



Forschung

fact sheet

Umgang mit Komplexität und Unsicherheit

Funktionsbereich: Forschung

Handlungsfeld: Forschen in gesellschaftlicher Verantwortung

Autoren: Kopfmüller, J., Winkelmann, M.

Zitiervorschlag: Winkelmann, M., Kopfmüller, J. (2016): fact sheet Umgang mit Komplexität und Unsicherheit. In: Ferretti, J., Daedlow K., Kopfmüller, J., Winkelmann, M., Podhora, A., Walz, R., Bertling, J., Helming, K.: Reflexionsrahmen für Forschen in gesellschaftlicher Verantwortung. BMBF-Projekt „LeNa – Nachhaltigkeitsmanagement in außeruniversitären Forschungsorganisationen“, Berlin.

September 2016

Kurzbeschreibung

Die Entwicklung moderner Gesellschaften ist in zunehmendem Maße durch Komplexitäten gekennzeichnet. Gründe hierfür sind die wachsende Vielfalt von Sektoren, Institutionen sowie Akteuren und Akteurinnen, die dynamischen Veränderungen ihrer natürlichen und sozialen „Umwelten“ sowie die vielfältigen Interaktionen zwischen diesen Elementen. Ursache-Wirkung-Beziehungen sind häufig indirekt, zeitverzögert, vernetzt und nicht direkt zuordenbar; es treten Rückkopplungs- oder Verstärkungseffekte auf. Daher ist die Gesellschaft – und damit auch Forschung – mit erheblichen Unsicherheiten und Ambivalenzen des zur Analyse, Bewertung und Steuerung solcher komplexen Prozesse erforderlichen Wissens konfrontiert. Verantwortungsvolle Forschung bedeutet, diese Komplexitäten und Unsicherheiten bei der Definition des Forschungsgegenstands, der Gestaltung und Durchführung des Forschungsprozesses sowie der Kommunikation und Anwendung von Forschungsergebnissen zu erkennen, ihre Relevanz einzuschätzen und damit in angemessener Weise umzugehen.

Schnellcheck

1. Sind die relevanten Elemente des Untersuchungsgegenstands bzw. der Forschungsfrage identifiziert und wie sind sie miteinander verknüpft?
2. Sind Unsicherheiten (bezogen auf getroffene bzw. zu treffende Annahmen, verwendete Analysemethoden, Validität erzielter Ergebnisse usw.) identifiziert und beschrieben?
3. Können geeignete Methoden zum Umgang mit Komplexitäten und bestehenden Unsicherheiten verwendet werden?

Relevanz

Natürliche, technische oder soziale Systeme werden als komplex bezeichnet, wenn sie aus mehreren Einzelementen bestehen, die vielfältige Interdependenzen untereinander aufweisen und sich die Systemeigenschaften nicht vollständig aus den Eigenschaften seiner Teilelemente erklären lassen. Der aus der Systemtheorie stammende „System“-Begriff bezeichnet Gesamtheiten von Elementen, die miteinander verbunden sind und zweckgebunden interagieren.

Die für moderne Gesellschaften charakteristischen komplexen Sachverhalte oder Systeme zeichnen sich vor allem durch nicht lineare und dynamische Wechselwirkungen zwischen ihren Teilelementen und mit ihren „Umwelten“, durch indirekte, vernetzte und nicht eindeutig zuordenbare Ursache-Wirkung-Beziehungen sowie Rückkopplungs- und Verstärkungseffekte aus. Hierdurch wird beispielsweise die angemessene Reflexion von Wirkungen verschiedenster Art erschwert (→ vergleiche Kriterium „Reflexion von Wirkungen“). Beispiele für solche komplexen Systeme sind etwa das Klimasystem, das Verkehrs-, Energie-, Gesundheits- oder das Finanzsystem. Handeln unter Komplexitätsbedingungen erfordert mehr und anderes Wissen, das jedoch nur begrenzt verfügbar und vielfach unsicher ist. Nichtwissen bzw. Wissensunsicherheiten resultieren vor allem aus:

(i) einer langfristigen Betrachtungsperspektive – wie sie etwa bei klimabezogenen Fragestellungen erforderlich ist –, die gesichertes Wissen, etwa bezogen auf künftiges Verhalten von Akteuren und Akteurinnen, verhindert;

- (ii) begrenztem Wissen zu Ursache-Wirkung-Zusammenhängen, Dynamiken und Schwellenwerten sowie zu künftigen Entwicklungen, etwa von Technologien oder gesellschaftlichen Werthaltungen;
- (iii) unterschiedlichen erforderlichen Wissenstypen, unterscheidbar in Erklärungs-/Systemwissen, Orientierungs-/Zielwissen und Handlungs-/Transformationswissen;
- (iv) der Vielzahl beteiligter oder betroffener Akteure und Akteurinnen;
- (v) der Widersprüchlichkeit von wissenschaftlichen und nichtwissenschaftlichen Wertungen und Aussagen.

Komplexe Systeme sind dementsprechend schwer versteh- und in ihrer Entwicklung vorhersehbar, ihre Steuerung ist mit erheblichen Unsicherheiten verbunden. Zwar haben in der Vergangenheit Entscheidungsträger in Wirtschaft, Politik und Verwaltung zunehmend die Notwendigkeit ganzheitlicher, Komplexitäten berücksichtigender Betrachtungsweisen erkannt, in der Praxis dominiert jedoch nach wie vor eine isolierte Behandlung einzelner Sachverhalte. Dies liegt auch daran, dass Komplexitäten und Unsicherheiten auch in der Forschung häufig unzureichend berücksichtigt und kommuniziert werden. Als Beispiele hierfür lassen sich anführen: eine aus Gründen der Ernährungs- oder Einkommenssicherung entstehende nicht umweltverträgliche Ackernutzung mit der Folge zunehmender Bodendegradation; Wassernutzung aus Grundwasserreservoirs, die höher als das Regenerationsvolumen ist sowie Staudammprojekte, die zwar zur Energiesicherheit beitragen, jedoch auch Veränderungen von Flächennutzung oder Artenvielfalt sowie Umsiedlungen mit verschiedensten negativen Folgen mit sich bringen.

Inhalte

Die folgenden Defizite im Umgang mit komplexen Sachverhalten werden häufig genannt:

- (a) eine unsystemische Berücksichtigung oder Festlegung von Zielen für ein System, etwa durch eine Fokussierung auf sektorbezogene Teilziele anstatt auf Ziele, die die Entwicklungsfähigkeit des Gesamtsystems adressieren;
- (b) eine unsystemische Methodenanwendung, etwa bei der Datenerfassung, zum Beispiel Ignorieren oder Fehleinschätzen von Interdependenzen oder Systemgrenzen, mangelnde Berücksichtigung von Puffern zur Schaffung von Fehlerfreundlichkeit bei Analysen oder eine bloße Extrapolation bisheriger Trends in die Zukunft etc.;
- (c) eine unsystemische Analyse oder Entwicklung von Handlungsstrategien, wenn zum Beispiel Wechselwirkungen zwischen Faktoren ausgeblendet oder Problemreparaturen anstatt Ursachenvermeidung präferiert werden.

Die analytisch-methodische Herausforderung liegt daher zum einen darin, eine für den jeweiligen Forschungsgegenstand und -prozess angemessene Balance zwischen zu starker Komplexitätsreduktion – mit der Folge nur begrenzt relevanter Resultate – und zu hohen Komplexitätsansprüchen – mit der Folge erschwerter Bearbeitbarkeit von Forschungsfragen – zu finden. Zum anderen sind eine entsprechende Bereitschaft und Fähigkeiten der Forschenden erforderlich, die genannten Defizite zu erkennen und zu überwinden.

Umsetzung

Ein standardisiertes, verallgemeinerbares Vorgehen existiert nicht. Nachfolgend werden idealtypische Schritte skizziert, die für einen rational-pragmatischen, zielorientierten und kontextbezogenen Umgang mit Komplexitäten und Unsicherheiten als erforderlich angesehen werden.

I. Identifikation relevanter Elemente:

- a. Festlegung der die Forschungsfrage betreffenden Systemgrenzen;
- b. Untersuchung möglicher Facetten von Komplexität (räumlich, zeitlich, thematisch, akteursbezogen);
- c. Identifikation und Analyse der vielfältigen, einen Forschungsgegenstand charakterisierenden Faktoren und Elemente, die Bestandteil etwa eines Systems sind oder dieses beeinflussen;
- d. Bewertung der Relevanz dieser Faktoren und Elemente sowie Entscheidung darüber, welche davon betrachtet werden können.

II. Analyse der Vernetzungen:

- a. Identifikation und Analyse der vielfältigen Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen diesen Faktoren und Elementen zur Schaffung der erforderlichen Grundlagen für integrierte Betrachtungen und darauf basierende Entscheidungsunterstützungen (→ vergleiche Kriterium „Integrative Herangehensweise“);

III. Festlegung und Analyse von Zielen:

- a. Identifikation, Diskussion bzw. Festlegung von an der jeweiligen Fragestellung orientierten Zustands- bzw. Entwicklungszielen für ein System;
- b. Einbeziehung relevanter Akteure und Akteurinnen (→ vergleiche Kriterien „Transdisziplinarität“ und „Nutzerorientierung“);
- c. Identifikation und Analyse von Zielkonflikten und aktive Suche nach Ansätzen, um zu deren Lösung bzw. Reduzierung beizutragen.

IV. Ermittlung bestehender Unsicherheiten:

- a. Abschätzung von bestehenden bzw. zu erwartenden Wissens- und daraus resultierenden Handlungsunsicherheiten in ihrem Umfang und ihrer Relevanz für die Qualität von Ergebnissen und deren Kommunikation für die verschiedenen Phasen des Forschungsprozesses; Reflexion der verwendeten Analysemethoden, inwieweit sie zur Entstehung dieser Unsicherheiten beitragen. Zu berücksichtigen ist dabei auch, dass sich die Wahrnehmung bezüglich Ausmaß und Relevanz von Unsicherheiten zwischen Individuen oder Akteursgruppen unterscheiden können.
- b. Abwägen zwischen Unsicherheiten, die durch Forschung oder die Verwendung alternativer Methoden prinzipiell reduzierbar sind („Noch-nicht-Wissen“) und solchen, die als nicht reduzierbar eingeschätzt werden („Nicht-wissen-Können“).

V. Methoden:

- a. Entwicklung und Anwendung von Modellen, mit denen natürliche oder soziale Prozesse und deren Wechselwirkungen in selektiver und Komplexität reduzierender Form analysierbar gemacht werden (mit agentenbasierten Modellen wird zum Beispiel versucht, das Verhalten von Akteuren und Akteurinnen zu analysieren);
- b. Anwendung von Methoden zur Ermittlung und Gewichtung solcher Wechselwirkungen, zum Beispiel der vor allem im Bereich der Indikatoren- und Szenarienanalyse verwendeten Cross-Impact-Analyse;
- c. Anwendung der Szenario-Methode. Mit dieser werden, im Unterschied zu Prognosen, zukünftige Entwicklungen nicht vorhergesagt, sondern mögliche Optionen im Sinne einer „Wenn-dann-Logik“ beschrieben und mit quantitativen wie auch qualitativen Methoden analysiert.
- d. Reflexive, das heißt problemorientierte, transparente und im Dialog mit relevanten Akteuren und Akteurinnen durchgeführte Modellierung, die zur Gewinnung sozial robusteren Wissens beiträgt.

Die eingesetzten Methoden hängen unter anderem vom Grad der Unsicherheiten ab. Im Bereich quantifizierender Methoden werden Simulationen zum Beispiel dann verwendet, wenn Eintrittswahrscheinlichkeiten für bestimmte Phänomene berechnet oder geschätzt werden können (etwa Monte-Carlo-Methode). Ähnliches gilt für Sensitivitätsanalysen, mit denen ermittelt wird, wie ein System auf Änderungen von Einflussfaktoren reagiert. Beide werden häufig im Zusammenhang mit der Szenario-Methode angewendet.

VI. Reflexion:

- a. Sicherstellung eines reflexiven, lern- und anpassungsfähigen Forschungsprozesses. Diese umfasst eine angemessene Einbeziehung von Akteurswissen, die Reaktion auf Veränderungen wichtiger Daten und Randbedingungen, die Offenlegung getroffener Annahmen in Analysen oder auch die Einschätzung verwendeter Methoden hinsichtlich der mit ihnen verbundenen Unschärfen.

VII. Kommunikation:

- a. Verständliche Formulierung und Verfügbarmachung von Ergebnissen beispielsweise von Modell- oder Simulationsanalysen sowie von Informationen zu getroffenen Annahmen oder bestehenden Unsicherheiten für alle Interessierten;
- b. Adressatenspezifische Kommunikation und Verbreitung der Ergebnisse (→ vergleiche Kriterium „Transparenz“).

Grundlage für alle diese Schritte ist sowohl der jeweilige wissenschaftliche Stand des Wissens als auch das bei nichtwissenschaftlichen Akteuren und Akteurinnen vorhandene Wissen. Um die genannten Schritte umsetzen zu können, bedarf es auch der Umsetzung der anderen Kriterien für das „Forschen in gesellschaftlicher Verantwortung“. Zu nennen sind hier insbesondere ein integrativer Ansatz, also die Berücksichtigung relevanter Elemente der verschiedenen Facetten von Komplexität, ein inter- und transdisziplinäres Vorgehen, um die notwendigen wissenschaftlichen wie auch praxisbezogenen Wissensbestände zusammenführen zu können, sowie die Reflexion von Wirkungen, die aus Entwicklungsprozessen oder Interventionen innerhalb und außerhalb eines Systems resultieren. Es ist nicht zuletzt

die mangelnde Anwendung dieser Kriterien, die zu den oben genannten Defiziten führt. Dabei besteht eine wesentliche Herausforderung darin, die strategische Agendaplanung und den Forschungsprozess so zu organisieren und umzusetzen, dass die genannten Schritte realisiert werden können. Wenngleich sicher nicht immer vollständig und eindeutig den einzelnen Phasen des Forschungsprozesses zuordenbar, dürften die Schritte I bis III primär in den Phasen Themenfindung, Forschungsdesign, -methodik und -durchführung eine Rolle spielen, die Schritte IV und V stärker im Kontext von Forschungsmethodik und -durchführung und die Schritte VI und VII vor allem in den Phasen Ergebnisdissemination, Monitoring und Evaluierung.

Fallbeispiel

Projekt „**ENERGY-TRANS** – Zukünftige Infrastrukturen der Energieversorgung. Auf dem Weg zur Nachhaltigkeit und Sozialverträglichkeit“ (2011-2016) (www.energy-trans.de, abgerufen 27.08.2016): In diesem Helmholtz-Allianz-Projekt (das heißt einer Kooperation zwischen Helmholtz-Instituten und universitären und außeruniversitären Einrichtungen) stehen die Analyse und Bewertung der Transformation des deutschen Energiesystems, insbesondere die Schnittstellen zwischen Energietechnik, Planungsverfahren und Verbraucherverhalten im Vordergrund des Forschungsinteresses. Mit den Arbeiten in den verschiedenen Teilprojekten wird versucht, das Energiesystem als sozio-technisches System mit seinen Komplexitäten, Schnittstellen und Wechselwirkungen zwischen Nachfrageverhalten und technischen Entwicklungen besser zu beschreiben und zu analysieren als in der bisherigen Forschungspraxis. Vor dem Hintergrund der politisch gesetzten Energiewende-Ziele werden Nachhaltigkeitsanalysen, Untersuchungen zu systemischen Risiken und Analysen zu Governance-Strategien für alternative Transformationspfade durchgeführt. Für die nationale Ebene, aber auch für Beispielregionen werden Szenarien entwickelt, modelliert und bewertet, die Verhaltens- und Akzeptanzmuster bezogen auf Energieinfrastrukturen sowie auf deren Wechselwirkungen mit Verkehrsinfrastrukturen berücksichtigen. Insgesamt sollen die Ergebnisse Handlungswissen für Entscheidungsträger bereitstellen, um die Transformation des Energiesystems effektiv, effizient, sozialverträglich und nachhaltig gestalten zu können.

Weiterführende Informationen

Grunwald, A., Kopfmüller, J. (2012): Nachhaltigkeit, 2. Auflage. Frankfurt a. M.: campus.

Kastens, U., Kleine-Büning, H. (2008): Modellierung. Grundlagen und formale Methoden. 2. Auflage. München: Carl-Hanser.

Kosow, H., Gaßner, R. (2008): Methoden der Zukunfts- und Szenarioanalyse. Überblick, Bewertung und Auswahlkriterien. IZT Werkstattbericht Nr. 103, Berlin.

Mitchell, S. (2008): Komplexitäten – Warum wir erst anfangen, die Welt zu verstehen. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Vester, F. (2008): Die Kunst vernetzt zu denken. Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität. 7. Auflage, München: dtv.

Wehling, P. (2001): Jenseits des Wissens? Wissenschaftliches Nichtwissen aus soziologischer Perspektive. Zeitschrift für Soziologie 30(6): 465-484.

Weimer-Jehle, W. (2006). Cross-Impact Balances: A System-Theoretical Approach to Cross-Impact Analysis. *Technological Forecasting and Social Change* 73(4): 334-361.

Wuelser, G., Pohl, C., Hirsch Hadorn, G. (2012). Structuring Complexity for Tailoring Research Contributions to Sustainable Development: a Framework. *Sustainability Science* 7(1): 81-93.