

Projektbeschreibung

HGF-Strategiefondsvorhaben

**„Global zukunftsfähige Entwicklung - Perspektiven für Deutschland“**

Kurztitel

**„Zukunftsfähigkeit“**

Oktober 2000



FZK DLR FZJ GMD UFZ

## **Beteiligte Organisationseinheiten der Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft**

Das Strategiefondsvorhaben wird in einem Verbund der folgenden Organisationseinheiten der beteiligten HGF-Zentren erfolgen:

- Forschungszentrum Karlsruhe (FZK)
  - Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)  
(federführend)
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
  - Institut für Verkehrsforschung (VL)
  - Abteilung für Systemanalyse und Technikbewertung (TT-STB) des Instituts für Technische Thermodynamik
  - Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum\*
- Forschungszentrum Jülich (FZJ)
  - Programmgruppe Mensch, Umwelt, Technik (MUT)
  - Programmgruppe Systemforschung und Technologische Entwicklung (STE)
- GMD-Forschungszentrum Informationstechnik
  - Institut für Autonome intelligente Systeme (AiS)
  - Forschungsinstitut für Rechnerarchitektur und Softwaretechnik (FIRST)
- Umweltforschungszentrum Leipzig (UFZ)\*
  - Projektbereich Naturnahe Landschaften und ländliche Räume (NLLR)

\* Das Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum des DLR und der Projektbereich Naturnahe Landschaften und ländliche Räume des UFZ beteiligen sich am Strategiefondsvorhaben im Rahmen eines assoziierten Verbundvorhabens der beiden Einrichtungen.

## 1. Ziele des Vorhabens

Die Suche nach Kriterien, Leitlinien und Umsetzungsstrategien für einen langfristig und global aufrecht erhaltbaren Entwicklungspfad der Menschheit ist in den letzten Jahren zu einem beherrschenden Thema in den Wissenschaften, in den nationalen und internationalen umwelt-, technik- oder entwicklungspolitischen Diskussionen sowie in der Öffentlichkeit geworden. Der Begriff des „Sustainable Development“ – ins Deutsche übersetzt als nachhaltige, zukunftsfähige oder dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung – steht dabei im Mittelpunkt.

Als generelles Leitbild erfreut es sich mittlerweile auf der Ebene politischer Programmatik weltweit breiter Zustimmung aller gesellschaftlichen Akteursgruppen. Anlässlich der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung (UNCED) 1992 in Rio de Janeiro verpflichtete sich die internationale Staatengemeinschaft in großer Übereinstimmung (173 Unterzeichnerstaaten), das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung auf der nationalen Ebene sowie in enger Kooperation mit anderen Ländern in konkrete Politik umzusetzen. Auf der EU-Ebene fand das Leitbild Eingang als generelle Zielstellung in die Präambel des Amsterdamer Vertrags von 1995/96 oder in das 5. Rahmenprogramm der EU.

Bei der Konkretisierung dieses in zahlreichen nationalen und internationalen Dokumenten verankerten Leitbilds und bei der Frage nach konkreten Zielen, Strategien oder Handlungsprioritäten gehen jedoch die Vorstellungen der an der Debatte Beteiligten nach wie vor auseinander. Vor diesem Hintergrund führen gegenwärtig Organisationseinheiten verschiedener HGF-Zentren das Projekt „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“ durch.

Die Forschungszentren der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft betreiben naturwissenschaftlich-technische Forschung und Entwicklung in Bereichen, die für eine zukunftsfähige Entwicklung von besonderer Bedeutung sind, so z.B. in den Bereichen Energieforschung und -technik, Transport- und Verkehrssysteme, Informations- und Kommunikationstechnik, Meerestechnik und Geowissenschaften, Umweltforschung und -technik, Bio- und Gentechnologie, medizinische Forschung und Technik, Materialforschung sowie andere innovative Technologien. Mit ihrem erheblichen FE-Potential und vielfältigen Kompetenzen können die HGF-Zentren einen wesentlichen Beitrag zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung leisten. Zugleich beschäftigen sich einige Institute und Arbeitsgruppen der verschiedenen Zentren mit der Analyse und Bewertung der Chancen und Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen für Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft; in ihnen arbeiten seit längerer Zeit Natur- und Ingenieurwissenschaftler und Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler erfolgreich zusammen. Deshalb lag es nahe, diese vielseitigen Kompetenzen der HGF-Zentren zu aktivieren und zu bündeln, um Handlungs- und Orientierungswissen für die Umsetzung einer zukunftsfähigen Entwicklung in Deutschland zu erarbeiten. Die **Ziele des aus dem Strategiefonds der HGF** geförderten Vorhabens sind dabei folgende:

- Erstens sollen Grundlagen und Kriterien für eine am Nachhaltigkeitskonzept orientierte Prioritätensetzung für die Forschungs- und Technologiepolitik erarbeitet werden.
- Zweitens sollen Handlungsoptionen zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung in verschiedenen gesellschaftlichen Aktivitäts- bzw. Bedürfnisfeldern und in ausgewählten Regionen entwickelt werden.

- Drittens soll das Vorhaben einen Beitrag zur öffentlichen und wissenschaftlichen Debatte über Operationalisierung und Umsetzung des Konzepts leisten.
- Dabei sollen viertens insbesondere die Potenziale analysiert werden, die neue und verbesserte Technologien (Schlüsseltechnologien und aktivitätsfelderspezifische Technologien) zur Erreichung einer nachhaltigen Entwicklung bieten können.

## 2. Konzeptionelle Anlage des Vorhabens

Mit der Zielsetzung, Orientierungs- und Handlungswissen für die im Nachhaltigkeitskontext relevanten gesellschaftlichen Akteure bereitzustellen, begibt sich das HGF-Projekt „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“ in einen Bereich, der hauptsächlich durch außerwissenschaftliche Problemwahrnehmungen, normativ kontroverse Voreinstellungen und konfligierende Interessen geprägt ist. In dieser Situation – die typisch für problemorientierte Forschung ist - ergeben sich besondere Anforderungen an die Formulierung wissenschaftlicher Aufgabenstellungen, soll nicht Wissenschaft auf die Rolle eines Interessenvertreters für bestimmte Positionen reduziert werden. Im vorliegenden Fall bedeutet dies, dass die Übersetzung des normativen Nachhaltigkeitskonzeptes in ein wissenschaftliches Forschungsprogramm nicht „missionarisch“ sein darf. Wissenschaft kann die in Gerechtigkeitsidealen enthaltene Normativität nicht selbst als gültig setzen, sondern muss sich *konditional* darauf beziehen; d.h. „wenn man das Gerechtigkeitspostulat als normativen Ausgangspunkt verwendet, hat dies folgende Implikationen: ....“. Über die Berechtigung oder Inkraftsetzung des Postulates selbst bzw. seiner Konkretisierungen auf der Ebene der Nachhaltigkeitsziele kann nicht wissenschaftlich entschieden werden; dies ist Sache der Gesellschaft in ihren dafür legitimierten Verfahren und Institutionen. Die normative Ebene kann jedoch theoretisch-systematisch aufgearbeitet werden, um sie transparent und argumentationszugänglich zu machen.

Ausgangspunkt des Vorhabens ist die Überlegung, dass eine wirksame Umsetzung des Leitbildes „Nachhaltige Entwicklung“ nur möglich ist, wenn **ökologische, ökonomische und soziale** Belange stets in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit betrachtet und behandelt werden. Dieser Anspruch, die drei Dimensionen von Nachhaltigkeit in einem **integrativen Konzept** systematisch zu verknüpfen, ist bisher jedoch nur unzureichend eingelöst worden, wie die von der Projektgruppe für das Strategiefondsvorhaben durchgeführte und vom BMBF mitgeförderte Vorstudie „Untersuchung zu einem integrativen Konzept nachhaltiger Entwicklung – Bestandsaufnahme, Problemanalyse, Weiterentwicklung“ ergeben hat (*Schlussbericht, 2000*). Die Mehrzahl der ausgewerteten Studien, Pläne und Programme zur Umsetzung des Leitbildes legt den Schwerpunkt auf die Konkretisierung der ökologischen Aspekte.

**Vor diesem Hintergrund sind für den Ansatz des Verbundvorhabens folgende konzeptionelle Elemente konstitutiv:**

- Zentrale Ausgangsprämisse ist, dass die **drei Dimensionen der Nachhaltigkeit gleichrangig und integriert** behandelt werden müssen mit dem Ziel, Verbesserungen der ökonomischen und sozialen Lebensbedingungen mit der langfristigen Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen in Einklang zu bringen. Erst die Integration der drei Dimensionen

überwindet die konzeptionelle Schwäche einer von wirtschaftlichen und sozialen Fragestellungen, Zielsetzungen und Rahmenbedingungen isolierten Ökologiediskussion und ermöglicht damit gerade auch einen strategischen Durchbruch für ökologische Belange (*Enquete-Kommission des 13. Deutschen Bundestages, 1998, S. 87*). Zugleich werden die **politisch-institutionellen Rahmenbedingungen** für eine Politik der Nachhaltigkeit als **vierte Dimension eines integrativen Konzepts** betrachtet. Hierbei werden auch die internationalen Verflechtungen Deutschlands in der EU und in den weltwirtschaftlichen und weltpolitischen Prozessen berücksichtigt.

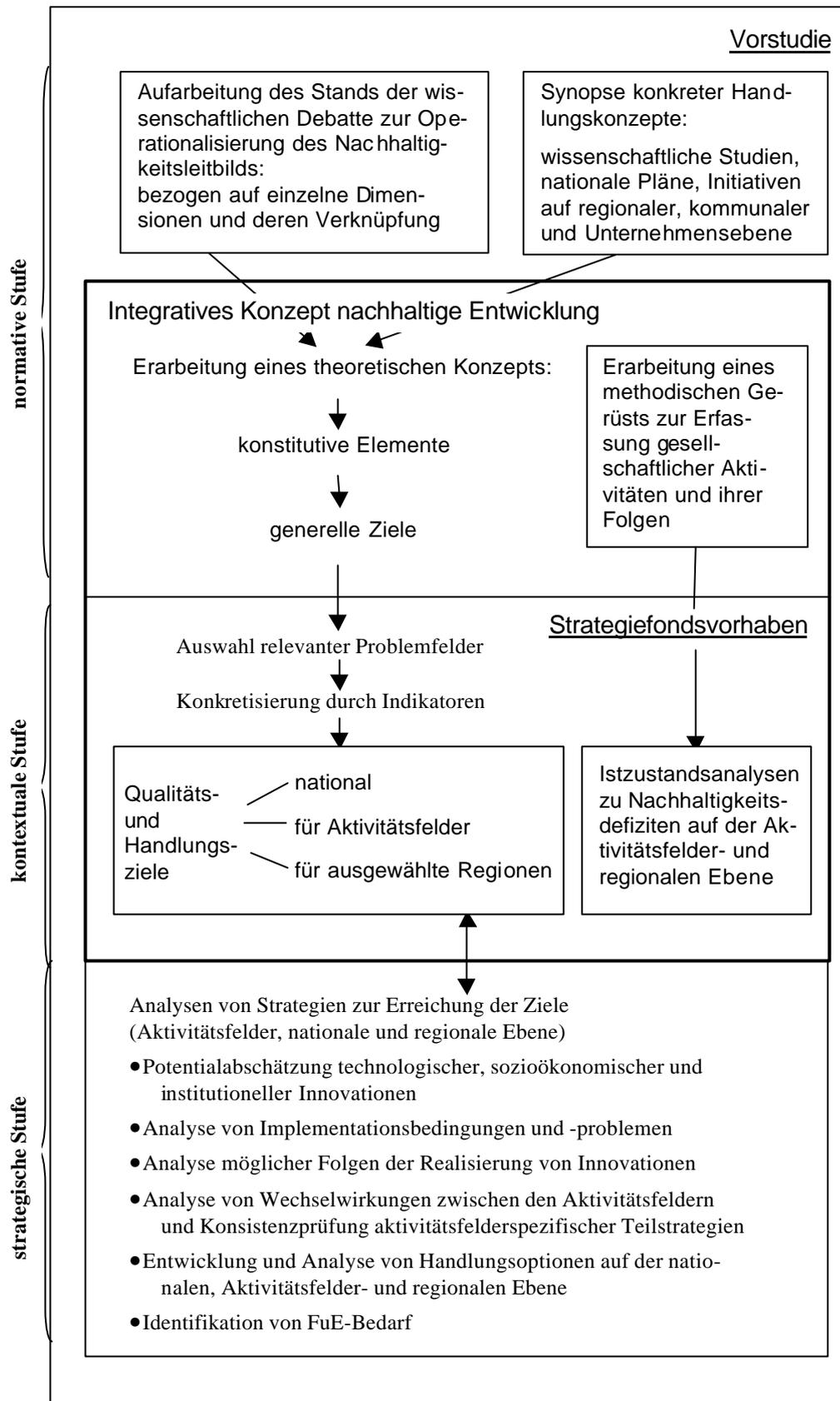
- Weiter wird davon ausgegangen, dass der Strukturwandel, der Gesellschaft und Wirtschaft in Richtung einer ökologisch nachhaltigen Entwicklung bewegen soll, eines Ansatzes bedarf, der Elemente der (Ressourcen-) **Effizienz** (d.h. Reduzierung des Stoff- und Energieverbrauchs je Produkt- bzw. Dienstleistungseinheit), der **Suffizienz** (Einschränkung der Nutzung von Gütern/Dienstleistungen durch Veränderungen von Lebensstilen) und der **Konsistenz** (Erhöhung der Vereinbarkeit anthropogener mit natürlichen Stoffströmen) verbindet. Gegenüber anderen vorliegenden Studien und auch aufgrund der spezifischen Kompetenzen der beteiligten HGF-Einrichtungen werden jedoch **vor allem die Effizienz- und Konsistenzverbesserungspotentiale von Innovationen technologischer Art** unter Berücksichtigung der jeweiligen Realisierungsprobleme untersucht, ohne dabei die oft enge Verzahnung mit sozio-ökonomischen und institutionellen Innovationen zu vernachlässigen. Der integrative Ansatz erfordert aber ebenso, die **Potentiale von Innovationen im Hinblick auf soziale und ökonomische Ziele der Nachhaltigkeit abzuschätzen und zu bewerten**.
- Mit dem Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung ist die Perspektive einer größeren Nachhaltigkeit bei der Befriedigung gesellschaftlicher und individueller Bedürfnisse gegenwärtiger und zukünftiger Generationen verbunden. Dies legt einen Ansatz nahe, der nicht an ökonomischen Sektoren anknüpft, sondern direkt von Bedürfnis- bzw. **Aktivitätsfeldern** wie z.B. „Bauen und Wohnen“, „Mobilität“, „Ernährung und Landwirtschaft“ und „Freizeit und Tourismus“ ausgeht. In Erweiterung etwa der Arbeiten der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestags „Schutz des Menschen und der Umwelt“ oder der Studie des Umweltbundesamtes „Nachhaltiges Deutschland“ (*UBA, 1997*) beschränkt sich das Vorhaben dabei nicht auf beispielhaft ausgewählte Handlungsfelder, sondern erfasst **alle gesellschaftlich und wirtschaftlich relevanten Aktivitäten und berücksichtigt ihre gegenseitigen Wechselwirkungen**. Nur ein solcher breiter Ansatz erlaubt es, geeignete Technologien, Strategien und Maßnahmen zu identifizieren und im Hinblick auf ihre Nachhaltigkeit bewerten zu können. Aus Kapazitätsgründen werden aber die verschiedenen Aktivitätsfelder in unterschiedlicher Analysestufe bearbeitet.
- Eine angemessene Bearbeitung der Themen des Gesamtvorhabens erfordert auch eine regionale Komponente, da bestimmte Aspekte von Nachhaltigkeit nur mit Bezug auf spezifische regionale Kontexte behandelt werden können. Fragen einer nachhaltigen Landwirtschaft oder eines nachhaltigen Tourismus sind teilweise nur mit einem räumlichen Bezug zu analysieren, weil die wirtschaftlichen, sozialen und insbesondere ökologischen Gegebenheiten regional jeweils sehr unterschiedlich sein können. Der räumliche Bezug kann zwar im Vorhaben nicht flächendeckend für Deutschland untersucht werden. Die **modellhafte Umsetzung des integrierten Konzepts auf regionaler Ebene wird aber in Form von Fallstudien** analysiert.

### 3. Inhaltliche Struktur und Ablauf des Vorhabens

Zur Verdeutlichung der Funktion, Schwerpunkte und des Ablaufs der Arbeiten im Rahmen des Strategiefondsvorhabens und der Vorstudie sowie deren Beziehung zueinander wird im folgenden in Anlehnung an *Becker et al. (1997)* zwischen drei Stufen der Analyse unterschieden (s. hierzu Abb. 1).

Auf der ersten und obersten **normativen** Stufe, deren Bearbeitung zunächst mit der Vorstudie im Jahre 1999 abgeschlossen wurde, wurden die Grundzüge eines integrativen Konzepts nachhaltiger Entwicklung erarbeitet. Dies erfolgte auf der Basis aktueller gesellschaftlicher Thematisierungen und Diskurse. Vor dem Hintergrund dieser bisherigen Nachhaltigkeitsdiskurse sowie schon vorhandener nationaler wie internationaler Vereinbarungen zu den verschiedensten Themen wurde der Frage nachgegangen, welches die konstitutiven Elemente des Leitbilds einer global nachhaltigen Entwicklung sind und welche generellen Ziele sich daraus ableiten lassen. Als konstitutiv für das Leitbild wurden dabei die Prinzipien inter- und intragenerativer Gerechtigkeit sowie der anthropozentrisches Charakter des Leitbilds angesehen. Ausgehend von diesen konstitutiven Elementen wurden drei generelle dimensionsübergreifende Nachhaltigkeitsziele formuliert. Im einzelnen sind dies die „Sicherung der menschlichen Existenz“, die „Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotentials“ und die „Bewahrung von Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten“. Sodann wurden in Form von allgemeinen Handlungsleitlinien bzw. „Regeln“ die Bedingungen präzisiert, die weltweit mindestens erfüllt sein müssten, damit die Realisierung dieser Ziele nicht gefährdet wird. Diese insgesamt 26 Nachhaltigkeitsregeln, die alle vier Dimensionen der Nachhaltigkeit reflektieren, dienen sowohl als Lektorientierung für die weitere Operationalisierung des Konzepts im Verlauf des Vorhabens als auch als Prüfkriterien, mit deren Hilfe Zustände auf ihre (Nicht-) Nachhaltigkeit hin untersucht werden können (Über diese Arbeiten zum integrativen Konzept liegt eine ausführliche Veröffentlichung vor: *Jörissen, Kopfmüller, Brandl, Paetau: Ein integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung. FZKA 6393, Forschungszentrum Karlsruhe, Dezember 1999.*

Auf der zweiten, der **kontextualen** Stufe, verlagert sich der Fokus der Untersuchung im Hinblick auf die Operationalisierung des Leitbilds von der globalen Ebene auf die nationale Ebene Deutschlands. Hier wird die „Übersetzung“ der auf der normativen Ebene formulierten allgemeinen Handlungsleitlinien in konkrete Handlungsverpflichtungen für einzelne Bereiche und Akteure vorgenommen. Dabei wird das skizzierte regelorientierte Vorgehen mit einem problemorientierten Zugang verknüpft, um die Untersuchung auf zentrale Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland zu fokussieren. Die ausgewählten Problembereiche werden durch (Leit)Indikatoren konkretisiert, anhand derer die Situation in Deutschland auf ihre Nachhaltigkeit hin beschrieben und bewertet werden kann. Für diese Indikatoren werden Qualitäts- und Handlungsziele vorgeschlagen, die zur gesellschaftlichen Diskussion gestellt werden. Parallel dazu werden aus diesen Zielen für die nationale Ebene spezifische Nachhaltigkeitsziele und -indikatoren für die Aktivitätsfelder und die regionale Fallstudien abgeleitet und Ist-Zustandsanalysen zur Aufdeckung von Nachhaltigkeitsdefiziten in den Aktivitätsfeldern und ausgewählten Regionen durchgeführt.



**Abb. 1: Inhaltliche Struktur und Ablauf des HGF-Gesamtvorhabens**

Auf der **strategischen** Stufe geht es schließlich um die Entwicklung und Bewertung von Handlungsstrategien und Instrumenten zur Erreichung der auf der kontextualen Ebene formulierten Ziele. Dabei wird ein Fokus der Untersuchung bei der Frage liegen, für welche Bereiche und auf welchem Wege Effizienz- bzw. Konsistenzsteigerungen möglich sind, welche Suffizienzerfordernisse demzufolge verbleiben, welche Potentiale und Folgewirkungen dabei dem Einsatz bestimmter Technologien zuzurechnen sind und wie Innovationen zu gestalten bzw. zu fördern wären, die zur Erreichung der gesetzten Ziele beitragen können. Auch hier werden verschiedene alternative Entwicklungspfade in Form von Szenarien und Handlungsoptionen aufgezeigt und in ihren Auswirkungen analysiert.

Mit dieser Differenzierung der Analysestufen werden insbesondere zwei Ziele verfolgt. Zum einen soll sie zu einer größeren Transparenz und Nachvollziehbarkeit des Untersuchungsansatzes beitragen. Zum anderen soll mit der Einführung einer ersten, normativen und noch weitgehend kontextunabhängigen Analyseebene vermieden werden, dass die Suche nach konstitutiven generellen Leitlinien einer nachhaltigen Entwicklung durch Konflikte verschiedener nutzungs- oder verteilungsbezogener Art belastet wird, die sich erfahrungsgemäß erst im Zuge der Zuweisung konkreterer Handlungsverantwortlichkeiten oder Belastungen ergeben. Auch in der Debatte wird vielfach die Notwendigkeit betont, dass neben spezifischen, national formulierten Entwicklungszielen auch bestimmte generelle Regeln festgelegt werden sollen, die für alle gelten und die einem gewissen Grundkonsens über ein Konzept nachhaltiger Entwicklung entspringen.

Die Ausgangshypothese des Projektes ist, dass durch eine Beachtung des Regelsystems auf der normative Ebene durch die gesellschaftlichen Akteure bzw. Teilsysteme den Anforderungen einer nachhaltigen Entwicklung entsprochen werden kann (bzw. besser entsprochen werden kann als bei Nichtbeachtung). Diese Hypothese wird im weiteren Verlauf des Projektes geprüft, wobei insbesondere auf Zielkonflikte zwischen Regeln geachtet wird. Diese Prüfung kann zu Veränderungen, Ergänzungen oder Streichungen im Regelsystem führen. Das integrative Konzept wird auf diese Weise daraufhin überprüft, inwieweit es einerseits als Detektor für Konfliktfelder geeignet ist und andererseits Wege zum konstruktiven Umgang mit diesen Konflikten weisen kann.

Die weitere Konkretisierung der Regeln findet auf der Ebene der Indikatoren statt (s. Arbeitspaket „Analysen auf der nationalen Ebene“).

## 4. Methodische Anlage der Studie: Arbeitspakete

Die Arbeitspakete des Vorhabens lassen sich drei analytischen Ebenen zuordnen: (a) der nationalen Ebene, (b) der Ebene der Aktivitätsfelder und der regionalen Fallstudien und (c) der Ebene von Querschnittsaufgaben.

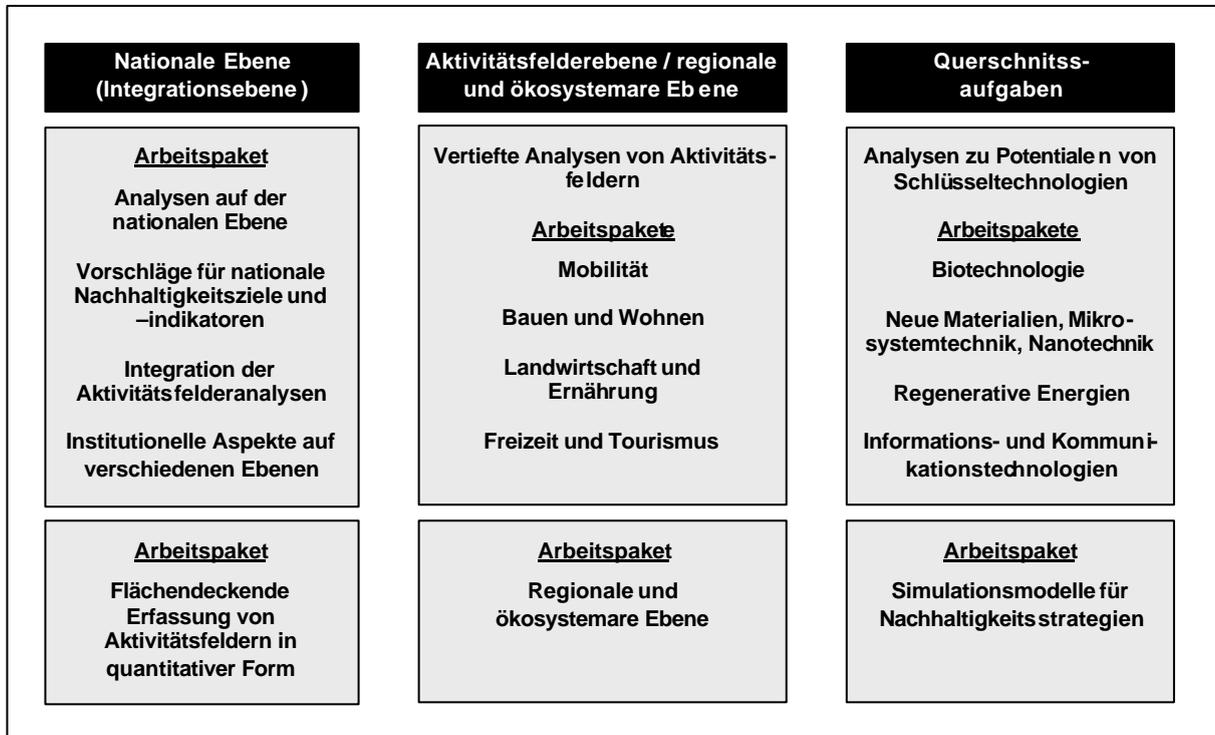


Abb. 2: Arbeitspakete des Vorhabens

### *Arbeitspaket: Analysen auf der nationalen Ebene*

Dieses Arbeitspaket stellt die Referenz- und Integrationsebene für die Arbeiten zu den Aktivitätsfeldern und den regionalen Analysen dar. Die Arbeiten umfassen

- die weitere Operationalisierung des Leitbilds Nachhaltige Entwicklung durch die Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren und -zielen für die nationale Ebene als Referenzrahmen für die Arbeiten in den anderen Arbeitspaketen
- die Integration der aktivitätsfelderspezifischen Ergebnisse  
sowie
- die Analyse institutioneller Bedingungen und Handlungsmöglichkeiten.

Im Rahmen des Projektes ist es weder möglich noch sinnvoll, sämtliche Regeln in gleich detaillierter Weise zu operationalisieren und die entsprechenden Indikatoren- und Zielsysteme dann „flächendeckend“ auf die Aktivitätsfelder zu transformieren. Stattdessen werden *Relevanzkriterien* herangezogen, um eine begründete Auswahl treffen und an dieser Auswahl die Arbeitsweise des integrativen Ansatzes demonstrieren zu können. Solche Kriterien sind:

- Relevanz für Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland
- Konfliktrichtigkeit (zwischen dem Nachhaltigkeitsprinzip und gegenwärtigen Trends, Zielkonflikte zwischen Regeln aus verschiedenen Bereichen, Nutzungskonflikte etc.)
- Wissenschaftliche Originalität und bislang geringe Bearbeitung,
- Vorhandene Kompetenzen und verfügbare Ressourcen.

Bei der Entwicklung bzw. Zusammenstellung des Indikatorensystems für das Vorhaben werden ein Top down-Ansatz, ein problemorientierter Ansatz und ein Bottom-up-Ansatz kombiniert.

Der Top-down-Ansatz bedeutet zunächst, dass die in diesem Vorhaben entwickelten Regeln zur Nachhaltigkeit in den vier Dimensionen den inhaltlichen Rahmen des Indikatorensystems bilden werden. Das heißt, den Regeln werden Indikatoren zugeordnet, wobei bei der Auswahl der Indikatoren der nationale Kontext Deutschlands bereits berücksichtigt wird.

Aus den Nachhaltigkeitsregeln ließe sich aber prinzipiell eine sehr große Zahl von Nachhaltigkeitsindikatoren ableiten. Nimmt man z.B. die Regel, die Einträge von Schadstoffen dürfen die Verarbeitungskapazität der Umwelt nicht überschreiten, so müssten prinzipiell für alle anthropogenen Einträge von Schadstoffen Indikatoren gebildet werden, was zu einem sehr komplexen Indikatorensystem führen würde. Deshalb wird der problemorientierte Ansatz zur Verdichtung des Indikatorenansatzes auf zentrale Probleme der Nachhaltigkeit benutzt, d.h. eine Liste als zentral angesehener Nachhaltigkeitsprobleme dient als Filter zur Reduktion der Komplexität und Zahl von Indikatoren für das Indikatorensystem.

Der Bottom-up-Ansatz bedeutet, dass aus pragmatischen Gründen für die Auswahl der Indikatoren zunächst eine Sichtung des vorliegenden umfangreichen statistischen Materials aus der Wirtschafts-, Sozial und Umweltberichterstattung sowie der vorliegenden Umwelt- und Nachhaltigkeitsindikatorensysteme erfolgt und dadurch gleichzeitig die Datenverfügbarkeit und der Aufwand der Datenbeschaffung geprüft werden. Dies schließt nicht aus, dass durch das Top-down-Vorgehen auch ein Bedarf für Indikatoren deutlich werden kann, für die bisher keine geeignete Datenbasis vorliegt. In einem weiteren Schritt der Operationalisierung werden Vorschläge für Nachhaltigkeitsziele, bezogen auf die ausgewählten Indikatoren erarbeitet, wobei an die bisherige wissenschaftlichen und politischen Diskurse zu Nachhaltigkeitszielen angeschlossen wird.

Eine weitere Aufgabe im Rahmen dieses Arbeitspakets ist die Integration der Ergebnisse der Aktivitätsfelderanalysen, d.h. es wird darum gehen, die Konsistenz von Vorschlägen für aktivitätsfelderspezifische Teilstrategien mittels der Input-Output-Analyse, eines umweltökonomischen Gesamtmodells sowie von Impakt-Modellen zu überprüfen bzw. deren Wechselwirkungen zu analysieren.

Schließlich umfasst das Arbeitspaket Analysen zu institutionellen Voraussetzungen und Handlungspotenziale zur Umsetzung von Nachhaltigkeitsstrategien, wobei hier institutionelle

Verknüpfungen auf verschiedenen Ebenen besondere Beachtung finden sollen, z.B. zwischen globaler, EU-Ebene, nationaler Ebene und Politikfelder bzw. Aktivitätsfelderebene.

Bearbeitung: FZK/ITAS, DLR-TT-STB, FZJ/STE

### ***Arbeitspaket: Aktivitätsfelder und ihre flächendeckende Erfassung in quantitativer Form***

Um Nachhaltigkeitsstrategien zu entwickeln, muss ein Ist-Zustand beschrieben werden und mit einem erwünschten Soll-Zustand verglichen werden. Auf der Basis dieses Vergleichs sind Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen, wie etwaige Nachhaltigkeitsdefizite reduziert werden können. Vorrangiges Ziel dieses Arbeitspakets ist die Erfassung des Ist-Zustandes und vergangener Entwicklungen in quantitativer Form.

Im Unterschied zu den detaillierten Bestandsaufnahmen in den einzelnen Aktivitätsfeldern und in den Bereichen der Schlüsseltechnologien wird die Bundesrepublik Deutschland hier in ihrer Gesamtheit berücksichtigt. Diese umfassende Bestandsaufnahme wird so strukturiert, dass ein Vergleich mit den entsprechenden Ergebnissen in den Aktivitätsfeldern möglich ist. Arbeitspaket 2 liefert damit Hinweise auf Produktionsprozesse oder Konsummuster, die neutralgisch im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung sind und somit ein lohnendes Gebiet für Detailanalysen sein können.

Die hierbei anzuwendende Analysemethodik besteht aus problembezogenen Varianten der Input-Output-Analyse. Das Besondere liegt hierbei zum einen in einer Aggregation von Produktionsbereichen der Input-Output-Tabelle, zum anderen in einer Disaggregation des privaten Konsums und des „Staatsverbrauchs“ gegenüber den üblichen Input-Output-Tabellen. Ziel dieser Methodik ist ein Brückenschlag zwischen der ökonomisch orientierten Aufgliederung nach Bedürfnisfeldern (wie Wohnen, Ernährung, Mobilität, Gesundheit, Kleidung ) einerseits und der technologisch orientierten Aufgliederung in Gruppen von in sich relativ stark zusammenhängenden Produktionsbereichen, deren Endprodukte im wesentlichen den jeweiligen Bedürfnisfeldern zuzurechnen sind, darüber hinaus aber auch für den Export oder für andere Aktivitätsfelder Verwendung finden können.

Die bisherige Entwicklung wird auf der Basis vorhandener Input-Output-Tabellen nachgezeichnet. Für die Projektion einer zukünftigen Entwicklung sowie für die Prüfung der Konsistenz zu entwickelnder Szenarien (quantitative Entwürfe nachhaltigkeitsorientierter Handlungsoptionen) werden darüber hinaus geeignete Instrumentarien angewendet.

Zukünftige technologische Entwicklungslinien, wie sie im Rahmen der Detailanalysen zu den Aktivitätsfeldern und den Schlüsseltechnologien erarbeitet werden (wie z.B. Automobil 2010), sollen im Hinblick auf ihre gesamtheitlichen Auswirkungen untersucht werden. Hierzu wird für quantitative Untersuchungen ein Verfahren entwickelt, das prozessspezifische technologische Koeffizienten in die Input-Output-Analyse einbindet um so die gesamtheitlichen Auswirkungen von Änderungen dieser technologischen Parameter bestimmen zu können.

Unter Verwendung von umweltökonomischen Simulationsmodellen sollen folgende Aufgaben gelöst werden:

- Eine in sich konsistente Vorausschau auf die zukünftige technisch-ökonomische Entwicklung der Volkswirtschaft auf der Datenbasis der IO-Tabellen unter weiterer Heranziehung von empirisch/theoretischen Sachverhalten.
- Die Einbeziehung von exogen bestimmten technologischen Entwicklungen (Effizienzsteigerungen, verstärktes Recycling, andere Schlüsseltechnologien) zu Überprüfung ihrer Auswirkungen auf ein technisch-ökonomisches Gesamtsystem in der Zukunft.
- Die Einbeziehung von exogen bestimmten Verhaltensänderungen der privaten Konsumenten, um deren gesamtheitlichen Auswirkungen in der Zukunft ermitteln zu können.

Bearbeitung: DLR/TT-STB, FZK/ITAS

### ***Vertiefte Analyse ausgewählter Aktivitätsfelder***

Vertieft werden im Vorhaben die Aktivitätsfelder Mobilität, Bauen und Wohnen, Landwirtschaft und Ernährung sowie Freizeit und Tourismus untersucht. Diese vertiefenden Analysen werden als generelle Arbeitsschritte die Entwicklung aktivitätsfelderspezifischer Zielvorstellungen in bezug auf Nachhaltigkeit, Istzustands- und Trendanalysen zur Identifizierung von Nachhaltigkeitsdefiziten, die Abschätzung der Potenziale von Innovationen technologischer, sozioökonomischer und institutioneller Art zur Schließung dieser Nachhaltigkeitslücken, deren Implementationsprobleme, die Entwicklung von Trend- Effizienz- und Strukturszenarien sowie die Entwicklung aktivitätsfelderspezifischer Teilstrategien umfassen. Aufgrund der Unterschiedlichkeit der Aktivitätsfelder, z.B. in bezug auf den Charakter spezifischer Nachhaltigkeitsprobleme (ökonomische, ökologische, soziale, institutionelle), Quantifizierungsmöglichkeiten und Problemlösungspotentiale technischer Entwicklungen, unterscheiden sich die Analyseansätze jedoch nach Aktivitätsfeld. Im folgenden soll kurz die Nachhaltigkeitsrelevanz und die Abgrenzung der verschiedenen Aktivitätsfelder beschrieben werden.

### ***Arbeitspaket „Mobilität“***

Die Befriedigung der Mobilitätsbedürfnisse moderner Volkswirtschaften beansprucht einen beachtlichen Teil ihrer gesellschaftlichen und natürlichen Ressourcen. Sie sind auch Ursache für vielfältige Beeinträchtigungen der Umwelt (u.a. hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen, Landschaftsverbrauch für Verkehrsstrukturen) und der menschlichen Gesundheit (u.a. Lärm, Luftqualität, Unfallrisiken). Gleichzeitig ist die „Bereitstellung“ von Mobilität mit beträchtlichen wirtschaftlichen Aktivitäten und entsprechender Wertschöpfung verknüpft und stellt vielfach eine Quelle sozialen Wohlbefindens dar. Eine angemessene Bearbeitung des Aktivitätsfelds „Mobilität“ im Rahmen der HG-Studie verlangt, alle mit Mobilität zusammenhängenden Aktivitäten betrachten zu können und sie im Hinblick auf ihre ökologischen, ökonomischen, sozialen und politisch-institutionellen Implikationen analysieren und bewerten zu können.

Die vom „Bedürfnis“ Mobilität ausgehenden bzw. induzierten Aktivitäten einer Volkswirtschaft müssen daher möglichst vollständig dargestellt, untersucht und in ihren Wechselwirkungen beschrieben werden können (**Bestandsaufnahme und Problemanalyse**). Darauf aufbauend sollen aus der spezifischen Sicht des Mobilitätsbereichs Strategien einer Entwicklung hin zu „nachhaltiger Mobilität“ abgeleitet und bewertet werden (**Strategieentwicklung**).

Eine „nachhaltige Mobilitätsentwicklung“ wird sowohl erhebliche technologische Effizienzfortschritte als auch Änderungen von Lebensstilen und Unternehmenskulturen erfordern. Bei der technologischen Effizienzsteigerung wird neben der intensiven Weiterentwicklung der Einzelsysteme die Vernetzung der Verkehrsträger eine wesentliche Rolle spielen. Dabei bildet die Informations- und Kommunikationstechnik die Klammer über die unterschiedlichen Systeme (**Technologie- bzw. Effizienzstrategie**). Änderungen der Lebensstile und der Unternehmenskulturen führen zu verändertem Verkehrsverhalten. Dies äußert sich in Änderungen der Verkehrsmittelwahl – unterstützt durch technologische Entwicklungen (**Strukturelle Strategie**) – und in einem geringeren Verkehrsaufkommen oder einer geringeren Verkehrsleistung (**Verhaltensstrategie**). Jedoch wird nur eine Kombination der Strategien eine „nachhaltige Mobilitätsentwicklung“ einleiten (**„Optimale“ Strategie**).

Bearbeitung: DLR/VL, DLR/TT-STB

### ***Arbeitspaket „Bauen und Wohnen“***

Dem Bereich Bauen und Wohnen kommt im Hinblick auf die Realisierung einer nachhaltigen Entwicklung unter ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten große Bedeutung zu. Angesichts dieser Schlüsselfunktion ist die Operationalisierung hier im Vergleich zu anderen Aktivitätsfeldern national und international weit fortgeschritten, sowohl was die Entwicklung von Konzepten als auch was deren konkrete Umsetzung anbetrifft. Das HGF-Projekt baut auf den zahlreichen schon vorliegenden Arbeiten auf und widmet sich schwerpunktmäßig solchen Fragestellungen, die bisher noch wenig behandelt worden sind.

Im Mittelpunkt der Untersuchung steht einerseits die Prüfung, inwieweit Zielkonflikte zwischen verschiedenen Nachhaltigkeitsforderungen auftreten und andererseits die Frage, welchen Beitrag die Nutzung technischer und struktureller Effizienzpotentiale zur Lösung solcher Zielkonflikte leisten können.

Um die Gesamtheit der durch den Bereich „Bauen und Wohnen“ induzierten Aktivitäten möglichst vollständig abbilden zu können, liegt dem HGF-Verbundprojekt im Gegensatz zu anderen Studien, etwa der der Enquete-Kommision „Schutz des Menschen und der Umwelt“ eine wesentlich breitere Definition zugrunde. Sie umfasst neben dem Hoch- und Ausbau auch den Bereich Tiefbau, die Einrichtung von Gebäuden sowie die mit der Nutzung von Gebäuden verbundene Nachfrage (Energiebedarf, Wasserverbrauch, Müllentsorgung etc.). Die bereits vorliegenden Basisdatensätze mussten daher entsprechend der neuen Abgrenzung verändert und ergänzt werden.

Bearbeitung: FZK/ITAS

### ***Arbeitspaket „Landwirtschaft und Ernährung“***

Innovationen und der technische Fortschritt einerseits sowie der Zwang zur Kostenminimierung und das Streben nach Gewinnmaximierung andererseits haben in den vergangenen Jahrzehnten zu einer starken Intensivierung der Landwirtschaft und zu einer Konzentration der Produktion von und des Handels mit Nahrungsmitteln in großen Unternehmen mit regionaler, nationaler oder globaler Dominanz geführt. Diese Entwicklung war eine notwendige Voraussetzung für die Versorgung einer wachsenden Bevölkerung mit preiswerten Nahrungsmitteln auf einer abnehmenden Ackerfläche. Die Kehrseite dieser Medaille sind Belastungen des Naturkapitals (Gen-, Boden-, Wasserressourcen) und der Nahrungskette sowie der rasche Strukturwandel entlang der Prozesskette. Die Landwirtschaft trägt heute maßgeblich zur Belastung von Grund- und Oberflächengewässern mit Nitrat und Phosphat, zur Bodenerosion bzw. -degradation, zur Versauerung, zur Treibhausproblematik und zum Artensterben bei. Aber auch die Konzentration in der Verarbeitung und Distribution der Nahrungsmittel führt zu unerwünschten Effekten wie beispielsweise der Verlängerung der Versorgungsketten und der Transportdistanzen für Nahrungsgüter und der Vereinheitlichung der Nahrungsmittel.

Zum Thema „Nachhaltige Landwirtschaft“ liegt eine Vielzahl an Studien vor. Diese beschäftigen sich meist mit spezifischen Aspekten, wie z. B. der Pflanzen- oder Tierproduktion, dem Boden- oder Gewässerschutz und dem Strukturwandel. Darüber hinaus haben die bisher durchgeführten Arbeiten ihren Schwerpunkt bei der Betrachtung der ökologischen Dimension.

Was fehlt ist eine holistische Betrachtung der Nachhaltigkeit im Bereich „Landwirtschaft und Ernährung“. Ziel der Untersuchungen in diesem Aktivitätsfeld ist es, die vier Säulen der Nachhaltigkeit und die verschiedenen Glieder der Nahrungsmittelkette gesamtheitlich und gleichrangig zu betrachten. Interdependenzen mit anderen Bedürfnisfeldern, wie Bauen und Wohnen oder Freizeit und Tourismus sollen aufgedeckt werden. Mögliche Ziel- bzw. Interessenskonflikte zwischen verschiedenen Nachhaltigkeitsforderungen bzw. Stakeholdern sind zu identifizieren und analysieren. Darauf aufbauend soll die Frage soll geklärt werden, welchen Beitrag Schlüsseltechnologien wie die Bio- und Gentechnik sowie die Informations- und Kommunikationstechnik zur nachhaltigen Befriedigung des menschlichen Bedürfnisses nach sicheren, gesunden und schmackhaften Nahrungsmitteln heute und in der Zukunft leisten können.

Bearbeitung: FZK/ITAS.

### ***Arbeitspaket „Freizeit und Tourismus“***

Dem Bereich „Freizeit und Tourismus“ kommt in entwickelten westlichen Gesellschaften eine immer größere Bedeutung zu. Freizeit und Tourismus sind so eng wie kein anderes Aktivitätsfeld mit aktuellen Trends der westlichen Lebensweise verbunden, insbesondere dem zur „Erlebnisgesellschaft“ (Schulze, 1993). Diese Entwicklung ist auf mehrere Ursachen zurückzuführen; entscheidend dabei sind das Wohlstandswachstum in Deutschland und die ebenfalls deutliche Zunahme der frei verfügbaren Zeit. Das Zusammenwirken dieser beiden Entwick-

lungen hat einen Wandel von der passiven Konsumorientierung der 1960er und 1970er Jahre zur aktiven Erlebnisorientierung der 1980er und 1990er Jahre bewirkt). Selbst in wirtschaftlich schwierigen Zeiten wollen und können die Menschen nicht mehr verzichten; in den 1990er Jahren wuchs der Erlebniskonsum etwa schneller als der Versorgungskonsum und der Tourismus steht unangefochten an der Spitze der Freizeit-Prioritäten.

Im Zuge dieser Entwicklung ist der Bereich „Freizeit und Tourismus“ zu einem der größten Wirtschaftsbereiche gewachsen und wird als einer der wesentlichen Wachstumsträger der zukünftigen ökonomischen Entwicklung angesehen. Innerhalb der EU stellt etwa der Tourismus – als ein zentrales Feld in diesem Bereich – 5,5% des Bruttoinlandsprodukts, etwa 5% der Ausfuhrerlöse und 6% der Arbeitsplätze (darunter mehr als 7 Millionen Vollzeit-Arbeitsplätze (SRU, 1998, S. 335). In Deutschland wird das gesamte Arbeitsmarktvolumen auf 2 bis 2,5 Millionen Beschäftigte geschätzt (TAB, 1997).

Auf der anderen Seite üben Freizeit und Tourismus einen immer gewichtigeren Einfluss auf die ökologischen Ressourcen aus, da die Erfüllung dieser Bedürfnisse die natürliche Umwelt in mehrerer Hinsicht in Anspruch nimmt: a) Nutzung als Senke für Abfallstoffe, die als mögliche Nebenprodukte von Freizeitaktivitäten anfallen - z.B. CO<sub>2</sub> und andere Emissionen; b) Nutzung als Konsumgut (ästhetischer und Erlebniswert der Landschaft) und c) Nutzung als Ressource durch Stoffentnahme, Flächeninanspruchnahme u.ä. Dies stellt eine in sich konkurrierende Nutzung dar, da die verstärkte Belastung der Umwelt durch Freizeit und Tourismus zu einer Verringerung der natürlichen Vielfalt führt und somit das zerstört, was erschlossen werden soll: die ästhetische und emotionale Seite der Natur. Einige Arten des Tourismus etwa, wie z.B. der Massentourismus führen zur Vermodung von entsprechenden Angeboten der Tourismusbranche und damit zum ästhetischen Verschleiß von natürlichen Landschaften. Dies weckt wiederum die Nachfrage nach unberührten, neuen Landschaften – eine Spirale ohne Ende. Nachhaltiger Tourismus muss insofern nicht nur soziale, kulturelle ökologische und wirtschaftliche Verträglichkeitskriterien erfüllen (ethisch und sozial gerecht, kulturell angepasst; ökologisch tragfähig sowie wirtschaftlich sinnvoll und ergiebig), sondern muss sich wachsenden ästhetischen und Erlebnisansprüchen stellen.

Bearbeitung: FZK/ITAS

### ***Arbeitspaket: Regionale Fallstudien***

Die Durchführung **regionaler Fallstudien** ist wesentlicher Bestandteil des Projektes. Dafür sprechen zunächst methodische Gründe. Für viele gravierende Nachhaltigkeitsprobleme ist sowohl unter analytischen als auch unter Umsetzungsaspekten von einer ausgeprägten Skalenabhängigkeit auszugehen. Bei Betrachtung auf ausschließlich hochaggregiertem Niveau besteht die Gefahr einer „Maskierung“ kritischer Wirkungszusammenhänge und Prozesse, da Regionen durch Besonderheiten wirtschaftlicher, administrativer, sozialer und ökologischer Art geprägt sind, die sich einem „top-down“-Ansatz entziehen.

Darüber hinaus sollen die gerade im föderativen System der Bundesrepublik bedeutsamen Kompetenzen von Entscheidern und Betroffenen auf regionaler Ebene einbezogen werden.

Integrative Ansätze sind dabei am ehesten geeignet, die vielfältigen Interessen der Akteure zu bündeln und Strategien zur Konfliktlösung zu entwickeln. Dies soll im Rahmen des Vorhabens am Beispiel von zwei ländlichen Kulturlandschaften sowie eines Ballungsraums (Berlin) exemplifiziert werden.

Die Fallstudie „Nachhaltige Landnutzung in der Kulturlandschaft: Vergleichende Landschaftsbewertung auf der Basis von Fernerkundungs- und GIS-Daten zur Umsetzung in regionale Umweltqualitätsziele“ wird in Kooperation mit einem diesbezüglichen Verbundprojekt des DLR/DFD und des UFZ durchgeführt. Das Projekt zielt auf die beispielhafte Analyse von nachhaltigkeitsrelevanten räumlichen Strukturen und Funktionen der Landschaft mit Schwerpunkt auf den Ressourcen Boden, Vegetation und Wasser. Tiefgreifende strukturelle Umgestaltungen der Kulturlandschaft durch intensive Landwirtschaft bei gleichzeitig zunehmender Zersiedelung haben in diesem Bereich zu ökologischen wie auch gesellschaftlichen/wirtschaftlichen Degradationsprozessen geführt, deren Analyse räumlich verteilte Daten erfordert. Dazu sollen innovative Verfahren der Landschaftsbewertung auf der Grundlage von Fernerkundungsdaten und Geographischen Informationssystemen entwickelt und erprobt werden. Dieses methodische Instrumentarium wird in Zusammenarbeit mit regionalen Stakeholdern auf zwei Landschaftsräume in Schleswig-Holstein und Sachsen angewandt, die sich in ihrer Nutzungsintensität, der vorherrschenden Bewirtschaftung und der Nutzungsgeschichte deutlich unterscheiden. Die Ergebnisse werden in den regionalen Agenda-Prozess eingebracht und in konzeptionell verdichteter Form in das HGF-Projekt integriert.

Eine weitere Fallstudie wird sich mit Mobilitätsproblemen im Ballungsraum Berlin-Brandenburg beschäftigen (s. hierzu Arbeitspakt „Simulationsmodelle zur Entwicklung und Analyse von Nachhaltigkeitsstrategien“).

Bearbeitung: DLR/Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum, UFZ/NLLR

### ***Analysen zu den Potenzialen von Schlüsseltechnologien für eine nachhaltige Entwicklung***

Neben aktivitätsfelderspezifischen Technologien können Schlüsseltechnologien, die in verschiedenen Arbeitsfeldern und Produktionsbereichen Anwendungen finden können, ein wesentliches Element von Effizienzstrategien zur Erreichung einer nachhaltigen Entwicklung sein.. Als Querschnittsaufgaben werden deshalb die Effizienzpotentiale solcher Schlüsseltechnologien abgeschätzt und bewertet. Betrachtet werden insbesondere Energietechnologien, Bio- und Gentechnologien, Informations- und Kommunikationstechnologien, neue Materialien, Mikro- und Nanotechnologien. Als methodische Vorgehensweise werden dabei zum einen Expertengespräche und Auswertungen von technologischen Vorausschauaktivitäten vorgesehen, deren Ergebnisse in Form von Szenarien mit einer Reichweite von 20 bis 30 Jahren aufbereitet werden und dann in mehrstufige Diskurse mit wissenschaftlichen Experten und Stakeholdern aus den Aktivitätsfeldern eingespeist werden.

Mit dieser Vorgehensweise werden ein Forecasting- und Backcasting-Approach kombiniert. Forecasting bedeutet dabei, dass ausgehend vom gegenwärtigen Stand der technischen Entwicklung explorativ für die Schlüsseltechnologien mögliche Entwicklungspfade aufgezeigt werden und diese in den diskursiven Prozesse zur Diskussion gestellt werden. Backcasting bedeutet, dass ausgehend von einer Analyse von Nachhaltigkeitsdefiziten in dem betrachteten

Aktivitätsfeldern Bedarf für Technologieentwicklung identifiziert wird und in den diskursiven Prozessen zwischen technologischen Experten und Stakeholdern Möglichkeiten zur Deckung dieses Bedarfs exploriert werden. In den diskursiven Prozessen sollen darüber hinaus nicht nur wünschbare technologische Innovationen, sondern auch deren Implementationsprobleme, Konfliktpotentiale und mögliche Risiken solcher Innovationen thematisiert werden.

### ***Arbeitspaket: Biotechnologie***

Innovationen sind der Motor jeder gesellschaftlichen Entwicklung. Ihre Gestaltung bestimmt die Zukunft einer Gesellschaft. Das gilt insbesondere für Schlüsseltechnologien wie die Biotechnologie, die viele Möglichkeiten in der Landwirtschaft und der Nahrungsmittelproduktion, im Umweltschutz sowie bei der Diagnose und der Therapie von Krankheiten bietet. Ob und welche Chancen realisiert werden können, ist jedoch mit beträchtlicher Unsicherheit behaftet. Unsicherheit besteht auch in Bezug auf die Risiken. Und, als Konsequenz aus der Unsicherheit über Chancen und Risiken, existiert auch Unsicherheit in Bezug auf den Beitrag, den die innovative Technologie für eine nachhaltige Entwicklung leisten kann.

Obwohl diese Unsicherheit nicht aufhebbar ist, müssen gesellschaftliche Entscheidungen gefällt werden. Eine Vertagung des Problems – bis „die Wissenschaft“ die offenen Fragen geklärt hat – ist bei Entscheidungen über Innovationsstrategien keine geeignete Lösung. Die Aufgabe besteht in der Abschätzung, der Bewertung und dem Umgang mit Unsicherheit, eine Aufgabe, die sich umso dringender stellt angesichts der zunehmenden Bedeutung der Nachhaltigkeit in politischen Entscheidungsprozessen bei der Regulation neuer Technologien.

Unsicherheit betrifft den Umfang des Wissens (Welche Lücken gibt es?), der Tiefe des Wissens (Wie differenziert ist das Wissen?) sowie in der Sicherheit des Wissens (Wie sicher ist das Wissen?). Schließlich ist unklar, inwieweit mit dem vorhandenen Wissen entscheidungsrelevante Information zur Verfügung stehen (Wie nützlich ist das Wissen?).

Im Projekt werden innovative Anwendungsfelder der Biotechnologie betrachtet, wie z.B. die Xenotransplantation, Nutraceuticals und die Präimplantationsdiagnostik. Auf der Basis von Expertenwissen werden (a) der vorhandene Wissensstand bewertet, auf den sich Einschätzungen über Risiken und Chancen gründen können, (b) Risiko- und Chancenbewertungen eingeholt, (c) die subjektive Sicherheit bzw. Unsicherheit in der Einschätzung erfasst und (d) die darauf bezogenen Begründungen eruiert. Darüber hinaus wird die Zulässigkeit von Argumenten und Schlussfolgerungen, die die Debatte um die verschiedenen Biotechnologie-Anwendungsfelder prägen, sowie deren Relevanz für die Risikobewertung erfasst.

Ziel ist die Entwicklung eines Modells zur Qualifizierung und Bewertung von unsicherem Wissen. Das Modell soll geeignet sein, praktikable Instrumente, im Sinne von Software, Checklisten u.ä., abzuleiten und zu entwickeln. So sollen Entscheidungsprozesse unterstützt werden, um die Entwicklung und Implementation von innovativen Technologien im Sinne der Nachhaltigkeit zu treffen.

Bearbeitung: FZJ-MUT

### ***Arbeitspaket: Neue Materialien, Mikrosystemtechnik, Nanotechnologie***

Die Entwicklung, Herstellung und Verarbeitung von neuen Werkstoffen/Materialien für innovative Anwendungen hat herausragende Bedeutung für viele Technologiefelder und Wirtschaftsbranchen. Neue Werkstoffe bilden die Grundlage für Weiterentwicklungen in praktisch allen wichtigen Technologiebereichen. Die künftige **wirtschaftliche Entwicklung** steht in engem Zusammenhang mit Innovationen im Werkstoffbereich. Zudem hat die Entwicklung neuer Werkstoffe und der zugehörigen Produktions- und Verarbeitungstechniken auch erhebliche **ökologische Auswirkungen**.

Die **Begriffe „Neue Materialien“ und „Neue Werkstoffe“** werden in Ermangelung einer allgemein anerkannten Definition nicht einheitlich und oft synonym verwendet. Wir verstehen den Bereich der neuen Werkstoffe als den jeweils aktuellen Frontbereich von Werkstoffforschung und -entwicklung. Demzufolge unterscheiden sich neue Werkstoffe in ihrer physikalischen Struktur, ihrer chemischen Zusammensetzung oder in ihrer Funktion von vorhandenen Werkstoffen. Ihre Entwicklung erfolgt zum einen durch **Modifikation konventioneller Werkstoffe** oder aber auf der Basis **neuer Werkstoffkonzepte**.

Neue Entwicklungen im Werkstoffbereich zeigen nicht nur Auswirkungen in den direkt werkstoffbasierten Technologiefeldern. Auch Fortschritte bei Technologien, die nicht auf den ersten Blick mit neuen Werkstoffen in Verbindung gebracht werden, beruhen in erheblichem Maße auf neuen Werkstoffentwicklungen. Dabei spielt die zentrale Rolle neuer Werkstoffe für die Entwicklung innovativer Technologien und neuer marktfähiger Produkte in der öffentlichen Wahrnehmung eine eher untergeordnete Rolle. Dies hat seine Ursache unter anderem darin, dass die Funktionalität eines neuen bzw. weiterentwickelten Systems oder Produkts für den Nutzer im Vordergrund steht und damit häufig die eigentlich entscheidenden Bausteine – die verwendeten Werkstoffe - hinter diese zurücktreten..

Neben die weitere Vertiefung des Wissens über das „klassische“ Materialspektrum (Keramiken, Polymere und Metalle in ihren Ausprägungen als Funktions- und Strukturwerkstoffe) und darauf aufbauende verbesserte Eigenschaften und neue Funktionen treten zwei neue Entwicklungen.

Die Welt der Materialien wird erweitert durch die Anwendung der **Nanotechnologie**. Mit dem Übergang auf die atomare Dimension ändern sich auch die physikalischen Eigenschaften von Materialien. Dadurch werden neue oder leistungsfähigere Produkte möglich. Wichtige Marktpotentiale für die Nanotechnologie werden u.a. erwartet durch Materialien mit neuen - durch die Nanoskalierung bedingten - Funktionen mit einem sich abzeichnenden Entwicklungstrend weg von der Realisierung von einzelnen Funktionen und hin zu Materialien mit multifunktionalen Eigenschaften mit einstellbarem Profil; durch die weitere Miniaturisierung bekannter Techniken und Verfahren sowie durch Fertigungstechniken mit höherer Präzision (Maßhaltigkeit). Erweitert werden die Möglichkeiten noch durch das Einbeziehen von Biotechniken oder die Verknüpfung von Nanotechniken mit der **Mikrosystemtechnik**. Diese kombiniert Mikrotechniken wie Mikroelektronik, Mikrooptik und Mikromechanik mit Sys-

tem- und Integrationstechniken. Sie ermöglicht eine Miniaturisierung bestehender technischer Systeme, durch intelligente Systemintegration werden zudem auch neue Produkte möglich.

Im Rahmen des Arbeitspaketes sollen:

- mögliche Entwicklungspfade im Bereich der Nanotechnologie und der Mikrosystemtechnik beschrieben werden,
- denkbare Produkt- und Anwendungsfelder identifiziert und in einer ersten Abschätzung auf Auswirkungen in den verschiedenen Aktivitätsfelder, insbesondere in Bezug auf die Nachhaltigkeitsregeln, sowie auf potentielle Sekundäreffekte – in anderen Technologiefeldern, aber auch in nichttechnischen Bereichen – untersucht werden
- ggf. ausgehend von aktivitätsfelderspezifischen Problemlagen und Handlungserfordernissen Ziele von wissenschaftlich-technischer Entwicklungstätigkeit bestimmt und diskutiert werden, inwieweit absehbare Entwicklungen auf dem Gebiet der Nanotechnologie und der Mikrosystemtechnik hierzu Lösungen oder Lösungsbeiträge liefern könnte.

Dieses soll auf der Basis einer Literaturlauswertung und von Experten-Interviews erfolgen, Zwischenergebnisse werden im Rahmen von Experten-Panels diskutiert werden. Im Ergebnis soll dargestellt werden, welche Produkte und Anwendungen auf der Basis neuer Materialien technisch und ökonomisch vielversprechend sind bzw. hohe Problemlösungspotentiale besitzen und welche – trotz eventueller starker Resonanz in der öffentlichen oder der Fachdiskussion – noch weit von einer Realisierung entfernt sind.

Bearbeitung: FZK/ITAS

### ***Arbeitspaket: Regenerative Energien***

Regenerative Energieerzeugungssysteme, wie Windturbinen, Solarzellen, Kollektoren oder Biomasse-Heizkraftwerke, werden von vielen als Grundbausteine einer nachhaltigen Energieversorgung angesehen. Durch FuE-Förderung wurde und wird – teilweise recht erfolgreich – versucht, die technisch-ökonomischen Kenngrößen der Einzeltechnologien zu verbessern. Darüber hinaus wird die Markteinführung regenerativer Energien in wachsendem Ausmaß finanziell unterstützt, da sie zur Schonung fossiler Energieressourcen und zu einer verringerten Freisetzung zusätzlicher klimarelevanter CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen. Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, den Anteil der regenerativen Energien bis zum Jahr 2010 zu verdoppeln, was für Strom einen Anteil von 10% bedeutet.

Bei der Bearbeitung der Schlüsseltechnologie „Regenerative Energien“ im HGF-Projekt werden alle relevanten Technologien der Nutzung regenerativer Energiequellen betrachtet. Hierzu gehören die Wasserkraft, Windenergie, Photovoltaik und die Strom- und Wärmeerzeugung mittels Biomasse, Solarthermie und Geothermie. Die Energiebereitstellung aus Biomasse wird in differenzierter Form untersucht, da die Techniken zur Energieumwandlung hier besonders vielfältig sind. Andere regenerative Energietechnologien (z.B. Meeresströmungskraftwerke, Aufwindkraftwerke) werden dagegen in weniger detaillierter Form behandelt.

Nach Darstellung und Diskussion der Nachhaltigkeitsziele und -indikatoren für die Energieversorgung wird das Thema auf drei Ebenen bearbeitet:

- Ebene I stellt die Technologieebene dar. Repräsentative „Referenzsysteme“ werden stellvertretend für die jeweiligen Technologien hinsichtlich ihrer technologischen, ökonomischen, ökologischen und strukturellen Entwicklungspotentiale dargestellt, eingeordnet und unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten analysiert.
- Ebene II umfasst eine differenzierte Potentialbetrachtung, die über die rein mengenmäßige Betrachtung deutlich hinausgeht und in die Definition nachhaltiger Potentialobergrenzen mündet.
- Ebene III beschreibt die Entwicklung von (Teil-)Szenarien des Ausbaus regenerativer Energien in Deutschland unter Beachtung der Einbindung in den europäischen bzw. globalen Kontext. Die Ausbaustrategien werden einer kritischen Bewertung hinsichtlich der Erreichung von Nachhaltigkeitszielen bzw. der Verringerung oder Beseitigung von Nachhaltigkeitsdefiziten unterzogen.

Die Nachhaltigkeitschancen und -konflikte, die sich bei weitgehender Ausschöpfung der technischen Potentiale regenerativer Energieträger einstellen können, sollen in einem Expertenworkshop ausgelotet und diskutiert werden. Ein Stakeholder-Diskurs mit Vertretern zentraler gesellschaftlicher Gruppen zur Diskussion der Ausbauszenarien und der Strategie- und Handlungsoptionen ist vorgesehen.

Bearbeiter: DLR-TT-STB und FZK-ITAS

### ***Arbeitspaket: Informations- und Kommunikationstechnologien***

In diesem Arbeitspaket geht es um die Analyse der *informations- und kommunikations-technologischen* Potentiale für eine nachhaltige Entwicklung. In der internationalen Debatte wird diesen Techniken insbesondere für die Umsetzung und Steuerung von globalen Nachhaltigkeitsstrategien eine große Bedeutung zugesprochen. Die potentiellen Einsatzmöglichkeiten werden im Monitoring von ökologischen und sozialen Problemlagen, der Verarbeitung, Modellierung und Archivierung von umweltrelevanten Daten und ihrer Transformation in relevante Entscheidungsinformationen, der Visualisierung und Präsentation von komplexen Ursache-Wirkungs-Beziehungen, der Aufbereitung für Planungs- und Entscheidungsprozesse, sowie in der gesellschaftlichen Kommunikation über Strategien und Handlungsziele gesehen. Grosse Erwartungen werden auch auf informationstechnisch gestützte Netzwerke gesetzt, in denen partikular erzeugtes und dezentral gesammeltes Wissen über Probleme und Problemlösungsalternativen gesellschaftlich verfügbar gemacht wird und in konkrete Entscheidungsprozesse – wo immer in der Welt – einfließen kann. Diese Erwartungen werden im allgemeinen mit der Vision einer globalen Informations- oder Wissensgesellschaft zum Ausdruck gebracht.

In unseren Arbeiten werden diese Erwartungen einer wissenschaftlicher Analyse unterzogen. Potentialanalysen dieser Art lassen sich nicht unabhängig von Beobachtungen der gesellschaftlichen Aktivitätsfelder, in denen der Einsatz der zu untersuchenden Techniken stattfindet, betreiben. Insofern ist die Berücksichtigung der Wechselbeziehungen zwischen den tech-

nologischen und den gesellschaftlichen Aspekten ein wesentlicher Bestandteil der Arbeiten in diesem Arbeitspaket. Mit der Verschränkung zwischen aktivitätsfeldbezogenen und technologischen Aspekten wird eine beträchtliche Komplexitätserhöhung der wissenschaftlichen Untersuchung in Kauf genommen. Um – angesichts knapper Ressourcen an Human-Power und Zeit – die Realisierbarkeit der Projektziele zu sichern, ist deshalb eine komplexitätsreduzierende Einschränkung in der Untersuchungsbreite des Themas vorgenommen worden: Die Potentialanalysen erfolgt exemplarisch am Beispiel informationstechnisch gestützter *zivilgesellschaftlicher Wissensnetzwerke* als einer spezifische Form institutioneller Innovationen für eine zukunftsfähige Entwicklung.

Sustainable Development verweist auf die Notwendigkeit partiell erzeugtes Wissen *gesellschaftlich* verfügbar zu machen. Diesbezüglichen Versuchen steht jedoch die Schwierigkeit entgegen, dass – aufgrund des prinzipiellen Auseinanderfallens von Produktion und Nutzung der erforderlichen Wissens – eine prinzipielle Differenz von Wissen und Nichtwissen in Problemlösungssituationen nicht zu vermeiden ist. Wissen, das in bestimmten Kontexten erzeugt wird, wird an anderer Stelle im Rahmen anderer Kontexte (aber mit ähnlichen Problemstellungen) benötigt. Oft bleibt die potentielle Nutzung des Wissens den generierenden Akteuren zunächst verborgen. Man kann Vermutungen anstellen, aber selbst dann weiß man noch nicht *wo* und *wann* dieses Wissen benötigt wird. Ebenso verborgen bleibt – nun allerdings aus einem anderen Blickwinkel –, ob das in bestimmten Problemsituationen erforderliche Wissen gegebenenfalls bereits einmal in anderen Kontexten erarbeitet wurde. Und auch hier gilt: Es lässt sich vermuten, aber *wo* und *wann*? Die Konsequenz aus dieser Situation ist: die Gesellschaft weiß nicht, was sie weiß.

Grundsätzlich ist dieses Problem nicht neu. Historisch hat die Gesellschaft sich mit Hierarchie zu helfen gewusst. Über festgelegte Selektionsregeln bezogen soziale Systeme (und Subsysteme) das für ihre Funktion erforderliche und dementsprechend vorselektierte Wissen. Und umgekehrt war festgelegt, an wen sie das auf dieser Basis verarbeitete Wissen weitergeben mussten. Erst relativ jung (nämlich seit dem Bestehen der bürgerlichen Gesellschaft, d.h. knapp 250 Jahre) ist ein anderer Typ der Wissensverarbeitung, der sich am Begriff der Öffentlichkeit orientiert und der nicht hierarchisch funktioniert. Einen Sondertypus hat das Wissenschaftssystem entwickelt: In thematisch fokussierten Netzwerken gegenseitiger Beobachtung entstehen – vor allem textbasiert – wissenschaftliche Diskurse. Aber – und das ist entscheidend – alle diese Formen sind im Zuge der informationstechnischen Veränderungen des letzten Jahrzehnts erodiert. Wissensverarbeitung kann – selbst wenn man es wollte – auf die alten Muster nicht mehr zurückgreifen. Aber welche neuen gibt es?

In der gegenwärtigen gesellschaftspolitischen Auseinandersetzung wird zivilgesellschaftlichen Netzwerken zugetraut, diese Rolle zu übernehmen (vgl. die Bestrebungen der Weltbank zur Schaffung eines »Global Development Networks«, der UN für ein »Global Sustainability Network« und der EU für den Aufbau eines »Global Dialog towards a Sustainable European Information Society«). Außerdem wird vermutet, dass Netzwerkkommunikation zu einer gesteigerten Sensibilisierung und einen behutsameren Umgang mit der Welt führen kann.

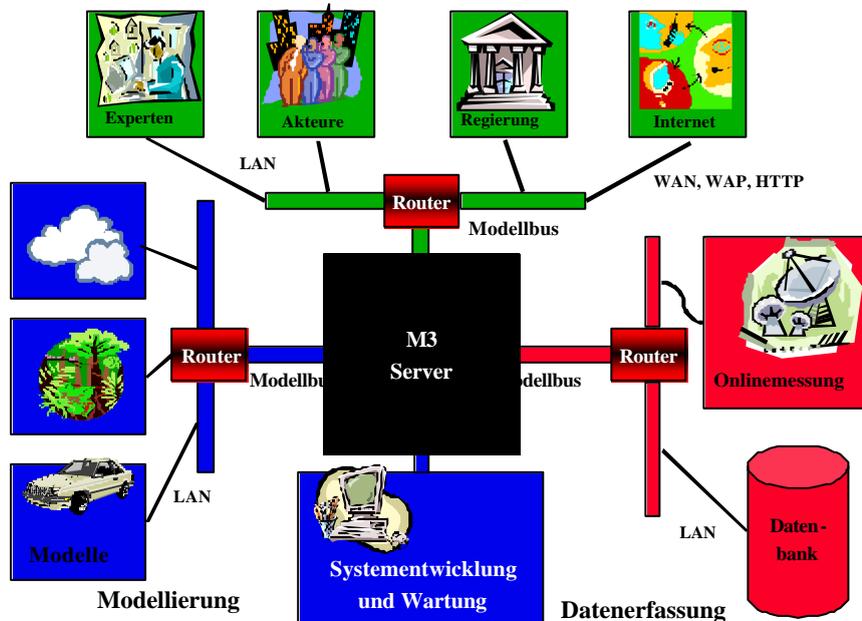
In unseren Arbeiten fragen wir danach, wie sich durch die Nutzung elektronischer Computernetze der Bereich öffentlicher Kommunikation verändert und welche Konsequenzen dies für die Diskussion über Nachhaltigkeit hat. Unsere wichtigste These ist hier, dass sich durch die zunehmende Nutzung interaktiver Medien einer öffentlichen Thematisierungs- und Debattier-

kultur entwickelt, die zu einer gestärkten *Irritabilität* der Systeme führt und damit ein wichtiger Bestandteil institutioneller Innovationen auf dem Weg in eine nachhaltige Gesellschaft darstellt. Durch die gesteigerten Möglichkeiten ökologische oder sozial Problemlagen in einschlägige Diskurse beziehungsweise in Entscheidungs- und Handlungskontexte zu transportieren, würde sich Nachhaltigkeit dann in den gesellschaftlichen Kommunikationsverhältnissen selbst zeigen.

Bearbeitung: GMD/AiS

### **Arbeitspaket : Simulationsmodelle zur Entwicklung und Analyse von Nachhaltigkeitsstrategien**

Die drei Dimensionen einer nachhaltigen Entwicklung umfassen das Zusammenspiel aller ökologischen, ökonomischen und sozialen Systeme auf unserer Erde. Ihre hohe Komplexität, nichtlineare Dynamik und vielfältige Wechselwirkung auf unterschiedlichen hierarchischen Ebenen stellt für die Entwicklung und Umsetzung zukunftsfähiger Strategien eine besondere Herausforderung dar. Einen erfolgversprechenden Ansatz dem zu begegnen, bieten die modernen Methoden der IuK-Technologie, des Systems Engineering und der Simulation. Durch den schnellen Fortschritt der IuK-Technologie bietet sich heute erstmals die Chance, durch Simulation unserer Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft neue Lösungswege, Visionen und Nachhaltigkeitsstrategien für eine zukunftsfähige Entwicklung zu finden. Eine notwendige Voraussetzung dafür ist ein integriertes, flexibles und anwenderfreundliches Simulationsframework.



### **M3-Simulations- frame work**

Durch das Framework soll erstmals ein integriertes, web-basiertes System zur multidimensionalen Simulation in Virtuellen Welten geschaffen werden. Zur Realisierung dieser Konzeption wurde der innovative Ansatz der Mensch-Modell-Maschine Simulation entworfen.

Die **M3-Simulation** hebt sich ab von konventionellen Methoden durch ihre: intuitive Repräsentation der Simulationsergebnisse durch VR-Techniken; der aktiven Einbeziehung der Menschen in die Simulation, indem der Akteur als Teil der Virtuellen Welt handelt; und der

direkten multimediale Kommunikation der Akteure in der Virtuellen Welt. Zur Implementierung des M3-Simulationsservers wird von SAS das **Modellbuskonzept** entwickelt. Es ermöglicht die Realisierung eines modularen, skalierbaren und anwenderfreundlichen Simulationsframeworks und ist state-of-the-art. Damit können auch Simulationssysteme, die nicht speziell für die Anwendung im Framework entwickelt wurden, durch Anpassung mittels Konnektoren leicht eingebunden werden. Durch die konsequente Integration von Mensch-Maschine Interaktoren auf der Basis von Virtuellen Welten, Netzwerkverbänden von Modellhierarchien und eines einheitlichen Datenmanagements wird das M3-Framework als Ganzes ein neuartiges Kommunikationssystem realisieren, das die Vorteile eines multimedialen Informationssystems (Mensch-Daten) mit denen eines Simulationssystems (Mensch-Modell) verbindet. Zur Realisierung der nutzbringenden Anwendung des M3-Systems wird eine breite Teilnahme aller Akteure des Nachhaltigkeitsprozesses aus der Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft angestrebt.

Das Simulationssystem soll zunächst auf regionaler Ebene, d.h. für den regionalen Ballungsraum Berlin-Brandenburg, entwickelt und getestet werden, da GMD-FIRST/SAS für diese Region bereits über eine entsprechende Datenbasis verfügt. Im Zentrum dieser regionalen Fallstudie wird der Bereich „Mobilität“ stehen, wobei hier Ergebnisse aus den Arbeitspaketen „Mobilität“ und „Bauen und Wohnen“ einfließen werden.

Bearbeitung: GMD-FIRST/SAS

## 5. Erwartete Ergebnisse

Durch das HGF-Projekt soll die Nachhaltigkeitsdiskussion in mehrfacher Weise vorangebracht werden. Einerseits geht es um die Belebung der wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit diesem Thema; hier soll das Projekt durch den neuen konzeptionellen Ansatz und die Methodik neue Wege für die wissenschaftliche Bearbeitung eröffnen. Andererseits werden relevante gesellschaftliche Akteure angesprochen, wenn sowohl Handlungs- und Orientierungswissen bereitgestellt wird als auch die Umsetzungsbedingungen analysiert werden. So dürfte die Diskussion um das Für und Wider eines nationalen Nachhaltigkeitsplanes, aber auch um eine eventuelle konkrete Ausgestaltung durch das Projekt neue Impulse erhalten. Die Ergebnisse des Projektes werden konkret bestehen in:

- einer kritischen Sichtung und Weiterentwicklung vorhandener Ziel- und Indikatorensysteme und die transparente Herstellung ihrer Bezüge zum Nachhaltigkeitskonzept;
- einer flächendeckenden quantitativen Erfassung nachhaltigkeitsrelevanter Entwicklungen und Trends, strukturiert nach Aktivitätsfeldern;
- einer vertieften Bestandsaufnahme und Bewertung nachhaltigkeitsrelevanter Entwicklungen und Trends in ausgewählten Aktivitätsfeldern unter besonderer Berücksichtigung von Zielkonflikten,
- einer Ausarbeitung von Szenarien und Strategien nachhaltiger Entwicklung in ausgewählten Aktivitätsfeldern für nationale und regionale Belange und der Markierung des politischen Entscheidungsbedarfs und der Entscheidungsspielräume;
- der Analyse von Wechselwirkungen zwischen den Aktivitätsfeldern auf nationaler Ebene und einer Konkretisierung von Nachhaltigkeit in regionalen Fallanalysen,
- einer Analyse und Bewertung der Potentiale von Schlüsseltechnologien im Hinblick auf Nachhaltigkeit,
- der Entwicklung und Weiterentwicklung von Modellen und Instrumenten und dem Aufbau innovativer Software-Tools, z.B. für die Mensch-Modell-Maschine-Simulation (M3 Simulation).

Die Vision ist, dass auf diese Weise – über die Erreichung der o.g. Ziele hinaus – ein Operationalisierungsinstrumentarium für nachhaltige Entwicklung entwickelt und erprobt werden kann, das zukünftig für vielfältige Anwendungen weiterverwendet werden kann. Denn das Thema „Nachhaltigkeit“ wird auf der gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Agenda bleiben. Der Nachhaltigkeitsdiskurs als ein permanenter gesellschaftlicher, politischer, wissenschaftlicher und öffentlicher Diskurs über Natur, Umwelt und die Zukunft der Gesellschaft wird durch das HGF-Projekt weitere Impulse erhalten und vielfältige Lerneffekte ermöglichen.

## Literatur

- Becker, E. et al. (1997): Sustainability: A Cross-Disciplinary Concept for Social Transformations. Report on the Results of the first Phase of the MOST (Management of Social Transformations)-Project of UNESCO „Towards Sustainable Development Paradigms and Policies“. MOST Policy Papers No. 6, Paris.
- Enquete-Kommission (1998). Konzept Nachhaltigkeit. Vom Leitbild zur Umsetzung. Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt - Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung".
- Jörissen, J., Kopfmüller, J., Brandl, V. & Paetau, M. (1999). Ein integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung. FZKA 6393. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe.
- Schlussbericht zum HGF-Projekt "Untersuchung zu einem integrativen Konzept nachhaltiger Entwicklung: Bestandsaufnahme, Problemanalyse, Weiterentwicklung" (2000):
- Coenen, R., Paschen, H. „Überblick über den Abschlussbericht“. März 2000 (9 S.)
- Jörissen, J., Kneer, G., Rink, D., Paskalewa, K.: „Synopsis zur Umsetzung des Leitbildes der Nachhaltigkeit in konzeptionellen Studien und nationalen Plänen“. Band 1, Dezember 1999, 212 S.
- Gray, P.: „Umsetzung des Leitbildes auf unternehmerischer, regionaler und kommunaler Ebene“. Band 2, 40 S.
- Stransfeld, R.: „Regionale Ökonomie als räumlicher Orientierungsansatz für integrierte Nachhaltigkeit - Eine Bestandsaufnahme“. Materialienband 2.A, März 1999, 46 S.
- Stransfeld, R.: „Regionale Ökonomie für integrierte Nachhaltigkeit: Ansatz und Realität“. Materialienband 2.B, März 1999, 47 S.
- Fischer, W.: „Zukunftsfähige Entwicklung in den deutschen Biosphärenreservaten". Materialienband 2.C, April 1999, 16 S.
- Dippoldsmann, P.: „Umsetzungen des Leitbildes Sustainable Development auf lokalgemeinschaftlicher Ebene“. Materialienband 2.D, Dezember 1999, 228 S.
- Gray, P.: „Umsetzungen des Leitbildes einer nachhaltigen Entwicklung in deutschen Unternehmen“. Materialienband 2.E, Dezember 1999, 71 S.
- Krumm, R.: „Der Lokale Agenda-21 Prozess in Deutschland: einige wirtschaftswissenschaftliche Anmerkungen“. Materialienband 2.F, März 1999, 15 S.
- Jörissen, J., Kopfmüller, J., Brandl, V., Paetau, M.: „Ein integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung“. Band 3, Dezember 1999, 202 S.
- Coenen, R., Backhaus, R., Schade, B., Weiers, St., Mühle, H.: „Konzeptionelle Aspekte der Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren“. Band 4, Dezember 1999, 51 S.
- Klann, U., Nitsch, J.: „Verursacherbezogene, konsistente Erfassung von Belastungsbeiträgen und Integration in ein gesamtwirtschaftliches Modell“. Band 5, Dezember 1999, 92 S.
- Sydow, A., Rufeger, W., Rose, H., Aßelmeyer, T.: „Bestandsaufnahme zu Potentialen und Grenzen vorhandener Modelle“. Band 6, Dezember 1999, 62 S.
- Schulze, Gerhard (1993): Die Erlebnisgesellschaft. Kultursoziologie der Gegenwart, Frankfurt/M.
- SRU (Sachverständigenrat Umweltfragen) (1998): Umweltgutachten 1998, Stuttgart.
- TAB (Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag) (1997): TA-Projekt "Entwicklung und Folgen des Tourismus", Bericht zum Abschluss der Phase I, Bonn.
- UBA - Umweltbundesamt (1997): Nachhaltiges Deutschland. Wege zu einer dauerhaftumweltgerechten Entwicklung. Erich Schmidt Verlag, Berlin.



---