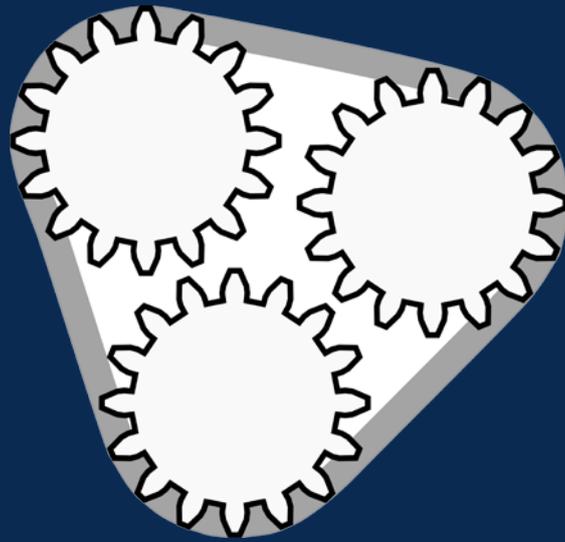




TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN

Fakultät Maschinenwesen/Philosophische Fakultät



# IMPULSPAPIER

NACHHALTIGKEIT ALS INNOVATIONS- UND  
UNTERNEHMENSSTRATEGIE IM MASCHINENBAU:  
GEGENWART UND ZUKUNFT

Dresden, im Oktober 2010

## **Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt**

„Untersuchungen zur Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in Innovationsprozesse im Maschinen- und Anlagenbau Deutschlands (INAIN)“

Laufzeit: 01.09.2008 bis 31.08.2010



Gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

**VDI|VDE|IT**

Projekträger: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH

FKZ: 1611586

## **Beteiligte Einrichtungen**

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Martin Schmauder

Technische Universität Dresden

Fakultät Maschinenwesen

CIMTT Zentrum für Produktionstechnik und Organisation

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Gritt Ott, Dipl.-Ing. Michael Krengel, Dipl.-Ing. Kerstin Lehmann

Telefon: + 49 351 463 37518

Fax: + 49 351 463 37119

E-Mail: [Gritt.Ott@tu-dresden.de](mailto:Gritt.Ott@tu-dresden.de)

Internet: <http://tu-dresden.de/cimtt>

Technische Universität Dresden

Philosophische Fakultät

Zentrum für interdisziplinäre Technikforschung (ZIT)

Bearbeiter: Dr. Helmut Gebauer, Dipl.-Psych. Mathias Hofmann,  
Dipl.-Vw. Oliver Komorek

Telefon: + 49 351 463 32891

Fax: + 49 351 463 37037

E-Mail: [Helmut.Gebauer@tu-dresden.de](mailto:Helmut.Gebauer@tu-dresden.de)

Internet: <http://tu-dresden.de/zit>

Oktober 2010, 2. Auflage vom 28.10.2010



Impulspapier  
Nachhaltigkeit als Innovations- und  
Unternehmensstrategie im Maschinenbau:  
Gegenwart und Zukunft



# Inhalt

1	Einleitung	2
2	Wie entstehen Innovationen?	4
3	Wie innovieren Unternehmen und welche Bedeutung hat Nachhaltigkeit dabei?	7
4	Nachhaltigkeit ist ...	9
5	Wie kann Nachhaltigkeit integriert werden?	12
6	Integration von Nachhaltigkeit - Handlungsansätze	19
	Literatur	22

# 1 EINLEITUNG

Dieses Impulspapier richtet sich an Unternehmen mit dem Ziel, Innovationsprozesse in Hinblick auf Nachhaltigkeit zu optimieren. Es wird eine Strategie dargestellt, mit deren Hilfe dieses Ziel erreicht werden kann. Darüber hinaus dient das Papier sowohl bei der internen als auch externen Kommunikation als Argumentationshilfe für die Umsetzung dieser Strategie.

Das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung erwächst gegenwärtig aus einer kritischen Beurteilung der globalen Situation. Zumeist wird gefordert, die gesellschaftliche „Naturvernutzung“ einzuschränken. Begründet wird dies einerseits mit dem Gebot, Gefährdungen der menschlichen Existenz entgegen zu wirken. Andererseits wird auf das Recht sowohl der gegenwärtigen als auch künftigen Generationen verwiesen, ihre Bedürfnisse befriedigen zu können. Zentrale Konzepte sind intra- und intergenerationelle Gerechtigkeit (Verteilungsgerechtigkeit) sowie Handlungsautonomie.

Von verschiedenen Stellen wird immer wieder betont, dass es im Rahmen einer nachhaltigen Entwicklung möglich sein soll, Umweltbelastungen zu reduzieren bzw. zu vermeiden. Zugleich soll die Chance auf wirtschaftlicher Weiterentwicklung erhalten bleiben, ohne dabei das Prinzip der sozialen Gerechtigkeit zu verletzen.

In der Umsetzung dieses Leitbildes erwachsen Zielkonflikte auf verschiedenen Ebenen – angefangen von internationalen und nationalen Programmen über Strategien von Organisationen, Unternehmen etc. bis hin zu individuellen Lebensstilen. Diese Zielkonflikte erweisen sich einerseits als Hemmnis, fordern andererseits immer auch Kreativität heraus und bergen die Möglichkeit neue Entwicklungswege einzuschlagen.

In einem durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projektes wurde für das vorliegende Impulspapier untersucht, wie Nachhaltigkeit in unternehmerische Innovationsprozesse integriert werden kann. Als konkretes Untersuchungsfeld wurde der Maschinen- und Anlagenbau gewählt, da sich die Nachhaltigkeitsintegration in Innovationsprozesse in diesem Industriezweig auf alle Produktlebensphasen auswirkt. Der Untersuchungsschwerpunkt wurde auf kleinere und mittelständische Unternehmen gelegt, weil bei diesen ein besonders großer Zielkonflikt zwischen marktgetriebenen kurzfristigen wirtschaftlichen Interessen und der langfristigen Orientierung auf Nachhaltigkeit erwartet wurde. Dies lies sich durch vorab durchgeführte empirische Untersuchungen bestätigen.

Im Fokus der Untersuchungen standen:

- die Erforschung der Wirkungszusammenhänge in unternehmerischen Innovationsprozessen, um zu bestimmen, inwieweit diese gegenüber gesellschaftlichen Anforderungen offen sind und
- die Konkretisierung des Nachhaltigkeitsbegriffes, um zu ermitteln, in welcher Form diese Anforderungen zur Wirkung gebracht werden können.

Eine wichtige Erkenntnis des Projektes ist, dass Innovationsprozesse den Gesetzen der Selbstorganisation unterliegen und in ihrem Gesamtverlauf nur begrenzt voraussehbar, planbar und steuerbar sind. Dies schließt Gestaltbarkeit jedoch nicht aus. Wichtig ist es, jene kritischen Zeitfenster („windows of opportunity“) zu erkennen, in denen in den Innovationsprozess eingegriffen werden kann. Das im Rahmen der Untersuchung weiter entwickelte Konzept der Pfadabhängigkeit und Pfadbrechung ermöglicht es, das Verhältnis von Eigen-dynamik und Gestaltbarkeit des Innovationsprozesses für Maschinen und Anlagen (Produktinnovation) genauer zu analysieren (siehe Kapitel 2).

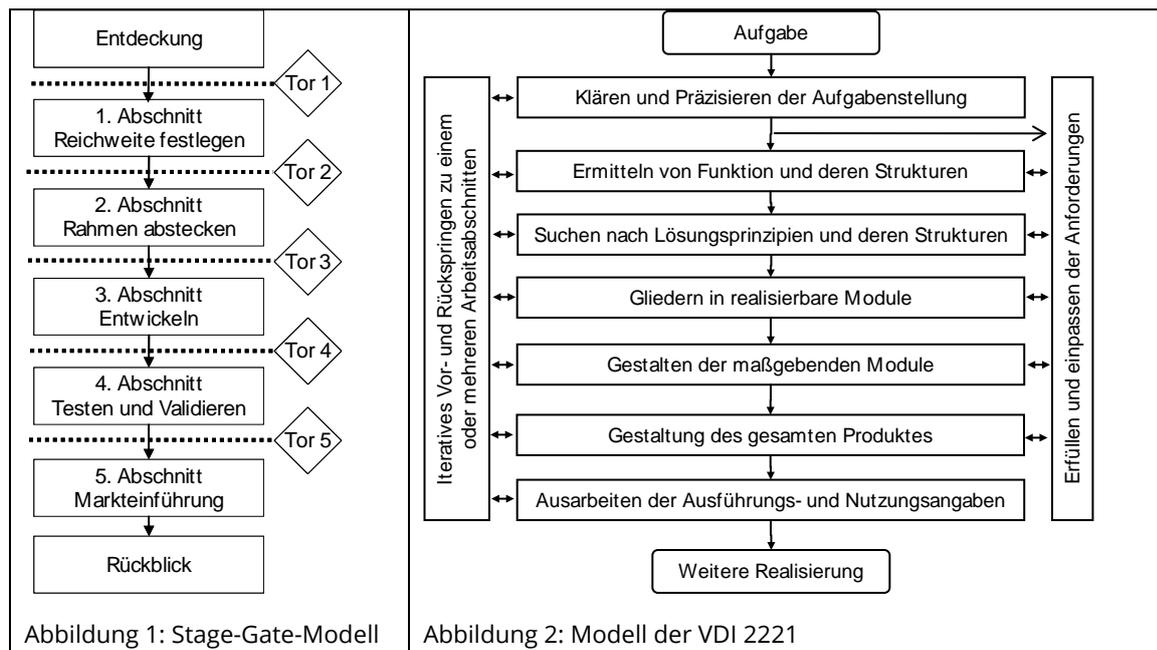
Bei der Konkretisierung des Nachhaltigkeitsbegriffes wurde eine Vielzahl von Erkenntnissen gewonnen, von denen die Folgenden hervorgehoben werden sollen:

1. Die Nachhaltigkeit in den Innovationsprozess zu integrieren, bedeutet, diesen strategisch darauf auszurichten. Dabei muss zwischen den Anforderungen zur Bewältigung der Komplexität des Innovationsprozesses und den Wertorientierungen, die den Innovationsprozess in eine gewünschte Richtung lenken, unterschieden werden. Zu ersteren gehört, mit alternativen Lösungen zu operieren und diese durchgängig verfügbar zu halten, um korrekturfähig zu bleiben. Zu letzteren gehört, den Innovationsprozess in eine Richtung zu lenken, in der sich die Aktions- und Gestaltungsfreiheit der Akteure erhöht (siehe Kapitel 4).
2. Die traditionelle Fokussierung des Nachhaltigkeitskonzeptes auf den Erhalt von Ressourcen (natürliche oder kulturelle) als *externer* Einflussfaktor unternehmerischer Prozesse schlägt sich aus objektiven Gründen nicht in den unternehmerischen Zielen und Werten nieder (siehe Kapitel 3). Die Orientierungen eines Unternehmens sind nicht auf die Erhaltung von Ressourcen fixiert, sondern auf die Erhaltung und Entwicklung der Fähigkeit (des Vermögens) diese zu nutzen bzw. neue zu erschließen. Deshalb wird der Kapitalbegriff genutzt, um das Nachhaltigkeitskonzept zu untersetzen. Wichtig ist dabei, dass sich die Kapitalformen, auf die ein Unternehmen zurückgreifen kann und muss, nicht auf das ökonomische Vermögen reduzieren (siehe Kapitel 4).
3. Im *flexiblen* Umgang mit Selbstorganisationsprozessen kann die Operationalisierung des Nachhaltigkeitskonzeptes nicht darauf gerichtet sein, Kriterien- und Indikatorenlisten *verbindlich* zu fixieren. Vielmehr geht es darum, einen Handlungsleitfaden zu entwickeln, der die immer wieder neue Suche nach konkreten Maßstäben für Nachhaltigkeit unterstützt (siehe Kapitel 5).

Abschließend werden generelle Handlungsansätze für eine nachhaltige Entwicklung auf unternehmerischer und gesellschaftlicher Ebene dargestellt (siehe Kapitel 6).

## 2 WIE ENTSTEHEN INNOVATIONEN?

Zur Beschreibung, Analyse und Gestaltung von Innovationsprozessen sind verschiedene Modelle entwickelt worden. Allen gemeinsam ist die Struktur als mehrstufiger Problemlösungsprozess, der bekanntermaßen von der Erfindung über die technische Realisierung bis zur erfolgreichen Vermarktung reicht. Entsprechend wird der Innovationsprozess zumeist als sequentielle Abfolge von Teilschritten modelliert. Die Anzahl der Prozessschritte in den verschiedenen Darstellungen reicht dabei von drei bis hin zu über zehn Schritten. Bekannte sequenzielle Modelle sind das Stage-Gate-Modell nach Cooper [1] und das Modell der VDI 2221 [2].



Während das Stage-Gate-Modell keine Änderungen abgeschlossener Schritte mehr zulässt, sind im Modell der VDI 2221 die Ergebnisse aller Schritte durch Rückkopplungen veränderbar. Aber weder die Unveränderbarkeit noch die beliebige Veränderbarkeit getroffener Entscheidungen spiegeln die in der Praxis stattfindenden Innovationsprozesse äquivalent wider. Solche Modelle sind im Grunde genommen auch eher als allgemeine Handlungsanleitungen zu verstehen.

Um einen Zugang zur realen Dynamik von Innovationsprozessen zu gewinnen, kann das Konzept der Pfadabhängigkeit (Pfadkonzept) [3] genutzt werden. Dieses Konzept ist in den Wirtschaftswissenschaften im Rahmen der Kritik neoliberaler Wirtschaftskonzepte entstanden und hat vielfältige Anwendungen in der Technikgenese-, der Institutions-, Organisations- und Managementforschung gefunden. Es wird u. a. genutzt, um die Herausbildung und Entwicklung von Industriestandards, Standorten und Institutionen zu untersuchen. Inzwischen hat es sich auch als innovations- und technikanalytisches Instrumentarium bewährt.

*„Die Vorstellung von Pfadabhängigkeit bricht mit zwei zentralen Annahmen der mikroökonomischen Gleichgewichtstheorie, nämlich erstens mit der Idee der prädeternierten Optimallösung, die von den Marktkräften letztlich erzwungen wird, und zweitens mit der Prämisse der vollständigen Reversibilität von Entscheidungsgrundlagen. Im Gegensatz dazu akzentuiert die Idee der Pfadabhängigkeit einerseits die historische Vorprägung von Lösungen sowie andererseits die dann später einsetzende Irreversibilität von Prozessverläufen [3].*

In der Anwendung und Weiterentwicklung des Pfadkonzeptes auf den Innovationsprozess ergibt sich folgendes Modell (siehe Abbildung 3).

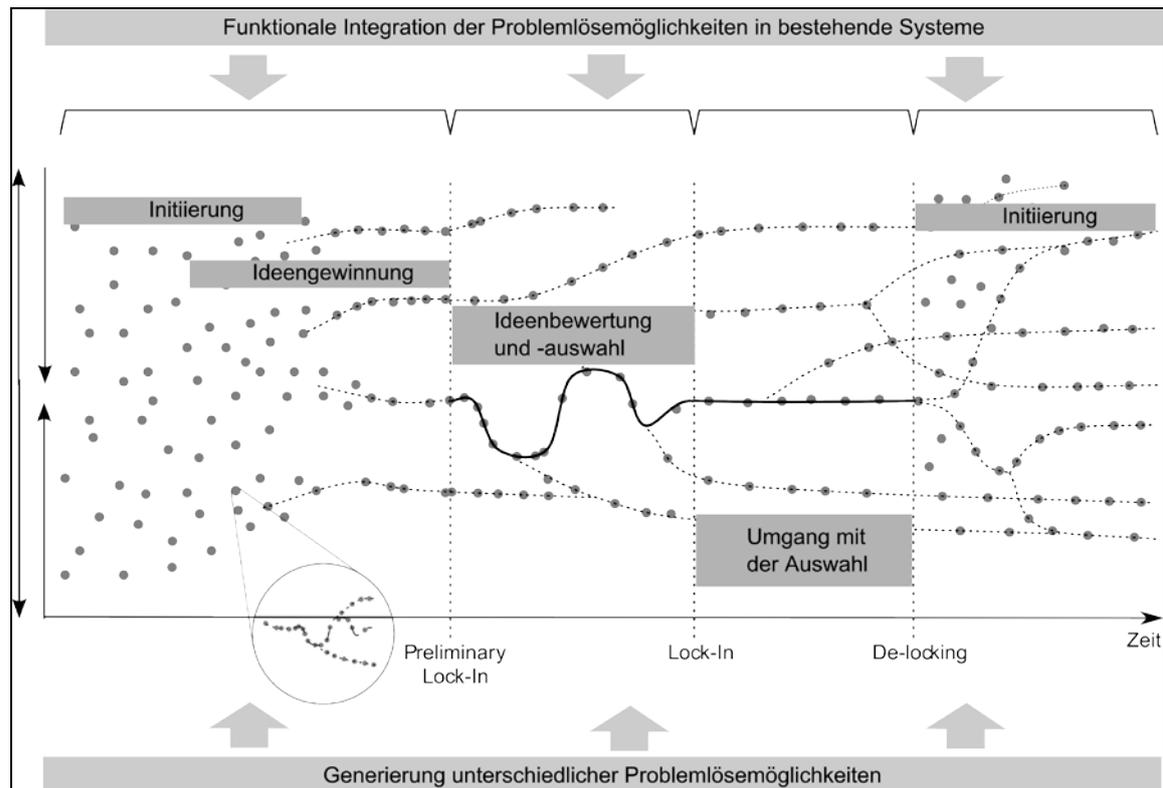


Abbildung 3: Pfadmodell mit Hauptphasen des Innovationsprozesses

In dem Modell werden bestimmte Phasen und Phasenübergänge unterschieden. Wichtig ist, mit jedem aus Entscheidungen im Innovationsprozess erwachsenden Phasenübergang, wird die Entwicklung irreversibel festgelegt. Innerhalb der Phasen besteht stets ein gewisses Maß an Reversibilität. Im Innovationsprozess greifen dabei zwei grundlegende Entwicklungsmechanismen ineinander. Zum einen wirkt der Zwang, eine gewisse Vielfalt von möglichen Lösungen zu schaffen und zum anderen herrscht ein Selektionszwang, um die generierten Möglichkeiten in die bestehenden Funktionssysteme zu integrieren.

Wie in der Abbildung 3 ersichtlich bilden sich bei einer anfänglich ungerichteten Suche erste Lösungskorridore aus (Preliminary Lock-In). In der sich anschließenden Phase werden die Korridore durch nichtlineare Rückkopplungen zu konkreteren alternativen Lösungsmöglichkeiten verstärkt bzw. verfestigt. Aus diesen wird *eine* Lösung ausgewählt und bis zur Marktreife weiter verfolgt (Lock-In). In der folgenden (stabilen) Phase gibt es keine Möglichkeit der Pfadabweichung, d. h. der Produktentwicklungsprozess ist für dieses Produkt abgeschlossen. Das bedeutet nicht, dass es keine alternativen Möglichkeiten gibt, sondern dass in dieser Phase keine andere Lösung eine Chance auf Verwirklichung hat. Darüber hinaus unterliegt die Entwicklung entlang des festgelegten Pfades einer bestimmten adaptiven Variabilität.

Durch sich ändernde externe und/oder interne Einflüsse, die letztlich zu neuen Lösungen zwingen, kommt es dann zur Pfadbrechung (De-locking). Daran anschließend beginnt auf Basis der bisherigen Lösungsvarianten und ggf. neuer Erkenntnisse ein erneuter Such-, Bewertungs- und Auswahlprozess. Das hat einen Neustart für die Produktentwicklung zur Folge.

Der Innovationsprozess ist demnach gerichtet und irreversibel. Zwischen den aufeinander folgenden Schritten des Prozesses kann nicht beliebig gesprungen werden und neue Lösungen ergeben sich entweder auf Basis vorgedachter Lösungen oder durch einen Wechsel in einen neuen Such- bzw. Lösungsraum.

Daraus ergeben sich für die Gestaltung des Innovationsprozesses folgende Konsequenzen:

- Der Fokus der Beteiligten des Innovationsprozesses darf nicht nur auf die Problemlösungen im engeren fachlichen Sinne gerichtet sein, sondern muss sich auch auf den Prozessverlauf selbst richten. Nur so können die Zeitfenster, die ein Eingreifen in den Innovationsprozess zulassen, erkannt werden.
- Um diese Gestaltungsmöglichkeiten auch nutzen zu können, müssen die im Innovationsprozess entstandenen Alternativlösungen über den gesamten Prozess hinweg verfügbar gehalten werden. Dadurch wird es dem Unternehmen ermöglicht bzw. erleichtert, auf Veränderungen der ökonomischen, technischen, politischen oder sozialen Rahmenbedingungen zu reagieren und schnell korrekturfähig zu sein. Ein geeignetes System zur Speicherung, Aufarbeitung und Bereitstellung von Alternativlösungen kann dabei unterstützend wirken.

### 3 WIE INNOVIEREN UNTERNEHMEN UND WELCHE BEDEUTUNG HAT NACHHALTIGKEIT DABEI?

Auf Basis des, für Bedingungen von Innovationsprozessen, adaptierten Pfadmodells wurden Interviews mit ausgewählten kleinen und mittelständischen Unternehmen des Maschinenbaus durchgeführt. Der Fokus lag dabei auf ihrem betrieblichen Innovationsprozess und der Integration von Aspekten der Nachhaltigkeit. Dabei wurden nachstehende Erkenntnisse erzielt.

Hinsichtlich des Ablaufes der Innovationsprozesse:

- *Initiierung:* Viele KMU orientieren sich allein an den Marktanforderungen bzw. werden vom Markt getrieben. Häufig haben sie keine eigene Unternehmensstrategie zur Produkt-/Technologieentwicklung.
- *Ideengewinnung:* Viele KMU haben Wissensdefizite bzgl. eines methodischen und systematischen Produktentstehungsprozesses. Insbesondere zum systematischen Umgang mit alternativen Lösungen gibt es kaum Konzepte. Die für den Innovationsprozess notwendige kreative Freiheit des Entwicklers ist oft wegen mangelnder Ressourcen (Zeit, Kompetenz), aber auch aufgrund sehr detaillierter Kundenvorgaben nicht gegeben.
- *Ideenbewertung:* Das Bewerten von alternativen Lösungen findet in den KMU häufig aufgrund fehlender Alternativen oder Bewertungsinstrumentarien nicht statt. Gründe dafür sind in den obigen Punkten zu finden. Wenn eine Bewertung vorgenommen wird, dann meist auf Basis der Herstellkosten / Verkaufspreise mit dem Ziel des kurzfristigen ökonomischen Vorteils. Instrumentarien für eine komplexe mehrdimensionale Bewertung sind in den KMU nicht bekannt und finden entsprechend keine Anwendung.

Hinsichtlich der Integration von Nachhaltigkeit in Innovationsprozessen:

- Das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung ist in den meisten Unternehmen nicht bekannt.
- Der Profitabilitätsgedanke von Produktentwicklungen spielt bei den meisten Unternehmen eine primäre Rolle.
- Aspekte der Nachhaltigkeit im Sinne einer langfristigen Orientierung sind in den kleineren Unternehmen kaum von Bedeutung. Wenn sie berücksichtigt werden, dann liegt der Fokus auf den ökologischen Aspekten. Größere Unternehmen verfolgen einzelne Aspekte der Nachhaltigkeit. Nachhaltigkeit wird häufig nur dann fokussiert, wenn es ökonomisch sinnvoll ist.

Hinderlich für die Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in den Innovationsprozess sind das unsystematische Vorgehen im Innovationsprozess, der maßgebende Kundeneinfluss, die fehlenden zeitlichen Kapazitäten, der hohe Zeitdruck, die Unkenntnis des Leitbildes der nachhaltigen Entwicklung sowie fehlende Verfügbarkeit von Lösungsprinzipien, die eine nachhaltige Produktgestaltung erlauben.

Damit ergeben sich für die Integration von Aspekten der Nachhaltigkeit in den Innovationsprozess folgende Konsequenzen

- Ein systematisch gestalteter Innovationsprozess sollte zum einen den bewussten Umgang mit alternativen Lösungen gewährleisten und zum anderen das Bewusstsein der Beteiligten für die Eigendynamik und die Gestaltbarkeit des Innovationsprozesses unterstützen.
- Das Leitbild der Nachhaltigkeit kann durch
  - gezielte Integration in die Aus- und Weiterbildung im Unternehmen, aber auch durch beispielhafte Argumentation für Produkte, die den Anforderungen der nachhaltigen Entwicklung entsprechen, verbreitet werden.
  - unternehmensinterne Sammlungen aussichtsreicher Lösungsprinzipien sowie geeigneter Auslegungs- und Bewertungsinstrumentarien unterstützt werden.
  - proaktives Auftreten der Unternehmen gegenüber deren Kunden durch Angebot unter spezieller Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten (z. B. Energieeinsparung, Lebensdauer, Re-Use) gefördert werden.

## 4 NACHHALTIGKEIT IST ...

Die Orientierung auf eine nachhaltige Entwicklung zielt auf den Umgang mit den verfügbaren Ressourcen ab. Dabei soll auch künftigen Generationen die Möglichkeit bewahrt werden, ihren Bedürfnissen entsprechend zu leben. Das Leitbild nachhaltiger Entwicklung ist also auf die Gestaltung von generationsübergreifenden Prozessen ausgerichtet.

### ... das Vermögen, die eigenen Verhältnisse zukunftssicher zu gestalten ...

In Bezug auf eine nachhaltige Entwicklung wird im ursprünglichen Sinne auf den Erhalt nutzbarer Ressourcen verwiesen. Dieses Ziel spiegelt sich oft nicht im Wirken der Akteure wider. Deren Aktivitäten sind primär auf den Erhalt der eigenen wirtschaftlichen, technischen, politischen Handlungsfähigkeit ausgerichtet. Das bedeutet, dass der Erhalt der Möglichkeit, Gewinne zu erzielen oder technische Entwicklungen zu prägen im Vordergrund steht. Es geht ihnen nicht um den Erhalt von Rohstoffen, gegenständlichen Mitteln, Artefakten, Verhältnissen etc. als solche, sondern um den Erhalt des Vermögens (Potenzials), diese nutzen zu können.

Daraus entsteht die Frage, ob es nicht zweckmäßig ist, das Nachhaltigkeitskonzept an dieser spontanen Orientierungsbildung auf Handlungsvermögen auszurichten.

Als Begriff für ein solches Vermögen bietet sich der Begriff des Kapitals an, der bereits als Human- und Naturkapital in der Nachhaltigkeitsdiskussion Eingang gefunden hat. Als Kapital soll das Vermögen bezeichnet werden, das den Menschen für die Durchsetzung ihrer Ziele zur Verfügung steht – also als Vermögen der Akteure, ihre Verhältnisse zu gestalten, indem sie

- über entsprechende Ressourcen verfügen und
- in der Lage sind, diese zu nutzen.

Es ist also nicht nur die Verfügbarkeit der Ressourcen relevant, sondern – insbesondere für die Reproduktion des Vermögens – die Nutzung der Ressourcen.

Der mögliche Umgang mit den Ressourcen wird durch folgende Kriterien bestimmt:

- die verfügbaren Mittel bei der Nutzung,
- die möglichen Erzeugnisse / Resultate der Nutzung,
- die bei der Nutzung beteiligten Akteure
  - mit ihren Kompetenzen im Zugriff auf Ressourcen und Mittel
  - in ihrer Interaktionen untereinander und mit der Umwelt
- und mögliche Strategien und Regulationsmechanismen bei der Nutzung.

Die folgenden, aus dem nachhaltigen Umgang mit Ressourcen bereits bekannten, Umsetzungsstrategien können auch für Kapitalerhalt bzw. -erhöhung situativ einzeln oder kombiniert Anwendung finden.

Die **Strategie der Effizienz** zielt nicht auf eine prinzipielle Veränderung der bestehenden Produkte ab. Vielmehr sollen die Produkte unter Steigerung der Stoff-, Energie- und Ressourceneffizienz hergestellt werden. Zusätzlich wird eine möglichst geringe Schadstoffentwicklung angestrebt. Als Mittel zur Umsetzung der Effizienzstrategie sind die Verbesserung der Herstellungstechniken, die Gewährleistung von Recycling, eine Stoffverwertung durch eine Kreislaufwirtschaft und, soweit ökologisch und ökonomisch sinnvoll, die mehrmalige Nutzung von Produkten denkbar [4].

Im Gegensatz zur Effizienzstrategie steht bei einer Entwicklung zur Nachhaltigkeit im Sinne der **Konsistenz** nicht die wirtschaftliche, sondern die naturangepasste Beschaffenheit der Stoff- und Energieströme im Vordergrund. Die Produkte werden dahingehend verändert, dass sie den gewünschten umweltgerechten Eigenschaften entsprechen. Diese veränderten Produkte sollen dabei den gleichen Zweck wie die alten Produkte erfüllen, dies aber auf eine umweltschonende Art und Weise [5]. Eine Maßnahme zur Verwirklichung einer konsistenten Strategie ist die Einführung von konsistenten Stoff- und Energieströmen. Diese Ströme befinden sich in Übereinstimmung mit den Vorgängen der umgebenden Umwelt, so dass sie auch in großem Umfang schädigungslos ablaufen.

Bei der Verwirklichung des Konzeptes der Nachhaltigkeit durch die Strategie der **Suffizienz** wird ein Wandel des Konsumverhaltens notwendig. Eine Veränderung von Produkten ist nicht erforderlich, da diese nicht mehr genutzt und ebenfalls nicht mehr hergestellt werden. Der ursprüngliche Zweck des Produktes wird gegenüber dem Umweltschutz als nicht gleichwertig bzw. unwichtig betrachtet und bedarf daher keines Ersatzes durch andere Produkte. Ausnahmen bilden dabei Produkte, die im gesellschaftlichen Rahmen nicht ersetzt werden können, zum Beispiel für den Schutz vor Gefahren [4]. Es bedarf keiner Mittel bei der Realisierung dieser Strategie, da durch den materiellen Verzicht die Strategie schon erfüllt ist [5].

Die Umsetzung der einzelnen Strategien dient der Vermehrung und Sicherung von Kapital, dass in folgenden Formen auftreten und entwickelt werden kann:

Im Umgang mit dem **Humankapital** müssen Handlungs-, kognitive und moralische Kompetenzen der Akteure ausgeprägt werden, wobei auf die Einheit von instrumentellem (fachlichem) Können und wertorientierter (fachübergreifender) Reflexion zu achten ist.

Der Umgang mit dem **Naturkapital** muss auf die umweltverträgliche Entwicklung der natürlichen Nutzensstiftung für den Menschen abzielen, sei es als Lebensraum, als Energie-, Material- und Informationsquelle, als Aufnahmemedium für Abfall und Emissionen sowie als Konsumgut für die Erholung oder als Objekt ästhetischer Wahrnehmung.

Der Umgang mit dem **Wissenskapital** (Gesamtheit von organisierten Informationen) muss darauf ausgerichtet sein, seine Verfügbarkeit zu erhöhen. Dies betrifft alle Wissensformen, sei es als implizites oder explizites Wissen, als Fakten- oder strategisches Wissen, als Wissen im Umgang mit einfachen, komplizierten und komplexen Problemen.

Der Umgang mit dem **Technischen Kapital** (Artefakte und Technologien) muss auf Funktionsfähigkeit, Sicherheit, Wirtschaftlichkeit, Umwelt- und Sozialverträglichkeit, auf Persönlichkeitsförderlichkeit der Technik und Technologien gerichtet sein. Von besonderer Bedeutung im Sinne der Nachhaltigkeit ist es, Technik für langfristige und vielfältige Nutzungen entwicklungsfähig zu halten. Dies erfordert, im Umgang mit nicht vorhersehbaren Entwicklungen, deren modulare und reversible bzw. korrekturfähige Gestaltung.

Der Umgang mit dem **Ökonomischen Kapital** zielt auf dessen, durch die verantwortlichen Akteure jederzeit beherrschbare und durch Wertschöpfung erreichte, Vermehrung als materieller Reichtum in akkumulationsfähiger Wertform ab.

Die nachhaltige Entwicklung des **Sozialen Kapitals** erfordert die Entfaltung von sozialen Netzwerken, die sich durch Kooperativität und Reziprozität der Leistungen, die in die Beziehungen eingebracht werden, auszeichnen.

Die nachhaltige Entwicklung des **Institutionellen Kapitals** (Politik und gesellschaftliche Regelwerke) zielt auf den Ausbau des Macht- und Regelungspotenzials der Akteure im Sinne der demokratischen Teilhabe ab.

Der nachhaltige Umgang mit dem **Kulturellen Kapital** zielt auf die Pflege aller Güter ab, die gemeinschaftliche Wertschätzung erfahren, geistige Identität für die Gemeinschaft stiften und individuell angeeignet der Persönlichkeitsbildung dienen. Es geht dabei insbesondere darum, sich durch die eigene Tätigkeit in humanistische Traditionen einzubinden.

**Kapital ist mehr als nur Geld!**

Die Untergliederung in verschiedene Kapitalformen unterstützt ihre Zugänglichkeit für eine weitergehende Operationalisierung durch Aspekte und Kriterien sowie deren Bewertung. Außerdem wird verdeutlicht, dass Kapital nicht auf ökonomisches Kapital reduzieren werden darf, sondern die Gesamtheit des Kapitals, perspektivisch sogar die Abhängigkeiten zwischen den Kapitalformen mit in die Betrachtung einzubeziehen ist.

**... und die Freiheit, die eigenen Verhältnisse zukunftssicher gestalten zu können!**

Weil die Bedürfnisse künftiger Generationen für eine nachhaltige Entwicklung wichtig, aber nicht bekannt sind, ist es erforderlich, sich bei der Konkretisierung des Nachhaltigkeitskonzeptes an einer Wertvorstellung zu orientieren, die als universell geltend unterstellt werden kann. Einen Ansatzpunkt dafür bietet der Freiheitsbegriff. Um diesen nutzen zu können, sind zwei grundlegende Unterscheidungen zu treffen – nämlich einerseits zwischen negativer und positiver und andererseits zwischen innerer und äußerer Freiheit.

Negative Freiheit ist dabei die Abwesenheit von Zwängen, Hemmnissen und Restriktionen (*Freiheit von ...*) und positive Freiheit ist das Vorhandensein von Kompetenzen und Ressourcen (*Freiheit zu ...*).

Die innere Freiheit sind die inneren Zustände eines Menschen oder eines Systems und umfassen dabei sowohl Motivation als auch Fähigkeiten und Fertigkeiten (*Wollen können*). Die äußere Freiheit beschreibt die wirkenden äußeren Rahmenbedingungen (*Handeln können*).

In der Tabelle 1 sind diese Dimensionen der Freiheit am Beispiel des Entwicklers dargestellt. Die äußere Freiheit wird dabei - wie in Abbildung 4 verdeutlicht - zwischen Unternehmen und Gesellschaft differenziert.

Tabelle 1: Dimensionen des Freiheitsbegriffs aus Sicht des Individuums

	Freiheit zu... (positive Freiheit) <b>Kompetenzen und Ressourcen</b>	Freiheit von... (negative Freiheit) <b>Restriktionen</b>
Wollen können (Innere Freiheit) <b>Individuum</b>	Vorhandensein körperlicher und mentaler Voraussetzungen und Kompetenzen, z. B. Fähigkeit zur Abstraktion, Motivation und Qualifikationen	Unabhängigkeit von inneren (psychischen und physiologischen) Hindernissen und Hemmnissen, z. B. Zeitdruck oder Überforderung
Handeln können (Äußere Freiheit) <b>Unternehmen</b>	Verfügbarkeit der erforderlichen Mittel und Ressourcen im Unternehmen, z. B. Zeit, Soft- und Hardware, Wissen und Qualifikationen	Unabhängigkeit von betrieblichen Zwängen und Hemmnissen, z. B. unternehmensinterne Strategien, Abläufe und Regeln
<b>Gesellschaft</b>	Verfügbarkeit der erforderlichen Mittel und Ressourcen in der Gesellschaft, z. B. Rohstoffe, Wissen und Qualifikationen	Unabhängigkeit von gesellschaftlichen Zwängen und Hemmnissen, z. B. gesellschaftliche Regeln (Normen und Gesetze)

Im Kontext von Innovationsprozessen treffen die genannten Dimensionen der Freiheit sowohl auf der Ebene des Individuums (Konstrukteur/Entwickler), der Ebene des Unternehmens als auch der Gesellschaft zu.

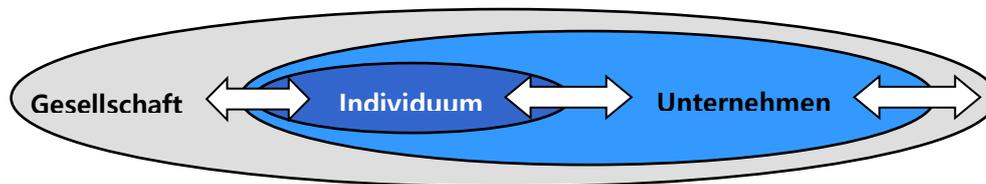


Abbildung 4: Betrachtungsebenen im betrieblichen Kontext

Es ergibt sich die Konstellation, dass sich die äußere Freiheit des Individuums und die innere Freiheit des Unternehmens überlagern. Gleiches gilt für die äußere Freiheit von Unternehmen und innere Freiheit der Gesellschaft. Die äußere Freiheit der Individuen, d. h. ihrer für sie nutzbaren Ressourcen und auf sie wirkenden Restriktionen sind daher zugleich Gestaltungsaufforderung auf Seiten der Unternehmen. Die äußere Freiheit der Unternehmen ist wiederum zugleich Gestaltungsaufforderung für die Gesellschaft. Die Betrachtung des Freiheitsbegriffs zeigt die Gestaltungsmöglichkeiten und Zusammenhänge zwischen den Akteuren in allen drei Ebenen auf.

Daraus ergibt sich die Konsequenz:

Eine ganzheitliche, aufeinander abgestimmte Vorgehensweise aus einer Top-Down-Strategie (Gesellschaft → Unternehmen → Individuum) zur Bereitstellung von Ressourcen und einer Bottom-Up-Strategie (Individuum → Unternehmen → Gesellschaft) zur Entwicklung von Befähigungen erscheint notwendig.

## 5 WIE KANN NACHHALTIGKEIT INTEGRIERT WERDEN?

Durch den Innovationsprozess werden alle maßgeblichen Entscheidungen für die Nachhaltigkeit im gesamten Lebenszyklus des Produktes getroffen. Um die Nachhaltigkeit eines neuen Produktes im gesamten Lebensprozess zu erhöhen, müssen die verschiedenen Lösungsvarianten bereits im Innovationsprozess hinsichtlich ihrer Konsequenzen für Nachhaltigkeit bewertbar, vergleichbar bzw. beeinflussbar werden. Die allgemeine Definition der Nachhaltigkeit ist in Abhängigkeit der spezifischen Unternehmenssituation mit geeigneten aktuellen Kriterien zu konkretisieren. Diese Kriterien dienen im Anschluss als Zieldefinition und Bewertungsinstrumentarium zur ständigen Erhöhung der Nachhaltigkeit (Erhalt und Steigerung des verfügbaren Kapitals) und sind an sich zukünftig verändernder Rahmenbedingungen (z. B. technischer Fortschritt, Ressourcenmangel, gesetzliche Vorgaben) anzupassen.

### Vorgehen zur Nachhaltigkeitsintegration

Nachfolgend wird ein Vorgehen beschrieben, an dessen Ende ein strukturierter Fragenkatalog steht, dessen Beantwortung die Situation hinsichtlich der Integration von Aspekten der Nachhaltigkeit im Innovationsprozess aufzeigt.

Durch das dargestellte Vorgehen wird zum einen ein Problembewusstsein bei den Beteiligten geschaffen und zum anderen werden Potenziale und Bedarfe an Ressourcen und Kompetenzen für die Integration von Nachhaltigkeit im Innovationsprozess aufgezeigt. Die im Weiteren vorgestellten Umsetzungsbeispiele beziehen sich auf die Perspektive der Entwick-

ler von Maschinen und Anlagen. Sie zeigen die Potenziale und Bedarfe auf, die der Einzelne besitzt bzw. bedarf, um Nachhaltigkeitskriterien bei der Produktentwicklung zu beachten.

Das Vorgehen ist dreistufig (siehe Abbildung 5) und wird im nachfolgenden Text detailliert vorgestellt.

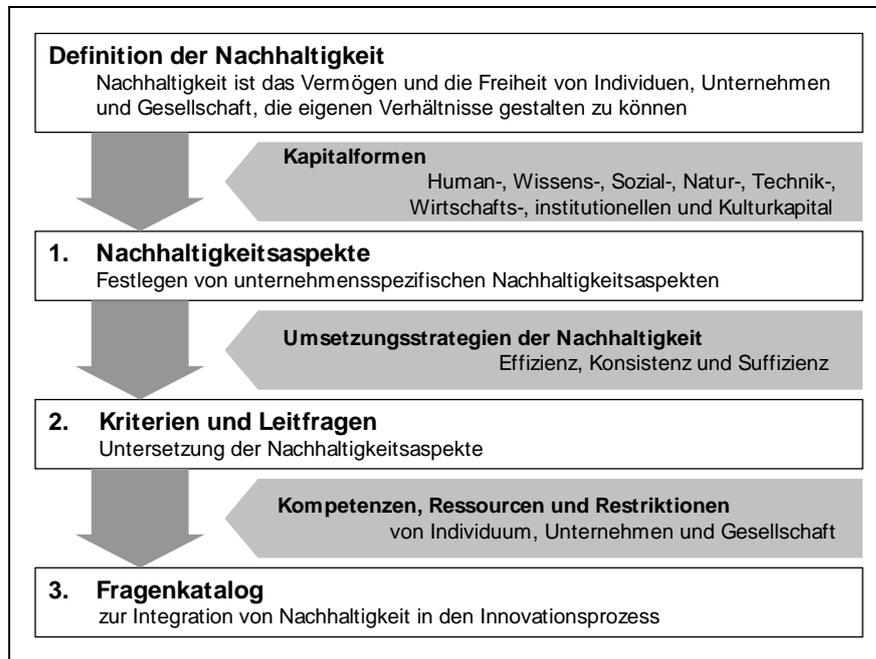


Abbildung 5: Vorgehen zur Integration der Nachhaltigkeit im Unternehmen

Im **ersten Schritt** werden die Nachhaltigkeitsaspekte konkretisiert, d. h. die Kapitalformen, unter Berücksichtigung der betrachteten Branche und des typischen produkt- bzw. branchenspezifischen Gestaltungsspielraumes eines Entwicklers/Konstrukteurs, spezifiziert und den davon betroffenen Lebenszyklusphasen zugeordnet. Die Abbildung 6 zeigt das Ergebnis dieses Schrittes für den Maschinen- und Anlagenbau. Die genannten Aspekte kommen für einzelne Lebenszyklusphasen (z. B. Materialverwendung in der Herstellungsphase und die Wartungsfähigkeit in der Nutzungsphase) bzw. für mehrere Phasen (z. B. Emissionen und Energieverbrauch im Gesamtlebenszyklus) zur Anwendung [6].



Abbildung 6: Konkretisierte Nachhaltigkeitsaspekte im Maschinenbau

Im **zweiten Schritt** werden den Aspekten durch Kombination mit den drei möglichen Umsetzungsstrategien zur Nachhaltigkeit (Effizienz, Suffizienz und Konsistenz) lebenszyklusphasenspezifische Kriterien zugeordnet, die zur weiteren Erklärung mit Leitfragen oder Zielvorgaben untersetzt werden können. Eine beispielhafte Untersetzung ist in Tabelle 2 dargestellt. Die Leitfragen zu allen Phasen befinden sich auf der beiliegenden CD.

Tabelle 2: Beispielhafte Untersetzung der Nachhaltigkeitsaspekte mit Kriterien und Leitfragen für die Phase Herstellung

<b>Aspekt</b>	<b>Kriterium</b>	<b>Leitfrage</b>
Materialverwendung des Produktes	Minimierung von verwendeten Materialien <i>Effizienz</i>	Werden Maßnahmen ergriffen, die zur Herstellung benötigten Materialien und Zusatzstoffe zu minimieren?
	Ersatz von Materialien aus nicht regenerativen Quellen mit solchen aus regenerativen Quellen <i>Konsistenz</i>	Werden Maßnahmen ergriffen, Materialien und Zusatzstoffe aus nicht regenerativen Quellen mit solchen aus regenerativen Quellen zu substituieren?
	Vermeidung von gefährlichen oder gesundheits- oder umweltgefährdenden Materialien <i>Suffizienz</i>	Werden Maßnahmen ergriffen, den Einsatz bzw. die Freisetzung von gefährlichen oder gesundheits- oder umweltgefährdenden Stoffen während der Herstellung zu vermeiden?
Wettbewerbsfähigkeit	Beitrag des Produktes zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit <i>Suffizienz</i>	Werden Maßnahmen durchgeführt, Investitionen langfristig zu nutzen?
	Beitrag des Produktes zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit <i>Effizienz</i>	Existiert eine Strategie zur Produktentwicklung?
Qualifikation der Mitarbeiter	Beitrag des Produktes zur Erhöhung der Qualifikation der Mitarbeiter <i>Effizienz</i>	Sind Schulungen, Weiterbildungen nötig, die das zur Herstellung notwendige Wissen vermitteln, ergänzen oder vertiefen?

Die Erstellung des ebenenspezifischen Fragenkataloges - im **dritten Schritt** - erfolgt durch die Kombination der Kriterien der Nachhaltigkeit mit den drei möglich Betrachtungsebenen Individuum, Unternehmen und Gesellschaft.

Die Fragen können dabei analog dem nachfolgenden Beispiel für das Nachhaltigkeitskriterium „Materialverwendung des Produktes“ gebildet werden.

Tabelle 3: Auszug aus dem Fragenkatalog am Beispiel des Kriteriums Materialverwendung – Umsetzungsstrategie Suffizienz

<b>Individuum</b>	
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird bei der Gestaltung darauf geachtet, den Einsatz gefährlicher oder gesundheits- oder umweltgefährdender Stoffe während der Herstellung zu vermeiden?</li> <li>• Sind Maßnahmen/Prinzipien bekannt, mit denen gefährliche oder gesundheits- oder umweltgefährdende Stoffen vermieden werden können?</li> </ul>
Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steht die Vermeidung von gefährlichen Materialien mit der Gesamtstrategie des Unternehmens im Einklang?</li> <li>• Existieren Instrumente (Datenbanken, Programme u. ä.), die bei der Materialauswahl zur Anwendung kommen können?</li> <li>• Existieren die notwendigen zeitlichen Kapazitäten und/oder personelle Ressourcen diese Instrumente anzuwenden?</li> </ul>
Restriktionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gibt es unternehmensinterne Hindernisse oder Restriktionen (Abläufe, Vorgaben, Regeln, andere Projekte/Produkte), z. B. gegenläufige Anforderungen anderer Abteilungen, die der Vermeidung bestimmter Materialien und Zusatzstoffe bei der Herstellung widersprechen?</li> <li>• Gibt es Hindernisse (z. B. Zeitdruck, Überforderung) die Maßnahmen/Prinzipien zur Materialvermeidung anzuwenden?</li> </ul>
<b>Unternehmen</b>	
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existiert eine Strategie zur Vermeidung von gefährlichen oder gesundheits- oder umweltgefährdenden Stoffen im Unternehmen?</li> <li>• Sind den Mitarbeitern der Entwicklungsabteilung Maßnahmen/Prinzipien bekannt, mit denen gefährliche oder gesundheits- oder umweltgefährdende Stoffen vermieden werden können?</li> </ul>
Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steht die Vermeidung von gefährlichen Materialien mit der Gesamtstrategie des Unternehmens im Einklang?</li> <li>• Existieren Instrumente (Datenbanken, Programme u. ä.), die von den Mitarbeitern der Entwicklungsabteilung bei der Materialauswahl genutzt werden können?</li> <li>• Existieren die notwendigen zeitlichen Kapazitäten und/oder personelle Ressourcen diese Instrumente anzuwenden?</li> </ul>
Restriktionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gibt es unternehmensinterne Hindernisse oder Restriktionen (Abläufe, Vorgaben, Regeln, andere Projekte/Produkte), z. B. gegenläufige Anforderungen anderer Abteilungen, die der Vermeidung bestimmter</li> </ul>

	<p>Materialien und Zusatzstoffe bei der Herstellung widersprechen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gibt es Hindernisse (z. B. Zeitdruck, Überforderung) die Maßnahmen/Prinzipien zur Materialvermeidung anzuwenden?</li> </ul>
<b>Gesellschaft</b>	
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existiert eine gesellschaftliche Strategie zur Vermeidung von gefährlichen, gesundheits- oder umweltgefährdenden Stoffen?</li> </ul>
Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sind ggf. notwendig werdende „Ersatzstoffe“ in ausreichendem Maße verfügbar?</li> <li>• Sind übertragbare Forschungsergebnisse zur Minimierung von Materialien verfügbar? Kann auf entsprechendes externes Wissen (Weiterbildungsmaßnahmen) zugegriffen werden?</li> </ul>
Restriktionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gibt es gesellschaftliche Hindernisse oder Restriktionen (Gesetze, Normen, Vorgaben, gegenläufige Strategien und öffentliche Meinung), die der Vermeidung gefährlicher oder gesundheits- oder umweltgefährdender Stoffe widersprechen?</li> </ul>

Analog zu dem mit diesem Vorgehen erarbeiteten Fragenkatalog lassen sich Fragebögen oder Checklisten für die einzelnen Betrachtungsebenen generieren, die durch ihre Beantwortung bzw. Abarbeitung ebenenspezifische Potenziale und Bedarfe aufdecken. Ein vollständiger Beispielfragenkatalog befindet sich auf der beiliegenden CD.

Aus den Antworten der Ebene „Individuum“ Qualifikationspotenziale und -bedarfe hinsichtlich der Kenntnis von Nachhaltigkeitskriterien ableiten, aber auch Potenziale und Bedarfe bezüglich des Managements der eigenen Person / der eigenen Arbeit aufzeigen.

Auf den Ebenen „Unternehmen“ und „Gesellschaft“ werden Informationen hinsichtlich notwendiger Ressourcen und Organisationsanforderungen zur nachhaltigkeitsfokussierten Gestaltung von Produkten gewonnen.

### **Methodensammlung zur Nachhaltigkeitsintegration**

Als unterstützend für die Nachhaltigkeitsintegration und das beschriebene Vorgehen haben sich Methoden und Werkzeuge für die Auslegung und Bewertung von technischen Lösungen bei der nachhaltigkeitsfokussierten Gestaltung von Produkten herausgestellt.

Eine Sammlung von vorhandenen Methoden, Werkzeugen und Prinziplösungen befindet sich auf der beiliegenden CD. Die Methoden können unterstützend beispielsweise bei der Materialauswahl, für die recyclinggerechte oder wartungsfreundliche Produktgestaltung genutzt werden.

Ziel dieser Sammlung ist die Verringerung des Rechercheaufwandes bei der betrieblichen Erarbeitung des Fragenkataloges (siehe Kompetenzen-Beispielfragen) und zum anderen dem Entwickler/Konstrukteur ein Nachschlagewerk bereitzustellen. Letzteres enthält kriterienspezifische (in dem Sinne problemspezifische) Methoden, Werkzeuge und Prinziplösungen, welche praxispflichtig vorgestellt werden.

## Anleitung zur Handhabung der Methodensammlung

Nach dem Start der Software bietet sich dem Nutzer folgend abgebildete Systemoberfläche. Im unteren Bereich ermöglicht ein Menüband die Navigation durch die Anwendung. Zu den Kernelementen der Anwendung gehören die Methodenauswahl bzw. die Methodenübersicht sowie die Nachhaltigkeitsintegration. Die Menüpunkte werden durch das Impulspapier, einer Hilfe sowie einem Kompetenzprofil der beiden beteiligten Einrichtungen komplettiert. Über den Button Ende kann die Anwendung geschlossen werden.

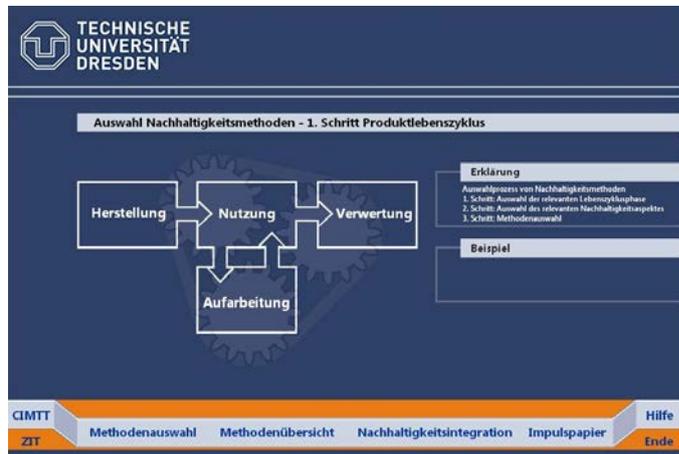


Abbildung 7: Startbildschirm

Durch einen Mausklick auf eine der Phasen wird der Nutzer zu einer weiteren Ansicht geführt. An dieser Stelle ist es möglich weitere Einschränkungen vorzunehmen, wobei ihm verschiedene Aspekte zur Verfügung stehen. Diese werden wiederum durch einen Hover-Effekt und den entsprechenden Leitfragen erklärt. Durch einen Doppelklick auf den Listeneintrag wird ein PDF-Dokument angezeigt.

Um in eine andere Zyklusphase zu wechseln, steht dem Nutzer eine Navigationshilfe im rechten Bildschirmbereich zur Verfügung. Mit einem Klick auf eine dieser Phasen, navigiert der Nutzer direkt dahin. Diese Navigation bietet die Möglichkeit den Zyklus schnell zu durchlaufen, um in den einzelnen Phasen die Informationen gezielt herauszufiltern.



Abbildung 8: Methodenübersicht

Unter dem Menüpunkt Methodenauswahl lassen sich die hinterlegten Methoden, analog ihrer Eignung für eine auszuwählende Lebenszyklusphase, eingrenzen. Diese, dem Startbildschirm entsprechende, Anwendungssicht ist in Abbildung 7 dargestellt. Mittels eines Hover-Effektes\* kann sich der Nutzer über den Inhalt der einzelnen Phasen informieren. Die Phasen werden im rechten Bildschirmbereich durch eine Erklärung und passenden Beispielen unteretzt. Der Hover-Effekt wird aktiviert, sobald der Nutzer mit dem Mauszeiger auf eine der Rubriken zeigt.

Hinter dem Menüpunkt Methodenauswahl verbirgt sich die Menge aller in der Anwendung hinterlegten Methoden. (siehe Abbildung 8) Dabei kann der Nutzer aus einer alphabetisch sortierten Liste die gesuchte Methode auswählen, um sich deren Kurzinhalt anzeigen zu lassen. Mit einem Doppelklick auf den entsprechende Methodeneintrag öffnet sich das dazugehörige PDF-Dokument. Im Hintergrund wird die Methodensammlung weiterhin ausgeführt und der Nutzer kann weitere Dokumente öffnen.

Der Menüpunkt Nachhaltigkeitsintegration beschäftigt sich inhaltlich mit der praktischen Einführung der Nachhaltigkeit in den Innovationsprozess. Dabei wird das Vorgehen anhand eines Ablaufdiagrammes mit dazugehöriger Erläuterung dargestellt und mittels PDF-Dokumenten unteretzt. Diese können durch einen Doppelklick auf die jeweilige Überschrift geöffnet werden.

\* Anzeigen von zusätzlichen Inhalten, wenn sich der Mauszeiger über einem definierten Element befindet.

## 6 INTEGRATION VON NACHHALTIGKEIT - HANDLUNGSANSÄTZE

### 6.1 Handlungsansätze für Unternehmen

#### **Grundsätze verstehen und beachten**

Generell ist darauf zu achten, dass Kapital nicht nur erhalten wird, sondern auch entwicklungsfähig bleibt.

Kapital (insbesondere bestimmte Rohstoffe, Geld, vorhandene Maschinen; also v. a. ökologisches und ökonomisches Kapital) zu erhalten bedeutet, es in einer Art und Weise einzusetzen, in der es problemlos wiederverwendbar ist. Die betreffenden Rohstoffe sollten also nur so verwendet werden, dass sie recyclingfähig sind. Geld sollte möglichst nur für Produkte (Rohstoffe, Technologien, ...) ausgegeben werden, die sich auch wieder in Geld umsetzen lassen. Investitionen in bzw. die Konstruktion von Produktionsanlagen sollten so erfolgen, dass die Anlagen ohne Probleme wieder verkauft oder anders genutzt werden können. Entsprechende Anforderungen an die Gestaltung und die Produktion konkreter Produkte müssen (für den gesamten Lebenszyklus) bereits während der Konstruktion bedacht werden.

Die Sicherung der Entwicklungsfähigkeit von Kapital betrifft insbesondere die Förderung der Kompetenzen der Mitarbeiter (Humankapital), die Aufbereitung und Tradierung von Wissen über Materialien, Abläufe und Technologien (Wissenskapital), die Integration der Firma in Unternehmensnetzwerke (soziales Kapital) sowie die Mitarbeit in und die Förderung von Institutionen (z. B. Normungsgremien oder Sachverständigenräten; Institutionelles Kapital).

#### **Hilfen zur praktischen Umsetzung nutzen**

Die Umsetzung dieser allgemeinen Grundsätze erfordert eine systematische Vorgehensweise. Dazu muss der Innovationsprozess zunächst strukturiert (in seine einzelnen Schritte also expliziert) werden, falls dies im Unternehmen noch nicht der Fall ist. Der nächste Schritt beinhaltet die Entwicklung und Anwendung eines unternehmensspezifischen Fragenkatalogs zur Nachhaltigkeit der eigenen Produkte. (s. o.). Aus diesem sind entsprechende Konsequenzen zu ziehen. Denkbar ist auch, den Posten eines Innovationsmanagers im Unternehmen einzuführen, der über spezifische Fähigkeiten zur Komplexitätsbewältigung verfügt sowie Möglichkeiten zur Förderung von Nachhaltigkeit kennt und aktiv nutzt.

#### **Vorteile nachhaltiger Entwicklung erkennen**

Für einzelne, insbesondere kleinere, Unternehmen können derartige Maßnahmen zunächst wenig attraktiv erscheinen, weil sie auf kurze Sicht den Gewinn des Unternehmens schmälern oder schlicht eine Veränderung der eingespielten Routinen darstellen. Eine Orientierung auf Nachhaltigkeit und deren entsprechende Umsetzung in Firmenstrategie und -abläufe bietet jedoch spezifische Vorteile. Neben dem Umstand, sich ethischen Grundsätzen entsprechend zu verhalten (was ein Marketingaspekt sein kann), ist besonders vorteilhaft, dass das Unternehmen auf zu erwartende gesellschaftliche Veränderungen (mit entsprechenden Gesetzen und Regelungen, die in Zukunft nachhaltiges Handeln einfordern werden) vorbereitet ist.

#### **Lobbyarbeit für mehr Nachhaltigkeit betreiben**

Wo bisweilen eine Orientierung auf Nachhaltigkeit nicht attraktiv (oder wirtschaftlich gefährlich) erscheint, wird häufig mit dem Verweis auf die Notwendigkeit des wirtschaftlichen Überlebens auf sie verzichtet. Daneben besteht jedoch auch die Möglichkeit (oder Notwendigkeit), sich dafür einzusetzen, dass nachhaltiges Handeln zum Standard wird. Durch Lobbyarbeit, die (über politische Entscheidungen) zu entsprechenden Wirtschaftsbedingungen führt, entfällt ein möglicher Vorteil für jene Mitbewerber, die sich weniger nachhaltig verhalten.

ten, so dass die Kosten nachhaltigen Handelns für das einzelne Unternehmen weniger schwer wiegen.

## 6.2 Handlungsansätze für die Gesellschaft

Eine Kernaufgabe für die Gesellschaft / den Staat besteht darin, adäquate Rahmenbedingungen zu schaffen, Anreize zu bieten und bestehende Hindernisse abzubauen (indem z. B. entsprechende Gesetze überarbeitet und bestehende Richtlinien verknüpft werden). Dadurch wird eine Orientierung auf eine nachhaltige Entwicklung für die einzelnen Wirtschaftsakteure attraktiv. Dafür bestehen folgende Ansatzpunkte.

### **Begrenztheit von Kapital wahrnehmbar machen**

Staatliche Regulierung sollte dafür sorgen, dass begrenzt verfügbare Kapitalformen auch tatsächlich als begrenzt wahrgenommen werden. Das kann z. B. durch eine entsprechende Besteuerung erreicht werden, oder dadurch, dass ihre Nutzung an die Bedingung der problemlosen Recyclingfähigkeit gebunden wird. Über Marktmechanismen wird die Entwicklung automatisch in Richtung einer nachhaltigeren Nutzung der entsprechenden Ressourcen geführt. Diese Entwicklung sollte durch die Öffentlichkeit mit ergänzenden Maßnahmen unterstützt werden, beispielsweise durch die Schaffung einer Infrastruktur für Wiederverwendung bzw. -verwertung. Weiterhin sollten Forschung und Entwicklung zur Verbesserung der Recyclingfähigkeit und die Verbreitung entsprechender Ergebnisse gefördert werden.

### **Entwicklungsfähigkeit von Gesellschaft und Unternehmen fördern**

Die Sicherung der Entwicklungsfähigkeit von Kapital kann der Staat dort unterstützen, wo das einzelne Unternehmen überfordert ist oder keinen Einfluss hat.

1. Dies betrifft zunächst die aktive Förderung von Grundlagenforschung und Bildung, in deren Folge beispielsweise die Beschäftigung mit Nachhaltigkeit zu einem zentralen Bestandteil der Aus- und Weiterbildung von Konstrukteuren wird. Weil der Innovationsprozess eine komplexe Situation mit entsprechenden Schwierigkeiten (gerade für die Berücksichtigung von Nachhaltigkeit) darstellt, sollte der Umgang mit komplexen Beziehungsgefügen ebenfalls Teil der Aus- und Weiterbildung von Konstrukteuren darstellen.
2. Des Weiteren sollte Forschung zur Entwicklung von weiteren Werkzeugen und Methoden gefördert werden, die den Entwickler bei der Gestaltung und Beurteilung von Produkten hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die nachhaltige Entwicklung unterstützen.
3. Weiterhin sollte die branchenübergreifende Vernetzung der Akteure gepflegt werden, um ihre Anpassungsfähigkeit an künftige Veränderungen zu erhöhen.
4. Der Staat sollte ebenfalls dazu beitragen, Wissen verfügbar zu halten, das anderenfalls verloren geht. Dies bezieht sich insbesondere auf die Förderung von Bibliotheken und ähnlichen Speichern zur langfristigen Bereitstellung von Wissen (hier sind sowohl der Aufbau ihres Bestandes als auch der Abbau von Barrieren bei ihrer Nutzung wichtige Ansatzpunkte), aber auch auf die Förderung der breiten Verfügbarmachung aktueller Forschungsergebnisse.

### **Abhängigkeit von Wirtschaftswachstum hinterfragen**

Die gesellschaftliche Abhängigkeit von ökonomischem Wachstum (z. B. als Voraussetzung für das Funktionieren der Sozialsysteme oder als primärer Indikator gesellschaftlichen Wohlstands), widerspricht dem Leitbild der Nachhaltigkeit. Mit wachsender Wirtschaftsakti-

vität (mehr Leistung in kürzerer Zeit) wird kontinuierlich mehr Kapital benötigt, zugleich aber sind weniger Ressourcen für den Erhalt und die Sicherung der Entwicklungsfähigkeit der unterschiedlichen Kapitalformen verfügbar. In der Folge werden beispielsweise Natur- und Humankapital immer stärker genutzt, für Gedanken an einen nachhaltigen Umgang damit fehlen jedoch Geld und Zeit. Deshalb scheinen eine Forschungsförderung jenseits des ökonomischen Mainstreams und eine öffentliche Debatte geboten, welche die Ursachen, Mechanismen und Folgen des derzeit vorherrschenden Wachstumsparadigmas (sowie Möglichkeiten zu einer Abkehr davon) thematisieren. Es sollte insbesondere die Bedeutung anderer Kapitalformen für den gesamtgesellschaftlichen Wohlstand berücksichtigt werden.

## 7 LITERATUR

- [1] Kleinschmidt, E.; Geschka, H.; Cooper R. G.: Erfolgsfaktor Markt. Kundenorientierte Produktinnovationen. Springer, Berlin 1996
- [2] VDI 2221; Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte, Beuth Verlag, Düsseldorf, 1993.
- [3] Schreyögg, G.; Sydow, J. (Hrsg.): Managementforschung 13: Strategische Prozesse und Pfade, Wiesbaden, 2003.
- [4] Huber, J.: Nachhaltige Entwicklung – Strategien für eine ökologische und soziale Erdpolitik, Edition Sigma, Berlin, 1995.
- [5] Rogall, H.: Von der globalen zur betrieblichen Leitidee der Nachhaltigkeit; In: Die ökonomische Säule der Nachhaltigkeit, Rainer Bohn Verlag, Berlin, 2000.
- [6] Dietrich, M.: Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in einen ausgewählten Innovationsprozess im Maschinen- und Anlagenbau, Technische Universität Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme, Großer Beleg, unveröffentlicht, 2009.