

Krüger, Lukas; Bizer, Kilian

**Working Paper**

## Innovationen im Kontext von Nachhaltigkeit

Diskussionsbeiträge, No. 144

**Provided in Cooperation with:**

Department of Economics, University of Goettingen

*Suggested Citation:* Krüger, Lukas; Bizer, Kilian (2009) : Innovationen im Kontext von Nachhaltigkeit, Diskussionsbeiträge, No. 144, Georg-August-Universität Göttingen, Volkswirtschaftliches Seminar, Göttingen

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/41053>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# **Diskussionsbeiträge / Discussion Paper Series**

**Volkswirtschaftliches Seminar / Department of Economics  
Universität Göttingen / University of Goettingen, Germany**

Nr. 144 / No. 144

Innovationen im Kontext von Nachhaltigkeit

Lukas Krüger und Kilian Bizer

Dezember 2009

# Innovationen im Kontext von Nachhaltigkeit

Lukas Krüger und Kilian Bizer  
Georg-August-Universität Göttingen

## Zusammenfassung

Innovationen sind das Kernelement des Überlebens und der Positionierung von Volkswirtschaften, da sie zur Befriedigung der Marktbedürfnisse beitragen. Vor dem Hintergrund knapper Ressourcen werden jedoch regelmäßig nur die Innovationen realisiert, die aus einer betriebswirtschaftlichen Betrachtung vorteilhaft erscheinen und damit weniger als eigentlich sinnvoll wären. Zunehmend setzt sich allerdings die Erkenntnis durch, dass die betriebswirtschaftliche Marktabgrenzung und damit die traditionelle Wirtschaftlichkeitsbewertung von Innovationen und Innovationsprojekten zu eng sind. Vielmehr erfordert die heutige Innovationsbewertung eine Erweiterung um soziale und ökologische Aspekte, also eine nachhaltige Ausrichtung. Basierend auf dem Forschungsprojekt „Nachhaltigkeitsorientierte Bewertung von Innovationsprojekten (NaBI)“ gibt dieses Papier einen Überblick über das Forschungsfeld und analysiert die Nachhaltigkeitstheorie im Hinblick auf Innovationen. Im Ergebnis wird die Festlegung auf ein bestimmtes Indikatorset für die jeweilige Nachhaltigkeitsebene (Satellitensystem) vorgeschlagen, in denen essenzielle Bestandteile mit festgelegten Grenzwerten vorgegeben sind.

Schlagwörter: Nachhaltigkeit, Innovation, Innovationsbewertung

JEL-Codes: O31, H23, H32

Lukas Krüger  
Georg-August-Universität Göttingen  
Professur für Wirtschaftspolitik und Mittelstandsforschung  
Platz der Göttinger Sieben 3  
37073 Göttingen  
Tel.: +49-551-39-9685  
e-mail: Lukas.Krueger@wiwi.uni-goettingen.de

Kilian Bizer  
Georg-August-Universität Göttingen  
Professur für Wirtschaftspolitik und Mittelstandsforschung  
Platz der Göttinger Sieben 3  
37073 Göttingen  
Tel.: +49-551-39-9626  
e-mail: bizer@wiwi.uni-goettingen.de

<http://www.nabi-projekt.de/>

**Inhaltsverzeichnis**

Inhaltsverzeichnis.....	III
2 Problemstellung.....	1
3 Nachhaltigkeitskonzepte im Kontext von Innovationen .....	2
4 Messung von Nachhaltigkeit .....	5
5 Bewertungsansätze einer nachhaltigen Entwicklung .....	9
6 Wirkungszusammenhang von Innovation und Nachhaltigkeit.....	11
7 Zusammenfassung und Ausblick .....	14
Literaturverzeichnis .....	IV

## 1 Problemstellung

Bei der Betrachtung von Kriterien zur Bewertung von Innovationen fällt auf, dass häufig ausschließlich wirtschaftliche Kennzahlen herangezogen werden. Erfolgsgrößen mit kurzfristigem Charakter, wie Ertrag und Kosten, dominieren die Entscheidung, ob eine Innovation umgesetzt oder verworfen wird. Sie nur nach wirtschaftlichen Kennzahlen zu bewerten scheint indes zu kurz gegriffen. Neben dem rein wirtschaftlichen Nutzen, den eine Innovation einem Unternehmen stiftet, strahlt sie in vielen Fällen noch weitere Wirkungen aus. Den entsprechenden Rahmen, um diese Wirkungen zu untersuchen und zu bewerten, bietet das Konzept der Nachhaltigkeit.

Betrachtet man die Nachhaltigkeitsdiskussion, so stellt sich zunächst das Problem einer konkreten Begriffsdefinition – und damit ein ähnliches Problem wie beim Innovationsbegriff. Während in Bezug auf letzteren schon Schumpeter (1947) als „simply the doing of new things or the doing of things that are already being done in a new way“ definierte, fand der moderne Ansatz der Nachhaltigkeit erst 1987 im Brundtland-Bericht zu seiner heutigen Bedeutung als Leitbild politischen Handelns: "Dauerhafte Entwicklung ist Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können." (Brundtland (1987)). Die internationale Verankerung dieses politischen Leitbildes erfolgte 1992 auf der UN-Konferenz von Rio de Janeiro mit dem Ergebnis der „Agenda 21“, die ein Programm zur Umsetzung nachhaltiger Entwicklung beschreibt und 2005 in Deutschland in die „Nationale Nachhaltigkeitsstrategie“ mündete. Inzwischen ist Nachhaltigkeit nicht nur ein Thema auf Bundesebene, auch auf darunter liegenden Ebenen existiert eine Vielzahl von Operationalisierungskonzepten von regionaler und lokaler Nachhaltigkeit. Auch die meisten Unternehmen haben ein Bewusstsein für Nachhaltigkeit entwickelt. Zumeist wird auf dieser Ebene von Corporate Social Responsibility (CSR) gesprochen. Nahezu unbestritten bilden die drei Säulen Ökonomie, Ökologie und Soziales die Grundlage jeder Nachhaltigkeitsdefinition, die Schwierigkeit besteht jedoch in einer einheitlichen und konsistenten Bewertung.

Innerhalb der Diskussion um Nachhaltigkeit sind Innovationen einzuordnen, um zu untersuchen, welche Wirkung neben den rein ökonomischen Innovationen noch zusätzlich entfalten. Konkret stellt sich die Frage, ob Innovationen auch soziale und ökologische Wirkungen hervorbringen und ob und warum auch diese Wirkungen bei der Entscheidung für oder gegen eine Innovation Berücksichtigung finden sollten. Des Weiteren ist zu untersuchen, wie groß die Strahlkraft von Innovationen ist, d.h. wie weit sie auf die unterschiedlichen Ebenen von Nachhaltigkeit einwirken.

Dieser Beitrag gibt zunächst einen Überblick über gängige Nachhaltigkeitstheorien im Hinblick auf Innovationen. Anschließend erfolgt eine kurze Einführung in unterschiedliche Operationalisierungs- und Bewertungskonzepte für Nachhaltigkeit (Abschnitt 4+5), um den Wir-

kungszusammenhang von Nachhaltigkeit und Innovationen zu diskutieren (Abschnitt 6). Abschließend erfolgen eine Zusammenfassung und ein Ausblick auf folgende Schritte im Rahmen des Teilprojekts der VWL (Abschnitt 7).

Ziel dieses Papiers ist die Einordnung von Innovationen in die Nachhaltigkeitsdiskussion. Dazu erfolgt die Herleitung, warum der Ansatz der vernünftigen Nachhaltigkeit der geeignete Ansatz für Bewertung von Innovationen darstellt. Ferner zielt dieses Papier auf die Identifikation der Wirkungszusammenhänge von Innovation und Nachhaltigkeit ab. Dabei liegt der Fokus auf der Operationalisierung der Wirkung von Innovationen auf Nachhaltigkeit, aber auch der Identifikation des Zusammenspiels eines übergeordneten Anreizsystems für Nachhaltigkeit mit Innovationen.

## **2 Nachhaltigkeitskonzepte im Kontext von Innovationen**

Ausgehend von der oben genannten Definition für Innovationen von Schumpeter (1947) sind nach Majer (2001) entsprechende Produktionsfaktoren für die Produktion von Innovation notwendig. Majer (2001) definiert die Produktionsfaktoren als unterschiedliche Kapitalformen:

- Sachkapital (Kapital im herkömmlichen Sinn als Maschinen und Anlagen)
- Humankapital (Arbeitskräfte)
- Naturkapital (Nutzung von Quellen – Rohstoffe, Energie und Flächen – und Senken – Luft, Wasser und Boden – für die Aufnahme von gasförmigen, flüssigen und festen Abfällen)
- Sozialkapital (Menge aller Beziehungen einzelner Akteure und deren Bedingungen)

Betrachtet man die traditionellen Konzepte der Nachhaltigkeit, so lassen sie sich mit diesen Kapitalformen, die für Innovation notwendig sind, vereinen.

Der Ursprung der grundlegenden Nachhaltigkeitstheorien liegt im Wesentlichen in der als endlich wahrgenommenen Verfügbarkeit bestimmter Ressourcen. Grundsätzlich handelt es sich beim Prinzip der Nachhaltigkeit um eine normative Festlegung mit einer klaren ethischen Komponente, wenn es um die Gleichbehandlung von Generationen geht. Unter dieser normativen Vorgabe, den Kapitalstock über die zukünftigen Generationen hinweg zu erhalten, geht man bei den traditionellen Konzepten grundsätzlich von zwei unterschiedlichen Kapitalformen aus: dem natürlichen und dem produzierten Kapital. Unter natürlichem Kapital sind natürliche Ressourcen und andere Umweltgüter zu verstehen. Dabei kann innerhalb dieser Klasse noch zwischen erneuerbaren und nicht-erneuerbaren Ressourcen unterschieden werden. Produziertes Kapital hingegen ist die Kapitalform, die verarbeitetes natürliches Kapital darstellt. Man spricht auch vom so genannten Sachkapital. Damit wird deutlich, dass

die Inputfaktoren von Innovationen nach natürlichem und produziertem Kapital differenziert werden können.<sup>1</sup> Ausgehend von der Kapitalstock-Perspektive bestehen zwei grundlegende Ausrichtungen, mit Ihnen umzugehen.

Das *Konzept der schwachen Nachhaltigkeit* nach Pearce/Turner (1990) bildet den neoklassischen Ansatz ab. Dieser geht von der Annahme vollständiger Substituierbarkeit der einzelnen Kapitalformen aus. Die Prämisse für Nachhaltigkeit bei diesem Ansatz bildet lediglich die Konstanz des Gesamtkapitalstocks, der erhalten bleiben muss. Allerdings ist die Annahme der vollständigen Substituierbarkeit durchaus kritisch: Vor allem im Bereich der Ökologie könnte es sein, dass es sich um nicht substituierbare Ressourcen handelt.

Im Gegensatz zur schwachen Nachhaltigkeit lässt das *Konzept der starken Nachhaltigkeit* (Daly (1996)) keinerlei Substitution zwischen den einzelnen Kapitalformen zu. Dieses Konzept ist jedoch in der Praxis kaum durchzusetzen, da keine wirtschaftlichen Aktivitäten zulässig wären, die sich nicht-regenerativer Ressourcen bedienen. Jeder Verbrauch fossiler Energieträger ist nach diesem Ansatz nicht zulässig.

Resultierend aus der Kritik an beiden Konzepten versucht das *Konzept der vernünftigen Nachhaltigkeit* (Serageldin (1996)) einen Mittelweg zu beschreiten. Hierbei wird die Annahme der Homogenität einzelner Kapitalformen aufgegeben. Stattdessen erfolgt eine Unterteilung in einen essenziellen und nicht-substituierbaren sowie einen nicht-essenziellen und substituierbaren Teil des Naturkapitals. Der essenzielle Bestandteil muss entsprechend der Annahmen der starken Nachhaltigkeit Konstanz aufweisen, der andere Teil hingegen darf nach den Regeln der schwachen Nachhaltigkeit substituiert werden. Nichtsdestotrotz muss der gesamte Kapitalstock ebenso wie bei den vorhergehenden Konzepten insgesamt konstant bleiben. Im Hinblick auf die Interpretation von Innovation gehen diese drei Konzepte mit unterschiedlichen Auswirkungen einher. Im Rahmen der schwachen Nachhaltigkeit besteht nur ein geringer Innovationsdruck, d.h. durch die Möglichkeit der Substitution können beispielsweise fehlende Innovationen in Schlüsseltechnologien durch Kompensation mit anderen Kapitalformen substituiert werden. Im Ansatz der starken Nachhaltigkeit hingegen besteht ein sehr hoher Innovationsdruck aufgrund fehlender Substitutionsmöglichkeit. Aber auch im Rahmen der vernünftigen Nachhaltigkeit existiert ein höherer Innovationsdruck als bei der schwachen Nachhaltigkeit. Zwar reduziert sich durch die teilweise Möglichkeit der Substitution ein Teil des Innovationsdrucks, das gilt jedoch nicht für den essenziellen Teil des Kapitals. Durch entsprechende Festlegung eines Grenzwertes für die essenziellen Bestandteile kann der Druck zeitweilig auch ganz genommen werden. Ziel muss dennoch sein, durch Entwicklung von „Backstop-Technologien“ (Vgl. Bleischwitz (1998), S. 14 ff.) die Nutzung der nicht-substituierbaren Bestandteile zu beenden. Dies bedeutet auf mittlere Sicht einen erheblichen

---

<sup>1</sup> Produziertes Kapital = Sachkapital + Humankapital + Sozialkapital  
Natürliches Kapital = Naturkapital

Innovationsdruck. Diesen Druck zu erzeugen, treibt die Innovation an und kann sich trotz anfänglicher Belastungen für die Unternehmen auch als Wettbewerbsvorteil entpuppen. Das Beispiel der begrenzten Erdölvorkommen verdeutlicht, dass eine alternative Antriebstechnologie notwendig ist, um das Problem der Mobilität zu lösen. Die Ansätze der vernünftigen und starken Nachhaltigkeit basieren auf einem großen technologischen Optimismus hinsichtlich der Lösung ökologischer Knappheitsgrenzen (Bleischwitz (1998)).

Neben den eben genannten Nachhaltigkeitsinterpretationen besteht ein weiterer Ansatz, der sich im Gegensatz zu den vorhergehenden nicht auf den Kapitalstock fokussiert, sondern auf die Folgen, die mit einem entsprechenden Verbrauch des Kapitals einhergehen. Dabei liegt der Schwerpunkt auf dem natürlichen Bestandteil. Dieser Ansatz wird auch häufig „*ökologischer Fußabdruck*“ genannt und versucht, Grenzen der Naturbelastung zu quantifizieren (Georgescu-Roegen (1971), Boulding (1978), Daly (1996)). Das erweiterte Konzept umfasst die Analyse von Flussgrößen und lässt sich damit auch für das produzierte Kapital anwenden (Hinterberger/Luks et al. (1997)). So können beispielsweise physische Energie- und Stoffströme, der Flächenverbrauch oder ökonomische Güterströme zur Bewertung einer nachhaltigen Entwicklung herangezogen werden.

Der vorherrschende und auch hier vertretene Ansatz kann als erweiterter Ansatz vernünftiger Nachhaltigkeit verstanden werden, der die Stoffströme physischer Nachhaltigkeit integriert und eine systemische Ausrichtung verfolgt. Wie bereits einführend beschrieben, umfasst der Gegenstandsbereich der Nachhaltigkeit die drei Dimensionen Ökonomie, Ökologie und Soziales (sog. 3-Säulen-Modell). Dieser Zugang zur Nachhaltigkeit hat sich in der Anwendung durchgesetzt und wurde auch in dieser Form bereits 1998 durch die Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt - Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung“ angewandt, die die Grundlage der deutschen „Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie“ bildet. Sie definiert Nachhaltigkeit im Kontext des 3-Säulen-Modells als „Konzeption einer dauerhaft zukunftsfähigen Entwicklung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Dimension menschlicher Existenz, wobei die drei Säulen der Nachhaltigkeit miteinander in Wechselwirkung stehen und langfristig einer ausgewogenen Koordination bedürfen.“ (Vgl. Bundestag (1998)). Ausgehend von diesem Tatbestand etablierte sich die *systemische Orientierung des Ansatzes der vernünftigen Nachhaltigkeit*. Aufgrund der unterschiedlichen disziplinären Sichtweise besteht die Notwendigkeit einer gesonderten Betrachtung jeder Säule als eigenes System. Dieser Ansatz versucht daher die drei Dimensionen als eigenständige Subsysteme zu behandeln, die spezifischen Gesetzmäßigkeiten sowie räumlichen und zeitlichen Strukturen unterliegen. Dennoch sind sie miteinander gekoppelt und nur ein gleichzeitiges Intaktsein aller drei Subsysteme kann zu einer nachhaltigen Entwicklung führen. In den Säulen der Ökonomie und des Sozialen bietet sich das Konzept der vernünftigen Nachhaltigkeit an, wobei jeweils der entsprechende essenzielle Be-



standteil festzulegen ist. Vor allem im Bereich der Ökologie wird der Vorteil der Integration physischer Nachhaltigkeit deutlich. Häufig ist der Kapitalbestand von Ressourcen nicht genau feststellbar, die Folgen ihrer Nutzung jedoch noch eher prognostizierbar, wie beispielsweise die Auswirkungen des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes (siehe IPCC (2007), Stern (2007), etc.) zeigen. In diesen Fällen legt man physische Belastungsgrenzen in Form von Grenzwerten, Frachtwerten etc. fest, die noch als nachhaltig gelten können.

Im Ergebnis kommen im vorherrschenden Ansatz unterschiedliche Nachhaltigkeitskonzepte zur Geltung. Entscheidend ist dabei, die verschiedenen Nachhaltigkeitskonzepte angemessen zu kombinieren und die Bestimmung von essenziellen Bestandteilen des zur Verfügung stehenden Kapitals sowie Grenzwerte für Belastungen der Natur im zeitlichen und regionalen Kontext sinnvoll festzulegen (Pezzey (1992), Kuik/Gilbert (1999)).

### 3 Messung von Nachhaltigkeit

Ausgehend von dem Problem der angemessenen Kombination von Nachhaltigkeitskonzepten im Rahmen einer ‚vernünftigen Nachhaltigkeit‘ besteht die Frage, wie sich Nachhaltigkeit operationalisieren lässt und was, daran anknüpfend, ein effektives Nachhaltigkeitsmonitoring beinhaltet. So sind in Bezug auf physische Nachhaltigkeit Grenzwerte für Naturbelastung festzulegen. Um diese überhaupt bestimmen zu können, sind entsprechende Indikatoren notwendig, die eine Entwicklung über die Zeit abzubilden vermögen. Atkinson (1997) definiert nach OECD (1994) die Eigenschaften für Indikatoren wie folgt:

1. Indikatoren müssen *politische Relevanz* aufweisen, d.h.
  - leicht interpretierbar sein,
  - den zeitlichen Verlauf abbilden können,
  - Veränderung von „driving forces“ abbilden können
  - und in Relation zu Schwellenwerten oder Referenzwerten setzbar sein.
2. Indikatoren müssen *analytisch belastbar* sein, d.h. im Kontext von Nachhaltigkeit muss ein klares Verständnis der Zielsetzung existieren.
3. Indikatoren müssen *messbar* sein; die theoretisch besten Indikatoren nützen nichts, wenn sie nicht erhebbar sind, also keine Datensätze vorhanden sind.

Die Auswahl von Indikatoren setzt das Vorhandensein einer Zielsetzung voraus. Soll eine retrospektive Perspektive verfolgt werden oder ein Blick in die Zukunft? Im Hinblick auf eine retrospektive Betrachtung eignen sich Indikatoren, die eine bestandsorientierte Ausrichtung besitzen und im Kontext der Nachhaltigkeit den Bestand der Kapitalformen abbilden. Indikatoren, die auf die Zukunft ausgerichtet sind, charakterisiert vor allem das Aufzeigen zukünfti-

ger Belastungen sowie die Wirkungszusammenhänge zwischen den einzelnen Subsystemen.

Im Zusammenhang von Nachhaltigkeitsindikatoren existieren unterschiedliche Konzepte, die zur Abbildung einer nachhaltigen Entwicklung dienen. Im Wesentlichen beschränken sie sich auf die *Aggregationsansätze*, die *Systemansätze* sowie *freie Ansätze*. In der Regel finden jedoch nur die ersten beiden Anwendung. Aggregationsansätze konzentrieren sich dabei auf die Zusammenführung aller vorhandenen Informationen, um diese mit einer einheitlichen Metrik abzubilden. Im Gegensatz dazu versuchen Systemansätze mit Hilfe eines Indikatormix ohne Aggregation ein ganzheitlich objektives Bild nachhaltiger Entwicklung wiederzugeben.

Ein Vorteil *aggregierter Ansätze* liegt in der leichten Kommunizierbarkeit aufgrund ihres eindimensionalen Charakters. Dabei stellen Wohlfahrtsindikatoren im Kontext der Nachhaltigkeit die gängige Form aggregierter Indikatorsysteme dar. Diese sind zu unterscheiden nach Input- und Output-Ansätzen (Dasgupta/Mäler (2001)). Der Input-Ansatz fokussiert sich dabei auf die Bestimmungsgründe der einzelnen Subjekte, die zu einem Indikator zusammengefasst werden sollen. Dazu erfolgt eine Gewichtung der einzelnen Bestandteile gängigerweise über Preissysteme, so dass eine Monetarisierung der jeweiligen Subjekte stattfindet. Diese Herangehensweise bevorzugen vor allem Ökonomen vor den Output-Ansätzen. Diese legen ihren Schwerpunkt auf die Wohlfahrt, den Output, der jeweiligen Subjekte. Die Aggregation wird im Gegensatz zu Input-Ansätzen nicht über ein Preissystem vorgenommen, sondern über eine soziale Gewichtung. Diesem Ansatz wird zumeist eine moralphilosophische Herangehensweise zugesprochen.

Im Kontext der Nachhaltigkeitsdebatte regt sich jedoch starke Kritik an den wohlfahrtsorientierten Indikatorsystemen. Das liegt primär an dem neoklassischen Paradigma, dem wohlfahrtsorientierten Ansätze unterliegen, welches ungeeignet erscheint, ökologische und soziale Aspekte der Nachhaltigkeit abzubilden. In diesem Zusammenhang benennen Pezzey (1992) und auch der Beirat zur Umweltökonomischen Gesamtrechnung grundlegende Probleme, die aus dem Paradigma resultieren. Zu benennen ist dabei die Annahme exogen gegebener Präferenzen. Diese stellt ein wesentliches Defizit dar, da keine soziale oder kulturelle Anpassung stattfindet. Aber auch die Annahme starrer Nutzen- und Produktionsfunktionen sind problematisch. Im Rahmen wohlfahrtsorientierter Ansätze findet keine Anpassung durch Konsumententscheidungen und Umweltzustände statt. Ebenso kritikwürdig erscheint der Umstand der Ableitung des Nutzens aus dem absoluten und nicht aus dem relativen Konsumniveau. Einen weiteren Kritikpunkt bildet der Umgang mit nicht-quantifizierbaren Tatbeständen. Im wohlfahrtsorientierten Indikatoransatz können nur quantifizierbare Variablen Eingang finden, qualitative Tatbestände, die im Kontext der Nachhaltigkeit oftmals eine wichtige Rolle spielen, werden hingegen ignoriert. Hinzu kommt ein undifferenzierter Umgang mit mögli-

chen Trade-Offs. Im Hinblick auf den Aspekt der Generationengerechtigkeit ist es fraglich, inwieweit die heute gewählte Produktions- und Nutzenfunktionen auch denen der folgenden Generationen entsprechen. Auch hier besteht wiederum die problematische Annahme von über die Zeit und Generationen hinweg starrer Präferenzen. Des Weiteren ist der Umstand einer Monetarisierung von Naturwerten problematisch zu sehen.

Ausgehend von den genannten theoretischen und häufig in der Praxis auftretenden empirischen Problemen der Wohlfahrtsindikatoren setzte sich im Rahmen der Nachhaltigkeitsdebatte überwiegend der *Systemansatz* durch. Neben den Wohlfahrtsindikatoren, die den Aggregationsansatz repräsentieren, vertreten die Satellitensysteme von Indikatoren den Systemansatz. Dabei wird eine Vielzahl von Indikatoren gewählten Klassifikationen (z.B. sozial, ökonomische, ökologisch) zugeordnet. Gleichzeitig wird keine Aggregation über die Indikatoren hinweg vorgenommen, d.h. jeder Indikator steht für sich, es wird keine Gewichtung und Gleichschaltung auf eine einheitliche Metrik vorgenommen. Satellitensysteme besitzen den Vorteil, dass sie bereits an bestehende Operationalisierungen anderer Disziplinen anknüpfen können. Man kann sie als Erweiterung von Gesamtrechnungssystemen ansehen, die bereits vor der Nachhaltigkeitsdiskussion existierten. Das birgt den Vorteil einer soliden empirischen Grundlage, da über einen langen Zeithorizont Daten vorhanden sind. Auch die Verfügbarkeit bestehender und etablierter Indikatoren aus der amtlichen Statistik für Indikatoren- und Rechensysteme stellt einen Vorteil dar. Somit besteht die Möglichkeit des Zugriffs auf existierende Monitoring-Konzepte, aus denen ein Nachhaltigkeitsmonitoring entwickelt werden kann, ohne neue Strukturen schaffen zu müssen. Die Dominanz von Satellitensystemen in Bezug auf Nachhaltigkeit resultiert noch aus weiteren Sachverhalten. Vor allem im Kontext des systemtheoretischen Nachhaltigkeitsverständnisses können Satellitensystem neben sozialen und ökonomischen Bestandsgrößen auch Umweltdaten in Form von physischen Größen<sup>2</sup> aufnehmen. In diesen Rahmen lassen sich beispielsweise auch Indikatoren für Stoffströme einbetten. Ferner ist dieses Konzept bei einer Vielzahl von nationalen und internationalen Institutionen in Verwendung. So betreibt das statistische Bundesamt eine integrierte Nachhaltigkeitsberichterstattung, die sich aus physischen Strom- und Bestandsgrößen sowie ökonomischen Daten zusammensetzt. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Indikatoren-systeme aus der Familie der Satellitensysteme sich aufgrund ihrer Transparenz, hohen Flexibilität und vor allem der empirischen Grundlage durchgesetzt haben. Problematisch ist dabei jedoch die schlechte Kommunizierbarkeit. Können Wohlfahrtsindikatoren gut kommuniziert werden, so besteht bei den Satellitensystemen die Schwierigkeit, die Vielzahl der Einzelindikatoren und deren Wechselwirkung zu erläutern. Damit zusammenhängend wird auf eine Gewichtung bzw. Bewertung der Einzelindikatoren verzichtet, aber auch kein schlüssi-

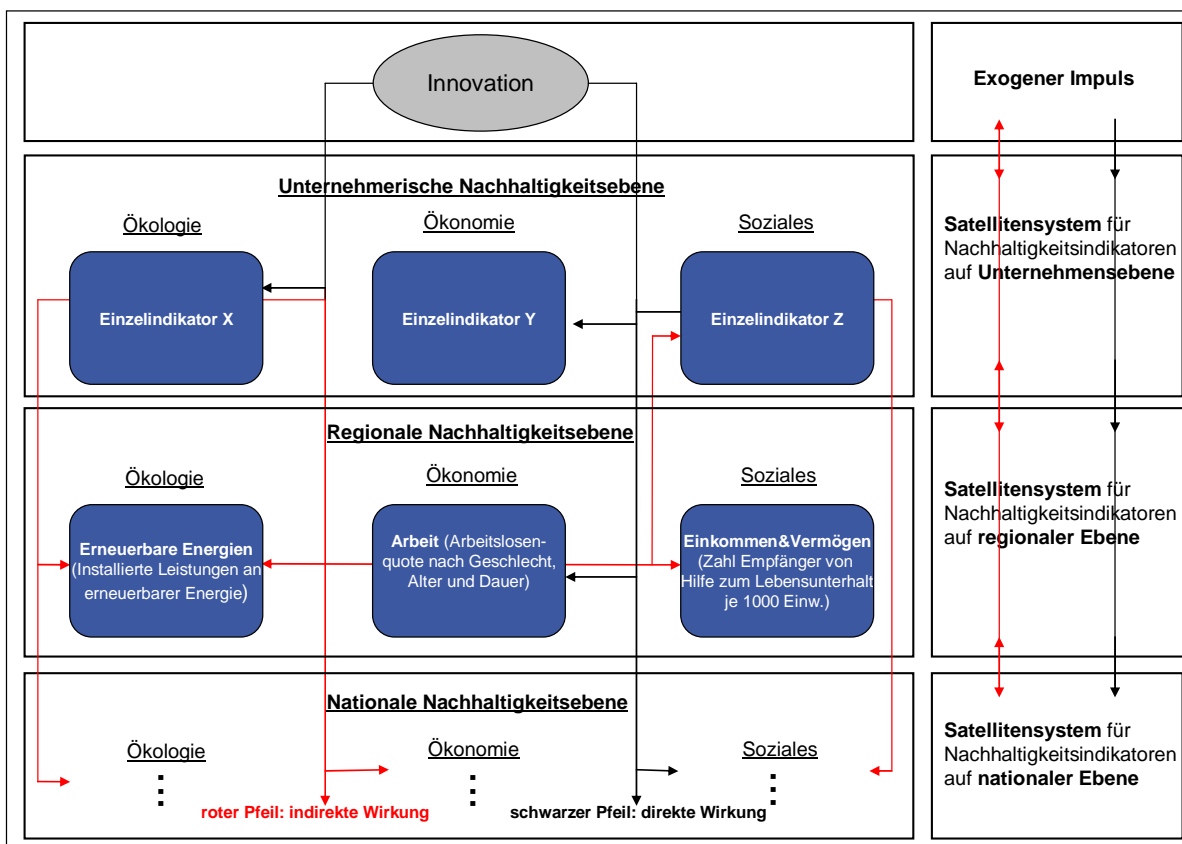
---

<sup>2</sup> Im Gegensatz zu Wohlfahrtsindikatoren kann hierdurch beispielsweise die Problematik der Monetarisierung von Naturwerten vermieden werden.

ges Lösungskonzept für dieses Problem geliefert, so dass nicht einfach und direkt Folgerungen für die Politik entstehen.

Dennoch sind auch in Bezug auf Innovationen Nachhaltigkeitsindikatoren aus der Klasse der Satellitensysteme zu wählen. Da dies an bestehende Berichtssysteme anknüpft sind damit auch Daten verfügbar, auch wenn dies einen höheren Aufwand bei der Formulierung von Empfehlungen erfordert. Überträgt man die dargestellten Eigenschaften dieses Ansatzes, so lässt sich erkennen, dass sich die Wirkungen von Innovationen auf Nachhaltigkeit gut abbilden lassen. Vor allem der Aspekt der Transparenz spricht für Satellitensysteme: Im Gegensatz zu Wohlfahrtsindikatoren kann man bei diesen direkte Wirkungszusammenhänge zwischen einer entsprechenden Innovation und dem jeweiligem Einzelindikator des Systems herstellen und Wirkungsschwerpunkte identifizieren. Im Gegensatz zu Aggregationsansätzen erhöht sich die Transparenz auch im Hinblick auf indirekte Wirkungszusammenhänge, die sich im Zusammenspiel der Einzelindikatoren des Gesamtsystems abbilden lassen. Daneben lässt sich der Problematik der Abbildung einer etwaigen ebenenübergreifenden Wirkung von Innovationen begegnen (siehe Abbildung 1).

Abb. 1: Beispiel für den Zusammenhang von Innovationen und Satellitensystemen



Quelle: Eigene Darstellung

Auf unterschiedlichen Ebenen (supranational, national, regional, etc.) wird Nachhaltigkeit aufgrund bestehender Ebenenspezifika differenziert wahrgenommen. Dies findet zumeist Ausdruck in der Wahl von Indikatoren. In diesem Zusammenhang ist auf Kompatibilität zu achten, d.h. Einzelindikatoren der jeweiligen Ebenen sollten verknüpfbar sein, um die zu untersuchende Wirkung von Innovationen ebenenübergreifend sichtbar machen zu können. Genau das können Satellitensysteme leisten (siehe Abbildung 1).

Des Weiteren spielt die bereits erwähnte Problematik existierender Datensätze für das Satellitenkonzept eine Rolle, wenn es um die Auswahl einer bestimmten Bewertungsmethode geht. Dies verdeutlicht der nächste Abschnitt.

#### **4 Bewertungsansätze einer nachhaltigen Entwicklung**

Die Frage nach einem geeigneten Bewertungsverfahren der Messergebnisse von Indikatoren ist im Kontext der Forschungsfrage momentan nicht eindeutig zu beantworten. Dies hängt zum einen stark von der Datenlage zu wählender Indikatorsets ab. Zum anderen ist im weiteren Vorgehen des Forschungsprojekts zu bestimmen, wie Nachhaltigkeitsaspekte in die betriebswirtschaftlichen Bewertungskonzepte einfließen sollen. Ferner bedarf es der Abstimmung, wie „fein“ die Nachhaltigkeitsanalyse auszugestaltet ist. Es ist also zu klären, ob die Bewertungsansätze, die eine relativ undifferenzierte Aussage bezüglich der Nachhaltigkeitswirkung von Innovation abzubilden vermögen, ausreichen oder ob fein differenzierende Ansätze notwendig sind. Dieser Abschnitt gibt einen Überblick über gängige Bewertungsmethoden.

Anknüpfend an die Messung von Nachhaltigkeit besteht die Frage nach der Bewertung der Messergebnisse. Der Fokus der Bewertung liegt auf Satellitensystemen, da sie bei der Messung von Nachhaltigkeit im Hinblick auf Innovationen am ehesten geeignet sind. Resultierend aus dem Systemansatz zur Messung von Nachhaltigkeit bestehen unterschiedliche systemanalytische Methoden zur Bewertung. Dabei handelt es sich um modellgestützte analytische Ansätze, die neben direkten Wirkungen einzelner Indikatoren auch indirekte Wirkungszusammenhänge aufzeigen. Neben der rein praktischen Anwendung empirischer Daten, also einer retrospektiven Analyse, werden diese Modelle auch zur Prognostizierung zukünftiger Entwicklungen verwendet. Sie arbeiten in diesem Zusammenhang mit unterschiedlichen Szenarien einer nachhaltigen Entwicklung, die sich mit Hilfe des Satellitensystems von Indikatoren abbilden lassen. Dabei ist auf eine fließende Abgrenzung zwischen Modellierung und Messung hinzuweisen. Die systemanalytischen Modelle mit ihren Ergebnissen von Szenarioanalysen und empirischen Wirkungsanalysen können den Verantwortlichen der entsprechenden Nachhaltigkeitsebene als Entscheidungshilfe dienen, um einen nachhaltigen Entwicklungsprozess auf ihrer Ebene zu initiieren. Im politischen Bereich unternimmt man derartige Abschätzungen im Kontext der Gesetzesfolgenabschätzung (Bizer/Lechner et al.

(2010)) bzw. der Nachhaltigkeit in der Gesetzesfolgenabschätzung. Auf der Ebene der Unternehmung gibt es dafür zahlreiche Ansätze, die unter strategischer Ausrichtung und Wahrnehmung der sozio-ökologischen Verantwortung firmieren (Vgl. Müller/Schaltegger (2008)). Systemanalytische Modelle lassen sich nach mehreren Modellklassen differenzieren. Edler (2005) benennt in diesem Zusammenhang sechs unterschiedliche Klassen:

Tab. 1: Überblick von Bewertungsmethoden von Nachhaltigkeit

Modelltyp	Charakteristika
Makro-ökonomische Modelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der Wirkung von wirtschaftspolitischen Maßnahmen auf das gesamtwirtschaftliche oder sektorale Niveau</li> </ul>
Allgemeine berechenbare Gleichgewichtsmodelle (CGE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• basieren auf der ökonomischen Theorie des Marktgleichgewichts</li> <li>• impliziten Annahme effizienter Ressourcenallokation</li> <li>• Kalibrierung der Modellparameter über Input-Output-Datensätze</li> </ul>
sektorale (partielle) Modelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung eines einzelnen spezifischen Teils der Volkswirtschaft</li> <li>• Nachteil der Ausblendung der restlichen Sektoren</li> </ul>
Systemtheoretische Bewertungsmodelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abbildung von positiven wie auch negativen kausalen Zusammenhängen zwischen den Systembestandteilen</li> <li>• hohe Dynamik in Verbindung mit hohen Modellkomplexität</li> <li>• Notwendigkeit einer sehr hohen Datenverfügbarkeit</li> </ul>
Multikriteriellen Bewertungsverfahren (MKA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Methodenmix qualitativer und quantitativer Bewertungsansätze</li> <li>• Fokus auf Minimierung von „Trade-Offs“ zwischen den einzelnen Subsystemen</li> </ul>
Kosten-Nutzen-Analyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• basiert auf dem Prinzip der Nutzenmaximierung</li> <li>• Monetarisierung aller Bestandteile der jeweiligen Subsysteme</li> <li>• sektorübergreifende Kompensation</li> </ul>

Quelle: Eigene Darstellung

*Makro-ökonomische Modelle* analysieren im Wesentlichen die Wirkung von wirtschaftspolitischen Maßnahmen auf die gesamtwirtschaftliche Entwicklung, gemessen als BIP oder auf sektoralem Niveau der Wertschöpfung. *Allgemeine berechenbare Gleichgewichtsmodelle* (CGE) hingegen basieren auf der ökonomischen Theorie des Marktgleichgewichts und damit der impliziten Annahme effizienter Ressourcenallokation. Die Kalibrierung der Modellparameter läuft über Input-Output-Datensätze. Einen weiteren Bewertungsansatz stellen *sektorale (partielle) Modelle* dar. Sie konzentrieren sich auf die Modellierung eines einzelnen spezifischen Teils der Volkswirtschaft, besitzen aber den Nachteil der Ausblendung der restlichen Sektoren und somit auch deren Interaktion.

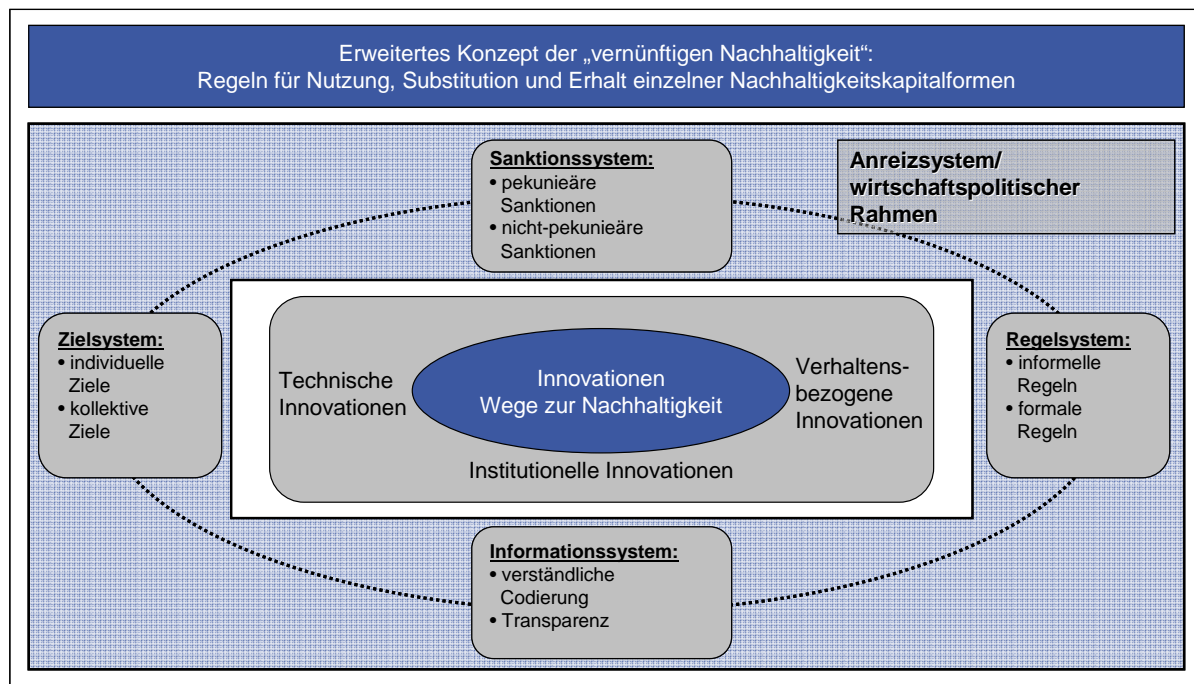
*Systemtheoretische Bewertungsmodelle* beruhen auf der interdisziplinären Systemtheorie. Wesentliches Charakteristikum dieses Ansatzes bildet die Abbildung von positiven wie auch negativen kausalen Zusammenhängen zwischen den Systembestandteilen, was auch als Versuch der Lösung der „Trade-off“-Problematik zu interpretieren ist. Dieser Ansatz zeichnet sich im Vergleich zu den vorangehenden Ansätzen durch eine hohe Dynamik aus, die jedoch mit einer sehr hohen Komplexität verbunden ist. Die Ursache für diese Komplexität liegt vor allem im nicht-linearen Modellverhalten sowie der Notwendigkeit einer sehr hohen Datenverfügbarkeit und der komplizierten Identifikations- und Schätzproblematik von Modellparametern.

Daneben existiert der Ansatz der *multikriteriellen Bewertungsverfahren* (MKA). Sie setzen sich aus unterschiedlichen qualitativen und quantitativen Bewertungsansätzen zusammen (Methodenmix). Der Fokus dieser Verfahren liegt auf der Minimierung von „Trade-Offs“ zwischen den einzelnen Subsystemen der Nachhaltigkeit. Abschließend ist die *Kosten-Nutzen-Analyse* als Bewertungsansatz einer nachhaltigen Entwicklung zu nennen. Sie basiert auf dem Prinzip der Nutzenmaximierung. Hierzu erfolgt zumeist eine Monetarisierung aller Bestandteile der jeweiligen Subsysteme. Kritisch zu bewerten sind bei diesem Ansatz die sektorübergreifende Kompensation und die Frage nach einem angemessenen Umrechnungsfaktor für die gewählten Bestandteile der jeweiligen Subsysteme.

### 5 Wirkungszusammenhang von Innovation und Nachhaltigkeit

Zur Positionierung und Analyse der Wirkung von Innovationen auf Nachhaltigkeit steht zunächst die Identifikation potenzieller Anknüpfungspunkte für Wirkungszusammenhänge zwischen den beiden Bereichen im Vordergrund.

Abb. 2: Nachhaltige Entwicklung und Anreizsysteme



Quelle: Eigene Darstellung nach Majer (1998)

Wie in Abbildung 2 veranschaulicht, ist für die Frage nach der Wirkung von Innovationen auf Nachhaltigkeit die Wahl zunächst das Nachhaltigkeitskonzept als Zielsystem zu wählen. Mit der Entscheidung für das erweiterte Konzept der vernünftigen Nachhaltigkeit sind zunächst essenzielle Kapitalbestandteile (Komponente vernünftige Nachhaltigkeit) und Grenzwerte für spezifische Bestandteile (Komponente physische Nachhaltigkeit) festzulegen. Im Rahmen

des Forschungsprojektes erfolgt dies konkret über die Auswahl eines entsprechenden Indikatorsets für die jeweilige Nachhaltigkeitsebene.

Daran anschließend sind mögliche Wirkungen von Innovationen auf Nachhaltigkeit zu analysieren. Zu diesem Zweck ist eine differenzierte Darstellung von Innovationen im Kontext von Nachhaltigkeit erforderlich.

Schumpeter (1947) aufgreifend formulieren Hauschildt/Salomo (2007) Innovationen als „qualitativ neuartige Produkte oder Verfahren, die sich gegenüber einem Vergleichszustand ‚merklich‘ – wie auch immer das zu bestimmen ist – unterscheiden“ und führen diese Begriffsdefinition in einen technischen Kontext. Doch Innovationen können auch anderen Sparten zugeordnet werden. Nach Majer (1998) existieren neben den rein technischen Innovationen auch institutionelle und verhaltensbezogene Innovationen (siehe Abbildung 2).

Technische Innovationen erfüllen in der Regel ökonomische Effizienz in dem Sinne, das technische Produkte oder Produktionsverfahren beinhalten, die weniger Ressourcen beanspruchen. Auch ist die mögliche Substitution veralteter Technologien, also ineffizienter Technologien, ein Merkmal technischer Innovationen. Allerdings sind damit nicht die Innovationen abgedeckt, die neue Bedürfnisse entdecken und befriedigen. Diese lassen sich nicht mit einem einfachen (komparativ-statischen) Effizienzbegriff erfassen, lassen sich aber ebenfalls auf ihre Nachhaltigkeitswirkungen hin untersuchen.

Im Zusammenhang mit Nachhaltigkeit erlangen verhaltensbezogene Innovationen eine besondere Bedeutung. Werden diese in Beziehung zu Verzichtsausübung gesetzt, führt das aus neoklassischer Sicht in der Regel zu einer Nutzenreduzierung. Es ist aber vorstellbar, dass durch verhaltensbezogene Innovationen ein Verzicht auf die Nutzung einer bestimmten Technologie oder Ressource ausgeübt wird, der aber durch Substitution effizienter Technologien den Nutzen konstant hält oder sogar steigen lässt. Aus Sicht der Nachhaltigkeit wäre der Verzicht auf bestimmte Technologien oder auf die Nutzung bestimmter Rohstoffe wie auch von Schadstoffsenken ohnehin positiv zu bewerten, wenn auch unklar bleibt, welche Anreize die Akteure jenseits intrinsischer Motivation zu diesem Verzicht haben sollten (Vgl. Majer (1998), S. 235 f.).

Institutionelle Innovationen stellen den Motor des gesellschaftlichen Innovationsprozesses dar und bilden damit eine wesentliche Grundlage einer nachhaltigen Entwicklung. Institutionelle Innovationen geben durch Änderung des wirtschaftspolitischen Rahmens entscheidende Impulse zu technischen und verhaltensbezogenen Innovationen.

Insgesamt kann das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung über drei Innovationsformen erreicht werden. Erstens durch technische Innovation und Substitution, zweitens durch materiellen Verzicht und Kompensation durch verhaltensbezogene Innovationen und drittens durch institutionelle Innovationen. Ferner sieht Majer (Vgl. Majer (1998), S. 230) die Notwendigkeit einer integrativen Betrachtung der drei Innovationsformen, da beispielsweise neues



Verhalten eine technische oder institutionelle Veränderung voraussetzt. Die Neuerungen in Technik, Verhalten und Institutionen sollen zu einer nachhaltigen Entwicklung führen, die jedoch ein spezifisches Anreizsystem<sup>3</sup> zur Initiierung benötigt. Dieses besteht aus Ziel-, Regel-, Sanktions- und Informationssystemen für Nachhaltigkeit und bildet damit den wirtschaftspolitischen Rahmen, in den es Innovationen einzubetten gilt (siehe Abbildung 2).

Das Zielsystem kann hierbei in zwei unterschiedliche Zielbereiche unterteilt werden. Einmal die individuellen Ziele von Unternehmen, wie die Gewinnmaximierung, und die gesellschaftlichen Ziele, wie langfristige Existenzsicherung und Ressourcenschonung. Dabei ist die Differenzierung zwischen individuellen und gesellschaftlichen Zielen nicht immer eindeutig. So können auch abhängig von der Unternehmenskultur primär gesellschaftliche Ziele auch Ziele des Unternehmens sein und die Gesellschaft verfolgt insgesamt eine Rahmensetzung, innerhalb derer Unternehmen Gewinn erzielen können.

Um die entsprechende Rahmensetzung zu erhalten sind, wie oben beschrieben, die gesellschaftlichen Ziele für Nachhaltigkeit zu definieren. Dafür sind adäquate Indikatoren notwendig, um daraus die Zielerreichung nachhaltiger Entwicklung abzubilden. In der Praxis existieren für individuelle sowie gemeinschaftliche Ziele Indikatoren. Individuelle, unternehmerische Ziele von Innovationen werden in der Regel in Form von betriebswirtschaftlichen Kennzahlen wie beispielsweise dem Kapitalwert oder dem „Return on Investment“ operationalisiert. Gesellschaftliche Ziele, wie z.B. Ziele der Nachhaltigkeit, existieren zumeist in Form von Satellitensystemen auf einer Vielzahl von Ebenen, beispielsweise auf der Bundesebene in Form der „Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie für Deutschland“ mit entsprechend integriertem Indikatorensystem für Nachhaltigkeit.<sup>4</sup>

Ein weiterer Bestandteil des Anreizsystems stellt das Regelsystem dar. Auch hier besteht eine Unterteilung in zwei Klassen von Regeln. Formale Regeln bilden den greifbaren Regelblock ab, wie Organisationsstrukturen in Unternehmen, Verträge, Gesetz, Märkte, etc. Die zweite Klassifikation von Regelsystemen bilden die informellen Regeln, wie Sitten, Bräuche, Normen, etc. Das Regelsystem stellt ein besonders wichtiges System zur Initiierung einer nachhaltigen Entwicklung durch eine entsprechend nachhaltigkeitsorientierte Gesetzgebung dar und muss mit den Zielvorstellungen korrespondieren.

In engen Zusammenhang zum Regelsystem steht das dritte Subsystem des Anreizsystems, das Sanktionierungssystem. Die Kopplung an das vorangegangene System besteht in Form der Motivation der Akteure, sich an bestehende Regeln zu halten. Dabei ist zwischen pekuniären und nicht-pekuniären Belohnungen und Bestrafungen zu differenzieren. Pekuniäre Belohnungen und Bestrafung orientieren sich an bestehenden formalen Regeln und äußern sich in Form von Subventionen, Geldstrafen, Steuern, etc. Sie dienen dem Gesetzgeber als

---

<sup>3</sup> Entspricht im Forschungskontext den wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen.

<sup>4</sup> Eine wesentliche Kernaufgabe des Forschungsprojekts besteht in der Identifikation geeigneter Indikatorensysteme auf allen relevanten Ebenen, um die Strahlkraft von Innovationen auf Nachhaltigkeit zu operationalisieren.

Instrument zur Durchsetzung des entwickelten formalen Regelsystems. Nicht-pekuniäre Belohnungen und Bestrafungen beziehen sich auf den informellen Regelblock und eröffnen die Möglichkeit durch Ansehen, Ruhm und Auszeichnungen Einfluss auf eine nachhaltige Entwicklung zu nehmen. Diese Form der Einflussnahme erscheint oftmals einfacher durchsetzbar, da sie keine legislative Verankerung benötigt und sich aus bestehenden Werte- und Normsystemen ableiten lässt. Der letzte Bestandteil des Anreizsystems ist das Informationssystem. Als wesentliches Merkmal dieses Systems sind Transparenz und einheitliches Verständnis kommunizierter Informationen zu nennen.

Die beschriebenen Subsysteme sollen neben der Operationalisierung von Nachhaltigkeit dazu dienen, die Wechselwirkungen zwischen Nachhaltigkeit und Innovationen zu identifizieren. Mit ihrer Hilfe können die Möglichkeiten einer Innovationssteuerung im Sinne der Nachhaltigkeit erörtert werden. Neben der Identifikation von betroffenen Stakeholdern und der Darstellung von Wirkungsketten bildet die Untersuchung der möglichen Steuerungsmechanismen den Forschungsschwerpunkt seitens der VWL.

## **6 Zusammenfassung und Ausblick**

Im Mittelpunkt der Ausführungen stand zunächst, den grundsätzlichen Nachhaltigkeitsansatz zu wählen. Als dieser ist die „vernünftige Nachhaltigkeit“ herausgearbeitet worden, weil sie Substitutionen in Bezug auf bestimmte, nicht für die Funktion des Gesamtsystems essenziellen Bestandteilen in bestimmten Grenzen zulässt. Diese essenziellen Bestandteile des Kapitalstocks einschließlich festgelegter Grenzwerte sind als Zielkatalog festzulegen. Im konkreten Fall des Forschungsvorhabens geschieht dies durch die Festlegung auf ein bestimmtes Indikatorset für die jeweilige Nachhaltigkeitsebene (Satellitensystem). Von der regionalen Ebene aufwärts erscheint die Auswahl des Indikatorsets relativ unproblematisch, da auf bereits existierende und erprobte Indikatorsets zurückgegriffen werden kann. Für die Unternehmensebene wäre das noch anhand der bestehenden Leitbilder, der Unternehmenskultur etc. zu untersuchen. Wie im vorangegangenen Abschnitt beschrieben, existieren unterschiedliche Ausprägungen von Innovationen, die höchstwahrscheinlich in unterschiedlicher Form Nachhaltigkeitswirkungen entfalten. Damit steht als nächster wesentlicher Schritt die Ausarbeitung eines geeigneten Indikatorsets auf Unternehmensebene an, der eine möglichst hohe Anzahl von Nachhaltigkeitseffekten abbildet und gleichzeitig anschlussfähig zu den übergeordneten Nachhaltigkeitsebenen ist. Dies kann nur im Dialog mit den jeweiligen Praxispartnern erfolgen und durch die Literatur ergänzt werden. In diesem Zusammenhang besteht auch die Notwendigkeit einer ebenenübergreifenden Synchronisierung der Indikatorsets, um Anschlussfähigkeit unter ihnen herzustellen. Die dadurch erreichte Durchlässigkeit der Zielsysteme über unterschiedliche Nachhaltigkeitsebenen hinweg ermöglicht die Abbildung der Wirkungskette von Innovationen (siehe Abbildung 1). Im Anschluss kann man mit

einem entsprechenden Bewertungsverfahren klären, welche alternativen Produkte („altes“ versus „neues“) bestimmt werden, wobei hierzu die Bewertungsmethode an der Tatbestand vorhandener Daten anzupassen ist.

Neben dem schwerpunktmäßig auf Operationalisierung orientierten Teil ist der wirtschaftspolitische Rahmen bzw. das Anreizsystem zu untersuchen (vgl. Abschnitt 5), um abschließend beispielhafte Aussagen in konkreten Politikfeldern zu treffen, die auf eine verbesserte Steuerung von nachhaltigkeitsorientierten Innovationen zielen.

**Literaturverzeichnis**

- Atkinson, G. (1997). *Measuring sustainable development : macroeconomics and the environment*. Cheltenham.
- Bizer, K., S. Lechner und M. Führ (2010). *The European Impact Assessment and the Environment*. Berlin [u.a.], Springer. (im Erscheinen)
- Bleischwitz, R. (1998). *Ressourcenproduktivität: Innovationen für Umwelt und Beschäftigung*. Berlin [u.a.], Springer.
- Boulding, K. (1978). *Ecodynamics : a new theory of societal evolution, Beverly Hills*.
- Brundtland, G. H. (1987). *Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development*. Oxford.
- Bundestag, D. (1998). "Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt". Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltigen zukunftsverträglichen Entwicklung: Konzept Nachhaltigkeit - Vom Leitbild zur Umsetzung." No. 13/11200
- Daly, H. (1996). "Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development." *Population and development review* 22 (4): 783-788.
- Dasgupta, P. und K.-G. Mäler (2001). *Wealth as a criterion for sustainable development*.
- Edler, D. (2005). "Integration ökologischer, ökonomischer und sozialer Nachhaltigkeitskriterien." *Neue Wege statistischer Berichterstattung, Statistisches Bundesamt*.
- Georgescu-Roegen, N. (1971). *The entropy law and the economic process*. Cambridge.
- Hauschildt, J. und S. Salomo (2007). *Innovationsmanagement*. München, Vahlen.
- Hinterberger, F., F. Luks und F. Schmidt-Bleek (1997). "Material flows vs 'natural capital' : what makes an economy sustainable?" *Ecological economics* 23 (1): 1-14.
- IPCC (2007). *Climate change 2007 : the Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge [u.a.], Cambridge Univ. Press.
- Kuik, O. J. und A. j. Gilbert (1999). Indicators of Sustainable Development. in: J. Van den Bergh, *Handbook of Environmental and Resource Economics*. Cheltenham, 722-730.
- Majer, H. (1998). *Wirtschaftswachstum und nachhaltige Entwicklung*. München, Oldenbourg.
- Majer, H. (2001). *Moderne Makroökonomik : ganzheitliche Sicht*. München [u.a.], Oldenbourg.
- Müller, M. und S. Schaltegger (2008). *Corporate Social Responsibility : Trend oder Modeerscheinung ; ein Sammelband mit ausgewählten Beiträgen von Mitgliedern des Doktorandennetzwerkes nachhaltiges Wirtschaften (DNW)*. München, Oekom.
- OECD (1994). *Agricultural policies, markets and trade : monitoring and outlook*. Paris, OECD.
- Pearce, D. und R. K. Turner (1990). *Economics of natural resources and the environment*. Baltimore.

- Pezzey, J. (1992). "Sustainable development concepts : an economic analysis." World Bank environment paper No. 2
- Schumpeter, J. A. (1947). "The Creative Response in Economic History." *The Journal of Economic History* 7 (2): 149-159.
- Serageldin, I. (1996). "Sustainability and the wealth of nations : first steps in an ongoing journey."
- Stern, N. (2007). *The economics of climate change : the Stern review*. Cambridge [u.a.], Cambridge Univ. Press.

## Recent Discussion Papers

101. Sieg, Gernot: A political business cycle with boundedly rational agents. March 2000
102. Jarchow, Hans-Joachim: Geldpolitik bei extrapolativen, semirationalen und rationalen Inflationserwartungen. June 2000
103. Georgopoulos, Antonios / Salavrakos, Ioannis-Dionysios: Griechische Joint-Ventures in Ost-Europa - Ein erfolgversprechendes Kooperationsmodell? November 2000
104. Haufler, Andreas / Schjelderup, Guttorm / Stähler, Frank: Commodity Taxation and International Trade in Imperfect Markets. January 2001
105. Barbaro, Salvatore: Gibt es eine Umverteilung von den *Armen* zu den *Reichen* durch die öffentliche Hochschulfinanzierung? Tragen Akademiker die Kosten ihres Studiums? Einige methodologische Anmerkungen zum Forschungsstand über die Verteilungswirkungen der öffentlichen Hochschulfinanzierung in der Bundesrepublik Deutschland. May 2001
106. Krieger, Tim: Intergenerational Redistribution and Labour Mobility: A Survey. May 2001
107. Kalbitzer, Ute: Das Schweigen der Ökonomik. Wissenschaftliche Politikberatung als wirtschaftspolitischer Diskurs. May 2001
108. Haufler, Andreas / Pflüger, Michael: International Commodity Taxation under Monopolistic Competition, June 2001
109. Südekum, Jens: Home Goods and Regional Price Indices: A Perspective from New Economic Geography, July 2001
110. Onozaki, Tamotsu / Sieg, Gernot / Yokoo, Masanori: Stability, Chaos and Multiple Attractors: A Single Agent Makes a Difference, November 2001
111. Rühmann, Peter / Südekum, Jens: Severance Payments and Firm-Specific Human Capital, November 2001
112. Krieger, Tim: Immigration, Public Pensions, and Heterogenous Voters, April 2002
113. Lambsdorff, Johann Graf / Sitki Utku Teksoz: Corrupt Relational Contracting, May 2002
114. Barbaro, Salvatore: The Distributional Impact of Subsidies to Higher Education – Empirical Evidence from Germany, September 2002
115. Sauer, Christoph / Schratzenstaller, Margit: Strategies of international fiscal competition for foreign direct investment in a model with impure public goods, December 2002
116. Barbaro, Salvatore: The Combined Effect of Taxation and Subsidization on Human Capital Investment, January 2003
117. Südekum, Jens: Increasing Returns and Spatial Unemployment Disparities, April 2003
118. Krieger, Tim / Sauer, Christoph: Will Eastern European Migrants Happily Enter the German Pension System after the EU Eastern Enlargement? May 2003
119. Thies Büttner / Robert Schwager: Regionale Verteilungseffekte der Hochschulfinanzierung und ihre Konsequenzen. October 2003
120. Barbaro, Salvatore / Südekum, Jens: Reforming a complicated income-tax system: The political economics perspective. January 2004
121. Barbaro, Salvatore: Tax Distortion, Countervailing Subsidies and Income Redistribution. April 2004
122. Cogneau, Denis / Grimm, Michael: The Measurement of Income Distribution Dynamics when Demographics are correlated with Income. January 2005
123. Grömling, Michael: Konjunkturprognosen - Verfahren, Erfolgskontrolle und Prognosefehler. February 2005
124. Tonoyan, Tamara: Poverty, Inequality and Health: A case study of Armenia. February 2005
125. Klasen, Stephan: Population Growth, (Per Capita) Economic Growth, and Poverty Reduction in Uganda: Theory and Evidence. April 2005
126. Klasen, Stephan / Woltermann, Silke: The impact of demographic dynamics on economic development, poverty and inequality in Mozambique. April 2005
127. Enß, Petra / Schwager, Robert: Kommunaler Finanzausgleich und Gewerbesteuerhebesätze in Niedersachsen. January 2006
128. Ohr, Renate / Schmidt, André: Handelbare Verschuldungsrechte zur Sicherung fiskalischer Stabilität in der Währungsunion? February 2006.
129. Schmidt, André / Voigt, Stefan: Der more economic approach in der Missbrauchsaufsicht: Einige kritische Anmerkungen zu den Vorschlägen der Generaldirektion Wettbewerb. April 2006.
130. Wolff, Sascha: Migration und ihre Determinanten im ost-westdeutschen Kontext nach der Wiedervereinigung: Ein Literaturüberblick. June 2006.
131. McCulloch, Neil / Weisbrod, Julian / Timmer, C. Peter: Pathways out of poverty during an economic crisis: An empirical assessment of rural Indonesia. March 2007.

132. Wolff, Sascha: Prognosen zur Ost-West-Wanderung nach der deutschen Wiedervereinigung. April 2007.
- 133: Stephan Klasen and David Lawson: The Impact of Population Growth on Economic Growth and Poverty Reduction in Uganda. May 2007.
134. Verena Mertins: Die Empfänger von Innovationsförderung: Ergebnisse einer Unternehmensbefragung in Niedersachsen. January 2008.
135. Zulia Gubaydullina and Kilian Bizer: Tracing Fairness Intentions: Chinese Whisper. February 2008.
136. Sebastian Lechner, Zulia Gubaydullina and Kilian Bizer: The allocation of property rights to intangible cultural assets. February 2008.
137. Verena Mertins and Anja Sölter: Définition et dénombrement statistique de la population des PME dans l'Union Européenne. June 2008.
138. Corinna Ahlfeld: More Groups, Cheaper Reforms? March 2009.
139. Corinna Ahlfeld: Speeding up Reforms? Fragmentation and Compensation Payments in an Experimental Design. March 2009.
140. Zulia Gubaydullina and Markus Spiwoks: Portfolio diversification: an experimental study. March 2009
141. Renate Ohr: European Monetary Union at Ten: Had the German Maastricht Critics Been Wrong? May 2009.
- 142 Rühmann, Peter : Zur Bedeutung der räumlichen Mobilität in einer Währungsunion. June 2009.
- 143 Ahlfeld, Corinna: The scapegoat of heterogeneity - How fragmentation influences political decisionmaking. June 2009.