

„The most likely future isn't“: Landnutzungsszenarien für Mitteldeutschland

Jennifer Hauck · Jörg A. Priess

Eingegangen: 29. Januar 2013 / Angenommen: 19. Juli 2013 / Online publiziert: 21. August 2013
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

Zusammenfassung Szenarien sind kohärente, in sich konsistente und plausible Darstellungen zukünftiger Zustände, beispielsweise der Landnutzung in einer Region oder in anderen räumlichen Einheiten, unter Berücksichtigung von Märkten, Politik, Klima und weiteren Gegebenheiten. Die Darstellung von Szenarien kann sowohl quantitativ als auch qualitativ sein. Qualitative Beschreibungen werden als *Storylines* bezeichnet. Der angenommene Handlungsstrang kann über geschriebene Narrative oder Bilder, Karten und Filme vermittelt werden. Diese Szenarien bzw. *Storylines* werden nicht nur in der Forschung, sondern zunehmend auch in der Politik und von nationalen und internationalen wissenschaftlichen Beratungsgremien eingesetzt, um etwa einen Einblick in zukünftige Möglichkeiten oder Handlungsspielräume zu geben oder Auswirkungen alternativer Politiken darzustellen. Der Beitrag stellt zum einen die partizipative Entwicklung von *Storylines* der Landnutzung in Mitteldeutschland vor. Zum anderen werden die regionalen *Storylines* als Produkt ausgewiesen und mögliche Anwendungsgebiete aufgezeigt. Es bieten sich sowohl wissenschaftliche als auch praxisbezogene Fragestellungen an. Ein Beispiel hierfür ist die Nutzung der Annahmen als Grundlage für die computergestützte Abschätzung zukünftiger Landnutzungsänderungen (Modellierung). Eine weitere Anwendungsmöglichkeit ergibt sich

durch die Einblicke in thematisch und räumlich verknüpfte Zusammenhänge und deren verschiedenen Entwicklungsalternativen in der Landnutzung, die durch die *Storylines* beschrieben werden. Damit können diese beispielsweise als *Input* für Planungsalternativen, Politikmaßnahmen oder Managementstrategien genutzt werden, indem sie positive und negative Auswirkungen aufzeigen und damit ermöglichen, erwünschte Entwicklungen zu erreichen bzw. unerwünschte Folgen zu vermeiden.

Schlüsselwörter Storylines · Relevanz · Glaubwürdigkeit · Legitimität · Partizipation · Landnutzung · Mitteldeutschland

“The most likely future isn't“: Land Use Scenarios for Central Germany

Abstract Scenarios are coherent, internally consistent and plausible descriptions of possible future states, for example of land use in a region or a different spatial unit, which take the influence of markets, policy, climate into account. The qualitative descriptions of scenarios are called storylines, for example written narratives but also maps, pictures or movies. Apart from scientific purposes scenarios and storylines respectively are increasingly used in political contexts and national as well as international scientific advisory boards. They provide insights into future opportunities and scopes of actions and show the consequences of alternative policies. The paper introduces the participatory development process of storylines of land use in Central Germany as well as the final storylines and shows their potential uses. One example for the scientific application of the storylines is their use as a basis for computer-based land use change simulation (modelling). A further use of

Dr. J. Hauck (✉)
Department Umweltpolitik, Helmholtz-Zentrum für
Umweltforschung – UFZ, Permoserstr. 15,
04318 Leipzig, Deutschland
E-Mail: jennifer.hauck@ufz.de

Dr. J. A. Priess
Department Landschaftsökologie, Helmholtz-Zentrum für
Umweltforschung – UFZ, Permoserstr. 15,
04318 Leipzig, Deutschland
E-Mail: joerg.priess@ufz.de

the storylines is seen in the context of land use planning. The storylines provide insights into alternative land uses and their positive and negative impacts, which can aid spatial planning or the development of policy measures or management strategies.

Keywords Storylines · Relevance · Credibility · Legitimacy · Participation · Land Use · Central Germany

1 Einleitung

In Deutschland gibt es vielfältige Formen der Landnutzung mit sehr unterschiedlichen und teilweise konkurrierenden Zielsetzungen. Darüber hinaus haben globale Veränderungen wie der Klimawandel, wirtschaftliche Entwicklungen oder eine stark divergierende Bevölkerungsentwicklung bereits großen Einfluss auf die Landnutzung, der sich in Zukunft noch verstärken wird. Vielfach beeinflussen sich diese Faktoren gegenseitig und die dabei auftretenden Wechselwirkungen und Unsicherheiten erschweren vor allem langfristige Planungsentscheidungen. Herman Kahns (1982: 82) oft zitierter Satz, „The most likely future isn't“¹ legt den ideellen Grundstein für die Möglichkeit, mit Szenarien zu arbeiten, die oben genannten Zusammenhänge zu durchdenken und auf mögliche Folgen aufmerksam zu machen (vgl. z. B. Matthies/Giupponi/Ostendorf 2007; Liu/Gupta/Springer et al. 2008; Starick/Klöckner/Möller et al. 2011), aber auch um verschiedene Wege aufzuzeigen, negativen Folgen entgegenzuwirken. Daher haben sich Szenarien zu einem Managementwerkzeug entwickelt, das zum Einsatz kommt, um

- Entwicklungsmöglichkeiten zu skizzieren und sich auf künftige Ereignisse vorzubereiten,
- das Risikopotenzial von Strategien zu beurteilen und einen Handlungsbedarf anzumahnen,
- Handlungsoptionen zu entwerfen und abzuwägen, um die geeignetsten auszuwählen,
- Auswirkungen bestimmter Maßnahmen auf andere Handlungsfelder zu beschreiben und die Eignung im komplexen Umfeld besser beurteilen zu können (Syrbe/Rosenberg/Vowinckel 2013: 111).

In diesem Sinne werden Szenarien zunehmend in der Politik verwendet, um etwa einen Einblick in zukünftige Eventualitäten oder Handlungsspielräume zu geben oder Auswirkungen alternativer Politiken darzustellen (z. B. UNEP 2007; ICSU 2010; Schlesinger/Lindenberger/Lutz 2010).

Szenarien kommen auch in der Wissenschaft regelmäßig zum Einsatz. Dort stehen nicht unbedingt Handlungsempfehlungen im Vordergrund, sondern beispielsweise ein

besseres Verständnis für komplexe Systeme sowie ihrer Wechselwirkungen und Unsicherheiten. Auch der Einfluss bestimmter Treiber für Veränderungen, wie beispielsweise der Einfluss des Klimawandels auf andere Faktoren, ist oft Gegenstand von wissenschaftlichen Szenarien. Schließlich kann die Etablierung eines wissenschaftlichen Konsens ein Ziel von Szenarienentwicklungen sein (z. B. Walz/Lardelli/Behrendt et al. 2007; Liu/Gupta/Springer et al. 2008; Mahmoud/Liu/Hartmann et al. 2009).

So vielfältig, wie die Anwendungskontexte sind, sind auch die Definitionen und Methoden der Szenarienentwicklung. Laut einer Überblicksstudie von Kosow und Gaßner (2008: 9) lässt sich jedoch innerhalb der Methodendiskussion ein – zumindest von einem Großteil der Autoren – implizit geteiltes Grundverständnis darüber identifizieren, was ein Szenario ist. Dieses Grundverständnis beinhaltet eine Darstellung einer möglichen zukünftigen Situation (Zukunftsbild) inklusive der Entwicklungspfade, die zu der zukünftigen Situation führen.

Das Grundverständnis impliziert auch die Unterscheidung von Szenarien und Prognosen. Prognosen sind Aussagen über erwartbare zukünftige Entwicklungen, welche sich z. B. auf die statistische Extrapolation gegenwärtiger und vergangener Trends stützen (Grunwald 2002: 181). Der Einsatz von Szenarien scheint dann sinnvoll, wenn Prognosen unmöglich sind, z. B. wenn nicht genügend Daten für eine Prognose vorliegen oder wenn viele Unsicherheiten gleichzeitig berücksichtigt werden sollen (Rounsevell/Metzger 2010: 606). Daher werden in der Regel mehrere Szenarien kontrastierend konzipiert, um verschiedene vorstellbare Entwicklungen aufzuzeigen und einen Möglichkeitsraum auszuloten (Oppermann 2008: 38). Einen Überblick über die Szenarienmethodik und Nutzungsmöglichkeiten findet sich bei van Notten/Rotmans/van Asselt et al. (2003), Bishop/Hines/Collins (2007), Kosow/Gaßner (2008) und Mahmoud/Liu/Hartmann et al. (2009).

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert seit 2009 bis Ende 2013 im Rahmen des Helmholtz-Programms „Terrestrische Umwelt“ das Topic „Landnutzungsoptionen – Strategien und Anpassung an den globalen Wandel“, an dem insgesamt 20 Forschergruppen beteiligt sind. Ein Ziel des Topics besteht darin, in Zusammenarbeit mit Partnern aus der Praxis die Folgen verschiedener möglicher Entwicklungen der Landnutzungen in Form von regionalen *Storylines* zu beschreiben. Es handelt sich dabei um eine qualitative Beschreibung verschiedener Zukünfte, die aus geschriebenen Narrativen bestehen, häufig aber durch Bilder, Karten oder Filme ergänzt werden (Rounsevell/Metzger 2010: 606). Der räumliche Fokus liegt dabei auf der Region Harz/Mitteldeutsches Tiefland.

Qualitative, narrative Szenarien werden aus den nachfolgend genannten Gründen für unsere Forschung als besonders sinnvoll erachtet (vgl. dazu Gaßner/Steinmüller 2006;

¹ „Die wahrscheinlichste Zukunft ist es nicht.“

Kosow/Gaßner 2008; Dappen/Ewen 2009; Fink/Siebe 2011). Zunächst eignen sie sich gut zur Vermittlung, da mögliche Veränderungen und sich daraus ergebende Konsequenzen sehr prägnant formuliert werden können. Die Darstellungsweise zwingt zudem zu einem hohen Maß an Konkretheit und Realismus. Qualitative Szenarien erlauben die eher inhaltlich-sinnhafte Betrachtung von Details und Nuancen, ohne dass Schlüsselfaktoren definitiv ein- oder ausgeschlossen werden müssen. So kann sichergestellt werden, dass die Szenarien in vielen verschiedenen Kontexten zum Einsatz kommen können, die dann jedoch immer einen gemeinsamen Nenner haben müssen. Darüber hinaus eignen sich qualitative Ansätze gerade dann, wenn in längerfristigen Betrachtungen vermeintlich ‚hartes‘ quantitatives Wissen an Plausibilität verliert. Schließlich profitieren alle am Entwicklungsprozess Beteiligten, indem sie ihre Kenntnisse über die anderen Akteure erweitern und deren Interessen kennenlernen. Mit Abstand vom Alltag ist es möglich, das Denken von Alltagsroutinen zu lösen und Möglichkeitsräume zu erforschen.

Unabhängig von der Art der Szenarien wurden in den letzten Jahren von der Wissenschaft Kriterien entwickelt, um die Qualität von Szenarienansätzen zu bewerten, beispielsweise die Relevanz der Szenarien für die Nutzer, ihre Glaubwürdigkeit und ihre Legitimität (vgl. Hulme/Dessai 2008; Alcamo/Kok/Busch et al. 2008).

In unserem Beitrag beschreiben wir ausführlich die Entwicklung der regionalen *Storylines* für Mitteldeutschland und heben die prozessintegrierte, kontinuierliche Qualitätskontrolle hervor, die die Glaubwürdigkeit, Legitimität und Relevanz der *Storylines* unterstützt. Diese Darstellung erachten wir als essenziell für das Ziel des Beitrags, die *Storylines* einer breiten Fachöffentlichkeit und damit potenziellen Nutzern als wissenschaftliche Veröffentlichung zur Verfügung zu stellen (Kap. 4). Das Fazit (Kap. 5) gibt einen Überblick über die möglichen Nutzungen der *Storylines* und die Übertragbarkeit des Ansatzes.

2 Methodenbeschreibung

Grundlage für die Entwicklung der regionalen *Storylines* der Landnutzung waren Fragen nach der räumlichen Abgrenzung (z. B. Sachsen, Einzugsgebiet der Mulde oder Mitteldeutschland), nach dem Zeithorizont (z. B. bis 2030 oder 2050), nach Unsicherheiten oder Treibern für Veränderungen und danach, welche alternativen Entwicklungen sich daraus ergeben könnten. In mehreren Entwicklungsschritten wurden sowohl mit Wissenschaftlern als auch mit Praxispartnern Antworten auf diese Fragen erarbeitet und in *Storylines* umgesetzt. Die Entwicklungsschritte werden im Folgenden vorgestellt.

2.1 Etablierung des Review-Panels

Da das Projektteam für die Entwicklung der *Storylines* nur aus zwei Personen bestand, war es notwendig, zusätzliche Experten einzubinden, die den Entwicklungsprozess kritisch begleiten konnte, um die Konsistenz und Plausibilität der Annahmen und damit die Glaubwürdigkeit der regionalen *Storylines* zu gewährleisten. Angelehnt an einen Vorschlag von Alcamo (2001) wurde ein interdisziplinäres Review-Panel aus Wissenschaftlern etabliert, die zu Themen des Topic 1 forschen (Politik-, Sozial- und Rechtswissenschaften, Ökonomie, Ökologie, Biologie, Klimatologie, Hydrologie und Geographie). Die Wissenschaftler diskutierten von Beginn des Projektes an in einem iterativen Prozess die Fortschritte der Entwicklung der *Storylines*, lieferten aber auch eigene Beiträge, so z. B. Vorschläge zu fehlenden bzw. zu ergänzenden Themenbereichen, Anfragen zur Klarstellung von Sachverhalten oder Hinweise bezüglich eventuell unplausibler Annahmen.

Alcamo (2001: 26 f.) schlägt neben der Einbindung von wissenschaftlichen Experten auch die Einbindung von Interessenvertretern („Stakeholder“) in das Panel vor. Allerdings macht er auch die Nachteile einer solchen Einbindung hinsichtlich des hohen Zeit- und Kostenaufwands deutlich. Da uns für die kontinuierliche Einbindung von Stakeholdern in das Panel kein Budget zur Verfügung stand, haben wir verschiedene Workshops und Feedbackrunden mit Praxispartnern eingerichtet, die in den Kap. 2.3 und 2.4 beschrieben werden.

2.2 *Storylines* als Grundlage für weitere Forschungsansätze

Um als Grundlage für weiterführende Forschungen genutzt werden zu können, muss sich die Ausrichtung der Szenarien an den Fragestellungen potenzieller späterer Nutzer aus dem wissenschaftlichen Umfeld orientieren. Um dies zu erreichen, wurden über das Review-Panel hinaus zu Beginn der Szenarientwicklung alle 20 am Topic 1 des Helmholtz-Programms beteiligten Forschungsgruppen befragt. Erhoben wurden Forschungsfragen, Faktoren, die zukünftige Veränderungen in der Landnutzung bewirken, sowie Indikatoren, die die jeweiligen Veränderungen anzeigen.

Die Auswertung der Befragung ergab, dass ein geeigneter Zeithorizont der *Storylines* der Zeitraum bis 2050 wäre. Dieser aus Sicht der meisten Planer und Entscheidungsträger recht lange Zeitraum wurde gewählt, um Klimawandeleffekte und die Auswirkungen längerfristiger Veränderungen und Planungen, wie z. B. des Waldumbaus, berücksichtigen zu können. Außerdem ergab die Auswertung der Befragung, dass die Wissenschaftler großskalige Entwicklungen, wie z. B. den Klimawandel oder globale ökonomische Verän-

derungen, als wichtige Einflussfaktoren für die regionale Landnutzung ansehen.

In zwei *Storylines* („Markets First“, „Sustainability First“) des vierten Global Environment Outlook (GEO4) des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP 2007) werden viele dieser Rahmenbedingungen aufgeführt. Daher wurde im Review-Panel entschieden, dass die zu entwickelnden regionalen *Storylines* in die Rahmenbedingungen dieser beiden globalen *Storylines* eingebettet werden sollen. Außerdem bieten die GEO4-Szenarien viele Quantifizierungen von messbaren Rahmenbedingungen. Diese Quantifizierungen sind vor allem bei der späteren Nutzung der Szenarien für computergestützte Modellierungen von großem Vorteil. Neben den passenden Rahmenbedingungen wurde die Notwendigkeit gesehen, ein Nachhaltigkeits-szenario zu wählen, wie es in der *Storyline* „Sustainability First“ beschrieben wird. Da die Grundidee der Szenari-entwicklung darin besteht, eine möglichst große Bandbreite an Entwicklungsmöglichkeiten aufzuzeigen, wurde als zweite *Storyline* die des „Markets First“ gewählt, welche den größten Gegensatz zu „Sustainability First“ bietet.

In unserem ersten Szenario (RaMa (radikaler Markt)), das auf den Rahmenbedingungen des „Market First“ aufbaut, steht vor allem die wirtschaftliche Entwicklung durch sogenannte radikale Marktkräfte im Zentrum. Im zweiten Szenario (NaBü), das die Annahmen des „Sustainability First“ zugrunde legt, rückt eine stärkere Berücksichtigung von „Nachhaltigkeit und Bürgerbeteiligung“ in den Vordergrund.

Der nächste Entwicklungsschritt lag in der Konkretisierung der speziellen Rahmenbedingungen für Mitteldeutschland, z. B. hinsichtlich der regionalen Bevölkerungsentwicklung, bzw. im Formulieren von Annahmen bezüglich der von GEO4 offengelassenen Aspekte wie des ökologischen Landbaus oder der Produktion von Biomasse für die Bioenergiegewinnung. Dies erfolgte zusammen mit Wissenschaftlern aus den 20 Topic 1-Forschergruppen und weiteren Wissenschaftlern aus den Bereichen Bioenergie- und Wasserforschung in zwei aufeinanderfolgenden Workshops.

Aus diesen ersten Szenarienannahmen wurden vom Projektteam zunächst zwei *Storylines* formuliert. Diese wurden dann dem Review-Panel vorgelegt und entsprechend der Kommentare und Änderungsvorschläge fokussiert und verfeinert. Die beiden *Storylines* dienten als Ausgangsbasis für den dann folgenden Diskussions- und Entwicklungsprozess unter Einbeziehung der Praxispartner.

2.3 *Storylines* als Entwicklungsalternativen für die Praxis

Um *Storylines* für die Praxis zu entwickeln ist es essenziell, neben den globalen Entwicklungen auch regional relevante Fragen und Unsicherheiten über mögliche Entwick-

pfade in den Szenarien zu verankern. Hierzu wurde im November 2010 am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung in Leipzig ein Workshop mit Praxispartnern und Wissenschaftlern veranstaltet. Als Praxispartner eingeladen waren Vertreter von Behörden, Verbänden und Unternehmen aus verschiedenen Wirtschaftssektoren wie Land- und Wasserwirtschaft sowie von verschiedenen Planungsebenen der Bundesländer Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. Zusätzlich nahmen Wissenschaftler aus anderen Forschungseinrichtungen teil, die ebenfalls zur Zukunft Mitteldeutschlands, aber auch auf anderer Ebene (z. B. stadt- oder landkreisbezogen) forschen.

Die Auswahl der Praxispartner hat entscheidenden Einfluss auf die Glaubwürdigkeit, Relevanz und Legitimität von Szenarien (vgl. Kok/Biggs/Zurek 2007; Alcamo/Henrichs 2008; Volkery/Ribeiro/Henrichs et al. 2008). Deshalb ging der Auswahl der Workshopteilnehmer eine gründliche Analyse der *Stakeholder* voraus (vgl. Messner/Zwirmer/Karkuschke 2006; Reed/Graves/Dandy et al. 2009), die eine Kombination aus Literaturstudium und Interviews mit Schlüsselinformanten aus der Praxis sowie die Auswertung von Erfahrungen aus vorangegangenen Stakeholderprozessen umfasste. Im Zuge dieser Analyse erwies es sich als notwendig, nicht ausschließlich auf ein nach wissenschaftlichen Kriterien ausgewähltes Gebiet zu fokussieren, das sich zwar über Teile der drei Bundesländer Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen erstreckt, sich aber nicht an administrativen Grenzen orientiert. Stattdessen wurde die Ebene Mitteldeutschland gewählt, die diese Bundesländer umfasst, unter anderem um eine administrative Ebene, welche etwa für die Landes- und Regionalplanung sehr relevant ist, mit einzubeziehen und so die Szenarien nützlich für Praxispartner zu gestalten.

Im Vorfeld des Workshops wurden alle Teilnehmer gebeten, in Fragebögen die wichtigsten Ursachen oder Treiber für Landnutzungsänderungen in Mitteldeutschland zu nennen. Aus den Antworten ergaben sich zwar große Übereinstimmungen hinsichtlich der Ursachen, jedoch erhebliche Unterschiede in der Einschätzung, wie stark sich diese auf künftige Entwicklungen auswirken werden. Dabei neigten die *Stakeholder* in der Bewertung der Veränderungen entweder zu starken oder zu gemäßigten Veränderungsraten. Im Folgenden wird der Begriff „Unsicherheiten“ im Sinne von Themen und Faktoren verwendet, deren zukünftige Entwicklung die Praxispartner als unsicher ansehen und die sie gleichzeitig für die Region Mitteldeutschland als wichtig erachten.

Die Liste der in den Fragebögen benannten Unsicherheiten wurde auf dem Workshop vorgestellt und von den Teilnehmern ergänzt. Da es nicht möglich war, alle Unsicherheiten zu bearbeiten, wurde jeder Teilnehmer gebeten, die drei aus seiner Sicht wichtigsten Unsicherheiten auszuwählen. Aus den Angaben wurden die drei meistgenannten

Unsicherheiten (regionale Bevölkerungsentwicklung, Ausbau erneuerbarer Energien, Rohstoffknappheit) ermittelt und für die Szenarien festgelegt.

Um den sehr unterschiedlichen Einschätzungen der Praxispartner Rechnung zu tragen, wurden die beiden *Storylines* RaMa und NaBü zu jeweils zwei Szenarien mit moderaten bzw. extremen Veränderungen weiterentwickelt. Die Workshopteilnehmer wählten jeweils eines der vier Szenarien und bildeten Arbeitsgruppen, um Annahmen für eine *Storyline* zu entwickeln und zu skizzieren (z. B. hinsichtlich möglicher Landnutzungsänderungen bis 2050 und der Ereignisse, Politiken oder anderen Faktoren, die zu diesen Entwicklungen geführt haben könnten).

Um den Teilnehmern die Möglichkeit zu geben, im Nachhinein eventuell als fehlend erkannte Themen zu ergänzen und die Qualität und den Nutzen des Workshops zu beurteilen, wurden nach dem Workshop nochmals Fragebögen zur Evaluation an die Teilnehmer verschickt.

2.4 Ausarbeitung der *Storylines*

Auf den Evaluierungsfragebögen wurden von den Praxispartnern einige wichtige Themen wie Forstwirtschaft, Energie, *Governance*/Politik und Stadtplanung aufgezeigt, die im Rahmen des Workshops nicht behandelt werden konnten. Unter Einbeziehung dieser Anregungen sowie mithilfe von Expertengesprächen und Diskussionsrunden zu den oben genannten Themen und nach weiterer intensiver Literaturrecherche wurden die vier Szenarienskizzen zu *Storylines* ausgearbeitet.

Dafür wurden zunächst alle Annahmen der Stakeholder entsprechend der vier *Storylines* in Tabellen übertragen und auf Widersprüche zueinander sowie zu den Randbedingungen (RaMa/NaBü, jeweils moderat und extrem) überprüft. Bei Widersprüchen wurde zunächst das Diskussionsprotokoll der entsprechenden Gruppe hinsichtlich eines getroffenen Konsenses konsultiert. Gab es keinen Konsens unter den Praxispartnern, wurde die Annahme gewählt, für die sich die Mehrzahl der Teilnehmer entschieden hatte oder die unter den jeweiligen Rahmenbedingungen am plausibelsten war. Bestand keine Eindeutigkeit, wurde auf Expertenmeinungen und Literatur zurückgegriffen. Diese Vorgehensweise wurde auch auf Themenbereiche angewendet, die während des Workshops nicht behandelt werden konnten, wie beispielsweise Annahmen über weitere Formen der Flächennutzung.

Die *Storylines* wurden erneut dem Review-Panel sowie vier zufällig ausgewählten Praxispartnern vorgelegt, um die qualitativen und quantitativen Annahmen der Szenarien auf Konsistenz, Widerspruchsfreiheit und Plausibilität zu prüfen. Dadurch wurde sichergestellt, dass die vier *Storylines* sowohl wissenschaftliche Kriterien erfüllen als auch die Annahmen der Praxispartner adäquat berücksichtigen.

3 Die Zukünfte der Landnutzung in Mitteldeutschland

Nachdem Methode und Prozess der Szenarientwicklung geschildert sind, wird nachfolgend kurz die Region Mitteldeutschland vorgestellt. Daran anschließend werden die durch die einzelnen Prozessschritte gewonnenen inhaltlichen Erkenntnisse sowie die schrittweise entwickelten *Storylines* beschrieben.

3.1 Die Region Mitteldeutschland

Der Begriff Mitteldeutschland wurde und wird bis heute für unterschiedliche Raumausschnitte benutzt (Berkner/Grundmann/Opp et al. 2001: 8). Wir verstehen darunter die drei Länder Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. Diese umfassen zusammen eine Fläche von rund 55.000 km². Die mitteldeutschen Landschaften sind mit Ausnahme der Mittelgebirgsregionen stark von landwirtschaftlichen Nutzungen geprägt, die im Durchschnitt 57%² der Flächen einnehmen und in Sachsen-Anhalt über 60%. Obwohl sich die Flächen des Biolandbaus im letzten Jahrzehnt etwa verdoppelt haben, spielen sie mit etwa 5% der Agrarfläche in Mitteldeutschland nur eine untergeordnete Rolle. Starke Veränderungen in der landwirtschaftlichen Flächennutzung haben sich in den letzten Jahren durch die deutliche Zunahme des Anbaus von Bioenergiepflanzen ergeben, dessen Flächenanteil heute ungefähr bei 20% liegt, wobei der Maisanbau im Gegensatz zu anderen Regionen in Deutschland nur unwesentlich zugenommen hat. Agrarflächen nehmen insgesamt in ihrer Ausdehnung langsam ab, im Wesentlichen durch die Zunahme von Wald sowie die trotz des Bevölkerungsrückgangs zu beobachtende Ausdehnung von Siedlungs- und Verkehrsflächen um 18% bis 26%³ in den letzten beiden Jahrzehnten. Sachsen-Anhalt ist nur zu etwa einem Viertel bewaldet, Thüringen dagegen zu etwa einem Drittel. Siedlungs- und Verkehrsflächen weisen in Sachsen mit etwa 7% den höchsten Flächenanteil auf, in den beiden anderen Bundesländern liegt er bei etwa 4%.

Sachsen ist nicht nur das bevölkerungsreichste, sondern mit etwa 224⁴ Einwohnern pro km² auch das am dichtesten besiedelte Bundesland in Mitteldeutschland. Dies entspricht in etwa dem Bundesdurchschnitt, wohingegen Thüringen und Sachsen-Anhalt nur etwas mehr als halb so dicht besiedelt sind. Insgesamt hatte Mitteldeutschland in den letzten beiden Jahrzehnten einen Bevölkerungsrückgang von fast 13% auf etwa 8,7 Millionen Einwohner zu verzeichnen –

² Alle Daten zur Flächennutzung aus GENESIS, der online-Datenbank des Statistischen Bundesamtes (<http://www.destatis.de>; letzter Zugriff am 08.01.2013).

³ Alle Zahlen zu Siedlungs- und Verkehrsflächen wurden abgerufen unter: <http://www.destatis.de> (letzter Zugriff am 08.01.2013).

⁴ Alle Zahlen zu Bevölkerung wurden abgerufen unter: <http://www.destatis.de> (letzter Zugriff am 29.04.2013).

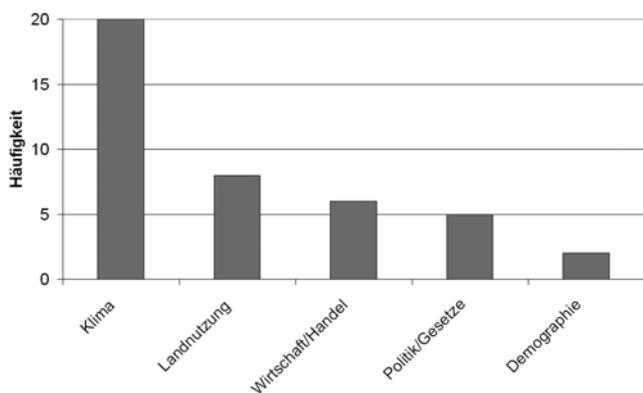


Abb. 1 Von den 20 befragten Forschungsgruppen identifizierte Treiber für Veränderungen in Mitteldeutschland (Mehrfachnennungen möglich)

ein Thema, das auch hinsichtlich der möglichen weiteren Entwicklungen regional viel diskutiert wird.

3.2 Treiber von Veränderungen

In der eingangs genannten Befragung wurden alle 20 wissenschaftlichen Arbeitsgruppen zu ihren Annahmen bezüglich der Faktoren, die die Landnutzung verändern, konsultiert. Das Ergebnis (vgl. Abb. 1) zeigt, dass alle 20 Forschergruppen das Klima als den wichtigsten Einflussfaktor betrachten. An zweiter Stelle wurde die Landnutzung genannt. Je nach Perspektive und Forschungsfrage kann Landnutzungswandel entweder als Ergebnis verschiedener Einflussfaktoren wie Klima oder Ökonomie oder selbst als treibende Kraft für Veränderungen betrachtet werden, z. B. für die Versorgung mit Nahrungsmitteln und Bioenergie oder für Veränderungen der Biodiversität. Einige Gruppen nannten hinsichtlich des erwarteten Landnutzungswandels den Bereich Landwirtschaft und in diesem Sektor die Nahrungs- und Bioenergieproduktion. Die meisten Nennungen waren jedoch, verglichen mit dem Faktor Klima, eher unspezifisch. Als Größen zur Erfassung der Veränderungen wurden von den Forschern am häufigsten Ökosystemdienstleistungen (15-mal) und sozioökonomische Indikatoren

(14-mal) sowie Biodiversität und weitere ökologische Faktoren (je 13-mal) genannt.

Wie in Kap. 2.2 beschrieben, wurden die regionalen *Storylines* in globale Rahmenbedingungen der GEO4-*Storylines* („Markets First“, „Sustainability First“) eingebettet. Die dem Szenario RaMa zugrunde liegenden Annahmen entsprechen dabei der GEO4-*Storyline* „Markets First“, bei der vor allem die wirtschaftliche Entwicklung im Zentrum steht. Die zweite *Storyline* (NaBü) entspricht der GEO4-*Storyline* „Sustainability First“. Hier werden eine höhere Bürgerbeteiligung, eine gerechtere Einkommensverteilung sowie die stärkere Berücksichtigung einer nachhaltigen Entwicklung angenommen (vgl. Abb. 2).

3.3 Regionale Unsicherheiten

Die folgenden Unsicherheiten wurden im Vorfeld des Workshops von den Praxispartnern genannt. Die Reihenfolge entspricht der abnehmenden Häufigkeit:

- Bevölkerungsrückgang in der Region
- Ausbau erneuerbarer Energien
- (internationale) Märkte und Rahmenbedingungen
- Veränderung der Bedeutung von Land- und Forstwirtschaft und ihrer Bewirtschaftungsformen
- technologischer Wandel
- Flächenversiegelung durch Siedlungen, Gewerbe und (Verkehrs-)Infrastruktur
- globale Bevölkerungszunahme
- unterschiedliche regionale Entwicklungen
- Biodiversität und Landschaftsschutz
- Rohstoffknappheit

Einige dieser Punkte finden sich auch in den globalen Annahmen von RaMa und NaBü (vgl. Abb. 2) wieder. Andere Veränderungen, wie z. B. die erwartete Abnahme der regionalen Bevölkerung oder die Flächenversiegelung, sind in den globalen *Storylines* jedoch nicht berücksichtigt. Wie oben erwähnt, wurden als die drei wichtigsten Unsicherheiten während des Workshops von den Teilnehmern

Abb. 2 Gegenüberstellung der wichtigsten Unterschiede in den Annahmen von RaMa und NaBü

RaMa-RAHMENBEDINGUNGEN RADIKALE MARKTKRÄFTE	NaBü-RAHMENBEDINGUNGEN NACHHALTIG UND BÜRGERNAH
<ul style="list-style-type: none"> ▶ stärkerer Klimawandel ▶ weitgehende Privatisierung und geringe staatliche Kontrolle ▶ starke, unabhängige internationale Märkte ▶ Abbau des Bildungsangebots ▶ wenig und reaktive Umweltpolitik ▶ soziale Ungleichgewichte 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ geringerer Klimawandel ▶ Bürgerbeteiligung und soziale Gerechtigkeit ▶ faire, nachhaltige Produktion und Handel ▶ starke, internationale Umweltpolitik ▶ breiter Ausbau des Bildungssektors ▶ Ausbau der regionalen Wirtschaft (Umwelttechnologie und -dienstleistung)

die regionale Bevölkerungsentwicklung, der Ausbau erneuerbarer Energien und die Rohstoffknappheit ausgewählt.

3.4 Storylines

Wie in Kap. 2.3 erläutert, wurden jeweils moderate und extreme Entwicklungen für die Unsicherheiten angenommen und in je zwei *Storylines* integriert. In diese wurden die drei Unsicherheiten eingearbeitet, die als für Mitteldeutschland am relevantesten identifiziert worden waren. Folglich kommt es beispielsweise unter den nachhaltigen, bürgernahen Rahmenbedingungen in der moderaten *Storyline* („NaBü moderat“) zu einer mäßigen Verknappung von Rohstoffen und einem begrenzten Ausbau erneuerbarer Energien sowie einem nicht sehr starken Bevölkerungsverlust. In der extremen *Storyline* („NaBü extrem“) wird angenommen, dass die Veränderungen sehr viel stärker ausfallen. Für die Rahmenbedingungen radikaler Marktkräfte wurden mit den gleichen Unsicherheiten ebenfalls eine moderate („RaMa moderat“) und eine extreme („RaMa extrem“) *Storyline* entwickelt.

Die vier *Storylines* schildern die Entwicklungen bis zum Jahr 2050 in Form eines fiktiven Rückblicks. Im Folgenden werden die beiden extremen *Storylines* „RaMa extrem“ und „NaBü extrem“ verkürzt vorgestellt. Die Extreme wurden gewählt, um mögliche Entwicklungsrichtungen möglichst deutlich zu kontrastieren (vgl. Oppermann 2008).⁵ Die Beschreibungen der beiden Zukunftsmodelle werden durch Karten veranschaulicht, die eine fiktive Landnutzung im Jahr 2050 darstellen.

3.4.1 RaMa extrem

Auslöser für Veränderungen. Starke, mehrfach wiederkehrende, globale Wirtschaftskrisen ab 2008, extreme Umweltprobleme und ein starker Preisanstieg natürlicher Ressourcen trugen zu starkem Unmut in der Gesellschaft bei. Politische Instabilität und soziale Verwerfungen waren die Folgen. Die wirtschaftspolitische Handlungsfähigkeit auf nationaler und europäischer Ebene wurde durch die Ressourcenabhängigkeit immer stärker eingeschränkt.

Politischer und gesellschaftlicher Wandel. Um der politischen Instabilität und der eingeschränkten Handlungsfähigkeit durch die starke Verknappung der Ressourcen zu begegnen, wurde eine extreme Liberalisierung und Öffnung der Märkte vorangetrieben, auch um den eingeschränkten finanziellen Spielraum des Staates zu entlasten. Hinsichtlich des Bruttoinlandsproduktes ging diese Strategie auf, da

zwischen und nach den Krisen ein bis heute andauerndes deutliches Wirtschaftswachstum erzielt wurde. 2050 greift der Staat höchstens unterstützend, aber kaum noch regelnd in die Wirtschaft ein.

Den zum Ende des 20. und zu Beginn des 21. Jahrhunderts in vielen Ländern ablaufenden Prozessen einer starken politischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Polarisierung (z. B. hinsichtlich der Wohlstandsverteilung oder der sozialräumlichen Segregation) wurde von staatlicher Seite kaum entgegengewirkt. Die schlechteren Lebensbedingungen waren der Grund für eine starke Abwanderung aus Mitteldeutschland und nur der einsetzenden wirtschaftlichen Dynamik durch das Wirtschaftswachstum war es geschuldet, dass Zuzug aus dem Ausland den Bevölkerungsrückgang reduzierte.

Städtische und ländliche Räume. Die räumliche Planung einschließlich der Stadtplanung wurde drastisch reduziert, sodass trotz der stark schrumpfenden Bevölkerung weiterhin Zersiedelung im suburbanen Raum zu verzeichnen ist, die immer noch mit steigendem Flächenverbrauch einhergeht (vgl. Abb. 3). Heute steht es Unternehmen, die sich neu ansiedeln oder expandieren wollen, weitgehend frei selbst zu entscheiden, wo sie sich niederlassen. Kommunen weisen zudem großzügige Areale zur Bebauung durch wohlhabende Bevölkerungsteile aus. Die Schutzgebiete im Umland der Städte, die nicht in dieser Hinsicht privat genutzt werden, wurden in Freizeitparks umgewandelt, in denen sich vornehmlich Menschen mit höherem Einkommen erholen können. Für die Nutzung durch die Allgemeinheit stehen diese Areale wegen der relativ hohen Eintrittspreise praktisch nicht mehr zur Verfügung.

Das Primat der Aufrechterhaltung gleichwertiger Lebensverhältnisse und ausgewogener räumlicher Bedingungen wurde aufgegeben. Durch den großflächigen Infrastrukturabbau in den ländlichen Räumen leben die Menschen in Mitteldeutschland vor allem in den Städten. Viele Dörfer wurden verlassen.

Wirtschaft und Verkehr. Die starke Liberalisierung und Unterstützung der Wirtschaft hat in Mitteldeutschland hohe Wachstumsraten erzielt und damit einhergehend einen starken Anstieg des Güterverkehrsaufkommens verursacht. Der privatisierte Bahnverkehr bedient seit etwa 2025 nur noch die Oberzentren. Der ländliche Raum wurde vom Schienenverkehr ganz abgekoppelt. Durch starke Preisanstiege beim motorisierten Individualverkehr ist die private Mobilität sehr stark zurückgegangen. Auch die Bereiche Gesundheit, Bildung und Sozialleistungen sowie Infrastrukturerhalt und -ausbau liegen fast vollständig in privater Hand und sind räumlich auf urbane Zentren begrenzt. Insgesamt profitierte Mitteldeutschland von der globalen Entwicklung und die wirtschaftliche Position als „Ressourcenträger“ (ertragrei-

⁵ Die ausführlichen Versionen sowie die beiden moderaten *Storylines* finden sich unter: <http://www.ufz.de/scenario> (letzter Zugriff am 24.05.2013).

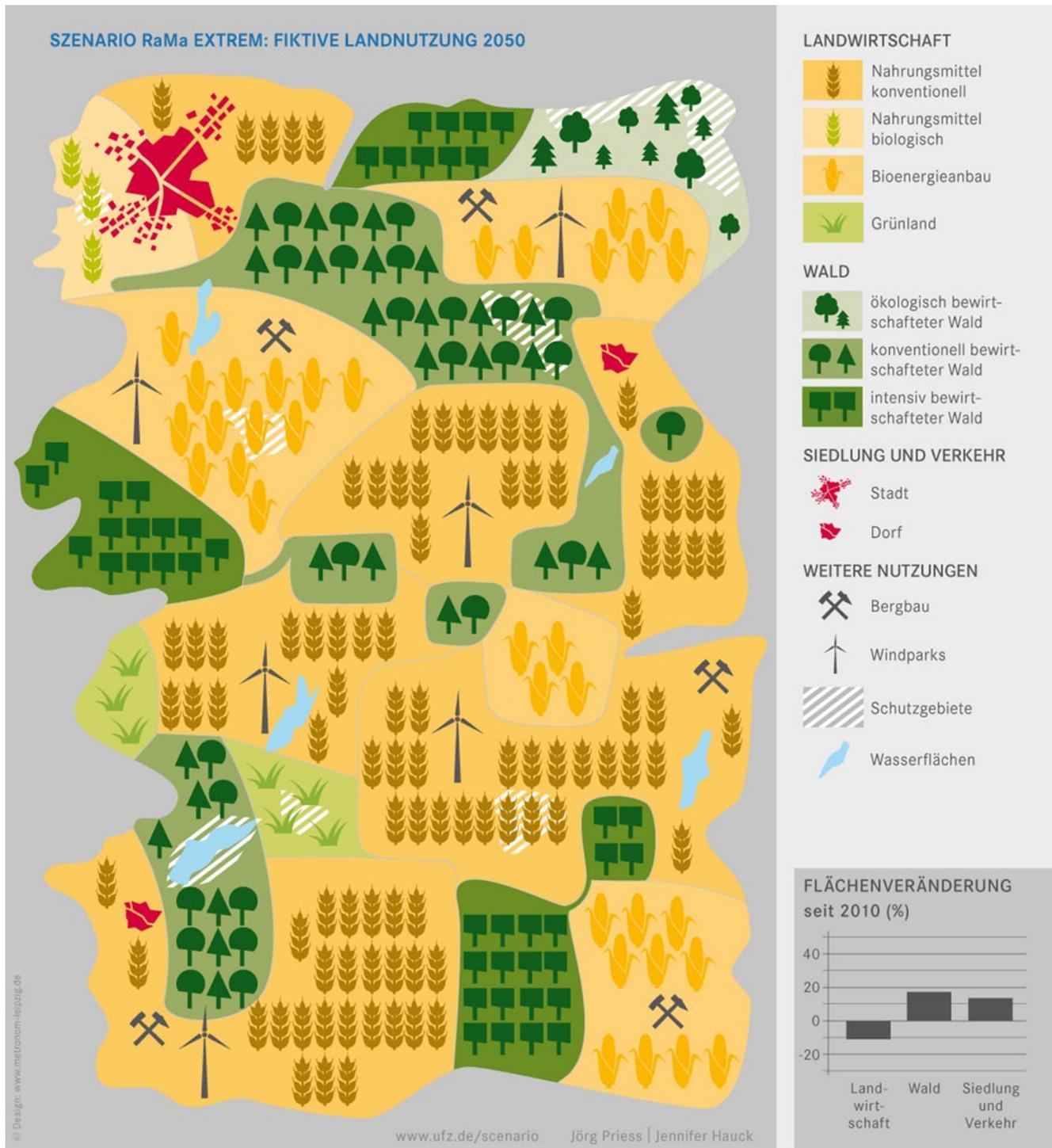


Abb. 3 Fiktive Karte der Landnutzung in Mitteldeutschland im Jahr 2050 unter den Bedingungen radikaler Marktkräfte

che Böden, alternative Energien, Braunkohle) wurde innerhalb Deutschlands gestärkt.

Energie. Erdöl ist extrem verknapp, wodurch andere Energieträger wieder verstärkt in den Fokus gerückt sind. Als solche blieben Braunkohle und Erdgas in hohem Maße

relevant. Die Nutzung der mitteldeutschen Braunkohle ist so attraktiv, dass alle, auch ursprünglich geschützte Gebiete erschlossen wurden. Seit einigen Jahren steht zudem die Auseinandersetzung mit der Atomenergie und der Nutzung der einheimischen Uranerzlagerstätten in Sachsen und

Thüringen wieder auf der Tagesordnung energiepolitischer Debatten.

Einige der großen Agrarkonzerne hatten den Bedarf an nachwachsenden Rohstoffen und erneuerbaren Energien erkannt, zu dem es durch die zunehmende Verknappung fossiler Energieträger und weiterer Rohstoffe kam, und haben diesen Sektor und dazugehörige Netze sowie großtechnische Ansätze wie Offshore-Windanlagen und Solarstromerzeugung in den Wüsten Afrikas ausgebaut.

Land- und Forstwirtschaft. Der hohe Druck durch immer knapper werdende Ressourcen hat zu einer rasanten Weiterentwicklung von gentechnisch angepasstem Saatgut, neuer agrochemischer Mittel, angepassten Bewässerungsmethoden und anderen technischen Innovationen geführt. Durch diese Entwicklungen gehört die Agroindustrie Mitteldeutschlands zu den Gewinnern des Klimawandels. Der Anstieg in der Produktion von Biomasse zur Energiegewinnung und zur Herstellung anderer Grundstoffe verschärft die Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion. Da alle Zweige lukrativ sind, bauen die Agrarkonzerne auf den zumeist bereits aufgekauften Flächen je nach Weltmarktpreis und Spekulationstrends entweder Nahrungsmittel, Chemierohstoffe oder Bioenergieträger an. Der Konsum von Nahrungsmitteln aus Biolandbau, wie Fleisch und Obst, ist wegen der stark gestiegenen Lebensmittelpreise einer wohlhabenden Bevölkerungsschicht vorbehalten. Insgesamt ist die Flächengröße des Biolandbaus gegenüber 2010 fast stabil geblieben.

Die Wälder wurden durch die zunehmende energetische und stoffliche Nutzung und das wachsende Interesse und Engagement großer Agrar- und Holzkonzerne geprägt, was neben der Veränderung der Besitzstrukturen und dem Anbau neuer Baumarten auch eine Veränderung der Waldstrukturen mit sich brachte, die sich durch zunehmende Funktionstrennung und Intensivierung auszeichnen.

Natur- und Ressourcenschutz. Natur- und Klimaschutzpolitik werden kaum noch verfolgt. Der Klimawandel wird wegen der teilweise günstigen Auswirkungen auf Wachstumsbedingungen und guter technischer Anpassung kaum als Problem wahrgenommen. Durch die stetig gestiegenen Preise für wirtschaftlich bedeutsame natürliche Ressourcen wird Ressourcenschutz sehr ernst genommen und der staatliche Naturschutz wird vielfach durch einen teils privatisierten Ressourcenschutz ersetzt. Da die Wirtschaftsunternehmen auch Pflegekosten für Schutzgebiete übernehmen, wird die Privatisierung von Naturschutzgebieten und Wasserressourcen zum Zwecke der wirtschaftlichen Nutzung (z. B. Tourismus oder Bewässerungslandwirtschaft) als legitim betrachtet. Da der Bedarf für Ackerflächen trotz Intensivierung weiter stieg, wurden viele Schutzgebiete und Grünlandareale, die keine für die Privatwirtschaft inte-

ressanten Ressourcen bereitstellten, in Ackerflächen umgewandelt. Die Schutzgebietsflächen wurden auf etwa ein Drittel der Fläche, die sie im Jahr 2010 eingenommen hatten, abgebaut und werden nun weitgehend land- und forstwirtschaftlich sowie in einigen Fällen touristisch genutzt.

Das Primat der Nutzung einheimischer Ressourcen – wie Braunkohle, aber auch Uranerz und nicht-konventionelle Erdgaslagerstätten – bei gleichzeitiger Reduzierung der Umweltstandards wird Bestandteil der „nationalen und europäischen Ressourcenstrategie“ zur Sicherung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit.

3.4.2 NaBü extrem

Auslöser für Veränderungen. Zahlreiche Umweltprobleme und damit einhergehende Extremereignisse sowie die starke Verknappung natürlicher Ressourcen wurden für die globalen Wirtschaftskrisen seit 2008 verantwortlich gemacht. Flüchtlingsströme aus stärker betroffenen Teilen der Welt nach Europa, aber auch die Frage nach den Ursachen für die gravierenden Veränderungen riefen in vielen Gesellschaftsteilen zunächst große Verunsicherung hervor. Verstärkt wurde diese Unsicherheit durch die bis 2030 anhaltende Abwanderung aus Mitteldeutschland in andere Bundesländer. Aus dieser Situation resultierte ein tiefgreifender Umdenkprozess, der die Menschen mobilisierte.

Politischer und gesellschaftlicher Wandel. Das Umdenken veränderte die Einflussmöglichkeiten von Zivilgesellschaft, Staat und Privatwirtschaft grundlegend. Durch gestiegenes Verantwortungsbewusstsein und gesellschaftliches Engagement haben die Bewohner Mitteldeutschlands eine zentrale Rolle im Umgang mit den knappen Landressourcen übernommen, die sich in der Nutzung zahlreicher Beteiligungsmöglichkeiten und direkt-demokratischer Elemente zeigt. Die daraus entstandene regionale Verbundenheit drückt sich nicht nur in einer Zunahme von gesundheits- und umweltverträglichem, regionalem Tourismus aus, sondern auch in einer hohen Wertschätzung regionaler, nachhaltig und fair hergestellter und gehandelter Produkte.

Den Herausforderungen durch die Verknappung der Ressourcen wird vor allem durch die länderübergreifende Förderung und hohe Investitionen in Bildung und Technologie sowie die intelligente Nutzung bestehender Strukturen begegnet.

Städtische und ländliche Räume. In der Raumplanung stehen partizipative Elemente im Vordergrund und dem Erhalt oder der Erreichung der gemeinsam entwickelten Ziele, z. B. hinsichtlich des Naturschutzes oder der Landschaftsstruktur, wird hohe Bedeutung beigemessen. Bei der Erreichung der Ziele spielt die Bevölkerung eine wichtige Rolle. Zusammen mit Vertretern aus Staat und Wirtschaft werden

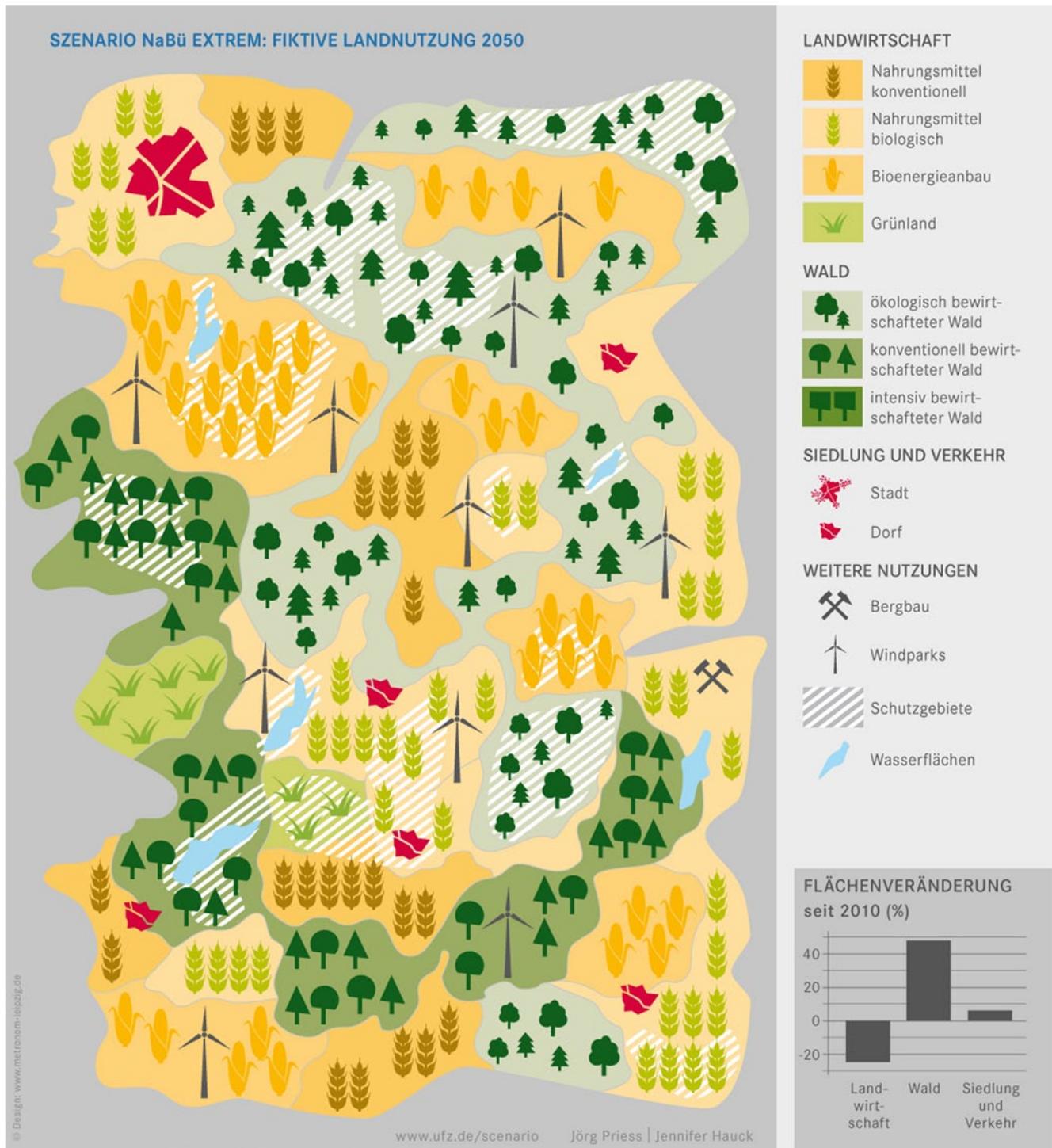


Abb. 4 Fiktive Karte der Landnutzung in Mitteldeutschland im Jahr 2050 unter den Bedingungen „Nachhaltigkeit und Bürgernähe“ (NaBü)

Bonuszahlungen beispielsweise für Land- und Forstwirte festgelegt, die sich mit ihrer Wirtschaftsweise maßgeblich für den Erhalt der Kulturlandschaft, die Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit oder den Trinkwasserschutz einsetzen. Neben diesen Anreizsystemen und der Freiwilligkeit gibt es aber auch Regelungen zum Verursacherprinzip, bei denen darauf geachtet wird, dass Kosten, die durch das

Handeln Einzelner entstehen, auch durch diese getragen werden. Ein Beispiel hierfür sind neue Landesgesetze und Anreizsysteme sowie Absprachen zwischen den beteiligten Kommunen, die den Zuwachs von Siedlungs- und Verkehrsflächen durch die Nutzung vorhandener Industrie- und Wohnbrachen reduzieren (vgl. Abb. 4). Deren konsequente Nutzung sowie die seit 25 Jahren gesetzlich geregelte Kom-

compensation bei Neuversiegelung führten dazu, dass die Flächenversiegelung in der Bilanz 2050 null ist.

Die Städte wurden deutlich grüner und das Angebot an biologischen Lebensmitteln hat sich stark erweitert. Das Leben in dörflichen Gemeinschaften hat vor allem in den letzten beiden Jahrzehnten stark an Bedeutung gewonnen. Es entstanden viele Heimarbeitsplätze, die das teure Pendeln reduzieren. Durch die verbesserte Kommunikationsinfrastruktur konnte sich neben der klassischen dörflichen Wirtschaft eine kleinteilige ländliche, innovative Wirtschaftsstruktur bilden, die zusätzliche Arbeitsplätze entstehen ließ. Der Anbau eigener Nahrungsmittel hat dank reduzierter Erwerbsarbeitszeiten wieder einen hohen Stellenwert.

Wirtschaft und Verkehr: Das Bruttoinlandsprodukt als Wirtschaftsindikator wurde durch einen Fortschrittsindikator ersetzt, der wirtschaftliches Wachstum zur Verteilung des Wohlstands, dem Ressourcenverbrauch und den ökologischen Kosten in Beziehung setzt. Deswegen und wegen der zunehmenden Rohstoffknappheit werden Obergrenzen – z. B. für CO₂-Emissionen, Wasserverbrauch, Düngemiteinsatz – von vielen Unternehmen auf freiwilliger Basis unterboten. Die von der Gesellschaft geforderte Weiterentwicklung neuer umweltfreundlicher Technologien sowie der weitreichende Ausbau des Bildungssystems wurden vom Staat umgesetzt. Aufgrund eines Wertewandels, aber auch aufgrund gestiegener Energiepreise und Straßennutzungsgebühren, wurde die individuelle, private Mobilität weitgehend durch öffentliche Verkehrsmittel ersetzt. Hier dominieren Elektromobilität und *Car-Sharing* mit Gas- bzw. Elektro- oder Hybridantrieben.

Energie: Der Ausstieg aus der Energieerzeugung aus Braunkohle bis 2030 machte einen raschen Ausbau der erneuerbaren Energien notwendig. Förderung und Preisrückgang haben seit etwa 2020 eine noch stärkere Zunahme von Solar- und Windkraftanlagen im privaten Bereich und bei klein- und mittelständischen Unternehmen bewirkt. Die Energieversorgung ist häufig dezentral organisiert, wobei viele Verbraucher gleichzeitig Anteilseigner von Anlagen und Stromnetzen sowie Mitglieder in Energiezweckverbänden sind. Freiwillige Vereinbarungen sowie EU-weite CO₂-Steuern und Anreizsysteme führten zusammen mit konsequentem Energiesparen sowie dem Einsatz regenerativer Energien und neuer Technologien zu einer starken Reduktion von Emissionen sowohl in Mitteldeutschland als auch in anderen Teilen Europas.

Land- und Forstwirtschaft: Weite Teile der Bevölkerung decken ihren Lebensmittelbedarf vor allem durch regionale Bioprodukte, wobei sich die Nachfrage nach Fleischprodukten deutlich reduziert hat. Trotzdem kommt es zu

starken Flächennutzungskonkurrenzen, vor allem durch den vermehrten Anbau von nachwachsenden Rohstoffen und Biomasse für Bioenergie. Insgesamt war die Flächendynamik der letzten vier Jahrzehnte durch eine Abnahme der Grünlandflächen und eine Zunahme von Kurzumtriebsplantagen und anderen Anpflanzungen nachwachsender Rohstoffe sowie auch durch die Ausweitung der Waldflächen gekennzeichnet. Durch die zunehmende energetische und stoffliche Nutzung, die neben allen anderen gesellschaftlichen und ökologischen Anforderungen besteht, sind die Wälder trotz ihrer Flächenausdehnung höherem Nutzungsdruck und stärkeren Nutzungskonkurrenzen ausgesetzt als je zuvor. Eine ökologische Bewirtschaftung ist seit mehreren Jahrzehnten für alle Waldbesitzer verpflichtend und der geforderte ökologische Waldbau hin zu robusten und ertragreichen Mischwäldern mit hohem Laubbaumanteil wird durch staatliche Anreize und Ausgleichszahlungen unterstützt. Das Ziel, bundesweit die Waldflächen bis 2100 auf 40% zu erhöhen, wurde in Mitteldeutschland durch die zügige Umwandlung ehemaliger Brachen und anderer Flächen bereits dieses Jahr erreicht.

Natur- und Ressourcenschutz: Gegenüber dem Jahr 2010 haben sich die Schutzgebietsflächen etwa verdoppelt und die Schutzstandards wurden erhöht. Auch Flächen, die nicht unter besonderem Schutz stehen, werden vielfach durch naturnahe Bewirtschaftungsformen genutzt. Einen weiteren Beitrag zur Steigerung der Umweltqualität leisteten Anreize zur Umgestaltung fast verlassener Dörfer, verbunden mit einem Rückbau von Verbindungsstraßen. Die dadurch weniger zerteilten Landschaften werden nicht nur zur Naherholung genutzt, sondern dienen zum Teil auch als grüne Korridore zur weiteren Vernetzung von Schutzgebieten.

Die konsequente Annäherung an das Ideal einer Kreislaufwirtschaft hat dazu geführt, dass die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen stark gemindert werden konnte. Gleichzeitig hatte die Ausrichtung auf nachhaltige Ressourcennutzungen positive Wirkungen auf wirtschaftliche Innovationen.

4 Diskussion und kritische Reflexion der Ergebnisse

4.1 Erkenntnisse aus der Szenarientwicklung

Bei der Auswertung der *Storylines* ist zunächst festzuhalten, dass bei den Anteilen der aggregierten Landnutzungskategorien Siedlung, Landwirtschaft und Wald keine größeren Verschiebungen angenommen wurden. Das heißt, in keiner *Storyline* wurde z. B. ein drastischer Anstieg der Siedlungsfläche oder eine deutliche Abnahme der Waldflächen angenommen. Es handelt sich hierbei aber um sehr stark aggregierte Landnutzungskategorien. Innerhalb dieser

Kategorien haben sich hingegen sehr große Verschiebungen ereignet. So wurden innerhalb der Kategorie Landwirtschaft sehr unterschiedliche Annahmen über die zukünftigen gesellschaftlichen Präferenzen hinsichtlich der Landbewirtschaftung, dem Anbau erneuerbarer Ressourcen und der Berücksichtigung des Naturschutzes getroffen. Diese unterschiedlichen Annahmen führten in allen vier *Storylines* zu deutlichen Verschiebungen der Flächenanteile für den Biolandbau, der erneuerbaren Energien oder von Schutzgebieten. Die Annahmen zu Änderungen bei diesen Arten der Landnutzung wurden sowohl von Wissenschaftlern als auch von Praxispartnern teilweise quantifiziert. So erwarteten beide Gruppen in den NaBü-*Storylines* übereinstimmend einen maximalen Flächenanteil des Bioenergiepflanzenbaus von 30% der Ackerfläche. Für Schutzgebietsflächen nahmen die Wissenschaftler maximal eine Verdoppelung an.

Die Annahmen von Wissenschaftlern und Praxispartnern unterschieden sich hinsichtlich der Treiber oder Ursachen für Veränderungen zum Teil deutlich im Detail. Während z. B. die befragten Wissenschaftler nur allgemein auf die „Demographie“ als Treiber für Veränderungen hinwiesen, formulierten einige Praxispartner konkreter die Zunahme der globalen Bevölkerung einerseits und die Abnahme der regionalen Bevölkerung andererseits. Interessant war hier der letztendliche Konsens der Beteiligten, dass auf regionaler Ebene, unabhängig von den Rahmenbedingungen, ausschließlich eine Bevölkerungsabnahme zu erwarten sei. Die Raten derselben waren allerdings von den Rahmenbedingungen in RaMa und NaBü abhängig. Auch für die Bevölkerungsverteilung wurden unterschiedliche Entwicklungen für RaMa und NaBü vorhergesehen. In den RaMa-*Storylines* wurden eine mehr oder weniger starke Entleerung des ländlichen Raums sowie eine ausgeprägte Zersiedelung in urbanen Räumen angenommen und eine drastische Reduzierung räumlicher Planung vorhergesagt. Demgegenüber wurde bei den NaBü-*Storylines* vorausgesetzt, dass unter anderem die Regionalplanung mit zahlreichen Bürgerbeteiligungsmöglichkeiten der Landflucht entgegenwirkt.

Sowohl von den Wissenschaftlern als auch von den Praxispartnern wurden Veränderungen der Märkte als Ursache für Veränderungen in der Landnutzung identifiziert, wobei sich auch hier wieder Unterschiede im Detailgrad der Annahmen zeigten. So wurden von den Praxispartnern konkret eine weltweite Rohstoffknappheit und ein damit einhergehender Preisanstieg für Rohstoffe angenommen. Im Umgang mit dieser Knappheit wiesen die RaMa- und NaBü-*Storylines* sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede auf, die eng mit dem dritten Treiber für Veränderung – dem Ausbau erneuerbarer Energien – verbunden waren. In allen *Storylines* wurde ein Ausbau prognostiziert, der sich allerdings hinsichtlich des Ausmaßes und der Zielsetzung unterschied. Auch die zukünftige Nutzung fossiler Energieträger wurde sehr unterschiedlich eingeschätzt. Fossile Energie-

träger spielten in den RaMa-*Storylines* eine weit wichtigere Rolle als in den NaBü-*Storylines* und wurden in den ersteren sogar noch ausgebaut. Das Ausmaß des Ausbaus der erneuerbaren Energien war in beiden extremen Szenarien (RaMa und NaBü) ähnlich stark. In „RaMa extrem“ stand vor allem der Gewinn aus dem Ausbau im Vordergrund, während in „NaBü extrem“ die regionale Versorgung als wichtig erachtet wurde. Entsprechend unterschieden sich auch die Technologien, die in RaMa vor allem von großtechnischen Ansätzen geprägt waren, während in NaBü auf lokale und regionale Lösungen gesetzt wurde.

Für beide *Storylines* gilt, dass es zu einem massiven Anstieg des Flächenbedarfs kommt. Für die RaMa-*Storylines* wurde erwartet, dass der Bedarf vor allem durch die Umwandlung von Schutzgebieten und Grünland gedeckt wird. Neben einer weiter steigenden Intensivierung und Technisierung der Landwirtschaft wandelt sich unter RaMa-Bedingungen auch die Bewirtschaftung der Wälder radikal, um den Bedarf an Biomasse zu decken. Der intensive Anbau von Forstplantagen mit zum Teil neuen Baumarten in großskaligen, pflege- und erntefreundlichen Strukturen steht hierbei im Vordergrund. In den NaBü-*Storylines* wurden starke Nutzungskonkurrenzen erwartet, da nicht nur die Agrarflächen für Bioenergie, sondern gleichzeitig auch die Wald- und Schutzflächen ausgebaut werden sollten. Deswegen wurde eine teilweise Umnutzung von Grünlandflächen zu Kurzumtriebsplantagen vorhergesehen.

4.2 Relevanz und Nutzung der Szenarien für Wissenschaftler und Praxispartner

Die Sicherung der Glaubwürdigkeit und Legitimität und damit der Relevanz der Szenarien wurde vor allem durch die Einbindung von Wissenschaftlern und Praxispartnern aus unterschiedlichen Interessensgruppen sowie durch die Einrichtung des Review-Panels angestrebt. Die Ziele dieser Einrichtung – eine möglichst breite Expertise für die Szenarienentwicklung zu nutzen, die wissenschaftliche Qualität vor allem hinsichtlich der Plausibilität und Konsistenz der Annahmen sicherzustellen sowie den Entwicklungsprozess transparent zu gestalten – entsprechen den von Alcamo und Henrichs (2008) vorgeschlagenen Qualitätskriterien. Darüber hinaus leistete das Review-Panel einen wichtigen Beitrag zur Sicherung der Relevanz der Szenarien für die Wissenschaftler, indem es die Ausrichtung der Szenarien über den gesamten Entwicklungsprozess mit den Forschungsfragen der interessierten Forschungsgruppen kongruent hielt. Als positiven Nebeneffekt der Arbeit im Panel nannten die meist in interdisziplinärer Forschung engagierten Wissenschaftler wiederholt, dass sie neue Einsichten in Fragestellungen und Ansätze anderer Disziplinen gewonnen hätten.

Die Szenarien wurden bisher von verschiedenen Gruppen von Helmholtz-Forschern und darüber hinaus in verschie-

denen Kontexten aufgenommen und dienen als Grundlage für detaillierte Forschungsfragen und andere Anwendungen. Hier sollen einige dieser Nutzungen kurz vorgestellt werden. Eine der Hauptanwendungen, die sich an die Entwicklung der *Storylines* anschließt, ist die Analyse der *Storylines* mittels einer Landnutzungsmodellierung. Die Szenarienannahmen werden in dieser Anwendung in den unterschiedlichen ökonomischen Sektoren und Lebensbereichen konkret in unterschiedliche Formen der Landbewirtschaftung und Nutzungsintensität übersetzt und in Computermodellen simuliert. Eine weitere Anwendung ist die Nutzung der *Storylines* als Rahmenbedingungen für das Forschungsprojekt EC21C⁶, welches verschiedene Optionen für die Einrichtung von „grüner Infrastruktur“ auf landwirtschaftlichen Nutzflächen in Sachsen-Anhalt analysiert. In einer dritten uns bekannten Anwendung werden die *Storylines* im transdisziplinären Projekt BioEconomy⁷, an dem sowohl Wissenschaftler als auch Forstunternehmen beteiligt sind, als Grundlage genutzt, um robuste Strategien für die langfristige Wettbewerbsfähigkeit der mitteldeutschen Forstindustrie zu entwickeln. Die letzte hier vorgestellte Anwendung bezieht sich vor allem auf die fiktiven Szenarienkarten (vgl. Abb. 3 und 4). Diese werden im Schulbuch „Grüne Reihe Ökologie“⁸ als Anschauungsmaterial für die Themen Umweltveränderungen, Nachhaltigkeit und Umweltmanagement genutzt.

Bezüglich der Relevanz bzw. des unmittelbaren Nutzens der Szenarien für die Entscheidungsunterstützung der an der Entwicklung beteiligten Praxispartner hat sich die Form des Workshops als geeignet herausgestellt. Positiv wurde vor allem der Austausch von fachlichen und regionalen Perspektiven (z. B. zwischen Bundesländern) hervorgehoben. Auch dass ‚quer und anders‘ über zukünftige Entwicklungen nachgedacht und offen diskutiert werden konnte, wurde positiv bewertet. Die Aufarbeitung der Workshopergebnisse zeigte zudem, dass das wichtige Ziel, praxisrelevantes Wissen und neue Sichtweisen und Ideen zu integrieren, erreicht werden konnte.

Kritik wurde bezüglich der Repräsentativität geäußert. Einige als wichtig empfundene Bereiche der Landnutzung (z. B. Forst, Umweltschutz) waren nicht ausreichend vertreten. Das auf der Stakeholderanalyse basierende Einladungsverfahren war zwar ausreichend offen, um allen Interessensgruppen eine Teilnahme zu ermöglichen, mit diesem Verfahren konnte jedoch keine repräsentative Vertretung aller für Landnutzungsfragen relevanten gesellschaftlichen Gruppen gewährleistet werden (vgl. Gilmour/Beilin 2007; Cuppen/Breukers/Hisschemöller et al. 2010). Durch die Evaluation konnten Lücken aufgedeckt und feh-

lende Themen in Expertengesprächen und Diskussionsrunden sowie durch eine Literaturrecherche ergänzt werden.

Die Einbindung vieler Personen und Perspektiven hatte, neben den oben genannten Vorteilen, auch Nachteile. Im Laufe der Entwicklungsschritte, die notwendig waren, um allen Partnern gerecht zu werden, mussten Kompromisse eingegangen werden, wodurch die Szenarien einen Teil ihrer Extreme verloren. Auch der hohe zeitliche Aufwand für alle Beteiligten – ein Umstand, der auch aus anderen partizipativen Planungs- und Szenarienprozessen berichtet wird (Castella/Pheng Kam/Dinh Quang et al. 2007; Kok/Biggs/Zurek 2007; Mahmoud/Liu/Hartmann et al. 2009) – wurde als nachteilig empfunden.

Die hier vorgestellte Methodik und Vorgehensweise, die Interessen und Sichtweisen unterschiedlicher Stakeholdergruppen in Szenarien abzubilden, ist prinzipiell unabhängig vom Fallstudiengebiet Mitteldeutschland. Somit ist sie auch in anderen Regionalstudien mit unterschiedlichen Stakeholdergruppen einsetzbar bzw. mit methodischen Komponenten aus anderen Stakeholderansätzen kombinierbar, wie beispielsweise „fuzzy cognitive maps“ (Kok 2009) oder systemanalytische Ansätzen (Walz/Lardelli/Behrendt et al. 2007).

5 Fazit

Das wichtigste Ziel des hier vorgestellten Szenarienansatzes ist die Koppelung wissenschaftlicher Anforderungen (*Storylines* als Grundlage für weitere Forschungsansätze) mit Praxisanforderungen (*Storylines* z. B. als Anstoß, um über die Entwicklung zukünftiger Landnutzungsalternativen und Handlungsstrategien nachzudenken). Für dieses Ziel hat die Qualitätssicherung der Szenarien eine enorme Bedeutung. Kriterien zur Beurteilung der Qualität sind die Relevanz der Szenarien für die Nutzer, ihre Glaubwürdigkeit und ihre Legitimität. Durch die Kombination von Workshops, Expertenrunden und Review-Panel konnte eine große Anzahl von Interessen berücksichtigt werden. Die Integration von Forschung und Praxis im oben beschriebenen Szenarientwicklungsprozess war zwar sehr (zeit-)aufwendig, jedoch werden die entstandenen Szenarien von den meisten Wissenschaftlern und Praxispartnern in fast allen Aspekten mitgetragen, was auf eine hohe Legitimität, Glaubwürdigkeit und Relevanz der Szenarien für beide Nutzergruppen hinweist. Beide Gruppen waren großteils bereit, sich mit sehr unterschiedlichen möglichen Zukünften in Mitteldeutschland auseinanderzusetzen, wobei die extremeren Annahmen hinsichtlich zukünftiger Veränderungen weitgehend aus der Gruppe der Praktiker kamen. Während in den Diskussionen für manche Bereiche der Szenarien sehr unterschiedliche Entwicklungen angenommen wurden (z. B. starke Verkleinerung oder Vergrößerung von Naturschutzflächen, Aus-

⁶ Vgl. <http://www.biodiversa.org/395> (letzter Zugriff am 29.04.2013).

⁷ Vgl. <http://www.bioeconomy.de> (letzter Zugriff am 01.05.2013).

⁸ Die Veröffentlichung des Buches ist für Ende 2013 vorgesehen.

bau oder Schrumpfung der ökologischen Landwirtschaft), wiesen andere Annahmen für alle Szenarien dieselbe Entwicklungstendenz auf (z. B. Abnahme der Bevölkerung in Mitteldeutschland bzw. im ländlichen Raum) oder wurden implizit vorausgesetzt bzw. nicht hinterfragt (z. B. in der Summe steigender Wohlstand).

Weiter oben haben wir bereits die verschiedenen Anwendungen skizziert. Grundsätzlich lassen sich die *Storylines* aber auch für weitere Forschungsansätze nutzen, die mit Annahmen über Landnutzungsänderungen in Mitteldeutschland oder auf Länder- bzw. Landschaftsebene arbeiten, z. B. in der hydrologischen Forschung oder in Untersuchungen zur Biodiversität. Eine weitere Anwendungsmöglichkeit ergibt sich vor allem durch die Einblicke in thematisch und räumlich verknüpfte Zusammenhänge und ihre verschiedenen Entwicklungsalternativen, die durch die *Storylines* beschrieben werden. Damit können die *Storylines* beispielsweise als Input für die Entwicklung von Strategien für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen genutzt werden.

Ein weiteres großes Potenzial für die Anwendung der *Storylines* sehen wir in den verschiedenen Raum- und Landschaftsplanungskontexten in Mitteldeutschland. Die *Storylines* können als Grundlage dienen, verschiedene Planungsalternativen auszuloten und die Konsequenzen der Alternativen gegeneinander abzuwägen. Aber auch für die Entwicklung von Politikmaßnahmen oder Managementstrategien, die genutzt werden, um erwünschte Entwicklungen zu erreichen bzw. unerwünschte Folgen zu vermeiden, könnten sie herangezogen werden. Von Vorteil ist bei den hier vorgestellten *Storylines*, dass Praxispartner beteiligt waren und real existierende Problemlagen mit einbrachten, die sich vermutlich auch in ähnlicher Weise bei nicht-beteiligten Planern und Entscheidungsträgern ergeben. Darüber hinaus bieten unsere *Storylines* einen zeitlichen Horizont, der die gängigen Planungszeiträume von ein bis zwei Dekaden abdeckt und sogar darüber hinausgeht.

Generell muss festgehalten werden, dass unser Szenarioprozess sehr aufwendig war, also viel Zeit, Geld und personelle Ressourcen gebunden hat. Die breiten Anwendungsmöglichkeiten rechtfertigen jedoch den Aufwand. Die Übertragbarkeit des Ansatzes ist somit vom Ziel der Szenarientwicklung abhängig. Wenn ein möglichst breiter Anwendungskontext angestrebt wird und die Szenarien als Produkt nach dem Prozess zur Verfügung stehen sollen, sollte versucht werden, einen möglichst hohen Grad an Inklusion und Integration zu erreichen. Dies betrifft die Zahl der betrachteten Entwicklungen und Schlüsselfaktoren, die Breite des geographischen Raumes und des Zeithorizontes sowie die Zahl der Beteiligten. Hier müssen auch differenzierte Wege der Verbreitung berücksichtigt werden, um verschiedene Nutzer zu erreichen, von wissenschaftlichen Publikationen, über Broschüren bis zu persönlichen Präsentationen. Auch verschiedene Darstellungsformen

müssen in Erwägung gezogen werden, wie beispielsweise Narrative, fiktive Karten, aber auch die Quantifizierung von Annahmen z. B. für die Modellierung.

In Kontexten, in denen es eher um den Prozess geht, also darum, dass die Beteiligten sich kennenlernen und Wissen austauschen, den Horizont erweitern oder um die Zusammenarbeit verschiedener Gruppen zu unterstützen, muss das Hauptaugenmerk auf der Gestaltung des Prozesses liegen. Die aufwendige Kommunikation der Ergebnisse tritt dann in den Hintergrund. Ähnliches gilt für die Nutzung der Szenarien ausschließlich für die computergestützte Auswertung: Hier sind vor allem die Quantifizierung der Annahmen und wissenschaftliche Publikationen wichtig.

Danksagung Für die Unterstützung und konstruktive Zusammenarbeit danken wir unseren Praxispartnern und allen mitwirkenden Kolleginnen und Kollegen am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Leipzig.

Literatur

- Alcamo, J. (2001): Scenarios as tools for international environmental assessments. Kopenhagen. = Environmental Issue Report 24.
- Alcamo, J.; Henrichs, T. (2008): Towards guidelines for environmental scenario analysis. In: Alcamo, J. (Hrsg.): Environmental futures: The practice of environmental scenario analysis. Amsterdam, 13–35.
- Alcamo, J.; Kok, K.; Busch, G.; Priess, J. A. (2008): Searching for the Future of Land: Scenarios from the Local to Global Scale. In: Alcamo, J. (Hrsg.): Environmental futures: The practice of environmental scenario analysis. Amsterdam, 67–103.
- Berkner, A.; Grundmann, L.; Opp, C.; Schönfelder, G.; Tzschaschel, S.; Wollkopf, M. (2001): Was ist Mitteldeutschland und wo liegt es heute? In: Berkner, A. (Hrsg.): Exkursionsführer Mitteldeutschland. Braunschweig, 7–11.
- Bishop, P.; Hines, A.; Collins, T. (2007): The current state of scenario development: an overview of techniques. In: Foresight 9 (1), 5–25.
- Castella, J.-C.; Pheng Kam, S.; Dinh Quang, D.; Verburg, P. H.; Thai Hoanh, C. (2007): Combining top-down and bottom-up modeling approaches of land use/cover change to support public policies: Application to sustainable management of natural resources in northern Vietnam. In: Land Use Policy 24 (3), 531–545.
- Cuppen, E.; Breukers, S.; Hisschemöller, M.; Bergsma, E. (2010): Q methodology to select participants for a stakeholder dialogue on energy options from biomass in the Netherlands. In: Ecological Economics 69 (3), 579–591.
- Dappen, C.; Ewen, C. (2009): Partizipatives Veränderungsmanagement im Quartier mittels Szenarien. In: Bock, S.; Hinzen, A.; Libbe, J. (Hrsg.): Nachhaltiges Flächenmanagement – in der Praxis erfolgreich kommunizieren. Ansätze und Beispiele aus dem Förderschwerpunkt REFINA. Berlin, 165–176.
- Fink, A.; Siebe, A. (2011): Handbuch Zukunftsmanagement: Werkzeuge der strategischen Planung und Früherkennung. Frankfurt am Main, New York.
- Gaßner, R.; Steinmüller, K. (2006): Narrative normative Szenarien in der Praxis. In: Wilms, F. (Hrsg.): Szenariotechnik. Vom Umgang mit der Zukunft. Bern, 133–144.

- Gilmour, J.; Beilin, R. (2007): Stakeholder mapping for effective risk assessment and communication. Melbourne. Online unter: <http://www.acera.unimelb.edu.au/materials/publications/gilmour0609.pdf> (letzter Zugriff am 24.05.2013).
- Grunwald, A. (2002): Technikfolgenabschätzung. Eine Einführung. Berlin.
- Hulme, M.; Dessai, S. (2008): Negotiating future climates: a critical review of the development of climate scenarios for the UK. In: *Environmental Science and Policy* 11 (1), 54–70.
- ICSU – International Council for Science (2010): Earth system science for global sustainability: The grand challenges. Paris.
- Kahn, H. (1982): The coming boom: economic, political and social. New York.
- Kok, K. (2009): The potential of Fuzzy Cognitive Maps for semi-quantitative scenario development, with an example from Brazil. In: *Global Environmental Change* 19 (1), 122–133.
- Kok, K.; Biggs, R.; Zurek, M. (2007): Methods for developing multi-scale participatory scenarios: insights from Southern Africa and Europe. In: *Ecology and Society* 12 (1), 8.
- Kosow, H.; Gaßner, R. (2008): Methoden der Zukunfts- und Szenarioanalyse. Überblick, Bewertung und Auswahlkriterien. Berlin.
- Liu, Y.; Gupta, H.; Springer, E.; Wagener, T. (2008): Linking science with environmental decision making: Experiences from an integrated modeling approach to supporting sustainable water resources management. In: *Environmental Modelling and Software* 23 (7), 846–858.
- Mahmoud, M.; Liu, Y.; Hartmann, H.; Stewart, S.; Wagener, T.; Semmens, D.; Stewart, R.; Gupta, H.; Dominguez, D.; Dominguez, F.; Hulse, D.; Letcher, R.; Rasleigh, B.; Smith, C.; Street, R.; Ticehurst, J.; Twery, M.; van Delden, H.; Waldick, R.; White, D.; Winter, L. (2009): A formal framework for scenario development in support of environmental decision-making. In: *Environmental Modelling and Software* 24 (7), 798–808.
- Matthies, M.; Giupponi, C.; Ostendorf, B. (2007): Environmental decision support systems: Current issues, methods and tools. In: *Environmental Modelling and Software* 22 (2), 123–127.
- Messner, F.; Zwirner, O.; Karkuschke, M. (2006): Participation in multi-criteria decision support for the resolution of a water allocation problem in the Spree River basin. In: *Land Use Policy* 23 (1), 63–75.
- Oppermann, B. (2008): Zur Kunst der Landschaftsvorhersage. Gedanken anlässlich des FLL-Fachforums zum Thema Zukunftslandschaften. In: *Stadt und Grün* 57 (8), 35–38.
- Reed, M. S.; Graves, A.; Dandy, N.; Posthumus, H.; Hubacek, K.; Morris, J.; Prell, C.; Quinn, C. H.; Stringer, L. C. (2009): Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management. In: *Journal of Environmental Management* 90 (5), 1933–1949.
- Rounsevell, M. D. A.; Metzger, M. J. (2010): Developing qualitative scenario storylines for environmental change assessment. In: *Wiley Interdisciplinary Reviews. Climate Change* 1, 606–619.
- Schlesinger, M.; Lindenberg, D.; Lutz, C. (2010): Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung. Studie von EWI/GWS/Prognos für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Projekt Nr. 12/10. Basel, Köln, Osnabrück.
- Starick, A.; Klöckner, K.; Möller, I.; Gaasch, N.; Müller, K. (2011): Entscheidungshilfen für eine nachhaltige räumliche Entwicklung der Bioenergiebereitstellung – Methoden und ihre instrumentelle Anwendung. In: *Raumforschung und Raumordnung* 69 (6), 367–382.
- Syrbe, R.-U.; Rosenberg, M.; Vowinkel, J. (2013): Szenario-Entwicklung und partizipative Verfahren. In: Grunewald, K.; Bastian, O. (Hrsg.): *Ökosystemdienstleistungen. Konzept, Methoden und Fallbeispiele*. Berlin, Heidelberg, 110–118.
- UNEP – United Nations Environmental Programme (2007): *Global Environment Outlook 4*. Online unter: <http://www.unep.org/geo/geo4.asp> (letzter Zugriff am 24.05.2013).
- van Notten P.; Rotmans, J.; van Asselt, M. B. A.; Rothman, D. (2003): An updated scenario typology. In: *Futures* 35 (5), 423–443.
- Volkery, A.; Ribeiro, T.; Henrichs, T.; Hoogeveen, Y. (2008): Your vision or my model? Lessons from participatory land use scenario development on a European scale. In: *Systemic Practice and Action Research* 21 (6), 459–477.
- Walz, A.; Lardelli, C.; Behrendt, H.; Gret-Regamey, A.; Lundström, C.; Kytiza, S.; Bebi, P. (2007): Participatory scenario analysis for integrated regional modelling. In: *Landscape and Urban Planning* 81 (1–2), 114–131.