



CleanTech Spezial

Spezial

 Nachhaltigkeit

CleanTech Spezial

Spezial Ausgabe Nachhaltigkeit

November 2009

© DCTI 2009

Das vorliegende Werk ist insgesamt sowie hinsichtlich seiner Bestandteile (Text, Grafik, Bilder und Layout) urheberrechtlich geschützt. Jede mögliche und vom Urheberrechtsgesetz nicht ausdrücklich zugelassene – komplette oder auszugsweise - Verwertung ist ohne vorherige schriftliche Zustimmung der DCTI GmbH unzulässig. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigung, Verbreitung, Bearbeitung, Übersetzung, Speicherung, Verarbeitung und Wiedergabe in Datenbanken.

Spezial

 Nachhaltigkeit

DCTI

Deutsches CleanTech Institut

Gliederung

Gliederung



I.	Vorwort	S. 7
II.	Einleitung	S. 9
III.	Nachhaltige Entwicklung – Aufgabe und Leitidee des 21. Jahrhunderts	S. 12
	Hintergrund und Historie	S. 12
	Die drei Aspekte der Nachhaltigkeit	S. 14
	Das Konzept Nachhaltigkeit im aktuellen Diskurs	S. 17
IV.	Nachhaltige Infrastruktur als Basis für nachhaltiges Wirtschaften	S. 20
IV.1	Verkehrsinfrastruktur	S. 22
	Straßenverkehr	S. 23
	Schienenverkehr	S. 25
	Schifffahrt	S. 26
	Luftfahrt	S. 29
IV.2	Ver- und Entsorgung	S. 32
	Energie	S. 32
	Wasser	S. 36
	Gas	S. 38
	Abwasser	S. 39
	Abfall	S. 41
V.	Verzeichnisse	S. 48
	Literaturverzeichnis	S. 48
	Abbildungsverzeichnis	S. 54
VI.	Interviews & Unternehmensprofile	S. 58
VII.	Impressum	S. 66



I. Vorwort



Liebe Leserin, lieber Leser,

nach einem ausgesprochen erfolgreichen Auftakt der „CleanTech Studienreihe“ stellen wir Ihnen nun eine erste Ausgabe des Sonderformats „DCTI Spezial“ vor. Mit diesem Format reagiert das Deutsche CleanTech Institut fortan quartalsweise auf die beständigen Veränderungen im CleanTech Sektor und bietet – in Ergänzung zu den Berichtsbänden der Studienreihe – eine kontinuierliche Aufarbeitung segmentübergreifender Themen.

Im ersten „DCTI Spezial - Nachhaltigkeit“ geht das Institut daher der Frage nach, welche wissenschaftlichen Strategien und theoretischen Ansätze diesem weitgefassten Begriff zugrunde liegen. Nachhaltigkeit ist als Begriff zwar derzeit in aller Munde, wird dabei aber häufig sehr unterschiedlich ausgelegt und findet in verschiedensten gesellschaftlichen, politischen und wirtschaftlichen Zusammenhängen Gebrauch.

Ziel des vorliegenden Spezial ist zum einen der Versuch einer Begriffsdefinition auf der Basis theoretischer Konzepte, die bis in das 18. Jahrhundert zurückreichen, zum anderen die konkrete Ausgestaltung der Begrifflichkeit mit praktischen Ansätzen und Beispielen der heutigen, wirtschaftlichen Praxis. Dabei wird deutlich, dass die Nachhaltigkeit einer industrialisierten Volkswirtschaft in hohem Maße von der intelligenten Nutzung sowie dem Ausbau und dem Erhalt einer geeigneten Infrastruktur abhängt. Darunter fallen Konzepte für eine Verbesserung der Mobilität genauso wie Ansätze zur Optimierung der Abfallwirtschaft oder der Wasser-, Strom- und Gasversorgung.

Die Aspekte der „sozialen Nachhaltigkeit“, wengleich gesellschaftspolitisch überaus relevant, werden – angesichts dieser Definition und der inhaltlichen Ausrichtung des Instituts – in diesem Spezial bewusst nicht näher betrachtet.

Vor diesem Hintergrund stehen auch die Begriffe CleanTech und Nachhaltigkeit in einer direkten Beziehung zueinander. Während CleanTech die technischen Anwendungen und konstruktiven Innovationen im Blick hat, setzt die Nachhaltigkeit auf deren intelligente Zusammenführung und optimierte Nutzung. CleanTech bildet damit das technologische Fundament einer nachhaltigen volkswirtschaftlichen Gesamtstrategie.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'P. Wolff', written in a cursive style.

Philipp Wolff
Geschäftsführer DCTI



II. Einleitung

Nachhaltige Mobilität, nachhaltige Wirtschaft, nachhaltige Lebensweise – der Begriff Nachhaltigkeit ist in aller Munde. In Zeiten des weltweiten Klimawandels und der Ressourcenverknappung scheint das Konzept Nachhaltigkeit die Antwort auf globale Probleme bzw. der Schlüssel zum allgemeinen Erfolg zu sein. Nachhaltigkeit oder nachhaltige Entwicklung ist ein mittlerweile fast inflationär gebrauchtes Schlagwort und wird vor allem von Seiten der Wirtschaft zunehmend genutzt, um Bemühungen hinsichtlich der unternehmensbezogenen CO₂-Einsparung öffentlichkeitswirksam und imagefördernd zu beschreiben. Glaubt man den Aussagen und Verheißungen, scheint es nur noch eine Frage der Zeit, bis Probleme wie Klimaveränderung und Ressourcenverbrauch sowie gesellschaftliche bzw. soziale Missstände aus der Welt geräumt sind. Doch vor dem Hintergrund der aktuellen Debatten, bspw. zum anstehenden Weltklimagipfel in Kopenhagen Anfang Dezember diesen Jahres, scheint der Entwicklungstrend in Sachen Klimaschutz ein gegenläufiger und die Erreichung der gesetzten Ziele in weiter Ferne.

Entsprechend berechtigt stellt sich die Frage danach, was wirklich hinter dem Begriff Nachhaltigkeit steht? Was will und was bedeutet nachhaltige Entwicklung? Das folgende Spezial des Deutschen CleanTech Institutes (DCTI) widmet sich dieser Frage und betrachtet das Thema Nachhaltigkeit einmal genauer. Denn die Bedeutung einer nachhaltigen Entwicklung in Wirtschaft und Gesellschaft ist zentraler denn je. Als Wirtschaftsforschungsinstitut legt das DCTI dabei den Fokus auf die Frage, welche Aufgaben und Chancen/Potentiale sich im Zuge der aktuellen Herausforderungen auf dem Weg hin zu einer zukunftsfähigen Welt dabei auf Seiten der Industrie/Wirtschaft ergeben.

Anhand von praxisnahen Beispielen wird gezeigt, in welchen Bereichen nachhaltige Entwicklung wie Gestalt annehmen kann. Anhand des Themenkomplexes Infrastruktur wird dargestellt, wie vielfältig und umfassend das Konzept der Nachhaltigkeit in der Wirtschaft sein kann und muss. Aufgrund seiner zentralen Bedeutung für den Klimawandel einerseits sowie dank der Möglichkeit der Messbarmachung, kommt dem CO₂-Ausstoß bzw. der Reduktion des CO₂-Ausstoßes hier eine besondere Gewichtung zu.



III.

Nachhaltige Entwicklung

– Aufgabe und Leitidee des 21. Jahrhunderts





• Nachhaltige Entwicklung

Nachhaltige Entwicklung



Hintergrund & Historie

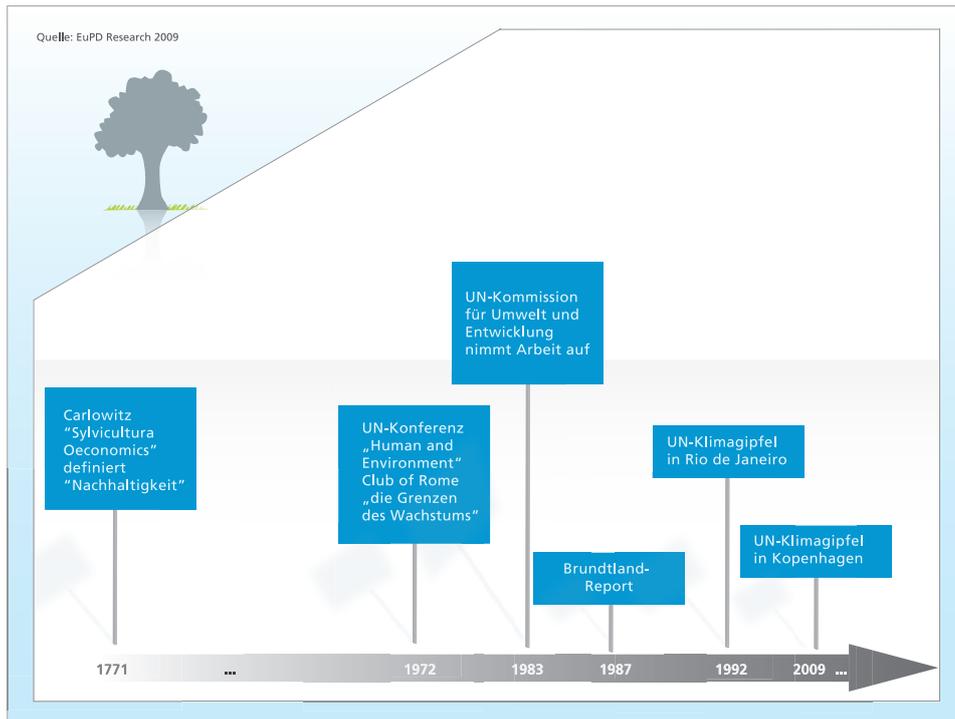
Die ökologischen Herausforderungen und Risiken unserer Zeit sind allseits bekannt. Zu nennen ist hier zu allererst die Klimaerwärmung aufgrund einer ansteigenden Emission klimaschädlicher Gase bei gleichzeitiger Entwaldung. Damit einher gehen die zunehmende Wüstenbildung, der Verlust der Biodiversität sowie der Mangel bzw. die Verknappung von Süßwasser. Neben den ökologischen Aspekten stellen aus wirtschaftlicher und gesellschaftspolitischer Perspektive die verstärkte Ressourcenverknappung bei gleichzeitigem demographischen Wandel, dem weltweiten Bevölkerungswachstum sowie der zunehmenden Armut bedeutende Herausforderungen des 21. Jahrhunderts dar. Das Konzept der nachhaltigen Entwicklung soll und will hier die Antwort und Lösung auf dem Weg zu einer umweltverträglichen, zukunftsfähigen gesellschaftlichen Entwicklung der Menschen liefern.

Der Begriff Nachhaltigkeit geht ursprünglich zurück auf die Forstwirtschaft im 18. Jahrhundert. Eine erste Erwähnung eines nachhaltigen Konzeptes findet sich in einer Abhandlung des Oberberghauptmannes von Carlowitz. In seinem Werk „*Sylvicultura Oeconomica*“ beschreibt er, dass nachhaltige Forstwirtschaft auf dem Grundsatz beruhen müsse, wonach in einem bestimmten Zeitraum nur jene Menge Holz geschlagen werden dürfe, wie durch Neubepflanzung von Bäumen nachwachsen könnte [FZKARL99]. Das Nachhaltigkeitskonzept hatte also anfänglich eine ausschließlich ökonomisch-ökologische Komponente im Sinne der Ressourcensicherung und wurde auch im Laufe der nächsten 200 Jahre lediglich in diesem Kontext in der Forst- und Fischereiwirtschaft verwendet. [vgl. FZKARL99: S. 12].

Die Frage der Ressourcenknappheit – insbesondere thematisiert im Bericht „Die Grenzen des Wachstums“ des Club of Rome im Jahr 1972 – in Zusammenhang mit der Zunahme von Umweltbelastung, z. B. durch Lärm und Schadstoffe, erweiterte den Nachhaltigkeitsbegriff und führte ihn in die entwicklungspolitische Debatte der 70er und 80er Jahre [vgl. FZKARL99: S. 13]. Auf der 1972 stattfindenden UN-Konferenz „Human Environment“ wurde explizit die Vorstellung diskutiert, wonach weitere gesellschaftliche Entwicklung, die im Wirtschaftswachstum und dem Prozess der Industrialisierung ihren Ausdruck findet, möglich sei bzw. sein müsse, ohne die natürliche Umwelt zu schädigen oder zu belasten [vgl. IUCN06].

Zudem gewann in dieser Zeit auch die Debatte zum so genannten Nord-Süd-Gefälle zunehmend an Bedeutung. In den Anfang der 80er Jahre veröffentlichten Arbeiten der Nord-Süd-Kommission wurde diese Thematik eingehend beleuchtet. Dabei wurde die Hauptlast und Hauptverantwortung für Umwelt- und Sozialprobleme und deren Lösung den Industriestaaten der Welt zugewiesen. Unterlegt werden konnte diese Forderung durch die Erkenntnis, dass sich die von den Industriestaaten betriebene Produktions- und Lebensweise aufgrund vielfältiger Aspekte langfristig nicht auf die restliche Welt und damit die Mehrzahl der Weltbevölkerung übertragen ließe [vgl. FZKARL99: S. 15].

< Grafik 1: Wichtige Meilensteine des Nachhaltigkeitsdiskurses >



Angesichts dieser neuen und komplexen Herausforderungen wurde durch die Vereinten Nationen die UN-Kommission für Umwelt und Entwicklung eingesetzt, die im Jahr 1983 ihre Arbeit aufnahm. In dem 1987 erschienenen und von der UN-Kommission erstellten Brundtland-Report wird „Sustainable Development“ (nachhaltige Entwicklung) erstmalig definiert als: „...eine Entwicklung, die die Lebensqualität der gegenwärtigen Generation sichert und gleichzeitig zukünftigen Generationen die Wahlmöglichkeit zur Gestaltung ihres Lebens erhält.“ (Weltkommission für Umwelt und Entwicklung 1987).

Obwohl diese Definition als sehr vage und ungenau bezeichnet werden kann, verbindet sie doch die zwei wesentlichen Aspekte grundlegend miteinander: Das Problem der Umweltbelastung, das mit weiterem Wirtschaftswachstum einhergeht sowie die Notwendigkeit des wirtschaftlichen Wachstums zur weltweiten Armutsbekämpfung [zitiert und übersetzt nach IUCN06: S. 2].

In der Folge dieses Berichts und der weltweiten Verbreitung des Begriffs „Sustainable Development“, auch außerhalb der wissenschaftlichen Kreise, nahm das Konzept der nachhaltigen Entwicklung als zentrales Leitbild der internationalen Politik des 21. Jahrhunderts seinen Anfang. Wichtiger Meilenstein war hier bspw. der UN-Klimagipfel in Rio de Janeiro im Jahr 1992 und die dort verabschiedete Klimarahmenkonvention.

Nachhaltigkeit als zentrales Leitbild der internationalen Politik des 21. Jahrhunderts



• Nachhaltige Entwicklung

Nachhaltige Entwicklung



Mit der Verabschiedung der Rio-Deklaration sowie der Agenda 21 werden die entwicklungs- und umweltpolitischen Grundprinzipien wie auch ein daran anknüpfendes umfassendes Aktionsprogramm festgelegt. Erstmals wird damit der Klimawandel als globales Problem dargelegt und der internationale Klimaschutz als dringende Aufgabe der Staatengemeinschaft definiert. Diese muss mit der Frage der sozialen Verträglichkeit und Chancengleichheit einhergehen, der hier ebenfalls maßgebliche Bedeutung zugemessen wurde [vgl. FZKARL99, IUCN06].

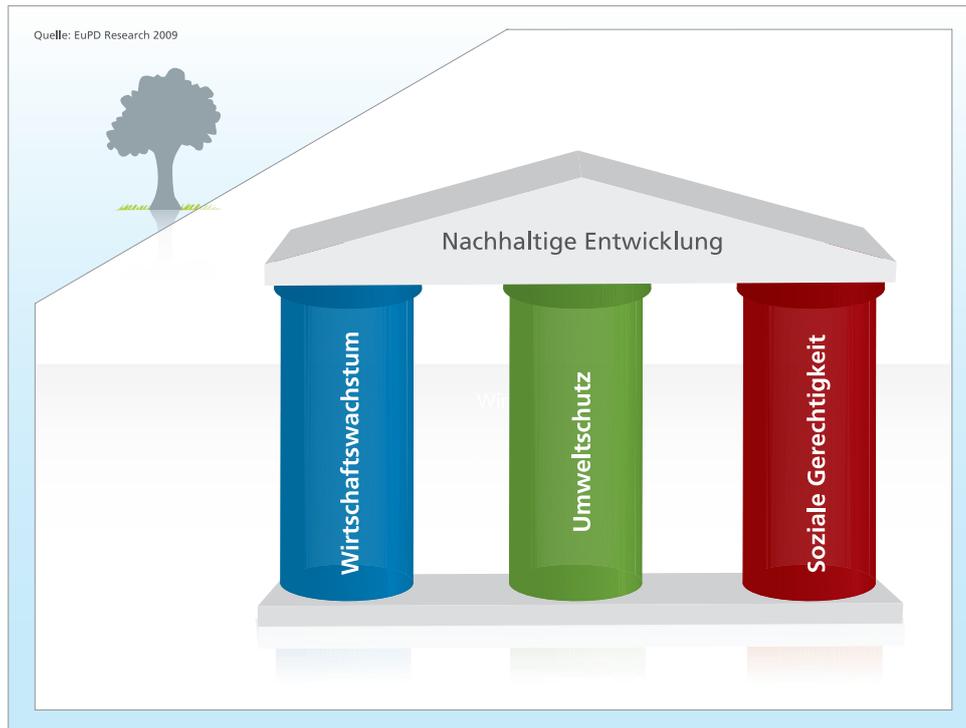
Die drei Aspekte der Nachhaltigkeit

Eingeleitet wurde damit der bis heute andauernde Prozess der Konkretisierung und Definition von Nachhaltigkeit. D. h. auch einer Debatte darüber, was genau nachhaltige Entwicklung beinhaltet bzw., wie diese zu operationalisieren sei. Dabei kommt allen gesellschaftlichen Gruppen und Institutionen, insbesondere der Wirtschaft, Wissenschaft und Politik, die Aufgabe zu, diese Konkretisierung und Weiterentwicklung aus der eigenen Perspektive, wie auch auf Basis der Dialogbereitschaft mit anderen Sichtweisen, vorzunehmen. Eine entscheidende Rolle nimmt hier die internationale Politik ein, in der die grundsätzlichen Weichen für eine sich nachhaltig entwickelnde Gesellschaft gestellt werden müssen, was nachhaltiges Wirtschaftswachstum wie auch eine nachhaltige Lebensweise der Menschen gleichermaßen betrifft. Die Konzeptionierung einer nachhaltigen Entwicklung kann somit nicht allgemeingültig formuliert, sondern muss jeweils als ein Aushandeln der verschiedenen Zielvereinbarungen verstanden werden. Wie der Terminus Entwicklung bereits aufzeigt, handelt es sich hierbei um einen fortwährenden Prozess hin zu einem Ideal bzw. einer Zielsituation. Ausgangspunkt einer solchen Entwicklung ist also der Wunsch nach und die Notwendigkeit von Wachstum - gesellschaftlichem wie wirtschaftlichem Wachstum bei begrenzten ökologischen Rahmenbedingungen. Immer mehr Menschen wollen zunehmend an den technischen und wissenschaftlichen Erkenntnissen und wirtschaftlichen Errungenschaften teilhaben, Wohlstand erfahren, mobil sein, ihre Ernährung und Bildung und eigene Zukunft und Freiheit sichern.

Festgelegt hat sich im Nachhaltigkeitsdiskurs bis dato jedoch das Bewusstsein, dass die Grundlage des Entwicklungskonzepts ein Ausgleich bzw. eine gleichrangige Berücksichtigung der drei teilweise konträren Positionen Ökonomie, Ökologie und soziale Gerechtigkeit sein müsse [vgl. FZKARL99: S. 15 ff.]. Dies bildet ein Konzept, dass in dem so genannten 3-Säulen-Modell seinen Ausdruck finden soll – siehe Grafik 2.

Laut des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU) stellt das 3-Säulen-Modell dahingehend einen Fortschritt dar, als das hier der Umweltschutz als gleichrangig neben gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Zielen verstanden wird. Dies steht im Gegensatz zu früheren entwicklungs- und wirtschaftspolitischen Konzepten, in denen der Umweltschutz lediglich eine nachrangige Bedeutung inne hatte.

< Grafik 2: 3-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit >



Dennoch steht der SRU dem Modell kritisch gegenüber. Der SRU stellt dabei insbesondere die Eignung des Modells in Frage, den eigenen Anspruch nach Gleichrangigkeit der drei Säulen zu gewährleisten. Stattdessen ließe das Modell Spielraum für Interpretationen offen, wonach sich die ökonomischen, gesellschaftlichen und ökologischen Zielsetzungen unabhängig voneinander verfolgen ließen. So würde es bspw. in der wirtschaftlichen Praxis zunehmen „...beliebige ökonomische Belange gegen die Erfordernisse des Umweltschutzes in Rechnung zu bringen“ [vgl. SRU02]. Daran schließt sich konsequenterweise die Frage nach dem Mehrwert eines Nachhaltigkeitskonzeptes [vgl. SRU06: S. 68] an, das es erlaubt, die verschiedenen Zielsetzungen gegeneinander aufzuwiegen bspw. ökologische Belange gegen ökologische sozusagen „in Rechnung zu stellen“.

Grundlegende Aufgabe ist es daher, die Art der Beziehung zwischen Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt zu erfassen und entsprechend normativ zu beschreiben. So ist der Mensch als biologisches Wesen und damit auch die Gesellschaft ein Teil der natürlichen Umwelt bzw. des ökologischen Systems und somit auf dieses angewiesen.

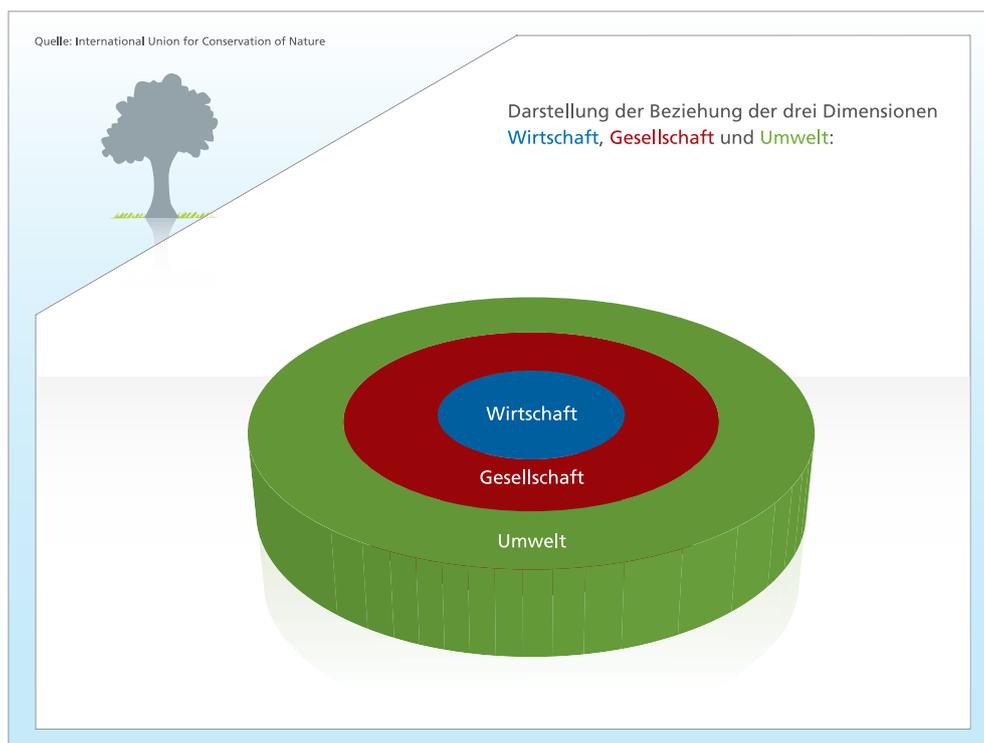
III • Nachhaltige Entwicklung

Nachhaltige Entwicklung

Die Wirtschaft wiederum – verstanden im weiten Sinne als ein Gesamtsystem aller Handlungen und Tätigkeiten zur Weiterentwicklung und Befriedigung der menschlichen Bedürfnisse und Möglichkeiten durch technischen und wissenschaftlichen Fortschritt – funktioniert nur auf Grundlage der natürlichen Vorkommen (Erdöl, landwirtschaftliche Produkte etc.) und ist selbst Teil oder Funktion der Gesellschaft und somit also gleichermaßen Teil des Ökosystems Erde. Damit ist das Wirtschaftssystem klar auf das ökologische sowie auf das soziale Umfeld angewiesen (siehe Grafik 3 angelehnt an „International Union for Conservation of Nature“ IUC02) bzw. bilden die natürlichen Bedingungen die grundlegenden Voraussetzungen für gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung.

Vor diesem Hintergrund müsste das Ziel der ökologischen Nachhaltigkeit wenn nicht als vorrangig dann unbedingt integriert und gleichrangig behandelt werden. Im Hinblick auf die sozialen und ökologischen Herausforderungen kommt der Wirtschaft vielmehr eine Schlüsselrolle zu, da hier maßgeblich mit ausgelotet wird, ob, inwiefern und mit welchen Mitteln Menschen heute und die der nächsten Generation ihre Bedürfnisse nach Existenzsicherung sowie nach Wohlstand, Freiheit, Gleichheit, Mobilität, etc. befriedigen können. Bisheriges Wachstum und wirtschaftliches Handeln sowie der technische Fortschritt haben sich bislang am „Funktionieren“ im engeren Sinne ausgerichtet, d. h. im Funktionieren der Maschine oder des Gerätes.

< Grafik 3: Concentric Circles >



Wirtschaft als Teil der Gesellschaft; der Mensch und die Gesellschaft als Teil der natürlichen Umwelt

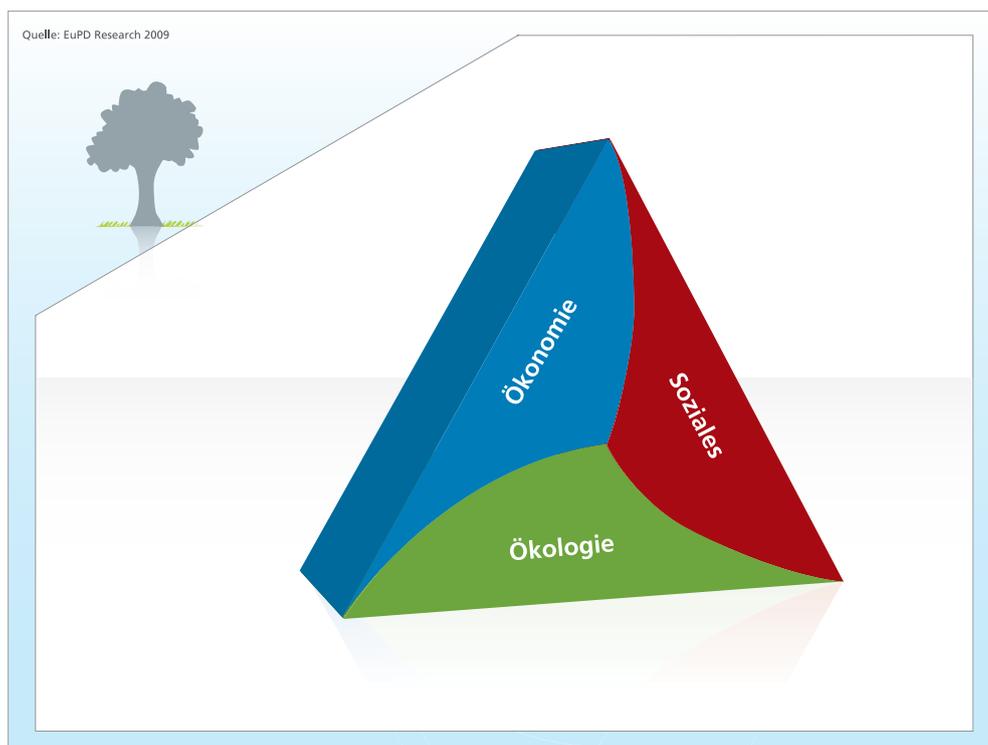


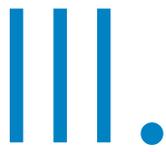
Außer Acht gelassen wurden dabei die, teilweise auch zeitlich versetzten Folgen, wie eben der Verbrauch der Ressourcen, der CO₂-Ausstoß, die Emission von Gasen, Giftstoffen oder Lärm. Die Nichtbeachtung der möglichen Folgen, d. h. der Mangel an nachhaltigem Denken und Handeln resultierte in eben jenen Umwelt- und gesellschaftlichen Problemen.

Das Konzept Nachhaltigkeit im aktuellen Diskurs

Vor dem Hintergrund der nach wie vor bestehenden ökologischen und gesellschaftlichen Herausforderung kann Nachhaltigkeit nur als integriertes Modell im Sinne einer gleichzeitigen Berücksichtigung aller drei Zieldimensionen verstanden werden. Im Zuge der bisherigen Debatte hat sich daher ausgehend von dem 3-Säulen-Modell über das konzentrische Modell auch das Dreiecksmodell oder das Modell der „Overlapping Circles“ etabliert. Das Konzept der Nachhaltigkeit betrachtet hier die drei Bereiche Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft als gleichrangige und integrierte Dimensionen, deren Ziele, Funktionen und Aufrechterhaltung es gleichermaßen zu bewahren gilt. Das in Grafik 4 dargestellte Modell macht das Konzept einer integrierten Nachhaltigkeit deutlich und grenzt nachhaltige Entwicklung von anderen Entwicklungen, etwa der wirtschaftlich-ökologischen oder wirtschaftlich-sozialen, ab.

< Grafik 4: Nachhaltigkeitsdreieck >





Nachhaltige Entwicklung

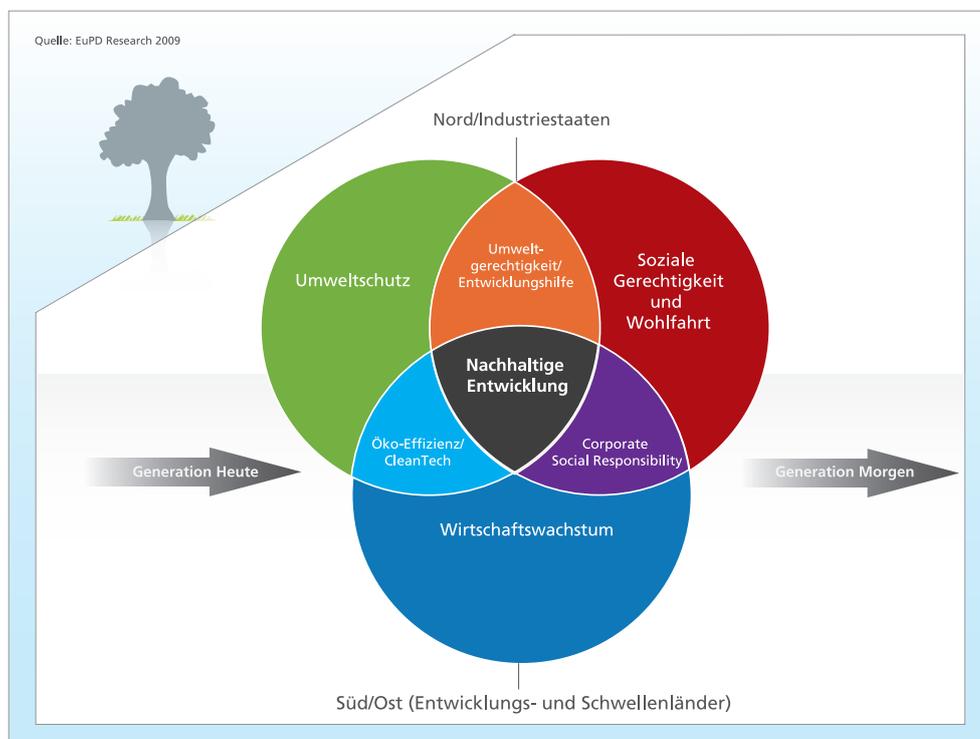
Nachhaltige Entwicklung

So kann wirtschaftliches Handeln bspw. unter Berücksichtigung ökologischer Anforderungen ausgerichtet werden. Clean Technologies stellen hierbei zentrale Aspekte dar. Wirtschaftliche Unternehmungen können zudem auch soziale Aspekte aufgreifen und unter dem Stichwort „Corporate Social Responsibility“ etwa die Mitarbeitergesundheit, Familienfreundlichkeit und Chancengleichheit fördern. Aus Sicht der Autoren wird jedoch nur die Schnittmenge aller drei Bereiche einer nachhaltigen Entwicklung gerecht (siehe Grafik 5). Nachhaltiges Wirtschaften ist damit mehr als CleanTech, denn es berücksichtigt neben dem ökologischen, also dem Umweltschutzgedanken, auch noch den sozialen Aspekt.

Erfolgreiches Wirtschaftswachstum im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung heißt:

- Wirtschaften im Hinblick auf den effizienten und bedachten Umgang mit natürlichen Ressourcen und deren Sicherung für künftige Generationen sowie der Erhaltung der natürlichen Lebensumwelt von Menschen (und Tieren).
- Wirtschaften im Hinblick auf Chancengleichheit und gesellschaftliche Verträglichkeit.

< Grafik 5: Integriertes Nachhaltigkeitsmodell nach Uhlemann, angelehnt an Dierke >



Wie bereits festgehalten, kann Nachhaltigkeit dabei als ein Ziel definiert werden, das Wohlstand, Wachstum und gesellschaftliches Zusammenleben im Einklang mit der Natur und auf Chancengleichheit beruhend, ermöglicht. Der Weg dahin, also der Prozess bzw. die nachhaltige Entwicklung beruht auf der Verbindung von wirtschaftlichem und technischem Fortschritt mit sozialer Gerechtigkeit und dem Schutz des Klimas und der natürlichen Umwelt. Die praktische Ausgestaltung im konkreten Fall obliegt dabei den jeweiligen Akteuren. Eine einfache und allgemeingültige Definition kann es entsprechend nicht geben und wäre wenig hilfreich. Vielmehr sind die Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft mehr denn je gefordert jeweils handhabbare, brauchbare und für die einzelnen Handlungsfelder gültige Konzepte einer nachhaltigen Entwicklung zu erarbeiten und zu formulieren.

IV.

Unter dem Begriff der Infrastruktur werden elementare strukturelle Voraussetzungen einer Volkswirtschaft oder eines Raumes zusammengefasst, die eine privatwirtschaftliche Güterproduktion und die Erstellung von Dienstleistungen ermöglichen bzw. deren Effizienz deutlich verbessern. Demgemäß besitzen Infrastrukturen die Bedeutung von Vorleistungen, da sie in den unternehmerischen Produktionsprozess als Vorprodukte eingehen.

Traditionelle Beispiele für Segmente der Infrastruktur finden sich in der Verkehrsinfrastruktur (Straßen-, Schienen- und Wassernetze) sowie Ver- und Entsorgungseinrichtungen (Energie, Wasser, Kommunikation) [CAWM08].

Trotz der im internationalen Vergleich positiven Stellung der deutschen Infrastruktur [WEF09], belegen zahlreiche Untersuchungen den hohen Investitionsbedarf für den Erhalt und den zukunftsweisenden Ausbau der bisherigen Struktur hierzulande. Insgesamt wird dem Investitionsaufkommen in die öffentliche Infrastruktur ein erheblicher Einfluss auf das wirtschaftliche Wachstum und zukünftige Wachstumschancen zugeschrieben [DIWECON09].

Vor dem Hintergrund von Nachhaltigkeit steht die Frage, inwiefern ein weiterer Ausbau der Infrastruktur mit den Zielsetzungen einer nachhaltigen Entwicklung in Deutschland vereinbar ist bzw. wo die Beiträge des Infrastrukturbereiches zur nachhaltigen Entwicklung liegen.



Nachhaltige Infrastruktur

als Basis für nachhaltiges Wirtschaften



IV.1. Verkehrsinfrastruktur

Verkehrsinfrastruktur

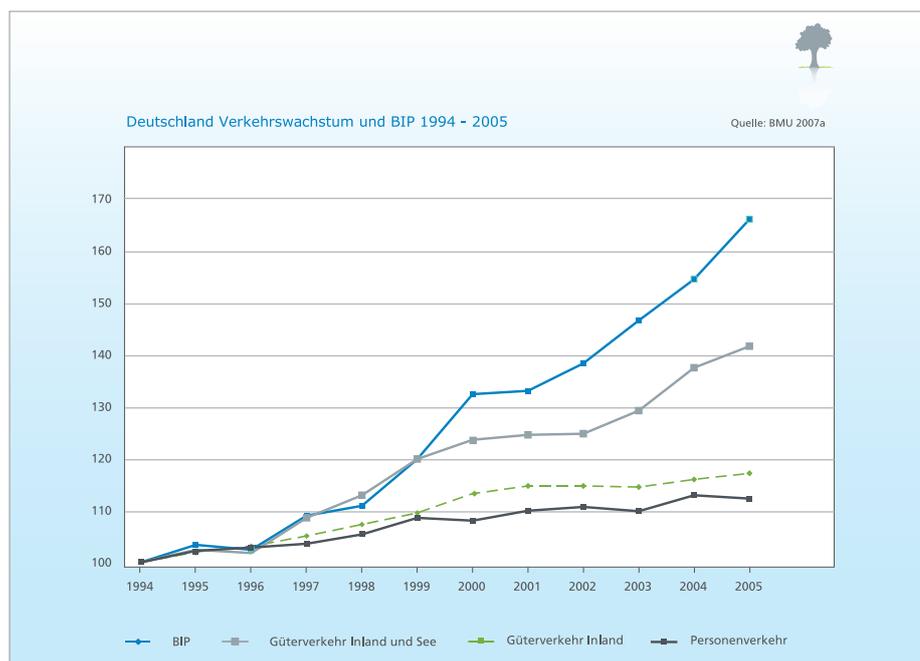
Verkehrsinfrastruktur

Der Transport von Personen und Gütern auf Straßen, Schienen, Schifffahrtswegen sowie in Luftkorridoren stellt Verkehrsleistungen dar, deren Bewältigung die Bereitstellung einer umfangreichen Verkehrsinfrastruktur erfordert. Hierbei werden drei Segmente unterschieden: Wegeinfrastrukturen wie Gleisanlagen, Bahnhöfe, Straßen oder Flughäfen, Verkehrskontrollsysteme wie Flugüberwachung, Zugüberwachungssysteme, Leit- und Informationssysteme für den Straßenverkehr sowie Verkehrsleistungen, etwa die Beförderung von Gütern und Personen mittels Zügen, Flugzeugen, Schiffen, LKWs und PKWs [Knieps96].

Im Zeitraum zwischen 1994 und 2005 verzeichnete der Güterverkehr in Deutschland eine Zunahme um 39 Prozent und wuchs damit deutlich stärker als das preisbereinigte Bruttoinlandsprodukt, das im gleichen Zeitraum 16 Prozent zulegte. Die von Deutschland ausgehenden internationalen Gütertransporte auf See und in der Luft stiegen in dieser Zeitspanne um über 60 Prozent [BMU07a].

Im Jahr 2006 erreichten die Transportleistungen des Güterverkehrs ein neues Rekordhoch von 600 Mrd. Tonnenkilometer (tkm). Laut Berechnungen der ProgTrans AG ist zudem bis 2050 voraussichtlich mit einer Verdopplung der Transportleistung auf 1.200 Mrd. tkm zu rechnen [ProgTrans AG07]. Ebenso weist der Personenverkehr in Deutschland einen steten Zuwachs auf. Zwar hat sich das Wachstum in den letzten Jahren etwas abgeschwächt, dennoch ist eine Steige-

< Grafik 6: Deutschland Verkehrswachstum >



rung vor allem bei PKW und im Flugverkehr zu beobachten [BMU07b]. Der weitere Ausbau der Verkehrsinfrastruktur ist Basis für wachsende Arbeitsteilung und Spezialisierung und trägt dazu bei, dass Produktionsfaktoren zunehmend mobiler werden. Darüber hinaus erleichtert ein hoher Ausbaustand der Infrastruktur die Erschließung neuer Märkte und steigert gleichzeitig den Grad der Güterverteilung.

Dabei ist das Verkehrsaufkommen in den vergangenen Jahrzehnten deutlich stärker gewachsen als der Neu- bzw. Ausbau der Infrastruktur. Im Ergebnis führt das zu einer Überbelastung der bestehenden Infrastruktur und erhöht deren Abnutzung und den Ersatzbedarf zusätzlich. Der volkswirtschaftliche Schaden aufgrund überlasteter Kapazitäten beläuft sich allein im Bereich des Straßenverkehrs auf 102 Milliarden Euro pro Jahr [CAWM08]. Neben den Herausforderungen des zukünftigen Kapazitätsausbaus der Infrastruktur stellt sich die Frage nach der Vereinbarkeit von Nachhaltigkeit und Infrastrukturausbau. Hierbei ist der Einsatz neuartiger Technologien und Konzepte vonnöten.

Von Seiten des deutschen Staates wurde Mitte 2008 mit dem „Masterplan Güterverkehr und Logistik“ ein zukunftsweisendes Programm eingerichtet, das die Herausforderungen an die Entwicklung der Infrastruktur in Deutschland identifiziert und in Zielstellungen ableitet. Die zeitnahe Umsetzung von 35 Maßnahmen soll hier eine zukunfts- und leistungsfähige Infrastruktur, die den Bedürfnissen der exportorientierten deutschen Volkswirtschaft entspricht, schaffen. Der Nachhaltigkeitsgedanke findet im Masterplan im Ziel E „Umwelt- und klimafreundlicher, leiser und sicherer Verkehr“ explizit Eingang und wird in 5 Einzelmaßnahmen umgesetzt. Hierbei werden Ziele der Emissionsreduzierung von Lärm und Schadstoffen durch die Erhöhung von Umweltstandards, durch Prozessoptimierung, Forschungsförderung und den Einsatz neuer Technologien anvisiert [BMVBS09].

Straßenverkehr

Im Zeitraum von 1991 bis 2007 hat die Personenverkehrsleistung in Deutschland auf der Straße als vorherrschenden Verkehrsträger um ca. ein Viertel zugenommen und umfasste 2007 885 Mrd. Personenkilometer (Pkm). In der gleichen Periode konnte im Güterverkehr auf der Straße ein Zuwachs um 90 Prozent registriert werden. Hier summierte sich die Verkehrsleistung auf 466 Mrd. tkm, wobei der Anteil des Straßenverkehrs am gesamten Güterverkehr von 64 auf 72 Prozent zunahm [BMU09b]. Prognosen zur künftigen Entwicklung des Straßenverkehrs in Deutschland belegen auch in den kommenden Dekaden ein deutliches Wachstum an Beförderungsmengen und -leistungen. Während bspw. im Straßengüternahverkehr von einem geringen Wachstum zwischen 2004 und 2025 von 25,9 auf 28,8 Mrd. tkm ausgegangen wird, liegt das prognostizierte Wachstum der Verkehrsleistung im Straßengüterfernverkehr bei 84 Prozent.

IV.1.

Verkehrsinfrastruktur

Verkehrsinfrastruktur

Im Bezug auf die Nachhaltigkeit des Straßenverkehrs wurden für das Jahr 2004 Gesamtemissionen an CO₂ von 188 Mio. t in Deutschland registriert. Dominante Gruppe sind hierbei die PKW, deren Ausstoß sich auf 133 Mio. t CO₂-Emissionen aufsummiert. Zweitstärkste Emittenten im Straßenverkehr sind LkW mit 49 Mio. t. Bis 2025 wird insgesamt eine Reduktion der CO₂-Emissionen im Straßenverkehr von 11 Prozent erwartet. Grundlage dieses Rückgangs bildet der prognostizierte sinkende Treibstoffverbrauch der eingesetzten Fahrzeuge. Innerhalb der Fahrzeugklassen ist neben einer deutlichen Reduktion der CO₂-Emissionen bis 2025 beim PKW-Verkehr zugleich ein Anstieg der CO₂-Emissionen für den Bereich der LkW zu erwarten, der auf den massiven Anstieg der prognostizierten Verkehrsleistung in diesem Segment zurückzuführen ist [BMVBS07b].

Um über die dargestellten Effekte zur Reduktion von CO₂-Emissionen hinaus Erfolge zu erzielen, gilt es, neue Fahrzeugkonzepte zu entwickeln und einzusetzen, die emissionsfreie Antriebssysteme nutzen. Prominentes Beispiel für alternative Antriebe stellt das Hybridfahrzeug dar, welches durch die Verbindung zweier Technologien – einem Verbrennungsmotor mit einem Elektromotor – die Möglichkeiten zur Kraftstoffeinsparung und damit zur Reduktion von Schadstoffen wie Kohlenstoffmonoxiden oder Kohlenstoffdioxiden und Stickoxiden liefert. Nur durch die Anwendung von solchen so genannten sauberen Technologien im Bereich Mobilität, ist die Verbesserung der Luftqualität und Einsparung der immer knapper werdenden Rohstoffressourcen mit einem gleichzeitig weltweit wachsenden Verkehrsaufkommen vereinbar. Darüber hinaus bieten Lithium-Ionen Akkus eine effiziente Speichermöglichkeit, ohne einen langfristig die Leistung schmälernenden „Memory-Effekt“, dort wo Energie nicht „just-in-time“ erzeugt werden kann.

Für die deutsche Volkswirtschaft birgt die Elektromobilität besondere Vorteile, da das Land nicht nur ein wichtiger Exporteur für Autos, sondern darüber hinaus auch der weltweit führende Produzent für Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien ist. Entsprechend kann Deutschland zukünftig nicht nur Elektrofahrzeuge liefern, sondern auch die notwendige Energietechnik, um diese nachhaltig zu betreiben [BMU08]. Ausgehend vom Jahr 2005, mit einem Bestand von 0,4 Mio. Hybridfahrzeugen, wird gegenwärtig ein jährliches Wachstum von 22 Prozent erwartet, so dass in 2020 die jährliche Fahrzeugproduktion bereits 8 Mio. betragen kann [BMU07d].

Ergänzend zum Einsatz neuartiger Antriebskonzepte besteht die Notwendigkeit, den in Elektromotoren eingesetzten Strom auch emissionsarm – bestenfalls emissionsfrei – zu erzeugen. Hier leisten bspw. Solartankstellen einen wertvollen Beitrag. An diesen Tankstellen werden Fahrzeuge mit Strom „betankt“, der über Solarzellen der Tankstelle erzeugt wird. Entsprechend liefert bspw. eine Kleinstanlage mit 300 Wp ca. 250-280 kWh Strom pro Jahr, was eine Fahrleistung von ca. 10.000 km mit einem Elektroroller entspricht [Solarserver09]. Die intensivere Anwendung bereits etablierter Konzepte, wie z.B. Carsharing, bietet zudem hohe Potentiale, um die Schadstoffemissionen deutlich zu senken und die Nachhaltigkeit im Straßenverkehr zu erhöhen [WupperInst07].

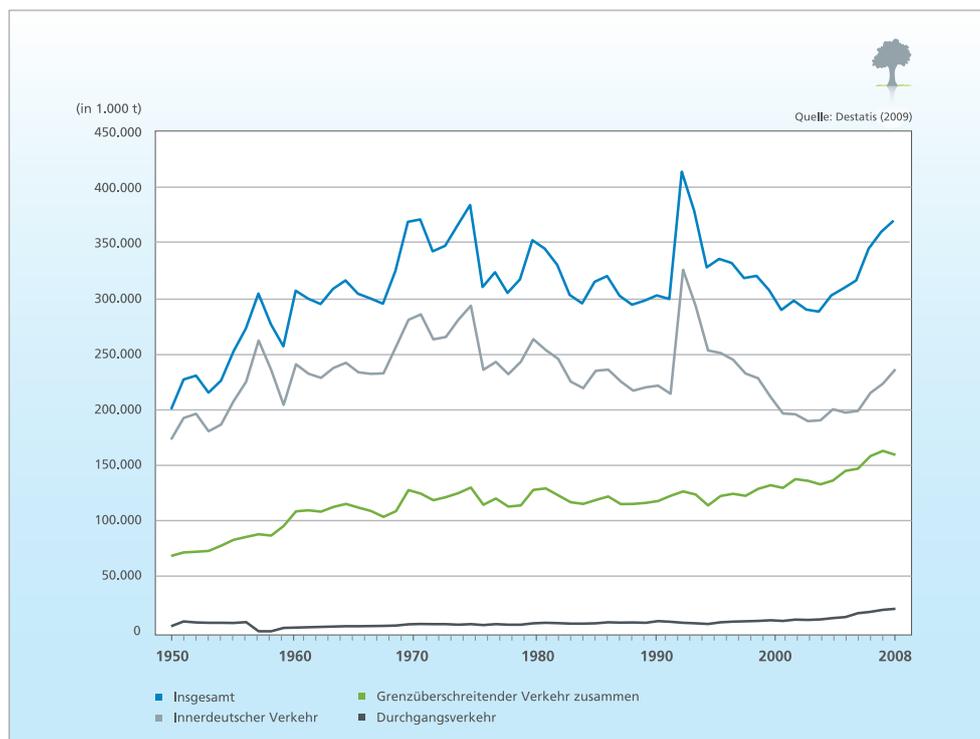


Darüber hinaus kann durch die kombinierte Nutzung von Verkehrsmitteln, so etwa von Fahrradverleihsystemen mit dem öffentlichen Personennahverkehr oder auch den „Park and Ride“-Angeboten, eine funktionierende Mobilitätskette eingerichtet werden, die eine hohe Umweltverträglichkeit aufweist [BMVBS09b]. Stauvermeidungskonzepte könnten zudem dazu beisteuern, den Verkehrsfluss zu optimieren und zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen.

Schienenverkehr

Die Beförderungsleistung der deutschen Eisenbahn zwischen 1950 und 2008 vollzieht bis Mitte der 70er Jahre einen steten Anstieg. Mit Ausnahme des kurzen, wendebedingten Aufschwungs Anfang der 90er Jahre wurden danach die Höchststände der 70er Jahre nicht mehr erreicht. In der Verteilung zwischen innerdeutschen und grenzüberschreitenden Verkehr zeigt sich eine stete Zunahme des grenzüberschreitenden Verkehrs. Hieran wird, wie auch am Anstieg des Durchgangsverkehrs dessen Anteil zwar nur 5 Prozent der gesamten Transportleistung ausmacht, die Stellung Deutschlands als exportorientierte Volkswirtschaft sowie die besondere geografischen Lage der Bundesrepublik als Transitland deutlich. Analog zur Entwicklung des Güterverkehrs auf der Schiene kann für die Personenbeförderung seit 2004 ein steter Anstieg verzeichnet werden. Mit Eisenbahnen wurden demnach im Jahr 2008 2,35 Mrd. Personen befördert, was gegenüber 2004 einen Anstieg um 260 Mio. Personen oder 12 Prozent beschreibt.

< Grafik 7: Entwicklung der Beförderungsleistung im Eisenbahnverkehr 1950 - 2008 >



IV.1.

Verkehrsinfrastruktur

Verkehrsinfrastruktur

Laut des Nachhaltigkeitsberichts der Deutschen Bahn AG weist der Schienenverkehr mit 46 g CO₂ pro Personenkilometer (Pkm) im Vergleich zu anderen Transportmitteln die geringsten CO₂-Emissionen im Personenfernverkehr auf. Während der PKW 138 g / Pkm ausstößt ist der Fernverkehr per Flugzeug mit 187 g / Pkm deutlich emissionsreicher. Im Personennahverkehr besitzt wiederum das Transportmittel Linienbus mit 71 g / Pkm gegenüber dem Schienenverkehr mit 76 g / Pkm den geringsten Wert. Der PKW weist mit 134 g / Pkm auch im Nahverkehr einen ähnlich hohen Wert wie im Personenfernverkehr auf.

Im Bereich des Güterverkehrs konkurriert dagegen die Binnenschifffahrt unmittelbar mit dem Transport per Bahn. Laut der Deutschen Bahn AG wird jedoch im Schienenverkehr mit 23 g / tkm ebenfalls der im Vergleich geringste Wert ausgewiesen. Die Schifffahrt erreicht einen leicht höheren Wert von 35 g / tkm. Deutlich darüber liegen allerdings die Emissionswerte beim Gütertransport per LkW (87 g / tkm) oder dem Warentransport per Flugzeug (795 g / tkm) [DB09].

Zur Erreichung einer nachhaltigen Entwicklung strebt die Deutsche Bahn AG, als größtes Eisenbahnunternehmen in Deutschland mit einem Marktanteil von 79 Prozent im Jahr 2008, zwischen 2006 und 2020 eine Reduktion der CO₂-Emissionen um 20 Prozent an. Dieses Klimaschutzprogramm soll mittels verschiedener Maßnahmen umgesetzt werden. Der Einsatz moderner Fahrzeuge, die energieeffizientere Elektromotoren besitzen und darüber hinaus Bremsenergie wieder zum Fahrbetrieb nutzen können, besitzt hierbei eine elementare Bedeutung. Die zunehmende Elektrifizierung des Bahnverkehrs in Kombination der Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung der Bahn hat gleichfalls ein hohes Einsparpotential an CO₂-Emissionen. Maßnahmen, die bereits heute umgesetzt werden können, betreffen die Umsetzung energiesparenden Fahrens sowie die Verbesserung der Auslastung der jeweiligen Züge und damit einhergehend die Reduktion des Energieverbrauches pro pkm bzw. tkm [DB09].

Schifffahrt

Die Beförderungsmenge der Schifffahrt im Jahr 2008 umfasste im Segment der Binnenschifffahrt 246 Mio. t und im Seeverkehr 317 Mio. t. Gemessen an der gesamten Güterbeförderung in Deutschland erreichte die Schifffahrt somit einen Anteil von 12,6 Prozent, was sich zu 5,5 Prozent auf die Binnenschifffahrt und 7,1 Prozent auf den Seeverkehr verteilt. Die Betrachtung der Beförderungsleistung legt offen, dass hier der Anteil der Binnenschifffahrt mit 64 Mrd. tkm bzw. 9,6 Prozent deutlich höher als der Anteil an der Beförderungsmenge ausfällt. Demnach wird der Gütertransport in der Binnenschifffahrt für längere Distanzen genutzt [Destatis09a].

Belief sich der weltweite CO₂-Ausstoß der Schifffahrt im Jahr 2005 auf 543 Mio. t, hat sich der Umfang der Emissionen bis 2007 mit 1.169 Mio. t mehr als verdoppelt. Die CO₂-Emissionen der weltweiten Schifffahrt liegen damit auf dem Niveau des gesamten CO₂-Ausstoßes der Industrienation Japan oder des bevölkerungsreichen Schwellenlands Indien.



Auf kurze Frist bis 2012, 2013 zeigt sich ein hoher Auftragsbestand an Schiffsbestellungen weltweit, so dass ein kurzfristiger Anstieg der CO₂-Emissionen in diesem Sektor auf etwa 1.600 Mio. t zu erwarten ist [HVB09].

Neben CO₂-Emissionen von Schiffen in der EU, die zwar absolut gemessen mit 153,3 Megatonne den deutlich größten Emissionsbetrag in der EU ausmachen, sind die Emissionen weiterer Schadstoffe wie Kohlenmonoxid, Stickoxid und Schwefeloxide infolge derer zum Teil deutlich höheren klimaschädlichen Wirkung gleichwohl von Bedeutung. Im Bezug auf diese Schadstoffgruppen zählt die Schifffahrt zu den größten Emittenten weltweit. Insbesondere im Bereich der Schwefel- und Stickoxide nimmt die Schifffahrt in der EU eine dominante Position ein, so dass hier im Bereich der Schwefeloxide etwa ein Viertel und bei den Stickoxiden knapp ein Drittel der EU-weiten Emissionen festzustellen sind. Trotz des großen Umfangs an CO₂-Emissionen liegt deren Anteil in Europa dagegen bei nur 3,7 Prozent an den Gesamtemissionen.

Um eine generelle Senkung der Emissionen vorzunehmen, liegen vielfältige Lösungsansätze vor. Hierbei lassen sich Maßnahmen unterscheiden, die beim Neubau von Schiffen umgesetzt werden, Maßnahmen bei vorhandenen Schiffen und betriebsbezogene Maßnahmen. Die Spannweite der Maßnahmen bei Schiffsneubauten reicht von der Optimierung des Schiffskörpers und der Schiffsschrauben bis hin zum Wechsel des Treibstoffs von Schweröl zu Schiffsdiesel. Das Einsparpotential an Treibstoff und den damit einhergehenden CO₂-Emissionen wird mit 5 bis 30 Prozent angegeben. Maßnahmen bei vorhandenen Schiffen beziehen sich zum Großteil auf optimierte Wartungsleistungen sowie auf eine verbesserte Treibstoffeinspritzung und Effizienzsteigerung. In Summe wird hier zwischen 4 und 20 Prozent Einsparpotential gesehen. Betriebsbezogenen Maßnahmen werden mit bis zu 40 Prozent das größte Reduktionspotenzial in Bezug auf den Treibstoffverbrauch zugeschrieben. Einzelmaßnahmen betreffen hierbei die optimale Flotten- und Routenplanung, die optimale Einstellung der Maschinen und Antriebe sowie verkürzte Liegezeit in Häfen [Hassellöv09].

Um Einsparungen von CO₂-Emissionen durchzuführen, lassen sich verschiedenste Konzepte umsetzen. Hierbei wird unterschieden in:

- alternative Kraftstoffe und Energieträger
- verbesserte Antriebstechnologien
- und Innovationen am Schiff selbst

Als alternative Kraftstoffe kommen für den Schiffbetrieb Erdgas, Biokraftstoffe und Wasserstoff infrage. Trotz der Vorteile im Verbrauch war Erdgas bislang aufgrund von Sicherheitsbedenken nicht als Treibstoff zugelassen.

IV.1.

Verkehrsinfrastruktur

Verkehrsinfrastruktur

Während der Betrieb mit Biodiesel oder Pflanzenöl zum Teil ohne Umrüstung der Motoren möglich ist, verhindern bislang Sicherheitsbedenken den Einsatz von Biogas. Wasserstoff als alternativer Energieträger kommt schon seit längeren in Brennstoffzellen in der Schifffahrt zum Einsatz.

Die heutige Antriebstechnik von Schiffen wird allerdings immer noch vom Dieselmotor dominiert. Jedoch werden auch hier durch die Anwendung neuartiger Methoden noch deutliche Effizienzsteigerungspotentiale gesehen. Ein Beispiel stellt die sogenannte „Waste Heat Recovery“ Technologie dar. Hierbei werden von den heißen Abgasen Generatoren angetrieben, die zusätzliche Energie für die Stromversorgung des Schiffes bereitstellen und damit ein Einsparpotential von bis zu 12 Prozent bieten. Der Betrieb eines Elektromotors durch eine Brennstoffzelle bietet Potential als Antrieb der Zukunft, da der Betrieb hier vollkommen emissionsfrei vollzogen würde. Hindernisse bestehen jedoch aktuell einerseits in der noch nicht emissionsfreien Erzeugung von Wasserstoff sowie dem Transport und der Lagerung.

Der POD- oder Propellergondel-Antrieb wurde bereits Mitte des letzten Jahrhunderts erfunden, hat jedoch erst in jüngster Zeit größere Verbreitung erreicht. Im Gegensatz zum konventionellen Antrieb sitzt hierbei der Antrieb in zwei schwenkbaren Gondeln unterhalb des Schiffes, wodurch sich optimale Strömungsverhältnisse und damit einhergehend optimierte Wirkungsgrade des Elektromotors erzeugen lassen. Dem bis zu 15 Prozent geringeren Treibstoffverbrauch und der deutlich gesteigerten Manövrierbarkeit stehen deutlich höhere Anschaffungskosten gegenüber. Einen anderen alternativen Antrieb stellt der so genannte Flettnerrotor dar, dessen Erfindung auf die zwanziger Jahre des 20. Jahrhunderts zurückgeht. In dieser Technik kommt ein drehender Zylinder zum Einsatz, der unter Ausnutzung des sogenannten Magnus-Effekt Unterdruck erzeugt und das Schiff vorwärts zieht. Die Treibstoffersparnis beläuft sich auf 30 bis 50 Prozent [HVB09].

Prominentes Beispiel für den Einsatz neuartiger Technologien zur Reduktion des Treibstoffeinsatzes bietet auch der SkySail-Antrieb, der zusätzlich zu konventioneller Antriebstechnik einen Zugdrachen installiert, dessen Vorschubleistung bei optimalen Bedingungen den Einsatz des konventionellen Antriebes auf ein Minimum reduziert. Seit Sommer 2009 kommt diese Technik erstmals an einem Frachtschiff zum Einsatz [SkySails09].

Als grundsätzlich alternatives Antriebskonzept ist der Einsatz von Elektromotoren zu sehen. Während der Antrieb durch Elektromotoren bereits seit Mitte des vergangenen Jahrhunderts ein gängiges Konzept ist, haben erst verbesserte Batteriesysteme die Leistungsfähigkeit und den Wirkungsgrad nachhaltig erweitert, so dass seit einigen Jahren die Verbreitung von Elektromotoren immer stärker zugenommen hat. Nischenanwendungen, etwa im Bereich des Wassersports oder des Wassertourismus, setzen inzwischen sogar auf die emissionsfreie Stromproduktion mittels Solarzellen.



Ein Beispiel dafür sind die Solarboote der SolarWaterWorld AG, die in der Region Berlin emissionsfreien Wassertourismus anbietet [SolarWater09].

Bauliche und konstruktionsbedingte Innovationen am Schiffsrumpf, die den Treibstoffverbrauch senken können, betreffen vornehmlich die Optimierung der Unterwasserkonstruktion und zielen auf effiziente Reibungsreduktion und verbesserte Gleiteigenschaften des Schiffs. Darüber hinaus kann die Antriebsleistung durch Modifikationen des Propeller und des Ruders optimiert werden. Neuartige Schiffsanstriche, die Antifoulings, verhindern zudem den Bewuchs mit Muscheln, Algen und andere Organismen und sorgen damit ebenfalls für einen geringeren Widerstand im Wasser. Während der Liegezeiten der Schiffe im Hafen wird zudem eine Landstromversorgung angestrebt, um so den weit weniger effizienten Betrieb der Schiffsgeneratoren zu umgehen. Auch hiervon versprechen sich Experten weiteres Energiesparpotential [HVB09].

Luftfahrt

Der Luftverkehr ist maßgeblich für den Anstieg der Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors verantwortlich – zwischen 1990 und 2004 wurde allein in diesem Sektor eine Zunahme der Treibhausgasemissionen um 80 Prozent registriert.

Bis 2012 wird infolge der bis dahin erwarteten Zunahme des Passagier- und Frachtaufkommens mit einer Steigerung der Emissionen um über 150 Prozent des Wertes von 1990 gerechnet [BMU07c].

Im Jahr 2001 hat sich die europäische Luftfahrtindustrie darauf hin eine Selbstverpflichtung auferlegt und plant die Höhe der CO₂-Emissionen bis 2020 um 50 Prozent zu reduzieren. In der „Strategic Research Agenda“ (SRA-I) hat das „Advisory Council for Aeronautics Research in Europe“ (ACARE) das Ziel formuliert eine CO₂-Reduktion von 50 Prozent je Pkm bis 2020 zu erreichen. Die Umsetzung soll hierbei sowohl über Konstruktionsänderungen in den Bereichen des Luftfahrzeugs (20 bis 25 Prozent Einsparung) und der Triebwerke (15 bis 20 Prozent Einsparung) als auch durch Maßnahmen im Luftverkehrsmanagement (5 bis 10 Prozent) erreicht werden [Gmelin08].

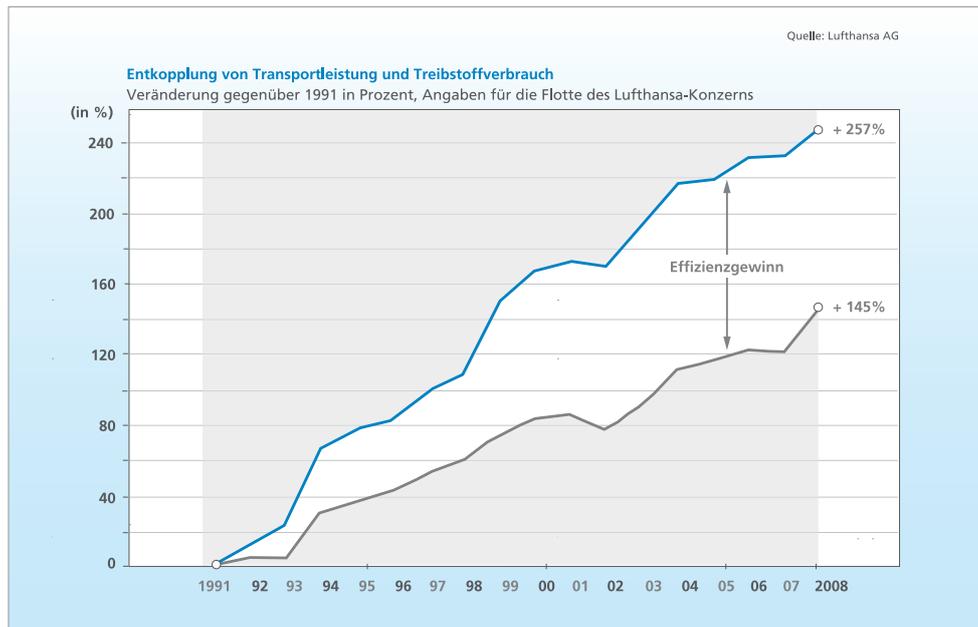
Am Beispiel der Lufthansa als der größten europäischen Airline lassen sich die Effizienzgewinne eindrucksvoll verdeutlichen. Ausgehend von Anfang der 90er Jahre zeigt sich, dass sich der Treibstoffverbrauch im Lufthansa Konzern zwar analog zur Transportleistung entwickelt, allerdings auf weit niedrigerem Niveau. Während die Transportleistung im Lufthansa Konzern um den Faktor 2,6 ansteigt, hat der Treibstoffverbrauch um den Faktor 1,4 zugenommen [Lufthansa09].

IV.1.

Verkehrsinfrastruktur

Verkehrsinfrastruktur

< Grafik 8: Entkopplung von Transportleistung und Treibstoffverbrauch >



Dieses Ergebnis lässt sich auch im internationalen Trend beobachten, da zunehmend größere Flugzeuge eingesetzt werden, was den durchschnittlichen Treibstoffverbrauch je Pkm senkt.

Das Gros der Forschungsbemühungen fokussiert die Optimierung bestehender Antriebstechniken mittels einer Verbesserung der Wirkungsgrade der Triebwerke. Die bisherigen Entwicklungen von Flugzeugturbinen zeigen, dass im Bereich des Treibstoffverbrauches bis hin zum idealtypischen Minimalwert noch weiteres Einsparpotential besteht. In der Ermittlung dieses Minimalwertes kommt der so genannte Joule-Zyklus zum Einsatz, von dem ein gegenwärtiges Einsparpotential von knapp 27 Prozent abgeleitet werden kann. Dies zeigt allerdings, dass selbst unter Ausschöpfung der bestehenden Potentiale, also der Verbesserung der Turbinenwirkungsgrade, dem Einsatz innovativer Werkstoffe und der Gewichtsreduktion des Flugzeugs nur ein begrenztes Sparpotential besteht [Gmelin08].

Um eine nachhaltige Reduktion der Treibhausemissionen zu erreichen sind also grundsätzlich neue Antriebskonzepte gefordert. Mit dem Brennstoffzellen-Flugzeug „Antares DLR-H2“ hat das Deutsche Luft- und Raumfahrtzentrum (DLR) das weltweit erste startfähige, piloten-gesteuerte Flugzeug mit Brennstoffzellen-Antrieb vorgestellt.



Das erklärte Forschungsziel ist vorerst aber der Einsatz von Brennstoffzellen zur zuverlässigen Bordstromversorgung für die kommerzielle Luftfahrt [DLR09]. Weitere Entwicklungen finden an der Universität Stuttgart statt, wo ein Elektroflugzeug mit Lithium-Batterien entworfen wurde [UniStuttgart09]. Beide Konzepte verfügen jedoch jetzt und in nächster Zukunft über zu geringe Wirkungsgrade, so dass ein Einsatz im kommerziellen Bereich nicht infrage kommt.

Neben Entwicklungen zur Effizienzerhöhung der Triebwerke, Gewichtsreduktionen und verbesserter Aerodynamik kommt auch der Koordination des wachsenden Luftfahrtaufkommens eine bedeutende Rolle zu. Der Ausweis direkter Flugrouten und die Vermeidung von „Stau am Himmel“ erscheinen hierbei zukünftig gleichermaßen Relevanz zu haben.

IV.2. Ver- und Entsorgung

Ver- und Entsorgung



Der Wirtschaftsbereich Ver- und Entsorgung umfasst einerseits die Versorgung mit Wasser, Strom und Gas und andererseits die Entsorgung entstehender Abfälle, Abwässer und gasförmiger Verbrennungsrückstände. Die Basis für derartige Versorgungs- und Entsorgungsleistungen liegt in einer ausreichend leistungsfähigen Netzstruktur. Hierunter fallen sowohl Strom- und Wasserleitungen, als auch Abwasserkanäle und Rohstoffpipelines. Das mit über 1,6 Mio. km Gesamtlänge längste und weitverzweigteste Netz ist das Stromnetz. Wasser-, Abwasser- und Gasnetz sind mit jeweils rund 346 bis 446 Tausend Kilometern annähernd gleich lang [BMBF06].

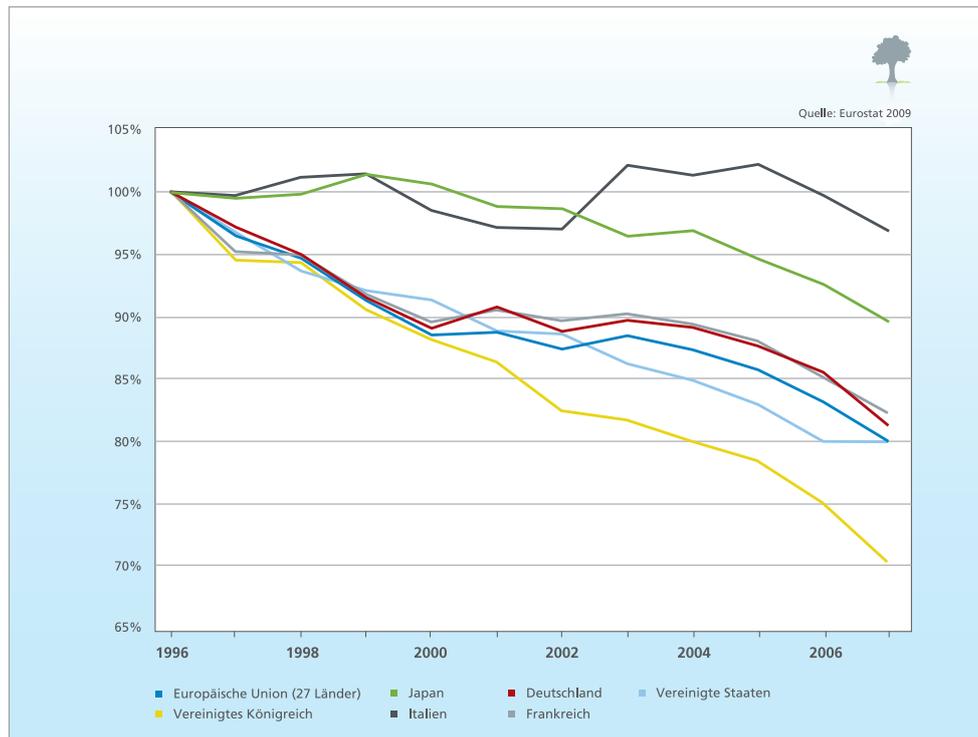
Die Sammlung, Sortierung und Verwertung von Abfällen bedarf zwar keines fest installiertes Rohr- oder Leistungssystems, besteht jedoch aus einem über die Bundesrepublik verstreuten Netz aus Sortieranlagen, Aufbereitungsanlagen und Deponien. Im Jahr 2005 existierten deutschlandweit über 8.000 Abfallentsorgungsanlagen, die ein Gesamtvolumen von 151,5 Mio. t bewältigten. Deponien besitzen mit ca. einem Drittel den größten Anteil am Anlageninput. Sortieranlagen und thermische Behandlungsanlagen sind die zweit- bzw. dritt wichtigste Behandlungsform des Abfallaufkommens in Deutschland. Während die Einlagerung von Abfall in Deponien zukünftig noch stärker abnehmen soll, werden demgegenüber steigende Anteile thermischer Verwertung sowie mechanisch biologischer Vorbehandlung erwartet [Destatis07].

Energie

Bezogen auf eine nachhaltige Entwicklung kommt der Energieerzeugung, -verteilung und dem Energieverbrauch künftig eine zunehmend wichtigere Rolle zu. In der Energieproduktion, die von einer stetig steigenden Nachfrage getrieben wird, entsteht derzeit noch ein Großteil der Treibhausgasemissionen. Der zunehmende Einsatz erneuerbarer Energien sowie der Wechsel zur dezentralen Energieversorgung stellt neue Ansprüche an die bestehenden Netzstrukturen und erfordert den Einsatz neuer Technologien.

Die Energieintensität der Wirtschaft bildet eine bedeutende Kennziffer zur Vereinbarkeit von Nachhaltigkeit und volkswirtschaftlichem Wachstum. Aus nachfolgender Grafik wird ersichtlich, dass auf Basis des Jahres 1996 die europäischen Volkswirtschaften die Energieintensität ihrer Wirtschaft höchst unterschiedlich vorantreiben konnten. Der Einsatz von Primärenergie pro 1.000 Euro Bruttoinlandsprodukt (BIP) als Maßzahl für wirtschaftliches Handeln zeigt, dass Deutschland binnen 11 Jahren den Energieeinsatz um etwa ein Fünftel pro 1.000 Euro BIP senken konnte und damit ziemlich genau dem europäischen Durchschnitt entspricht [Eurostat09].

< Grafik 10: Index der Energieintensität der Wirtschaft >



Ausgehend von dieser Entwicklung zeigt sich, dass nachhaltiges Wirtschaftswachstum nur mit einer weiteren Reduktion der Energieintensität der Wirtschaft einher gehen kann. Um gesamtwirtschaftlich eine Reduktion des Energieverbrauches und somit der Treibhausgasemissionen zu erreichen, muss der Rückgang der Energieintensität also stärker ausfallen als der zeitgleiche Anstieg des Wirtschaftswachstums.

Seit Mitte der 90er Jahre hat das Stromaufkommen in Deutschland kontinuierlich zugenommen und erreichte 2006 mit 683 Terawattstunden (TWh) den bisherigen Höchstwert. Der Beitrag der inländischen Stromerzeugung zum Stromaufkommen in Deutschland liegt im gesamten Zeitraum zwischen 92 und 95 Prozent, so dass die Einfuhren maximal 8 Prozent umfassen. Die inländische Bruttostromerzeugung verzeichnet seit 1993 eine kontinuierliche Zunahme und erreichte im Jahr 2008 mit 639 TWh den bislang höchsten Wert.

Die inländische Stromerzeugung wird zum überwiegenden Teil in Kraftwerken umgesetzt. Im Jahr 2008 betrug deren Anteil an der deutschen Stromproduktion 82 Prozent. In industriellen Eigenanlagen wurden 8 Prozent und durch private Betreiber 10 Prozent des inländischen Stroms erzeugt. Den stärksten Zuwachs verzeichnete das Segment der privaten Betreiber, deren Anteil von 0,15 Prozent im Jahr 1991 auf 10 Prozent in 2008 anstieg.

IV.2. Ver- und Entsorgung

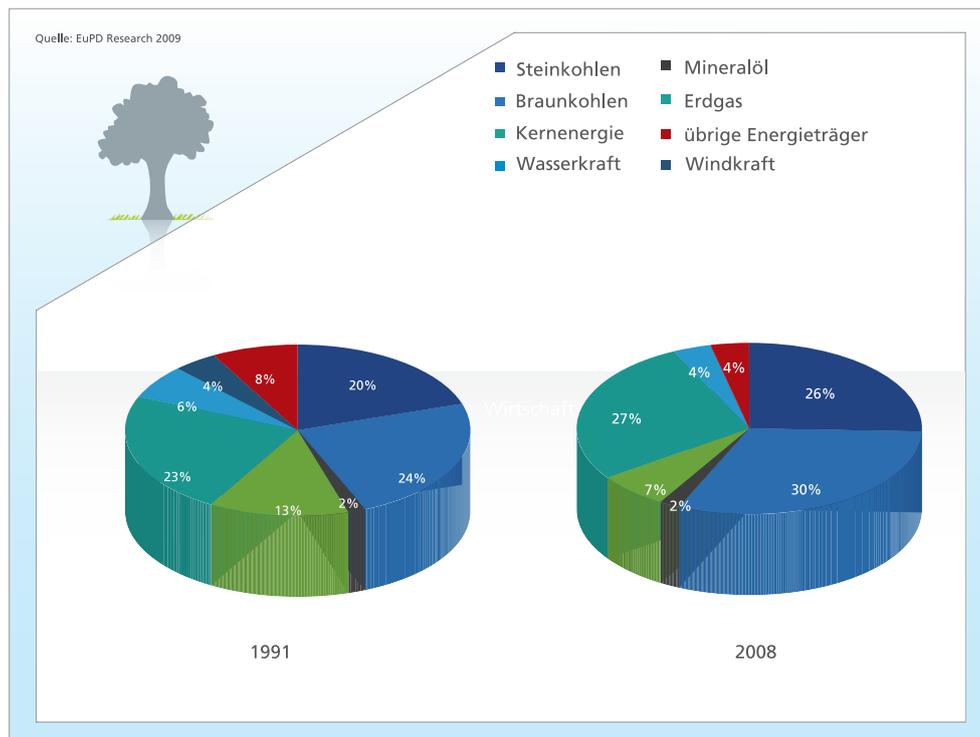
Ver- und Entsorgung

Diese Entwicklung ist nicht zuletzt auf den zunehmenden Einsatz erneuerbarer Energien zurückzuführen, deren dezentraler Betrieb zu großen Teilen durch Privatpersonen erfolgt.

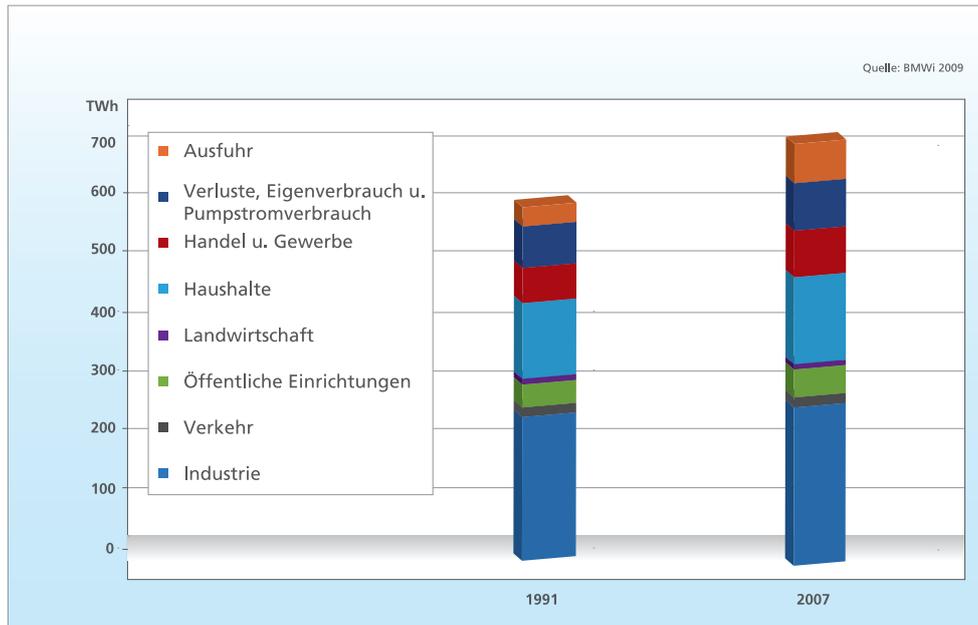
Die Betrachtung der Anteile der einzelnen Energieträger an der Bruttostromerzeugung zeigt im Zeitverlauf zwischen 1991 und 2008 deutliche Tendenzen auf. Entsprechend besitzt etwa die Windkraft im Jahr 1991 noch keine nennenswerte Bedeutung für die deutsche Stromerzeugung, 17 Jahre später liegt der Anteil der Windkraft dagegen schon bei 6 Prozent. Die dominierenden Energieträger des Jahres 1991 waren Stein- und Braunkohle, die gemeinsam rund 57 Prozent der Bruttostromerzeugung ausmachten. Trotz rückläufiger Tendenz stellte der Brennstoff Kohle 2008 mit 44 Prozent noch immer den größten Anteil. Als einzige Brennstoffart kann Erdgas nahezu eine Verdopplung des Anteiles an der Bruttostromproduktion verzeichnen. 1991 wurden 7 Prozent der Energie aus Erdgas gewonnen, 2008 waren es dagegen schon 13 Prozent. Als stärkstes Wachstumsfeld in der Stromerzeugung gelten die erneuerbaren Energien. Dieser Bereich ist innerhalb der letzten Jahre von marginalen Anteilen auf zuletzt 14 Prozent im Jahr 2008 angewachsen und gewinnt zunehmend an Bedeutung.

Die Analyse der Stromverbraucher in Deutschland legt offen, dass der größte Anteil mit gut 40 Prozent im Jahr 1991 in der Industrie verbraucht wurde. Zweitgrößter Verbraucher war 1991 der Bereich der privaten Haushalte. Im Jahr 2007 ist gegenüber 1991 ein absoluter Anstieg des Stromverbrauches in allen Verbrauchergruppen mit Ausnahme der Landwirtschaft festzustellen.

< Grafik 11: Grafik: Struktur der Bruttostromerzeugung nach Energieträgern 1991 und 2008 >



< Grafik 12: Stromverbraucher in Deutschland 1991 und 2007 >



Die stärksten Zuwächse verzeichnen die Verbrauchergruppen Handel und Gewerbe sowie die öffentlichen Einrichtungen. Mit 63,3 TWh erreicht zudem die Stromausfuhr im Jahr 2007 einen neuen Höchstwert und ist doppelt so hoch wie 1991. Trotz des gestiegenen Anteils erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung wird aktuell noch immer der überwiegende Anteil durch die Verwertung fossiler und damit endlicher Rohstoffe in Kraftwerken erzeugt. Analog hierzu hat sich der nationale Stromverbrauch weiter erhöht, so dass sich im Ergebnis zwei Grundsatzstrategien zur Erreichung einer nachhaltigen Energieversorgung aufzeigen:

1. die Reduktion des Anteils fossiler Brennstoffe in der Stromproduktion durch Anwendung innovativer Technologien und die Erhöhung des Anteils an erneuerbarer Energien
2. die Verringerung des Stromverbrauchs durch die Erhöhung der Energieeffizienz

Die Enquête-Kommission als überfraktionelle Arbeitsgruppen ist mit der Lösung langfristiger Fragestellungen in Deutschland betraut und hat im Bezug auf die nachhaltige Energiewirtschaft bereits in verschiedenen Arbeitskreisen Handlungsempfehlungen erarbeitet. Hierbei zeigen sich die hohen Zielsetzungen, die bereits 1990 deutliche Einsparungen gegenüber den CO₂-Emissionen des Jahres 1987 oder später gegenüber 1990 formulierten. Auf mittlere Frist bis 2020 wurden die Zielwerte im Zeitverlauf immer wieder gesenkt, von ursprünglich 50 auf zuletzt 40 Prozent. Das langfristige Ziel einer 80-prozentigen Reduktion bis 2050 gegenüber 1990 blieb bislang jedoch erhalten.

IV.2. Ver- und Entsorgung

Ver- und Entsorgung

< Grafik 13: Empfehlungen der Enquete-Kommission für CO2-Reduktionsziele >

	Reduktionsziel bis 2020	Reduktionsziel bis 2030	Reduktionsziel bis 2050
Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre", 1990	- 50% gegenüber 1987	-	- 80 % gegenüber 1987
Enquete-Kommission "Schutz der Erdatmosphäre", 1995	- 45% gegenüber 1987	- 50% gegenüber 1987	- 80 % gegenüber 1987
Enquete-Kommission "Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung", 2002	- 40% gegenüber 1990	- 50 % gegenüber 1990	- 80 % gegenüber 1990

Quelle: Deutscher Bundestag 2002

In der kurzfristigen Projektion wird davon ausgegangen, dass das gegenwärtig vorliegende Potential zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland etwa 480 bis 760 TWh umfasst und damit den heutigen Strombedarf decken könnte. Gemessen am heutigen Bestand werden hierbei die größten Potentiale in den Bereichen Offshore Windenergie, Photovoltaik und Geothermie gesehen. Prognosen zum zukünftigen Stromverbrauch gehen von einem sinkenden Verbrauch für Deutschland aus, an dem die steigende Energieeffizienz einen maßgeblichen Anteil besitzt. Dem folgend ist unter Ausschöpfung des Potentials erneuerbarer Energien im Kontext eines langfristig sinkenden Verbrauchs eine nachhaltige Energieversorgung auf Basis erneuerbarer Energien umsetzbar [BMU09].

Wasser

Die öffentliche Wasserversorgung stellte im Jahr 2007 rund 5,2 Mrd. Kubikmeter Wasser bereit. Dieses Gesamtaufkommen speist sich zum Großteil (83 Prozent) aus Grund- und Oberflächenwasser. Daneben tragen Quellwasser und Uferfiltrat mit jeweils gut 400 Mio. Kubikmetern zum Wasseraufkommen in Deutschland bei. Der Fremdbezug von Wasser aus dem Ausland ist mit 52 Mio. Kubikmetern fast zu vernachlässigen.

Das generierte Wasseraufkommen der öffentlichen Wasserversorgung wird abzüglich Eigenverbrauch und Netzverlusten an die Verbraucher geleitet, die zu 80 Prozent aus privaten Haushalten und Kleingewerbe bestehen und zu 20 Prozent aus gewerblichen und sonstigen Abnehmern.

Der Beitrag der öffentlichen Wasserversorgung findet gleichwohl als Fremdbezug Eingang in die nichtöffentliche Wasserversorgung. Die Wassergewinnung der nichtöffentlichen Wasserversorgung basiert grundsätzlich auf den gleichen Quellen wie die öffentliche, wobei hier die



Gewinnung aus Flüssen, Seen und Talsperren mit 24,4 Mrd. Kubikmetern den größten Anteil an der Eigengewinnung von 27,2 Mrd. Kubikmetern ausmacht. Gemeinsam mit dem Bezug aus der öffentlichen Wasserversorgung liegt das gesamte Wasseraufkommen der nichtöffentlichen Wasserversorgung bei 28,8 Mrd. Kubikmetern.

Die Prinzipien der nachhaltigen Wasserwirtschaft nach Kahlenborn lassen sich in neun Einzelprinzipien zusammenfassen:

- **Regionalprinzip:** Die regionalen Ressourcen und Lebensräume sind zu schützen, räumliche Umweltexternalitäten zu vermeiden.
- **Integrationsprinzip:** Wasser ist als Einheit und in seinem Nexus mit den anderen Umweltmedien zu bewirtschaften. Wasserwirtschaftliche Belange müssen in die anderen Fachpolitiken integriert werden.
- **Verursacherprinzip:** Die Kosten von Verschmutzung und Ressourcennutzung sind dem Verursacher anzulasten.
- **Kooperations- und Partizipationsprinzip:** Bei wasserwirtschaftlichen Entscheidungen müssen alle Interessen adäquat berücksichtigt werden. Die Möglichkeit zur Selbstorganisation und zur Mitwirkung bei wasserwirtschaftlichen Maßnahmen ist zu fördern.
- **Ressourcenminimierungsprinzip:** Der direkte und indirekte Ressourcen- und Energieverbrauch der Wasserwirtschaft ist kontinuierlich zu vermindern.
- **Vorsorgeprinzip:** Extremschäden und unbekannte Risiken müssen ausgeschlossen werden.
- **Quellenreduktionsprinzip:** Emissionen von Schadstoffen sind am Ort des Entstehens zu unterbinden.
- **Reversibilitätsprinzip:** Wasserwirtschaftliche Maßnahmen müssen modifizierbar, ihre Folgen reversibel sein.
- **Intergenerationsprinzip:** Der zeitliche Betrachtungshorizont bei wasserwirtschaftlichen Planungen und Entscheidungen muss dem zeitlichen Wirkungshorizont entsprechen [Kahlenborn98].

Ressourcenschonung als Grundprinzip von Nachhaltigkeit bildet zugleich die Grundlage der nachhaltigen Wasserversorgung. Als Kreislaufwirtschaft kann nur soviel Wasser entnommen werden wie dem System wieder zugeführt wird. Ohne den Schutz bestehender Vorkommen ist eine langfristige und damit nachhaltige Wasserversorgung nicht zu gewährleisten.

IV.2. Ver- und Entsorgung

Ver- und Entsorgung

Gas

Mit einem Wert von 3.091 Terrajoule (TJ) betrug der Beitrag von Erdgas an der Primärenergiegewinnung in Deutschland im Jahr 2008 22,1 Prozent. Demnach war Erdgas nach Mineralöl, dessen Anteil bei 34,7 Prozent lag, zweitwichtigster Energieträger [AGEB09]. Das Gesamtaufkommen von Erdgas hat sich in Deutschland nach einem kontinuierlichen Anstieg zwischen 1998 und 2005 auf ein Niveau von ca. 4 Mio. TJ eingependelt. Der Anteil der Erdgasimporte schwankte in diesem Zeitraum zwischen minimal 78 und maximal 86 Prozent. Die inländische Erdgasgewinnung erreichte im Jahr 1999 mit knapp 750.000 TJ den Höchststand und umfasste aktuell in 2008 545.000 TJ.

Die Erdgasimporte Deutschlands wurden nahezu vollständig über die Handelspartner Russland, Norwegen und die Niederlande durchgeführt. Bedeutendster Erdgaslieferant war Russland, das im Jahr 2008 44 Prozent der deutschen Erdgasimporte lieferte. Der Anteil Norwegens an den Erdgaslieferungen nach Deutschland betrug 33 Prozent. Erdgas aus den Niederlanden besaß an den deutschen Importen einen Anteil von nahezu einem Fünftel.

In der Diskussion um Nachhaltigkeit in der Energiewirtschaft besitzt der Einsatz von Erdgas bereits heute hohe Relevanz. Erdgas bietet im direkten Vergleich mit anderen brennstoffbetriebenen Kraftwerken deutliche Vorteile gegenüber Braun- und Steinkohle sowie Heizöl. In der Gesamtbetrachtung der Treibhausgasemissionen schneidet das Erdgas-Blockheizkraftwerk am besten ab und liegt in einer ganzheitlichen Betrachtung sogar günstiger als erneuerbare Energieformen.

< Grafik 14: Treibhausgasemissionen verschiedener Stromerzeugungsarten >

Strom aus:	CO ₂ -Äquivalente	nur CO ₂
AKW (Uran aus Importmix)	32	31
AKW (Uran nur aus Russland)	65	61
Import-Steinkohle-Kraftwerk	949	897
Import-Steinkohle-Heizkraftwerk	622	508
Braunkohle-Kraftwerk	1153	1142
Braunkohle-Heizkraftwerk	729	703
Erdgas-GuD-Kraftwerk	428	398
Erdgas-GuD-Heizkraftwerk	148	116
Erdgas-Blockheizkraftwerk	49	5
Windpark onshore	24	23
Windpark offshore	23	22
Wasser-Kraftwerk	40	39
Solarzelle (multikristallin)	101	89

Quelle: Ökoinstitut



Neben dem geringen Verbrauch im Erdgas-Blockheizkraftwerk, besitzen auch die kombinierten Gas- und Dampfturbinenkraftwerke, so genannte GuD-Anlagen, deutliche Vorteile gegenüber anderen Kraftwerkstechnologien. Im Gas- und Dampfturbinenkraftwerk wird Abgaswärme der Gasturbine zur Befeuerung des Dampfkessels eingesetzt. Mittels des Dampfes wird wiederum eine Dampfturbine angetrieben. Im Ergebnis sind hohe Wirkungsgrade von rund 60 Prozent realisierbar.

Darüber hinaus kommt Erdgas eine besondere Bedeutung in Bezug auf die Zukunftstechnologie der Brennstoffzelle zu. Wasserstoff bildet hier das Basiselement zur Energieerzeugung mittels der Brennstoffzelle. Die Erzeugung des benötigten Wasserstoffs kann bspw. durch einen vorgeschalteten Reformier erreicht werden, der Erdgas in Kohlendioxid und Wasserstoff umwandelt. Einen zusätzlichen Vorteil stellt die bereits vorliegende Infrastruktur für Erdgas dar [BGW06].

Abwasser

Das Abwasseraufkommen der öffentlichen Abwasserbeseitigung beläuft sich im Jahr 2007 in Deutschland auf gut 10 Mrd. m³. Mit 5,3 Mrd. m³ kann gut die Hälfte dieses Aufkommens dem Schmutzwasser zugeordnet werden, das übrige Abwasser setzt sich aus Niederschlags- und Fremdwasser zusammen. Das Abwasser wird nahezu vollständig in biologischen Verfahren behandelt. Daneben existieren mechanische Behandlungsverfahren mit deren Hilfe feste Schweb- und Schwimmstoffe aus dem Abwasser entfernt werden. Diese kommen jedoch nur in 0,07 Prozent des gesamten Abwasseraufkommens zur Anwendung.

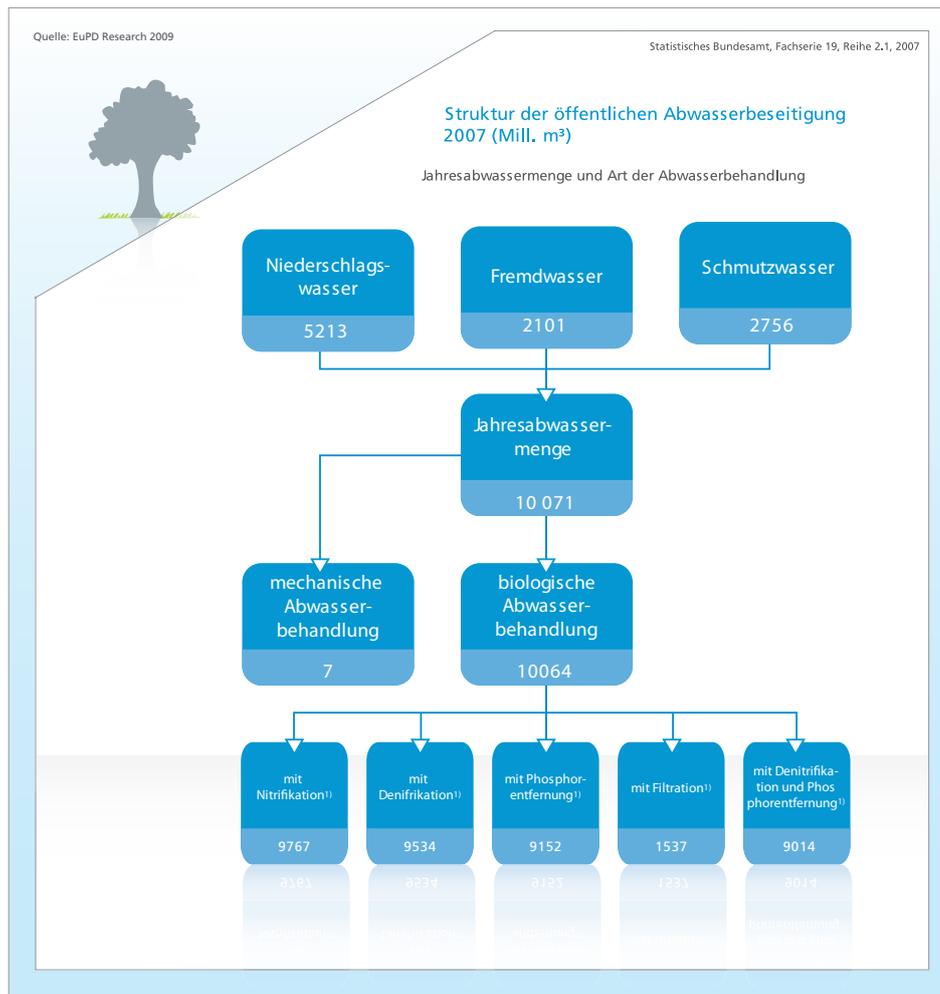
Insgesamt sind 96 Prozent der deutschen Bevölkerung an das öffentliche Kanalisationsnetz angeschlossen. Hierbei zeigt sich, dass Gemeinden mit geringerer Einwohneranzahl tendenziell einen kleineren Bevölkerungsanteil mit Zugang zum öffentlichen Kanalnetz besitzen.

Im Bereich der nichtöffentlichen Abwasserbeseitigung fällt im Jahr 2007 eine Abwassermenge von 26,8 Mrd. m³ an. Mit 23,3 Mrd. m³ oder 87 Prozent entstammt der Großteil des Abwassers der Verwendung als Kühlwasser [Destatis09d].

IV.2. Ver- und Entsorgung

Ver- und Entsorgung

< Grafik 15: Struktur der öffentlichen Abwasserentsorgung >



Nach Wirtschaftszweigen differenziert, fällt in der Energie- und Wasserversorgung mit 71 Prozent der Großteil des Abwasseraufkommens in der Wirtschaft an. Daneben nimmt das Verarbeitende Gewerbe gut ein Fünftel (21 Prozent) sowie Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden sieben Prozent des Abwasseraufkommens ein. Innerhalb des Wirtschaftszweiges des Verarbeitenden Gewerbes erzeugt die Herstellung chemischer Erzeugnisse ein hohes Abwasseraufkommen. Hier entstehen 3,4 Mrd. m³ Abwasser.



Nachhaltigkeit im Kontext von Abwasser betrifft generell drei Aspekte, d.h. Schadstoffreduktion durch Vermeidung von Schadstoffen sowie Sparmaßnahmen bzgl. des Wasserverbrauches und die Regenwasserbewirtschaftung. Aufgrund der Einstufung von Regenwasser als Abwasser wird der Bewirtschaftung bzw. des Managements von Regenwasser im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung der Abwasserwirtschaft eine hohe Bedeutung eingeräumt. Dies umfasst insbesondere die Möglichkeiten der dezentralen Regenwasserversickerung, was maßgeblich zur Reduktion des Abwasseraufkommens beiträgt [Rudolph97].

Im Bereich der Abwasservermeidung existieren umfangreiche Bemühungen, um den Einsatz der Ressource Wasser und damit einhergehend die Entstehung von Abwasser auf ein Minimum zu beschränken bzw. in einer wasserlosen Produktion ohne dieses auszukommen. Beispiele für die erfolgreiche Umsetzung finden sich in neuen Textilfärbefahren ohne Wassereinsatz, der wasserlosen Papierherstellung oder abwasserfreien Autowaschanlagen [UBA09b].

Im privaten Bereich existieren gleichwohl eine Vielzahl von neuen Technologien und Produkten, die aktiv zur Einsparung von Abwasser beitragen. Prominentes Beispiel stellen Trockenurinale dar, deren Einsatz ca. 200.000 l Wasser pro Urinal gegenüber wassergespülten Geräten einspart [Uridan09].

Ist Abwasser entstanden, gilt es, dieses möglichst schonend, d.h. ohne den Einsatz von Chemikalien, zu behandeln und dem Wasserkreislauf wieder zuzuführen. Als alternative Technologie hat sich hier das so genannte Pflanzenklärwerk etabliert, in dem komplexe und naturnahe Reinigungsverfahren ablaufen. Als weiterer Aspekt kann die Abwasseraufbereitung gleichzeitig zur Rückgewinnung von Rohstoffen genutzt werden. Eine Möglichkeit stellt bspw. das PRISA-Verfahren dar, bei dem aus anfallendem Klärschlamm die Phosphorrückgewinnung durchgeführt wird. Als Ergebnis wird der mineralische Kombinationsdünger Magnesium-Ammonium-Phosphat (MAP) gewonnen [UBA09b].

Abfall

Das Abfallaufkommen in Deutschland erreichte im Jahr 2000 mit knapp 407 Mio. t den bisherigen Höchststand und hat bis zum Jahr 2005 kontinuierlich abgenommen. Zwischen 2005 und 2007 wurde allerdings wieder eine deutliche Steigerung um ca. 20 Mio. t registriert. Innerhalb der Verursachergruppen kommt es im Zeitverlauf nur zu geringen Verschiebungen, so dass der Anteil von Abfällen aus Produktion und Gewerbe zu-, im Gegenzug in der Kategorie Bau- und Bruchabfälle abnimmt. Absolut ist die Zunahme des Abfallaufkommens seit 2005 auf gestiegene Mengen aus genau diesen Bereichen zurückzuführen.

IV.2. Ver- und Entsorgung

Ver- und Entsorgung

Im Jahr 2007 fiel ein Gesamtabfallaufkommen von 351 Mio. t an. Mit 202 Mio. t ist der mit Abstand größte Anteil im Bereich Bau- und Abbruchabfälle zu registrieren. Abfälle aus Produktion und Gewerbe stellen mit 58,5 Mio. t die zweitgrößte Gruppe dar. Siedlungsabfälle summieren sich im Jahr 2007 auf 48 Mio. t, die Menge an Bergematerial aus dem Bergbau umfasste 43 Mio. t.

Die Untersuchung von Nachhaltigkeit in der Abfallwirtschaft kann anhand verschiedener Methoden vorgenommen werden. Einerseits kann Nachhaltigkeit im Kontext der wirtschaftlichen Entwicklung betrachtet werden, d.h. über das BIP in Relation zum Aufkommen an Abfall. Andererseits kann die Quote der Wiederverwertung und damit des weitergehenden Nutzens des Abfalls in die Betrachtung mit einfließen und hierbei die wiederverwendeten Abfallprodukte in Bezug zum gesamten Abfallaufkommen gesetzt werden [Destatis07].

Die Gegenüberstellung der Entwicklung der Wirtschaftsleistung Deutschlands, gemessen als Bruttoinlandsprodukt (BIP), des gesamten Abfallaufkommens und der Abfälle aus Gewerbe und Produktion legt hier zwei Tendenzen offen. Die Entwicklung der Wirtschaftsleistung zeigt einen steten Aufwärtstrend, der, bis auf den Anstieg in 2006 und 2007, vom Verlauf des Abfallaufkommens nicht mitgetragen wird. Entsprechend kann hier eine Entkopplung von Wirtschaftsleistung und dem gesamten Abfallaufkommen festgestellt werden. Für den Teilbereich der Abfälle aus Produktion und Gewerbe ist ein schwankender Verlauf zu registrieren, wobei der Anstieg des Abfallaufkommens in diesem Bereich stärker ist als das BIP-Wachstum – abgesehen von den Jahren 2001 und 2002. Entsprechend kann im Ergebnis eine gleichgerichtete Bewegung zwischen Wirtschaftswachstum und Abfallmenge aus Produktion und Gewerbe festgestellt werden. Wird hierbei keine Entkopplung erreicht, bedeutet dies, dass mit weiterem Wirtschaftswachstum in Deutschland gleichfalls ein Ansteigen des Abfallaufkommens aus Produktion und Gewerbe einhergeht.

Die Behandlung von Abfall wird einerseits über die Deponierung, Verbrennung oder Behandlung zur Beseitigung vollzogen. Andererseits besteht die Option, Abfall der Wiederverwertung zuzuführen. Entsprechend wird der Abfall thermisch verwertet oder mechanisch bzw. biologisch behandelt und einer stofflichen Verwertung zugeführt.

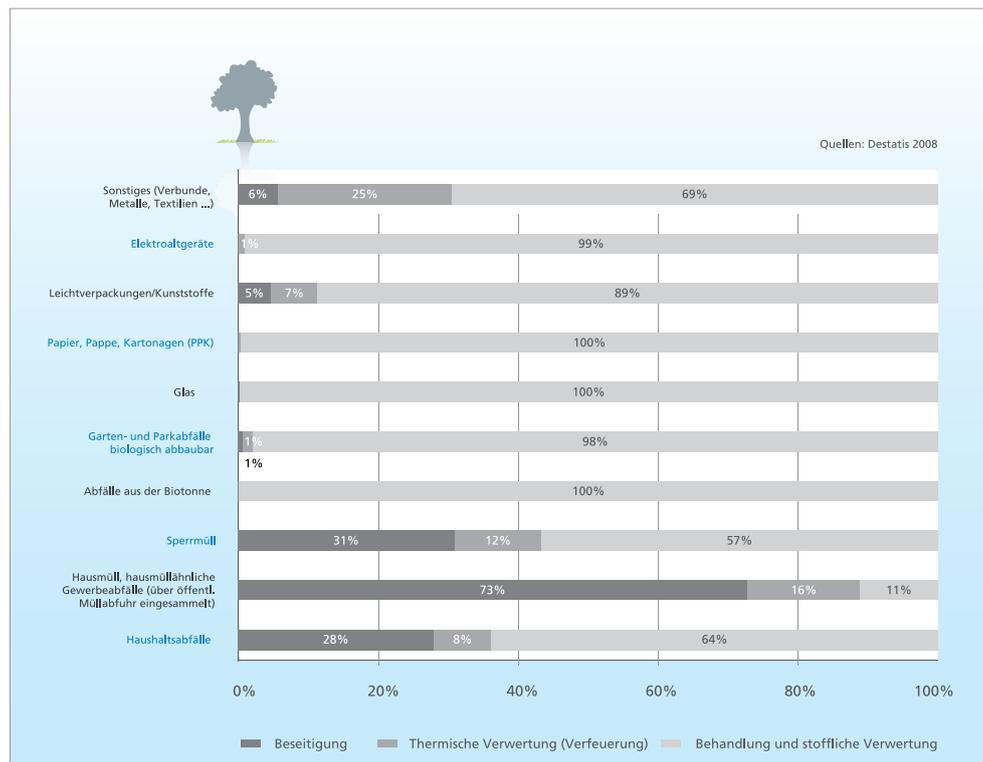
Über das gesamte Abfallaufkommen in Deutschland betrachtet, umfasst die Verwertungsquote knapp drei Viertel des Aufkommens. Innerhalb der einzelnen Untersegmente zeigen sich hier unterschiedliche Ausprägungen. Den höchsten Verwertungsanteil erreicht der Bereich der Bau- und Abbruchabfälle. Hier werden 88 Prozent der Wiederverwertung zugeführt. Auch die Abfälle aus Produktion und Gewerbe sowie Siedlungsabfälle werden zum überwiegenden Teil verwertet. Einzige Ausnahme bildet das Segment des Bergematerials aus dem Bergbau, welches zu 100 Prozent in Deponien beseitigt wird.



Im Bereich der Verwertung wird zum einen die thermische Verwertung des Abfalls vorgenommen, d.h. hierbei wird die energetische Substanz genutzt, um Energie zu erzeugen. Zum anderen erfolgt im Nachgang einer Behandlung die stoffliche Verwertung.

Die detaillierte Darstellung der Verwertungsraten der einzelnen Abfallarten zeigt deutliche Unterschiede, so dass etwa Hausmüll bzw. hausmüllähnlicher Gewerbeabfall lediglich eine Verwertungsrate von 27 Prozent aufweist, während Abfälle aus der Biotonne, Glas sowie Papier, Pappe und Kartonagen eine Verwertungsquote von 100 Prozent erreichen [Destatis08].

< Grafik 16: Beseitigungs- und Verwertungsquoten von Hausmüll >



IV.2. Ver- und Entsorgung

Ver- und Entsorgung

Im Kontext der Verfügbarkeit von Rohstoffen nimmt die Bedeutung einer umfassenden Kreislaufwirtschaft immer mehr zu. Unter Bezugnahme des gegenwärtigen Stands der Verfügbarkeit verschiedener Rohstoffe wie Gold, Zink oder Kupfer wird ersichtlich, wie stark limitiert der Zugang zu neuen Vorkommen, die mit aktuellen Technologien wirtschaftlich zu bergen sind, ist. Die Verfügbarkeit von Rohstoffen wie Kali oder Bauxit ist mit 329 bzw. 197 Jahren aus heutiger Sicht noch ausreichend gegeben. Die Endlichkeit anderer Rohstoffe ist mit 18 Jahren für Gold, 24 Jahren für Zink oder 36 Jahren für Kupfer deutlich kürzer bemessen [BGR09].

Neben der reinen Verfügbarkeit des Rohstoffs ist die Gewinnung so genannter Sekundärrohstoffe durch Recyclingprozesse für den Energieeinsatz von hoher Bedeutung. Da der Recyclingprozess deutlich weniger Energieaufwand bedingt, können hier große Mengen Energie und damit einhergehend CO₂-Emissionen eingespart werden. Aufgrund des hohen Energiebedarfs im Primärprozess fällt der Aluminiumproduktion mit 9,87 t CO₂/ t das mit Abstand höchste Einsparpotential zu. Insgesamt können im Recyclingprozess Einsparungen an CO₂-Emissionen von gut 50 Prozent bis 99 Prozent (Holz) erzielt werden [UMSICHT09].

< Grafik 17: CO₂ Einsparungen durch Recycling >



IV.3. Ausblick & Fazit

Ausblick & Fazit

Ausblick & Fazit

Der Begriff Nachhaltigkeit ist allgegenwärtig, ob als nationale Nachhaltigkeitsstrategie, Nachhaltigkeitspolitik oder –bericht. Und dennoch ist die Begrifflichkeit schwer fassbar. Dieses Spezial versucht eine Annäherung über die Begriffsdefinition und betrachtet Nachhaltigkeit in der Infrastruktur als zentrale Grundlage des wirtschaftlichen Handelns.

Der Auf- und Ausbau der Infrastruktur gilt dabei als Grundlage der wirtschaftlichen Stärke von Industriestaaten. Ein hoher Ausbaustand sowie stetige Investitionen in die Modernisierung und den Ausbau der Infrastruktur gelten als Grundpfeiler des volkswirtschaftlichen Wachstums. Neben quantitativem Wachstum ist qualitatives Wachstum durch die Anwendung innovativer Technologien und Konzepte im Sinne der Nachhaltigkeit notwendig.

So belegen etwa die Wachstumswahlen im Verkehrssektor ein stetig zunehmendes Aufkommen der Transportmengen sowie der Transportleistungen. Selbst unter Ausschöpfung bestehender Potentiale lassen sich bislang nur geringe Reduktionsziele bezogen auf CO₂-Emissionen für die zukünftige Entwicklung umsetzen. Zwar besteht die dringende Notwendigkeit mittelfristig die traditionellen brennstoffgetriebenen Antriebe durch emissionsfreie Elektromotoren zu ersetzen, doch dürfen die Nachhaltigkeitsbetrachtungen nicht auf der Ebene der Antriebskonzepte enden. Sie müssen vielmehr das Gesamtsystem „Verkehr“ von der Energieerzeugung und -bereitstellung – etwa in Solartankstellen – über die bestmögliche Flottenauslastung bis hin zum intelligenten Verkehrsleitsystem beinhalten.

Im Bereich der Versorgung stellt sich die Energieversorgung als augenscheinlich wichtigstes Segment nachhaltiger Infrastruktur dar. Hier kommen im Bereich der Energieerzeugung mit Wind, Wasser und Sonne regenerative, sich erneuernde und somit nachhaltige Energieformen zum Einsatz. Gegenwärtig liegt deren Anteil jedoch noch weit hinter der Energieerzeugung aus brennstoffbetriebenen Kraftwerken. Mit dem weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien steigen auch die Anforderungen an die Infrastruktur der Energieversorgung, die sich vom System der zentralen Versorgung über Kraftwerke zum dezentralen System der Energieversorgung in Kleinanlagen in Verbrauchernähe wandelt. Zudem stellen sich neue Anforderungen im Bezug auf das Energiemanagement, da erneuerbare Energie von unterschiedlichen Umweltfaktoren abhängen und bislang noch nicht die gleiche Versorgungssicherheit aufweisen, wie traditionelle Kraftwerkstechnologien. Abhilfe können hierbei intelligente Verschaltungen der verschiedenen regenerativen Energieformen in sogenannten „virtuellen Kraftwerken“ schaffen.

Auf mittlere Frist kommt auch dem fossilen Energieträger Erdgas eine wachsende Bedeutung im Sinne der Nachhaltigkeit zu, da Erdgas im Vergleich zu anderen Brennstoffen bereits eine sichere und relativ emissionsarme Energieversorgung ermöglicht. Neben dem flächendeckenden Einsatz im Bereich der Wärme- und Energieversorgung nimmt Erdgas auch als Vorprodukt der Wasserstoffproduktion eine bedeutende Funktion ein.



Zum Rohstoff Wasser, das als Lebensgrundlage für Mensch und Natur nicht zu ersetzen ist, bietet sich dagegen vorerst keine Alternative. Demgemäß muss eine nachhaltige Wasserversorgung mit der begrenzten Ressource in der Art wirtschaften, dass die langfristige Versorgung gewährleistet werden kann.

Nachhaltigkeit in der Entsorgung beinhaltet in erster Linie den Gedanken des Rohstoffkreislaufs, bei dem aus Abwässern und Abfällen Sekundärrohstoffe zurück gewonnen und dem Verbrauch wieder zugeführt werden. Auch das reduziert den Einsatz endlicher Ressourcen und ist in diesem Sinne nachhaltig. Ziel einer nachhaltigen Entsorgungswirtschaft muss demnach die Minimierung des Abfall- und Abwasseraufkommens einerseits und die Maximierung der Rückgewinnung von Sekundärrohstoffen andererseits sein. Dabei ist die Anwendung innovativer Methoden und Technologien unverzichtbar.

Insgesamt ist die Infrastruktur mit all ihren Komponenten den sich wandelnden Anforderungen im Sinne der Nachhaltigkeit ausgesetzt. Einerseits führt eine wachsende Wirtschaftsleistung zu steigenden Anforderungen an die Verkehrsinfrastruktur, andererseits bedingt der demografische Wandel und die Zunahme regionaler Disparitäten Änderungen und Anpassungen in den Ver- und Entsorgungsnetzen. Auch der Wandel von der Industrie- zur Dienstleistungsgesellschaft verändert die Anforderungen an die Infrastruktur.

Nachhaltigkeit in der Infrastruktur kann jedoch nicht isoliert im Straßenverkehr oder der Abfallwirtschaft betrachtet werden, sondern ist als integriertes Gesamtkonzept zu sehen. Hierbei müssen alle Bereiche im Sinne einer perfekten Kreislaufwirtschaft ineinandergreifen. Eine nachhaltige Infrastruktur bietet demnach die Basis einer nachhaltigen Wirtschaft und damit einhergehend die Basis einer nachhaltigen Gesellschaft.



Literaturverzeichnis

Literaturverzeichnis

[AGEB09]: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) (2009): „Primärenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland 2007/ 2008“.

[BGR09]: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) (2009): „Lebensdauer als Indikator für die Notwendigkeit von Explorationsaktivitäten“.

[BGW06]: Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft (BGW) (2006): „Die Erdgasversorgung der Zukunft - Informationen und Hintergründe zum deutschen Erdgasmarkt“.

[BMBF06]: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2006): „Nachhaltige Ver- und Entsorgung - Impulse aus der sozial-ökologischen Forschung“.

[BMU09a]: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2009): „Erneuerbare Energien – Innovationen für eine nachhaltige Energiezukunft“.

[BMU09b]: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2009): „Informationen zum Straßenverkehr“.

[BMU08]: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2008): „Deutschland soll Leitmarkt für Elektromobilität werden“.

[BMU07a]: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2007): „Verkehrswachstum und BIP 1994 – 2005“.

[BMU07b]: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2007): „Verkehr und Umwelt – Herausforderungen“.

[BMU07c]: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2007): „Der Flugverkehr und das Klima“, Stand Oktober 2007.

[BMU07d]: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2007): „GreenTech made in Germany – Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland“.

[BMU04]: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2004): „Umwelt – Sonderteil Beitrag der Abfallwirtschaft zur nachhaltigen Entwicklung in Deutschland - Teil Siedlungsabfälle“, Nr. 10/ 2004.

[BMVBS09a]: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (2009): „Erster Statusbericht zum Stand der Umsetzung der Einzelmaßnahmen des Masterplans Güterverkehr und Logistik“, April 2009.



[BMVBS09b]: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (2009): „Innovative öffentliche Fahrradverleihsysteme – Neue Mobilität in Städten“.

) (2009):

„Innovative öffentliche Fahrradverleihsysteme – Neue Mobilität in Städten“.

[BMVBS07a]: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (2007):

„Schifffahrt und Wasserstraßen in Deutschland – Zukunft gestalten im Zeichen des Klimawandels – Bestandsaufnahme“.

[BMVBS07b]: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (2007): „Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2025“.

[BMWI09a]: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWI) (2009): „Aufkommen und Verwendung von Erdgas“.

[BMWI09b]: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWI) (2009): „Kennziffern des Energieverbrauches“.

[BMZ09]: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) (2009): „Grundsätze und Ziele“, unter <http://www.bmz.de/de/ziele/ziele/aktionsplanjohannesburg/umweltgipfel/index.html>

[BMZ02]: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) (Hrsg.) (2002): „Von Rio nach Johannesburg. Ausgewählte Handlungsfelder der deutschen Entwicklungspolitik seit der Konferenz von Rio de Janeiro (UNCED) 1992 – eine Bestandsaufnahme“.

[BUSCH04]: Busch, Timo/ Liedtke, Christina unter Mitarbeit von Hanna Gleißner (2004): „Zukunftsfähige Innovationen. Erste Schritte zum nachhaltig wirtschaftenden Unternehmen. Potenziale erkennen und nutzen, um eine starke Wettbewerbsposition für die Zukunft zu sichern.“ Wuppertal Institut für Klima, Umwelt Energie GmbH (Hrsg.) im Wissenschaftszentrum Nordrhein-Westfalen, Wuppertal Spezial 30.

[CAWM08]: Centrum für angewandte Wirtschaftsforschung Münster (CAWM) (2008): „Bedeutung der Infrastrukturen im internationalen Standortwettbewerb und ihre Lage in Deutschland“, Gutachten im Auftrag des Bundesverbandes der Deutschen Industrie (BDI).

[DB09]: Deutsche Bahn AG (DB) (2009): „Nachhaltigkeitsbericht 2009“.

[DBT02]: Deutscher Bundestag (DBT) (2002): „Nachhaltige Energieversorgung unter den Be-



Literaturverzeichnis

Literaturverzeichnis

dingungen der Globalisierung und der Liberalisierung“, Endbericht der Enquete-Kommission, Drucksache 14/9400.

[Destatis09a]: Statistisches Bundesamt (Destatis) (2009): „Verkehrsleistung – Güterbeförderung“.

[Destatis09b]: Statistisches Bundesamt (Destatis) (2009): „Umwelt - Zeitreihe zum Abfallaufkommen 1996 – 2007“.

[Destatis09c]: Statistisches Bundesamt (Destatis) (2009): „Umwelt – Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung“, Fachserie 19, Reihe 2.1.

[Destatis09d]: Statistisches Bundesamt (Destatis) (2009): „Umwelt – Nichtöffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung“, Fachserie 19, Reihe 2.2.

[Destatis08]: Statistisches Bundesamt (Destatis) (2008): „Aufkommen, Beseitigung und Verwertung von Abfällen im Jahr 2006 in Tsd. t“.

[Destatis07a]: Statistisches Bundesamt (Destatis) (2007): „Nachhaltige Abfallwirtschaft in Deutschland – Ausgabe 2007“.

[Destatis07b]: Statistisches Bundesamt (Destatis) (Hrsg.) (2007): „Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatorenbericht 2006“.

[DIWECON09]: „Richtig investieren - Öffentliche Investitionen zur Erhöhung des langfristigen Wachstumspotentials in Deutschland“, Version: 27. März 2009.

[DLR09]: Deutsches Luft- und Raumfahrtzentrum (DLR) (2009): „Brennstoffzellen-Flugzeug Antares DLR-H2 am Stuttgarter Flughafen vorgestellt“, 30. September 2009.

[FZKARL99]: Forschungszentrum Karlsruhe (1999): „Ein integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung“. Wissenschaftliche Berichte, FZKA 6393.

[Gmelin08]: Gmelin, Tillmann C. / Hüttig, Gerhard / Lehmann, Oliver (2008): „Zusammenfassende Darstellung der Effizienzpotenziale bei Flugzeugen unter besonderer Berücksichtigung der aktuellen Triebwerkstechnik sowie der absehbaren mittelfristigen Entwicklungen“, im Auftrag des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

[Hassellöv09]: Hassellöv, Ida-Maja (2009): „Die Umweltauswirkungen des Schiffsverkehrs“.

[HVB09]: HypoVereinsbank (HVB) (2009): „Trendstudie Green Shipping“.

[IUCN06]: International Union for Conservation of Nature (Hrsg.) (2006): „The Future of Sustai-



nability. Re-thinking Environment and Development in the Twenty-first Century". Report of the IUCN Renowned Thinkers Meeting, 29-31 January 2006, unter: http://cmsdata.iucn.org/downloads/iucn_future_of_sustainability.pdf

[Kahlenborn98]: Kahlenborn, Walter/ Kraemer, R. Andreas (1998): „Nachhaltige Wasserwirtschaft in Deutschland – Identifizierung gegenläufiger Trends und Handlungsempfehlungen“.

[Knieps96]: Knieps, G. (1996): „Wettbewerb in Netzen“. Tübingen.

[Lufthansa09]: Lufthansa (2009): „Spezifischer Treibstoffverbrauch unverändert auf niedrigem Niveau“ unter: <http://konzern.lufthansa.com/de/html/verantwortung/umwelt/kerosin.html>

[Ökoinstitut07]: Ökoinstitut (2007): „Treibhausgasemissionen und Vermeidungskosten der nuklearen, fossilen und erneuerbaren Strombereitstellung“, Arbeitspapier.

[ProgTransAG07]: ProgTrans AG (2007): „Abschätzung der langfristigen Entwicklung des Güterverkehrs in Deutschland bis 2050“.

[Rudolph97]: Rudolph, Karl-Ulrich (1997): „Handlungsfelder einer nachhaltigen Wasserwirtschaft - Anforderungen an Politik, Wissenschaft und kommunale Praxis“.

[Siemens09] : Siemens (Hrsg.) (2009): „Sustainable Urban Infrastructure. Ausgabe München – Wege in eine CO2-freie Zukunft“.

[SkySails09]: SkySails GmbH & Co. KG (2009): „Erste Frachtschiff-Serie wird mit SkySails ausgerüstet“.

[Solarserver09]: Solarserver (2009): „Solar-Tankstelle (Photovoltaik)“.

[SolarWater09]: SolarWaterWorld AG (2009): „Solarschiffahrt für nachhaltigen Tourismus in Berlin“, Pressemeldung 25. März 2009.

[SRU02]: Sachverständigenrat für Umweltfragen (2002): „Umweltgutachten 2002 des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen: Für eine neue Vorreiterrolle“.

[UBA09a]: Umweltbundesamt (UBA) (2009): „Umweltkernindikatoren“ unter: www.umweltbundesamt-umwelt-deutschland.de

[UBA09b]: Umweltbundesamt (UBA) (2009): „Nachhaltige und rationelle Nutzung von Wasser und Energie - Beispiele aus Deutschland“.

[UMSICHT09]: Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (UMSICHT)



Literaturverzeichnis

Literaturverzeichnis

(2009): „Recycling für den Klimaschutz“.

[UniStuttgart09]: Universität Stuttgart, Institut für Flugzeugbau (2009): „Forschungsprojekt Hydrogenius“.

[Uridan09]: Uridan GmbH (2009): „Non Water System: Wasserlose Urinale von uridan - Die perfekte Urinal Hygiene ohne Wasser, ohne Geruch und ohne Chemie“.

[WEF09]: World Economic Forum (2009): „The Global Competitiveness Report 2009–2010“.

[WupperInst07]: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH (2007): „Zukunft des Car-Sharing in Deutschland“.





V.

Abbildungsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Quelle: www.fotolia.de: Gingko-Blatt© Koboldmaki	S. 1
www.fotolia.de: www.fotolia.de: ice© drizzd	S. 1
www.fotolia.de: getreidehalm© Pixeljäger	S. 1
www.fotolia.de: girl in the wind under a turbine© itestro	S. 1
www.fotolia.de: friedliche landschaft© momanuma	S. 6
Foto: Philipp Wolff © Falko Wenzel	S. 7
www.fotolia.de: blick in baumkrone© Thomas Rudolph	S. 8
www.fotolia.de: ice© drizzd	S. 10/11
www.fotolia.de: Technology and Nature-3© JWS	S. 20/21







www.360design.de



Ohne Fleiß kein Preis!

Sie haben bis zum Ende gelesen und gehören jetzt ganz eindeutig zu den Gewinnern.

Denn Ihren Informationsvorsprung können Sie jetzt sogar noch vergrößern:

Schauen Sie auf unserer Webseite vorbei. Dort finden Sie eine leckere Belohnung
aus frischen Ideen und besten Zutaten – und garantiert nachhaltig:

www.360Design.de

VI. Interview

Interview



Interview mit Kai Petersen, Geschäftsführer LaTherm GmbH

1. Was zeichnet Ihr Unternehmen in Hinblick auf Nachhaltigkeit besonders aus?

Die Vision der 2007 gegründeten LaTherm ist die CO₂-freie Wärmeversorgung zu langfristig planbaren Kosten. In den ersten Jahren werden wir zwar noch keine vollständige CO₂-Freiheit bieten, aber durch die Nutzung von Ab(fall)wärme gelingt es uns dennoch, mehr als 95 % Primärenergie und CO₂-Emissionen einzusparen.

Als Abfallwärme bezeichnen wir die heute von einer Vielzahl von Industrieunternehmen oder Biogasanlagen in die Umwelt entsorgte Abwärme, die wir mit Hilfe unserer Spezialcontainer speichern und zu größeren Wärmeverbrauchern wie Schwimmbädern, Krankenhäusern oder Schulen transportieren.

Durch die Nutzung dieser bisher häufig sogar kostenträchtig abgeführten Wärme steigern wir nicht nur die Energieeffizienz der Wärmequellen, sondern ermöglichen unseren Kunden über die typischen Vertragslaufzeiten Einsparungen von 30 % bis 50 % ihrer Wärmeversorgungskosten. Zudem kann auf diesem Wege ohne großen Aufwand eine hohe Güteklasse im Energieausweis erreicht werden.

2. Für wie bedeutend halten Sie nachhaltiges Wirtschaften?

Die Bedeutung des nachhaltigen Wirtschaftens wird weiter steigen, wie sich trotz der derzeit zähen Bemühungen im Zusammenhang mit der Klimaschutzkonferenz in Kopenhagen zeigt. Dies wird untermauert durch die Tatsache, daß inzwischen auch die USA, Rußland und China erhebliche Anstrengungen in dieser Hinsicht unternehmen. Nachhaltiges Wirtschaften wird für immer mehr Unternehmen langfristig überlebenswichtig sein, auch aufgrund der steigenden Erwartungshaltung der Kunden. Dennoch sollte man fairerweise darauf hinweisen, daß angesichts der jetzigen Wirtschaftslage der Fokus häufig zunächst einmal auf dem kurzfristigen Überstehen, wenn nicht sogar Überleben der Krise liegt.

3. Wie sehen Ihre Zukunftsstrategien im Bereich Nachhaltigkeit aus? Ist Ihr Unternehmen bereit, in diesem Bereich zu investieren?

Aufgrund unserer Positionierung als ökologisch positionierter Wärmelieferant ist das Investment in nachhaltige Lösungen für uns eine Selbstverständlichkeit. Dies umfaßt natürlich nicht nur die derzeit angebotenen Lösungen, sondern auch technische Weiterentwicklungen, die z. B. eine Gebäudeklimatisierung auf Basis unserer Wärmelieferungen ermöglichen wird.



4. Wie bewerten Sie die politische Unterstützung für Nachhaltigkeit?
Was kann aus Ihrer Sicht optimiert werden?

In den vergangenen Jahren hat der parteiübergreifende Konsens bezüglich der Notwendigkeit nachhaltigen Wirtschaftens und Handelns erheblich zugenommen, auch wenn natürlich noch unterschiedliche Ansätze bezüglich des „Wie“ bestehen. Als noch junges Unternehmen sind wir bisher mit der politischen Unterstützung (sehr) zufrieden, auch wenn wir uns natürlich an manchen Stellen wünschen, daß technische Neuerungen (und damit Verbesserungen) schneller Einzug in die Gesetzgebung fänden.

5. Sind Sie der Auffassung, dass das Thema Nachhaltigkeit im Bewusstsein von Gesellschaft, Politik und Wirtschaft angekommen ist?

Ja.

VI. Interview

Interview



Interview mit Dipl.-Ing. H.W. Turadj Zarinfar, Geschäftsführender Gesellschafter der zarinfar baumanagement GmbH

1. Was zeichnet Ihr Unternehmen in Hinblick auf Nachhaltigkeit besonders aus?

Wir sehen nicht nur eine nachhaltige Ausrichtung unserer Produkte und Dienstleistungen im Vordergrund unserer Tätigkeit, sondern auch die Veränderung von Prozessen in unserer Branche als zukünftige Aufgabe. Hier setzen wir uns aktiv in Berufs- und Unternehmensnetzwerken für die nachhaltige Ausrichtung der Wertschöpfungskette ein.

2. Für wie bedeutend halten Sie nachhaltiges Wirtschaften?

Das nachhaltige Wirtschaften ist ein eminent wichtiger Baustein für die Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft. Wer heute die Ressourcenschonung in den Vordergrund seiner Entwicklungen stellt, der wird langfristig erfolgreich sein. Darüber hinaus ist es bereits 5 nach 12 und somit längst überfällig, dass Unternehmen verantwortungsvoll handeln.

3. Wie sehen Ihre Zukunftsstrategien im Bereich Nachhaltigkeit aus? Ist Ihr Unternehmen bereit, in diesem Bereich zu investieren?

Wir beschäftigen uns seit geraumer Zeit mit unserer Wertschöpfungskette und der Ressourcenabhängigkeit unserer Dienstleistung. Daher ist es für uns ein erheblicher Bestandteil der Strategie unseres Unternehmens, dass wir nachhaltig unsere Dienstleistung erbringen können. Wir investieren hier in Wissen und vor allen Dingen in die Qualifikation unserer Mitarbeiter.

4. Wie bewerten Sie die politische Unterstützung für Nachhaltigkeit? Was kann aus Ihrer Sicht optimiert werden?

Die politischen Rahmenbedingungen sind noch zu halbherzig. Deutschland muss in zukünftige Technologien und somit in Forschung & Entwicklung investieren. Nur wenn wir weiterhin mit „Brainworks“ in der Welt erfolgreich sind, behalten wir die Nase vorn. Deutschland wird sich von der Industrie- zur Dienstleistungsgesellschaft umformen und braucht weiter gut ausgebildete Fachkräfte, die mit Know-how über zukünftige Technologien wettbewerbsfähig bleiben. Hier reicht das Engagement des Einzelnen nicht mehr aus, sondern muss von politischen Aktionen unterstützt werden.



5. Sind Sie der Auffassung, dass das Thema Nachhaltigkeit im Bewusstsein von Gesellschaft, Politik und Wirtschaft angekommen ist?

Es sind heute schon Erkenntnisse bei der Gesellschaft, Politik und Wirtschaft erkennbar, doch leider fehlt es noch an einer strukturierten und gemeinsamen Vorgehensweise. Nur eine Bündelung der Kräfte und ein weiter steigendes Bewusstsein für unsere Zukunft können einen erfolgreichen Weg in die Nachhaltigkeit gewährleisten.

VI. Interview

Interview



Interview mit Thomas Melczer, Geschäftsführer der Proton Motor Fuel Cell GmbH

1. Was zeichnet Ihr Unternehmen in Hinblick auf Nachhaltigkeit besonders aus?

Proton Motor ist seit Jahren mit der Entwicklung von Brennstoffzellen und Systemen beschäftigt und trägt maßgeblich zur Entwicklung dieser neuen Technologie bei. Brennstoffzellen mit Wasserstoff betrieben erzeugen Energie ohne jegliche Abgasemissionen - bei Erzeugung des Wasserstoffs aus regenerativen Energien gilt dies sogar weitgehend für die gesamte Kette „well to wheel“. Auch ist die Lärmbelastigung im Vergleich zu Verbrennungsmotoren deutlich geringer. Proton Motor ist somit mit seinen Produkten und Lösungen ein Grundpfeiler der Nachhaltigkeit. Unsere Lösungen erlauben es unseren Kunden wie z. B. Versorgern der städtischen Infrastruktur, emissionsfreie Fahrzeuge zu betreiben und somit einen wichtigen Beitrag zur Nachhaltigkeit zu leisten. Einsetzbar sind unsere Produkte z.B. im Bereich der Elektromobilität, Logistik, Infrastruktur und stationären Stromversorgung.

2. Für wie bedeutend halten Sie nachhaltiges Wirtschaften?

Sehr. Ressourcen werden knapper und die Erwärmung der Erde schreitet wohl noch schneller voran als erwartet. Ich selbst habe 6 Kinder und ich möchte Ihnen kein Chaos hinterlassen. Wir stehen hier alle in der Verantwortung.

3. Wie sehen Ihre Zukunftsstrategien im Bereich Nachhaltigkeit aus? Ist Ihr Unternehmen bereit, in diesem Bereich zu investieren?

Über unsere Produkte und Lösungen leisten wir hier bereits einen wichtigen Beitrag auf den wir sehr stolz sind.

4. Wie bewerten Sie die politische Unterstützung für Nachhaltigkeit? Was kann aus Ihrer Sicht optimiert werden?

Es gibt bereits eine Vielzahl von Förderungen für verschiedene Anwendungen. Zum Beispiel die Einspeisevergütung im Solar Bereich oder die National Organisation Wasserstoff mit den entsprechenden Förderungen im Bereich des Wasserstoff.

Wichtig für den Wasserstoff und die Brennstoffzelle ist eine Unterstützung der Betreiber z. B. über einen gedeckelten Preis für Wasserstoff. Dadurch kann man eine wirtschaftliche Kalkulationsbasis für den Betrieb von Fahrzeugen mit Brennstoffzellen schaffen.



Die Politik kann natürlich auch entscheidend helfen über die gesetzlichen Rahmenbedingungen z. B. im innerstädtischen Verkehr. Noch stärkere Auflagen bei den Umweltzonen würden Betreiber von Fahrzeugflotten zwingen, entsprechend saubere Technologie einzusetzen. Dies kann für den kommerziellen Durchbruch der neuen Technik sehr hilfreich sein und natürlich auch Arbeitsplätze sichern.

5. Sind Sie der Auffassung, dass das Thema Nachhaltigkeit im Bewusstsein von Gesellschaft, Politik und Wirtschaft angekommen ist?

Ja, das zeigt das starke Echo und die Nachfrage nach unserer Technologie.

VI. Interview

Interview



Interview mit Jürgen Habichler, Managing Partner der Mountain Cleantech AG

1. Was zeichnet Ihr Unternehmen in Hinblick auf Nachhaltigkeit besonders aus?

Wir investieren als Venture Capital Gesellschaft ausschließlich in Clean Technologies, v.a. in Erneuerbare Energien, Energieeffizienz und -infrastruktur, Technologien zur Emissionsreduktion sowie allgemein zum Umwelt- und Klimaschutz. In unseren Investitionsprozess und unsere Investitionsentscheidungen haben wir neben ökonomischen Kriterien auch ökologische und soziale Kriterien integriert. Für diesen Ansatz haben wir in unserem ersten Fonds, der börsennotierten Cleantech Invest AG (www.cleantech-invest.ch), von der unabhängigen Rating-Agentur oekom research ein „Prime“-Rating erhalten.

2. Für wie bedeutend halten Sie nachhaltiges Wirtschaften?

Nachhaltiges Wirtschaften ist die Voraussetzung für zukünftigen Wohlstand. Die Verschwendung natürlicher Ressourcen und der Klimawandel werden ohne entsprechende Gegenmaßnahmen die Existenzgrundlage eines großen Teils der Menschheit bedrohen. Wir haben eine moralische Verpflichtung, dies zu verhindern. Darüber hinaus wären die ökonomischen Folgen einer solchen Entwicklung katastrophal und würden die volkswirtschaftlichen Kosten von entsprechenden Gegenmaßnahmen bei weitem übertreffen. Allein aus ökonomischer Sicht ist das Thema somit von überragender Bedeutung.

3. Wie sehen Ihre Zukunftsstrategien im Bereich Nachhaltigkeit aus? Ist Ihr Unternehmen bereit, in diesem Bereich zu investieren?

Wir investieren ausschließlich in diesen Bereich. Dies tun wir einerseits, weil wir einen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz leiten möchten und andererseits, weil das Thema Clean Technologies aus unserer Sicht eine der größten Investitionschancen des 21. Jahrhunderts darstellt. Das Thema tangiert fast alle Bereiche unseres Lebens, von der Energie- und Wasserversorgung, über Ernährung und Gesundheit bis zu Fragen der Mobilität. Dieses Thema wird uns noch Jahrzehnte beschäftigen.

4. Wie bewerten Sie die politische Unterstützung für Nachhaltigkeit? Was kann aus Ihrer Sicht optimiert werden?

Die politische Unterstützung hat sich in den letzten Jahren stark verbessert. Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz sind auf der politischen Agenda weit nach oben gerückt. Leider – und dies zeigt sich im Vorfeld der Klimakonferenz in Kopenhagen – ist der Schritt von der Sonntagsrede zu verbindlichen, quantifizierbaren Zusagen – vor allem



in Krisenzeiten – für manche noch sehr weit. Deutschland hat in den letzten Jahren bei diesem Thema eine Vorreiterrolle eingenommen und z.B. mit festen Einspeisetarifen für Erneuerbare Energien ein vielfach kopiertes Erfolgsmodell geschaffen. Deutschland muss nun alles daran setzen, diese Vorreiterrolle auch zu behalten. Die deutsche Cleantech-Industrie ist weltweit führend. Aufgrund des gewaltigen weltweiten Potentials für Clean Technologies sollte dies – neben Verantwortungsbewusstsein für unseren Planeten – ein starker Anreiz für zukünftiges Engagement darstellen.

5. Sind Sie der Auffassung, dass das Thema Nachhaltigkeit im Bewusstsein von Gesellschaft, Politik und Wirtschaft angekommen ist?

Es hat sicherlich eine Veränderung stattgefunden. Noch vor nicht allzu langer Zeit wurde das Thema in gewissen Kreisen belächelt. Spätestens mit der Finanzkrise ist jedoch vielen bewusst geworden, dass nachhaltiges Wirtschaften die Voraussetzung für zukünftigen Wohlstand darstellt. Was aus einer globalen Perspektive wohl allgemeine Zustimmung findet, ist auf nationaler oder gar persönlicher Ebene jedoch noch nicht überall verankert. Hier dominiert teilweise noch kurzfristiges Denken. Gesellschaft, Politik und Wirtschaft haben die gemeinsame Aufgabe, möglichst viele Akteure von dem Nutzen nachhaltigen Wirtschaftens zu überzeugen und entsprechende Anreize zu schaffen.

VII. Impressum

Impressum

Herausgeber

DCTI

Deutsches CleanTech Institut

Deutsches CleanTech Institut GmbH
Adenauerallee 134
D-53113 Bonn

Fon +49 (0) 228 - 92654 - 0
Fax +49 (0) 228 - 92654 -11
info@dcti.de

www.dcti.de

Geschäftsführer
RA Philipp Wolff

Leiter Unternehmenskommunikation
Daniel Pohl, M.A.

Medienpartner

**Wirtschafts
Woche**

www.wiwo.de

Projektpartner

 **CLEAN TECH
MEDIA AWARD**

Weitere Informationen entnehmen Sie bitte der
nachfolgenden Unternehmenspräsentation.

www.cleantech-award.de

Realisierung

EuPD Research

Studienleitung
Heike Uhlemann, M.A.
Martin Ammon, Dipl.-Volkswirt

Fon +49 (0) 228-9743-0
Fax +49 (0) 228-97143-11
welcome@eupd-research.com

www.eupd-research.com

Konzept & Gestaltung

360 Design
sustainable communications

Creative Direction
Iris Klohr

Art Direction
Kludia Kielkowski, Daniel Schenk
Rebecca Ohagen, Lars Nörtershäuser

Fon +49 (0) 228-85426-0
Fax +49 (0) 228-85426-11
info@360Design.de

www.360Design.de



CLEAN TECH WORLD

Die CLEAN TECH WORLD ist eine internationale Konferenz und Ausstellung in Berlin, die dem wichtigsten Wachstumsmarkt des 21. Jahrhunderts vom 15. – 19. September 2010 eine imposante Bühne baut. Auf dem Flughafen Tempelhof Berlin versammelt die umfassende Leistungsschau innovative Entwicklungen aus allen Bereichen der sauberen Technologien und bringt Hersteller, Dienstleister, Investoren, Forscher und Entwickler aus aller Welt zusammen. Partnerland in diesem Jahr sind die USA.

Wenn Sie Teil dieser innovativen Erlebniswelt werden möchten, können Sie sich ab sofort als Aussteller registrieren.

Mehr Informationen finden Sie auf
www.cleantechworld.org
info@cleantechworld.org

15.-19. September 2010 Flughafen Tempelhof, Berlin
CLEAN TECH WORLD



CLEAN TECH MEDIA AWARD

Der Clean Tech Media Award 2010 findet am 16. September auf dem Flughafen Tempelhof, Berlin statt und wird umrahmt von der CLEAN TECH WORLD. Vor geschichtsträchtiger Kulisse werden mehr als 1.000 Besucher erleben, wie glamourös und elegant Umwelttechnologie in Szene gesetzt werden kann.

Ab Januar 2010 können Unternehmen, Projekte und Personen, die zukunftsweisende Ideen im Kontext des Klima- und Umweltschutzes umsetzen, ihre Teilnahmeunterlagen einreichen oder von Branchenkennern vorgeschlagen werden.

Mehr Informationen finden Sie auf
www.cleantech-award.de
info@cleantech-award.de

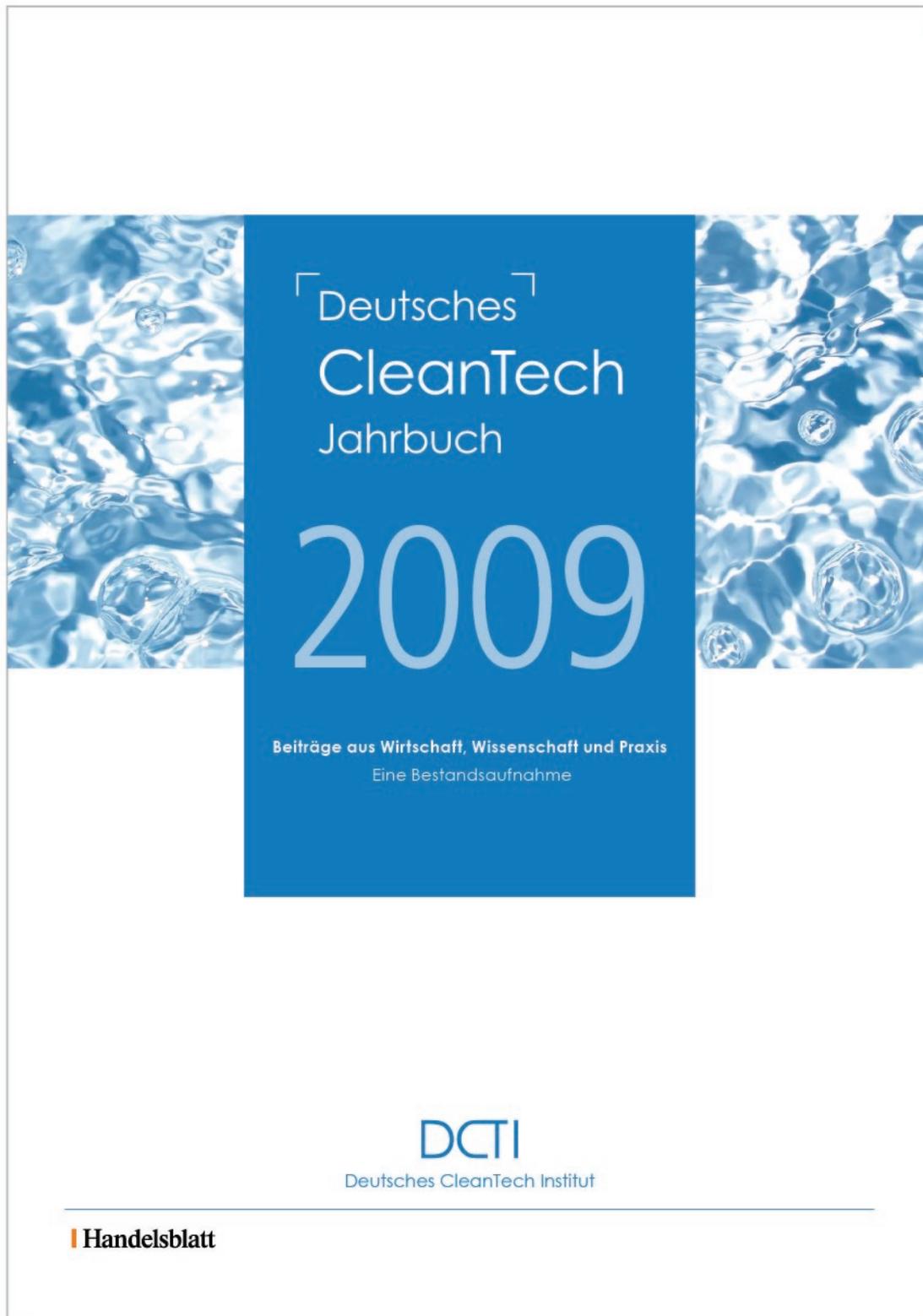
Clean Tech Media Award
16. September 2010 Flughafen Tempelhof, Berlin

Clean Tech Media GmbH & Co. KG

Münzstraße 15
10178 Berlin

Telefon: +49 30 / 24 08 782 - 10
Telefax: +49 30 / 24 08 782 - 12

Foto: BMW/Jochen Eckel



Das Deutsche CleanTech Institut etabliert mit dem „Deutschen CleanTech Jahrbuch 2009“ die erste, branchenübergreifende Bestandsaufnahme des milliardenschweren Wachstumsmarktes CleanTech. Das Jahrbuch trägt in übersichtlicher Form neben wissenschaftlichen Beiträgen auch Beispiele der unternehmerischen Praxis zusammen und stellt unterschiedliche, innovative CleanTech Projekte vor. Neben namhaften Autoren aus Wissenschaft, Politik und Wirtschaft präsentieren auch renommierte Großkonzerne ihr Verständnis von CleanTech und zeigen praxiserprobte Lösungsansätze auf.

my way my thinking clean thinking



„Cleanthinking.de beleuchtet etablierte Unternehmen kritisch und begleitet Startups auf dem Weg zum Durchbruch. Dies geschieht mit einer ausgewogenen Mischung aus News und Hintergründigem.“

Martin Jendrischik
Chefredakteur von Cleanthinking.de

Cleanthinking.de ist das führende Wirtschaftsblog für die Cleantech-Branche - von Smart Grid und Elektromobilität über erneuerbare Energien bis zum Thema Energieeffizienz. Chefredakteur Martin Jendrischik und sein Team berichten täglich aktuell und hintergründig über Unternehmen, VC-Deals sowie saubere Produkte und innovative Technologien. Cleanthinking.de versteht sich als

unabhängiger News- und Diskussionskanal für alle Vertreter und Interessierte der Cleantech-Branche. Als PR-Berater beschäftigt sich Jendrischik bereits seit mehreren Jahren mit nachhaltigen Technologien und avanciert inzwischen zum gefragten Cleantech-Experten.

Cleanthinking.de



„Als VC-Investor im Cleantech-Bereich und regelmäßiger Leser von Cleanthinking.de, sind die informativen und kritischen Beiträge des Blogs sehr hilfreich.“

Dr. Stephan Beyer
Investment Director der Ventegis Capital AG



„Cleanthinking.de ist für mich die aktuelle Nachrichtenquelle über die Cleantech-Industrie im deutschsprachigen Raum. Der vielfältige Mix von Nachrichten, Analysen, Interviews und Veranstaltungsberichten bietet dem Leser ein umfassendes Bild über die sich rasant entwickelnde Cleantech-Industrie.“

Dipl.-Ing. Markus Czermer
Director M&A bei Corporate Finance Partners, Berlin/Tallin



DCTI

Deutsches CleanTech Institut

Realisierung

Konzept & Gestaltung

Medienpartner

mit freundlicher Unterstützung von

EuPD Research

360 | Design
sustainable communications

Wirtschafts
Woche



CLEAN TECH
MEDIA AWARD