptionelles Modell: ‚Demographischer Wandel und Nachhaltigkeit im Küstenraum‘ (DeWaNaKü)

6 Zusammenfassung

Unter post-normalen Situationen ist traditionelle Wissenschaft ungenügend. Die Arbeiten von Funtowicz und Ravetz (1991, 1992, 1993) zeigen eine Möglichkeit, wie in diesen Situationen eine neue Wissenschaftsausrichtung aussehen könnte. Im Fokus stehen hierbei kommunikative

Aushandlungsprozesse über nötige Entscheidungen. Eine neue Aufgabe der Wissenschaft liegt darin, den Rahmen für die Aushandlungsprozesse zu setzen. Dabei sind Methoden hilfreich, wie sie aus der Transdisziplinaritätsforschung bekannt sind. Eine solche Methode kann die Entwicklung und Anwendung eines dynamischen Simulationsmodells sein, wenn das Modell eine interaktive Arbeit zwischen den verschiedenen Beteiligten ermöglicht.

Das Fallbeispiel meiner Arbeit ist das Problem des demographischen Wandels in der Küstenregion Nordfriesland. Aufgrund des post-normalen Charakters des Problems ist ein neuer wissenschaftlicher Zugang zu diesem Problem nötig. Die Konzeption des Modells ‚Demographischer Wandel und Nachhaltigkeit im Küstenraum‘ (DeWaNaKü) bietet eine Möglichkeit für den Umgang mit der post-normalen Situation. Das Modell ermöglicht Anwendern ihren Umgang mit dem Wandel im Modell zu simulieren. Dem Anwender wird ein eigener Zugang zu dem Problem ermöglicht, in dem zunächst Entscheidungen in der Modellanwendung getroffen werden müssen. Basierend auf diesen Annahmen entwickelt das Modell ein Zukunftsszenario, mit dem sich der Anwender auseinandersetzen kann. Die Annahmen können dabei explizit interessengeleitet gemacht werden, da eine objektive Bewertung des Problems und abgewogene Entscheidungen in diesem Arbeitsschritt nicht erwartet oder gefordert werden. Jeder der beteiligten Akteure soll einen eigenen Modelllauf durchspielen. Im nächsten Schritt kann der Anwender das Ergebnis seiner Modellanwendung mit anderen beteiligten Akteuren diskutieren. Ziel ist die Initiation eines Diskussionsprozess, der die getätigten Annahmen oder Entscheidungen reflektiert. Die subjektiv getätigten Entscheidungen sollen in der Gruppe zur Diskussion stehen. Die Diskussionen können dabei helfen, die jeweiligen Positionen zu reflektieren, Entscheidungsspielräume auszuloten und Zukunftsoptionen aufzuzeigen. Darauf aufbauend kann ein neuer Umgang mit dem Problem des demographischen Wandels gefunden werden. Die Entscheidungen, die basierend auf den Diskussionen getroffen werden, werden sich durch eine höhere Akzeptanz bei den Beteiligten auszeichnen. Dadurch kann das Modell dazu beitragen, den Entscheidungsfindungsprozess qualitativ zu verbessern.

Literatur

- Auth, D. & B. Holland-Cunz (2007): Alarmismus und Aktionismus. Diskurs und Politik zum demografischen Wandel in Deutschland. In: Ministerium für Generationen, Familie, Frauen und Integration des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Demografischer Wandel. Die Stadt, die Frauen und die Zukunft. Ohne Verlag, Düsseldorf, S. 65–78.
- Birg, H. (2005): Die demographische Zeitenwende. Der Bevölkerungsrückgang in Deutschland und Europa. Beck, München, 226 S.
- Bossel, H. (1998): Globale Wende. Droemer Knauer, München, 464 S.
- Bossel, H. (2004): Systeme, Dynamik, Simulation. Books on Demand, Norderstedt, 99 S.
- Busch, M., A. Kannen & M. Striegnitz (2010): Raumnutzungskonflikte in der Küstenzone: Informelle Lösungsansätze am Beispiel der naturschutzrechtlichen Kompensation des JadeWeserPorts. Coastline Reports, dieser Band.
- dsn (Hrsg.) (2008): Schleswig-Holstein 2025 – Demographie-Report regional. Kiel, 43 S. (www.dsn-online.de/de/dokumente/dokumente_demographiereport/Demographie-Report_dsn_2008.pdf, 3. November 2007).
- Enquête Kommission Demographischer Wandel (Hrsg.) (2002): Herausforderungen unserer älter werdenden Gesellschaft an den Einzelnen und die Politik. Decker, Berlin, 299 S.
- Funtowicz, S.O. & J.R. Ravetz (1991): A new Scientific Methodology for Global Environmental Issues. In: Costanza, Robert (Hrsg.): Ecological economics. The science and management of sustainability. Columbia University Press, New York, S. 137–152.
- Funtowicz, S.O. & J.R. Ravetz (1992): The good, the true and the post-modern. Futures 24: 963–976.
- Funtowicz, S.O. & J.R. Ravetz (1993): Science for the Post-Normal Age. Futures 25 739–755.

- Gans, P. & A. Schmitz-Veltin (2005): Bevölkerungsentwicklung in ländlichen Gemeinden: Szenarien zu kleinräumigen Auswirkungen des demographischen Wandels. In: Birg, H. (Hrsg.) Auswirkungen der demographischen Alterung und der Bevölkerungsschrumpfung auf Wirtschaft, Staat und Gesellschaft. Lit-Verlag, Münster, S. 111–129.
- Grohmann, H. (2003): Die Alterung unserer Gesellschaft. Ursachen, Wirkungen, Handlungsoptionen. Zeitschrift für Bevölkerungswissenschaft 28: 443–462.
- Hauff, V. (1987): Unsere gemeinsame Zukunft. Eggenkamp, Greven, 421 S.
- Höhn, C. (2000): Demographische Probleme des 21. Jahrhunderts aus deutscher Sicht. Zeitschrift für Bevölkerungswissenschaft 25: 375–398.
- Jessel, B. & K. Tobias (2002): Ökologisch orientierte Planung. Utb, Stuttgart, 470 S.
- Kaufmann, F.-X. (2005): Schrumpfende Gesellschaft. Vom Bevölkerungsrückgang und seinen Folgen. Suhrkamp, Bonn, 269 S.
- Kreis Nordfriesland (Hrsg.) (2009): Kreis Nordfriesland – Gemeinsam den Wandel gestalten. Ohne Verlag, Husum, 111 S.
- Löbbert, H. (2007): Die Auswirkungen des demografischen Wandels auf die sozialen Sicherungssysteme. Kovac, Hamburg, 310 S.
- Luks, F & B. Siebenhüner (2007): Transdisciplinary for social learning? The contribution of the German socio-ecological research initiative to sustainability governance. Ecological Economics 63: 418–426.
- Münz, R. (2007): Demographische Entwicklung in Deutschland – Konsequenzen für die soziale Sicherung. In: Zillessen, H. & S. Kessen (Hrsg.): Wie gestalten wir Veränderungen. Lang, Frankfurt u. a., S. 21–28.
- Oberndörfer, D. (2005): Demographie und Demagogie. Wissenschaft und Interesse bei Herwig Birg und Charlotte Höhn. Blätter für deutsche und internationale Politik 12/2005: 1481–1492.
- O'Hara, S. (1996): Discursive ethics in ecosystems valuation and environmental policy. Ecological Economics 16: 95–107.
- Pohl, C. & G. Hirsch Hadorn (2006): Gestaltungsprinzipien für die transdisziplinäre Forschung. Ein Beitrag des td-net. Oekom, München, 119 S.
- Ravetz, J. (1999): What is Post-Normal Science. Futures 31: 647–653.
- Ravetz, J. (2004): The post-normal science of precaution. Futures 36: 347–357.
- Roloff, J. (2004): Die alternde Gesellschaft - Ausmaß, Ursachen und Konsequenzen. In: Auth, D & G. Breit (Hrsg.): Die alternde Gesellschaft. Wochenschau, Schwalbach, S. 9–30.
- Steinmann, G. (2002): Mögliche Effekte des demographischen Wandels – Ein Überblick. Wirtschaft im Wandel 15: 470–480.
- Van den Belt, M. (2004): Mediated modeling. A system dynamics approach to environmental consensus building. Springer, Washington DC, 339 S.
- von Storch, H. (2009): Klimaforschung und Politikberatung – zwischen Bringeschuld und Postnormalität. Leviathan 37: 305–317.

Danksagung

Die Arbeiten waren Teil des BMBF Verbundprojektes *Zukunft Küste – Coastal Futures*.

Adresse

Nico Stelljes
 GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH
 Institut für Küstenforschung, Sozioökonomie des Küstenraums
 Max-Planck-Straße 1
 21502 Geesthacht, Germany

Nico.Stelljes@gkss.de