

Petschel-Held, G., Block, A., Cassel-Gintz, M., Kropp, J., Lüdeke, M.K.B., Moldenhauer, O., Reusswig, F., 1999: Syndromes of global change, a qualitative approach to assist global environmental management. Environmental Modelling and Assessment, 4, 315-326

Petschel-Held, G., Lüdeke, M.K.B., Reusswig, F., 1999: Actors, structures and environments. In: Lohmert, Geist (Hrsg.): Coping with changing environments. Ashgate, Aldershot (UK), 255-291

WGBU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen), 1994: Die Gefährdung der Böden. Jahrgutachten 1994. Bonn, Economica-Verlag.

Kontakt

Prof. Dr. Heidrun Mühle
Umweltforschungszentrum Leipzig
Projektbereich: Naturnahe Landschaften
und ländliche Räume (NLLR)
Permoser Straße 15, D-04318 Leipzig
Tel.: + 49 (0) 341/ 235-2344
Fax: + 49 (0) 341/ 235-2534
E-Mail: muehle@pro.ufz.de

»

Der Aktivitätsfelderansatz – Ein methodisches Untersuchungsgerüst zur Formulierung von Nachhaltigkeitsstrategien

von U. Klann und J. Nitsch, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

Dem integrativen Konzept nachhaltiger Entwicklung wird eine adäquate Methodik für die quantifizierbaren Aspekte des Projekts beigestellt, die eine flächendeckende Erfassung der Bundesrepublik Deutschland bei gleichzeitig differenzierter Beurteilung der Potenziale einzelner Technologien ermöglicht und die Grundstruktur für die Arbeitsteilung liefert. Ein methodisches Konzept kann nicht allen für einen integrativen Ansatz potenziell bedeutsamen Interdependenzen gleichermaßen gerecht werden. Vielmehr ist eine inhaltliche Konzentration erforderlich. Der im folgenden dargelegte methodische Ansatz konzentriert sich auf die Verbindung einer flächendeckenden Erfassung von Zustandsgrößen und wesentlichen Eckdaten mit einer vertieften

Untersuchung technologischer Potenziale sowie der Verbindung von Technologie mit (Konsum-)Bedürfnissen. Das Untersuchungsgerüst ist so gestaltet, dass weitere Themenbereiche im Laufe der Projektbearbeitung angefügt werden können. Grundlage ist eine datentechnisch konsistente Abbildung Deutschlands, die eine weitgehend widerspruchsfreie Aggregation der Ergebnisse aus den einzelnen Arbeitsbereichen und eine Analyse von Interdependenzen erlaubt.

Die entworfene Methodik wird im Folgenden ausgehend von der grundlegenden Struktur über die flächendeckende Bestandsaufnahme und die Verbindung mit Detailanalysen am Beispiel „Mobilität“ entwickelt. Im letzten Abschnitt entsteht daraus das komplette Konzept¹.

Die Aktivitätsfelder

Die gesellschaftlichen bzw. volkswirtschaftlichen Aktivitäten werden auf folgende Bereiche – „Aktivitätsfelder“ – verteilt, die die wesentlichen Einheiten der Arbeitsteilung sind und in denen Nachhaltigkeitsprobleme geortet sowie Handlungsstrategien entwickelt werden sollen:

- Bauen und Wohnen (B&W),
- Mobilität (Mob.),
- Ernährung und Landwirtschaft (E&L),
- Information und Kommunikation (I&K),
- Freizeit und Tourismus (F&T),
- Textilien und Bekleidung (T&B),
- Gesundheit (Ges.) sowie
- sonstige gesellschaftliche Aktivitäten (s.g.A.), wo überwiegend staatliche Aktivitäten enthalten sind.

Die Aktivitätsfelder wurden thematisch so gewählt, dass für einige von ihnen eine Anknüpfung an vorhandene Untersuchungen möglich ist. Dadurch wird eine Einbindung in laufende Diskussionen erleichtert. Inhalt und Abgrenzung der Aktivitätsfelder werden nun am Beispiel „Mobilität“ erläutert.

Der Aktivitätsfelder-Ansatz hat den Anspruch, möglichst alle mit „Mobilität“ zusammenhängende Aktivitäten zu erfassen. Vorliegende Studien befassen sich typischerweise

1. mit den Verkehrsbewegungen; dabei werden z.B. nur der direkte Verbrauch von Kraftstoffen und die dadurch verursachten Luftschadstoffemissionen erfasst;

2. mit der Produktion von Verkehrsmitteln; hier werden z.B. die im Straßenfahrzeugbau und bei der Produktion der Vorprodukte (z.B. beim Abbau von Erzen und in der Eisen- und Stahlindustrie) emittierten Luftschadstoffe erfasst;
3. mit den Aktivitäten und Güterkäufen der privaten Haushalte zur Befriedigung der Mobilitätsbedürfnisse, wiederum unter Berücksichtigung aller Vorprodukte. Hier sind dann alle Luftschadstoffemissionen zu finden, die mit dem Bau von privaten Garagen (Zementherstellung) und mit der Produktion von Reifen, die von Haushalten gekauft werden, verbunden sind.

Das Aktivitätsfeld „Mobilität“ umfasst alle diese Bereiche sowie zusätzlich die Verkehrsinfrastruktur und staatliche Dienstleistungen für den Verkehr. Die nach 2. komplett zu einem Aktivitätsfeld gehörenden Produktionsbereiche (z.B. Straßenfahrzeugbau) werden *Kernbereiche* genannt, die Güterkäufe der privaten Haushalte (nach 3.) sowie die staatlichen Dienstleistungen für ein Aktivitätsfeld definieren das dazugehörige *Bedarfsfeld*². Hinzu kommen sämtliche Vorleistungen. Insgesamt basiert der *Aktivitätsfelderansatz* demnach auf einer bedürfnisorientierten Kategorisierung des gesamtgesellschaftlichen Konsummusters unter Einbeziehung der ökonomisch-technischen Zusammenhänge. Hierdurch wird ein Untersuchungsraum geschaffen, in dem alle Aspekte der Mobilität darstellbar und diskutierbar sind. Bei der Bearbeitung des Aktivitätsfelds „Mobilität“ kann je nach Diagnose der Schwerpunkt auf verschiedene Teile – z.B. Straßenfahrzeugbau – oder auf verschiedene Nachhaltigkeitsdimensionen – z.B. die soziale oder ökonomische – gelegt werden. Die genauere Methodik und Ausrichtung der Untersuchung wird bewusst offengelassen, um einer begründeten Auswahl durch die Fachleute, die den Bereich bearbeiten, nicht vorzugreifen. Die Arbeitsteilung folgt nicht den Linien wissenschaftlicher Fachdisziplinen, vielmehr soll in jedem Teilbereich der integrative Ansatz interdisziplinär umgesetzt werden.

Durch Überlegungen, die den zum Aktivitätsfeld „Mobilität“ dargelegten äquivalent sind, gelangt man für alle Aktivitätsfelder zu einer Kategorisierung. Überlappungen werden bewusst zugelassen: Beispielsweise ist der

Transport von Baumaterial als *Transport* von Baumaterial Bestandteil von „Mobilität“, als Transport von *Baumaterial* Bestandteil von „Bauen und Wohnen“. Ein anderer derartiger Bereich sind Freizeitfahrten, die einen wesentlichen Einfluss auf das Aktivitätsfeld „Mobilität“ haben und gleichzeitig zentraler Bestandteil des Aktivitätsfeldes „Freizeit und Tourismus“ sind. Durch die Überlappungen können wichtige gesellschaftliche bzw. volkswirtschaftliche Bereiche gleichzeitig aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden. Dadurch wird berücksichtigt, dass diese durch Maßnahmen bzw. Strategien in zwei oder mehreren Aktivitätsfeldern beeinflusst werden können.

Zur praktischen Handhabung werden die Aktivitätsfelder in der Input-Output(IO)-Tabelle des Statistischen Bundesamtes unter Verwendung weiterer Statistiken, wie z.B. Produktionsstatistiken, datentechnisch bestimmt, womit Technologie, Bedürfnisse und ihre ökonomischen Verbindungen beschrieben sind. Das statistische Werk der IO-Tabelle bietet als gesamtwirtschaftliches Bilanzierungsschema eine Gewähr für eine flächendeckende Erfassung. Als Teil der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) ist eine Verbindung mit vielfältigen ökonomischen und sozialen Daten vorhanden. Da das Statistische Bundesamt seine Umweltökonomische Gesamtrechnung (UGR) kompatibel mit der IO-Tabelle anlegt, können den Aktivitätsfeldern auch ökologisch relevante Größen zugeordnet werden. Damit ist eine Verbindung der verschiedenen Nachhaltigkeitsdimensionen hergestellt.

Die IO-Tabelle dient in Verbindung mit der Umweltökonomischen Gesamtrechnung und der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung als Referenzstruktur. In ihr werden die Arbeitsteilung definiert, Ergebnisse aus den Aktivitätsfeldern implementiert und auf Konsistenz und Interdependenzen untersucht. Hierzu wird die Arbeitsteilung um eine nationale Ebene erweitert, in der die gegenwärtige Relevanz der verschiedenen Aktivitätsfelder und ihrer Teile in einem Top-down-Ansatz abgeschätzt wird.

Die nationale Ebene

Die grundlegenden Daten (aus IO-Tabelle, UGR und VGR) werden für eine flächende-

ckende Bestandsaufnahme mit Hilfe von IO-Analysen verwendet, deren Ergebnisse einem konsistenten Einstieg in die Bearbeitung der Aktivitätsfelder dienen. Der Aufbau der Aktivitätsfelder sowie das aus den Zurechnungen resultierende Datensystem wird im folgenden anhand vorläufiger Zurechnungsergebnisse illustriert³.

Tabelle 1 zeigt die Anzahl der erwerbstätigen Personen und die jährlichen CO₂-Emissionen pro Jahr für alle Aktivitätsfelder, woraus die jeweilige spezifische Relevanz erkennbar ist. Aufgrund der zugelassenen Überlappungen der AF überschreitet die Summe der Prozentwerte die 100%-Marke. Als Indikatoren und für eine erste Abschätzung von strukturellen Änderungen sind Intensitäten von besonde-

Kernbereichen, dem Bedarfswelt und den Infrastrukturinvestitionen wird die Herstellung der relevanten Güter und Dienstleistungen durch sämtliche Produktionsprozesse (up-stream) zurückverfolgt, für die Kernbereiche wird zusätzlich der Verbleib der produzierten Güter und Dienstleistungen (down-stream) berücksichtigt. Zu unterscheiden sind in diesen Analysen direkte und indirekte Emissionen (Summe = kumulierte Emissionen⁴): Die direkten Emissionen gelangen in dem jeweils betrachteten Bereich in die Umwelt (z.B. werden durch den Kraftstoffverbrauch im privaten Individualverkehr 99 Mio. t CO₂/a unter „Bedarfswelt“ emittiert); die indirekten Emissionen werden up-stream bei der Produktion von Gütern und Dienstleistungen emittiert (z.B. für

Tab. 1: Die Indikatoren „Erwerbstätige“ und „CO₂-Emissionen“ in Deutschland nach Aktivitätsfeldern (1993)

	Aktivitätsfelder							
	B&W	Mob.	E&L	F&T	I&K	T&B	Ges.	s.g.A.
Erwerbstätige in Mio. Personen (in % von BRD)	7,9 (22,4%)	5,8 (16,4%)	5,2 (14,8%)	3,9 (11,1%)	2,6 (7,4%)	2,2 (6,3%)	3,8 (10,8%)	8,8 (25,0%)
CO₂-Emissionen Mio. t per annum (in % von BRD)	411 (44,2%)	265 (28,5%)	150 (16,1%)	150 (16,1%)	52 (5,6%)	41 (4,4%)	68 (7,3%)	97 (10,4%)

rer Bedeutung, z.B. CO₂-Emissionen pro Erwerbstätigen und Jahr. Diese Intensität kann hier und in allen weiteren Teilen des Datensystems sofort gebildet werden und unmittelbar mit den durchschnittlichen Emissionen/Erwerbstätigen verglichen werden. Würde man die über alle Aktivitätsfelder durchschnittliche Intensität berechnen, dann würden für ein „statistisches durchschnittliches Aktivitätsfeld“ die beiden Prozentzahlen in Tabelle 1 gleich sein. In Ernährung und Landwirtschaft (E&L) liegt die Intensität nur knapp 9% über dem Bundesdurchschnitt; Bauen und Wohnen (B&W), Mobilität (Mob.) und Freizeit und Tourismus (F&T) weisen eine deutlich überdurchschnittliche Intensität auf; für sonstige gesellschaftliche Aktivitäten (s.g.A.) ist diese Intensität besonders gering. Beispielhaft wird nun anhand der CO₂-Emissionen im Aktivitätsfeld „Mobilität“ der Aufbau der Aktivitätsfelder verdeutlicht.

In Abbildung 1 ist das Aktivitätsfeld „Mobilität“ skizziert. Ausgehend von den

Straßenfahrzeuge, die von privaten Haushalten gekauft werden, im „Straßenfahrzeugbau“). Da einerseits alle Güter und Dienstleistungen irgendwo ihre letzte Verwendung finden, kann man die gesamten Emissionen über die letzte Verwendung erfassen (Summe letzte Spalte in Abb. 1). Da andererseits das Kohlendioxid irgendwo emittiert werden muss, erhält man die gesamten Emissionen auch in der ersten Zeile der Abbildung 1. Die direkten Emissionen und die abgebildeten Lieferbeziehungen beschreiben das gesamte für „Mobilität“ relevante Technologiefeld; das Bedarfswelt die Bedürfnisse. Man kann von jeder beliebigen Stelle ausgehend die up- oder down-stream-Verbindungen verfolgen und dabei die Beziehungen innerhalb eines Aktivitätsfeldes oder zwischen verschiedenen Aktivitätsfeldern betrachten.

Dies sei am Beispiel „Straßenfahrzeugbau“ (Abb. 2) näher erläutert.

Abb. 1: CO₂-Emissionen im AF „Mobilität“ (1993, in Mio. t/a)

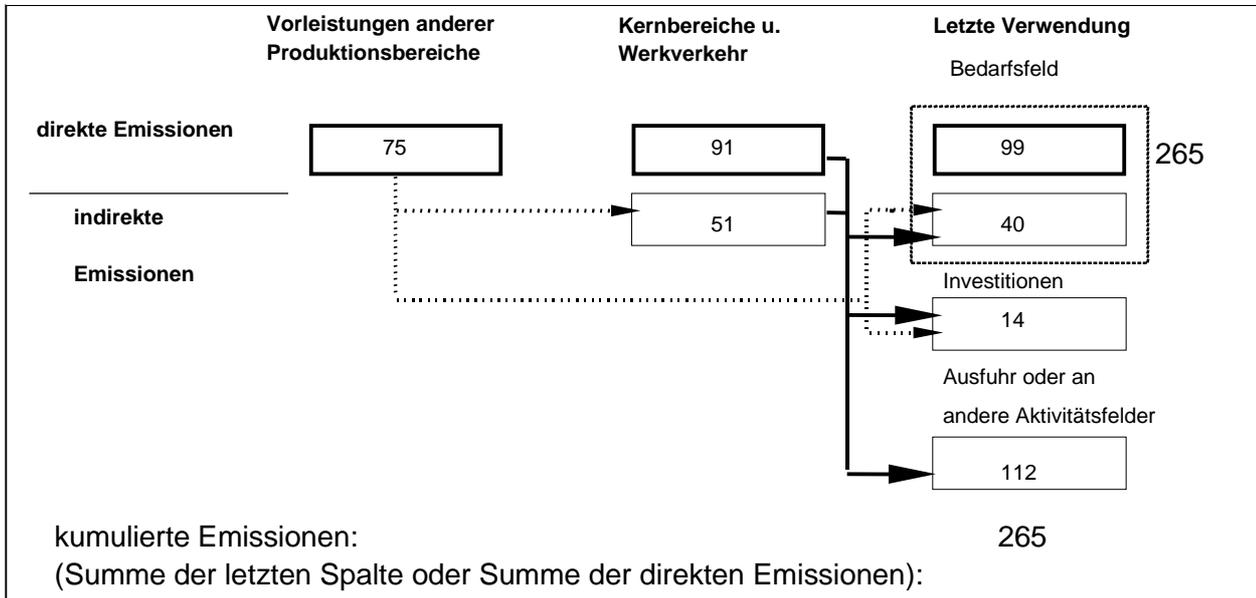
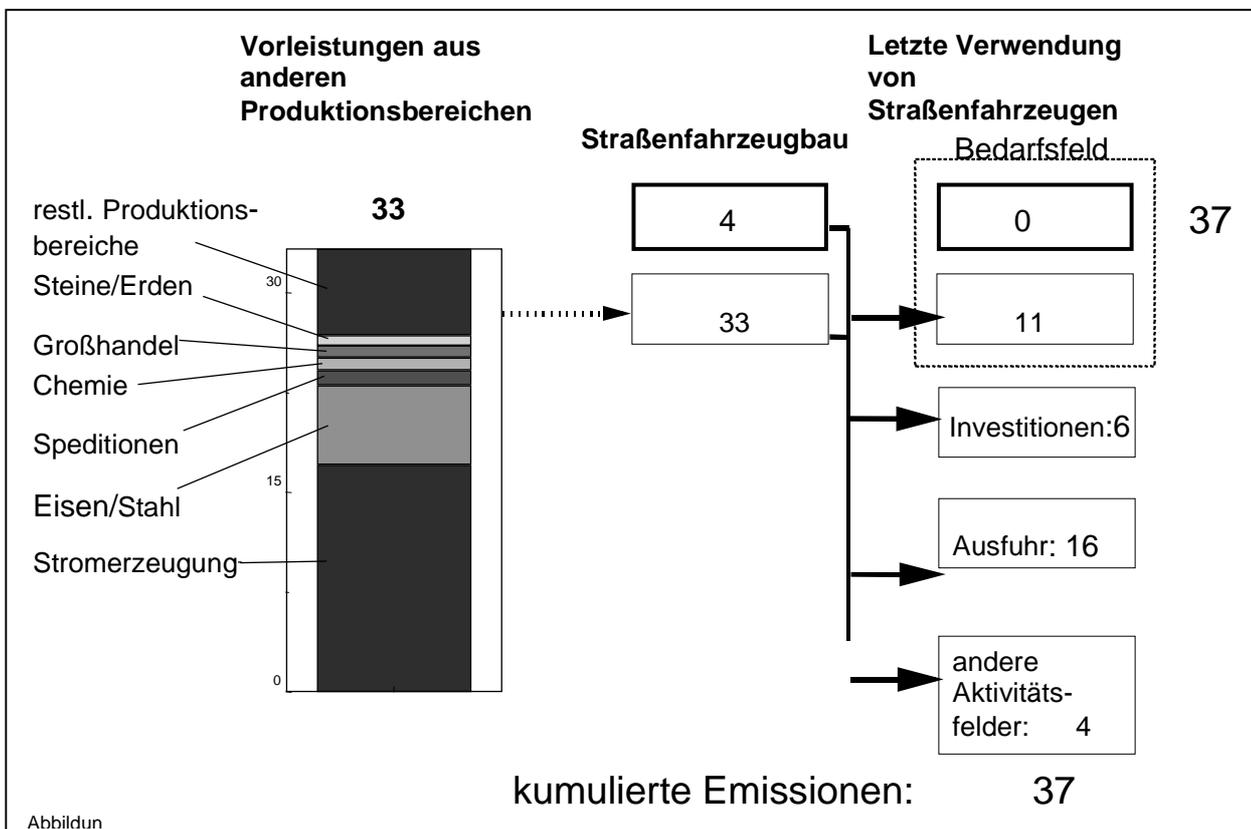


Abb. 2: Kernbereich „Straßenfahrzeugbau“ im AF „Mobilität“ (Mio. t CO₂, 1993)



Abbildung

Die Abbildung 2 ist entsprechend Abbildung 1 aufgebaut. Aus der Spalte „Kernbereiche u. Werkverkehr“ wird der Produktionsbereich „Straßenfahrzeugbau“ mit seinen wirtschaftlichen Verbindungen herausgenommen. Nun kann, vom Straßenfahrzeugbau ausgehend, upstream die Technologie des Straßenfahrzeugbaus und die Vorprodukts-„Kette“ untersucht werden. Man erhält die mit der jeweiligen Produktion verbundenen CO₂-Emissionen und die jeweils relevanten Lieferbeziehungen. Addiert man diese Emissionen über die gesamte Kette für jeden einzelnen Produktionsbereich, so erhält man die im linken Balkendiagramm zusammengefassten Werte. Die Summe über alle Produktionsbereiche ergibt 33 Mio. t/a indirekte CO₂-Emissionen für „Straßenfahrzeugbau“. In den „Vorleistungen aus anderen Produktionsbereichen“ sind in Abbildung 2 im Gegensatz zu Abbildung 1 auch andere zu

Die Verbindung von nationaler Ebene und Aktivitätsfeldern

Das entsprechend dem vorhergehenden Abschnitt erstellte Datensystem auf der nationalen Ebene liefert genauere Hinweise auf Besonderheiten, wichtige Bereiche und Verbindungen in den einzelnen AF. Dort werden einzelne Aspekte genauer untersucht. Im Folgenden wird die Verbindung der Aktivitätsfelder-Ebene mit der nationalen Ebene beispielhaft für ein Straßenfahrzeug verdeutlicht und mit den Ergebnissen einer Lebenszyklusanalyse verglichen.

In Tabelle 2 ist ein Vergleich für CO₂-Emissionen angegeben, die Abschätzung aus der IO-Analyse erfolgte noch relativ grob. In der ersten Zahlenspalte sind die kumulierten Emissionen der Straßenfahrzeugproduktion pro Fahrzeug angegeben. In der IO-Analyse entspricht das einer Umrechnung der mittleren

Tab. 2: CO₂-Emissionen pro Fahrzeug im Vergleich. Lebenszyklusanalyse: VW Golf, Modell 1994, nach Schweimer/Schuckert (1996); IO-Analyse: eigene Berechnung

	Produktion	Verkauf u. Kraftstoffbereitstellung	Nutzung	Summe
IO-Analyse (Anteil)	6,3 t (13,6%)	4,8 t (10,4%)	35,1 t (76,0%)	46,2 t (100%)
Lebenszyklus-Analyse	3,7 t (10,3%)	3,2 t (8,9%)	29 t (80,8%)	35,9 t (100%)

„Mobilität“ gehörende Bereiche enthalten. Damit hat man up-stream die Stellung des Straßenfahrzeugbaus sowohl innerhalb des Aktivitätsfeldes als auch zu anderen Aktivitätsfeldern beschrieben. Im Unterschied zu Lebenszyklusanalysen ist eine komplette Erfassung gewährleistet, auch Dienstleistungen (z.B. Werbung für Straßenfahrzeuge) sind enthalten. Nach rechts kann man down-stream wiederum durch weitere Produktionsbereiche hindurch die produzierten Straßenfahrzeuge bis zu ihrem Verbleib verfolgen, z.B. zum Export und zu anderen Aktivitätsfeldern. Auch eine Abschätzung unmittelbarer Wirkungen von Änderungen des Haushaltsverhaltens, der Produktion von Straßenfahrzeugen und der Änderungen in anderen Produktionsbereichen ist möglich.

Spalte von Abbildung 2 auf einen PKW. In der zweiten Spalte ist der Vertrieb (z.B. Transport eines PKW zum Kunden) und die Bereitstellung der Kraftstoffe für einen PKW bezogen auf die gesamte Lebenszeit angegeben. In der dritten Spalte sind die Emissionen durch Fahrten sowie durch Reparaturen, Autopflege etc. zu finden.

Die in Tabelle 2 ersichtlichen Abweichungen liegen durchaus in einer Größenordnung, die in zwei verschiedenen Lebenszyklusanalysen auftreten können. Die Verbindung zwischen nationaler und Aktivitätsfelder-Ebene erfolgt über einen genauen Vergleich der jeweiligen Annahmen und Werte in allen drei in Tabelle 2 unterschiedenen Bereichen. Dabei geht es zum einen um Systemgrenzen; z.B.: Welche mit dem Straßenfahrzeugbau verbundenen Dienstleistungen sind in der IO-Analyse

zusätzlich enthalten, und wie groß ist ihr Beitrag? Zum zweiten wird es um die genaueren Produktionsprozesse gehen; z.B.: Ist in der IO-Analyse die Zusammenfassung der Produktion von Nichteisenmetallen zu einem Sektor zu grob, um die Produktionstechnologien der speziell im Straßenfahrzeugbau verwendeten Nichteisenmetalle adäquat abzuschätzen? Diese detaillierten Vergleiche liefern sowohl der nationalen als auch der Aktivitätsfelder-Ebene wichtige Informationen für Verbesserungen der jeweiligen Methodik und ermöglichen die Schaffung eines weitgehend konsistenten Basisdatensatzes. Ähnliche Datenabgleiche sind auch für andere Größen vorzunehmen und sind nicht auf Lebenszyklusanalysen beschränkt. Dieses Vorgehen wird in Szenarien – in geringerer Detaillierung – beibehalten.

Der Aktivitätsfelderansatz

Die Aktivitätsfelder sind die wesentlichen Untersuchungseinheiten: Auf sie werden derzeitige Belastungsbeiträge abgebildet. Dort werden die Nachhaltigkeitskriterien angewandt, gelangen Indikatoren zum Einsatz und werden Nachhaltigkeitsziele und Umsetzungsstrategien abgeleitet. Als wichtig erkannte Bereiche können punktuell vertieft werden, wobei Akzente flexibel auf verschiedene Nachhaltigkeitsdimensionen gesetzt werden können.

Da die interessantesten Technologien sich gerade dadurch auszeichnen, dass sie verstreut über die gesamte Volkswirtschaft ihre Wirkung entfalten und mit jeweils speziellen Problemen verbunden sind, werden als weitere Untersuchungseinheiten „Schlüsseltechnologien“ (regenerative Energietechnologien, Bio- und Gentechnologien, I&K-Technologien, Neue Materialien, Nano- und Mikro(verfahrens)-technologien eingeführt. Deren Potenziale werden jeweils für sich eingeschätzt, und dann in den Aktivitätsfeldern auf ihre genaueren Anwendungsmöglichkeiten in den einzelnen Bereichen untersucht und in die Szenarien eingebaut.

Unabhängig voneinander entworfene Szenarien und Handlungsstrategien in den Aktivitätsfeldern sind im Allgemeinen inkompatibel oder widersprüchlich. Die Ergebnisse aus den Aktivitätsfeldern müssen deshalb abgeglichen werden. Dies wird wie im voranstehenden Ab-

schnitt erläutert durchgeführt werden. Allerdings benötigt die (statische) IO-Analyse an zentraler Stelle Größen, die über die Zeit variabel sind. Für ex post-Analysen (z.B. Bestandsaufnahmen) ist das kein Problem. In längerfristigen Szenarien sind diese Größen allerdings zu endogenisieren. Hierfür werden gesamtwirtschaftliche umweltökonomische Simulationsmodelle (USM) eingesetzt. Es handelt sich um Modelle, die in hinreichender sektoraler Gliederung weite Teile des Referenzdatensystems inklusive einiger Umweltbelastungen endogenisieren. Die Ergebnisse dieser Modelle werden mittels IO-Analysen für einen Vergleich mit den Szenarien in den Aktivitätsfeldern aufbereitet. Die Datenstruktur der IO-Tabelle und die IO-Analyse werden als Adapter zwischen den Szenarien verwendet.

Die Abstimmung zwischen den Ebenen erfolgt iterativ: Die Szenarien in den Aktivitätsfeldern müssen zu Szenarien in den USM transformiert werden. Die USM analysieren Interdependenzen zwischen den Aktivitätsfeldern und berücksichtigen Zusammenhänge, die auf der Aktivitätsfelder-Ebene kaum adäquat abgebildet werden können, z.B. terms-of-trade-Effekte, Arbeitsmarkt-, Verteilungseffekte, die Entwicklung der Staatsverschuldung. Die Ergebnisse müssen dann wiederum mit den Aktivitätsfeldern verglichen und abgestimmt werden. Die angemessene zeitliche Reichweite dieser Art der Untersuchung kann man auf 20 – maximal 30 – Jahre abschätzen, da einerseits bestehende Kapitalgüter noch gewisse Strukturen vorgeben und andererseits genügend neue Investitionen erfolgt sein dürften, um eine gewisse Diffusion neuer Technologien zu erlauben. Für die „Schlüsseltechnologien“ kann die Untersuchung auf einen längeren Zeithorizont ausgedehnt werden. Die Ergebnisse werden allerdings nicht mehr integriert, was angesichts der mit einer Erweiterung des Zeithorizonts zunehmenden Vagheit ohnehin wenig sinnvoll sein dürfte.

Schließlich werden regionale und ökosystemare Ansätze intensiv landwirtschaftlich genutzten Raumes (am Beispiel eines Ballungsraums und eines intensiv landwirtschaftlich genutzten Raums) hinzugefügt, um modellhaft das integrative Konzept nachhaltiger Entwicklung anzuwenden. Hiervon sind für die Weiterentwicklung des Ansatzes wichtige Hinweise

zu erwarten: Zum ersten zur Abbildung der räumlichen Dimension; zum zweiten zur Frage, welche wichtigen Zusammenhänge zwischen verschiedenen Dimensionen genauer oder weniger genau abgebildet werden sollten. Sie werden über die Aktivitätsfelder angebunden.

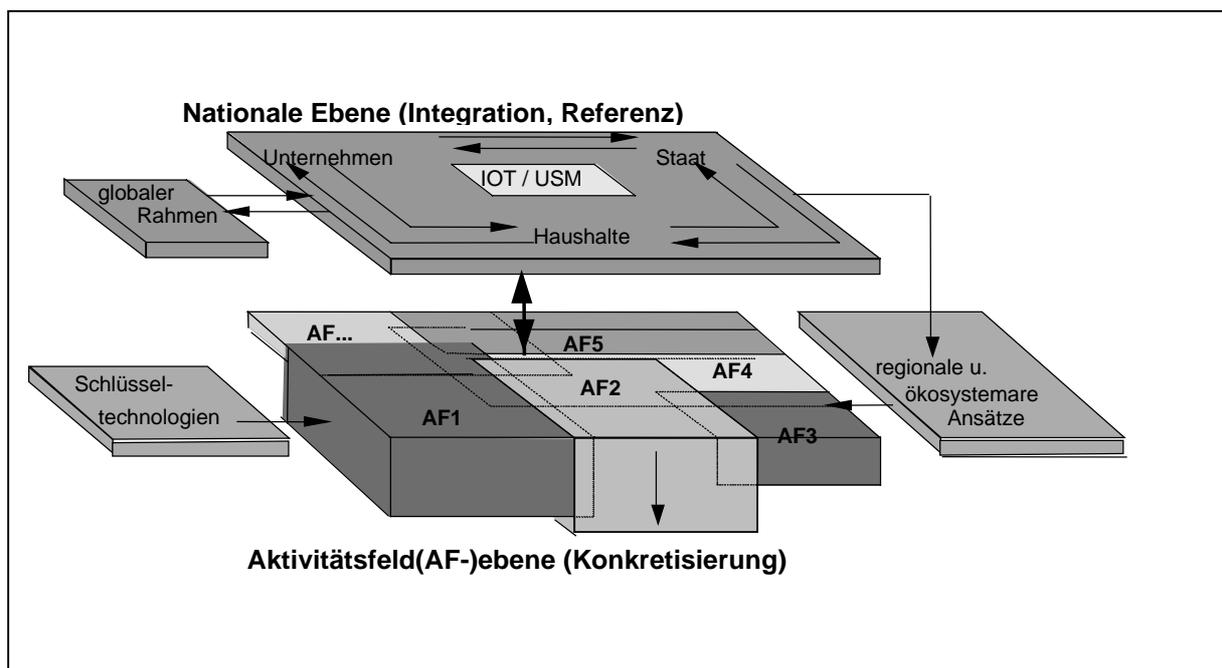
Das resultierende, gesamte Untersuchungskonzept ist in Abbildung 3 skizziert. Der Schwerpunkt der Untersuchungen liegt bei den Aktivitätsfeldern. Die Höhe der Aktivitätsfelder-Blöcke deutet mögliche unterschiedliche Konkretisierungstiefen an, die Überschneidungen weisen auf die überlappenden Betrachtungen hin. Im Zentrum steht die Verbindung der Aktivitätsfelder- mit der nationalen Ebene. Die Ergebnisse der Untersuchungen der Schlüsseltechnologien sowie der regionalen und ökosystemaren Ebene fließen in die Untersuchungen der Aktivitätsfelder ein. Von der nationalen Ebene werden Rahmendaten an die regionale und ökosystemare Ebenen sowie an die Schlüsseltechnologieebene geliefert. Für Technologien hat man dann eine allgemeine Einschätzung im Bereich „Schlüsseltechnologien“, eine Einschätzung aus Sicht des jeweils konkreten Einsatzbereiches in den Aktivitätsfeldern und eine Einschätzung aus gesamtwirtschaftlicher Sicht auf der nationalen Ebene. Damit erhält man eine Rundumbetrachtung, die eine kon-

krete Beurteilung der Bedeutung der jeweiligen Technologien ermöglicht. Ein integrativer Ansatz wird in allen Arbeitsbereichen jeweils für sich umgesetzt. Die nationale Ebene bietet neben der gesamtwirtschaftlichen Perspektive auch sozial relevante Aspekte (z.B. zur Einkommensverteilung und Erwerbstätigkeit) und eine Verknüpfung wirtschaftlicher Aktivitäten mit Umweltbelastungen. Welche dieser Verknüpfungsmöglichkeiten für eine Kopplung mit weiteren Modellen – z.B. ökologischen – genutzt werden kann und soll, ist anhand der sich in der Projektarbeit abzeichnenden jeweiligen Relevanz zu entscheiden.

Anmerkungen

- 1) Ausführlich wird der Ansatz in Klann/Nitsch (1999) dargestellt.
- 2) Das Bedarfsfeld beruht auf dem Haushaltsproduktionsansatz von Becker (1982), mit dem soziologische Aspekte in die ökonomische Theorie integriert werden können.
- 3) Die Zahlen werden verwendet, um den Ansatz konkret zu beschreiben. Auf eine genauere Darstellung der Methodik und eine genauere Interpretation wird ebenso verzichtet wie auf eine Aufzählung der zurechenbaren Größen und eine Darstellung von mitunter auftretenden Schwierigkeiten. Hierzu s. z.B. Schulz (1997) und Bräutigam (1997). Die Zahlen be-

Abb. 3: Überblick über die Struktur des Untersuchungskonzepts



ziehen sich auf die Aktivitäten in Deutschland ohne Berücksichtigung des Verschleißes, im Abschnitt „Die Verbindung von nationaler Ebene und Aktivitätsfeldern“ sind auch mit den Importen verbundene Emissionen berücksichtigt.

- 4) Z.B. sind Preise kumulierte Größen, die auf die jeweiligen Mengeneinheit bezogen werden (es sind spezifische kumulierte Größen).

Literatur

Becker, G. S., 1982: Der ökonomische Ansatz zur Erklärung menschlichen Verhaltens. Mohr, Tübingen.

Bräutigam, K.-R., 1997: Stoffströme im Bausektor. In: TA-Datenbank-Nachrichten 6, Nr. 3, S. 120-126.

Klann, U.; J. Nitsch, 1999: Der Aktivitätsfelderansatz – ein Ansatz für die Untersuchung eines integrativen Konzepts nachhaltiger Entwicklung. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, STB-Bericht Nr. 23.

Schulz, V., 1997: Emissionen und ihre Verursacher – das Methodenkonzept einer Emittentenstruktur. In: TA-Datenbank-Nachrichten 6, Nr. 3, S. 117-120.

Schweimer, G. W.; Schuckert, M., 1996: Sachbilanz eines Golf. Volkswagen Konzernforschung, Forschungsbericht Nr. K-EFVT 9604 V/5.

Kontakt

DLR - Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Institut für Technische Thermodynamik (TT)
Abteilung Systemanalyse und Technikbewertung (STB)

Pfaffenwaldring 38-40, D-70569 Stuttgart

Dr. Uwe Klann

Tel.: + 49 (0) 711/6862-302

Fax: + 49 (0) 711/6862-783

E-Mail: Uwe.Klann@dlr.de

Dr. Joachim Nitsch

Tel.: + 49 (0) 711/6862-483

E-Mail: joachim.nitsch@dlr.de

»

Bestandsaufnahme zu Potentialen und Grenzen vorhandener Modelle

von Helge Rosé und Achim Sydow, GMD
Forschungszentrum Informationstechnik

Im Rahmen der Vorstudie zum HGF-Verbundprojekt wurde untersucht, für welche Problemfelder der nachhaltigen Entwicklung Modellierungen sinnvoll sind, welche verfügbaren Modelle sich dafür eignen und welche Entwicklungen angemessen und durchführbar erscheinen. Fragen der Modellprämissen, der Datenproblematik und der Validität der Modellergebnisse wurde dabei besondere Aufmerksamkeit gewidmet, ferner sollte die Kompatibilität der Modelle mit der Struktur des in der Vorstudie erarbeiteten Aktivitätsfelderansatzes gewährleistet sein. Für die einzelnen Gebiete Wirtschaft, Forst- und Landwirtschaft, Wasser und Luft wurde eine große Vielfalt an Modellen betrachtet.

Gerade in diesem Jahrhundert sind durch die zunehmende Industrialisierung immer mehr Umweltprobleme aufgetreten und wir mussten erkennen, dass die Nutzungsmöglichkeiten der Natur beschränkt sind. Um auch zukünftigen Generationen die gleichen Entwicklungsmöglichkeiten einzuräumen wie den heutigen, darf eine Nutzung der natürlichen Ressourcen nur im Rahmen der Regenerationsfähigkeit der Natur erfolgen. Doch wie kann diese Grenze gefunden werden?

Systemtheoretisch gesehen, umfassen die ökologischen und sozio-ökonomischen Sphären, die in der Nachhaltigkeitsproblematik angesprochen werden, höchst komplexe dynamische Systeme mit vielfältigen Wechselwirkungen auf unterschiedlichen hierarchischen Ebenen. Die bereits gewonnenen naturwissenschaftlichen Erkenntnisse bilden keine ausreichende Grundlage für eine detaillierte Analyse dieser Systeme, wenn man bedenkt, dass schon einfache dynamische Systeme höchst nichtlineare Verhaltensreaktionen zeigen können, die kaum als geschlossene analytische Lösungen darstellbar sind. Da sich viele komplexe Zusammenhänge wenigstens angenähert oder hierarchisiert darstellen lassen und damit die Aufstellung von Simulationsmodellen erlauben, bietet sich durch die Simulation ein wich-