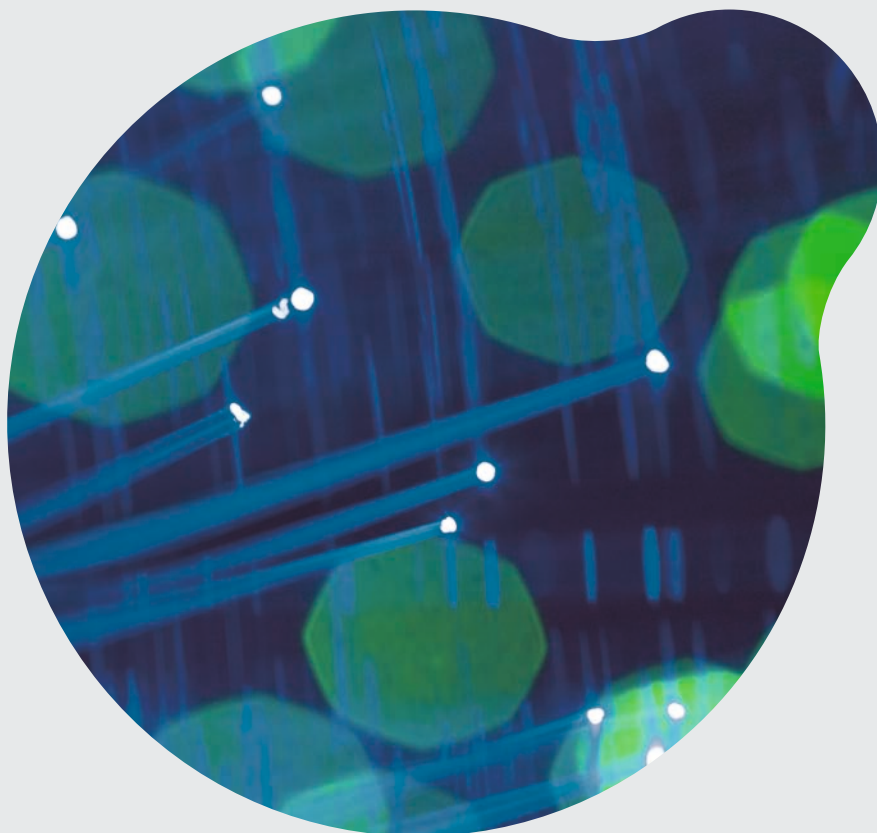


---

# SMART 2020 Addendum Deutschland: Die IKT-Industrie als treibende Kraft auf dem Weg zu nachhaltigem Klimaschutz



# Vorbemerkungen und Danksagung

Die vorliegende Studie wurde unabhängig im Auftrag der Deutschen Telekom, Huawei, SAP und Siemens durch The Boston Consulting Group erstellt. Besonderer Dank gilt den Unternehmensvertretern des Steering Committee, die durch ihre konstruktiven Beiträge die perspektivische Vielfalt der Studie ermöglicht haben. Die Analysen in dieser Studie wären nicht in diesem Umfang möglich gewesen ohne den Beitrag folgender Mitarbeiter der Boston Consulting Group: Nicolas Hunke, Jan Rüger, Vincenzo De Rosa. Besonderer Dank gilt dem Einsatz der Beteiligten aus den genannten Partnerunternehmen für die Jours fixes und deren Ergebnisse. Sehr dankbar sind wir weiterhin den zahlreichen Experten, die bei der Validierung der Analysen unterstützend tätig waren, sowie für die sprachliche und grafische Umsetzung und die Unterstützung aller nicht namentlich genannten Mitwirkenden aus den unterschiedlichen Projektteams.

Verantwortlich für die Erstellung der vorliegenden Studie war die weltweit führende Strategieberatung, The Boston Consulting Group (BCG). Während angemessene Maßnahmen zur Sicherstellung der Fehlerfreiheit der in dieser Studie dargestellten Informationen getroffen wurden, gibt BCG keine Zusicherungen und Gewährleistungen für die Richtigkeit der getroffenen Aussagen und übernimmt keine Haftung für Ungenauigkeiten und Unvollständigkeiten. Die Ergebnisse dieser Studie sollten nicht uneingeschränkt ohne eigene unabhängige Analysen verwendet werden, für welche BCG keine Haftung übernimmt.

## Beteiligte Unternehmen

Deutsche Telekom, Huawei, SAP, Siemens, The Boston Consulting Group.

## Partnerorganisationen

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), Global e-Sustainability Initiative (GeSI).

## Steering Committee

### Deutsche Telekom

Luis Neves  
Dr. Ignacio Campino  
Dr. Wolfgang Kubink  
Albert Hold

### Huawei

Haifeng Ling  
Johann Behammer  
Paolo Gemma

### SAP

Dr. Maher Chebbo  
Petra Friedmann  
Fritz Schwarzländer

### Siemens

Alexander Schönfeldt

### The Boston Consulting Group

Dr. Melanie Bockemühl  
Dr. Holger Rubel

## Projektleitung

Dr. Heinz-Gerd Peters  
Nicolas Hunke

## Unabhängige Analysen

The Boston Consulting Group

## Kontaktinformation:

- Luis Neves, Leiter Corporate Responsibility, Deutsche Telekom, Luis.Neves@telekom.de
- Dr. Holger Rubel, Partner and Managing Director, The Boston Consulting Group Frankfurt, Rubel.Holger@bcg.com
- Dr. Melanie Bockemühl, Partner and Managing Director, The Boston Consulting Group Düsseldorf, Bockemuehl.Melanie@bcg.com
- Haifeng Ling, Vice President European Region, Huawei haifeng.ling@huawei.com
- Dr. Maher Chebbo, Vice President, Head of EMEA Services Industries SAP, maher.chebbo@sap.com
- Dr. Johannes Viereck, CEO und Leiter SIS Energy Global, Siemens IT Solutions and Services, johannes.viereck@siemens.com

---

Hauptsponsor



---

Co-Sponsoren



---

Partnerorganisationen



POTSDAM-INSTITUT FÜR  
KLIMAFOLGENFORSCHUNG

# Vorwort

2 Grad Celsius: Wenn die Weltgemeinschaft zumindest die dramatischsten Auswirkungen des vom Menschen selbst verursachten Klimawandels vermeiden will, dann darf die globale Durchschnittstemperatur um nicht mehr als diesen Betrag über das vorindustrielle Niveau steigen – 0,8 °C wärmer ist es aber schon heute. Die Herausforderung, vor der wir stehen, ist gewaltig. Vermutlich ist sie sogar weit größer, als es sich selbst unsere wohlinformierten politischen Entscheidungsträger heute eingestehen.

Um wenigstens eine Zwei-Drittel-Chance zu wahren, unter der kritischen Temperaturgrenze von 2 °C zu bleiben, dürfen in den nächsten 40 Jahren nur noch ca. 750 Gigatonnen (Gt) CO<sub>2</sub> emittiert werden – und das weltweit. Teilt man dieses „Emissionsbudget“ den Staaten der Welt nach dem Gleichheitsgrundsatz gemäß ihrer Bevölkerungsstärke zu, wie es der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen in seinem aktuellen Sondergutachten vorschlägt, dürfte Deutschland pro Jahr durchschnittlich nicht mehr als 0,2 Gt CO<sub>2</sub> ausstoßen. In der aktuellen Realität sind es jedoch 0,9 Gt – also mehr als das Vierfache! Diese Differenz verdeutlicht, dass enorme Anstrengungen auf allen Ebenen von Gesellschaft, Wirtschaft und Politik gefragt sind. Ein Wirtschaftszweig allein kann zum Klimaschutz nur den sprichwörtlichen Tropfen Wasser auf den immer heißer werdenden Stein beisteuern. Was aber benötigt wird, ist ein ganzer Eimer voll Wasser – im übertragenen Sinne. Und doch besteht auch dieser aus lauter einzelnen Tropfen, die sich wirksam aufaddieren. Deshalb führt kein Weg daran vorbei, die Vielzahl kleiner Tropfen zu einem großen Ganzen zusammenzufügen.

Die vorliegende Studie „SMART 2020 Addendum Deutschland: Die IKT-Industrie als treibende Kraft auf dem Weg zu nachhaltigem Klimaschutz“ zeigt, dass der Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) in Deutschland über ein beachtliches Klimaschutz-

potenzial verfügt. Hierbei ist zwischen direkten und indirekten Emissionsreduktionspotenzialen zu unterscheiden: Der geschätzte Umfang unmittelbarer Einsparbeiträge ist mit ca. 1,6 % des zu erbringenden Volumens noch recht überschaubar, da der Anteil des IKT-Sektors an den Gesamtemissionen recht niedrig liegt. Einen weit größeren Beitrag zum Klimaschutz lassen indirekte Emissionsminderungen erwarten, das heißt solche Reduktionen, die durch den Einsatz von IKT in anderen Wirtschaftsbranchen erreicht werden können – beispielsweise das Gebäude-Klimamanagement oder „Smart Logistics“-Lösungen. Für innovative Unternehmen bieten sich große Marktchancen und mit der nötigen Weitsicht kann schon heute ein signifikanter Wettbewerbsvorsprung für die Zukunft generiert werden.

Der hochinteressante Report von The Boston Consulting Group, Deutsche Telekom, Huawei, SAP und Siemens zeigt auch, dass das technische Potenzial der einzelnen Maßnahmen oft weit höher liegt als das, was sich derzeit rein marktgetrieben realisieren lässt. Hier wird deutlich, wie wichtig eine funktionierende Partnerschaft von Wirtschaft und Politik ist. Man wird gemeinsam starke Markthebel entwickeln und auch hierdurch viele Synergien nutzen müssen. Die Studie belegt eindrücklich, dass im Jahr 2020 IKT-basierte Lösungen die deutschen Emissionen um zusätzliche 0,2 Gt senken können. Damit wäre unser Löschwasser-Eimer schon zu über einem Viertel gefüllt. Wollen wir hoffen, dass wir das Gefäß (nicht zuletzt mit Hilfe der IKT) tatsächlich randvoll füllen können, damit der Stein nicht zu glühen beginnt.



Prof. Hans Joachim Schellnhuber  
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)



Prof. Hans Joachim Schellnhuber  
Foto: © DBU



---

# Inhalt

06 Executive Summary

## Kapitel 01:

10 Deutschlands CO<sub>2</sub>e-Emissionen

## Kapitel 02:

19 Direkter Beitrag der IKT zur Reduktion  
der CO<sub>2</sub>e-Emissionen

## Kapitel 03:

29 Indirekter Beitrag der IKT zur Reduktion  
der CO<sub>2</sub>e-Emissionen

## Kapitel 04:

65 Maßnahmen zur Schließung der Lücke  
zwischen theoretischem und marktgetriebenem  
CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial

## Kapitel 05:

77 Fazit

79 Appendix

# Executive Summary

Der Klimawandel ist eine der zentralen ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Herausforderungen der Zukunft. Er steht in engem Zusammenhang mit dem sogenannten Treibhauseffekt und damit mit den Emissionen von Kohlenstoffdioxid oder äquivalenten Schadstoffen (im Folgenden kurz „CO<sub>2</sub>e“). Insbesondere die Nationen mit einem hohen Anteil an diesen Emissionen stehen daher in der Pflicht, dem Klimawandel entgegenzuwirken.

Gerade Deutschland muss und kann durch seine führende Stellung als Industrie- und Technologienation eine internationale Vorreiterrolle einnehmen und aufzeigen, welche Technologien zur Reduktion von Emissionen eingesetzt werden können. Politik und Industrie haben gemeinsam in Deutschland bereits erste Schritte in dieser Richtung unternommen. Deutschland liegt im Klimaschutz-Index der zehn größten CO<sub>2</sub>-Emittenten auf dem ersten Platz. Dies unterstreicht die Bemühungen der Bundesregierung und ihre internationale Führungsrolle im weltweiten Kampf gegen die Klimaerwärmung.<sup>1</sup>

Im August 2007 traf sich die damalige Bundesregierung zu einer Klausurtagung auf Schloss Meseberg nördlich von Berlin. Ein Ergebnis dieses Treffens war das „Integrierte Energie- und Klimaprogramm“ (IEKP), auch bekannt unter dem Namen „Meseberg-Programm“. Das IEKP benennt 29 konkrete Eckpunkte und Maßnahmen, die zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen in Deutschland beitragen. Ziel der formulierten Eckpunkte ist es, bis 2020 eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um rund 40 % gegenüber dem Niveau von 1990 zu erreichen. Die Bundesregierung hat mit dem IEKP deutlich gemacht, dass der Klimaschutz in Deutschland ernst genommen wird und die Bundesrepublik ihren Verpflichtungen im Kampf gegen die globale Klimaerwärmung nachkommen wird. Fraglich ist jedoch, ob die definierten Maßnahmen ausreichen, um das ambitionierte Ziel zu erreichen.

Im Jahr 2008 publizierte The Climate Group, eine Non-Profit-Organisation mit dem Ziel, Lösungen gegen den Klimawandel und hin zu einer „Low Carbon“-Wirtschaft voranzutreiben, im Auf-

trag der Global eSustainability Initiative<sup>2</sup> die globale Studie *SMART 2020: Enabling the low carbon economy in the information age*, um den möglichen Beitrag der Informations- und Kommunikationstechnologie (im Folgenden kurz „IKT“) zur Erreichung der globalen Klimaschutzziele zu belegen und exakt mit Zahlen nachzuweisen.

Im Rahmen dieser Studie wurden fünf Kernbereiche identifiziert, in welchen die IKT zu nennenswerten Emissionsreduktionen beitragen kann: Smart Buildings (Gebäudewirtschaft), Smart Logistics (Logistik), Smart Grid (Stromwirtschaft), Smart Motors (Industrieautomation) und Dematerialisierung.

Das Smart-Konzept steht hierbei für die möglichen Hebel, die diese Reduktionen erst ermöglichen:

**S** – Standardization,

**M** – Monitoring,

**A** – Accountability,

**R** – Rethinking und

**T** – Transformation.

Auf dem dritten nationalen IT-Gipfel<sup>3</sup> im November 2008 kündigte die Deutsche Telekom an, die Erstellung eines entsprechenden Smart-Berichts für Deutschland federführend zu organisieren.

Die vorliegende Studie *SMART 2020 Addendum Deutschland: Die IKT-Industrie als treibende Kraft auf dem Weg zu nachhaltigem Klimaschutz* ist das Ergebnis dieser Arbeit. Die Erstellung der Studie wurde geleitet und finanziert von der Deutschen Telekom (als Hauptsponsor) sowie Huawei, SAP und Siemens als Partnerunternehmen aus der IKT-Branche. Durchgeführt, erstellt und ebenfalls finanziell mitgetragen wurde die Studie von The Boston Consulting Group. Inhaltlich unterstützt wurde die Studie vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und dem Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK).

<sup>1</sup> Germanwatch (2009)

<sup>2</sup> GeSI ([www.gesi.org](http://www.gesi.org)) ist eine internationale Partnerschaft von IKT-Unternehmen und Industrieverbänden.

<sup>3</sup> Gipfel mit Vertretern der deutschen Informations- und Telekommunikationstechnik sowie hochrangigen Politikern und Wissenschaftlern zur Klärung der Frage, wie die Bundesrepublik Deutschland als IT-Standort gestärkt werden kann.

Im Unterschied zu den bislang vorliegenden Smart-Reports für die USA und Portugal liegt der Schwerpunkt von *SMART 2020 Addendum Deutschland* in der Identifizierung und Bewertung konkreter Geschäftskonzepte. Bei der Identifikation dieser Geschäftskonzepte wird darauf geachtet, dass sämtliche Maßnahmen in naher Zukunft umsetzbar sind, um eine möglichst vollständige Wirkung bis zum Jahr 2020 zu erreichen.

Dafür werden in der vorliegenden Studie die *SMART 2020 Addendum Deutschland* vier Themenkomplexe analysiert:

- Wie werden sich die CO<sub>2</sub>e-Emissionen in Deutschland bei einem „Business as usual“-Szenario bis 2020 entwickeln? Welcher Anteil an Emissionen entfällt dabei auf die einzelnen Industrien und Branchen und insbesondere auf die IKT-Branche?
- Durch welche Maßnahmen kann die IKT-Branche dazu beitragen, ihre eigenen CO<sub>2</sub>e-Emissionen direkt sowie indirekt – als Enabler für andere Branchen und Sektoren – zu reduzieren?
- Welche Geschäftskonzepte mit kurzfristigem Realisierungspotenzial und hoher geschäftlicher Attraktivität ergeben sich daraus?
- Welche Empfehlungen ergeben sich aus diesen Analysen für die Politik und die IKT-Branche? Welche geschäftlichen Voraussetzungen und allgemeinen Regelungen müssen für eine pragmatische Umsetzung dieser Empfehlungen gegeben sein?

Inwiefern kann nun die IKT-Branche sowohl direkt als auch indirekt den Klimaschutz in Deutschland unterstützen und dadurch selbst neue und interessante Geschäftsfelder erschließen?

Insgesamt ergibt *SMART 2020 Addendum Deutschland* ein Reduktionspotenzial durch direkte und indirekte IKT-Lösungen von bis zu ca. 207 Mt CO<sub>2</sub>e in 2020. Die Ziele des Meseberg-Programms könnten damit nicht nur erreicht, sondern sogar um ca. 110 Mt CO<sub>2</sub>e übertroffen werden.

Einen Teil davon leistet die IKT-Branche selbst durch die direkte Reduktion der eigenen Emissionen. Die IKT-Branche war im Jahr 2007 mit ca. 23 Mt CO<sub>2</sub>e für lediglich rund 2 % der Emissionen in Deutschland als Verursacher verantwortlich. Dieser Wert wird sich durch die stetig wachsende Bedeutung von IKT für viele Bereiche unseres täglichen Lebens und der Wirtschaft bis zum Jahr 2020 auf rund 3 % erhöhen. Diese Emissionen könnten durch die Umsetzung der im Rahmen eines „Green ICT“-Szenarios ermittelten Maßnahmen um mehr als die Hälfte – dies entspricht rund 13 Mt – reduziert werden.

Das weitaus größere ökologische Potenzial steckt jedoch im Einsatz von IKT-Lösungen zur indirekten Vermeidung bzw. Verringerung von Emissionen in anderen Branchen und Industrien. Insgesamt werden in fünf SMART-Sektoren CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenziale von rund 194 Mt identifiziert. Dieses Potenzial ist mehr als achtmal so hoch wie die gesamten im Jahr 2007 durch die IKT-Branche verursachten Emissionen!

Die Berechnung der genannten indirekten Reduktionspotenziale erfolgt im Rahmen der Studie durch die Identifikation und Bewertung konkreter Geschäftskonzepte entlang der fünf SMART-Sektoren. Die Bewertung der Geschäftskonzepte wird dabei anhand zweier Dimensionen vorgenommen: des CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzials und der geschäftlichen Attraktivität. Die geschäftliche Attraktivität wird nach den Kriterien Investment-Case, theoretisches Umsatzpotenzial für IKT-Anbieter, technische Machbarkeit und generelle Rahmenbedingungen bemessen.

Das identifizierte indirekte Reduktionspotenzial lässt sich so detailliert für die genannten fünf Sektoren quantifizieren:

Im Sektor **Smart Buildings** können unter anderem mit Gebäude-Klimamanagementsystemen Emissionen in einer Höhe von bis zu insgesamt ca. 41,8 Mt CO<sub>2</sub>e im Jahr 2020 eingespart werden.

**Smart Logistics** als größter Sektor kann ein Reduktionspotenzial von 85,4 Mt CO<sub>2</sub>e beitragen. Geschäftskonzepte in diesem Sektor sind etwa die intelligente Steuerung des Verkehrsflusses und die großflächige Einführung einer Städtetaut.

Im Bereich **Smart Grid** ergibt eine genauere Betrachtung, etwa des Last- und Kapazitätsmanagements von Stromanbietern, Reduktionspotenziale von insgesamt 23,6 Mt CO<sub>2</sub>e.

Durch die Optimierung von Geschäftsprozessen und die Einführung von Frequenzumrichterantrieben in der Industrie (**Smart Motors**) können Treibhausgase in Deutschland um bis zu 26,4 Mt CO<sub>2</sub>e reduziert werden.

Die **Dematerialisierung** von Produkten und Dienstleistungen, z. B. durch Einschränkung von Geschäftsreisen mit Hilfe von hochwertigen Videokonferenzlösungen, enthält ein Reduktionspotenzial von bis zu 16,3 Mt CO<sub>2</sub>e.

Dabei beziffern die angegebenen indirekten Reduktionspotenziale der fünf Sektoren das theoretisch mögliche Maximum. Die Entwicklung des Marktes allein führt zu einem realistischen Potenzial von lediglich 64 Mt CO<sub>2</sub>e. Insofern besteht eine Lücke von rund 130 Mt CO<sub>2</sub>e zwischen dem theoretisch möglichen indirekten Reduktionspotenzial und dem mit der rein marktgetriebenen Umsetzung der in dieser Studie analysierten Geschäftskonzepte verbundenen Potenzial.

Damit diese Lücke geschlossen werden kann, müssen diejenigen Geschäftskonzepte, die zugleich die höchste geschäftliche Attraktivität und das höchsten Reduktionspotenzial aufweisen,

zunächst ermittelt und dann entsprechend gefördert werden.

Die Politik kann hier mithelfen, jene Barrieren zu überwinden, die in der vorliegenden Studie für jeden der genannten fünf Sektoren untersucht werden: Mit unterschiedlicher Gewichtung je Sektor erweisen sich dabei Informationslücken, fehlende technische Standards, Bedenken bezüglich des Datenschutzes und die Notwendigkeit von Verhaltensänderungen aufseiten der Bevölkerung als die wesentlichen Hindernisse für die weitere Marktdurchdringung der analysierten Geschäftskonzepte.

Den Unternehmen und der öffentlichen Hand stehen prinzipiell vier Wege offen, um diese Hürden zu überwinden: Durch gemeinsame Informationskampagnen von Regierung und Unternehmen sollte die Bevölkerung über die Möglichkeit, eigene Beiträge zur Emissionsreduktion zu leisten, aufgeklärt und von möglichen Befürchtungen befreit werden. Unterstützt durch öffentliche finanzielle Förderung, können die IKT-Unternehmen ihre Geschäftskonzepte für die Endkunden – etwa durch einheitlichere technische Standards oder Vorfinanzierungsmodelle – noch attraktiver gestalten. Als dritte Möglichkeit können durch Abgaben, wie z. B. Sondergebühren und -steuern, Endkunden bzw. Unternehmen zum Einsatz der Geschäftskonzepte motiviert werden. Als letzte Option ist auch an gesetzliche Vorgaben zu denken, die umweltbewusstes Verhalten – etwa im Bereich von Gebäude-Klimamanagementsystemen – durchsetzen.

Es liegt nun an den Unternehmen und der Regierung, gemeinsam an einem Strang zu ziehen, um die zukunftsweisenden Geschäftskonzepte aufzugreifen und in die Tat umzusetzen. Nur so kann das gemeinsame Ziel einer Bekämpfung des Klimawandels erreicht werden. ●





# 01: Deutschlands CO<sub>2</sub>e-Emissionen

Deutschland gehört als eine der führenden Industrienationen zu den weltweit größten Emittenten von Schadstoffen, die für den globalen Klimawandel verantwortlich sind. Im Jahr 2005 lagen die weltweiten CO<sub>2</sub>e-Emissionen bei 43.476 Megatonnen (Mt). Davon entfielen ca. 2,3 % auf die Bundesrepublik Deutschland. Nach den USA, China, Russland, Japan und Indien liegt Deutschland damit international an sechster Stelle hinsichtlich der CO<sub>2</sub>e-Emissionen.

Laut dem jüngsten National Inventory Report der UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), des Klimasekretariats der Vereinten Nationen, betragen die CO<sub>2</sub>e-Emissionen Deutschlands im Jahr 2007 ca. 956 Mt.<sup>1</sup>

Für 2007 lässt sich damit die Fortsetzung der kontinuierlichen Reduktion der CO<sub>2</sub>e-Emission um ca. 1,4 % durchschnittlich pro Jahr

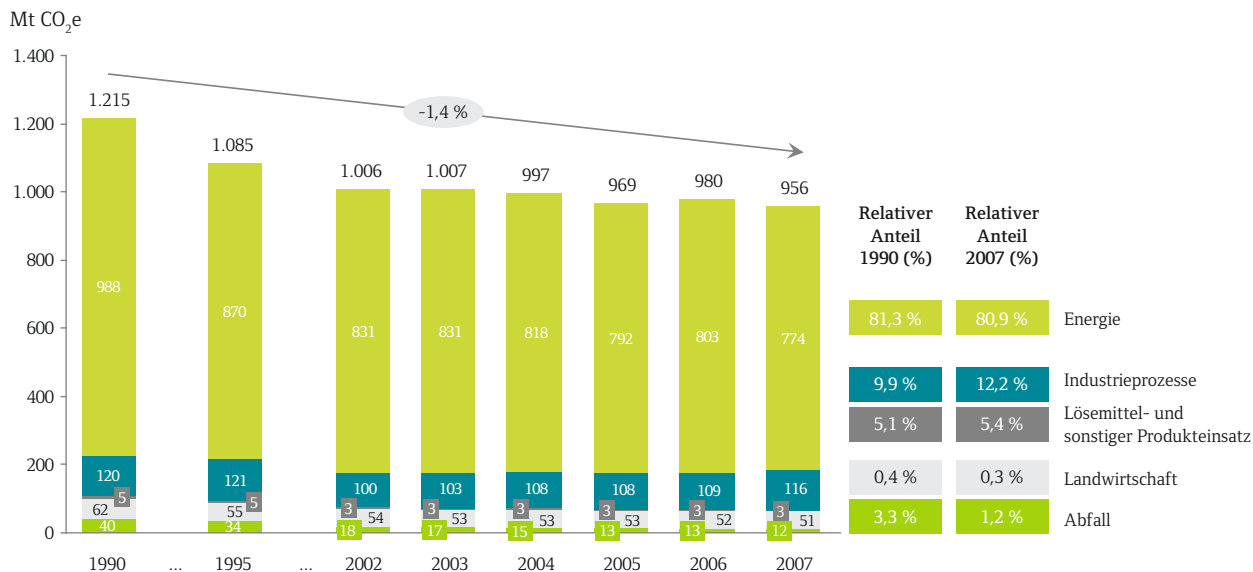
seit 1990 feststellen. Dies zeigt, dass die Bemühungen der Bundesrepublik, der globalen Klimaerwärmung Einhalt zu gebieten, erste Wirkung zeigen.

Abbildung 1 stellt die historische Entwicklung der CO<sub>2</sub>e-Emissionen von 1990 bis 2007 je nach Erzeuger dar. Als Erzeuger werden diejenigen Branchen und Sektoren aufgeführt, in denen CO<sub>2</sub>e-Emissionen auftreten. Dabei werden in dieser Abbildung den Emissionen nicht deren tatsächliche Verursacher zugeordnet. So fallen beispielsweise unter den Sektor „Energie“ all jene CO<sub>2</sub>e-Emissionen, die durch die Energieerzeugung (z. B. durch die Verbrennung fossiler Rohstoffe, Stromerzeugung und -verbrauch) auch außerhalb der Energiebranche im engeren Sinne entstehen.

Der Sektor Energie ist mit einem jährlichen relativ stabilen Anteil von ca. 80 % für den Großteil der Emissionen verantwortlich und steht daher auch im Mittelpunkt dieser Studie.

<sup>1</sup> UNFCCC (2009), ohne Land Use, Land-Use Change and Forestry

Abb. 1: Entwicklung der CO<sub>2</sub>e-Emissionen in Deutschland aus Erzeugersicht von 1990 bis 2007



Anmerkung: Gesamte Emissionen ohne LULUCF (Land Use, Land-Use Change and Forestry) in Höhe von ~ 15,7 Mt CO<sub>2</sub>e in 2006  
Quelle: NIR Germany 2009; BCG-Analyse

Die Sicht auf die Erzeugung von CO<sub>2</sub>e-Emissionen im weiteren Sinne ermöglicht allerdings noch keine Aufschlüsse über die genauen Hintergründe und Ursachen der Emissionen.

Deshalb muss diese Sichtweise durch eine weitere ergänzt werden: Um die Dynamik und Struktur der CO<sub>2</sub>e-Emissionen in Deutschland zu verstehen und Ansatzpunkte für deren potenzielle Reduktion aufzuzeigen, muss sich der Blick auf die unmittelbaren Verursacher richten. Dazu zählen beispielsweise neben den relevanten Industrien auch der Verkehr und die Privathaushalte.

Die Überführung von der Erzeuger- in die Verursachersicht erfolgt durch eine Zuordnung von direkten und indirekten CO<sub>2</sub>e-Emissionen. Direkte Emissionen sind dabei dem Verursacher unmittelbar zuzuordnen. Das gilt für „Industrieprozesse“ oder auch für die Sektoren „Landwirtschaft“ und „Abfall“.

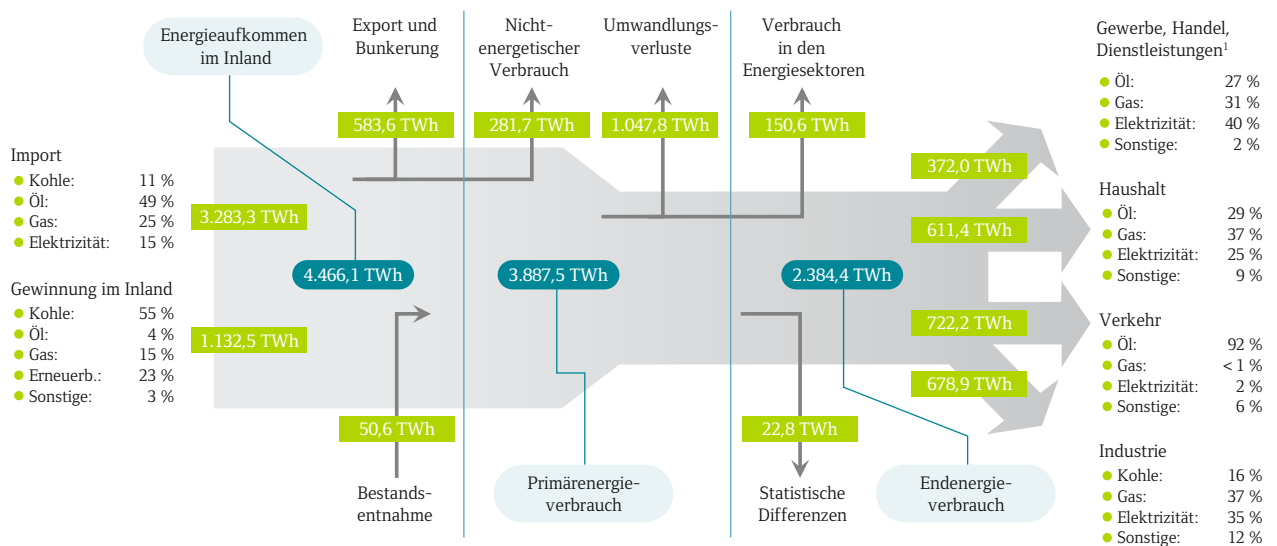
Die mit der Erzeugung von Energie verbundenen Emissionen bestehen jedoch überwiegend aus CO<sub>2</sub>e-Emissionen, die indirekt, z. B. über den Energieverbrauch, anfallen.

Dem Energieverbrauch voran geht die Energieerzeugung. Dabei entstehen CO<sub>2</sub>e-Emissionen durch die Verbrennung fossiler Rohstoffe (z. B. Braunkohle, Steinkohle, Mineralöl und Gas). Es besteht somit ein direkter Zusammenhang zwischen der erzeugten und der verbrauchten Energie und deren CO<sub>2</sub>e-Emissionen. Daher nimmt diese Studie für die Zuordnung der indirekten Emissionen im Rahmen der Energieerzeugung den Energieverbrauch in Deutschland als Grundlage.

Das dargestellte Energieflussbild (Abbildung 2) stellt den Prozess der Energieerzeugung bis hin zum Energieverbrauch in Terawattstunden (TWh) dar.

2007 bestand das Energieaufkommen in Deutschland überwiegend aus Öl, Gas und Kohle und wurde zu ca. 75 % importiert. Vom Primärenergieverbrauch fließen unter anderem der Energieverbrauch der Energiesektoren (z. B. Eigenverbrauch) sowie Umwandlungsverluste ab. Somit verbleiben als die größten Energieverbraucher in Deutschland der Verkehr und die Industrie mit zusammen ca. 60 % der erzeugten Energie. Der restliche Anteil

**Abb. 2:** Darstellung des Energieflusses in Deutschland (2007) von der Energieerzeugung bis zum Endverbrauch



1. Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verursacher  
Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen; BCG-Analyse

entfällt auf die Privathaushalte sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Aufbauend auf dem Energiefluss in Deutschland werden die indirekten Emissionen den Verursachern zugewiesen.

Die skizzierte Methodik ermöglicht so eine klare Übersicht über die Verursacher für CO<sub>2</sub>e-Emissionen im Rahmen der Energieerzeugung.

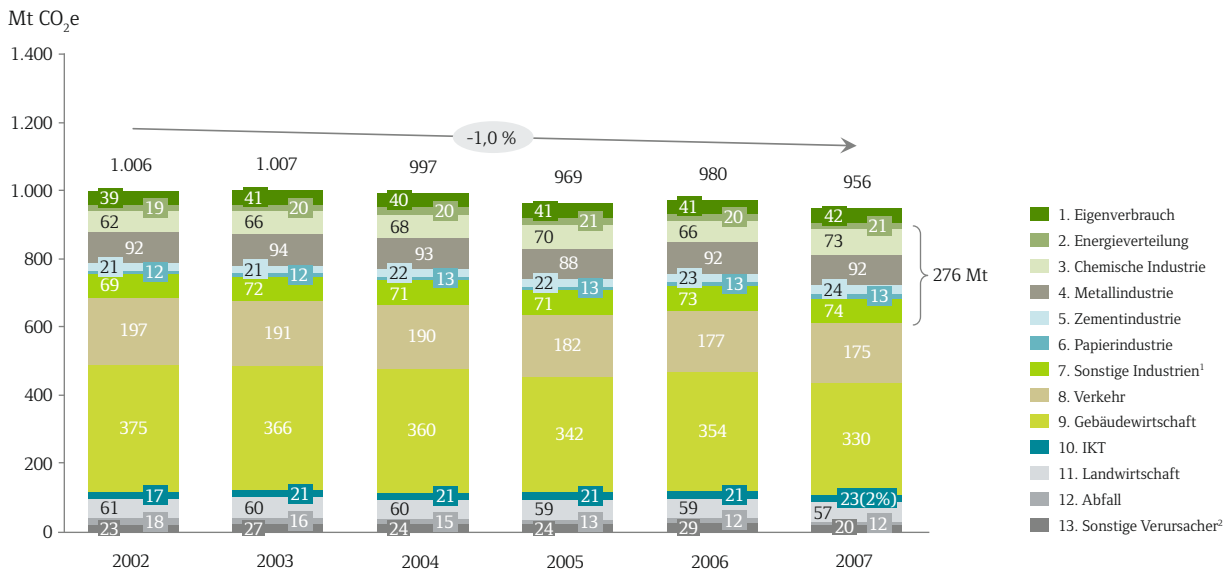
Abbildung 3 zeigt die historische Entwicklung von CO<sub>2</sub>e-Emissionen je nach den jeweiligen Verursachern. Der größte Verursacher von Treibhausgasen ist die Gebäudewirtschaft mit 331 Mt CO<sub>2</sub>e im Jahr 2007. Dieser Wert umfasst Emissionen, die durch den Energieverbrauch der Nutzung von Gebäuden und der sich darin befindenden Menschen entstehen (z. B. für Beleuchtung und Heizung). Die Gebäudewirtschaft setzt sich

dabei zusammen aus privaten Haushalten und gewerblich genutzten Gebäuden.

Die Industrie stellt mit insgesamt 276 Mt CO<sub>2</sub>e im Jahr 2007 den zweitgrößten Verursacher von Treibhausgasen dar. Aufgrund ihres großen Anteils werden die dabei relevanten Industrie-segmente in Abbildung 3 gesondert aufgezeigt. Dabei handelt es sich um die chemische Industrie, die Metall-, Zement- und Papierindustrie sowie eine Reihe kleinerer Segmente.

Aufgrund der hohen Verkehrsdichte in Deutschland überrascht der hohe Anteil der verkehrsinduzierten Emissionen in Höhe von 175 Mt CO<sub>2</sub>e im Jahr 2007 nicht. Erfreulich ist an dieser Stelle der sinkende Trend dieser Emission um knapp 11 % im Vergleich zum Jahr 2002.

Abb. 3: Entwicklung der CO<sub>2</sub>e-Emissionen in Deutschland aus Verursachersicht von 2002 bis 2007



1. Über Industrieaufschlag errechnet. Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau, Ernährung und Tabak, sonstige Wirtschaftszweige, Fahrzeugbau, Maschinenbau, Glas u. Keramik, Verarbeitung v. Steinen u. Erden (16 % davon an Zement herausgerechnet)

2. Lösemittel- und sonstiger Produkteinsatz; flüchtige CO<sub>2</sub>e-Emissionen von Brennstoffen, sonstige nicht spezifische Brennstoffverbrennung zur Energieerzeugung, sonstige nicht spezifische CO<sub>2</sub>e-Emissionen aus Industrieprozessen und Nettoexporten

Quelle: BCG-Analyse; NIR Germany 2009; Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen

<sup>1</sup> EWI/EEFA (2008)

<sup>2</sup> Umweltbundesamt (2007)

Um Kraftwerke zu betreiben, ist der Einsatz von Energie notwendig. Die daraus entstehende Emission ist unter dem Bereich „Eigenverbrauch“ erfasst.

Die „Energieverteilung“ verursacht Emissionen beim Transport und der Verteilung von Strom über die Stromnetze. Der fließende Strom erwärmt die Stromkabel, wodurch Netzverluste entstehen. Emissionen aus Netzverlusten führen zusammengenommen zu ca. 2 % der gesamten Emissionen in Deutschland.

In ähnlicher Höhe bewegen sich die durch die Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) direkt verursachten Emissionen, auf die im zweiten Kapitel näher eingegangen wird.

Als direkte IKT-Emissionen werden nur diejenigen Emissionen betrachtet, die direkt durch den Einsatz von IKT-Geräten, wie z. B. PCs, entstehen. Die durch die Produktion von IKT-Geräten emittierten Treibhausgase sind den jeweiligen Industrien zugerechnet.

Nach diesem Blick auf die historische Entwicklung der CO<sub>2</sub>e-Emissionen in Deutschland und deren Status quo stellt sich vor allem die Frage nach der zukünftigen Entwicklung. Können die gesetzten Ziele im Rahmen des eingangs erläuterten IEKP erreicht werden? Welche Beschlüsse des Weltklimagipfels im Dezember 2009 in Kopenhagen wären realistisch? Kann Deutschland den Trend einer Reduktion von Emissionen seit 1990 fortführen oder sogar intensivieren?

Für die Beantwortung dieser Fragen bedarf es eines tieferen Verständnisses der entscheidenden Emissionstreiber in den jeweiligen Verursachungsbereichen. Zu diesem Zweck werden in dieser Studie für jeden Verursachungsbereich sogenannte Treiberbäume erstellt. Diese Treiberbäume erfassen die relevanten kausalen Zusammenhänge und Bestandteile der Emissionen in den jeweiligen Sektoren.

Eine Übersicht der relevanten Treiber je Verursachungsbereich und der jeweils getroffenen Annahmen findet sich im Anhang.

In einem nächsten Schritt werden die Treiberbäume mit historischen Näherungswerten konkretisiert und mit den Ergebnissen aus Abbildung 1 verglichen.

Als weiterer theoretischer Ausgangspunkt, um die zukünftigen CO<sub>2</sub>e-Emissionen abzuschätzen, entwickelt diese Studie ein Szenario, das von einem „Business as usual“ ausgeht. Dieses

wird im Folgenden als „BAU-Szenario“ bezeichnet. Dieses BAU-Szenario basiert auf der Umsetzung aller aktuellen EU-Beschlüsse unter Fortführung der derzeitigen Politik (z. B. Ausstieg aus der Kernenergie), kontinuierlichen moderaten Effizienzsteigerungen und den neu bewerteten Maßnahmen des Meseberg-Programms.

Für die Modellierung des BAU-Szenarios wird unter anderem auch auf die Arbeiten des Energiewirtschaftlichen Instituts an der Universität zu Köln<sup>1</sup> zurückgegriffen.

Ein wesentlicher Bestandteil des BAU-Szenarios sind Annahmen über den zukünftigen Strommix und Strombedarf und die dadurch verursachten CO<sub>2</sub>e-Emissionen für Deutschland im Jahre 2020. Da jeder Rohstoff zur Stromerzeugung einen eigenen spezifischen CO<sub>2</sub>e-Ausstoß verursacht, beeinflusst der angenommene Strommix maßgeblich die CO<sub>2</sub>-Emissionen je produzierter kWh. So werden für die Erzeugung einer kWh Strom mittels Erdgas etwa 560 Gramm CO<sub>2</sub> emittiert.

Laut BAU-Szenario wird in Deutschland ein vermehrter Einsatz von erneuerbaren Energieträgern zur Stromerzeugung bis 2020 erwartet. Diese tendenziell CO<sub>2</sub>-neutralen Energieträger würden zu einer dramatischen Reduktion der gesamten Emissionen je kWh führen.

Dieser begrüßenswerte Effekt lässt sich allerdings im BAU-Szenario nicht realisieren. Der Grund hierfür liegt in Deutschlands Ausstieg aus der Kernkraft. Es wird erwartet, dass diese emissionsfreie Energiequelle (wobei die Frage der Emissionen durch Abbau und Entsorgung in diesem Zusammenhang unberücksichtigt bleibt) durch Braunkohle und Erdgas substituiert werden wird. Insbesondere Braunkohle weist mit ca. 1,2 kg je elektrischer kWh – das ist doppelt so viel wie bei der Energieerzeugung durch Erdgas<sup>2</sup> – eine vergleichsweise sehr hohe Schadstoffemission auf. Die auf der einen Seite durch den Einsatz erneuerbarer Energien gewonnenen Emissionsreduktionen werden somit durch den Ausstieg aus der Kernkraft nahezu neutralisiert. Tendenziell ist daher gemäß dem BAU-Szenario nur mit einer Reduktion von ca. 8 % der Emissionen je kWh zu rechnen (siehe Abbildung 4).

Neben der Verschiebung des Strommix prognostiziert das BAU-Szenario einen leichten Rückgang des Brutto-Stromverbrauchs bis 2020 um ca. 10 % auf ca. 560 TWh.

Auf der Grundlage dieser Annahmen werden die Treiberbäume der CO<sub>2</sub>e-Verursachung mit Prognosewerten aus Expertenbefragungen und Recherchen gefüllt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 5 dargestellt.

Für das Jahr 2020 werden gemäß dem BAU-Szenario für Deutschland Schadstoffemissionen von 834 Mt CO<sub>2</sub>e prognostiziert. Dies entspricht einer Reduktion von ca. 31 % gegenüber 1990 und ca. 13 % gegenüber 2007.

Auch die durchschnittliche jährliche Reduktion von ca. 1 % (2002 – 2007) würde sich demzufolge bis 2020 fortsetzen. Der sich so ergebende ökologische Trend wird durch den starken ökonomischen Einbruch in den Jahren 2008 und 2009 begleitet. Dieser wurde durch die weltweite Wirtschaftskrise verursacht, die massive Auswirkungen gerade auf die Produktionsleistung der Industrie hat und insofern zu geringeren CO<sub>2</sub>e-Emissionen führt.

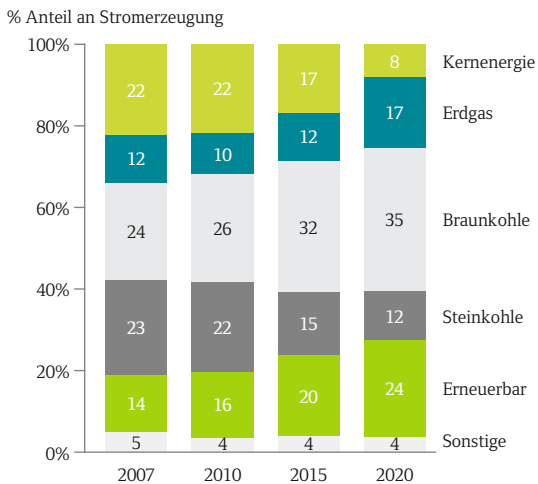
Zu den prognostizierten Ergebnissen im Rahmen des BAU-Szenarios tragen vor allem die rückläufigen CO<sub>2</sub>e-Emissionen im Sektor „Gebäudewirtschaft“ bei, für die von einer Reduktion um ca. 20 % zwischen 2007 und 2020 ausgegangen wird. Diese wird vor allem durch steigende Effizienz im Bereich der Wärmeenergie realisiert.

Die reduzierten Emissionen des Verursachers „Verkehr“ können trotz steigender Verkehrsleistung durch sparsamere Fahrzeuge und umweltfreundlichere Antriebe erreicht werden. Die Folge ist eine Schadstoffreduktion auch in diesem Bereich um ca. 10 % im Vergleich zu 2007.

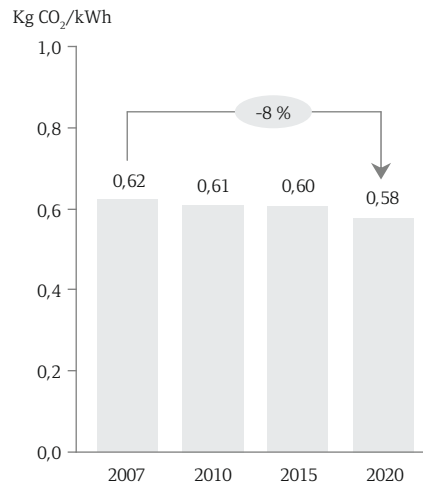
Dem Verursacher „Eigenverbrauch“ wird gemäß dem BAU-Szenario eine Reduktion der CO<sub>2</sub>e-Emissionen um ca. 40 % bis 2020 gelingen. Diese Entwicklung hängt eng mit dem im BAU-Szenario zugrunde gelegten Strommix zusammen. Es wird angenommen, dass der Energiebedarf zur Erzeugung von erneuerbaren Energien wiederum durch

**Abb. 4:** Erwarteter deutscher Strommix im BAU-Szenario und daraus abgeleitete CO<sub>2</sub>e-Emissionen bis 2020

**Prognostizierte Entwicklung des deutschen Strommix**



**Nur leichte Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen je kWh bis 2020**



**Trotz steigenden Anteils von erneuerbaren Energien und Gas geringe CO<sub>2</sub>-Reduktion je kWh aufgrund Atomausstieg**

erneuerbare Energien und insofern schadstoffneutral gedeckt werden kann. Durch die Verschiebung zugunsten erneuerbarer Energieträger wird im Jahr 2020 insgesamt weniger emissionsrelevante Energie für den Betrieb der Kraftwerke benötigt.

Das im Kyoto-Protokoll festgelegte Ziel, die CO<sub>2</sub>e-Emission ausgehend vom Basisjahr 1990 um durchschnittlich 21 % in den Jahren 2008 bis 2012 zu senken, kann demnach erreicht werden (vgl. Abbildung 6).

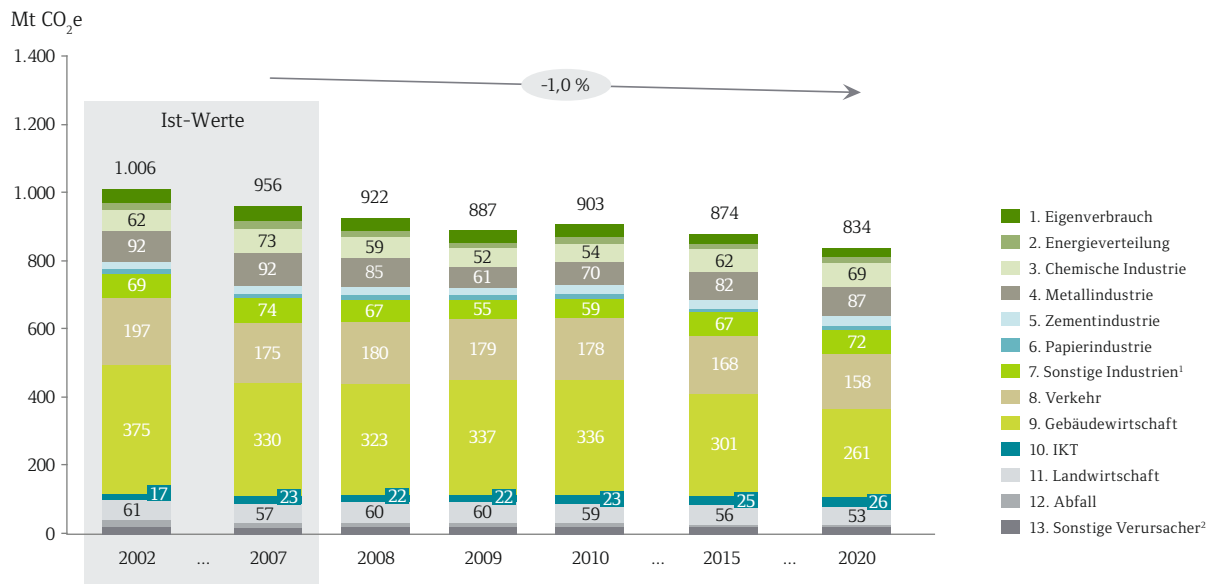
Je nach Festlegung der tatsächlichen Vorgaben auf der Klimakonferenz von Kopenhagen verpflichtet sich Deutschland, bis 2020 30 % der Treibhausgase gegenüber dem Basisjahr 1990 zu reduzieren, falls eine EU-weite Reduktion von 20 % beschlossen wird. Auch dieses Ziel wird innerhalb des BAU-Szenarios erreicht. Sollten in Kopenhagen höhere Reduktionsvorgaben für die EU

beschlossen werden, verpflichtet sich Deutschland bis 2020 zu einer Reduktion der CO<sub>2</sub>e-Emissionen um 40 % gegenüber dem Basisjahr 1990.

Zur Erreichung dieses ehrgeizigen Ziels hat die Bundesregierung das Meseberg-Programm mit konkreten Eckpunkten zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen in Deutschland entwickelt. Eine Quantifizierung der vorgesehenen Maßnahmen ergibt aber lediglich eine erwartete Reduktion von 34 % (laut Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) und liegt damit unterhalb der 40%-Schwelle.

In das BAU-Szenario sind die genannten Maßnahmen ebenfalls eingeflossen, werden dort auf Basis neuer Erkenntnisse aber neu bewertet. Ungeachtet der Bewertung wird das Ziel voraussichtlich durch das BAU-Szenario nicht erreicht.

Abb. 5: Erwartete Emissionen im BAU-Szenario aus Verursachersicht bis 2020



1. Über Industrieaufschlag errechnet. Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau, Ernährung und Tabak, sonstige Wirtschaftszweige, Fahrzeugbau, Maschinenbau, Glas u. Keramik, Verarbeitung v. Steinen und Erden (16 % davon an Zement herausgerechnet)

2. Lösemittel- und sonstiger Produkteinsatz; flüchtige CO<sub>2</sub>e-Emissionen von Brennstoffen, sonstige nicht spezifische Brennstoffverbrennung zur Energieerzeugung, sonstige nicht spezifische CO<sub>2</sub>e-Emissionen aus Industrieprozessen und Nettoexporten

Quelle: BCG-Analyse

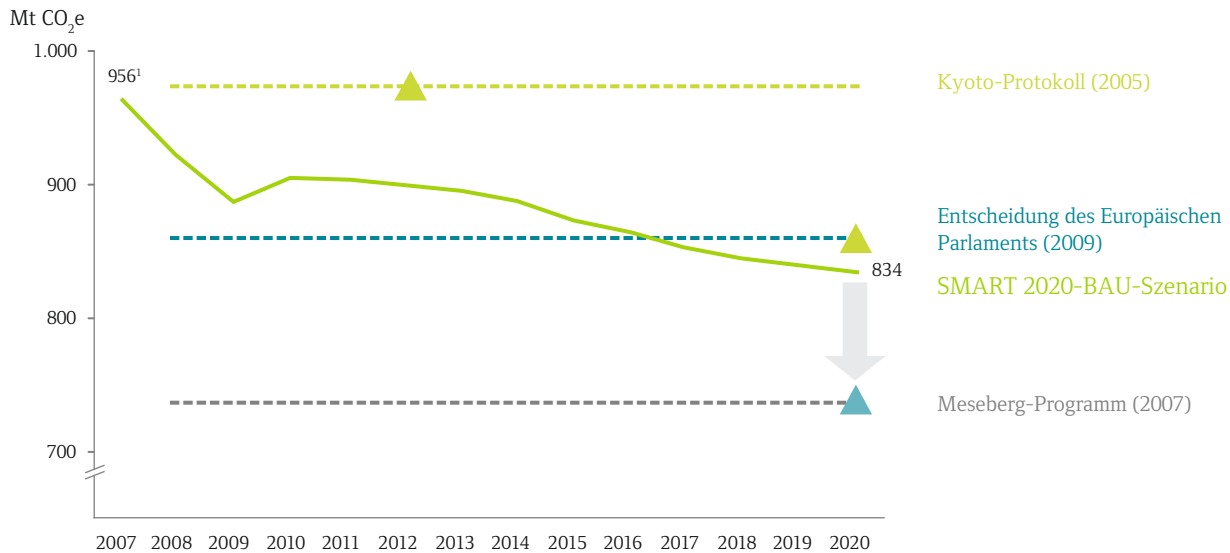
Dies macht deutlich, dass weiterhin proaktiv Mittel und Wege identifiziert werden müssen, um die CO<sub>2</sub>e-Emissionen langfristig zu reduzieren.

Die IKT birgt hierfür bisher nur teilweise oder noch gar nicht ausgeschöpfte Poten-

ziale. Eine Analyse der Emissionsreduktion innerhalb der IKT sowie durch IKT bei den anderen Verursachern ist Gegenstand der folgenden beiden Kapitel. ●

**Abb. 6:** Gegenüberstellung der CO<sub>2</sub>e-Emissionen im BAU-Szenario und der Klimaziele der Bundesregierung bis 2020

### BAU-Szenario und Klimaziele zu Treibhausgasemissionen (in Mt CO<sub>2</sub>e)



1. Historischer Wert

Anmerkung: Basiswert 1990 für die Mindestverpflichtung des Kyoto-Ziels und Zusagen Deutschlands

Quelle: NIR Germany 2009; Umweltbundesamt; WWF; Europäisches Parlament



---

# Grußwort

## The Boston Consulting Group



Dr. Christian Veith

**BCG**

THE BOSTON CONSULTING GROUP

Fragen ökologischer Nachhaltigkeit zu berücksichtigen, dies scheint in diesen krisenhaften Zeiten ein unnötiger Luxus zu sein, den sich kaum ein Unternehmen leisten kann. Doch so zu denken könnte sich als fataler Trugschluss erweisen.

Unsere im Auftrag der Deutschen Telekom, Huawei, SAP und Siemens erarbeitete Studie *SMART 2020 Addendum Deutschland: Die IKT-Industrie als treibende Kraft auf dem Weg zu nachhaltigem Klimaschutz* weist detailliert für den Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien nach, dass Fragen ökologischer Nachhaltigkeit gerade kein Luxus, sondern ein unverzichtbarer Faktor für die Erlangung von Wettbewerbsvorteilen sind.

Ökologische Nachhaltigkeit erschöpft sich insofern auch nicht in der Erfüllung staatlicher Regulierungen und Vorschriften. Wird „Sustainability“ als ein Wettbewerbsfaktor verstanden, dessen Berücksichtigung sich auch betriebswirtschaftlich „rechnet“, dann können Unternehmen durch Energieeffizienz entlang ihrer Wertschöpfungskette einerseits Kosten sparen und andererseits durch neue, nachhaltige Produkte neue Märkte erschließen.

Der Tatsache, dass Ökologie und Ökonomie keinen Widerspruch darstellen, sondern die Berücksichtigung ökologischer Nachhaltigkeit auch ein ökonomischer Imperativ ist, trägt BCG auch in ihrer Kundenarbeit Rechnung. Für BCG wird die Beratung im Bereich „Sustainability“ immer wichtiger. Wir helfen dabei unseren Kunden,

eine „Triple Win“-Strategie zu verfolgen. Die Unternehmen selbst profitieren von Umsatzzuwächsen, die Endkunden honorieren die optimierten Angebote und Produkte und der Umwelt ist durch geringere Emissionen und geringeren Ressourcenverbrauch gedient.

Wie sich diese „Triple Win“-Situation konkret erreichen lässt, dies weist die vorliegende Studie *SMART 2020 Addendum Deutschland: Die IKT-Industrie als treibende Kraft auf dem Weg zu nachhaltigem Klimaschutz* ganz konkret und mit „harten“ empirischen Fakten und Analysen für den Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien nach. Dabei sind es nicht einzelne Geschäftskonzepte, die uns bezüglich des „Global Warming“ voranbringen werden. Notwendig ist vielmehr die Bündelung all dieser Geschäftskonzepte in einer Gesamtstrategie, die ökologische und ökonomische Aspekte gleichermaßen berücksichtigt. Dies zu verstehen ist der Schlüssel zu einem Erfolg, von dem alle profitieren werden: die Unternehmen, die Verbraucher und die Umwelt.

Dr. Christian Veith  
Senior Partner and Managing Director  
Chair of the German Management Team

---



## 02: Direkter Beitrag der IKT zur Reduktion der CO<sub>2</sub>e-Emissionen

Der Schwerpunkt dieser Studie liegt auf indirekt realisierbaren Reduktionen von CO<sub>2</sub>e-Emissionen durch den Einsatz von IKT in anderen Branchen und Sektoren, wie etwa Verkehr und Gebäudewirtschaft. Es darf jedoch nicht übersehen werden, dass auch im IKT-Sektor selbst durch Steigerung der Effizienz und durch neue Technologien die CO<sub>2</sub>e-Emissionen bis 2020 erheblich verringert werden können.

### Bisherige CO<sub>2</sub>e-Emissionen der IKT-Branche

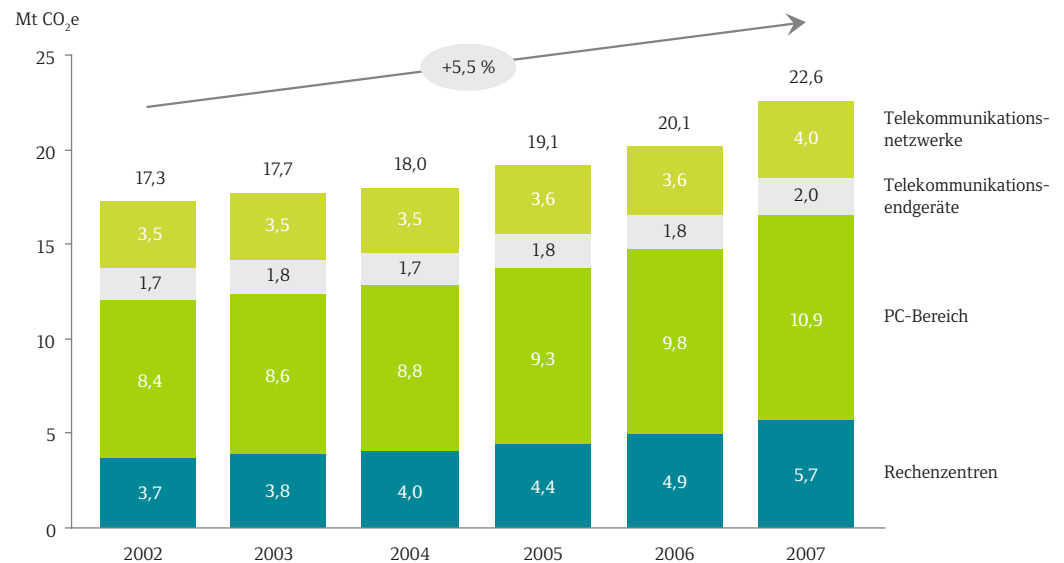
Der Sektor IKT verursacht im Vergleich zu anderen Sektoren, wie z. B. der Gebäudewirtschaft, geringe Treibhausgasemissionen von nur ca. 23 Mt, was ca. 2 % der gesamten Schadstoffemissionen im Jahr 2007 entspricht. Diese Emissionen resultieren ausschließlich aus dem Stromverbrauch der IKT-Geräte und der dafür benötigten Infrastruktur.

Seit 2002 haben sich die CO<sub>2</sub>e-Emissionen in der IKT-Branche kontinuierlich um 5,5 % erhöht (vgl. Abbildung 7). Die Ursachen dafür liegen zum einen in der gestiegenen Anzahl von PCs in Privathaushalten und Unternehmen und zum anderen im gewachsenen Bedarf an Rechenzentren, der einen Anstieg der Serveranzahl mit sich bringt.

Für eine vertiefende Analyse dieser direkten Emissionen werden die folgenden vier Bereiche untersucht: Rechenzentren, PCs, Telekommunikationsendgeräte und Telekommunikationsnetzwerke.

Emissionen aus **Rechenzentren** fallen durch den Betrieb von Servern und für die entsprechende Infrastruktur (Kühlung, Speicher und Netzwerk) an. Sie haben einen durchschnittlichen Anteil von 23 % an der gesamten CO<sub>2</sub>e-Emission im Bereich der IKT.

Abb. 7: Entwicklung der CO<sub>2</sub>e-Emissionen in der IKT-Branche in Deutschland von 2002 bis 2007



Quelle: BCG-Analyse in Anlehnung an Fraunhofer-Institut, „Abschätzung des Energiebedarfs der weiteren Entwicklung der Informationsgesellschaft“

Emissionen im **PC-Bereich** entstehen durch den Betrieb von Desktops, Laptops, Monitoren und sonstigen Hardwaregeräten. Insgesamt sind diese Emissionen für durchschnittlich 49 % der IKT-CO<sub>2</sub>e-Emissionen verantwortlich.

**Telekommunikationsendgeräte** wie Mobiltelefone, Festnetztelefone und Router verursachen Emissionen durch den Stromverbrauch bei aktuellem Betrieb wie auch im Standby-Modus. Die dadurch verursachten CO<sub>2</sub>e-Emissionen belaufen sich auf durchschnittlich 10 %.

Emissionen der **Telekommunikationsnetzwerke** entstehen durch den Betrieb von Festnetz- und Mobilfunkanlagen, die zusammen etwa 19 % der durchschnittlichen IKT-CO<sub>2</sub>e-Emissionen verursachen.

### Vorhersage für die Entwicklung der CO<sub>2</sub>e-Emissionen der IKT-Branche bis 2020

Unserem BAU-Szenario zufolge, welches in Anlehnung an die Ergebnisse einer Fraunhofer-Studie<sup>1</sup> entwickelt wurde, werden die CO<sub>2</sub>e-Emissionen

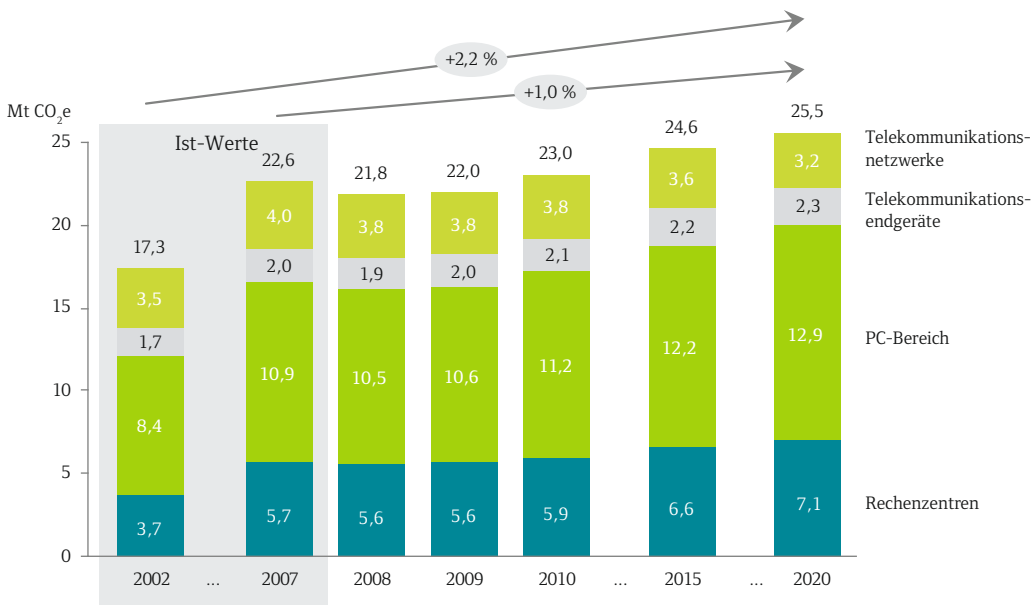
der IKT-Branche von 2007 an mit einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum von ca. 1,0 % auf etwa 26 Mt ansteigen. Dadurch erhöht sich der Anteil an den gesamten CO<sub>2</sub>e-Emissionen in Deutschland auf 3 %.

Nimmt man die Werte für das Jahr 2002 als Grundlage, kann sogar von einem durchschnittlichen jährlichen Anstieg von ca. 2,2 % ausgegangen werden. Die Ergebnisse beider Entwicklungen sind in Abbildung 8 dargestellt. Die CO<sub>2</sub>e-Emissionen pro verbrauchter kWh wurden dabei entsprechend dem bis 2020 erwarteten Strommix berücksichtigt.

Die größte Zuwachsrate wird bei den Rechenzentren entstehen. Die vorliegende Studie geht davon aus, dass diese 2020 absolut um 25 % höhere Emissionen verursachen als 2007. Hier setzt sich der Trend der vergangenen Jahre fort, dass immer mehr Server benötigt und eingesetzt werden. Darüber hinaus werden auch die Leistungsfähigkeit und damit der spezifische Stromverbrauch der Server bis 2020 trotz einer Verschiebung zu leistungsfähigeren Servern weiter ansteigen.

<sup>1</sup> Fraunhofer-Institut (2009b)

**Abb. 8:** Prognose der Entwicklung der CO<sub>2</sub>e-Emissionen in der IKT-Branche im BAU-Szenario bis 2020



### Anstieg im wesentlichen getrieben durch steigende Anzahl an PCs und Servern in Rechenzentren

Quelle: BCG-Analyse in Anlehnung an Fraunhofer-Institut, „Abschätzung des Energiebedarfs der weiteren Entwicklung der Informationsgesellschaft“

An zweiter Stelle folgen die Emissionen durch die Nutzung von PCs mit einem Zuwachs von 19 % zwischen 2007 und 2020. Ein Anstieg der Anzahl der Laptops um ca. 125 % im Vergleich zu 2007 sowie die Zunahme der Desktop-PCs und Homeserver sind die Ursachen dieser Entwicklung.

Hinzu kommt, dass durch die zunehmend bessere Ausstattung und Leistungskraft der PCs der spezifische Stromverbrauch je Rechner nicht reduziert werden kann.

Ebenfalls steigen werden die Emissionen der Telekommunikationsendgeräte, und zwar mit einem Zuwachs von ca. 14 % zwischen 2007 und 2020. Gerade im Mobilfunkbereich wird mit einer Zunahme der Mobiltelefone um ca. 50 % gerechnet. Durch den erweiterten Funktionsumfang jedes Telekommunikationsendgeräts werden sich zudem der Stromverbrauch und damit die CO<sub>2</sub>e-Emissionen pro Gerät um insgesamt ca. 20 % erhöhen.

Einzig die Emissionen der Telekommunikationsnetzwerke werden bis 2020 um 20 % sinken. Dies kann erreicht werden durch einen weiteren, flächendeckenden Ausbau von energieparenden Glasfaserleitungen, die zunehmend Kupferanschlüsse ersetzen. Diese Einsparungen

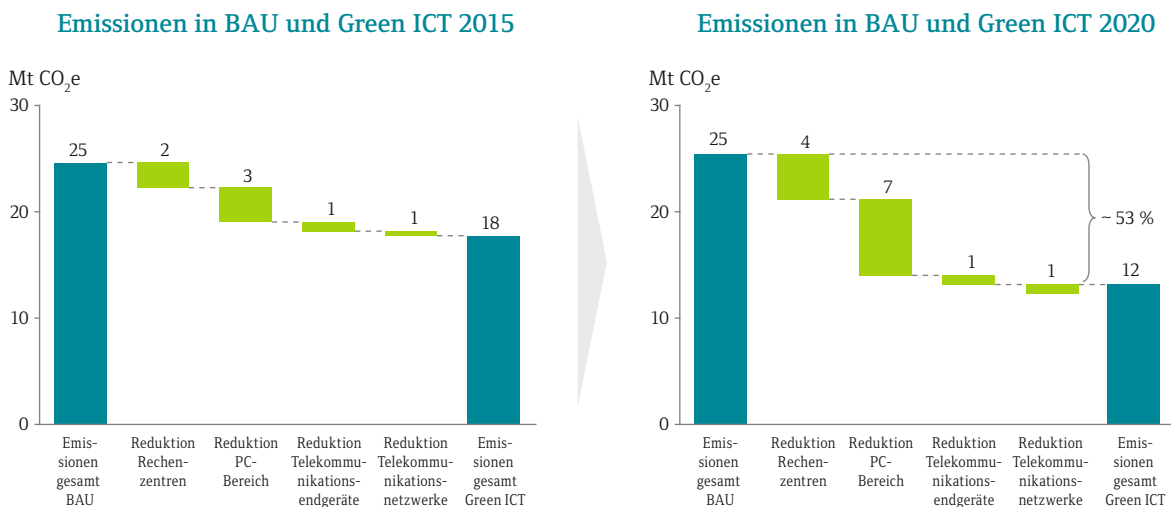
werden teilweise kompensiert durch einen steigenden Energieverbrauch im Bereich der mobilen Netze, der auf die Ausstattung des Mobilfunks der 3. und 4. Generation (HSDPA, LTE) sowie auf eine noch erheblich weitere Verbreitung von WLAN-Hotspots zurückzuführen ist.

Der voraussichtliche Anstieg der IKT-Emissionen insgesamt von ca. 13 % zwischen 2007 und 2020 macht deutlich, dass in allen Bereichen der direkten IKT-Emissionen Anstrengungen nötig sind, um dieser Entwicklung entgegenzuwirken.

### Maßnahmen zur Reduktion der IKT-Emissionen

In den letzten Jahren stand bei vielen Unternehmen die Befriedigung der stetig steigenden Nachfrage nach mehr Rechen- und Speicherleistungen im Vordergrund und weniger das Thema der Energieeffizienz im IT-Bereich. Doch ist in dieser Beziehung ein Prozess des Umdenkens zu beobachten. Seit einigen Jahren bieten alle großen Hersteller von IKT-Geräten sehr aktiv „grüne“ IT-Lösungen am Markt an, die zum Teil den Energieverbrauch von PCs und in Rechenzentren erheblich senken können.

Abb. 9: Emissionsreduktion der IKT-Branche im „Green ICT“-Szenario für 2015 und 2020



Quelle: BCG-Analysen

Durch diese „grünen“ Technologien können, zumal wenn ihre Verbreitung noch weiter forciert wird, wesentliche Einsparpotenziale realisiert werden. Wir haben in dieser Studie Maßnahmen ermittelt, deren gleichzeitige und konsequente Umsetzung gegenüber dem vergleichsweise defensiven BAU-Szenario zu einer Reduktion der CO<sub>2</sub>e-Emissionen der IKT-Branche um ca. 26 % bis 2015 und insgesamt ca. 50 % bis 2020 führen kann. Die zukünftigen CO<sub>2</sub>e-Emissionen der IKT-Branche unter Berücksichtigung all dieser Maßnahmen werden als „Green ICT“-Szenario bezeichnet und sind in Abbildung 9 dargestellt.

Die größten absoluten Einsparungen können im Bereich der PCs realisiert werden. Bis 2015 lässt sich eine Reduktion von 2,9 Mt CO<sub>2</sub>e (24 %) und bis 2020 von 7,2 Mt CO<sub>2</sub>e (56 %) umsetzen. Allerdings ändern diese Einsparungen nichts daran, dass dieser Bereich auch dann noch den höchsten Anteil an direkten CO<sub>2</sub>e-Emissionen in der IKT-Branche aufweist.

Relativ gesehen ergeben sich die größten Einsparungen im Bereich der Rechenzentren. So können dort bis 2015 die Emissionen um 2,3 Mt CO<sub>2</sub>e (35 %) und bis 2020 sogar um ca. 60 % (4,2 Mt CO<sub>2</sub>e) reduziert werden.

Die CO<sub>2</sub>e-Emissionen durch Telekommunikationsendgeräte und -netzwerke halten sich seit 2000 auf einem konstanten Niveau von zusammen ca. 5 bis 6 Mt CO<sub>2</sub>e. Insgesamt können durch Einsatz der ermittelten Maßnahmen bis 2015 ca. 1,3 Mt CO<sub>2</sub>e und bis 2020 2 Mt CO<sub>2</sub>e weniger emittiert werden.

Diese Einsparpotenziale werden errechnet, indem die jeweils identifizierten und bewerteten Maßnahmen aggregiert werden. Diese einzelnen Maßnahmen sind in Abbildung 10 aufgeführt. Dabei entstehende Wechselwirkungen zwischen den Maßnahmen sowie eine bereits implizite Einbeziehung im BAU-Szenario werden bei der Ermittlung der Potenziale und den entsprechenden Berechnungen berücksichtigt.

Abb. 10: Identifizierte Maßnahmen des „Green ICT“-Szenarios und ihr CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial

IKT-Subsektor	Maßnahmen zur CO <sub>2</sub> -Senkung	Reduktion von		Einsparung Mt CO <sub>2</sub> e in 2020	
		Menge	Verbrauch	Einzeleffekte	Verbund
Rechenzentren	● Virtualisierung/Cloud Computing <sup>1,2</sup>	✓		2,7	} 4,2
	● Optimierung HVAC		✓	1,4	
	● Energieeffizientere Komponenten		✓	0,5	
	● Standby-Optimierung		✓	0,6	
	● Effizientere Archivierung und Storage		✓	0,3	
	● System-Fernüberwachung <sup>3</sup>			NA	
PC-Bereich	● Energieeffizientere Komponenten		✓	2,6	} 7,2
	● Standby-Optimierung		✓	1,7	
	● Thin Clients/Cloud Computing <sup>2</sup>		✓	4,7	
	● Ecodesign <sup>4</sup>			NA	
Telekommunikations- endgeräte	● Energieeffizientere Komponenten		✓		} 1,1
	● Standby-Optimierung		✓		
Telekommunikations- netzwerke	● Effizientere Mobilfunkmasten		✓	0,9	0,9
				16,5	13,4

1. Virtualisierung unterstellt implizit physische Konsolidierung von Servern. 2. Thema geht über IKT-Einsatz hinaus und wird daher im Bereich Smart Logistics bewertet.

3. Ecodesign wird zum einen durch effizientere Komponenten und zum anderen in den Nicht-IKT-Sektoren (z. B. Industrie) berücksichtigt. 4. Keine über BAU hinausgehenden Potenziale identifiziert

<sup>1</sup> Dell (2007)

<sup>2</sup> Network Computing (2009b)

<sup>3</sup> Borderstep Institut (2009)

<sup>4</sup> T-Systems (o. J.)

<sup>5</sup> Borderstep Institut (2009)

<sup>6</sup> BITKOM (2008b)

Die im Folgenden beschriebenen Einsparpotenziale für jede einzelne Maßnahme werden hingegen jeweils isoliert von den übrigen Maßnahmen betrachtet und sind daher nicht um Wechselwirkungen bereinigt. Daher sind die aggregierten Einsparpotenziale geringer als die Summe der für jede einzelne Maßnahme ermittelten Einsparpotenziale.

So spart z. B. das Schweizer Kantonsspital Baden mit Hilfe einer implementierten Virtualisierungslösung rund 75 % der ursprünglichen Energiekosten ein.<sup>1</sup>

Eine Folge der Virtualisierung ist die notwendige Zunahme der Leistungsfähigkeit der Serverlandschaften. Eine Verschiebung zugunsten von High-End-, Mid-Range- sowie großen Volumenservern bis 2020 liegt bereits dem BAU-Szenario zugrunde. Doch sind weitere Investitionen für größere Server denkbar, die allerdings eine intensivere Kühlung und größere Speicherlösungen erfordern. Die derzeit noch geringe Virtualisierungsquote von Rechenzentren, die bei 15 % liegt,<sup>2</sup> zeigt das vorhandene große Einsparpotenzial dieser Technologie.

Die in dieser Studie angenommene Einsparung durch Virtualisierung von rund 75 % des Stromverbrauchs und damit der entsprechenden CO<sub>2</sub>e-Emissionen deckt sich mit vergleichbaren Untersuchungen. Eine Analyse von Borderstep ergab ein Einsparpotenzial von 80 %.<sup>3</sup> T-Systems hält diesen Wert für das obere Limit und geht von einem Reduktionskorridor von 60 bis 80 % aus.<sup>4</sup> Diese Einschätzungen beziehen sich lediglich auf den Energieverbrauch des Serverbestands, berücksichtigen also nicht die notwendige Infrastruktur, die ca. 50 % des Energieverbrauchs der Rechenzentren verursacht.

Da die Infrastruktur eines Rechenzentrums nur in geringem Maße mit dem Serverbestand korreliert, werden für diese Maßnahme der Virtualisierung keine Reduktionen der Serverinfrastruktur angenommen. Allerdings werden im BAU-Szenario Effizienzsteigerungen im Bereich der Rechenzentrumsinfrastruktur berücksichtigt.

### Rechenzentren

Eine momentan in den Medien besonders intensiv diskutierte IT-Technologie ist das Cloud Computing. Beim Cloud Computing greifen private Nutzer, Unternehmen oder Entwickler über ein priva-

tes Netzwerk oder über das Internet auf Rechenkapazität und Software zu, die sich in entfernten Rechenzentren, im Idealfall auf einer virtualisierten Serverlandschaft, befinden. Laptops und Desktop-Rechner brauchen dadurch nicht ständig aufgerüstet zu werden, um den wachsenden Anforderungen zu genügen. Kurzfristige Rechenzentrumskapazität zur Abdeckung von Lastspitzen in den Unternehmen kann für einen gewissen Zeitraum eingekauft werden. Dem Trend eines steigenden Energieverbrauchs, wie er dem BAU-Szenario unserer Studie zugrunde liegt, kann daher entgegen gewirkt werden.

Die Basis für ein optimales Cloud Computing muss zunächst durch Virtualisierung (in Rechenzentren) und durch Thin Clients (im PC-Bereich) geschaffen werden. Aus Konsistenz zu den eingeführten IKT-Bereichen wird Cloud Computing im Folgenden daher nicht separat, sondern als Lösung basierend auf Virtualisierung und Thin Clients in den jeweiligen Bereichen beschrieben.

In Rechenzentren können durch **Virtualisierung/Cloud Computing** die größten Einsparpotenziale von 2,7 Mt CO<sub>2</sub>e gehoben werden. Hierbei werden physikalische Serverressourcen virtuell auf andere Server zusammengefasst oder aufgeteilt. Die Auslastung des Servers, auf dem die virtuellen Server betrieben werden, kann dadurch von ca. 20 % bei fehlender Virtualisierung auf ca. 75 % bei vorhandener Virtualisierung erhöht und die gesamte Anzahl physischer Server in der Regel drastisch reduziert werden.<sup>5</sup> Hierdurch lässt sich der Gesamtstromverbrauch entsprechend verringern.

CO<sub>2</sub>e-Reduktionen von ca. 1,4 Mt können durch eine **Optimierung** der Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik („Heating, Ventilating and Air Conditioning“, im Folgenden kurz „HVAC“) realisiert werden. Notwendig ist dafür eine Orientierung an den vorhandenen Best Practices. Zu diesen gehören z. B. die Bildung von Warm- und Kaltgängen durch Neuordnung der Server, die Nutzung von Freiluftkühlung, der Einsatz von „Liquid Cooling Racks“ sowie eine generelle Erhöhung der Betriebstemperatur. Der Anteil von HVAC am gesamten Energieverbrauch in Rechenzentren kann zwischen 20 und 60 % betragen und stellt damit einen Bereich dar, in dem sich Maßnahmen zur Effizienzsteigerung erheblich auf den gesamten Haushalt der IKT-Emissionen auswirken.<sup>6</sup>

Da bereits heute zu beobachten ist, dass Rechenzentren ihre Klimatechnik optimieren, wird im BAU-Szenario eine entsprechende Energieverbrauchsreduktion der Infrastruktur von ca. 20 % berücksichtigt. Dies entspricht einer Verminderung des gesamten Energieverbrauchs im Rechenzentrum um ca. 10 % bis 2020. Aktuelle Studien und Fallbeispiele hingegen gehen von durchaus höheren Potenzialen aus. So konnte etwa das Staedtler-Rechenzentrum 40 % des gesamten Stromverbrauchs durch innovative Klimatechnik einsparen.<sup>1</sup> 30 % werden vom Bio Intelligence Service ausgewiesen.<sup>2</sup> Vertreter des Rechenzentrums eines großen IT-Dienstleisters schätzen 40 % als durchaus realistisch ein.<sup>3</sup> Für die Annahmen des „Green ICT“-Szenarios werden daher zusätzlich zum BAU-Szenario 20 % des gesamten Stromverbrauchs als Reduktionspotenzial angesetzt.

#### **Energieeffizientere Komponenten**

können die Emissionen um 0,5 Mt CO<sub>2</sub>e reduzieren. Zunehmend werden bei der Entwicklung von Hardwarekomponenten ökologische Aspekte berücksichtigt. So ermittelte eine Erhebung der Experten Group, dass allein durch den Einsatz aktuell verfügbarer energieeffizienterer Geräte Einsparpotenziale zwischen 20 und 30 % erzielt werden können.<sup>4</sup> Darunter fallen: verbesserte Netzteile (minus 25 %), stromsparende CPUs (minus 5 – 10 %) und effizientere Lüfter (minus 10 – 15 %). Diese Berechnungen wurden in einer Studie der US-Umweltschutzorganisation<sup>5</sup> weitergeführt, der zufolge energieeffiziente Komponenten in Rechenzentren 25 % weniger Strom verbrauchen werden. Dieser Wert liegt auch der Abschätzung des deutschen Reduktionspotenzials zugrunde. Weiterhin wird angenommen, dass dieses Potenzial lediglich auf den um Infrastruktur bereinigten Teil des Stromverbrauchs wirkt. Dieser beträgt ca. 50 % des gesamten Stromverbrauchs im Jahr 2020.

Die Umsetzung einer **Standby-Optimierung** für Server enthält ein Potenzial von bis zu 0,6 Mt CO<sub>2</sub>e. Dabei wird angenommen, dass zeitweise ungenutzte Server (z. B. Storage- und Printserver für Unternehmen) durch Software gesteuert in einen Standby-Modus versetzt werden können, der einen deutlich geringeren Stromverbrauch aufweist als der Betriebsmodus. Bedarfsgerecht kann der Server wieder in den Betriebsmodus versetzt werden. Als durchschnittlich mögliche Standby-Zeit werden täglich vier Stun-

den veranschlagt. Für den Stromverbrauch im Standby-Modus wird der erwähnten Fraunhofer-Studie folgend ein Verhältnis zwischen Betriebs- und Standby-Modus von Home-Servern von 95 : 5 angenommen und auf den Betriebsverbrauch von Servern in Rechenzentren angesetzt. Dies führt zu einer Reduktion des Stromverbrauchs um 16 % des reinen Serververbrauchs.

Auf der CeBIT 2009 wurde bereits ein 0-Watt-PC angekündigt, der im Standby-Modus überhaupt keinen Strom verbraucht.<sup>6</sup> Da die Marktreife und die flächendeckende Durchsetzung dieser technischen Möglichkeiten derzeit noch nicht einzuschätzen sind, werden sie in dieser Studie nicht berücksichtigt.

Die Reduktion des Stromverbrauchs im Storage- und **Archivierungsbereich** kann zu einer Emissionsminderung von 0,3 Mt CO<sub>2</sub>e führen. Die Einsparung wird dabei über den verringerten Stromverbrauch realisiert, wobei etwa bei der Archivierung bis zu 90 % eingespart werden können. Hersteller geben diesen Wert z. B. für eine neue Tape-Library im Vergleich zu ähnlichen Systemen an.<sup>7</sup> Bei einer Tape-Library handelt es sich um ein Gerät, in dem sich Bandlaufwerke und Magnetbänder befinden, auf denen Daten langfristig gespeichert werden.

Eine weitere Alternative zur Stromeinsparung stellt der Wechsel auf neue Medien, wie z. B. Blu-ray-Speichermedien, dar. Es wurde bereits angekündigt, dass in diesem Sektor 2010 eine Kapazität von 1 TB je Medium Marktreife erlangen wird und auch 3,9 TB zukünftig im Bereich des Möglichen liegen werden. Hersteller geben dabei eine Energieeinsparung von 80 bis 90 % gegenüber herkömmlichen Systemen an.<sup>8</sup>

Auch der Austausch von 3,5-Zoll- durch 2,5-Zoll-Festplatten kann zu einer Verbrauchsreduktion im Speicherbereich von bis zu 67 % führen.<sup>9</sup>

Insgesamt geht die vorliegende Studie im Bereich der Archivierung von einem Emissionsreduktionspotenzial von 80 % bis 2020 aus.

Den Analysen des Fraunhofer-Instituts zufolge beläuft sich der Storage-Anteil am gesamten Stromverbrauch in Rechenzentren auf 5 %. Es wird deshalb davon ausgegangen, dass die 80 % Verbrauchseinsparung lediglich auf diese 5 % des Stromverbrauchs wirken und die CO<sub>2</sub>e-Emissionen entsprechend reduziert werden.

<sup>1</sup> Roderer, U. (2007)

<sup>2</sup> Bio Intelligence Service (2008)

<sup>3</sup> BMU (2008)

<sup>4</sup> Borderstep Institut (2009)

<sup>5</sup> U.S. Environmental Protection Agency (2007)

<sup>6</sup> Greif (2009)

<sup>7</sup> All About Security Portal (2008)

<sup>8</sup> OpenPR (2008)

<sup>9</sup> Z. B. DriveCity (o. J.)



<sup>1</sup> Bio Intelligence Service (2008)

<sup>2</sup> BITKOM (2007)

<sup>3</sup> Einschätzung durch Experten  
der Deutschen Telekom

<sup>4</sup> Huawei (2008)

## **PC-Bereich**

Einen großen Effekt auf die CO<sub>2</sub>e-Emissionen hat der Einsatz von effizienteren Komponenten in PCs und Peripheriegeräten. Durch diese können bis 2020 2,6 Mt CO<sub>2</sub>e eingespart werden. Hier werden die Annahmen für die Einsparmöglichkeiten im Bereich der Rechenzentren übertragen, allerdings mit der Einschränkung, dass ca. 50 % des Reduktionspotenzials von 25 % bereits in der Standby-Optimierung von PCs enthalten sind.

Die **Standby-Optimierung** von PCs und Peripheriegeräten kann die CO<sub>2</sub>e-Emissionen um bis zu 1,7 Mt reduzieren. Die Studie des Bio Intelligence Service ergab, dass in einem „Eco-Szenario“ der Energieverbrauch von Desktop-Rechnern um 40 %, von Laptops um 25 % und von LCD-Monitoren um 38 % bis 2020 reduziert werden kann.<sup>1</sup> Das BAU-Szenario unterstellt bereits eine Optimierung des Standby-Betriebs. Das Fraunhofer-Institut nimmt in dem „Green ICT“-Szenario seiner erwähnten Studie weiteres Reduktionspotenzial an. Analysen dieser Szenarien ergeben ein zusätzliches Reduktionspotenzial gegenüber dem BAU-Szenario in Höhe von ca. 12 % bei Desktop-Rechnern, ebenfalls 12 % bei Laptops und 26 % bei Peripheriegeräten. Bei Letzteren stellen LCD-Monitore den größten Anteil.

Insgesamt verursachen – den Analysen des Fraunhofer-Instituts zufolge – Desktop-Rechner ca. 70 %, Laptops ca. 10 % und LCD-Monitore ca. 14 % der PC-Emissionen.

Das größte Reduktionspotenzial im Bereich der PC-Emissionen in Höhe von 4,7 Mt CO<sub>2</sub>e kann durch den Einsatz von Thin Clients/Cloud Computing realisiert werden. Dabei werden rechenintensive Anwendungen über ein Netzwerk von einem zentralen Rechner (Fat Client) ausgeführt, während die PCs (Thin Clients) der Nutzer hauptsächlich der Ein- und Ausgabe von Daten dienen. Das Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik hat in einer Analyse einen um ca. 50 % reduzierten Stromverbrauch von Thin Clients ermittelt.<sup>2</sup> Darin enthalten ist neben den Einsparungen durch minimale Thin Clients auch ein Anstieg des Stromverbrauchs in Rechenzentren, die mehr Rechenkapazität für die ausgelagerten Berechnungen benötigen.

In dieser Studie wird die Einschätzung des Fraunhofer-Instituts geteilt. Darüber hinaus

wird angenommen, dass Thin Clients Desktop-Rechner und Laptops substituieren, deren Anteil an den gesamten PC-Emissionen ca. 73 % ausmacht.

## **Telekommunikationsendgeräte**

Bei den **Telekommunikationsendgeräten** werden Einsparpotenziale gemeinsam für Fest- und Mobilfunknetz betrachtet. Die Haupttreiber für die Reduktionen um 1,1 Mt CO<sub>2</sub>e sind ein geringerer Stromverbrauch im Standby-Betrieb und effizientere Ladegeräte. Hersteller wie Siemens propagieren schon heute eine Reduktion des Stromverbrauchs im Standby-Betrieb um ca. 50 % bei neuen Produkten. Verordnungen der EU-Kommission (Energy-Using Products) fordern für Geräte mit Markteintritt ab 2010 einen maximalen Energieverbrauch von 1 Watt im Standby- und Off-Mode-Modus und ab 2013 von nur noch 0,5 Watt. Insgesamt wird angenommen, dass zusätzlich zum BAU-Szenario der vorliegenden Studie weitere 50 % des Energieverbrauchs der Telekommunikationsendgeräte eingespart werden können.

## **Telekommunikationsnetzwerke**

Bei Telekommunikationsnetzwerken wird in dieser Studie zwischen Festnetz und Mobilfunk unterschieden. Insgesamt besteht in diesem Bereich gegenüber den Annahmen des BAU-Szenarios ein Emissionsreduktionspotenzial von 0,9 Mt CO<sub>2</sub>e. Dem BAU-Szenario liegt eine Emissionsreduktion von ca. 30 % durch den Ausbau von Glasfasernetzen zugrunde.<sup>3</sup>

Ein darüber hinausgehendes Reduktionspotenzial wird als unrealistisch eingeschätzt. Der Stromverbrauch des Mobilfunknetzwerks kann gegenüber dem BAU-Szenario hingegen wesentlich gesenkt werden. Anbieter von mobilen Basisstationen, wie z. B. Huawei, gehen von Reduktionen um 60 bis 70 % aus.<sup>4</sup> Da Basisstationen für etwa 90 % des gesamten Stromverbrauchs des Mobilfunknetzwerks verantwortlich sind, werden insgesamt Einsparungen von 50 % angenommen.

## **Fazit**

Insgesamt können im „Green ICT“-Szenario durch die simultane Umsetzung aller Maßnahmen ca. 13,4 Mt weniger CO<sub>2</sub>e-Emissionen ausgestoßen werden. Das bedeutet eine Verminderung um etwa 53 %. Diese Größenordnung deckt sich mit der Ein-

---

schätzung der globalen Smart-2020-Studie, welche ebenfalls weltweit Reduktionen im IKT-Bereich von ca. 53 % annimmt. Dabei lassen sich jedoch unterschiedliche Schwerpunkte ausmachen: Während in Deutschland der Hauptanteil der IKT-Emissionen durch Maßnahmen bei den Rechenzentren eingespart werden kann, wird weltweit von einer größeren Reduktion im PC-Segment ausgegangen.

Die gesamte CO<sub>2</sub>e-Emission in Deutschland kann im BAU-Szenario durch solche Maßnahmen um ca. 1,6 % reduziert werden. Allerdings reicht diese Einsparung bei Weitem nicht aus, um die im Meseberg-Programm vorgesehene Reduktion um 40 % bis 2020 zu erreichen.

Doch die direkt durch die IKT-Branche verursachten CO<sub>2</sub>e-Emissionen sind ohnehin nicht der entscheidende Schlüssel, um das von der Bundesregierung vorgegebene Ziel umzusetzen. Die globale Smart-2020-Studie schätzt das weltweite, durch IKT-Lösungen indirekt ermöglichte Reduktionspotenzial auf die fünffache Höhe der direkten Emissionen des IKT-Sektors ein. Die Analysen der Smart-2020-Studien für Portugal und die USA ergaben sogar einen acht- bis neunmal so hohen Wert. Wie hoch ist dieser Wert für Deutschland? Die Frage nach den indirekt durch die IKT-Branche ermöglichten Emissionsreduzierungen steht im Mittelpunkt des dritten Kapitels dieser Studie. ●

---

## Grußwort Huawei



Yu Chengdong



### Green Huawei

Geringerer Energieverbrauch und die Reduzierung von Schadstoffen sind nicht nur ein Bestandteil der sozialen und auch ökologischen Verantwortung von Unternehmen. Maßnahmen und Innovationen im ökologischen Bereich bieten für Unternehmen auch die Chance, Betriebskosten zu optimieren und damit die Profitabilität und Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern.

### Unser Beitrag

Wir sind dabei, an der Erstellung eines „grüneren“ Netzwerks mitzuwirken, getreu unserem Motto: „Green communication, green Huawei, green world“.

Bereits seit dem Jahr 2000 treiben wir das Konzept „Green Network“ voran und sehen dies als eines der wichtigsten Kriterien in jedem Arbeitsschritt, von der Planung über das Design und die Forschung und Entwicklung bis hin zur Produktion. Zudem führte Huawei den Grundsatz ein, dass Maßnahmen zur Energieeinsparung direkt in die Leistungsbewertung in unserem Unternehmen einfließen.

Huaweis „grüne“ Strategie schließt sämtliche verschiedenen Elemente eines End-to-End-Netzwerks ein, vom Terminal bis zum

Core-Netzwerk. Wir statten Serviceprovider mit der neuesten Netzwerkkonvergenz auf der Grundlage der weltweit höchsten ökologischen Standards aus. Alle unsere Produkte verbrauchen um ein Drittel weniger Energie als vergleichbare herkömmliche Produkte.

2007 wurden über 100.000 grüne Basisstationen von Huawei installiert, welche den CO<sub>2</sub>-Ausstoß um 170.000 Tonnen im Vergleich zu einer herkömmlichen Ausrüstung reduzieren konnten. Diese Reduktion entspricht dem CO<sub>2</sub>-Ausstoßvolumen von 70.000 Chinesen pro Jahr.

2008 ist Huawei der GeSI beigetreten, um die Suche nach alternativen Energiequellen und den Umweltschutz zu unterstützen. Mit dem Beitritt zu SMART 2020 stellen wir unser nachhaltiges Engagement für eine grünere Zukunft unter Beweis.

Yu Chengdong,  
President Huawei Technologies European Region

---



## 03: Indirekter Beitrag der IKT zur Reduktion der CO<sub>2</sub>e-Emissionen

<sup>1</sup> Siehe dazu auch Kapitel 1

Neben den Maßnahmen zur Verringerung des CO<sub>2</sub>e-Ausstoßes der IKT-Branche beschäftigt sich diese Studie vor allem mit Einsatzmöglichkeiten von IKT-Anwendungen zur Reduktion der Emissionen in anderen Sektoren.

Dabei ergibt sich in diesem Bereich eine theoretisch mögliche Reduktion von ca. 23 % (ca. 193 Mt CO<sub>2</sub>e) der Emissionen gegenüber dem BAU-Szenario. Dies entspricht einer Emissionsreduktion für Deutschland in achtfacher Höhe der gesamten IKT-Emissionen und bestätigt damit die Ergebnisse der Smart-2020-Reports für Portugal und die USA.

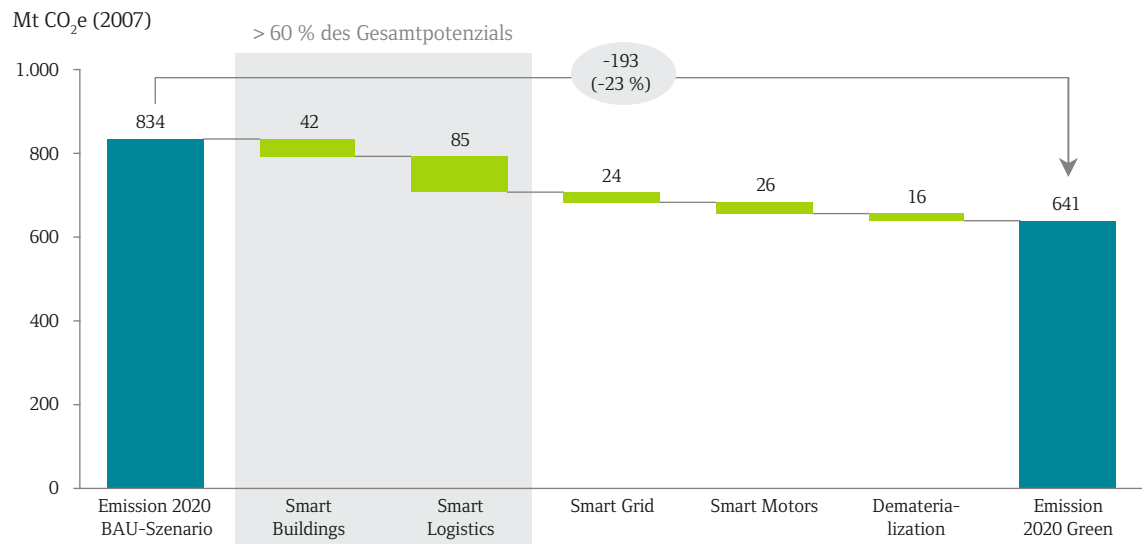
Die Summe des indirekten CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzials ergibt sich aus einer Reihe von Geschäftskonzepten, deren ökologischer Nutzen ermittelt und bewertet wurde. Gemäß der Logik der globalen Smart-2020-Studie werden diese Geschäftskonzepte und deren Reduktionspotenziale den

Sektoren Smart Buildings, Smart Logistics, Smart Grid, Smart Motors und Dematerialisierung zugeeignet. Dabei wurden für Deutschland die wichtigsten Reduktionspotenziale in den Sektoren Smart Logistics mit 85 Mt CO<sub>2</sub>e und Smart Buildings mit 42 Mt CO<sub>2</sub>e (vgl. Abbildung 11) identifiziert.

Mit der Realisierung des vollständigen durch die im Folgenden vorzustellenden Geschäftskonzepte ermöglichten Reduktionspotenzials bis 2020 kann das erklärte Ziel der Bundesregierung zur Emissionsreduktion um 40 % im Vergleich zum Basisjahr 1990 nicht nur erreicht, sondern weit übertroffen werden.<sup>1</sup>

Das CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial durch die identifizierten Geschäftskonzepte wird jeweils nach ihrem theoretischen und ihrem marktgetriebenen Reduktionspotenzial bewertet. Das marktgetriebene Potenzial beschreibt dabei die mögli-

Abb. 11: Identifiziertes theoretisches CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial durch IKT-Anwendungen je Sektor im Jahr 2020



Quelle: BCG-Analysen

chen CO<sub>2</sub>e-Reduktionen, die ausschließlich durch konsequente Bemühungen der Unternehmen erzielt werden können. Die Lücke zwischen theoretischem und marktgetriebenem Reduktionspotenzial könnte durch adäquate Rahmenbedingungen, wie sie die Politik vorgibt, geschlossen werden.

Die im Folgenden aufgezeigten CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenziale verstehen sich hierbei als Bruttopotenziale. Dies bedeutet, dass der mit dem zusätzlichen IKT-Bedarf einhergehende Emissionsanstieg bei der Umsetzung der Geschäftskonzepte nicht gegengerechnet wurde. Dieser ist deutlich geringer als die erzielten CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenziale und hat somit keinen Einfluss auf die Bewertung.

Für die IKT-Unternehmen selbst wird eine Umsetzung ökologisch innovativer Geschäftskonzepte allerdings erst interessant, wenn diese eine hohe geschäftliche Attraktivität aufweisen. Was ökologisch sinnvoll ist, muss sich auch für eine Umsetzung durch Unternehmen ökonomisch rechnen. Im Rahmen der vorliegenden Studie sind die vorzustellenden Geschäftskonzepte daher nicht nur nach ihrem CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial, sondern auch nach ihrer geschäftlichen Attraktivität für Unternehmen der IKT-Branche bewertet worden.

Diese Bewertung der geschäftlichen Attraktivität erfolgte dabei entlang von vier Dimensionen:

- Attraktivität des Investment-Case
- Attraktivität der technischen Machbarkeit
- Attraktivität des IKT-Umsatzpotenzials
- Attraktivität der Rahmenbedingungen

Wie sind diese vier Dimensionen zu verstehen? Die erste Dimension teilt sich in den „Investment-Case“ aus Sicht der Endkunden und aus Sicht der Anbieter. Ist ein Konzept mit generell hohen Investitionen für Endkunden (z. B. Kauf eines teuren

neuen Endgeräts) oder für den Anbieter verbunden, so sinkt die Attraktivität bezüglich des „Investment-Case“. Die Aggregation der Attraktivität aus Endkunden- und Anbietersicht bestimmt die Gesamteinschätzung hinsichtlich dieser Dimension.

Unter „technischer Machbarkeit“ wird eine Einschätzung des Aufwands zur Herstellung des für das Konzept notwendigen Produkts und dessen Implementierung oder die Bereitstellung eines entsprechenden Service verstanden. Ein bereits existierendes Produkt würde beispielsweise mit einer sehr hohen Machbarkeit und damit einer hohen Attraktivität bewertet werden.

Der relative Anteil an IKT-Geräten und IKT-Dienstleistungen zur Realisierung eines Geschäftskonzepts ist ein wesentlicher Bestandteil zur Bewertung der Attraktivität des „Umsatzpotenzials“ für die IKT-Branche. Der andere Faktor ergibt sich durch die Marktgröße. Die Marktgröße gibt den Adressatenkreis des Geschäftskonzepts an. Die Attraktivität nimmt somit mit steigender Menge an potenziellen Kunden zu. Wichtig ist hierbei, dass lediglich das Umsatzpotenzial aus Sicht von IKT-Unternehmen bewertet wird. Andere Erlösquellen, die sich aus der Umsetzung der Geschäftskonzepte ergeben (z. B. durch den Verkauf nicht mehr benötigter CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikate), werden explizit nicht berücksichtigt.

Unter „Rahmenbedingungen“ schließlich wird die Attraktivität des Geschäftskonzepts ausgehend von derzeit bestehenden gesetzlichen Vorgaben, fehlenden Anreizen oder sonstigen Barrieren bewertet.

Alle vier Dimensionen zusammengekommen ergeben die Attraktivität des Geschäftskonzepts.

Um die Geschäftskonzepte sowohl anhand ihres CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzials als auch anhand der geschäftlichen Attraktivität in eine Rangordnung zu bringen, werden sie in einer Priorisierungsmatrix mit den Achsen (theoretisches) „CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial“ und „Attraktivität des Geschäftskonzepts“ erfasst. Die entsprechend

in der Matrix eingetragenen Geschäftskonzepte sind in Abbildung 12 dargestellt.

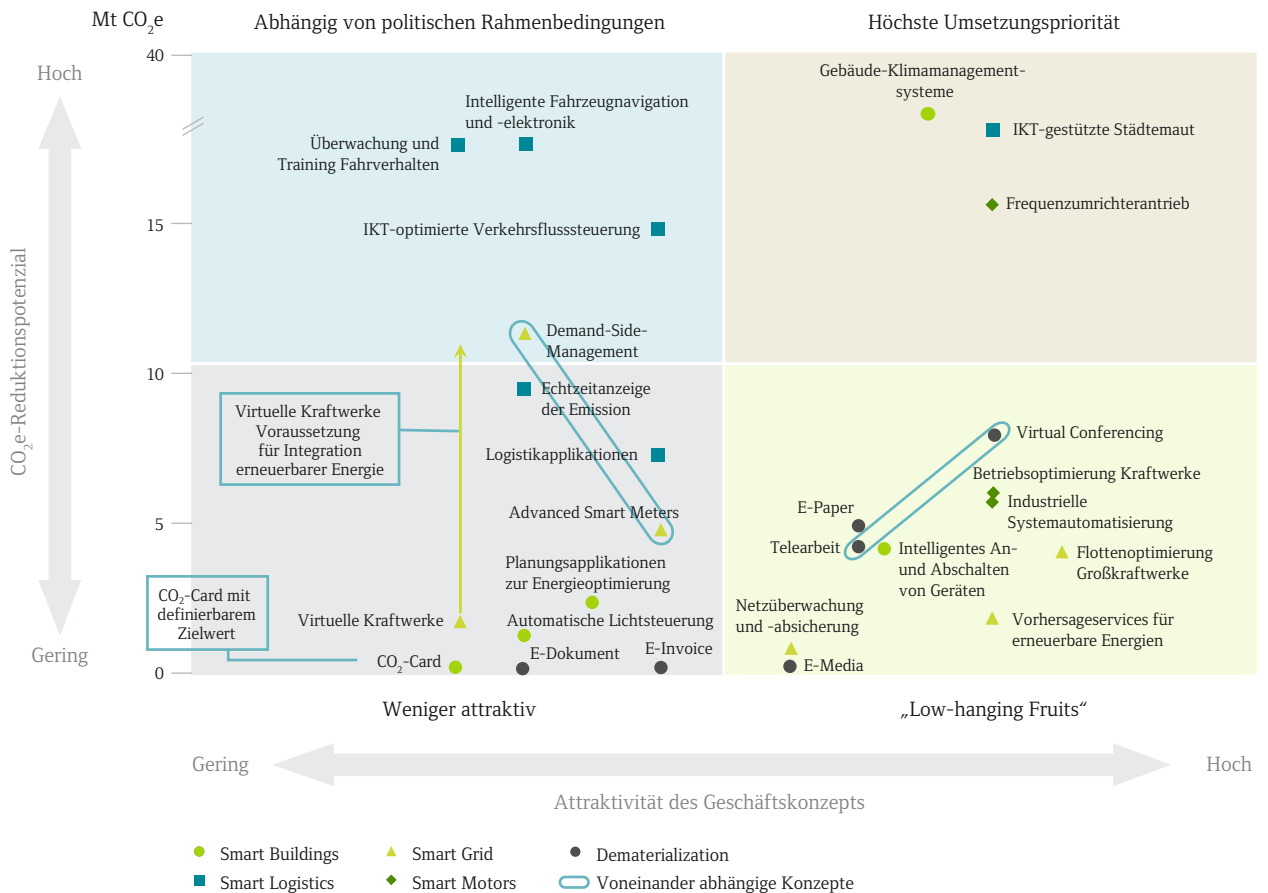
Der linke untere Quadrant zeigt die weniger attraktiven Geschäftskonzepte, da sie niedrige Gesamtwerte in beiden Dimensionen aufweisen. In diesem Bereich enthalten sind aber auch Ideen, die als „Enabler“ für andere, attraktivere Geschäftskonzepte unabdingbar sind. Hierzu zählen beispielsweise Advanced Smart Meters, welche eine Voraussetzung dafür sind, das hohe Reduktionspotenzial im Demand-Side-Management zu heben.

Im Quadranten „Low-hanging Fruits“ rechts unten sind diejenigen Konzepte enthalten, deren – wenngleich geringes – CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial leicht zu realisieren ist. Die hohe Attraktivität des Geschäftskonzepts ist hier das wesentliche Motiv für die Umsetzung dieses Konzepts durch die Unternehmen, sodass kaum Anreize für die Realisierung durch die Schaffung förderlicher Rahmenbedingungen notwendig sind.

Im oberen linken Bereich von Abbildung 12 hingegen sind solche von der Politik zu schaffenden Anreize zur Umsetzung der Geschäftskonzepte durchaus nötig. Diese Konzepte bergen ein hohes CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial, werden jedoch aufgrund ihrer geringen Attraktivität kaum von den Unternehmen forciert. Die Schaffung entsprechender Rahmenbedingungen durch die Politik könnte die Attraktivität der Geschäftskonzepte erhöhen und damit deren Umsetzung fördern.

Im oberen linken Bereich von Abbildung 12 hingegen sind solche von der Politik zu schaffenden Anreize zur Umsetzung der Geschäftskonzepte durchaus nötig. Diese Konzepte bergen ein hohes CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial, werden jedoch aufgrund ihrer geringen Attraktivität kaum von den Unternehmen forciert. Die Schaffung entsprechender Rahmenbedingungen durch die Politik könnte die Attraktivität der Geschäftskonzepte erhöhen und damit deren Umsetzung fördern.

Abb. 12: Einordnung aller identifizierten Geschäftskonzepte nach CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial und Attraktivität des Geschäftskonzepts



Quelle: BCG-Analysen

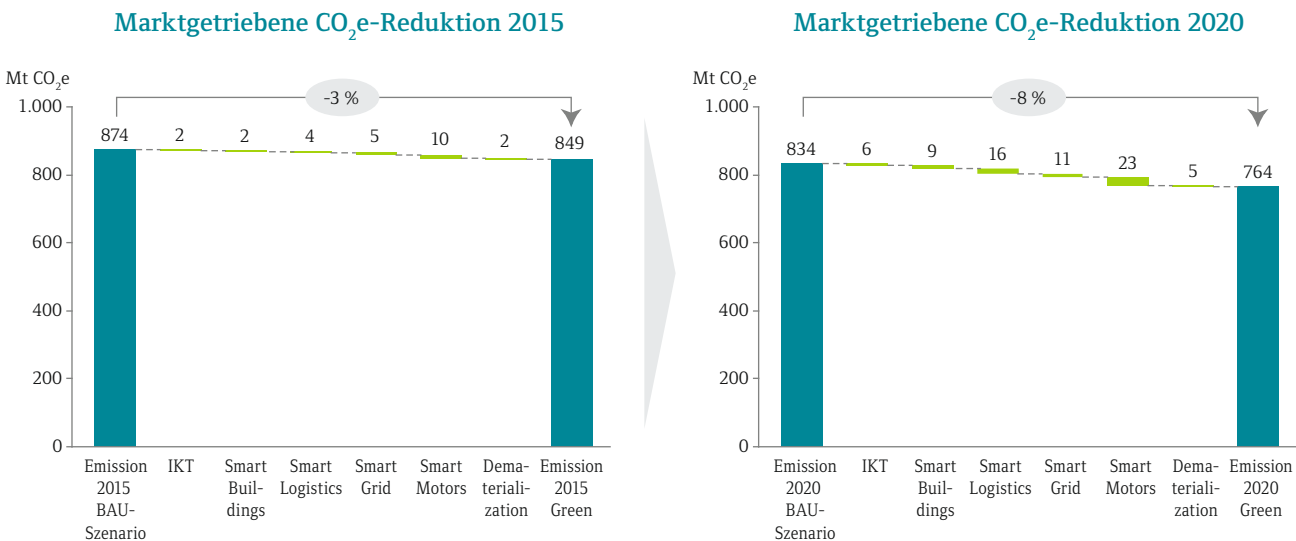
Rechts oben in Abbildung 12 schließlich befinden sich jene Geschäftskonzepte mit der höchsten Umsetzungspriorität. Diese Ideen werden aufgrund ihrer hohen geschäftlichen Attraktivität von den Unternehmen selbstständig umgesetzt. Obwohl sie auf den ersten Blick sehr attraktiv sind, kann das volle Marktpenetrationspotenzial teilweise noch nicht oder nur langsam ausgeschöpft werden. Mit gesetzlichen Anreizen oder Vorgaben könnte die Durchdringung am Markt zusätzlich beschleunigt und erhöht werden. Die Geschäftskonzepte in diesem Quadranten weisen ein insgesamt hohes CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial mit einem Volumen von ca. 70 Mt CO<sub>2</sub>e (etwa ein Drittel des gesamten theoretischen Reduktionspotenzials) auf.

Die identifizierten Geschäftskonzepte werden ausschließlich hinsichtlich ihres CO<sub>2</sub>e-

Einsparpotenzials und ihrer wirtschaftlichen Attraktivität analysiert und bewertet. Die Geschäftskonzepte können darüber hinaus weiteren Nutzen, wie z. B. Effizienzsteigerungen, für die Abnehmer bergen. Darauf wird in dieser Studie nicht explizit eingegangen.

Insgesamt summiert sich das theoretische Reduktionspotenzial im Bereich der indirekt durch IKT-Lösungen veranlassten Emissionsreduzierungen auf ca. 193 Mt CO<sub>2</sub>e im Jahr 2020. Diesem Wert steht ein marktgetriebenes Potenzial von lediglich ca. 64 Mt CO<sub>2</sub>e bis 2020 gegenüber. Das entspricht einer CO<sub>2</sub>e-Reduktion von ca. 9 %, inkl. der Reduktionen im „Green ICT“-Szenario gegenüber dem BAU-Szenario (vgl. Abbildung 13). Des Weiteren ist bis 2015 nur von einer sehr geringen Realisierung des marktgetriebenen Potenzials auszugehen.

**Abb. 13:** Identifiziertes marktgetriebenes CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial durch IKT-Anwendungen je Sektor 2015 und 2020



Quelle: BCG-Analysen



<sup>1</sup> Statistisches Bundesamt (2008)

In den folgenden Abschnitten werden die einzelnen SMART-Sektoren, die diesen Sektoren zugeordneten Reduktionspotenziale und die Attraktivität der einzelnen Geschäftskonzepte näher beschrieben.

### Smart Buildings

Bei Smart Buildings handelt es sich um Gebäude, die unter Einsatz von durch IKT gestützten Technologien entworfen, gebaut oder betrieben werden. Ziel von Smart Buildings ist eine energetische Effizienzsteigerung in allen Stufen des Lebenszyklus von Gebäuden. Dazu zählen sowohl von privaten Haushalten bewohnte als auch für Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) genutzte Gebäude.

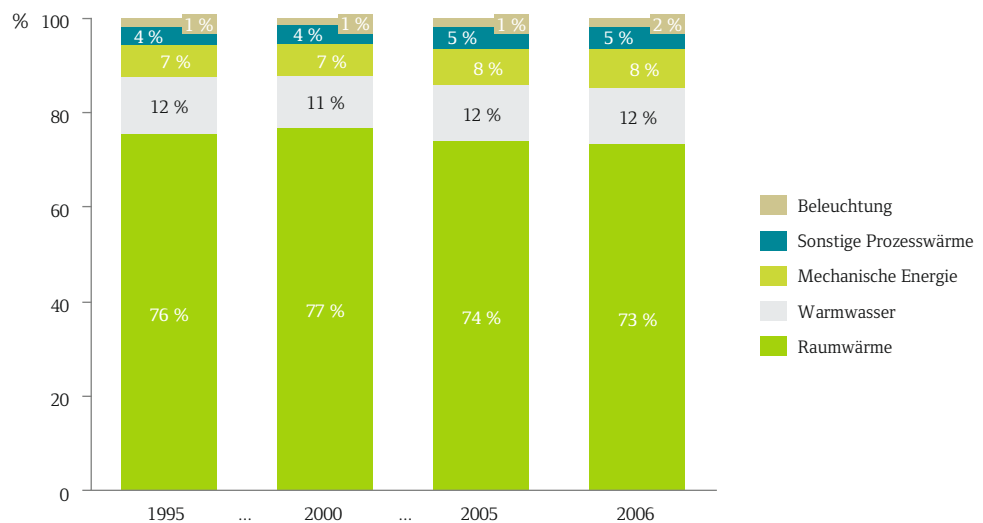
Der Energieverbrauch in Gebäuden nimmt hinsichtlich der Treibhausgasemissionen in Deutschland eine zentrale Rolle ein. Wie bereits im ersten Kapitel dargestellt, war die Gebäudewirtschaft mit einem Anteil von etwa 35 % der größte Verursacher von CO<sub>2</sub>e-Emissionen im Jahr 2007. 2020 wird dieser Anteil trotz Effizienzsteigerungen immer noch etwa 31 % betragen und mit ca. 260 Mt CO<sub>2</sub>e nach der Industrie die meisten Emis-

sionen in Deutschland verursachen. Dabei teilten sich die Emissionen 2007 zu ca. 44 % auf GHD und zu 56 % auf die privaten Haushalte auf.

Der Energieverbrauch der privaten Haushalte lässt sich in Anlehnung an die Anwendungsbereiche des Statistischen Bundesamts kategorisieren in den Energieverbrauch für Beleuchtung, mechanische Energie (Kühlen, Gefrieren, Motoren ohne Fahrzeuge, Information und Kommunikation bzw. Unterhaltungselektronik), Raumwärme, Warmwasser und sonstige Prozesswärme, wie z. B. für Kochen und Waschen. Den mit Abstand größten Anteil macht die Raumwärme mit durchschnittlich etwa 75 % aus (vgl. Abbildung 14).

Bei den privaten Haushalten kann in den letzten Jahren eine Entwicklung hin zu Einpersonenhaushalten beobachtet werden. So hat sich der Anteil der Einpersonenhaushalte zwischen 1995 und 2006 von 34,9 % auf 37,9 % vergrößert. Die Konsequenzen für den Energieverbrauch durch Raumwärme sind erheblich: Der Verbrauch für Raumwärme einer Person in einem Einpersonenhaushalt liegt um 60 %<sup>1</sup> über dem einer Person in einem durchschnittlichen Haushalt mit typi-

Abb. 14: Aufteilung und Entwicklung des Energieverbrauchs privater Haushalte in Deutschland



Quelle: DESTATIS: Energieverbrauch der privaten Haushalte; Begleitmaterial zur Pressekonferenz am 5. November 2008 in Berlin

scherweise 2,05 Personen.<sup>1</sup> Der steigende Energiebedarf kann jedoch zum einen durch die Energie-sparverordnung, die für Neubauten einen geringeren Energieverbrauch vorsieht, kompensiert werden. Zum anderen wird mit der Erholung der Wirtschaft auch ein Anstieg des Rohölpreises folgen, auf den die Haushalte mit deutlichen Einsparungen gerade beim Raumenergieverbrauch reagieren werden.

Der kleinste Bereich mit etwa 2 % der Gebäudeemissionen ist die Beleuchtung im Haushalt. Dies verwundert, da der hohe Aufwand zur Einführung von Energiesparlampen ein größeres Potenzial hätte erwarten lassen. Zu den Emissionen für Beleuchtung gehört insbesondere der Energieverbrauch von Glühlampen, von dem nur 5 % zur Lichterzeugung verwendet und 95 % als Wärme abgegeben werden.<sup>2</sup> Energiesparlampen hingegen können zwischen 70 und 80 % der Energie einsparen und werden daher durch die EU forciert. So erfolgte zum 1. September 2009 der erste Schritt zur Realisierung dieser Einsparungen; seitdem dürfen Hersteller keine Glühlampen mit speziellen Merkmalen mehr in den Verkehr bringen.

Diese Regelungen werden sukzessive bis zum 1. September 2016 ausgebaut. Zu diesem Zeitpunkt soll es ein generelles Verbot aller Halogen- und Glühlampen mit einer schlechteren Energieeffizienzklasse als B geben. Da diese Entwicklungen bereits heute absehbar sind, werden die daraus resultierenden Einsparungen vollständig im BAU-Szenario dieser Studie berücksichtigt.

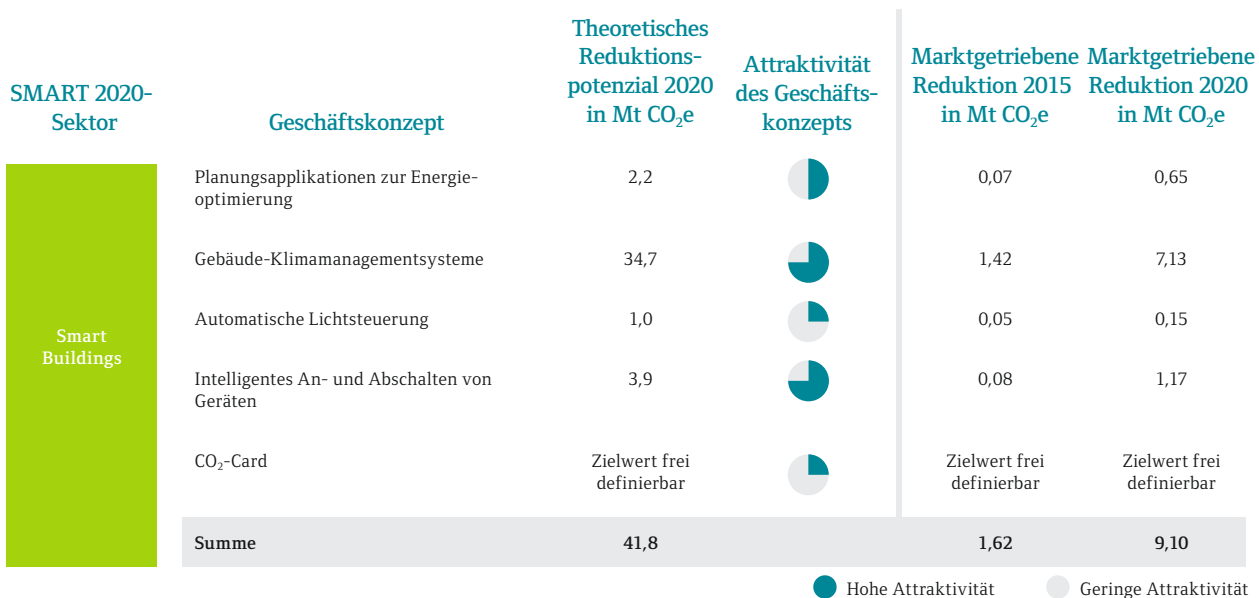
Der leicht zunehmende Trend beim Energieverbrauch der sonstigen Prozesswärme beruht auf der gestiegenen Ausstattung der Haushalte mit zum Teil neuen Elektrogeräten (Mikrowelle, Kaffeeautomat, Wäschetrockner) sowie der Anschaffung von Zweitgeräten. Diesem Effekt kann durch gezielte Entwicklung und Einsatz energiesparender Geräte (durchschnittlich 30 % geringerer Energieverbrauch) entgegengewirkt werden, sodass bis 2020 insgesamt mit einem sinkenden Stromverbrauch und damit auch geringeren Emissionen zu rechnen ist.

Bei den Gebäuden für GHD ergibt sich ein ähnliches Bild. Die Raumheizung steht für etwa 55 %, die mechanische Energie für ca. 14 % und die Beleuchtung für rund 13 % des Energie-

<sup>1</sup> Statistisches Bundesamt (2009b)

<sup>2</sup> Z. B. Die Energiesparlampe (o. J.)

Abb. 15: Übersicht identifizierter Geschäftskonzepte im Sektor Smart Buildings



Quelle: BCG-Analysen

<sup>1</sup> BCG-Analyse, Fraunhofer-Institut (2009a)

<sup>2</sup> Becker (2004)

verbrauchs.<sup>1</sup> Die Maßnahmen zur Energieeinsparung in den privaten Haushalten lassen sich unmittelbar auf die GHD-Gebäude übertragen.

Im Bereich der Gebäudewirtschaft kann IKT eingesetzt werden, um zum einen bereits bei der softwaregestützten Planung Gebäude energieeffizient zu entwerfen und zum anderen den Energieverbrauch bei der Nutzung der Gebäude bedarfsgerecht und intelligent zu steuern. Diese Maßnahmen enthalten ein theoretisches CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial von ca. 42 Mt im Jahr 2020. Wie sich die betrachteten Ideen und deren Reduktionspotenziale zusammensetzen, zeigt Abbildung 15.

Das marktgetriebene Reduktionspotenzial liegt indes mit ungefähr 9 Mt CO<sub>2</sub>e (ca. 21 %) weit unter dem theoretisch möglichen. Die wesentlichen Ursachen dafür sind die derzeit fehlenden Standards für IKT-Geräte, das unübersichtliche Angebot und die mangelnde Information der Privatanutzer.

Die Kombination der CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenziale mit der jeweiligen geschäftlichen Attraktivität führt zu einer klaren Unterscheidung zwischen dem hohen Reduktionspotenzial durch Gebäude-Klimamanagementsysteme und dem ge-

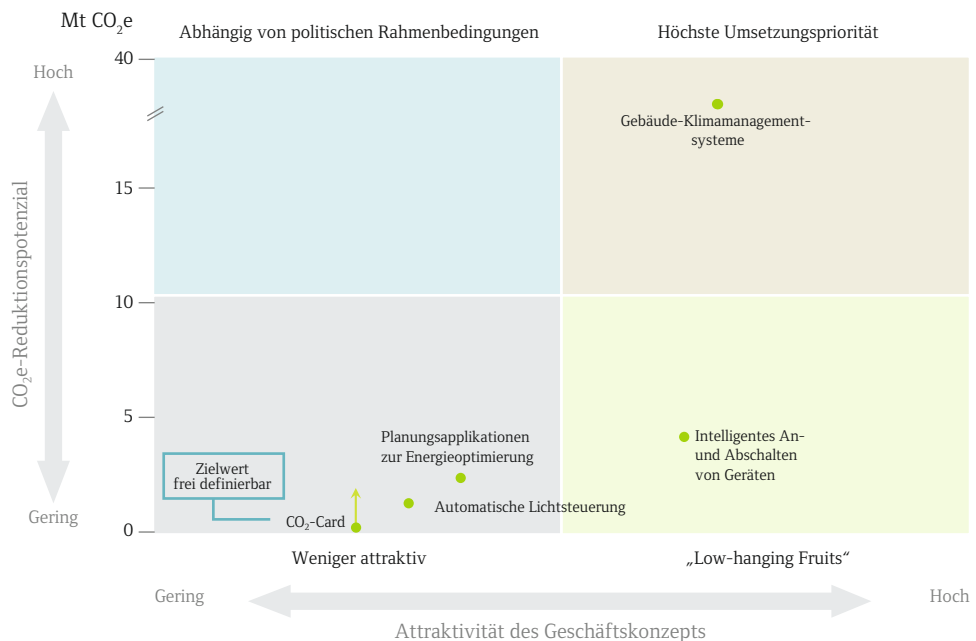
ringen Potenzial der restlichen Geschäftskonzepte (Abbildung 16).

Aus einer rein monetären Sicht wurde ermittelt, dass das maximale Umsatzpotenzial der identifizierten Maßnahmen in Smart Buildings bis 2020 allein für den IKT-Bereich zwischen 27 und 38 Mrd. Euro beträgt.

Die größten Reduktionen der Treibhausgasemissionen versprechen **Gebäude-Klimamanagementsysteme**. Sie werden eingesetzt, um vor allem die Klimatisierung und Ventilation in Haushalten und im Dienstleistungssektor energieschonend einzusetzen. Optimierungspotenzial<sup>2</sup> besteht dabei hauptsächlich bei

- der Heizungs-, Klima- und Lüftungsversorgung (Nachtabsenkung, nutzungsabhängige Steuerung),
- der Wärmeversorgung (Einzelraumregelung, Vorlauftemperaturregulierungen) und
- der Kälteversorgung (bedarfsgeführte Leistungsregelung von Kältemaschinen).

**Abb. 16:** Einordnung der Geschäftskonzepte aus Smart Buildings nach CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial und Attraktivität des Geschäftskonzepts



Ein Beispiel hierfür ist das Gebäude der „New York Times“. Verglaste Wolkenkratzer speichern Wärme üblicherweise wie Treibhäuser und benötigen daher eine intensive Kühlung durch Klimaanlage. Anders das NYT-Building: „Statt die Klimaanlage vor Beginn eines Arbeitstages auf volle Leistung zu schalten, schleusen Ventile in den frühen Morgenstunden kühle Luft von außen ins Gebäude, bevor die Sonne sie erwärmt. (...) Es bedarf moderner Technik, um solch pragmatische Methoden im großen Maßstab nutzbar zu machen. Innentemperatur, Außentemperatur, Belegung des Gebäudes, Einfallswinkel der Sonne, Leistung der hauseigenen, gasbefeuerter Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen – das ist nur ein kleiner Ausschnitt der relevanten Variablen, die es im Blick zu halten gilt, um das Hochhaus energieeffizient zu betreiben.“<sup>1</sup>

Dabei muss eine Vielzahl von Daten verarbeitet werden. Neben Raumabmessungen, -belegungen und -nutzungsmustern sind Daten in Echtzeit von verschiedenen Sensoren zu erfassen. Diese Informationen werden durch zentrale Steuerungssysteme verarbeitet und ausgewertet und führen zu Anpassungen der Heizungs-, Klima- und Lüftungsversorgung im Gebäude.

Erfolgsgeschichten zum Einsatz von Gebäude-Klimamanagementsystemen berichten über realisierte Einsparpotenziale von bis zu 77 %.<sup>2</sup> Die hier getroffenen Annahmen und ermittelten Zahlen basieren auf den Analyseergebnissen der für die EU erstellten Studie des Bio Intelligence Service.<sup>3</sup> Demnach können in privaten Haushalten bis zu 15 % und bei den GHD bis zu 20 % des Energieverbrauchs eingespart werden. Mit dieser Einsparung können Gebäude-Klimamanagementsysteme die Emissionen der Gebäudewirtschaft um theoretisch bis zu 34,7 Mt CO<sub>2</sub>e reduzieren.

Dieses Geschäftskonzept besitzt eine hohe Attraktivität. Zwar ist der Investment-Case für Endkunden – hohe Anschaffungskosten müssen hohe Einsparungen und Komfortzuwachs

bringen – und Anbieter aufgrund der sehr hohen Investitionen für Entwicklung und Marketing gleichermaßen gering, doch ist die technische Machbarkeit umso attraktiver. Produkte und Gesamtlösungen sind bereits am Markt verfügbar und werden kontinuierlich weiterentwickelt. Der bisher große Aufwand der Implementierung von Klimamanagementsystemen wird mittelfristig durch standardisierte Funktechnologien reduziert werden. Denkbar ist hier die Installation in Anlehnung an das Plug-&-Play-Verfahren von Computerhardware.

Die enorme Marktgröße und der Bedarf an IKT-Ausstattung führen zu einer großen Attraktivität hinsichtlich des theoretischen Umsatzpotenzials. So können prinzipiell alle Gebäude mit innovativen Klimamanagementsystemen ausgestattet werden. Die dafür notwendigen Regelsysteme, Steuerungssoftware, -einheiten, Heimnetzwerke und gegebenenfalls Installationsservices werden aus dem IKT-Bereich zur Verfügung gestellt.

Aktuell hat sich noch kein Kommunikationsstandard durchgesetzt, der eine Kompatibilität zwischen unterschiedlichen Geräten und Steuerungseinheiten sicherstellt. Mittelfristig wird davon ausgegangen, dass standardisierte Funkprotokolle den Markt dominieren werden.

Die bisher noch nicht ausgereifte Massenmarkttauglichkeit von Gebäude-Klimamanagementsystemen verzögert die großflächige Verbreitung in Gebäuden. Je nach eingesetzter Technologie ist ein Nachrüsten in bestehenden Gebäuden überaus kostspielig und kann nicht alle Potenziale realisieren, die bei der Implementierung in einem Neubau möglich wären. Es wird davon ausgegangen, dass hauptsächlich in Neubauten Gebäude-Klimamanagementsysteme eingesetzt werden. Dies gilt vor allem deshalb, weil aktuelle Lösungen im Hochpreissegment liegen und staatliche Förderungen im Verhältnis dazu kaum Kompensation bieten. Es wird daher angenommen, dass bis 2020 lediglich 20 % der Haus-

<sup>1</sup> Siemens (2008c)

<sup>2</sup> ADT (o. J.)

<sup>3</sup> Bio Intelligence Service (2008)

halte und etwa 30 % der GHD-Gebäude Klimamanagementsysteme einsetzen werden. Dies würde zu einem marktgetriebenen CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial von 7,1 Mt bis 2020 führen.

Weitere Geschäftskonzepte im Bereich Smart Buildings sind Folgende: Der geringe Anteil der Beleuchtung am Energieverbrauch von Gebäuden sowie die Umsetzung des Glühlampenverbots führen zu einem geringen verbleibenden Einsparpotenzial durch IKT-Anwendungen in diesem Bereich. Der Einsatz einer **automatischen Lichtsteuerung** kann die Emissionen in der Gebäudewirtschaft nur noch um etwa 1 Mt CO<sub>2</sub>e reduzieren.

Das prinzipielle Umsatzpotenzial hingegen ist sehr hoch. Für den IKT-Bereich liegt es hauptsächlich in der erforderlichen Hardware (z. B. Sensoren), der Installation und der Vernetzung der Hardware. Da potenziell alle Haushalte und GHD-Gebäude betroffen sein können, ist auch die Marktgröße enorm.

Das Design von energieeffizienten Gebäuden (sogenannten Green Buildings) unter Berücksichtigung der Verwendung von umweltfreundlichen Baumaterialien ist das Anwendungsgebiet der Planungsapplikation.

Bei der Verwendung einer solchen **Planungsapplikation zur Energieoptimierung** können Architekten den Energieverbrauch des jeweiligen Gebäudeentwurfs simulieren. Es wird geschätzt, dass diese Applikationen theoretisch bis zu ca. 2,2 Mt CO<sub>2</sub>e bis zum Jahr 2020 an Emissionen einsparen können.

Die Attraktivität dieses Geschäftskonzepts stufen wir in einen mittleren Bereich ein. Da Lizenzen für ein solches Produkt nicht teurer sind als für bisherige Produkte, sollte sich der Kauf für Architekten (Endkunden der Softwarelösung) schnell amortisieren und damit ein sehr guter Investment-Case bestehen. Aus Sicht der Anbieter ist dieser jedoch gering, da die Amortisationszeit durch die vergleichsweise niedrige Anzahl an Architekten sehr lang ist. Eine Umsetzung ist als Plug-in für bestehen-

de Applikationen oder Neuentwicklung einer eigenständigen Software (mit höheren Entwicklungskosten) denkbar. Insgesamt ergibt sich eine mittlere Attraktivität in der Dimension „Investment-Case“. Als weiteres Geschäftskonzept im Sektor Smart Buildings wurde das **intelligente An- und Abschalten** von Geräten identifiziert. Unsere Analysen haben ergeben, dass ein theoretisches Einsparpotenzial von ca. 3,9 Mt CO<sub>2</sub>e besteht.

Die Attraktivität des Geschäftskonzepts wird als hoch eingeschätzt. Durch wahrscheinlich geringe Zusatzkosten für die Endgeräte besteht ein attraktiver Investment-Case aus Endkundensicht. Aus Anbietersicht ergibt sich ein ähnliches Bild; die erhöhten Produktions- und Entwicklungskosten werden durch höhere Umsatzzahlen und mögliche Preisprämien durch die Differenzierung am Markt ausgeglichen.

Aufgrund der Neuartigkeit und des interessanten Ansatzes des folgenden Geschäftskonzepts, der **CO<sub>2</sub>-Card**, soll diese im Rahmen eines Exkurses den Abschnitt über Smart Buildings abschließen. Nach der in Kapitel 1 verwendeten Definition fällt der Energieverbrauch der Menschen in Gebäuden unter die Emissionen der Gebäudewirtschaft. Da die CO<sub>2</sub>-Card direkt auf den Energieverbrauch von Menschen bezogen ist, erfolgt die Eingliederung in den Sektor Smart Buildings, ohne dabei zu übersehen, dass auch Berührungspunkte zu anderen Sektoren bestehen.

Bei der CO<sub>2</sub>-Card würde jeder Bürger über ein individuelles CO<sub>2</sub>-Guthabenkonto verfügen, das entsprechend den landesspezifischen Emissionsreduktionszielen jährlich mit CO<sub>2</sub>-Einheiten aufgestockt wird. Bei jedem CO<sub>2</sub>-relevanten Konsumvorgang (z. B. Tanken) wird ein entsprechender Teil des Emissionsbudgets abgezogen. Ist das Budget erschöpft, können zusätzliche Emissionsrechte durch Handel mit anderen Personen erworben werden. Die Belastungen des Kontos erfolgen über die CO<sub>2</sub>-Card, deren Funktionalität mit Kreditkarten vergleichbar ist.

---

In Expertengesprächen wurden verschiedene Etappen für die Umsetzung eines solchen CO<sub>2</sub>-Quotensystems diskutiert. Für die Steigerung der Akzeptanz wäre es im ersten Schritt sinnvoll, die individuellen CO<sub>2</sub>-Emissionen auf freiwilliger Basis zu erfassen, ohne jedoch eine Obergrenze einzuführen und durchzusetzen. Durch die Transparenz über die verursachten Emissionen werden die Bürger bereits stärker für das Thema Klimaschutz sensibilisiert.

In einem zweiten Implementierungsschritt würde die CO<sub>2</sub>-Card sich verpflichtend auswirken und mit einem beschränkten Guthaben versehen werden. Hierdurch würde der Handel mit bestehenden Guthaben ermöglicht.

Die Bewertung der CO<sub>2</sub>-Card als Geschäftskonzept nach dem aufgezeigten Schema ist

nur teilweise möglich. Das CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial ist dabei abhängig von dem zur Verfügung gestellten CO<sub>2</sub>-Budget. Dieses ergibt sich aus länderspezifischen Reduktionszielen bzw. deren Anteil für den Konsumenten. Daher werden Abschätzungen in diesem Zusammenhang nicht als sinnvoll erachtet.

Die wirtschaftliche Attraktivität der CO<sub>2</sub>-Card wird als gering eingeschätzt. Aus Anbietersicht sind sehr hohe Investitionen zur Schaffung der Infrastruktur notwendig, aus Endkundensicht wird eine Einschränkung des Konsums nicht auf positive Resonanz stoßen. Zwar könnte die Aussicht, durch einen sparsamen CO<sub>2</sub>-Verbrauch über den CO<sub>2</sub>-Handel Geld zu verdienen, sehr attraktiv sein, jedoch wiegt dies die mangelnde Akzeptanz beim Endkunden vermutlich nicht auf.

<sup>1</sup> Bundesregierung (2009)

<sup>2</sup> ProgTrans (2007)

<sup>3</sup> Bundesregierung (2009)

## **Smart Logistics**

Unter dem Begriff „Smart Logistics“ werden alle durch IKT getriebenen Maßnahmen zusammengefasst, die den Verkehr durch die Verknüpfung von modernen Kommunikationsnetzen und intelligenten Mess- und Steuerungstechniken auf verschiedene Weise optimieren oder reduzieren können.

Im Bereich Verkehr nimmt der Straßenverkehr in Deutschland eine besondere Stellung ein: Nach den USA ist Deutschland das Land mit der zweithöchsten Pkw-Dichte. Mit 41,3 Millionen zugelassenen Pkws fährt heute statistisch gesehen jeder zweite Bundesbürger ein eigenes Auto, mit weiter ansteigender Tendenz. Bis 2025 wird eine siebenprozentige Steigerung des privaten Verkehrs vorausgesagt.<sup>1</sup> Neben den privaten Fahrzeugen wird die Verkehrsinfrastruktur durch 4,6 Millionen Nutzfahrzeuge sowie durch den europäischen Transitverkehr stark belastet. Die durch die hohe Verkehrsdichte verursachten Verkehrsbehinderungen und Staus führten allein im Jahr 2001 nach Berechnung eines Forscherteams der Universität Stuttgart zu einem unnötigen Benzinverbrauch von 14 Milliarden Litern.

Neben dem Personenverkehr wird auch der Güterverkehr in Deutschland weiter zunehmen. Eine von ProgTrans veröffentlichte Studie geht von einer Steigerung um 27 % in den nächsten zwölf Jahren aus.<sup>2</sup> Wird das Straßennetz nicht entsprechend ausgebaut, droht Deutschland langfristig ein Verkehrsinfarkt.<sup>3</sup>

Angesichts dieser Situation ist es nicht verwunderlich, dass der Straßenverkehr auch einer der Hauptverursacher der CO<sub>2</sub>e-Emissionen in Deutschland ist. Sein Anteil an den gesamten Verkehrsemissionen beträgt mit 155 Mt CO<sub>2</sub>e im Jahr 2008 über 85 %. Zusammen mit Schiffs-, Zug- und Luftverkehr macht der Verkehrsbereich etwa 20 % des gesamten deutschen CO<sub>2</sub>e-Ausstoßes aus.

Entsprechend groß ist der Beitrag, den IKT-Lösungen zur Reduktion der CO<sub>2</sub>e-Emissionen

in diesem Bereich leisten können. Die Geschäftskonzepte, die im Bereich Smart Logistics analysiert wurden, können auf drei verschiedenen Wegen die Emissionen verringern:

Sie reduzieren die Fahrzeugdichte, erhöhen die Effizienz der Fahrzeuge oder fördern den Umstieg von CO<sub>2</sub>e-intensiven auf CO<sub>2</sub>e-effizientere Verkehrsmittel, z. B. von Lkws auf die Bahn. Die dadurch entstehende Reduktion des Verkehrs führt zu weniger Staus, einer Entlastung der Umwelt und mehr Platz für Grünanlagen durch weniger Bedarf an Verkehrsraum. Alle identifizierten Geschäftskonzepte zusammen können die CO<sub>2</sub>e-Emissionen potenziell um 85 Mt CO<sub>2</sub>e im Jahr 2020 senken. Das entspricht einer Reduktion von ca. 54 % der im BAU-Szenario für 2020 vorhergesagten Emissionen im Sektor Verkehr (vgl. Abbildung 17).

Die Analyse der wirtschaftlichen Attraktivität ergibt ein insgesamt weniger positives Bild für den Bereich Smart Logistics. Trotz erheblicher Zeit- und Kosteneinsparpotenziale für Wirtschaft und Konsumenten sind mit Ausnahme einer durch IKT unterstützten Städtebaut alle Konzepte in Abbildung 18 in den beiden linken, also geschäftlich eher wenig attraktiven Quadranten der Priorisierungsmatrix angesiedelt. Insgesamt ergibt sich für den Sektor Smart Logistics im Jahr 2020 ein maximales Marktpotenzial für den IKT-Bereich von etwa 12,2 bis 24 Mrd. Euro. Dies hängt im Wesentlichen damit zusammen, dass die Konzepte technisch komplex sind und daher hohe Anlaufinvestitionen benötigen.

Dadurch wird auch das realistische CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial des Sektors Smart Logistics wesentlich beeinflusst. Insbesondere kurzfristig bis 2015 ist nur von einer vergleichsweise geringen marktgetriebenen Reduktion von 3,8 Mt CO<sub>2</sub>e auszugehen, wohingegen für 2020 bereits mit einer deutlich größeren Verringerung von 16 Mt CO<sub>2</sub>e gerechnet werden kann.

Sowohl aus wirtschaftlicher Sicht als auch aus Sicht des Reduktionspotenzials ist das Geschäftskonzept der **IKT-gestützten Städtetaut** das attraktivste im Bereich Smart Logistics. Als einziges in diesem Sektor wurde es in der Priorisierungsmatrix in den Bereich „Höchste Umsetzungspriorität“ eingestuft. IKT-gestützte Städtetaut bedeutet, dass ein Innenstadtbereich nur Fahrzeugen zugänglich gemacht wird, die eine Maut entrichtet haben. Fahrzeuge, die ohne Mautzahlung das Stadtgebiet befahren und deren Emissionen über einem gewissen Schwellenwert liegen, werden mit einer Strafzahlung belegt. Die Durchführung und lückenlose Kontrolle einer solchen Innenstadtaut ist ohne den Einsatz von Computertechnologie kaum wirtschaftlich machbar.

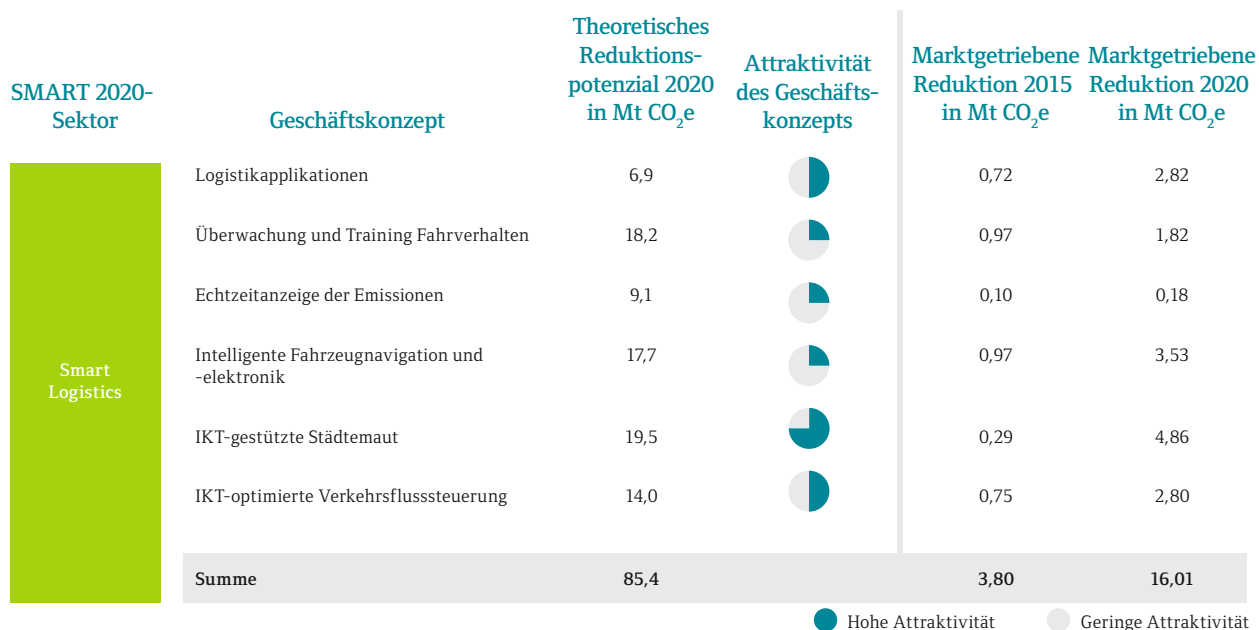
Grundsätzlich hat die Erhebung einer Maut für eine Stadt mehrere positive Effekte. Neben der Entlastung der Umwelt wird die Lebensqualität in den Innenstädten erhöht, werden Staus vermieden und wird die Parkplatzsituation verbessert, was wiederum zu einer Verringerung des Parkplatzsuchverkehrs führt. Darüber hinaus bedeutet die Maut auch erhebliche Mehreinnahmen für die Stadt.

Es gibt einige erfolgreiche Beispiele für die Einführung einer Städtetaut im Ausland. Die beiden bekanntesten sind die Citytaut in Stockholm und die „Congestion Charge“ in London.

<sup>1</sup> IBM (o. J.)

Die Citytaut in Stockholm wurde 2007 nach einem Test im Vorjahr eingeführt und hatte im Vorfeld erheblichen Widerstand aus der Bevölkerung erfahren. Die Kosten für die Einführung waren mit 193 Mio. Euro hauptsächlich aufgrund der hohen Anzahl an beteiligten Unternehmen und Entscheidungsträgern mehr als doppelt so hoch wie ursprünglich geplant. Der „Break-even“ des Projekts wird daher erst für 2011 erwartet. Das System basiert auf 18 Kontrollstellen auf Stockholms Zufahrtsstraßen, wo mit Hilfe von Lasertechnologie, Kameras und IT-Systemen die Fahrzeuge erfasst und automatisch sowie abhängig von der Tageszeit mit einer Maut belegt werden. Die Erhebung der Maut führte innerhalb des anfänglichen Untersuchungszeitraums zu einer Reduktion des Verkehrs um 25 % und zu einem deutlichen Anstieg der Nutzer des ÖPNV um ca. 40.000 Personen pro Tag, was eine Steigerung um ca. 6 % bedeutet. In der Innenstadt gingen die Belastungen durch Treibhausgase um 40 % zurück.<sup>1</sup>

Abb. 17: Übersicht identifizierter Geschäftskonzepte im Sektor Smart Logistics





<sup>1</sup> Sadler (2008)

<sup>2</sup> TfL-Transport for London (o. J.)

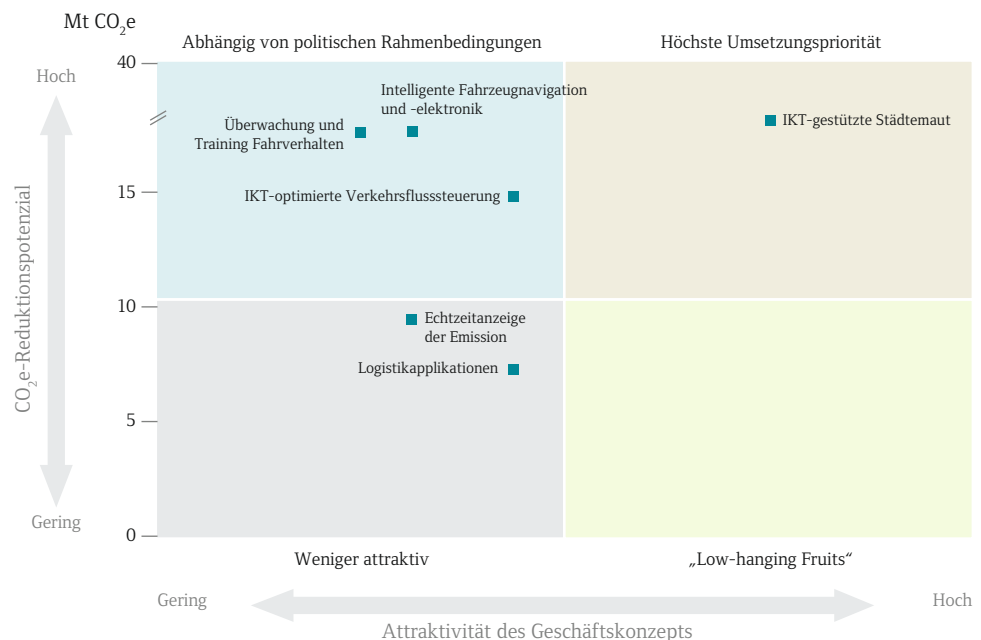
<sup>3</sup> The Bow Group (o. J.)

In London, wo die sogenannte „Congestion Charge“ 2003 in der Innenstadt eingeführt und 2007 um ein weiteres Gebiet erweitert wurde, kam es zu ähnlichen Ergebnissen. Hier konnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Stadtbereich um 20 %<sup>1</sup> und die Zahl der in das Mautgebiet einfahrenden Autos um 30 % gesenkt werden. Ein Großteil der Autofahrer ist entweder auf öffentliche Verkehrsmittel oder auf Carsharing umgestiegen.<sup>2</sup> Die Kapitalkosten bis Ende 2007 für das Mautprojekt betragen laut einem Bericht der Bow Group 265 Mio. Pfund (ca. 300 Mio. Euro); somit wurde im Jahr 2007 der „Break-even“ erreicht.<sup>3</sup> Das operative Ergebnis lag im Jahr 2006/2007 bei 123 Mio. Pfund (ca. 140 Mio. Euro). Technisch wird die Maut in London mit Hilfe von 340 Kameras umgesetzt, die jede einzelne Einfahrtsstraße in das Mautgebiet überwachen. Die Kameras senden ihre Bilder an einen Zentralcomputer, der die Nummernschilder der einfahrenden Fahrzeuge erkennt und mit einer Liste zahlender Fahrzeuge abgleicht. Falls die Maut im Vorfeld oder im Laufe des Tages nicht entrichtet wurde, wird automatisch eine Strafe verhängt. Von der Städtemaut befreit sind allerdings diejenigen Fahrzeuge, die aufgrund ihrer Motorisierung besonders

geringe oder gar keine Emissionen verursachen. Dadurch wird insbesondere der Einsatz umweltfreundlicher Fahrzeuge gefördert.

In Deutschland könnte durch die Einführung einer Citymaut in allen deutschen Städten die höchste theoretische Reduktion der Emissionen in Smart Logistics um 19,5 Mt CO<sub>2</sub>e erreicht werden. Dies ist die Größenordnung der gesamten Emissionen des IKT-Sektors im Jahr 2007! Bei der Berechnung wurden, angelehnt an die Beispiele aus London und Stockholm, eine Reduktion des Verkehrs um 25 % und ein Anstieg der Nutzung des ÖPNV um 15 % zugrunde gelegt. Für das realistische Szenario wurde davon ausgegangen, dass bis 2015 lediglich eine große deutsche Stadt – und nicht alle deutschen Großstädte – eine Maut als Pilotprojekt einführt. Dies führt zu einer CO<sub>2</sub>e-Reduktion von lediglich 0,29 Mt. Aufgrund der hohen Machbarkeit und nachgewiesenen Profitabilität der Mautprojekte kann für 2020 trotz kritischer Rahmenbedingungen sowie Bedenken beim Datenschutz sowie Widerständen seitens der Bevölkerung und von Automobilverbänden von einer ganzen Reihe von Folgeprojekten in den zwanzig größten Städten Deutschlands und damit von

Abb. 18: Einordnung der Geschäftskonzepte aus Smart Logistics nach CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial und Attraktivität des Geschäftskonzepts



Quelle: BCG-Analysen

einer Emissionsreduktion um insgesamt 4,86 Mt CO<sub>2</sub>e ausgegangen werden.

Für die IKT-Industrie birgt die Einführung einer Maut in zwanzig deutschen Städten ein erhebliches Umsatzpotenzial. Ausgehend vom Londoner Mautgebiet von ca. 38 km<sup>2</sup> müssten in Deutschland Innenstadtfächen von insgesamt ca. 144 km<sup>2</sup> durch Kameras lückenlos überwacht werden. Bei einer vergleichbaren Kostenstruktur wie im Londoner Beispiel würde sich für die IKT-Industrie ein Umsatzpotenzial im Milliardenbereich ergeben.

Weitere Geschäftskonzepte im Sektor Smart Logistics sind die folgenden: Durch **Logistikapplikationen** können bis 2020 realistisch jährlich ca. 2,8 Mt CO<sub>2</sub>e eingespart werden. Hierunter fallen Anwendungen, die durch den Einsatz von Technologien wie GPS, RFID und Mobilfunk die Lieferketten und Transportrouten in der Logistik optimieren können. Durch den Einsatz von Logistikapplikationen kann einerseits erreicht werden, dass der Auslastungsgrad von Transporten und Lagerhäusern erhöht wird und damit weniger Fahrten und Fahrzeuge eingesetzt werden müssen. Andererseits werden durch die Echtzeitinformationen auch die Schnittstellen zwischen Transportmedien optimiert, z. B. zwischen dem Lastkraftverkehr und der Schiene, wodurch mehr Transporte auf CO<sub>2</sub>-effizientere Verkehrswege verlagert werden können. Aufgrund der bereits relativ hohen Optimierung im Logistikbereich in Deutschland ist das gesamte CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial der Logistikapplikationen jedoch mit 6,9 Mt CO<sub>2</sub>e vergleichsweise gering.

Wirtschaftlich gesehen sind Logistikapplikationen mäßig interessant. Im Logistikbereich sind Flotten navigationslösungen und Software für die Optimierung der Auslastung bereits Standard. Die Entwicklung von intelligenteren Lösungen, die darüber hinausgehende Kostenein-

sparpotenziale liefern, ist aufwendig und erfordert in der Regel umfangreiche individuelle Anpassung an einzelne Kunden. Neben dem Softwarebereich dürften unerschlossene IKT-Marktpotenziale vor allem noch im Kommunikationsbereich und im Bereich der Vernetzung von Fahrzeugen mit der Logistikzentrale liegen.

Die **Überwachung und das Training von CO<sub>2</sub>-effizientem Fahrverhalten** resultieren aus der Idee, in neue oder nachträglich auch in ältere Pkws und Lkws Technologien zu integrieren, welche die Fahrweise des Fahrers auf CO<sub>2</sub>-Effizienz hin überwachen. Zusätzlich können durch computergesteuerte Trainingsprogramme gezielt Empfehlungen zur Verbesserung der Fahrweise gegeben und somit nicht nur der Benzinverbrauch, sondern auch die CO<sub>2</sub>e-Emissionen verringert werden.

Für 2015 sind Einsparungen in einer Größenordnung von 0,97 Mt CO<sub>2</sub>e anzunehmen, für 2020 der nahezu doppelte Wert von 1,82 Mt CO<sub>2</sub>e.

Die Anschaffungs- und Einbaukosten für die Fahrertrainingssysteme sind erheblich und erlauben Endkunden nur eine mittel- bis langfristige Amortisierung durch eingesparte Benzinkosten. Oft wird ein Teil der Einsparungen bereits durch Sparmodi im Auto realisiert. Einer breiten Marktdurchsetzung dürften zudem hohe Entwicklungskosten und der Aufwand für die Anpassung an die Elektronik unterschiedlicher Fahrzeugsysteme entgegenstehen. Auch die weiteren Rahmenbedingungen für durch IKT gestützte Fahrertrainingssysteme sind negativ zu bewerten. Der nachträgliche Einbau in Fahrzeuge dürfte komplex bzw. teilweise gar nicht möglich sein, zumal Autohersteller in der Regel das Interesse haben, Einbauten von Fremdherstellern in die Fahrzeuge zu verhindern. Insgesamt ist von einem relativ niedrigen Umsatzpotenzial bis 2020 auszugehen.

<sup>1</sup> BMWi (2006a)

<sup>2</sup> ScienceDaily (2008)

Dem Einbau von Instrumenten zur **Anzeige der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Echtzeit** in den Fahrzeugen liegt die Idee zugrunde, dass allein durch das permanente Transparentmachen des aktuellen CO<sub>2</sub>-Ausstoßes der Fahrer versuchen wird, seine Fahrweise anzupassen und die Emissionen zu verringern. Angesichts fehlender Erfahrungswerte aus Feldversuchen über die mögliche Höhe der Reduzierung wurde von einem Einsparpotenzial von 6,5 % ausgegangen, angelehnt an Ergebnisse aus Feldversuchen im Bereich Smart Meters, die psychologisch in gleicher Weise wirken.<sup>1</sup> Angewendet auf den Benzinverbrauch aller deutschen Kraftfahrzeuge würde dies eine erhebliche theoretische Reduktion von 9,1 Mt CO<sub>2</sub>e im Jahr 2020 bedeuten. Angesichts eher schwieriger Rahmenbedingungen ist das Umsatzpotenzial für die IKT-Branche jedoch relativ gering.

Im Vergleich dazu hat das Konzept der **intelligenten Fahrzeugnavigation und -elektronik in Pkws** sowohl ein wesentlich größeres Umsatz- als auch CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial. Ausgehend von der Tatsache, dass in Deutschland ein beachtlicher Teil des Benzinverbrauchs durch Staus oder Stockung des Verkehrsflusses verursacht wird, sollen hier durch die Verknüpfung von vernetzten, intelligenten Navigationssystemen und Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation in Zukunft Staus noch gezielter verhindert werden können.

In den Berechnungen dieser Studie zur CO<sub>2</sub>-Reduktion wurde eine vergleichsweise defensive Reduktion um 20 % aufgrund aller beschriebenen Effekte angenommen. Dies würde bei Einsatz in allen deutschen Fahrzeugen bis 2020 zu einem theoretischen Einsparpotenzial von 17,65 Mt CO<sub>2</sub>e führen. Kurzfristig, d. h. bis 2015, werden davon nur 0,97 Mt CO<sub>2</sub>e realisiert werden – vor allem aufgrund der aufwendigen Entwicklung für die intelligente Steuerungslogik und die komplexe Fahrzeugkommunikation. Längerfristig, d. h. bis 2020, kann je-

doch mit einer höheren Marktdurchdringung von ca. 20 % und damit von einer allein marktgetriebenen CO<sub>2</sub>e-Reduktion von 3,53 Mt ausgegangen werden. Einer höheren Marktpenetration stehen hohe Kosten sowohl auf Anwender- als auch auf Herstellerseite sowie fehlende Standards, mangelnde Kompatibilität einzelner bereits entwickelter Komponenten und auch rechtliche Hürden in Bezug auf Datenschutz und Haftung entgegen. Ein Großteil des im Bereich der intelligenten Fahrzeugnavigation und -elektronik erwarteten Umsatzpotenzials für IKT-Unternehmen wird daher nicht realisiert werden können.

Wie die intelligente Fahrzeugnavigation zielt auch die **IKT-optimierte Verkehrsflusssteuerung** auf die Vermeidung von Staus ab. Allerdings wird hier die notwendige Technologie nicht in die Fahrzeuge selbst integriert, sondern direkt in die Verkehrsinfrastruktur.

Forschungen an der Universität von Virginia haben ergeben, dass sich durch IKT-Lösungen für Verkehrsflusssteuerungen bis zu 10 % Kraftstoff und CO<sub>2</sub> einsparen lassen.<sup>2</sup> Dies würde, auf alle Fahrzeuge in Deutschland angewendet, zu einer Reduktion von 14 Mt CO<sub>2</sub>e im Jahr 2020 führen. Ein weiterer positiver Nebeneffekt für die Autofahrer sind kürzere und verlässlichere Fahrzeiten sowohl im Privat- als auch im Güterverkehr.

Trotz erster Projekte kann bis 2015 nur mit einer punktuellen Verbreitung in einigen Stadtgebieten und auf stark frequentierten Autobahnen gerechnet werden. Sehr hohe Kosten lassen einen weiträumigen Ausbau in den nächsten Jahren nicht vermuten. Von den potenziell 14 Mt CO<sub>2</sub>e können daher bis 2015 nur etwa 0,75 Mt tatsächlich eingespart werden.

Weiter steigendes Verkehrsaufkommen und häufigere Verkehrsbehinderungen werden jedoch den Druck erhöhen, sukzessive steuernd in den Verkehr einzugreifen. Daher kann, auch wenn

---

mit einem Widerstand der Bevölkerung gegen noch mehr Kontrolle und Geschwindigkeitsbeschränkung zu rechnen ist, bis 2020 von einer deutlich größeren Verbreitung IKT-optimierter Verkehrsflusssteuerungen und entsprechend hohen Einsparungen von etwa 2,8 Mt CO<sub>2</sub>e ausgegangen werden. Die dahinterliegenden potenziellen Umsätze für IKT-Unternehmen in den Bereichen Steuer- und Leitsysteme, Kommunikationsnetze, Wartung und Betrieb sind erheblich.

Durch die besondere Stellung des Straßenverkehrs in Deutschland ist eine Umsetzung der erwähnten Maßnahmen – vor allem derjenigen, die intelligent den Verkehr steuern oder auf diesen vermindern einwirken – von besonderer Wichtigkeit. Das Potenzial zur Reduktion von CO<sub>2</sub> ist enorm, gleichzeitig kann gezielt dem immer weiter wachsenden Verkehrsaufkommen entgegengewirkt und auch die Lebensqualität verbessert werden, z. B. durch geringere Fahrzeiten und weniger Luftverschmutzung in den Innenstädten.

*Fortsetzung auf S. 47* ▶

---

## Grußwort Siemens



Dr. Christoph Kollatz

**SIEMENS**

Die auf Nachhaltigkeit ausgerichtete unternehmerische Verantwortung ist für Siemens kein Lippenbekenntnis, sondern ein Eckpfeiler unserer Unternehmensstrategie. Als integrierter Technologiekonzern stellen wir Schlüsseltechnologien für die drängendsten Fragen unserer Zeit bereit. Wir geben Antworten auf die Megatrends Urbanisierung, demografische Entwicklung, Globalisierung und Klimawandel.

Bei der Bewältigung dieser Herausforderungen ist die Verbesserung der Energieeffizienz durch Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) ein entscheidender Schritt. Hier bietet sich einerseits ein direktes Einsparpotenzial durch innovative Technologien wie Virtualisierung, Thin Clients oder Cloud Computing. Andererseits helfen spezielle IT-Lösungen, die fossilen Ressourcen intelligent und CO<sub>2</sub>-sparend einzusetzen: in der Industrie und Energieerzeugung, bei Verkehr und Logistik oder in der Gebäudewirtschaft. Bereiche, in denen Siemens mit immer mehr „grünen“ und energieeffizienten Lösungen zu Hause ist.

Siemens zeigt beim Thema Smart Grid beispielhaft, wie IKT die Energieunternehmen darin unterstützt, den Energiebedarf und -mix durch intelligente Systeme bedarfsgenau zu ermitteln und Strom umweltschonend zu erzeugen. Richtlinien etwa zur Energieeffizienz und zum CO<sub>2</sub>-Aus-

stoß können eingehalten werden – und dies bei gleichzeitigen Kosteneinsparungen. Für den starken Emissionstreiber Gebäude stellen wir Smart-Building-Lösungen für das Energiemanagement und die Betriebsüberwachung, Klimamanagementsysteme oder Energiespar-Contracting bereit. Zur Senkung des großen Emissionsvolumens der Verkehrs- und Logistikbranche unterstützen IKT-Lösungen für Smart Logistics dabei, den Verkehrsfluss optimiert zu steuern, Fahrzeugemissionen in Echtzeit anzuzeigen oder eine Städtetaut effizient abzuwickeln.

Siemens wird allein mit energieeffizienten Technologien, Produkten und Lösungen dazu beitragen, bis 2011 weltweit 275 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> einzusparen – was dem CO<sub>2</sub>-Ausstoß von sechs Weltstädten, darunter London, New York und Tokio, entspricht.

A handwritten signature in black ink that reads "Christoph Kollatz".

Dr. Christoph Kollatz  
CEO Siemens IT Solutions and Services

---

## Grußwort SAP

SAP ist der führende Anbieter für Business-Software mit mehr als 86.000 Kunden in über 120 Ländern. SAP adressiert die Anforderungen von kleineren nach mittleren Unternehmen bis hin zu globalen Organisationen und unterstützt dabei die spezifischen Erfordernisse von über 25 verschiedenen Branchen.

SAP hat das Thema Nachhaltigkeit zu einem langfristigen strategischen Ziel erklärt und verfolgt im Umfeld Sustainability dabei eine Doppelstrategie. Zum einen positioniert sich das Unternehmen SAP als „Vorbild“, um sich selbst als Beispiel für nachhaltiges Wirtschaften zu etablieren. Eines der primären Ziele ist dabei, den eigenen Carbon-Footprint im Jahr 2020 auf das Niveau von 2000 zu verringern. Hierzu erstellt SAP auch jährlich einen eigenen Nachhaltigkeitsbericht. Der interaktive Sustainability Report 2008 wurde dabei von der Global Reporting Initiative mit dem Prädikat C ausgezeichnet ([www.sapsustainabilityreport.com](http://www.sapsustainabilityreport.com)). Zum anderen positioniert sich SAP als „Enabler“ für seine Kunden mit dem Ziel, Marktführer für Nachhaltigkeitslösungen zu werden und seinen Kunden dabei zu helfen, ihre eigenen Leistungen in diesem Bereich zu verbessern. SAP pflegt hierbei den engen Austausch mit seinen Geschäftspartnern und hat bereits zahlreiche Lösungen in diesem Umfeld im Markt etabliert.

SAP legt einen Schwerpunkt bei der Studie auf das Thema „Indirekter Beitrag der IKT zur Reduktion der CO<sub>2</sub>e-Emissionen“ (Kapitel 3) und hier besonders auf die Themen SmartGrids und SmartMetering. Auch in diesem Bereich bietet SAP bereits umfangreiche Lösungen an. SAP entwickelt jedoch nicht nur Softwarelösungen für seine Kunden der Versorgungsindustrie, sondern ist auch aktiv an der Gestaltung der künftigen SmartGrids-Infrastruktur und der sich ergebenden neuen Geschäftsprozesse beteiligt. Einige Beispiele für diese aktive Beteiligung sind:

- European Technology Platform (ETP) Smart Grids (Leitung AG „Demand & Metering“)

- Thematische Netzwerke auf EU-Ebene: ICT4SmartDG, SEESGEN-ICT (ICT for Energy Efficiency Roadmap und Empfehlungen 2020; fachliche Leitung SEESGEN-ICT)
- SmartHouse/SmartGrid (Energy Efficiency; offene Standards in ICT- und Energiesektoren; EU-Ebene-Projektleitung bei SAP-Research)
- E-energy Deutschland: Beteiligung an der Modellregion MeRegio

SAP wird möglichst weitgehend die Empfehlungen der Studie *SMART 2020 Addendum Deutschland* umsetzen und hofft auf die Bildung weiterer Allianzen unter den Beteiligten zur weiteren Zusammenarbeit.



Volker Merk,  
Geschäftsführer SAP Deutschland AG & Co. KG



Dr. Maher Chebbo  
VP, Head of EMEA Services Industries  
(Utilities, Communications, Transportation,  
Business Services)  
SAP  
Chairman of ETP SmartGrids Demand  
and Metering Group



Volker Merk



Dr. Maher Chebbo

<sup>1</sup> Bayer, W. (2004)

### Smart Grid

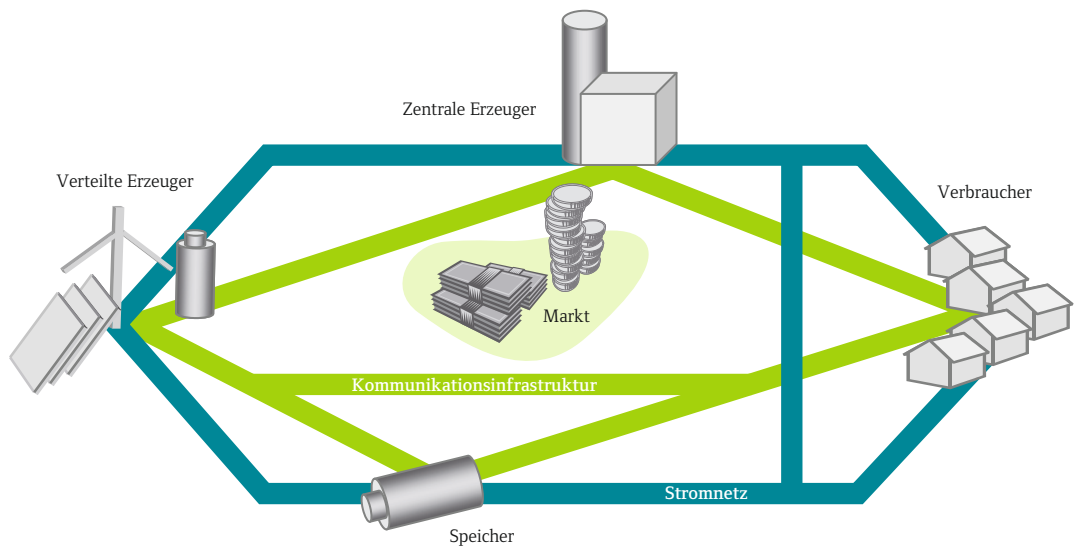
Das seit 100 Jahren technisch und konzeptionell nahezu unveränderte Stromverteilungsnetz in Deutschland muss sich im Zusammenhang mit der Liberalisierung der Strommärkte, dem Klimawandel sowie der zunehmend begrenzten Verfügbarkeit von fossilen Energieträgern neuen Herausforderungen stellen. Denn auch wenn das deutsche Stromnetz als eines der zuverlässigsten in Europa gilt, bedeuten insbesondere die Integration von fluktuierenden Erzeugungsquellen (wie z. B. Off-shore-Windenergieparks), die Zunahme des Transports großer Leistungen über weite Strecken als Folge der Liberalisierung von Strommärkten sowie die Integration der stark wachsenden dezentralen Erzeugungskapazitäten (z. B. durch Kleinkraftwerke, Blockheizkraftwerke, Solarpanels und Windkraftwerke) eine starke Zusatzbelastung für die Netze. Die somit dramatisch wachsende Komplexität des Betriebs erfordert die Integration von Informationstechnologie und bidirektionaler Datenkommunikation in die Stromnetze, um zwischen der Vielzahl von Verbrauchern, zwischen zentralen und virtuellen Erzeugern und in Zukunft auch ver-

stärkt zwischen Speichern ein Gleichgewicht herzustellen. Ein so aufgerüstetes Netz wird als „Smart Grid“ bezeichnet (vgl. Abbildung 19) und bietet gegenüber konventionellen Stromnetzen erhebliche Vorteile in Bezug auf Energieeffizienz, Transparenz, Betriebskosten und Ausfallsicherheit.

Auch die Angebotsseite wird einem Wandel unterliegen. Die steigende dezentrale Erzeugung wird auch die Erzeuger von einzuspeisenden Kleinstmengen zunehmend in Anbieter transformieren und die oben erwähnte Komplexität des Betriebs und die Anforderungen an IKT-Lösungen weiter erhöhen.

Der Stromverbrauch in Deutschland ist seit 1991 relativ konstant um insgesamt ca. 15 % angestiegen.<sup>1</sup> Die Brutto-Stromerzeugung lag 2007 bei ca. 622 TWh. Bei der Erzeugung dieser Strommenge sind ca. 388 Mt CO<sub>2</sub>e angefallen. Dies entspricht ungefähr 40 % der gesamten deutschen Treibhausgasemissionen im Jahr 2007. Die einzelnen Technologien und Geschäftskonzepte innerhalb des Sektors Smart Grid können auf verschiedene Weise dazu beitragen, den CO<sub>2</sub>e-Ausstoß zu senken:

Abb. 19: Bestandteile und Verknüpfungen in einem Smart Grid



- Durch Erhöhung der Transparenz des Stromverbrauchs und hieraus resultierende Einsparungen
- Durch Absenkung von Lastspitzen und Verschiebung des Verbrauchs auf CO<sub>2</sub>e-effizientere Erzeugung in Nebenzeiten
- Durch Verringerung des Ausgleichs- und Regelenergiebedarfs für Kohle- und Gaskraftwerke
- Durch Optimierung der Verluste bei der Netzübertragung

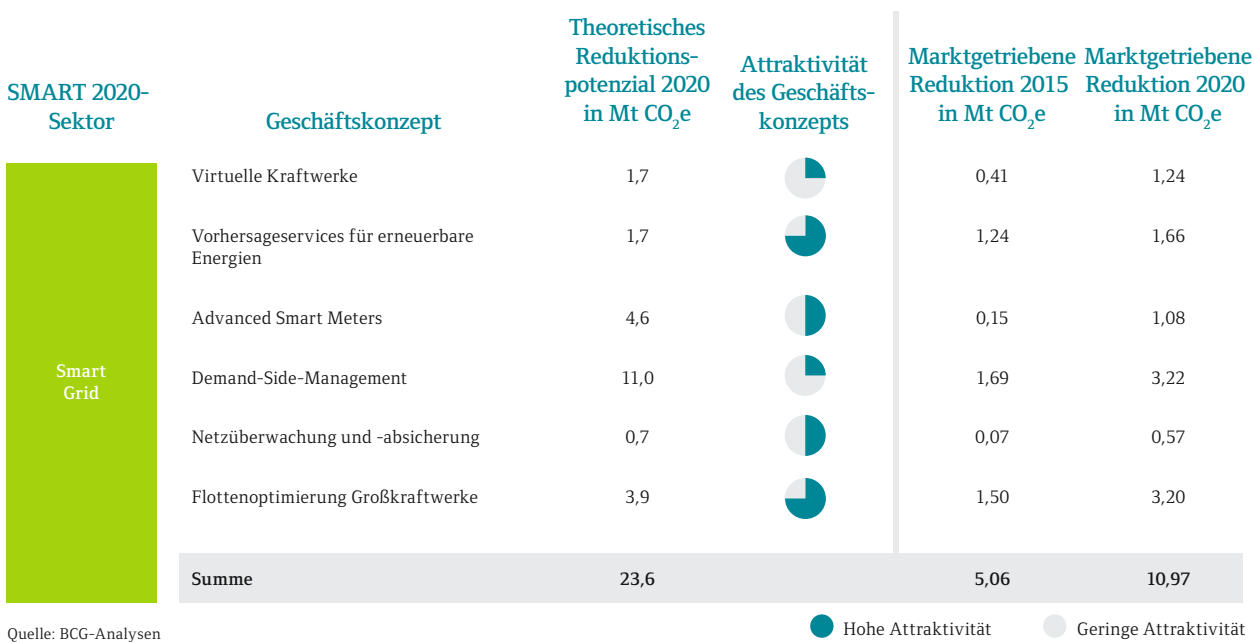
Die sechs im Folgenden unterschiedlich ausführlich analysierten Geschäftskonzepte aus dem Bereich Smart Grid können 2020 zusammengefasst theoretisch den CO<sub>2</sub>e-Ausstoß um 23,6 Mt CO<sub>2</sub>e reduzieren (vgl. Abbildung 20). Dies entspricht einer relativen Verringerung der 2020 durch den Stromverbrauch in Deutschland verursachten CO<sub>2</sub>e-Emissionen um 7 %. Hauptgrund für

diesen vergleichsweise niedrigen Wert ist, dass einige Geschäftskonzepte im Bereich Smart Grid im Wesentlichen lediglich zu einer Verschiebung des Verbrauchs in Nebenzeiten führen und nur in wenigen Fällen zu einer tatsächlichen Reduktion des Stromverbrauchs.

Insgesamt wird für den Sektor Smart Grid durch die Entwicklung am Markt allein eine Reduktion von insgesamt 5,1 Mt CO<sub>2</sub>e im Jahr 2015 bzw. 11 Mt CO<sub>2</sub>e 2020 erwartet. Das maximale Umsatzpotenzial für die IKT-Branche wird für 2020 im Bereich zwischen 2 und 4,7 Mrd. Euro angenommen.

**Advanced Smart Meters** („intelligente Stromzähler“) bilden innerhalb des Sektors Smart Grid die technische Grundlage für die Schnittstelle auf der Verbraucherseite und sind daher ein wichtiges Element für die Implementierung anderer Geschäftskonzepte wie beispielsweise Demand-Side-Management. Ein elektronischer Smart Meter ersetzt im Haushalt den klassischen mechanischen Zähler und ist mit einer Reihe von Zusatzfunktionen ausgestattet:

Abb. 20: Übersicht identifizierter Geschäftskonzepte im Sektor Smart Grid





<sup>1</sup> Darby (2006)

<sup>2</sup> BMWi (2006a)

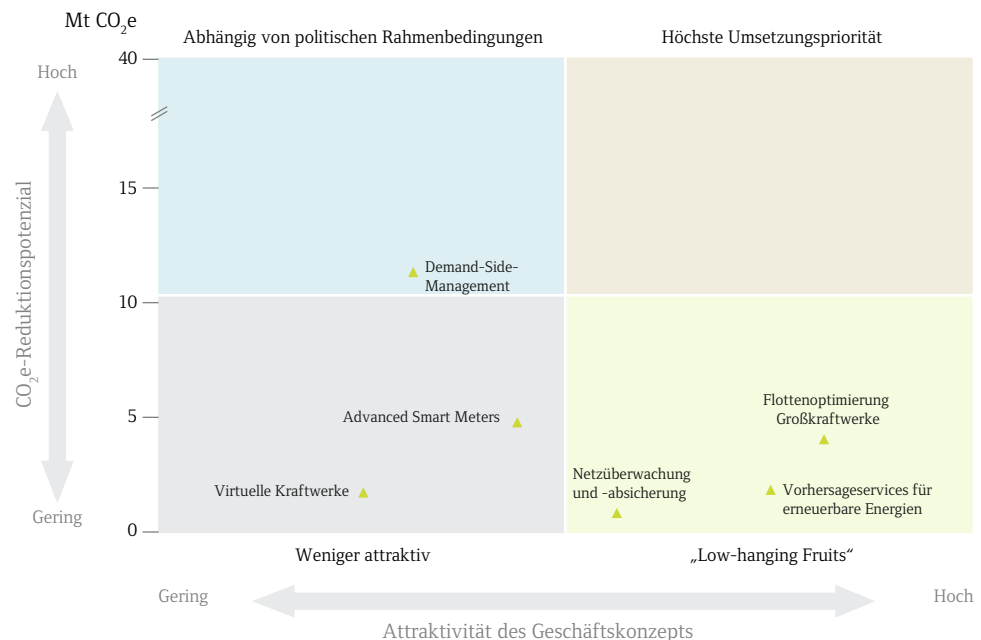
- Fernablesung des aktuellen Verbrauchs über Kommunikationsschnittstellen (z. B. Mobilfunk-Datenverbindung)
- Anzeige des aktuellen und historischen Stromverbrauchs
- Anzeige der Stromkosten in Abhängigkeit vom aktuellen Tarif
- Fernschaltung von externen Geräten (nur in Verbindung mit Demand-Side-Management)

Aus diesen Zusatzfunktionen ergeben sich eine Anzahl von Vorteilen aus Advanced Smart Meters für die Stromanbieter. Neben der Möglichkeit, schneller auf Angebot und Nachfrage am Markt reagieren zu können, sind dies die Rationalisierung bei der Ablesung der Verbrauchsdaten, die Automatisierung von Prozessen oder die Möglichkeit für Direktmarketing und Kundenbindung. Endkunden können vorwiegend dadurch profitieren,

dass ihr Stromverbrauch transparenter wird, wodurch sie ihren Verbrauch effizienter gestalten und damit Stromkosten einsparen können.

Zu diesem Einsparpotenzial liegen eine Reihe von Erfahrungen und Untersuchungen aus verschiedenen Feldversuchen vor, bei denen Einsparungen zwischen 5 % und 15 % realisiert werden konnten.<sup>1</sup> Diesen Werten liegen die Ergebnisse einer über 2,5 Jahre durchgeführten Studie in 400 Wohnungen im Jahr 2006 zugrunde. Dabei konnten durchschnittlich 6,5 % des Stromverbrauchs eingespart werden.<sup>2</sup> Rechnet man diese Zahlen auf den Verbrauch aller deutschen Privathaushalte im Jahr 2020 hoch, würde dies wiederum zu einem theoretischen Einsparpotenzial von 4,6 Mt CO<sub>2</sub>e führen. Dabei wurde in den Berechnungen berücksichtigt, dass in Deutschland ab 2010 nach dem Energiewirtschaftsgesetz Smart Meters bei Totalanlagen und Neubauten angeboten werden müssen und allein aus diesem Grund bereits etwa 10 % aller Haushalte 2020 mit Smart Meters ausgestattet sein werden.

**Abb. 21:** Einordnung der Geschäftskonzepte aus Smart Grid nach CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial und Attraktivität des Geschäftskonzepts



Quelle: BCG-Analysen

In anderen europäischen Ländern haben Smart Meters bereits eine höhere Marktdurchdringung erreicht. In der Regel ist diese Entwicklung weniger auf Initiativen der Unternehmen als auf solche des Gesetzgebers zurückzuführen. In Schweden beispielsweise wurden Smart Meters bereits verpflichtend eingeführt, und auch in Großbritannien sollen Smart Meters nach einer Entscheidung des Parlaments bis 2020 flächendeckend eingesetzt werden. In Italien sind Smart Meters bereits seit 2000 im Einsatz. Der italienische Energieversorger Enel hat mittlerweile seinen gesamten Kundestamm (ca. 30 Millionen Kunden) mit intelligenten Stromzählern ausgestattet.<sup>1</sup> Dadurch wurden Ablesekosten reduziert, Abrechnungen optimiert und der sehr verbreitete Stromdiebstahl weitestgehend eingeschränkt. Versuche, eine gesetzliche Verpflichtung auch in den Niederlanden umzusetzen, scheiterten kürzlich an Protesten von Verbraucherschutzverbänden, die auf potenzielle Verstöße gegen den Datenschutz hinwiesen.

In Deutschland gibt es zurzeit mehrere Pilotprojekte der Energieversorger, allerdings noch ohne nennenswerte Marktdurchdringung. Ein deutlicher, durch die Entwicklung am Markt geförderter Anstieg ist in naher Zukunft nicht zu erwarten, denn die Investitionskosten für die Stromkonzerne sind enorm, die Einsparpotenziale dagegen eher langfristiger Natur und die rechtlichen Rahmenbedingungen in Deutschland insbesondere im Bereich des Datenschutzes einer solchen Entwicklung auch nicht förderlich. Bis zum Jahr 2015 wird daher für Deutschland bezüglich Smart Meters mit einer Durchdringungsrate von ca. 15 % gerechnet, was eine marktgetriebene CO<sub>2</sub>e-Reduktion von 0,2 Mt CO<sub>2</sub>e bedeuten würde. Bis 2020 werden eine 30%ige Marktpenetration und eine Emissionsreduktion von 1,1 Mt CO<sub>2</sub>e erwartet. Das theoretische Umsatzpotenzial für IKT-Unternehmen ist als sehr groß einzuschätzen. Das Marktvolumen im Bereich der Smart-Meter- und Kommunikationshardware sowie im Bereich der Software für die Auswertung der Haushaltsprofile, Installationen und Services liegt im Milliardenbereich.

Das höchste theoretische Reduktionspotenzial im Bereich Smart Grid besitzt das Geschäftskonzept des **Demand-Side-Managements**, das technologisch auf dem Advanced Smart Meter basiert. Der Begriff Demand-Side-Management bezeichnet alle Maßnahmen, die geeignet sind, auf den Stromverbrauch der Endkunden so einzuwirken, dass diese den Verbrauch von der Hauptzeit in die Nebenzeit verschieben und so den Konsum in Spitzenlastzeiten reduzieren.

Man unterscheidet zwischen marktbezogenen und netzbezogenen Methoden des Demand-Side-Managements. Bei den marktbezogenen Methoden werden vom Stromanbieter zeitabhängige Stromtarife eingeführt, die sich an der Tageszeit oder dem Wochentag orientieren, oder dynamische Tarife, die auf einem Markt (z. B. Online-Marktplatz) gebildet werden. Auf die Preisgestaltung reagieren Kunden mit der Absicht zur Änderung ihres Stromkonsums. Bei den netzbezogenen Methoden kann der Stromanbieter über den Smart Meter direkt auf entsprechend ausgestattete Haushaltsgeräte zugreifen und diese bei Spitzenlastzeiten ferngesteuert abschalten. Dieses auch als „direkte Lastkontrolle“ bezeichnete Verfahren kann jedoch nur bei Geräten angewendet werden, die eine befristete Abschaltung erlauben. Dies trifft insbesondere auf Kühlschränke, Warmwasserboiler und Klimageräte zu. Eine Lastkontrolle kann auch auf Unternehmensebene erfolgen, z. B. durch Abschaltung von Kühllhäusern.

Durch diese Verschiebung kann vor allem teure Ausgleichs- und Regelenergie eingespart werden. Ein zusätzlicher Effekt besteht darin, dass es zu einer Reduktion der CO<sub>2</sub>e-Emissionen durch eine gleichmäßigere Auslastung der Kraftwerke sowie die Substitution von CO<sub>2</sub>e-intensiverer Regelenergie in Hauptlastzeiten durch einen CO<sub>2</sub>e-effizienteren Strommix in Nebenzeiten kommt. Eine vor drei Jahren durchgeführte Studie hat ergeben, dass sich ca. 72 kWh (das entspricht etwa 30 %) des monatlichen Stromkonsums pro Haushalt in Nebenzeiten verschieben lassen.<sup>2</sup> Für die weiteren Berechnungen wurde von einer um 30 % CO<sub>2</sub>e-effizienteren

<sup>1</sup> Enel (2008)

<sup>2</sup> Klobasa (2006)

Stromerzeugung in den Nebenzeiten ausgegangen. Werden diese Zahlen auf alle Haushalte und Gebäude im Bereich Gewerbe, Dienstleistungen und Handel übertragen, ergibt sich daraus ein theoretisches Einsparpotenzial von 11,0 Mt CO<sub>2</sub>e für das Jahr 2020.

Wie auch den Advanced Smart Meters steht einer stärkeren Verbreitung von Demand-Side-Management vor allem entgegen, dass dieses Geschäftskonzept sich nur langfristig rentiert und seine Attraktivität entsprechend eingeschränkt ist. Neben der flächendeckenden Installation von Advanced Smart Meters würde eine breite Anwendung auch hohe Investitionen in Marketing und Kundenaufklärung notwendig machen, da die Verbraucher dem Thema Strom immer noch nur geringes Interesse entgegenbringen, wie die vergleichsweise geringe Nachfrage nach günstigeren Stromtarifen zeigt. Die Einführung der direkten Lastkontrolle setzt zusätzlich die Verbreitung entsprechend ausgestatteter Geräte voraus. Das zusätzliche Umsatzpotenzial im Bereich Demand-Side-Management bis 2020 ist für IKT-Unternehmen vergleichsweise gering. Neben eingebetteten Systemen werden vorwiegend Web-Plattformen und Kommunikationsnetze benötigt. Das marktgetriebene Reduktionspotenzial allein liegt aufgrund der mangelnden wirtschaftlichen Attraktivität niedrig. Für 2015 kann mit einer Reduktion um 1,7 Mt CO<sub>2</sub>e gerechnet werden, für 2020 mit 3,2 Mt CO<sub>2</sub>e.

Die **Netzüberwachung und -absicherung** hat von allen betrachteten Konzepten im Sektor Smart Grid das geringste CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial. Es besteht ein theoretisches CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial von 0,7 Mt CO<sub>2</sub>e. Doch ist dieses Geschäftskonzept wirtschaftlich für die Stromerzeuger und die IKT-Branche interessant. Die sich rapide ändernden Anforderungen an die Stromnetze machen den Einsatz von immer mehr IKT-Komponenten, wie Sensoren und Steuerungssystemen, in den Netzen sowohl auf der Übertragungsebene als auch im Verteilnetzbereich unumgänglich.

Der Markt für IKT-getriebene Netzüberwachungs- und -absicherungssysteme in Deutschland hat bereits eine solide Durchdringung

erreicht, was sich in der hohen Netzqualität der deutschen Stromnetze widerspiegelt. Daher kann mit einer nennenswerten Durchsetzung von intelligenten dezentralen Systemen der nächsten Generation erst bis 2020 gerechnet werden. Die notwendigen Investitionen für Stromnetzbetreiber sind hoch, amortisieren sich aber schnell durch große Kosteneinsparungen. Daher kann für 2020 mit einer marktgetriebenen Reduktion der CO<sub>2</sub>e-Emissionen von 0,6 Mt CO<sub>2</sub>e gerechnet werden, während für 2015 zunächst nur 0,1 Mt CO<sub>2</sub>e zu erwarten sind.

**Vorhersageservices für die Einspeisung erneuerbarer Energien** sind das zweite wirtschaftlich attraktive Konzept für IKT-Unternehmen im Bereich Smart Grid. Dabei handelt es sich um Softwarelösungen, die durch eine verbesserte Wettervorhersage eine genauere Prognose darüber ermöglichen, wie viel Energie aus erneuerbaren Energiequellen (im Wesentlichen Wind, aber auch Photovoltaik) über den Tagesverlauf verteilt in das Stromnetz eingespeist wird.

Wir schätzen das theoretische CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial durch die verbesserten Vorhersageservices auf 1,7 Mt CO<sub>2</sub>e.

Wirtschaftlich gesehen wird es für IKT-Unternehmen von jeder Größe einen attraktiven Geschäftsfall in diesem Segment geben. Von einer sehr hohen Nachfrage durch regenerative und klassische Energieversorger kann aufgrund der aktuellen Energiepolitik und des zukünftigen Klimawandels ausgegangen werden. Den geschätzten, eher geringen Entwicklungskosten steht ein vergleichsweise hohes Umsatzpotenzial für IKT-Unternehmen gegenüber. Aufgrund der hohen Attraktivität des Konzepts ist jedoch von einem zunehmend intensiveren Wettbewerb auszugehen, der eine schnelle Marktdurchdringung fördern wird. Damit dürften bereits 2015 allein durch die Entwicklung auf dem Markt ca. 75 % des theoretischen CO<sub>2</sub>e-Potenzials in einer Höhe von 1,2 Mt CO<sub>2</sub>e realisiert werden, bis 2020 dann das gesamte theoretische Potenzial in Höhe von 1,7 Mt CO<sub>2</sub>e.

Das CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial von **virtuellen Kraftwerken** bewegt sich in etwa in der gleichen Größenordnung. Allerdings muss bei der ökologischen Einordnung des Geschäftskonzepts berücksichtigt werden, dass dieses eine Grundvoraussetzung für den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland ist und daher eigentlich nicht unabhängig betrachtet werden kann. Das hierdurch indirekt ermöglichte CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial liegt weit über dem direkten theoretischen Einsparpotenzial im Jahr 2020 von 1,7 Mt CO<sub>2</sub>e.

Mit Hilfe von IKT kann auch die Nutzung herkömmlicher Kraftwerkskapazitäten zur Stromerzeugung optimiert werden. Bei dieser **Flottenoptimierung in Großkraftwerken** steht vor allem die effiziente Steuerung der einzelnen Kraftwerke im Vordergrund. Diese wird durch die Definition, Messung und Auswertung steue-

rungsoptimaler Key-Performance-Indicators aus der Bündelung von in Echtzeit verfügbaren betriebsprozessbezogenen Daten und kaufmännischen Informationen ermöglicht. Sollte bei allen Stromerzeugern die IKT-gestützte Flottenoptimierung implementiert werden, kann das CO<sub>2</sub>e-Einsparpotenzial im Jahr 2020 bis zu 3,9 Mt CO<sub>2</sub>e betragen.

Da Profitabilitätssteigerungen und damit auch Emissionsreduktionen durch das Geschäftskonzept bereits nach ein bis zwei Jahren realisiert werden können, wird erwartet, dass der Großteil der Kraftwerksbetreiber dieses Geschäftskonzept bis 2020 umsetzen wird. Das daraus abgeleitete marktgetriebene Einsparpotenzial wird nach einem moderaten Anstieg im Jahr 2015 1,5 Mt CO<sub>2</sub>e und 2020 bereits 3,2 Mt CO<sub>2</sub>e erreichen, wodurch das theoretische Potenzial zu 80 % ausgeschöpft wird.

<sup>1</sup> Bio Intelligence Service (2008)

<sup>2</sup> BCG-Analysen

### Smart Motors

Ein großer Teil des Stromverbrauchs in Deutschland wird für den Antrieb von Maschinen in Industrieanlagen verwendet, ohne dass dies von den Konsumenten wahrgenommen wird. Dabei setzen Motoren, Pumpen und Kompressoren die mechanischen Prozesse in Gang, die zur industriellen Produktion und Weiterverarbeitung von Gütern aller Art tagtäglich benötigt werden. Der Sektor „Smart Motors“ umfasst alle Lösungen, die im Bereich der industriellen Produktion durch den Einsatz von IKT zu einer höheren Effizienz führen und damit nicht nur den Energieverbrauch, sondern in der Regel auch den Einsatz weiterer wertvoller Ressourcen senken können.

Das Potenzial im Bereich Smart Motors in Deutschland ist groß: Von den insgesamt 622 TWh Bruttostromverbrauch im Jahr 2007 entfiel ca. ein Viertel (165 TWh) auf in der Industrie eingesetzte Motoren und Pumpen.<sup>1</sup> Deren Anzahl wird auf mehr als 15 Millionen geschätzt.<sup>2</sup> Effizienzsteigerungen können hier vor allem durch eine bessere Ansteuerung der Motoren erzielt werden. Weitere ca. 15 % des Bruttostromverbrauchs in Deutschland entstehen durch andere Industrieprozesse, z. B. durch Erhitzung oder Kühlung. Hier können weitere Prozessoptimierungen den notwendigen Energieeinsatz zukünftig erheblich absenken.

Das theoretische Einsparpotenzial für den Bereich Smart Motors wurde für 2020 mit insgesamt ca. 42 TWh pro Jahr berechnet, was eine CO<sub>2</sub>e-Reduktion von 26,4 Mt CO<sub>2</sub>e bedeuten würde. Für die Berechnung wurden aufgrund der komplexen Thematik drei umfassend definierte Geschäftskonzepte genauer analysiert: die Frequenzumrichterantriebe, die industrielle Systemautomatisierung und die Betriebsoptimierung von Kraftwerken (vgl. Abbildung 22).

Diese Bereiche sind wirtschaftlich für IKT-Unternehmen hochinteressant, wenn auch Teile des Umsatzpotenzials bereits erschlossen wurden, da die entsprechenden Produkte und Services im Sektor Smart Motors teilweise schon seit mehr als einem Jahrzehnt marktreif sind. Studien belegen jedoch, dass mit einer weiteren hohen Nachfrage sowie intensiven Weiterentwicklungen aufseiten der Anbieter zu rechnen ist. Das maximale Umsatzpotenzial für den IKT-Bereich beträgt daher für 2020 ca. 3,5 bis 5,2 Mrd. Euro. Deshalb kann bereits mit einer relativ hohen Marktdurchdringung bis 2015, mit einem marktgetriebenen CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial von etwa 10,2 Mt CO<sub>2</sub>e pro Jahr und bis 2020 sogar von 23 Mt CO<sub>2</sub>e gerechnet werden (vgl. Abbildung 22).

**Frequenzumrichterantriebe** bestehen aus dem eigentlichen Motor und einem Frequenzumrichter. Dieser ermöglicht es, mit einem sehr ho-

Abb. 22: Übersicht identifizierter Geschäftskonzepte im Sektor Smart Motors

SMART 2020-Sektor	Geschäftskonzept	Theoretisches Reduktionspotenzial 2020 in Mt CO <sub>2</sub> e	Attraktivität des Geschäftskonzepts	Marktgetriebene Reduktion 2015 in Mt CO <sub>2</sub> e	Marktgetriebene Reduktion 2020 in Mt CO <sub>2</sub> e
Smart Motors	Frequenzumrichterantrieb	15,1		5,19	13,17
	Industrielle Systemautomatisierung	5,6		2,80	5,61
	Betriebsoptimierung Kraftwerke	5,7		2,20	4,20
	<b>Summe</b>	<b>26,4</b>		<b>10,19</b>	<b>22,98</b>

Quelle: BCG-Analysen

Hohe Attraktivität Geringe Attraktivität

hen Wirkungsgrad die Drehzahl von Wechselstrommotoren zu variieren, die ansonsten durch die Wicklung und die Netzfrequenz festgelegt ist. Durch das Herunterfahren der Drehzahl in Situationen, in denen nur eine geringere Leistung erforderlich ist, können durchschnittlich ca. 40 % des Strombedarfs für den Antrieb eingespart werden. Frequenzrichter umfassen eine Hardware- und eine Softwarekomponente. Die Hardwarekomponente ist die Energieschiene, über die der Motor mit dem Stromnetz verbunden ist und mit Energie versorgt wird. Die Software übernimmt alle Steuer-, Regel- und Kommunikationsaufgaben mit dem Motorenumfeld. Das Haupteinsatzgebiet für Frequenzrichterantriebe liegt im Pumpen- und Lüfterbereich, in dem in der Regel ein Einsatz mit variabler Drehzahl, die z. B. von der Temperatur oder der Auslastung abhängig ist, erfolgen kann. Für die vorliegenden Berechnungen wurde angenommen, dass sich 50 % aller Motoren durch Fre-

quenzrichterantriebe ersetzen lassen. Damit würde sich ein theoretisches Reduktionspotenzial von 15,1 Mt CO<sub>2</sub>e für Deutschland ergeben. Berücksichtigt wurde bereits die heutige Marktdurchdringung von ca. 12 %.<sup>1</sup>

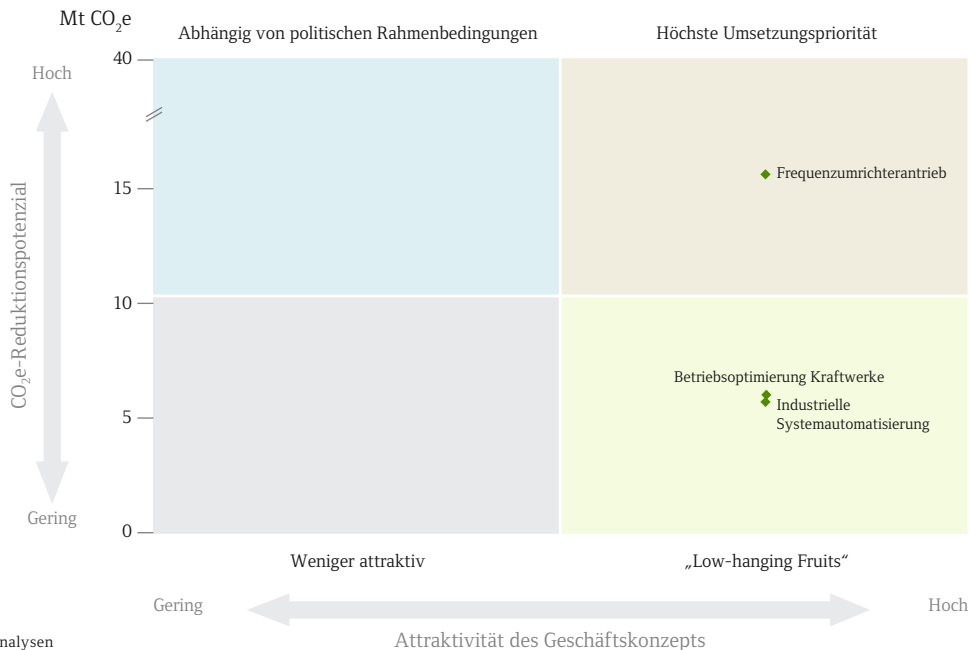
Trotz der erheblichen Einsparpotenziale wird der Anteil von Frequenzrichterantrieben bei Neuinvestitionen auf nur etwa 25 % geschätzt.<sup>2</sup> Dies liegt unter anderem am hohen OEM<sup>3</sup>-Anteil im Motorenmarkt, der daher sehr preisgetrieben ist. Allerdings lässt sich in den letzten Jahren ein klar ansteigender Trend bei der Nachfrage nach Frequenzrichterantrieben beobachten, da sich Mehrkosten im Betrieb in vielen Fällen oft bereits auf Jahresbasis amortisieren. Aufgrund langer Reinvestitionszyklen kann aber auch für 2020 noch nicht von einer vollständigen Substitution aller theoretisch ersetzbaren Motoren durch Frequenzrichterantriebe ausgegangen werden. Marktgetrieben wird es 2015 zu einer CO<sub>2</sub>e-Re-

<sup>1</sup> Bio Intelligence Service (2008)

<sup>2</sup> Energy 2.0 (2009)

<sup>3</sup> Original Equipment Manufacturer

Abb. 23: Einordnung der Geschäftskonzepte aus Smart Motors nach CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial und Attraktivität des Geschäftskonzepts



<sup>1</sup> Leppert (2009)

duktion von ca. 5,2 Mt CO<sub>2</sub>e kommen, 2020 von 13,2 Mt CO<sub>2</sub>e. Das Umsatzpotenzial für IKT-Unternehmen ist vor allem im Bereich der Software sehr hoch, da die Hardwareentwicklung bereits weitgehend abgeschlossen ist. Ein nennenswertes Marktvolumen werden vor allem eingebettete Systeme, Steuerungssoftware und Softwarewerkzeuge für Konstruktion und Inbetriebnahme erreichen.

Ein weiteres Geschäftskonzept im Sektor Smart Motors stellt die **industrielle Systemautomatisierung** dar. Diese umfasst alle Maßnahmen und Geschäftsfelder zur durch IKT veranlassten Optimierung und Automatisierung von Prozessen in der Industrie. Das Einsparpotenzial des gesamten Bereichs der industriellen Systemautomation wurde auf 15 % taxiert, was 2020 theoretisch zu einer CO<sub>2</sub>e-Reduktion von 5,6 Mt CO<sub>2</sub>e führen würde.

Das Umsatzpotenzial für IKT-Unternehmen bis 2020 ist sehr groß. Beinahe zweistellige Wachstumsraten von 9,7 % (2008) bei Prozessleitsystemen selbst in den gegenwärtig schwierigen wirtschaftlichen Zeiten dokumentieren das Interesse von Unternehmen an diesen Lösungen. Ein wesentlicher Grund dafür sind die hohen Einsparmöglichkeiten durch verringerten Ressourceneinsatz (Material und Personal). Laut einer aktuellen Studie der ARC Advisory Group entfallen ca. 20 % der Umsätze für Prozessleitsysteme auf Software, 30 % auf Hardware und ca. 50 % auf Service und Wartung.<sup>1</sup>

Einer schnelleren Marktdurchdringung stehen vor allem Ausfallkosten für die notwendige vorübergehende Stilllegung der Anlagen bei einer Modernisierung entgegen. Aufgrund der soliden Geschäftsattraktivität im Bereich der industriellen Systemautomation ist aber davon auszugehen, dass bis 2020 allein durch die Marktentwicklung das angenommene Reduktionspotenzial von 15 % vollständig ausgeschöpft werden wird und damit 5,2 Mt CO<sub>2</sub>e eingespart werden können. Bis 2015 wird eine etwa halb so hohe Einsparung – 2,8 Mt CO<sub>2</sub>e – angenommen.

Die **Betriebsoptimierung von Kraftwerken** mittels IKT-Systemen wurde als drittes Geschäftskonzept im Bereich Smart Motors identifiziert. Diese wirkt ausschließlich auf den Bereich des Kraftwerksbetriebs und ist damit nicht im zuvor dargestellten Geschäftskonzept enthalten.

Die aus diesem Geschäftskonzept resultierenden Effizienzsteigerungen können z. B. durch den optimierten Umgang mit eingesetzten Brennstoffen zu Treibhausgasreduktionen um bis zu 5,7 Mt CO<sub>2</sub>e führen.

Für IKT-Anbieter stellt sich die Betriebsoptimierung als attraktives Geschäftskonzept heraus. Schnelle Amortisationszeiten und auch kontinuierliche Effizienzsteigerungen gleichen mögliche Investitionsbarrieren der Stromerzeuger aus. Die Anbieter dieser Lösungen müssen zwar zunächst hohe Investitionen tätigen, diesen steht allerdings die Möglichkeit einer langfristigen Kundenbindung und damit stetiger Umsatzströme positiv gegenüber. Somit ergibt sich für beide Seiten ein attraktiver Investment-Case und für die IKT-Anbieter zudem ein beachtliches Umsatzpotenzial.

Insgesamt werden beinahe alle neu gebauten Kraftwerke bis 2020 einen Fokus auf die Betriebsoptimierung legen. Für die bestehenden Kraftwerkskapazitäten wird eine vollständige Umrüstung bis 2020 nicht zu realisieren sein. Expertengespräche ergaben eine realistische Durchdringung von 40 % der bestehenden Kraftwerkskapazität. Insgesamt können somit marktgetrieben 2,2 Mt CO<sub>2</sub>e im Jahr 2015 und 4,2 Mt CO<sub>2</sub>e im Jahr 2020 eingespart werden.

Der gesamte Bereich Smart Motors ist für spezialisierte IKT-Unternehmen hochinteressant und bietet auch mittelständischen Unternehmen großes Potenzial, vor allem im Bereich eingebettete Systeme, Service und Implementierung. Die hohe wirtschaftliche Attraktivität aufgrund der Einsparpotenziale beim Ressourceneinsatz wird automatisch auch zu entsprechenden Reduktionen bei den CO<sub>2</sub>e-Emissionen führen. Zusätzliche spezifische Impulse oder Anreize seitens der Politik sind dafür derzeit wohl nicht zwingend notwendig.

## Grußwort Deutsche Telekom

# Unser Angebot für eine nachhaltige Wirtschaft in Deutschland

Die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse zeigen, dass der Klimawandel schneller voranschreitet, als noch vor wenigen Jahren vorausgesagt wurde. Die Erwärmung bedroht unsere Lebensgrundlagen.

Mit unserer Technologie, unseren Produkten und Dienstleistungen können wir signifikant zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen. Klimaschutz und Förderung einer CO<sub>2</sub>-neutralen Gesellschaft stehen daher im Zentrum der Corporate Responsibility-Strategie der Deutschen Telekom.

Was möglich ist, zeigt die vorliegende Studie *SMART 2020 Addendum Deutschland*. Im Anschluss an die globale Studie *SMART 2020* benennen und quantifizieren wir – gemeinsam mit unseren Partnern – für Deutschland die ganz konkreten Potenziale zur CO<sub>2</sub>-Reduktion durch Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT). Nach aktuellen Berechnungen werden bei „Business as usual“ die Emissionen im Jahre 2020 gegenüber heute um etwa 13 % verringert. Wenn wir jedoch IKT in fast allen Branchen einsetzen, ist eine Reduktion bis zum Dreifachen möglich. Zugleich entsteht ein Geschäftsvolumen für umweltschonende IKT-Lösungen von etwa 84 Milliarden Euro.

So können Audio- und Videokonferenzen viele Geschäftsreisen ersetzen. Eine intelligente Steuerung des Verkehrs macht Mobilität viel effizienter. Das intelligente Netz erlaubt die Verwendung von kleineren Computern, die Rechen- und Speicherkapazität aus dem Netz nutzen. Das ver-

einfacht die Büroausstattung und hilft, den Energieverbrauch zu reduzieren – Einsparungen von bis zu 52 % sind möglich. Mit den neuen Netzen entstehen gleichzeitig große Beschäftigungspotenziale. Allein durch den Aufbau zukunftsweisender Breitbandnetze in Deutschland erwarten seriöse Studien bis 2020 rund 1 Million neuer Arbeitsplätze über sämtliche Branchen hinweg.

Ich bin überzeugt, dass alle Unternehmen unserer Branche wichtige Verbündete im Kampf gegen die globale Erwärmung sind. Wirtschaft und Politik müssen ihre Kräfte noch intensiver als bisher bündeln. Der 4. IT-Gipfel ist hierfür genau die geeignete Plattform. Wir bringen die vorliegende Studie daher gern dort ein.

Ich wünsche mir, dass diese Studie neue Impulse für konkrete Maßnahmen zur weiteren CO<sub>2</sub>-Reduktion, für klimafreundliches Wachstum und eine weitere Verbesserung unserer Lebensqualität gibt.



René Obermann  
Vorstandsvorsitzender  
Deutsche Telekom AG



René Obermann





<sup>1</sup> Internetworld Business (2008)

## Dematerialisierung

Schon Mitte der Neunzigerjahre forderte Nicholas Negroponte vom renommierten Massachusetts Institute of Technology (MIT), künftig müsse mehr über „bits instead of atoms“ nachgedacht werden. Gegenwärtig wird dieses Paradigma vielfach unter dem Begriff „Dematerialisierung“ aufgegriffen. Unter „Dematerialisierung“ wird in dieser Studie die Substitution von CO<sub>2</sub>e-intensiven durch weniger CO<sub>2</sub>e-intensive Anwendungen verstanden. Diese Substitution kann durch den Einsatz von IKT-Anwendungen forciert werden. So können Produkte, die veralten, wie z. B. Bücher, ausschließlich in digitaler Form produziert werden.

Durch die Verschiebung von Produkten in die virtuelle Welt steigen insbesondere die Anforderungen an den Datentransfer. Eine wichtige Voraussetzung für Dematerialisierung ist daher eine großflächige Internetdurchdringung mit hoher Bandbreite im Bereich von etwa 60 bis 100 Mbit für Downstream und mindestens 10 Mbit für Upstream (z. B. über FTTx).

Deutschland nimmt bezogen auf die Durchdringung des Marktes mit leistungsfähigen Bandbreiten in Europa eine führende Rolle mit ca. 41 Millionen Nutzern (63 % der potenziellen Nut-

zer) mit einer typischen Bandbreite von 20 Mbit ein. Lediglich Großbritannien kann mit 44 Millionen Nutzern (72 % der potenziellen Nutzer) mehr Nutzer bei gleicher Bandbreite aufweisen.<sup>1</sup> Um jedoch das volle ökonomische Potenzial von Dematerialisierung zu realisieren, sind zukünftig eine noch größere Durchdringung und höhere Bandbreiten notwendig.

Unter dieser Voraussetzung wurden sechs Geschäftskonzepte ermittelt und bewertet. Diese analysierten Geschäftskonzepte können zusammen 2020 zu einer Emissionsreduktion von ca. 16 Mt CO<sub>2</sub>e beitragen. Das sind rund 2 % der gesamten Treibhausgasemissionen im Jahr 2020 gemäß dem oben skizzierten BAU-Szenario (vgl. Abbildung 24).

Das realistische Einsparpotenzial hingegen ist weit niedriger: Es liegt bei ca. 1,5 Mt CO<sub>2</sub>e im Jahr 2015 und ca. 5,2 Mt CO<sub>2</sub>e 2020. Dieses Einsparpotenzial bezieht sich lediglich auf die analysierten Geschäftskonzepte und umfasst keine darüber hinaus möglichen Dematerialisierungen.

Die Einordnung der Geschäftskonzepte in die oben definierte Priorisierungsmatrix (vgl. Abbildung 25) klassifiziert den Großteil der Konzepte als sogenannte „Low-hanging Fruits“ und

Abb. 24: Übersicht identifizierter Geschäftskonzepte im Sektor Dematerialisierung

SMART 2020-Sektor	Geschäftskonzept	Theoretisches Reduktionspotenzial 2020 in Mt CO <sub>2</sub> e	Attraktivität des Geschäftskonzepts	Marktgetriebene Reduktion 2015 in Mt CO <sub>2</sub> e	Marktgetriebene Reduktion 2020 in Mt CO <sub>2</sub> e
Dematerialisierung	Telearbeit	4,00		0,40	1,20
	Virtual Conferencing	7,60		0,76	2,28
	E-Media	0,09		0,07	0,08
	E-Dokument	0,04		0,01	0,01
	E-Invoice	0,04		0,02	0,03
	E-Paper	4,50		0,27	1,58
	<b>Summe</b>		<b>16,27</b>		<b>1,53</b>

Quelle: BCG-Analysen

Hohe Attraktivität Geringe Attraktivität

unterstreicht damit einerseits das verhältnismäßig geringe CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial, andererseits aber auch die hohe unternehmerische Attraktivität der einzelnen Konzepte, die ausschließlich für den IKT-Bereich insgesamt ein theoretisches Umsatzpotenzial im Jahr 2020 von ca. 11 bis 12 Mrd. Euro aufweisen.

Als zwei der attraktivsten Geschäftskonzepte im Sektor Dematerialisierung wurden **Virtual Conferencing** und **Telearbeit** identifiziert. **Virtual Conferencing** ermöglicht Konferenzen mit Teilnehmern an unterschiedlichen Orten. Dabei verfügen die Konferenzräume der jeweiligen Standorte über audiovisuelle Telekommunikationsgeräte, mit denen die Kommunikation zwischen den Teilnehmern erfolgt. Im Rahmen dieser Studie werden als Virtual Conferencing sowohl Videokonferenzen als auch Telepresence-Lösungen bezeichnet. Bei Letzteren handelt es sich um Videokonferenzen mit der neuesten Technologie, bei der die Beteiligten Augenkontakt haben und zudem in Originalgröße auf den Bildschirmen dargestellt werden.

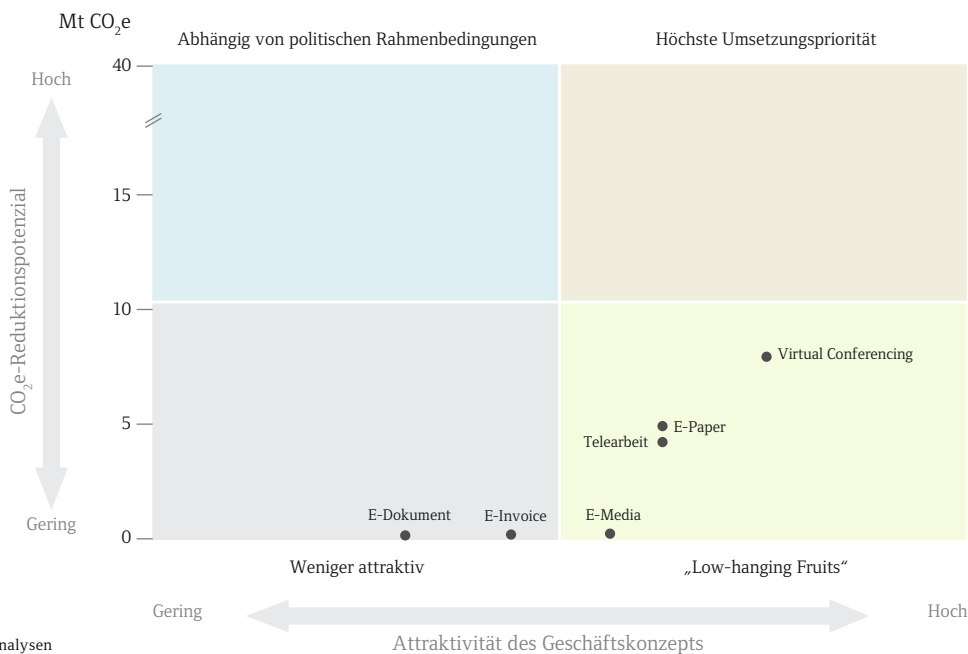
Mit einer großflächigen Durchdringung von Virtual Conferencing in Unternehmen kann ein Großteil der Geschäftsreisen vermieden werden. Diese Reduktion führt zu einer direkten Verringerung der durch den Personenverkehr in Deutschland verursachten Emissionen. Dabei können theoretisch bis zu 7,6 Mt der CO<sub>2</sub>e-Emissionen reduziert werden; das sind ca. 1 % der gesamten Emissionen in Deutschland.

Dieser hohe Wert überrascht kaum angesichts der Tatsache, dass etwa 15 % aller Personenverkehrsemissionen in Deutschland durch Geschäftsreisen verursacht werden.<sup>1</sup> 2020 entspricht dies ca. 164 Mrd. Personenkilometern (Pkm), von denen theoretisch ca. 50 % durch Virtual Conferencing reduziert werden können.

Die grundsätzliche Attraktivität von Virtual Conferencing hinsichtlich des CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzials gilt auch für die ökonomische Attraktivität des Geschäftskonzepts. So müssen Endkunden zwar hohe Investitionen für die Ausstattung tätigen, können aber dafür relativ schnell Zeit und Reisekosten einsparen. Durch bereits am

<sup>1</sup> Eurostat (2007)

Abb. 25: Einordnung der Geschäftskonzepte aus Dematerialisierung nach CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial und Attraktivität des Geschäftskonzepts



<sup>1</sup> Eurostat (2007)

<sup>2</sup> Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (2006)

<sup>3</sup> BITKOM (2009a)

<sup>4</sup> Bio Intelligence Service (2008)

Markt vorhandene Technologien beschränken sich. Eine Verbesserung der Sprach- und Bildqualität und damit mehr Realitätsnähe des Virtual Conferencing ist grundsätzlich technisch umsetzbar. Auch die Einrichtung von virtuellen Konferenzräumen benötigt keine weiteren Entwicklungen oder besondere technische Voraussetzungen neben einem Internetanschluss. Eine großflächige und kostenintensive Implementierung von Virtual Conferencing in Unternehmen birgt zudem ein enormes Umsatzpotenzial für die IKT-Branche.

Allerdings sind Reisegewohnheiten oftmals nur schwer abzulegen, sodass Rahmenbedingungen und Anreize für eine höhere Akzeptanz geschaffen werden müssen. Gegebenenfalls kann, unterstützt durch gesetzliche Regelungen, ein Umdenken im Sinne von umweltbewussten Meeting-Kulturen angestoßen werden. Bleiben gesetzliche Impulse aus, wird erwartet, dass höchstens 15 % der Geschäftsreisen durch Virtual Conferencing reduziert werden können und damit nur ein Einsparpotenzial von ca. 2,3 Mt CO<sub>2</sub>e realisiert werden kann.

Das vielversprechendste Geschäftskonzept zur Treibhausgasreduktion im Bereich Dematerialisierung ist die **Telearbeit**. Sie allein kann einen Beitrag von 4 Mt CO<sub>2</sub>e zur Emissionsreduktion leisten. Durch Kombination mit anderen Geschäftskonzepten kann dieses Potenzial noch deutlich gesteigert werden. Diese Kombination von Geschäftskonzepten wird weiter unten erläutert.

Unter Telearbeit versteht man gemeinhin die Verrichtung der individuellen Arbeit zumindest teilweise außerhalb der Gebäude des Arbeitgebers. Hier wird ausschließlich die von zu Hause aus ausgeübte Arbeit (partielle und reine Telearbeit) betrachtet.

Die hohen Emissionseinsparungen entstehen hauptsächlich durch die Reduktion des Pendlerverkehrs. Laut Eurostat entfallen ca. 20 % des Personenverkehrs in Deutschland auf Fahrten vom und zum Arbeitsplatz.<sup>1</sup> 2020 entspricht dies etwa 220 Mrd. Pkm oder ca. 2 % der gesamten Emissionen in Deutschland. Nach Untersuchungen der empitz GmbH sind ca. 2,5 Mio. Arbeitsplätze in Deutschland grundsätzlich für Telearbeit geeig-

net.<sup>2</sup> Dies entspricht etwa 15 % des Pendlerverkehrs. Durch den wachsenden Anteil an Berufen im Dienstleistungsbereich (Knowledge-Worker) und die zunehmende Durchdringung von IKT-Anwendungen wird für 2020 von ca. 3,5 Mio. für Telearbeit geeigneten Arbeitsplätzen ausgegangen. Da laut einer BITKOM-Studie sich 41 % der befragten Haushalte wünschen, an einigen Tagen in der Woche von zu Hause zu arbeiten,<sup>3</sup> ist dies eine eher defensive Annahme.

Mit einer vollständigen Umsetzung der Telearbeit können somit 4 Mt CO<sub>2</sub>e reduziert werden. Dies entspricht ca. 2,5 % der Verkehrsemissionen. Von einem ähnlichen Niveau geht auch die für die EU erstellte Studie des Bio Intelligence Service<sup>4</sup> aus.

Zur Erledigung der Arbeit und Übermittlung der Arbeitsergebnisse von zu Hause aus werden Telekommunikationsgeräte benötigt. Der Arbeitnehmer braucht in der Regel spezifischen Zugang zu den Anwendungen und Kommunikationsmitteln innerhalb des Unternehmens. Dazu gehören z. B. E-Mail, Intranet, die eigene Telefonnummer, Voice-Mail, Konferenz- und Kollaborationsfunktionen sowie unternehmensspezifische Anwendungen. Der Arbeitgeber muss hierfür einen sicheren Zugang zu den Unternehmenssystemen einrichten und zur Verfügung stellen. Um diesen Zugang effizient zu nutzen, benötigt der Arbeitnehmer Hochgeschwindigkeitsinternet und kann dadurch, z. B. mittels IP-Telefonie, die Telefonkosten reduzieren.

Stellt der Arbeitgeber die benötigten Geräte für die Telearbeiter bereit, ergibt sich ein sehr interessantes Geschäftskonzept für die Arbeitnehmer. Entsprechend weniger attraktiv wird es für die Telearbeiter, Geräte und Anschlüsse selbst zu erwerben und zu warten. Aus Sicht der Anbieter von Telearbeitsinfrastruktur ist das Geschäftskonzept der Telearbeit äußerst attraktiv, da die benötigten Technologien bereits vorhanden sind. Weitere Produktbündelungen, wie z. B. Monitore mit integrierter Webcam, Touchscreen, Lautsprecher und Mikrofon, sind zur Kostensenkung für Telearbeiter denkbar.

Die technische Machbarkeit von Telearbeit ist größtenteils bereits gegeben. So bestehen schon vielfältige Produkte am Markt, deren einfache Funktionsweise durch Plug & Play sichergestellt wird. Lediglich die Verbreitung des Breitbandnetzes in ländlicheren Gebieten muss erhöht werden, damit gerade Arbeitnehmer mit einem tendenziell hohen Pendelvolumen Telearbeit nutzen können.

Telearbeit hat durch die benötigten Geräte und sicheren Verbindungen zwischen Unternehmen und Arbeitnehmern einen sehr hohen Bedarf an IKT pro Telearbeiter. Die Anzahl an potenziellen Telearbeitern – ca. 9 % der Erwerbstätigen in Deutschland – verspricht zudem ein hohes Marktpotenzial.

Die Gründe, weshalb sich Telearbeit bisher noch nicht flächendeckend in Deutschland durchgesetzt hat, sind unter anderem:<sup>1</sup>

- Angst vor Konflikten und einer Doppelbelastung durch Familie und Beruf
- Mehrarbeit ohne finanziellen oder Freizeitausgleich
- Eingeschränkte Kontakte zu Kollegen
- Erschwerte Betreuung durch die betriebliche Interessenvertretung
- Eingeschränkte Aufstiegsmöglichkeiten
- Unsicherheit hinsichtlich Datenschutz, Versicherung und Haftungsfragen
- Außenwirkung im sozialen Umfeld. So könnte der Aufenthalt zu Hause von den Nachbarn als Anzeichen für Arbeitslosigkeit gedeutet werden.

Maßnahmen zur Überwindung der bestehenden Unsicherheiten sowie zur Pflege der beruflichen

und privaten sozialen Netzwerke müssen entwickelt werden. Nur dann kann das Geschäftskonzept der Telearbeit sein volles Potenzial entfalten. Gerade diese Aspekte sind durch gesetzliche Rahmenbedingungen oder proaktiv durch Unternehmen zu beeinflussen.

Solange diese Rahmenbedingungen nicht gegeben sind, wird davon ausgegangen, dass nur 30 % der für Telearbeit geeigneten Arbeitsplätze in Anspruch genommen werden, was zu einer realistischen Reduktion von ca. 1,2 Mt CO<sub>2</sub>e führt.

Beispiele aus der Praxis belegen jedoch das grundsätzliche Erfolgspotenzial von Telearbeit. Erste Stufen der Telearbeit sind bereits vor allem von IKT-Unternehmen implementiert worden. So bietet ein IT-Unternehmen ca. einem Drittel seiner Angestellten die Möglichkeit, teilweise von zu Hause zu arbeiten. Bei einem anderen sind es 24.000 Mitarbeiter, die an ein bis zwei Werktagen außerhalb des Büros arbeiten.<sup>2</sup>

Ergänzend zum isolierten Geschäftskonzept Telearbeit sind größere Emissionsreduktionspotenziale durch die zusätzliche Nutzung von E-Dokumenten und virtuellen Konferenzen bei der Telearbeit zu erreichen. Heimarbeiter verzichten auf das Ausdrucken und Abheften von E-Mails und nutzen relevante Dokumente im unternehmensinternen Dokumentenmanagementsystem. Anstelle von Geschäftsreisen nehmen Telearbeiter von ihrem Schreibtisch aus via Headset und Webcam an Konferenzen teil und reduzieren so Emissionen durch Geschäftsreisen. Bei einer reinen Telearbeit können außerdem Unternehmen ihre Standorte an den reduzierten Raumbedarf anpassen und dadurch Emissionen aus Heizungs- und Stromverbrauch reduzieren.

Im Vergleich zu Virtual Conferencing und Telearbeit fällt das Reduktionspotenzial der anderen Geschäftskonzepte im Sektor Dematerialisierung überwiegend geringer aus: Mit einem theoretischen Reduktionspotenzial von ca. 0,04 Mt CO<sub>2</sub>e wurden die **E-Dokumente** identifiziert. Un-

<sup>1</sup> Arbeitnehmerkammer Bremen (o. J.)

<sup>2</sup> Siemens (2009)

<sup>1</sup> Carnegie (2009)

<sup>2</sup> Carnegie (2009)

<sup>3</sup> Frankfurter Buchmesse (2009)

ter diesen Begriff fallen die Digitalisierung von bisher papierbasierter Archivierung und Verwaltung von Geschäftsvorfällen und Kundendaten sowie die Sicherung von historischen Dokumenten.

Auch die geschäftliche Attraktivität von E-Dokumenten wird als gering bewertet. Ausschlaggebend hierfür sind zunächst die damit verbundenen Investitionen für Unternehmen, zweitens die geringe Marktgröße aufgrund bereits etablierter und implementierter Lösungen und zum Dritten eine geringe Akzeptanz bei den Anwendern. Insgesamt führt diese Bewertung der Attraktivität zu einer geringen Marktdurchsetzung in der Breite der Unternehmen, wodurch das realistische Reduktionspotenzial im Jahr 2020 auf ca. 30 % des theoretischen fällt.

Das Geschäftskonzept **E-Invoice** ist keineswegs neu. Doch sind die mit dieser Idee verbundenen Potenziale bei Weitem noch nicht vollständig ausgeschöpft. Unternehmen setzen vermehrt auf die Substitution von Papierrechnungen durch digital versandte oder digital abrufbare Dokumente. Weiteres Potenzial bieten digitale Gehaltsabrechnungen und die Adoption von E-Invoice in Unternehmen.

Der Umfang des CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzials von E-Invoice beträgt hingegen nur ca. 0,04 Mt CO<sub>2</sub>e und liegt damit auf einem ähnlich niedrigen Niveau wie das der E-Dokumente.

Die geschäftliche Attraktivität von E-Invoice ist aus Sicht der IKT-Unternehmen, insbesondere der Softwareunternehmen, ebenfalls gering. Die Gründe hierfür sind vor allem der geringe Anpassungsbedarf bei den Unternehmenssystemen im Sinne neuer Softwareinstallationen, bereits etablierte Lösungen sowie einzuhaltende datenschutzrechtliche Rahmenbedingungen. Die hohe technische Machbarkeit sowie die finanzielle Attraktivität für Unternehmen gleichen diese fehlenden Anreize nicht aus. Insgesamt ist E-Invoice als Geschäftskonzept für IKT-Unternehmen kaum attraktiv.

Die Erfolge von iTunes und Musicload unterstreichen die wachsende Bedeutung des Konsums virtueller Medien in naher Zukunft für die Medienbranche. Der Anteil aus dem Internet heruntergeladener Musikstücke nimmt von Jahr zu Jahr stetig zu; physische Tonträger werden dadurch zunehmend ersetzt. Ein ähnlicher Trend lässt sich z. B. auch bei Videofilmen beobachten. Treibhausgase, die vor allem während des Produktionsprozesses von CDs bzw. DVDs (inkl. Blu-ray) entstehen, können durch ausschließlich digitales Format vermieden werden. Studien<sup>1</sup> ergaben in diesem Bereich Reduktionspotenziale zwischen 40 und 80 %, je nachdem, ob die Medien nach dem Herunterladen auf einen Datenträger gebrannt werden, bei dessen Herstellung ebenfalls Emissionen entstanden sind.<sup>2</sup> Unter der Voraussetzung, dass alle umgesetzten physischen Tonträger und DVDs (inkl. Blu-ray) über eine virtuelle Plattform heruntergeladen und nicht anschließend auf Datenträger gebrannt werden, können die CO<sub>2</sub>e-Emissionen um ca. 0,09 Mt im Jahr 2020 reduziert werden. Damit liegt **E-Media** hinsichtlich der möglichen maximalen Emissionsreduktion sogar noch hinter den Geschäftskonzepten E-Invoice und E-Dokumente.

Allerdings ergibt sich für E-Media eine höhere geschäftliche Attraktivität, die zu einer Kategorisierung als „Low-hanging Fruit“ führt. Unter dem Begriff **E-Paper** wird die Dematerialisierung von Büchern, Zeitungen und Zeitschriften zusammengefasst. In Deutschland wurden im Jahr 2007 984 Mio. Bücher und Druckerzeugnisse mit einem Wert von ca. 4,5 Mrd. Euro produziert.<sup>3</sup> Für 2020 wird ein Anteil von Büchern, Zeitungen und Zeitschriften an der gesamten Papierproduktion von ca. 38 % erwartet – das sind rund 9,5 Mio. Tonnen Papier. Daraus ergibt sich ein theoretisches Reduktionspotenzial der Treibhausgase um 4,5 Mt CO<sub>2</sub>e.

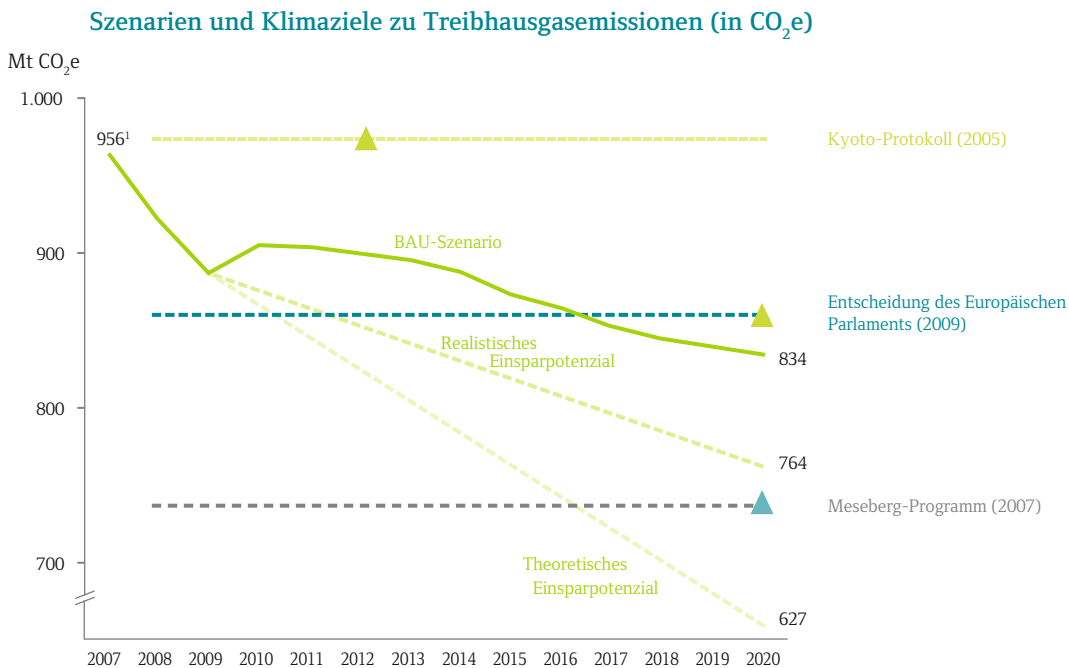
Unter der Voraussetzung einer hohen Durchdringung der deutschen Haushalte ist E-Paper ein attraktives Geschäftskonzept. Besonders der potenziell große Markt der Zeitungs-, Buch- und Katalogleser und die Notwendigkeit eines Lesegeräts bergen enorme Umsatzpotenziale.

Nimmt man alle besprochenen Geschäftskonzepte zusammen, kann Dematerialisierung mit einem theoretischen Reduktionspotenzial von 16 Mt CO<sub>2</sub>e im Vergleich zu den anderen SMART-Sektoren den kleinsten Beitrag zur Reduktion der Treibhausgase in Deutschland

leisten. Zur Überwindung der großen Kluft von ca. 11,1 Mt CO<sub>2</sub>e für 2020 zwischen theoretischem und realistischem Reduktionspotenzial bedarf es hauptsächlich der Unterstützung durch staatliche Rahmenbedingungen, um höhere Anreize zu schaffen und so die Durchdringung des Geschäftskonzepts in Unternehmen und Haushalten zu fördern.

Eine Umsetzung der Geschäftskonzepte zur Dematerialisierung wird in jedem Fall die bisher bestehenden Arbeitsstrukturen nachhaltig verändern und die Bedeutung von IKT-Anwendungen für Unternehmen weiter erhöhen.

Abb. 26: Gebührengegenüberstellung der CO<sub>2</sub>e-Emissionen für jedes Szenario und der Klimaziele der Bundesregierung bis 2020



1. Historischer Wert

Anmerkung: Basiswert 1990 für die Mindestverpflichtung des Kyoto-Ziels und Zusagen Deutschlands

Quelle: NIR Germany 2009; Umweltbundesamt; WWF; Europäisches Parlament

---

Im Rahmen unserer Analysen werden zahlreiche Geschäftskonzepte in fünf Sektoren identifiziert und bewertet. Auf den ersten Blick betrachtet, erscheinen die Reduktionspotenziale der Treibhausgasemissionen durch diese Geschäftskonzepte sehr hoch. Jedoch darf die Lücke zwischen dem gesamten theoretischen und dem marktgetriebenen Potenzial nicht außer Acht gelassen werden. Wie Abbildung 26 zeigt, kann das Meseberg-Ziel auch bei vollständiger Realisierung der marktgetriebenen Potenziale nicht erreicht werden. Gegenüber dem BAU-Szenario kann die IKT-Industrie mit dem

marktgetriebenen Potenzial Deutschlands Emissionen zwar weiter reduzieren, das volle Potenzial kann jedoch bei Weitem nicht ausgeschöpft werden. Um die Kluft zum theoretischen Reduktionspotenzial zu schließen und damit auch die Meseberg-Ziele zu erreichen oder sogar zu übertreffen, müssen Unternehmen und Politik jeweils bzw. gemeinsam Rahmenbedingungen schaffen, die einen schnelleren und flächendeckenden Einsatz der Geschäftskonzepte zur Treibhausgasreduktion unterstützen. Diese Rahmenbedingungen werden im nächsten Kapitel erläutert. ●





## 04: Maßnahmen zur Schließung der Lücke zwischen theoretischem und marktgetriebenem CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial

Im vorangegangenen Kapitel wurden für jedes Geschäftskonzept in den analysierten fünf Sektoren sowohl die theoretischen als auch die marktgetriebenen CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenziale abgeschätzt. Der Vergleich dieser beiden Potenziale auf der Ebene der fünf diskutierten Sektoren zeigt eine teilweise große Kluft zwischen dem, was theoretisch möglich wäre, und dem, was durch Entwicklungen und Tendenzen des Marktes geleistet wird (Abbildung 27).

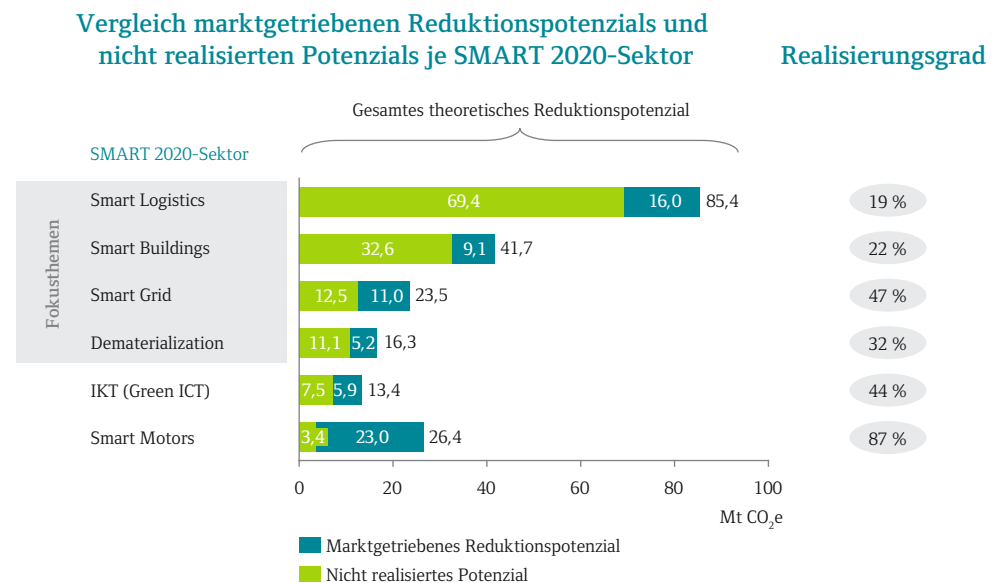
Um diese Kluft zu überbrücken, müssen IKT-Unternehmen und Regierung an einem Strang ziehen und gemeinsame Maßnahmen ergreifen.

Notwendig sind vor allem solche Schritte, mit denen ein großflächiger Zugang der Endkunden bzw. Verbraucher zu den neuen Geschäftskonzepten erreicht werden kann.

Alle diese Maßnahmen werden aber nur fruchten, wenn die Barrieren und Hindernisse erkannt werden, die einer flächendeckenden Durchsetzung der genannten Geschäftskonzepte entgegenstehen.

Diese Barrieren wurden in unserer Studie analysiert und in vier Kriterien gegliedert: gesellschaftliche, wirtschaftliche, gesetzliche und technische Barrieren.

Abb. 27: Anteile marktgetriebenen Reduktionspotenzials an theoretischem Reduktionspotenzial je Sektor im Jahr 2020



Gelingt es, diese Barrieren zu beseitigen, kommen die skizzierten Potenziale und Vorteile der genannten Geschäftskonzepte noch stärker zum Tragen.

Welches sind im Einzelnen die Barrieren für die im dritten Kapitel diskutierten fünf Sektoren von SMART 2020?

Was den Sektor der **Smart Logistics** betrifft, so besteht zunächst eine hohe gesellschaftliche Barriere, um das theoretisch mögliche Reduktionspotenzial von CO<sub>2</sub>e-Emissionen auch tatsächlich zu realisieren.

Einschnitte in das gewohnte Fahrverhalten von Autofahrern über Zusatzkosten (Städtemaut) sowie über weitere Beschränkungen, wie elektronische Geschwindigkeitsbeschränkungen und die Überwachung des Fahrverhaltens, haben in der Bevölkerung generell eine geringe soziale Akzeptanz.

Eine gesetzliche Barriere für die Geschäftskonzepte im Bereich der Smart Logistics stellen vor allem Datenschutzbestimmungen dar. Die elektronische Erfassung von fahrzeug- und damit potenziell auch personenbezogenen Daten, wie z. B. Verbrauch, Fahrweise, Fahrtstrecken und -zeiten, steht möglicherweise im Widerspruch zu geltenden Datenschutzbestimmungen.

Was die technischen Barrieren angeht, sind derzeit kaum etablierte Standards existent sowie kaum compatible Systeme in Fahrzeugen implementiert.

Der Realisierung der Geschäftskonzepte von **Smart Buildings** steht zunächst einmal die unzureichende Information des Großteils der Bevölkerung über die IKT-gestützten Möglichkeiten des Energiesparens und damit eine hohe gesellschaftliche Barriere entgegen.

Darüber hinaus setzen die Lösungen im Sektor Smart Buildings eine gewisse technische Affinität voraus, die nicht flächendeckend über alle Altersschichten hinweg vorhanden ist.

Als wirtschaftliche Barriere wirken die zusätzlich notwendigen hohen Investitionen für die Nutzung der vorhandenen IKT-Lösungen.

Das Nichtvorhandensein klar definierter Standards und die teilweise fehlende Kompatibilität zwischen Geräten und Steuereinheiten stellen eine technische Barriere in diesem Bereich dar.

Im Sektor **Smart Grid** wird das theoretisch vorhandene Potenzial sich kaum realisieren lassen, da vor allem vonseiten der Energieerzeuger hohe Investitionen erforderlich sind und der Strommarkt in Deutschland gleichzeitig stark konzentriert ist. Deshalb besteht für die Energieerzeuger kaum eine Notwendigkeit, neue Technologien voranzubringen.

Aufseiten der Stromverbraucher werden diese Technologien gerade erst zur Marktreife getrieben; daher sind sie nur spärlich in den Medien präsent. Dies ist mit ein Grund für das derzeit geringe Wissen über die verfügbaren und notwendigen Technologien zur Realisierung der Geschäftskonzepte im Sektor Smart Grid und die damit verbundenen Einsparpotenziale.

Im Bereich **Smart Motors** sind nur geringe Barrieren auszumachen, die verhindern, dass das theoretische Einsparpotenzial auch tatsächlich realisiert wird. Da Unternehmen überwiegend in Lebenszyklen denken, also Anfangsinvestitionen mit späteren Einsparungen rational verrechnen, wird auch der größte Teil des theoretischen Potenzials bis 2020 ausgeschöpft werden. Insofern sind in diesem Bereich auch keine unterstützenden Maßnahmen durch den Gesetzgeber notwendig.

Hinsichtlich der Geschäftskonzepte im Bereich **Dematerialisierung** besteht vor allem eine gesellschaftliche Barriere. Diese ergibt sich aus einer mit der Dematerialisierung verbundenen Veränderung der gewohnten Arbeits- und Lebensweisen, welche zu einer abwartenden Haltung der Endkunden gegenüber den entsprechenden Geschäftskonzepten führt.

Als wirtschaftliche Barriere wirkt die mit Kosten verbundene Anschaffung von zusätzlichen Endgeräten, wie z. B. Lesegeräten für elektronisches Papier.

Die zur Überwindung der skizzierten Barrieren erforderlichen Maßnahmen lassen sich grundsätzlich in vier Gruppen unterteilen: Informationskampagnen, Förderungen, Abgaben und Vorgaben.

Informationskampagnen sollen Endkunden über die Geschäftskonzepte aufklären sowie deren Technologien und die Vorteile darlegen, die den Endkunden bei einer Einführung entstehen würden.

Mit Förderungen unterstützt der Staat Unternehmen bzw. Endkunden finanziell beim Erwerb und Betrieb der aus den genannten Geschäftskonzepten entstandenen Produkte und Dienstleistungen.

Abgaben – als negative Anreize – wirken konträr zur Förderung. Endkunden bzw. Unternehmen werden über Abgaben, wie z. B. Sondergebühren und -steuern, dazu motiviert, die Geschäftskonzepte bzw. die Produkte daraus einzusetzen.

Möglich sind aber auch gesetzliche Vorgaben, die eine Einführung der Produkte aus den Geschäftskonzepten verbindlich vorschreiben.

Wie der Gesetzgeber durch die Schaffung entsprechender Rahmenbedingungen erreichen kann, dass die skizzierten Hindernisse überwunden werden, soll im Folgenden anhand von vier konkreten Geschäftskonzepten aus jeweils einem Smart-2020-Sektor detaillierter betrachtet und bewertet werden:

- Gebäude-Klimamanagementsysteme
- IKT-gestützte Städttemaut
- Demand-Side-Management inkl. Smart Meters
- Telearbeit kombiniert mit Virtual Conferencing

## Grußwort GeSI

# Der nächste Schritt: eine SMART 2020-Allianz

Der vielfach zitierte SMART 2020-Bericht ist die umfangreichste globale Analyse darüber, wie die IKT-Branche andere Wirtschaftszweige darin unterstützen kann, ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren. Im Rahmen von SMART 2020 wurden weiterführende Berichte in verschiedenen Regionen mit entsprechenden Analysen und Empfehlungen für die jeweiligen Regionen angestoßen. Im deutschen Länderbericht wird erstmals ein wichtiger Baustein für die Erreichung von Fortschritten auf nationaler Ebene erkannt: die Notwendigkeit von SMART 2020-Allianzen.

Der Bericht beschreibt zwei innovative Stoßrichtungen für SMART 2020-Allianzen: (1) die wirtschaftliche Attraktivität der Einführung von Lösungen und Dienstleistungen basierend auf den Geschäftskonzepten und (2) einen Rahmen, innerhalb dessen die Partnerunternehmen der Studie, die Deutsche Telekom, Huawei, SAP und Siemens, bei der Entwicklung dieser Produkte zusammenarbeiten könnten.

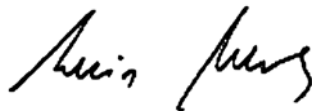
Für den deutschen Länderbericht der SMART 2020-Reihe wurden ca. 50 potenzielle Dienste und Lösungen identifiziert, von denen 26 als besonders attraktive Geschäftskonzepte eingestuft und beschrieben werden. Der Geschäftswert dieser Konzepte wird mit bis zu 84 Milliarden Euro bis zum Jahr 2020 beziffert. Neben den sich bietenden finanziellen Möglichkeiten sind auch die Umweltaspekte durchaus beeindruckend: So könnten mittels einer vollständigen Umsetzung der Geschäftskonzepte die gesamten CO<sub>2</sub>e-Emissionen in Deutschland um bis zu 24 % reduziert werden. Um dieses Ziel zu erreichen, beschreibt der deutsche Länderbericht die noch zu überwindenden gesetzlichen, technischen, wirtschaftlichen und sozialen Barrieren sowie die hierfür notwendigen Maßnahmen. Der Bericht kann daher zudem als Arbeitspapier für Regierung und Unternehmen gesehen werden, mit Hilfe dessen sie aktiv werden

können, um die Ziele zur Senkung der CO<sub>2</sub>e-Emissionen zu erreichen.

Ein Zitat aus dem globalen SMART 2020-Bericht lautet: *“The ICT sector can’t act in isolation if it is to seize its opportunity to tackle climate change. It will need the help of governments and other industries. SMART implementation of ICTs will require policy support including standards implementation, secure communication of information within and between sectors and financing for research and pilot projects.”* Der deutsche Länderbericht stellt den nächsten konsequenten Schritt deutlich dar: die SMART 2020-Allianz. Der Bericht sendet daher eine klare Botschaft für Unternehmen und die deutsche Regierung: Nur mit einer SMART 2020-Allianz wird es möglich sein, die im Meseberg-Programm von 2007 von der deutschen Regierung festgelegten Ziele zur Reduktion von CO<sub>2</sub>e mittels IKT-Anwendungen zu erreichen und sogar zu übertreffen.

Deutschland steht im Zentrum der europäischen Wirtschaft. Wenn wir jetzt handeln, indem Partner eingebunden und zur Zusammenarbeit motiviert werden, sodass die Erkenntnisse aus dem SMART 2020 Addendum Deutschland umgesetzt werden, ist dies nicht nur von Vorteil für Europa, sondern es wäre beispielhaft dafür, wie IKT-Dienste und -Lösungen einen positiven Beitrag auf globaler Ebene leisten können.

Worauf warten wir also?



Luis Neves  
GeSI Chairman



Luis Neves



**GeSI**  
GLOBAL e-SUSTAINABILITY  
INITIATIVE

<sup>1</sup> Bundesministerium für Verkehr,  
Bau und Stadtentwicklung

<sup>2</sup> KfW-Bankengruppe (2009)

Geräte zur intelligenten Steuerung von Gebäuden, insbesondere für **Gebäude-Klimamanagementsysteme**, sind häufig im Hochpreissegment angesiedelt. Die hohen Kosten entstehen zum einen durch die hohen Produktpreise an sich und andererseits durch den hohen Montageaufwand. Die Montage erfordert bei heutigen Lösungen meist eine Verkabelung zwischen den Steuerungseinheiten und den zu steuernden Geräten, wodurch bei bestehenden Gebäuden kostenintensiv Wände und Böden aufgerissen und wieder verputzt werden müssen.

Die gegenwärtig noch hohen Kosten erweisen sich als wesentliche wirtschaftliche Barriere für die breite Einführung bei Endkunden, vor allem bei Bewohnern privat genutzter Gebäude. Endkunden neigen dazu, Investitionen anhand der Anfangszahlung zu bewerten und nicht über den Produktlebenszyklus hinweg zu betrachten.

Diese wirtschaftliche Barriere steht in engem Zusammenhang mit einer gesellschaftlichen Hürde. So ist in der breiten Bevölkerung noch kein ausreichendes Wissen über Gebäude-Klimamanagementsysteme und deren Nutzen aus ökonomischer und ökologischer Sicht vorhanden.

Darüber hinaus ist die energieoptimale Verwendung von Gebäude-Klimamanagementsystemen durchaus komplex und erfordert eine intensive Auseinandersetzung mit der Technik. Mit der Implementierung dieser Systeme in den Gebäuden ist jedoch noch keine Reduktion erreicht. Erst ihre konsequente Nutzung kann den Energieverbrauch senken. Es ist fraglich, inwiefern bei allen Endkunden das nötige technische Wissen vorhanden ist, um sämtliche Möglichkeiten konsequent zu nutzen.

Diese Barrieren können durch eine Vielzahl von Maßnahmen behoben werden, um eine möglichst flächendeckende Einführung von Gebäude-Klimamanagementsystemen zu gewährleisten.

Generell müssen Unternehmen und Politik gemeinsam Aufklärung über den Nutzen von Gebäude-Klimamanagementsystemen betreiben. Auf diese Weise lässt sich die Bereitschaft schaffen, mit Klimamanagementsystemen einen Beitrag zur Reduktion des Energieverbrauchs zu leisten. Im Mittelpunkt dieser Informationsinitiative dürfen nicht nur die Endkunden stehen. Vielmehr sind auch Bauherren und Handwerker anzusprechen. Informierte und überzeugte Bauherren könnten so eher motiviert werden, Klimamanagementsysteme

direkt beim Bau von Gebäuden zu integrieren. Handwerker würden ihr Wissen bei Wartungsarbeiten in Gebäuden an ihre Kunden weitergeben bzw. die Installation aktiv anbieten.

Im Rahmen des Integrierten Energie- und Klimaprogramms (IEKP) fördert die Bundesregierung bereits die Sanierung von Gebäuden mit dem Ziel der Energieeinsparung und der damit verbundenen Verringerung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes.<sup>1</sup> Allerdings gilt diese Förderung bislang nur für die Verbesserung der Regelungstechnik inklusive eines hydraulischen Abgleichs (bei Vorlage des Berechnungsergebnisses inklusive Ventileinstellwerten).<sup>2</sup> Die Förderung gilt zudem nicht für im Bereich GHD genutzte Gebäude. Diese Förderung gilt es somit auf die verschiedenen Angebote von Gebäude-Klimamanagementsystemen auszuweiten.

Förderungen des Staates für die Abnehmerseite (Endkunden, Bauherren) sollten zeitnah ab 2011 bereitgestellt werden. Da Endkunden kaum in Lebenszyklen denken, sind vor allem die Hürden der Anfangsinvestition durch diese Förderungsmaßnahme möglichst niedrig zu halten. Dies kann am effektivsten durch die Bereitstellung zinsgünstiger Kredite erfolgen. Auch die steuerliche Absetzbarkeit des Erwerbs von Klimamanagementsystemen schafft sicherlich positive Anreize. Allerdings würde sich die letztgenannte Förderungsmaßnahme erst bei der Steuererklärung bemerkbar machen, trägt also nicht zur Erleichterung des Anfangsinvestments bei. Eine Kombination aus Kreditfinanzierung und den Möglichkeiten steuerlicher Absetzbarkeit wäre indes mit Sicherheit attraktiv.

Sollten diese Maßnahmen nicht die gewünschte Wirkung zeigen, um die Barrieren im Bereich von Gebäude-Klimamanagementsystemen zu überwinden, könnte in einem nächsten Schritt zusätzlich die Anbieterseite gefördert werden.

Auch hier sollten den Anbietern zinsgünstige Kredite verfügbar gemacht werden, die von den Unternehmen dazu eingesetzt werden, ihre Produkte zu günstigeren Bedingungen anzubieten.

Denkbar ist etwa, dass Unternehmen die eingeräumten Kredite ihren Kunden zu gleichen Konditionen offerieren, sodass die Endkunden unbürokratisch und aus einer Hand Klimamanagementsysteme inklusive Finanzierung erwerben können.

Weiter vorstellbar ist die Verwendung des Kredits zur Subventionierung eines servicebasierten Geschäftsmodells, das von den Unternehmen (auch ohne Förderung) vorangetrieben werden sollte. Dabei wird dem Endkunden nicht mehr das reine Produkt, sondern eine Kombination aus Produkt und Dienstleistung angeboten. Diese Kombination kann dem Kunden in zeitlichen Intervallen oder nutzungsabhängig in Rechnung gestellt werden.

Die Anbieter sollten zudem die Entwicklung von Plug-&-Play-Lösungen und von Standards vorantreiben, um so einen Massenmarkt überhaupt adressieren zu können. Funkbasierte Gebäude-Klimamanagementsysteme würden den Endkunden davor bewahren, aufwendige Verkabelungen in den Wänden nachrüsten zu müssen. Die Umsetzung von kompatiblen Geräten und Systemen sollte mit der Entwicklung von Standards einhergehen und ebenfalls bis 2013 umgesetzt werden.

Sollten trotz dieser Fördermaßnahmen keine nennenswerten Erfolge bei der Durchdringung von Klimamanagementsystemen in privaten und kommerziell genutzten Gebäuden bis ca. 2014 zu verzeichnen sein (vgl. Abbildung 28), sollte überlegt werden, ob nicht gesetzliche Vorgaben durch den Staat sinnvoll sind. So sind Mindest-

standards für kommerziell genutzte Gebäude denkbar, die bei Neubauten oder im Rahmen von Sanierungszyklen Klimamanagementsysteme verpflichtend vorsehen. Noch konsequenter wäre eine Ausweitung dieser gesetzlichen Vorgabe auch auf Privathaushalte. Die Einhaltung der Mindeststandards müsste dann von den Eigentümern sichergestellt werden.

Auch die mögliche Einführung einer **IKT-gestützten Städtemaut** in deutschen Städten stößt an gewisse Hindernisse, die aber durch gemeinsame Anstrengungen von Unternehmen und Gesetzgeber zu überwinden sind.

Überlegungen zur Einführung einer Städtemaut in Deutschland wurden bereits 2007 angestellt. So sprach sich der damalige Vorsitzende der baden-württembergischen CDU-Landtagsfraktion, Stefan Mappus, für eine entfernungsabhängige Maut für alle Pkws an Wochenenden aus. Der damalige baden-württembergische Ministerpräsident Oettinger schlug zu dieser Zeit vor, die Kfz-Steuer im Gegenzug zu einer Städtemaut abzuschaffen.<sup>1</sup>

Nach einer Umfrage des „Stern“ lehnten im gleichen Jahr zwei Drittel der Befragten eine Städtemaut in Deutschland ab.<sup>2</sup> Der Grund für diese negative Haltung der Autofahrer liegt in erster

<sup>1</sup> Heise Online (2007)

<sup>2</sup> Stern (2007)

**Abb. 28:** Empfohlene Maßnahmen und zeitlicher Horizont zur Erhöhung des Realisierungsgrades von Gebäude-Klimamanagementsystemen

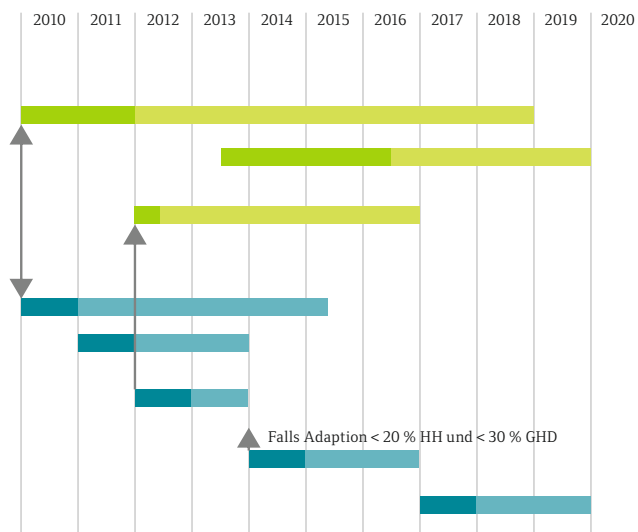
## Empfohlene Maßnahmen

### durch Unternehmen

- Kommunikationskampagne an Endkunden, Handwerker, Bauherren
- Erarbeitung unternehmensübergreifender Standards und Plug-&-Play-Implementierung (z. B. z-Wave)
- Schaffung eines servicebasierten Geschäftsmodells zur Reduzierung der Einmalkosten für Endkunden

### durch den Staat

- Kommunikationskampagne an Endkunden, Handwerker, Bauherren
- Bereitstellung von Krediten für Endkunden und Bauherren
- Förderungsprogramm für Gebäude-Klimamanagementsysteme, damit Anbieter geringere Preise an Endkunden weitergeben oder staatliche Kredite an Endkunden anbieten können
- Vorgabe von Mindeststandards für kommerzielle Gebäude (Neubauten und Sanierungen)
- Feste Vorgaben für Privatgebäude (Neubauten und Sanierungen)



Anmerkung: GHD = Gewerbe, Dienstleistung und Handel



Städtemaut für eine umgehende Realisierung gerüstet zu sein. Aber ohne eine klare Entscheidung vonseiten der Politik zugunsten der Städtemaut wird aus diesen Planungen keine Realität.

Hinsichtlich des Geschäftskonzepts des **Demand-Side-Managements (DSM)** müssen vor allem soziale Faktoren als Hindernis für die flächendeckende Durchdringung angesehen werden. Aufgrund der technologischen Komplexität und Neuartigkeit des Themas fehlt dem Großteil der Bevölkerung bisher das Wissen, welche Vorteile und Einsparpotenziale mit DSM überhaupt verbunden sind.

Viele Verbraucher werden im netzbezogenen Verfahren – die Steuerung der kompatiblen Endgeräte erfolgt über Smart Meters durch den Stromanbieter – darüber hinaus einen massiven Eingriff in ihre Privatsphäre sehen, wenn Stromanbieter die Haushaltsgeräte extern steuern.

Diese für DSM infrage kommenden und notwendigen Haushaltsgeräte müssen zudem zunächst durch den Verbraucher beschafft werden. Dabei werden intelligent steuerbare Geräte zumindest anfangs sicherlich über dem Preisniveau herkömmlicher Geräte liegen. Verbraucher werden daher bei einer Einführung von DSM voraussichtlich nur zögerlich auf geeignete Endgeräte umsteigen. Deshalb sind Maßnahmen notwendig, damit Verbraucher die entsprechenden Haushaltsgeräte ersetzen.

Auch aufseiten der Stromanbieter sind die wirtschaftlichen Abwägungen komplex. So müssten die Stromanbieter durch eine Glättung der Lastspitzen den Strom günstiger produzieren oder einkaufen, müssten diesen Vorteil jedoch zumindest teilweise an die Verbraucher weitergeben, um diese zu einer Teilnahme an DSM zu motivieren. Angesichts der noch geringen Konkurrenz und einer weiterhin vorherrschenden regionalen Dominanz am Strommarkt in Deutschland ist – trotz der jüngsten Liberalisierungsmaßnahmen – nicht damit zu rech-

nen, dass sich die Stromanbieter auf die beschriebene Weise Wettbewerbsvorteile verschaffen.

Entscheidende Weichen für die Förderung von DSM wurden jedoch bereits von der Bundesregierung gestellt, insofern bis 2010 Smart Meters flächendeckend einzusetzen und bis Ende 2010 variable Strompreise einzuführen sind.<sup>1</sup>

Datenschutzbestimmungen sind als rechtliche Barriere nicht außer Acht zu lassen. In den Niederlanden scheiterte die verpflichtende Einführung von Smart Meters unter anderem an der Empörung der Bevölkerung über den empfundenen Eingriff in die Privatsphäre durch den transparent gemachten Stromverbrauch.<sup>2</sup> Dabei könnten Rückschlüsse über die Wohnungsnutzung z. B. von Einbrechern und Dieben missbraucht werden. Als Reaktion darauf wurden Smart Meters in den Niederlanden nur auf freiwilliger Basis von Haushalten eingeführt.

Heutzutage sind DSM-steuerbare Geräte hauptsächlich im Geschäftskundenbereich, speziell bei großen Kühllhäusern, vorhanden. Für den Einsatz in Privathaushalten fehlen vergleichbare Angebote. Ebenso fehlen Systeme, die Lastanstiege erkennen, die Anzahl und tatsächlich abzuschaltende Geräte in einem gewissen Radius identifizieren, abschalten und nach der Lastspitze wieder einschalten. Hierfür ist zudem eine zuverlässige Kompatibilität zwischen den Endgeräten, den Advanced Smart Meters und dem Netz notwendig, für die es derzeit ebenfalls noch keinen verlässlichen Standard gibt.

Fällt der Staat die Entscheidung, dass er die Verbreitung von Demand-Side-Management fördern will, dann sollten zunächst mit den Stromanbietern abgestimmte und synchronisierte Informationskampagnen gestartet werden. Für ein funktionierendes DSM ist entscheidend, dass sich der Verbraucher nicht als passiver Stromkonsument versteht, sondern sich möglichst aktiv an einer effizienten Stromnutzung beteiligt.

<sup>1</sup> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

<sup>2</sup> Heck, W. (2009)



<sup>1</sup> BMWi (o. J.)

<sup>2</sup> Die Welt (2008)

Ziel einer solchen Informationskampagne muss die Sensibilisierung der Verbraucher für ihre aktive Rolle und die daraus resultierenden Einsparpotenziale sein. Ein informierter Verbraucher ist damit die Basis für den Einsatz von DSM in Haushalten.

Ebenfalls in enger Kooperation mit den Stromanbietern ist die Sicherstellung bzw. Erweiterung von Datenschutzbestimmungen voranzutreiben.

Neben diesen Maßnahmen zur Information sind aber auch gezielte Förderungen denkbar. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie finanziert derzeit bereits den Förderschwerpunkt „E-Energy: IKT-basiertes Energiesystem der Zukunft“. In dem mit 10 Mio. Euro dotierten Förderprojekt „SmartWatts“<sup>1</sup> entwickelt die Modellregion Aachen zurzeit eine Variante von DSM. Diese Förderungen konzentrieren sich auf die technologische Reife von DSM. Allerdings müssen auch dabei bereits Fördermodelle konzipiert werden, die den Endkunden beim Erwerb der Geräte und die Anbieter bei der Einführung von DSM und Advanced Smart Meters unterstützen.

Dafür geeignet sind beispielsweise zinsgünstige Kredite für Stromanbieter, um die Investitionsbarriere zu überwinden und so eine flächendeckende Einführung von DSM voranzutreiben, deren Investitionskosten nicht vollständig an die Verbraucher weitergegeben werden. Als Konsequenz daraus müssten sich die Stromanbieter verpflichten, zeitnah dazu eine DSM-kompatible Infrastruktur und entsprechende Stromtarife anzubieten.

Zur weiteren Unterstützung des Erfolgs von DSM sind auch die Verbraucher finanziell zu fördern. Mit zinsgünstigen Krediten für DSM-fähige Elektrogeräte oder der steuerlichen Absetzbarkeit dieser Geräte wird ein Anreiz zum Kauf neuer Geräte geschaffen.

Der damalige Bundeswirtschaftsminister Michael Glos hat bereits 2008 vorgeschlagen,

den Kauf neuer, energiesparender Kühlschränke und Waschmaschinen künftig mit 150 Euro je Gerät zu unterstützen.<sup>2</sup> Dass eine derartige direkte monetäre Förderung erfolgversprechend sein kann, zeigte jüngst das Beispiel der Umweltprämie im Automobilbereich.

Unternehmen können zudem die Unsicherheit der Stromverbraucher verringern, indem sie nach der Bereitstellung der Infrastruktur solche Vertragsklauseln aktiv anbieten, in denen sie die Haftung für Schäden durch mangelnde Stromversorgung übernehmen. Befürchtungen der Verbraucher, dass schmutzige Wäsche tagelang in der Waschmaschine liegen bleibt oder Nahrungsmittel durch ausgestellte Kühlschränke verderben, könnten so entgegengetreten werden.

Lassen sich bis spätestens 2015 keine nennenswerten Erfolge bei der Abdeckung der privaten Haushalte und der kommerziell genutzten Gebäude erzielen, wären gesetzliche Vorgaben durch die Bundesregierung die „Ultima Ratio“ zur Förderung von DSM. Als Mittel hierfür wäre der verpflichtende Einsatz von DSM und DSM-fähigen Geräten in allen Gebäuden denkbar.

Die Förderung von Maßnahmen zum Einsatz von DSM wird derzeit sehr intensiv in Großbritannien und Dänemark vorangetrieben. Zwar nimmt Deutschland mit dem genannten Projekt „SmartWatts“ eine internationale Vorreiterrolle ein. Um diese internationale Spitzenstellung zu halten, müssen nicht nur Forschung und Entwicklung durch entsprechende Rahmenbedingungen gefördert werden, sondern auch die Verbraucher direkt angegangen werden, idealerweise in einer Kooperation zwischen IKT-Unternehmen, Stromanbietern und Regierung.

In Abbildung 30 sind die vorgeschlagenen Maßnahmen für Unternehmen und den Staat exemplarisch für das Geschäftskonzept Demand-Side-Management entlang der Zeitachse dargestellt.

Der wohl nächstliegende Weg, um durch IKT-Lösungen Treibhausgasemissionen zu reduzieren, liegt in der Verringerung von Reisen durch Einsatz moderner Telekommunikationsmittel. In diesem Bereich ist an **Telearbeit** und die damit verbundene Reduktion von Pendlerfahrten sowie an **Virtual Conferencing** und die damit einhergehende Verringerung von Geschäftsreisen zu denken.

Durch Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen lässt sich die Vielzahl aktuell in diesem Bereich bestehender Barrieren überwinden.

Aus wirtschaftlicher Perspektive ist zunächst zu klären, ob Arbeitnehmer oder -geber für die Beschaffung der benötigten neuen Infrastruktur und Wartung am Heimarbeitsplatz des Arbeitnehmers aufkommen. Zu dieser Infrastruktur zählen z. B. eine schnelle Internetverbindung, Computer (falls kein Laptop im Einsatz ist), Drucker, Webcam und Headset. Würden Arbeitgeber diese Kosten übernehmen und die Arbeitsplätze

am Unternehmenssitz nicht zugleich reduzieren, entstünden ihnen daraus Mehrkosten.

Für Unternehmen ergäben sich des Weiteren Mehrkosten aus der Ausstattung von Konferenzräumen mit hochwertigen Virtual-Conferencing-Infrastrukturen.

Gesellschaftliche Barrieren bestehen zudem darin, dass die Arbeitnehmer selbst die Arbeit von zu Hause aus nicht uneingeschränkt positiv beurteilen. Die Gründe hierfür liegen z. B. zum einen in der Befürchtung, von Nachbarn als arbeitslos wahrgenommen zu werden, da man nicht mehr das Haus verlässt, zum anderen im möglichen Verlust von sozialen Netzwerken und Kontakten im Unternehmen und einer gegebenenfalls negativen Beeinflussung des Familienlebens durch vermehrte Anwesenheit zu Hause.

Aus Arbeitgebersicht sind für die Personalführung und -entwicklung neue Ansätze, Methoden und Fähigkeiten der Vorgesetzten notwen-

Abb. 30: Empfohlene Maßnahmen und zeitlicher Horizont zur Erhöhung des Realisierungsgrades von Demand-Side-Management

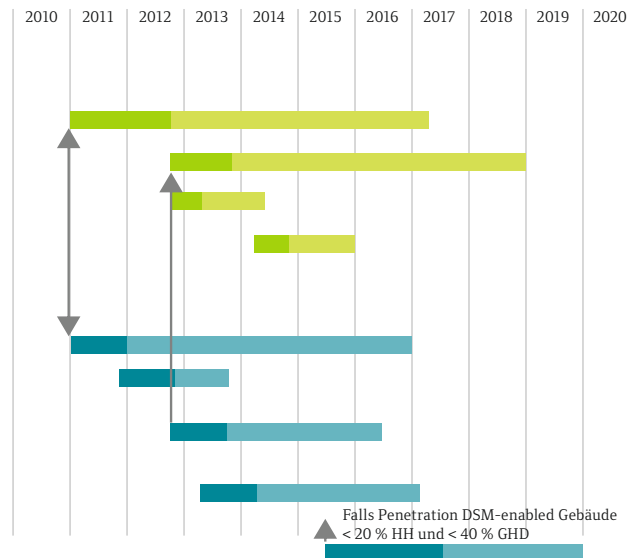
## Empfohlene Maßnahmen

### durch Unternehmen

- Informationskampagne zur Sensibilisierung der Verbraucher hinsichtlich DSM, Einsparpotenzialen und Stromtarife
- Bereitstellung DSM-kompatibler Infrastruktur und Stromtarife
- Einführung Datenschutzgarantie
- Haftungs- bzw. Versicherungsklauseln bei Schäden durch mangelnde Stromversorgung

### durch den Staat

- Informationskampagne zu DSM und Einsparpotenzialen
- Anpassung Datenschutzbestimmungen
- Zinsgünstige Kredite für Versorger zur flächendeckenden Einführung von DSM und Advanced Smart Meters, sodass nur geringe Preiserhöhungen beim Endkunden anfallen
- Förderung des Erwerbs von DSM-Endgeräten z. B. durch steuerliche Absetzbarkeit
- Vorgabe Einführung DSM und Advanced Smart Meters



Anmerkung: GHD = Gewerbe, Dienstleistung und Handel; Smart Meters und variable Strompreise sind bis 2010 einzuführen  
Quelle: BMU

dig. Durch den Wegfall der räumlichen Nähe und damit der direkten Wahrnehmung des Verhaltens und Arbeitseinsatzes der Arbeitnehmer können bisher häufig gelebte Führungsstile nicht mehr effizient eingesetzt werden. Arbeitgeber könnten gar einen Verlust der Einflussnahme befürchten. Je nach Ausgestaltung der Telearbeit sind auch unterschiedliche arbeitsrechtliche Aspekte zu berücksichtigen. So sind für Telearbeiter, abhängig davon, ob sie als Arbeitnehmer, Heimarbeiter, Selbstständiger oder freier Mitarbeiter eingestuft werden, jeweils andere gesetzliche Grundlagen maßgebend.

Haftungsfragen und datenschutzrechtliche Rahmenbedingungen sind ebenfalls vorab zu klären.

Die wesentliche technische Barriere für die flächendeckende Möglichkeit von Telearbeit besteht derzeit in der noch geringen Abdeckung von ländlichen Regionen mit Breitbandleitungen. Breitbandleitungen sind aber unbedingte Voraussetzung für eine sinnvolle Telearbeit. Nur so lassen sich große Datenmengen versenden und empfangen, Videokonferenzen durchführen und Unternehmensnetzwerke erreichen.

Dementsprechend kann es in ländlichen Regionen angezeigt sein, dass der Staat den Ausbau des Breitbandnetzes fördert und vorantreibt, um die Attraktivität der Telearbeit zu erhöhen und die technischen Voraussetzungen zu garantieren.

Eine weitere wichtige Maßnahme des Staates bestünde in einer Informationskampagne zur Erhöhung der Akzeptanz von Telearbeit. Derartige Informationsmaßnahmen würden gezielt

die Vorteile von Telearbeit und die für Telearbeit geeigneten Aufgabenbereiche aufzeigen. Diese Maßnahmen könnten bereits heute angestoßen werden.

Die Förderung der Arbeitgeber über zinsgünstige Kredite und steuerliche Absetzbarkeit für die Schaffung zusätzlicher Telearbeitsplätze und virtueller Konferenzräume sollte ab 2012 erfolgen. Diese Förderung sollte Unternehmen befähigen, die notwendige Infrastruktur zur Ermöglichung von Telearbeit (Zeiterfassung, Datenschutz, gesicherte Kommunikation) und Virtual Conferencing bereitzustellen (siehe dazu auch Abbildung 31).

Zeitgleich mit der Förderung der Unternehmen kann der Staat steuerliche Anreize für Telearbeiter schaffen, damit diese steuerlich nicht schlechter gestellt werden als Pendler.

Damit einhergehend sollten rechtliche Rahmenbedingungen etabliert werden, welche die oben aufgezeigten rechtlichen Hindernisse überwinden. Dabei darf es natürlich keine rechtlichen Einschnitte für Arbeitgeber und -nehmer (z. B. im Hinblick auf Datenschutzgesetze) geben.

Darüber hinaus können Unternehmen Virtual Conferencing fördern, indem sie Richtlinien zur Nutzung von Virtual Conferencing anstelle von Geschäftsreisen aufstellen.

Die Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche breitflächige Akzeptanz von Telearbeit ist darüber hinaus die Veränderung der Führungskultur im Unternehmen. Führungskräfte müssen im Rahmen von Schulungen an die neuen Herausforderungen herangeführt werden, um eine effek-

tive Koordination, Führung und Entwicklung der Mitarbeiter zu sichern. Alle genannten Maßnahmen können und sollten frühzeitig angestoßen werden.

Sollten die Emissionen des Pendlerverkehrs und von Geschäftsreisen bis 2015 nicht durch Telearbeit und Virtual Conferencing reduziert worden sein, bleibt dem Staat neben Informationskampagnen und Förderungsmaßnahmen noch die Möglichkeit, verbindliche Vorgaben festzulegen. Denkbar sind hier Regelungen, die den Unternehmen Vorgaben hinsichtlich ihrer Richtlinien für Geschäftsreisen machen oder die Anzahl einzuführender virtueller Konferenzräume

bestimmen. Für Pendler mit einer Anfahrtsstrecke über einer gewissen Distanz könnten sogar verbindliche Telearbeitsplatzquoten vorgegeben werden.

Diese Vorgaben erscheinen auf den ersten Blick als gravierender und schwer durchsetzbarer Eingriff in die Arbeitsweise von Unternehmen. Um jedoch die Lücke zum theoretisch möglichen CO<sub>2</sub>e-Reduktionspotenzial zu schließen und damit auch eine Erreichung der von der Bundesregierung beschlossenen Meseberg-Ziele zu ermöglichen, müssen gerade diese ambitionierten und ungewöhnlichen Maßnahmen ernsthaft diskutiert werden. ●

Abb. 31: Empfohlene Maßnahmen und zeitlicher Horizont zur Erhöhung des Realisierungsgrades von Telearbeit in Verbindung mit Virtual Conferencing

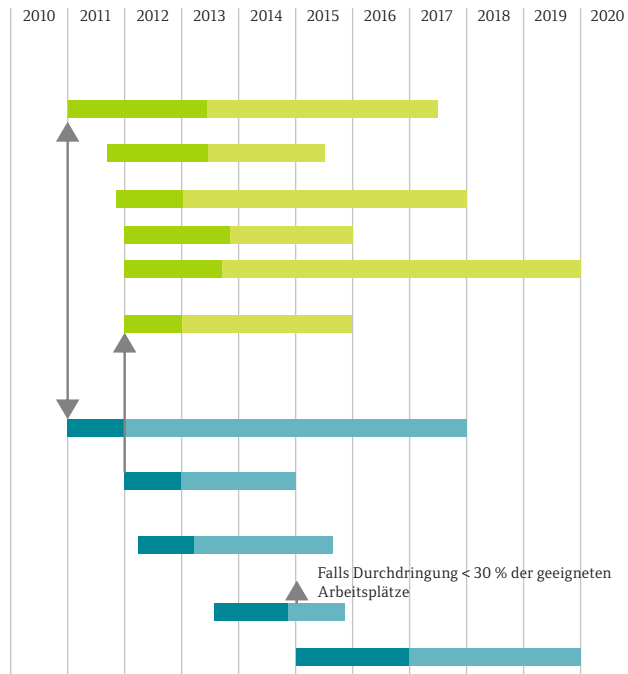
## Empfohlene Maßnahmen

### durch Unternehmen

- Informationskampagnen für Arbeitnehmer
- Unternehmensrichtlinien zur Nutzung von Virtual Conferencing anstatt Geschäftsreisen
- Identifikation und proaktive Ansprache potenzieller Telearbeiter
- Schulung der Mitarbeiter/Führungskräfte zur Telearbeit
- Unterstützung bei Einrichtung Heimbüro
- Großflächiger Rollout der Infrastruktur zur Ermöglichung von Telearbeit (Zeiterfassung, Datenschutz, gesicherte Kommunikation) und Virtual Conferencing

### durch den Staat

- Informationskampagnen intensivieren
- Förderung der Arbeitgeber zur Schaffung zusätzlicher Telearbeitsplätze und virtueller Konferenzräume über steuerliche Absetzbarkeit oder zinsgünstige Darlehen
- Schaffung steuerlicher Gleichstellung von Heimarbeit z. B. hinsichtlich Pendlerpauschale
- Schaffung rechtlicher Rahmenbedingungen (z. B. Arbeitszeitgesetz)
- Schaffung von Telearbeits- und Reisequoten, unter Beibehaltung der Förderung der Arbeitgeber



## 05: Fazit

<sup>1</sup> Der Spiegel (2009)

Mit dem auf Schloss Meseberg von der Bundesregierung verabschiedeten Integrierten Energie- und Klimaprogramm (IEKP) und der selbst auferlegten Vorgabe, die Emissionen bis 2020 um 40 % gegenüber 1990 zu reduzieren, stellt die Bundesregierung unter Beweis, wie ernst sie den Klimaschutz nimmt und dass sie bereit ist, diesen zu unterstützen und voranzutreiben. Mit der Erweiterung der im IEKP ohnehin vorgesehenen Maßnahmen um die Reduktionspotenziale der IKT-Geschäftskonzepte kann die Bundesregierung diese Bemühungen noch einmal nachhaltig unterstreichen. In Zeiten, in denen einerseits China angesichts seiner weltweit an zweiter Stelle liegenden Emissionen eine Führungsrolle im Kampf gegen die globale Erderwärmung eingeräumt wird und andererseits mehrere Millionen Arbeitsplätze durch den Klimaschutz geschaffen werden können,<sup>1</sup> darf sich Deutschland nicht auf seinen bisherigen Erfolgen im Kampf gegen den Klimawandel ausruhen.

Zwar besteht keine Garantie, dass Unternehmen und Regierung sich exakt so, wie es in unserem BAU-Szenario prognostiziert wird, verhalten werden und so das Emissionsniveau von 834 Mt CO<sub>2</sub>e erreicht wird. Gleiches gilt auch für das in unseren Analysen ausgewiesene marktgetriebene Reduktionspotenzial, dessen Erreichung in voller Höhe bis 2020 nicht garantiert werden kann.

Unsere Studie belegt aber in jedem Falle deutlich, dass es noch ungenutzte Chancen gibt, durch die IKT-Branche Treibhausgase zu reduzieren. Um diese Chancen nicht ungenutzt zu lassen, sind IKT-Unternehmen wie Regierung gleichermaßen gefordert.

Die IKT-Unternehmen sollten mit gutem Beispiel vorangehen und die in ihrer eigenen Hand liegenden Reduktionspotenziale durch die Umsetzung der in unserem „Green ICT“-Szenario aufgeführten Maßnahmen realisieren. Selbstverständlich kann die IKT-Branche auch bei der Realisierung des

in diesem Szenario identifizierten Einsparpotenzials, das zu einem um fast die Hälfte reduzierten Ausstoß des IKT-Sektors führt, noch in gleichem Umfang ihre Leistung erbringen. Aber erst in der Rolle eines Vorreiters hinsichtlich der Reduktion von Treibhausgasemissionen werden IKT-Unternehmen mit der notwendigen Glaubwürdigkeit am Markt wahrgenommen und können sich so als Wegbereiter des Klimaschutzes positionieren.

Diese Initiativen der IKT-Unternehmen sind dann besonders Erfolg versprechend, wenn die Regierung die Unternehmen bei einem großflächigen Einsatz von IKT-Lösungen zur Reduktion von Treibhausgasen unterstützt. Welche Möglichkeiten die Regierung hierfür besitzt und in welcher zeitlichen Abfolge diese Maßnahmen erfolgen sollten, wurde im letzten Kapitel anhand von vier konkreten Geschäftskonzepten aufgezeigt.

Doch nicht nur Politik und Unternehmen, auch die Bevölkerung insgesamt kann ihren Beitrag zum Klimaschutz leisten. Schon heute berichtet die Presse beinahe täglich über den Klimawandel, den Klimaschutz und die Bemühungen auf politischer Ebene. Häufig werden diese Beiträge als ein Thema dargestellt, welches ausschließlich die Regierungen dieser Welt betrifft. Gerade deshalb ist es wichtig, das Wissen um den individuellen Beitrag, den jeder Mensch selbst zur Reduktion der Treibhausgase leisten kann, zu fördern.

Dieses Wissen wiederum ist eine wesentliche Voraussetzung dafür, dass Akzeptanz in der Bevölkerung auch für vermeintlich unpopuläre Maßnahmen, wie z. B. die Städtemaut, gefördert wird. Nur so kann die große Herausforderung in Angriff genommen werden, nicht nur die Lücke von 136 Mt CO<sub>2</sub>e zwischen theoretischem und marktgetriebenem Reduktionspotenzial zu schließen und damit das Reduktionsziel des Meseberg-Programms zu erreichen, sondern darüber hinaus das Klima und die Umwelt nachhaltig zu schonen und letztlich zu erhalten. ●



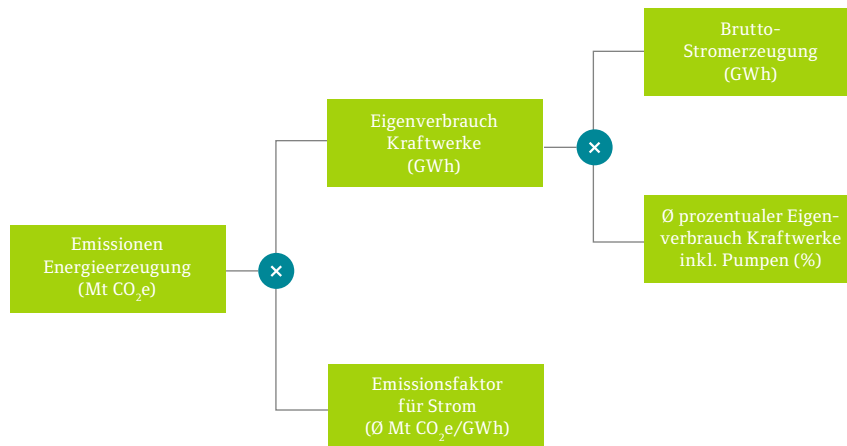
# Appendix

## Treiberbäume zur Prognose der CO<sub>2</sub>e-Emissionen

Zur Analyse der CO<sub>2</sub>e-Emissionen wurden in einem ersten Schritt für die verursachenden Sektoren Treiberbäume erstellt. Diese Treiberbäume erfassen dabei die relevanten kausalen Zusammenhänge und Bestandteile der Emissionen in den jeweiligen Sektoren.

Der für die Energieerzeugung notwendige **Eigenverbrauch** wurde anteilig aus der voraussichtlichen Brutto-Stromerzeugung in Abhängigkeit des Strommix abgeleitet und anschließend mit dem Emissionsfaktor des Strommix in dem jeweiligen Jahr multipliziert. Der Emissionsfaktor einer Bezugsgröße quantifiziert die emittierte Menge CO<sub>2</sub>e je Einheit der Bezugsgröße.

## Appendix 1: Treiberbaum für die CO<sub>2</sub>e-Emissionen der Energieerzeugung (Eigenverbrauch)



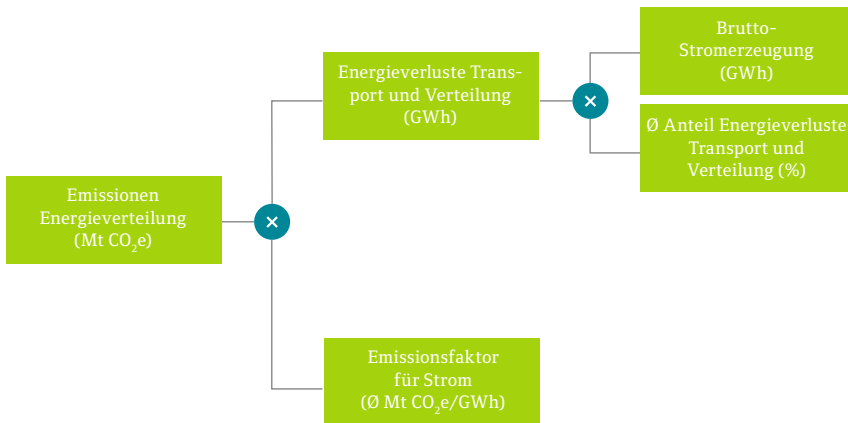
Der von den Erzeugern in das Stromnetz geleitete Strom unterliegt physikalischen **Netzverlusten**, und zwar ausschließlich durch die Erwärmung der Leitungen. Diese Netzverluste aus Transport und Verteilung von Strom sind in Deutschland relativ optimiert und daher konstant. Es besteht dabei eine direkte kausale Abhängigkeit zwischen Stromerzeugung und Netzverlusten. Diese Abhängigkeit ist im Treiberbaum abgebildet und mit dem Emissionsfaktor des Strommix im jeweiligen Jahr

multipliziert. Es wurden hierbei ausschließlich Netzverluste im Stromnetz betrachtet. Beispielsweise resultieren Verluste in Gas- und Ölleitungen aus Defekten in den Rohren, die unmittelbar identifiziert und behoben werden können und daher nicht der Regel entsprechen. Auch der Diebstahl von Strom durch einen illegalen Anschluss an das Netz hat in Deutschland keine signifikante Größe, sodass dieser für die Analysen nicht weiter berücksichtigt wurde.

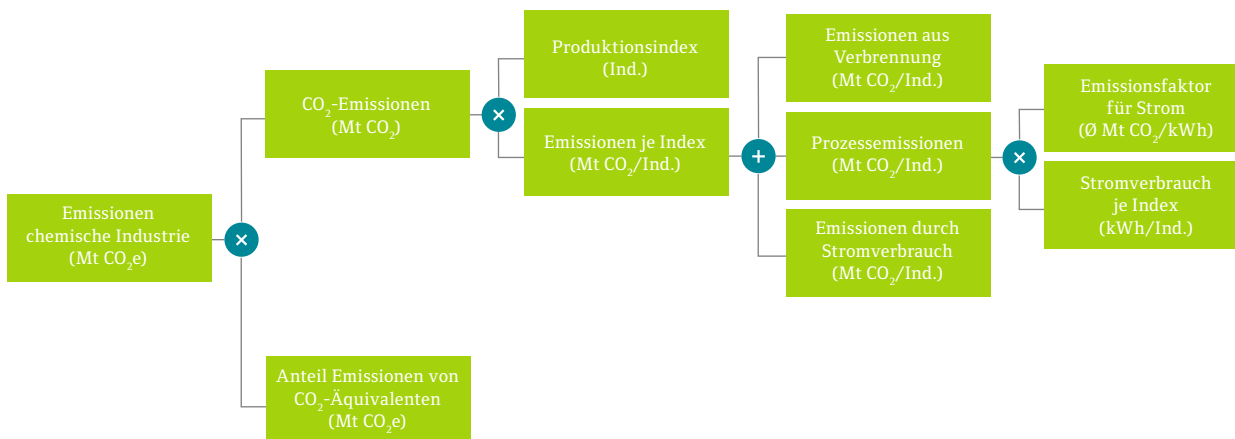
Zur Ermittlung der Emissionen aus der **chemischen Industrie** wurde deren Produktionsindex des VCI für Deutschland mit dem weltweiten Bruttoinlandsprodukt extrapoliert. Da etwa 50 % der in Deutschland produzierten Chemikalien exportiert werden, wurde das weltweite Bruttoinlandsprodukt herangezogen. Anschließend wurden die

entweichenden Emissionen je Produktionsindexpunkt ermittelt. Die Emissionen wurden dabei unterteilt in Emissionen durch Stromverbrauch, Emissionen während des Produktionsprozesses (z. B. Anheizen von Hochöfen) und Emissionen durch die Freisetzung der in Rohstoffen gebundenen Kohlenstoffe.

## Appendix 2: Treiberbaum für die CO<sub>2</sub>e-Emissionen der Energieverteilung (Netzverluste)



## Appendix 3: Treiberbaum für die CO<sub>2</sub>e-Emissionen der chemischen Industrie



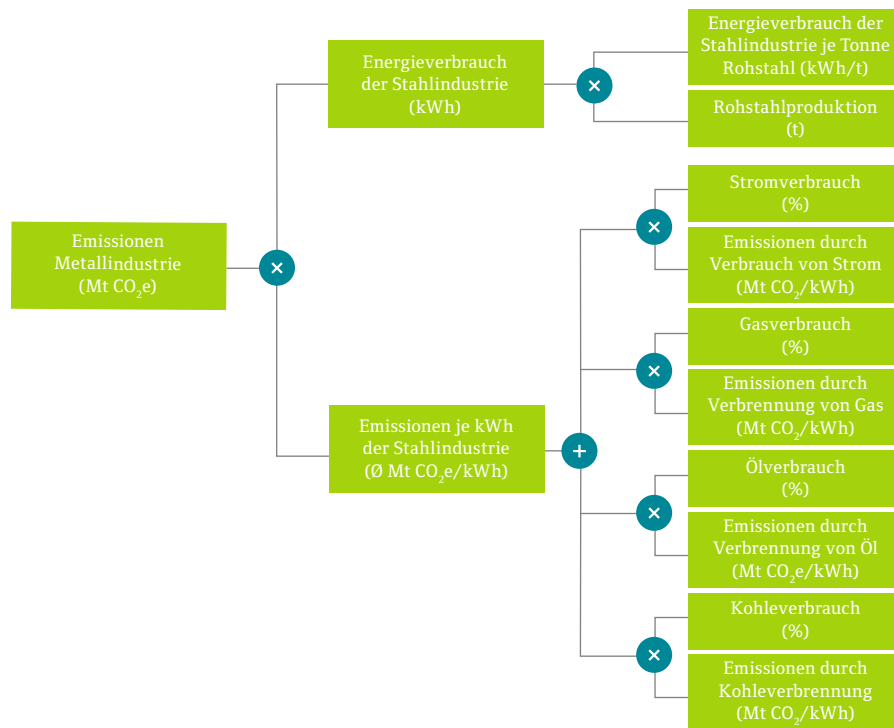
Anmerkung: Bei CO<sub>2</sub>e-Emissionen werden hier ausschließlich die Emissionen durch CO<sub>2</sub>-Äquivalente betrachtet; Prozessemissionen sind Emissionen, die im Rahmen von industriellen Prozessen (z. B. Spaltung von Vorprodukten) emittiert werden



Die Produktion von Rohstahl wurde als guter Indikator für die gesamte Produktionsmenge der **Metallindustrie** identifiziert. Daher wird der Energieverbrauch der Stahlindustrie je Tonne Rohstahl ermittelt und mit der erwarteten Rohstahlproduktion bis 2020 multipliziert. Auf den entstehenden Energieverbrauch je Jahr werden die Treibhausgas-

emissionen je kWh aufgeschlagen. Dabei wird nach Emissionen aus Strom-, Gas-, Kohle- und Ölverbrauch unterschieden. Die Emissionen von Nicht-eisenmetallen nehmen durchschnittlich einen Anteil von etwa 5 – 6 % der Stahlemissionen ein und sind implizit in den jeweiligen Emissionskategorien enthalten.

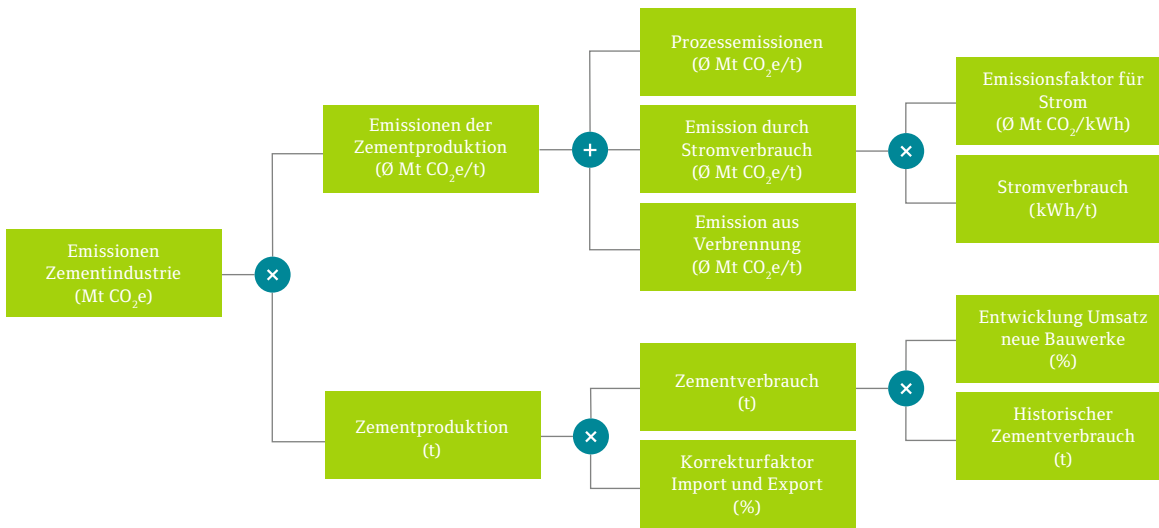
## Appendix 4: Treiberbaum für die CO<sub>2</sub>e-Emissionen der Metallindustrie



Zur Bestimmung der Emissionen der **Zementindustrie** wurde der Zementverbrauch aus Prognosen zur zukünftigen Entwicklung von neu zu errichtenden Bauwerken (inkl. Gebäuden) abgeleitet. Ähnlich wie die chemische Industrie wurden die

Emissionen in drei Kategorien unterteilt: Prozessemissionen, Emissionen durch Stromverbrauch und Emissionen aus Verbrennung von Rohstoffen. Die Emissionen des Stromverbrauchs berücksichtigen stets den im jeweiligen Jahr ermittelten Strommix.

## Appendix 5: Treiberbaum für die CO<sub>2</sub>e-Emissionen der Zementindustrie

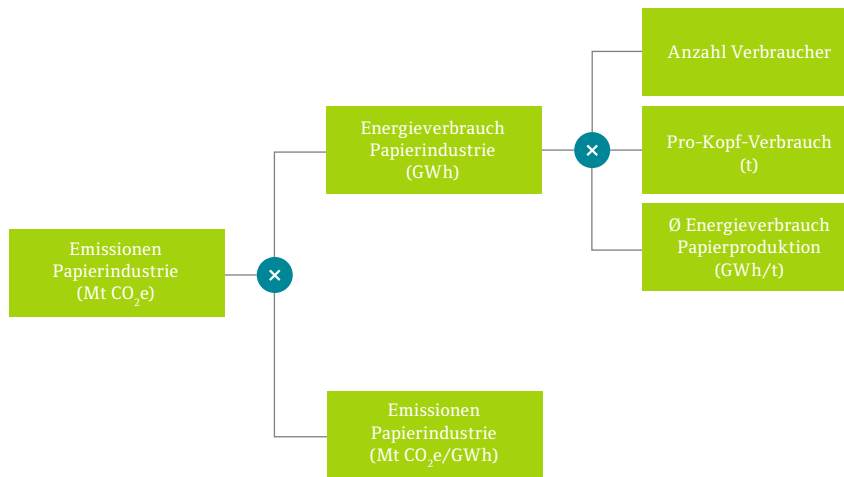


Anmerkung: Prozessemissionen sind Emissionen, die im Rahmen von industriellen Prozessen (z. B. Spaltung von Vorprodukten) emittiert werden.

Als Emissionstreiber für die **Papierindustrie** wurden der Pro-Kopf-Papierverbrauch und der Energieverbrauch der Papierproduktion je Tonne Papier identifiziert. Aus diesen Treibern, der Anzahl an

Verbrauchern und den durchschnittlichen Emissionen je GWh wurden die gesamten Emissionen ermittelt.

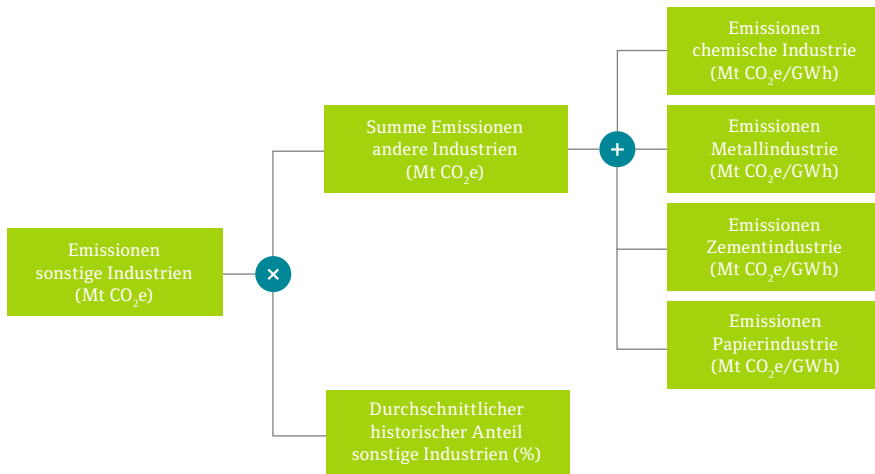
## Appendix 6: Treiberbaum für die CO<sub>2</sub>e-Emissionen der Papierindustrie



Die Emissionen der verbleibenden Industrien (Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau, Ernährung und Tabak, Glas und Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden, Maschinenbau, Fahrzeugbau und sonstige Wirt-

schaftszweige) wurden aufgrund ihrer geringen Größe und Relevanz für die CO<sub>2</sub>e-Bilanz zusammengefasst und anhand ihres historischen Anteils an den übrigen Industrien bis 2020 fortgeschrieben.

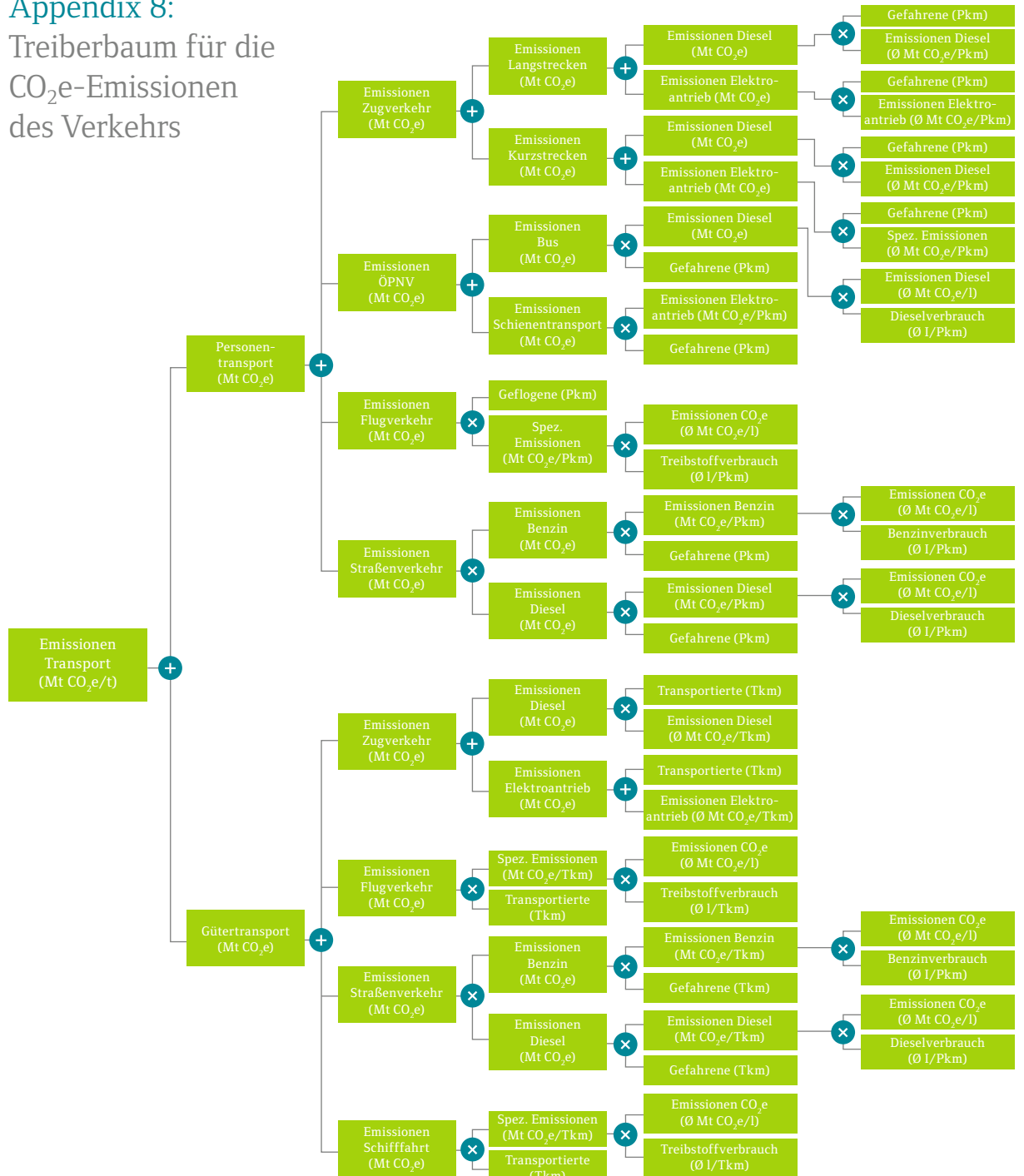
## Appendix 7: Treiberbaum für die CO<sub>2</sub>e-Emissionen der sonstigen Industrien



Für die Emissionen des **Verkehrs** ist der umfangreichste Treiberbaum erstellt worden. Dabei wurde zunächst in Personen- und Gütertransport unterschieden und innerhalb dieser beiden Kategorien dann in die einzelnen Fahrzeugtypen. Die Haupt-

treiber des Verkehrs sind die für jedes Fahrzeug bzw. jeden Motortyp erwarteten Personen-(Tonnen-) Kilometer und der spezifische Kraftstoffverbrauch je Personen-(Tonnen-)Kilometer.

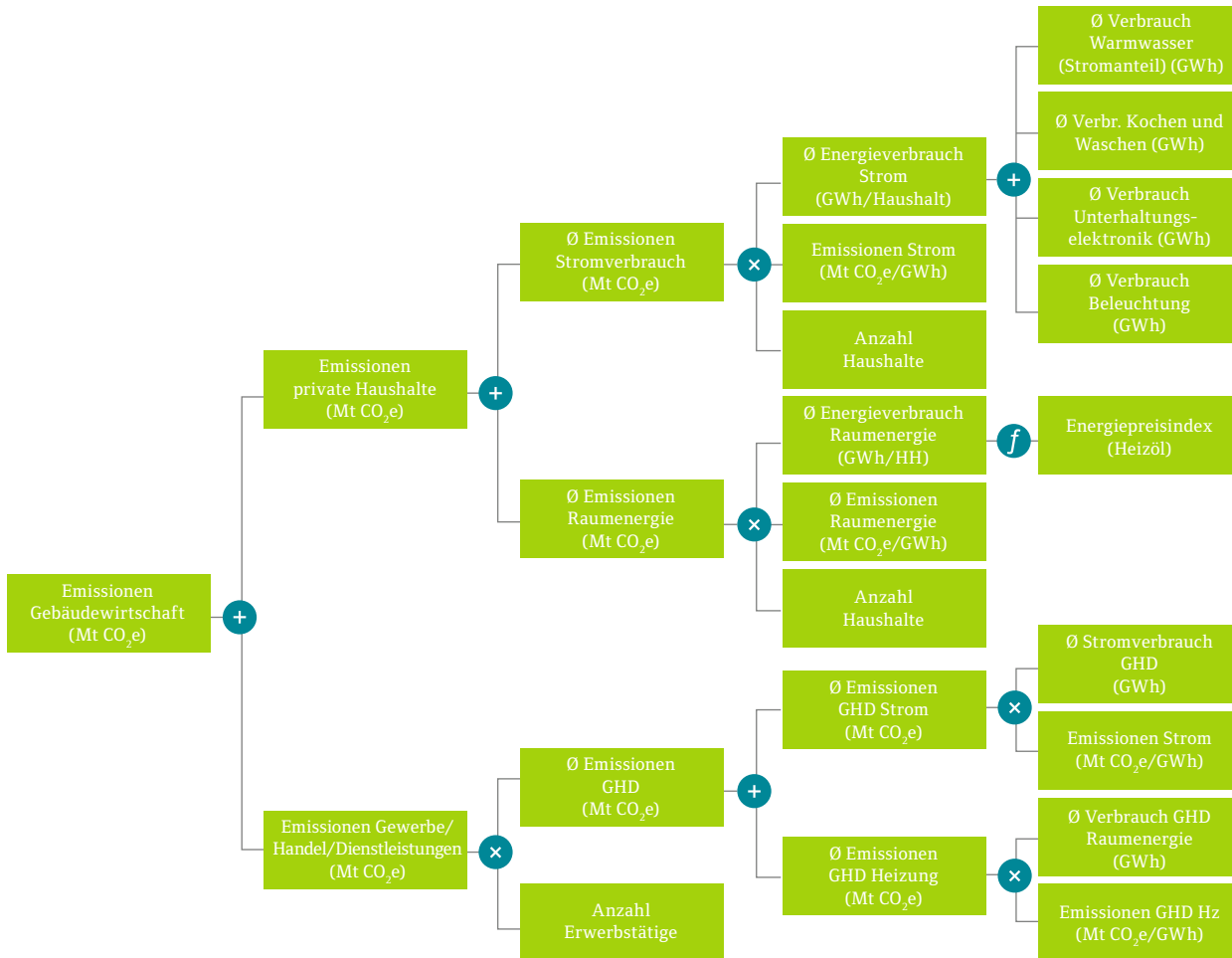
### Appendix 8: Treiberbaum für die CO<sub>2</sub>e-Emissionen des Verkehrs



Die Modellierung der Emissionen der **Gebäudewirtschaft** erfolgt getrennt nach privat und kommerziell (durch Gewerbe, Handel und Dienstleistungen) genutzten Gebäuden. Die Emissionen setzen sich dabei aus Emissionen durch Stromver-

brauch und durch Raumenergie zusammen. Bei Letzterer beeinflusst insbesondere der Energiepreisindex das Heizverhalten und damit die Emissionen der privaten Haushalte deutlich.

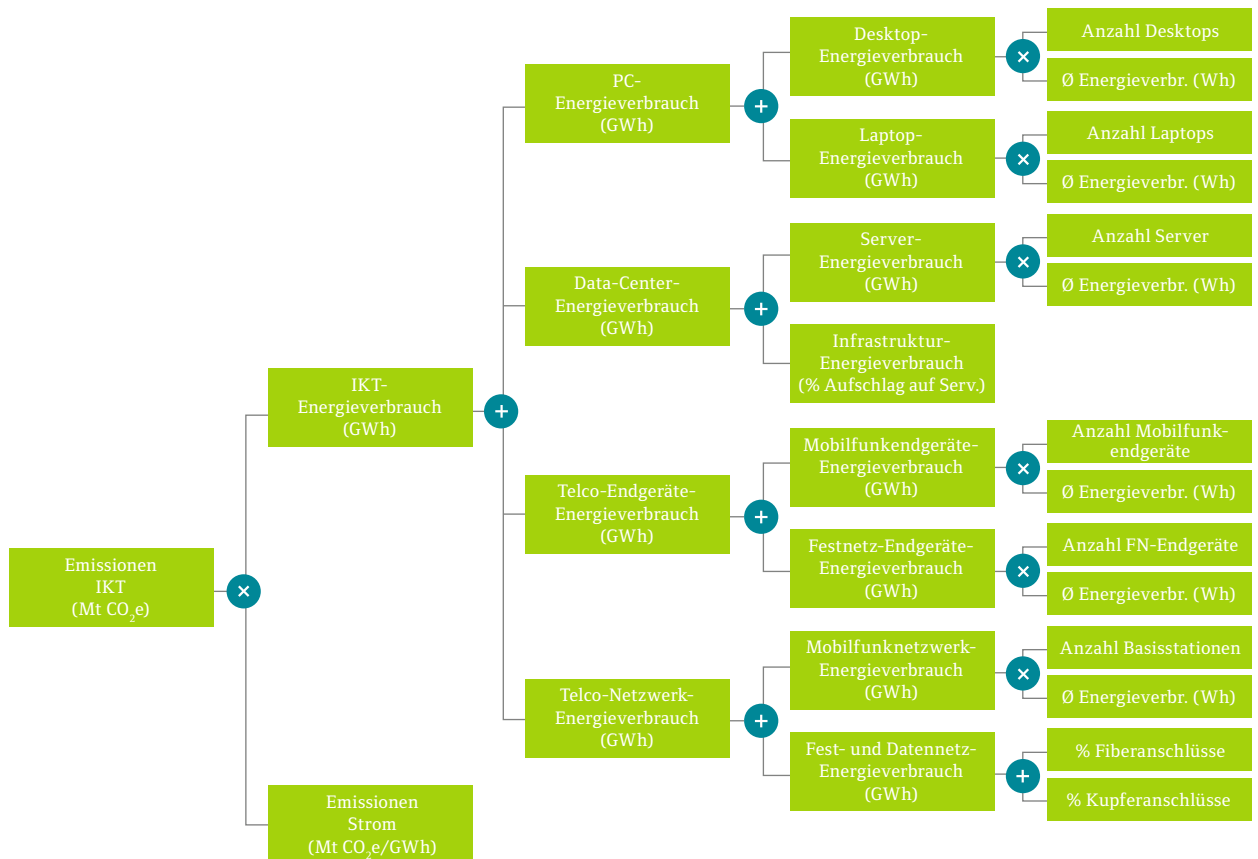
## Appendix 9: Treiberbaum für die CO<sub>2</sub>e-Emissionen der Gebäudewirtschaft



Für die vorliegende Studie wurden für den Sektor **IKT** die Treiber PCs, Rechenzentren, Telekommunikationsendgeräte und -netzwerke modelliert. Es wurde für jeden Bereich der Verbrauch an elektrischer Energie ermittelt und die Summe daraus mit den Emissionen der Stromerzeugung aus dem angenommenen Strommix multipliziert. Der Bereich PCs enthält neben Desktop- und Laptop-PCs auch den Energieverbrauch von Peripheriegeräten wie

Druckern und Bildschirmen. Unter „Rechenzentrum“ wurde der Energieverbrauch der Server und der in Rechenzentren vorhandenen Infrastruktur (Klimatisierung, Netzwerk etc.) erfasst. Der Energieverbrauch der Telekommunikationsendgeräte wurde getrennt nach mobilen und Festnetz-Endgeräten ermittelt. Analog dazu wurde auch der Energieverbrauch der Telekommunikationsnetzwerke getrennt ermittelt.

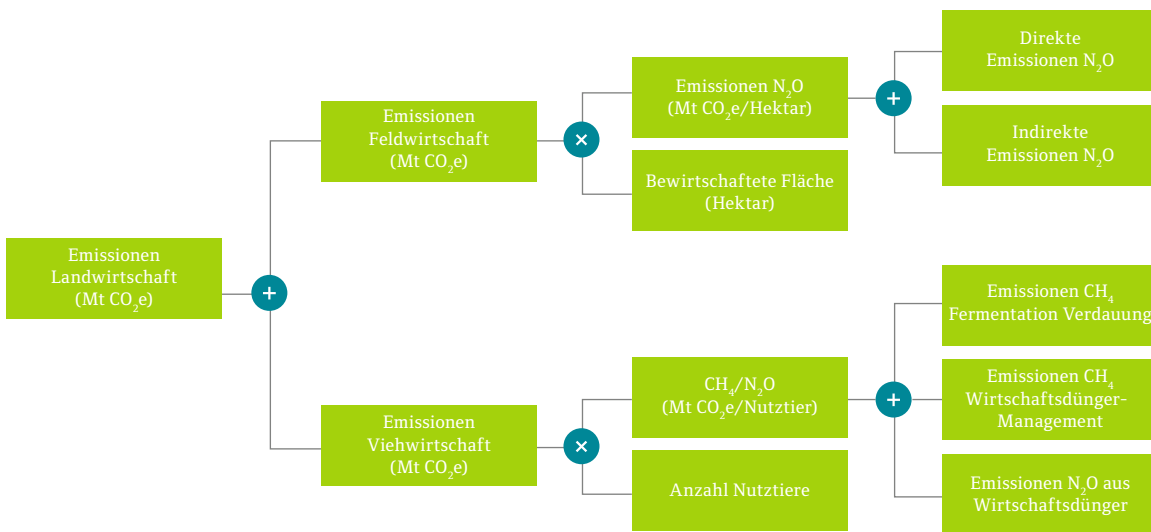
## Appendix 10: Treiberbaum für die CO<sub>2</sub>e-Emissionen der IKT



Für die **Landwirtschaft** wurden die Emissionen anhand der Emissionen aus Feld- und Viehwirtschaft berechnet. Bei der Feldwirtschaft erfolgt eine Unterscheidung der direkten (aus Düngung) und indirekten (z. B. reagierender ausgewaschener Stickstoff) Emissionen. Die Emissionen der Vieh-

wirtschaft beruhen hauptsächlich auf den Emissionen durch Rinder, welche für etwa 93 % der Emissionen stehen. Die jeweiligen Emissionen wurden für eine bessere Vergleichbarkeit jeweils in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet.

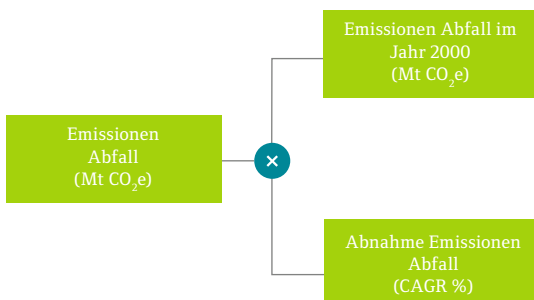
## Appendix 11: Treiberbaum für die CO<sub>2</sub>e-Emissionen der Landwirtschaft



Bei den Emissionen der **Abfallwirtschaft** wurde die Entwicklung der Treibhausgasemissionen

durch das Umweltbundesamt bis 2020 angesetzt und mit historischen Werten extrapoliert.

## Appendix 12: Treiberbaum für die CO<sub>2</sub>e-Emissionen für Abfall





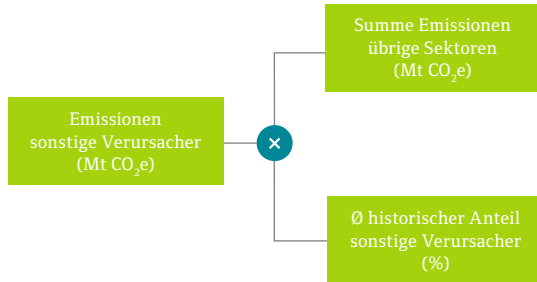
---

Die Emissionen der sonstigen Verursacher (u. a. Lösemittel, andere Produktverwendung und diffuse Emissionen aus Brennstoffen) wurden auf-

grund ihrer geringen Größe und Relevanz zusammengefasst und anhand ihres historischen Anteils an den übrigen Sektoren bis 2020 fortgeschrieben.

---

### Appendix 13: Treiberbaum für die CO<sub>2</sub>e-Emissionen der sonstigen Verursacher



## Wesentliche Annahmen zur Ermittlung des Carbon Footprint in Deutschland

Die folgende Tabelle enthält alle wesentlichen Daten und Annahmen, welche für die Berechnung der zukünftigen CO<sub>2</sub>e-Emissionen mittels der Treiberbäume herangezogen wurden. Diese sind nach Sektoren aufgelistet und mit den wesentlichen Quellen versehen.

### Emissionen- verursachende Sektoren

### Wesentliche getroffene Annahmen

### Übersicht hauptsächlich verwendeter Quellen

Energieerzeugung (Eigenverbrauch)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anteil an der Brutto-Stromerzeugung sinkt durch Veränderung Kraftwerkspark von ~ 10 % auf ~ 8 % ab 2015 durch höheren Anteil regenerativer Erzeugung</li> <li>CO<sub>2</sub>e-Emissionen aus Raffinerien haben keine signifikante Größe (&lt; 10 % von Eigenverbrauch) und werden daher nicht betrachtet</li> <li>Eigenverbrauch durchschnittlich über alle Kraftwerksarten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>International Energy Agency (IEA)</li> <li>Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI)</li> <li>Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen</li> </ul>
Energieverteilung (Netzverluste)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gas- und Ölverluste nur durch Defekte induziert, daher hier nur Stromverluste betrachtet</li> <li>Anteil Energieverluste historisch konstant 5 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>International Energy Agency (IEA)</li> <li>Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI)</li> </ul>
Chemische Industrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Produktionskorb des Produktionsindex und damit die Anteile der CO<sub>2</sub>-Emissionen bleiben konstant</li> <li>Produktionsindex entsprechend dem weltweiten nominalen BIP (da hohe Exportquote von 50%) fortgeschrieben. Wachstum um ~ 64 % bis 2020</li> <li>CO<sub>2</sub>e-Emissionen kaum durch IKT beeinflussbar, daher nicht explizit modelliert und Fokus auf Emissionen durch Stromverbrauch gelegt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verband der Chemischen Industrie e. V. (VCI); Veröffentlichungen und Expertengespräche</li> <li>The Economist Intelligence Unit</li> <li>National Inventory Report</li> </ul>
Metallindustrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rohstahl ist Indikator für die gesamte Stahlindustrie, da bei jedem Verfahren der Stahlerzeugung und -produkt benötigt; Rohstahlproduktion entsprechend dem weltweiten nominalen BIP fortgeschrieben; Wachstum um ~ 16 % bis 2020</li> <li>NE-Metallindustrie mit Anteil von ~ 5 – 6 % an Stahlemissionen in gesamthafter Betrachtung des Rohstahls enthalten</li> <li>Energieverbrauch sinkt jährlich um ~ 0,7 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Statistisches Bundesamt Deutschland</li> <li>Stahlinstitut Verein Deutscher Eisenhüttenleute</li> <li>The Economist Intelligence Unit</li> <li>World Steel Dynamics</li> </ul>
Zementindustrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aus Umrechnungstabellen AGEBAnteil der Zementindustrie an Verarbeitung von Steine und Erden abgeschätzt (~ 16 %)</li> <li>Korrelation zwischen Zementkonsum (t) und Volumen für Bau neuer Bauwerke (Euro); Wachstum Zementproduktion um ~ 10 % bis 2020</li> <li>Korrekturfaktor für Zusammenhang aus Zementverbrauch und Zementproduktion über Anteile Import und Export ermittelt (~ 22 %)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Global Cement Report 2009</li> <li>Euroconstruct June 2009</li> <li>International Energy Agency (IEA)</li> <li>Verein Deutscher Zementwerke e. V. (VDZ)</li> <li>Global Insight</li> </ul>
Papierindustrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bis 2020 geringer Nettoexport, Produktionsmenge entspricht Verbrauch</li> <li>Pro-Kopf-Verbrauch: ab 2010 moderates Wachstum von 1 % p. a. (0 – 0,08: 3 % p. a.)</li> <li>Energieverbrauch für die Papierproduktion sinkt weiterhin mit 2 % jährlich</li> <li>Brennstoffmix wird CO<sub>2</sub>-intensiver, Zunahme von Fremdstrom und Erdgas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verband Deutscher Papierfabriken e. V. (VDP)</li> <li>Bernd Götz, „Das Papier“, ipw, Science and Technology 12/2007</li> <li>Statistisches Bundesamt Deutschland</li> </ul>
Sonstige Industrien	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durchschnittlicher Anteil aus historischen Werten an restlichen Industrien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>National Inventory Report</li> </ul>
Verkehr	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wachstum gefahrene/geflogene Pkm um ~ 8 % bis 2020 im Personenverkehr nach EWI</li> <li>Wachstum gefahrene/geflogene Tkm um ~ 20 % bis 2020 im Güterverkehr nach EWI</li> <li>Reduktion Energieverbrauch um ~ 10 % bis 2020 im Personenverkehr nach EWI</li> <li>Reduktion Energieverbrauch um ~ 20 % bis 2020 im Güterverkehr nach EWI</li> <li>Verhältnis Benzinfahrzeuge zu Dieselfahrzeuge nimmt kontinuierlich ab (~ 47 : 53 in 2020) im Personenverkehr nach EWI</li> <li>Verhältnis Benzinfahrzeuge zu Dieselfahrzeuge nimmt kontinuierlich ab (~ 2 : 98 in 2020) im Güterverkehr nach EWI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umweltbundesamt</li> <li>Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI)</li> <li>Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie</li> <li>Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung</li> <li>Boeing</li> <li>Aktionskonferenz Nordsee</li> <li>Universität Darmstadt</li> <li>Statistisches Bundesamt Deutschland</li> </ul>

## Emissionen- verursachende Sektoren

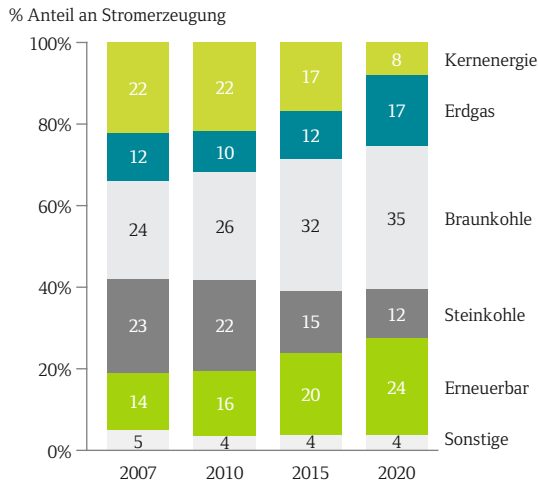
### Wesentliche getroffene Annahmen

### Übersicht hauptsächlich verwendeter Quellen

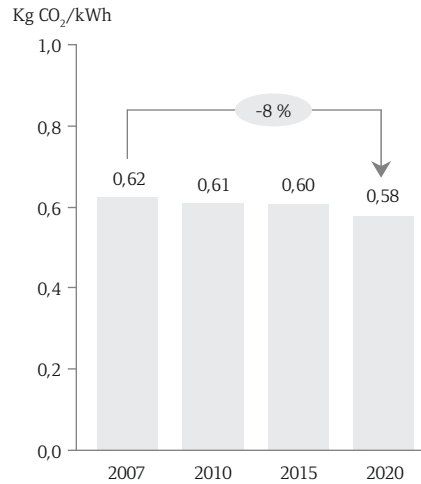
Gebäudewirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperaturbereinigter Raumergieverbrauch ist abhängig von Heizölindex</li> <li>• Warmwasser wird nur teilweise über Strom erzeugt</li> <li>• Anstieg Haushalte von 40 Mio. in 2009 auf 40,5 Mio. in 2020</li> <li>• Weiterhin Optimierung des Brennstoffmix sowie Energieeffizienz der Gebäude</li> <li>• Stromverbrauch berücksichtigt Energiesparlampen und steigende Geräteeffizienz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fraunhofer-Institut, GfK, Mai 2009, Energieverbrauch des Sektors GHD</li> <li>• Destatis, November 2008, Energieverbrauch der privaten Haushalte</li> </ul>
IKT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Linearer Anstieg aller Werte zwischen 2007 und 2020</li> <li>• Moderater Anstieg PCs, Verdopplung Anzahl Laptops bis 2020, Server +40 %</li> <li>• Festnetztelefone stabil, Peripheriegeräte 2 % p. a., Mobiltelef. konstant +3 % p. a.</li> <li>• Anzahl Mobilfunk-Basisstationen steigt um 50 %, Festnetz sinkt um 27 % bis 2020</li> <li>• Standby- und Betriebsverbrauch in Durchschnittswerten berücksichtigt</li> <li>• Peripherie wie Drucker, Bildschirme etc. wird in die Durchschnittswerte für Laptops/ PCs inkludiert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fraunhofer-IZM, März 2009, Abschätzung des Energiebedarfs der weiteren Entwicklung der Informationsgesellschaft</li> <li>• Euromonitor, IDC 2009</li> </ul>
Landwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rinderbestand nimmt um 1,4 % p. a. ab (CAGR 2000 – 2008)</li> <li>• Bewirtschaftete Fläche nimmt um 0,2 % p. a. ab (CAGR 2000 – 2008)</li> <li>• Feldwirtschaft und Viehwirtschaft: Emission rückläufig mit ca. 1 % p.a.</li> <li>• Nur Rinder als Wertreiber für Viehwirtschaft berücksichtigt (verantwortlich für 93 % der CH<sub>4</sub>-Emissionen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltbundesamt</li> <li>• Statistisches Bundesamt Deutschland</li> </ul>
Abfall	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduktion der Abfälle um 68 % bis 2020 durch TASI (Technische Anleitung Siedlungsabfall)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Öko-Institut, FZ Jülich, Fraunhofer-ISI und DIW Berlin, in: Umweltbundesamt 2008, Climate Change</li> </ul>
Sonstige Verursacher	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchschnittlicher Anteil aus historischen Werten an übrigen Sektoren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• National Inventory Report</li> </ul>
Strommix	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berücksichtigung Vorgaben Europäischer Rat zur Minderung von Treibhausgasen</li> <li>• Fortschreibung der aktuellen Politik: Ausstieg aus der Kernenergie, Fortschreibung des EEG und KWKMod-G, Fortschreibung des Nationalen Allokationsplans (NAP II) mit kostenfreier Zuteilung von Emissionszertifikaten</li> <li>• Erhöhung der Wirkungsgrade bis 2020 um ca. 10 – 20 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiewirtschaftliches Gesamtkonzept 2030</li> <li>• EWI/Energy Environment Forecast Analysis (2008)</li> <li>• Umweltbundesamt</li> <li>• International Energy Agency (IEA)</li> </ul>

Die Basis für die verwendeten Emissionen des Stromverbrauchs in den Sektoren ist die erwartete Zusammensetzung des Strommix im Jahr 2020 (siehe Abbildung).

### Prognostizierte Entwicklung des deutschen Strommix



### Nur leichte Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen je kWh bis 2020



Für die Berechnung der Emission je kWh wurden die Emissionsfaktoren bezogen auf den Stromverbrauch über den Nutzungsgrad des Brennstoffes und den jeweiligen Emissionsfaktor für den Brennstoffeinsatz ermittelt. Durch den Strommix wird daraus der Emissionsfaktor je kWh erzeugtem Strom ermittelt. Die folgende Tabelle stellt diese Berechnung exemplarisch für 2002 dar.

Brennstoff/ Einheit	CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor bezogen auf den Brennstoffeinsatz	Brennstoffnutzungsgrad im Jahr 2002 bezogen auf den Stromverbrauch	CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor im Jahr 2002 bezogen auf den Stromverbrauch	Vergleich CO <sub>2</sub> - Emissionsfaktor Strommix
	g/kWh	v. H.	g/kWh	g/kWh
Erdgas	202	36%	560	636
Steinkohle	338	36%	938	
Braunkohle	404	33%	1228	
Sonstige	307	33%	930	

Quelle: Umweltbundesamt, „Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix“, und eigene Analysen

Des Weiteren wurden für die Ermittlung der spezifischen Emissionen folgende Faktoren verwendet:

Brennstoff	Kg CO <sub>2</sub> /kWh
Heizöl	0,28
Diesel	0,27
Rohöl	0,26
Kerosin	0,26
Benzin	0,25
Schweröl	0,28

Quelle: Quaschnig, Volker, „Regenerative Energiesysteme: Technologie – Berechnung – Simulation“, Hanser Fachbuchverlag:  
5. aktualisierte Auflage (1. März 2007), und Deutsche Emissionshandelsstelle

Die Äquivalenzfaktoren zur Umrechnung der verschiedenen Treibhausgase in CO<sub>2</sub>e (insbesondere im Sektor Landwirtschaft):

Treibhausgase	Äquivalenzfaktoren
CO <sub>2</sub> (Kohlenstoffdioxid)	1
CH <sub>4</sub> (Methan)	21
N <sub>2</sub> O (Lachgas)	296

Quelle: Praxis der Bilanzierung und Besteuerung von CO<sub>2</sub>-Emissionsrechten, S. 9, nach Kyoto-Protokoll

In Hinblick auf die im Meseberg-Programm enthaltenen Maßnahmen wurde im BAU-Szenario Folgendes berücksichtigt:

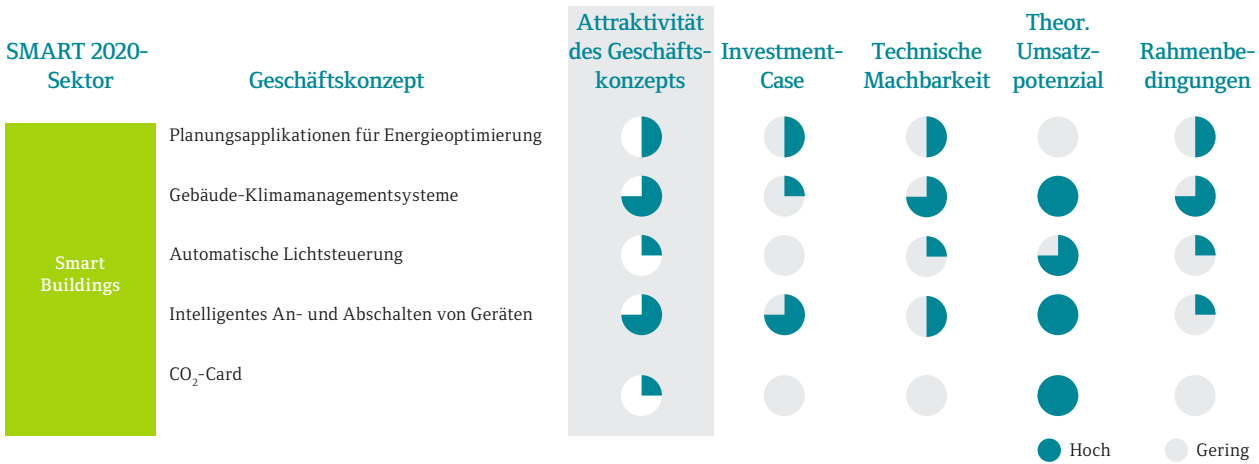
## Appendix 14: Berücksichtigte Maßnahmen des Meseberg-Programms im BAU-Szenario

	Maßnahmen Meseberg	Berücksichtigung SMART 2020
Gebäude- wirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> <li>Allgemeine Gebäudemaßnahmen</li> <li>Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz</li> <li>Energie-Management GHD</li> <li>Intelligente Messverfahren Strom</li> <li>Energieeffizientere Produkte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Raumenergie halbiert sich von 2000 bis 2020</li> <li>✓ Erneuerbare Energien erreichen 14 % in 2020</li> <li>✓ 10 % Reduktion in ~ 20 % Betrieben in 2020</li> <li>✓ 6 % Reduktion in ~ 10 % HH in 2020</li> <li>✓ Weiße Ware 30 % in 2020, U-Elektronik nein<sup>1</sup></li> </ul>
Verkehr	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO<sub>2</sub>-Strategie Pkw (Hybridfahrzeuge)</li> <li>Ausbau Biokraftstoffe</li> <li>Umstellung Kfz-Steuer auf CO<sub>2</sub>-Basis</li> <li>Verbrauchskennzeichnung für Pkw</li> <li>Elektromobilität (ohne Hybridfahrzeuge)</li> <li>Optimierung Lenkungswirkung Lkw-Maut</li> <li>Flugverkehr</li> <li>Schiffsverkehr</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ } Kraftstoffreduktion ~ 20 % bis 2020</li> <li>✓ }</li> <li>✓ }</li> <li>✓ }</li> <li>✓ } Transfer von Straße auf Schiene einkalkuliert</li> <li>✓ } Verbrauchsreduktion berücksichtigt</li> <li>✓ } Maßnahmenmix ab 2011 berücksichtigt</li> </ul>
Industrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fluorierte THG</li> <li>Energiemanagement Industrie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ } Implizit in die Effizienzsteigerung der Industrie</li> <li>✓ } einmodelliert</li> </ul>
Energie- erzeugung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz</li> <li>Stromerzeugung REG</li> <li>Biogaseinspeisung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ } Im EWI-2008-Szenario für den</li> <li>✓ } Strommix berücksichtigt</li> </ul>

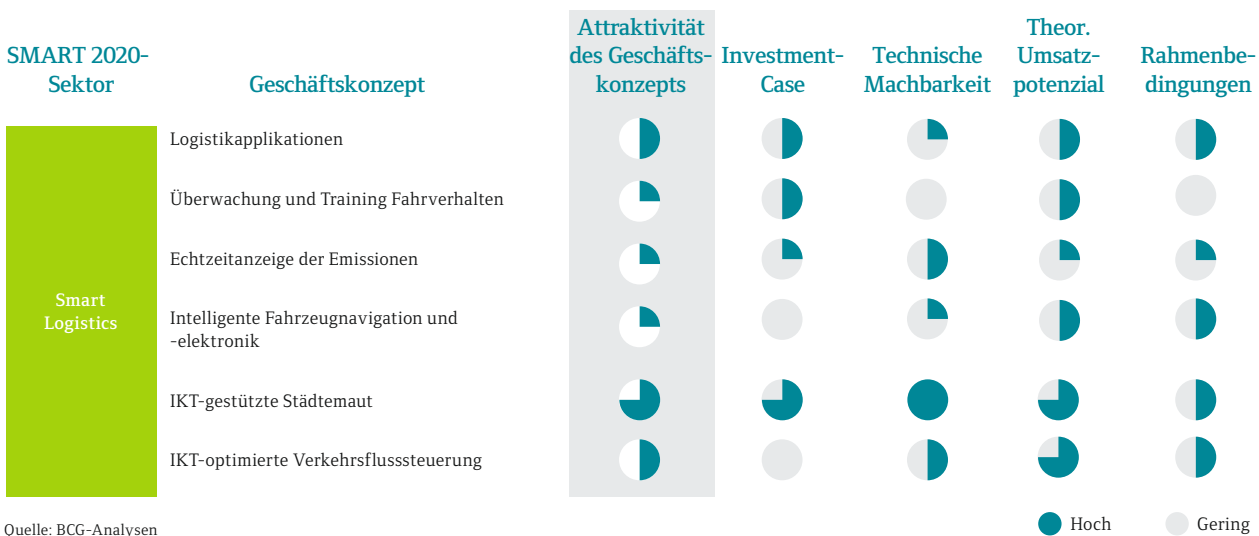
1. Fraunhofer prognostiziert ansteigende Entwicklung im Bereich Unterhaltungselektronik (Flatscreens, vergangener Trend)  
Quelle: BMWi

## Attraktivität des Geschäftskonzepts je SMART 2020-Sektor

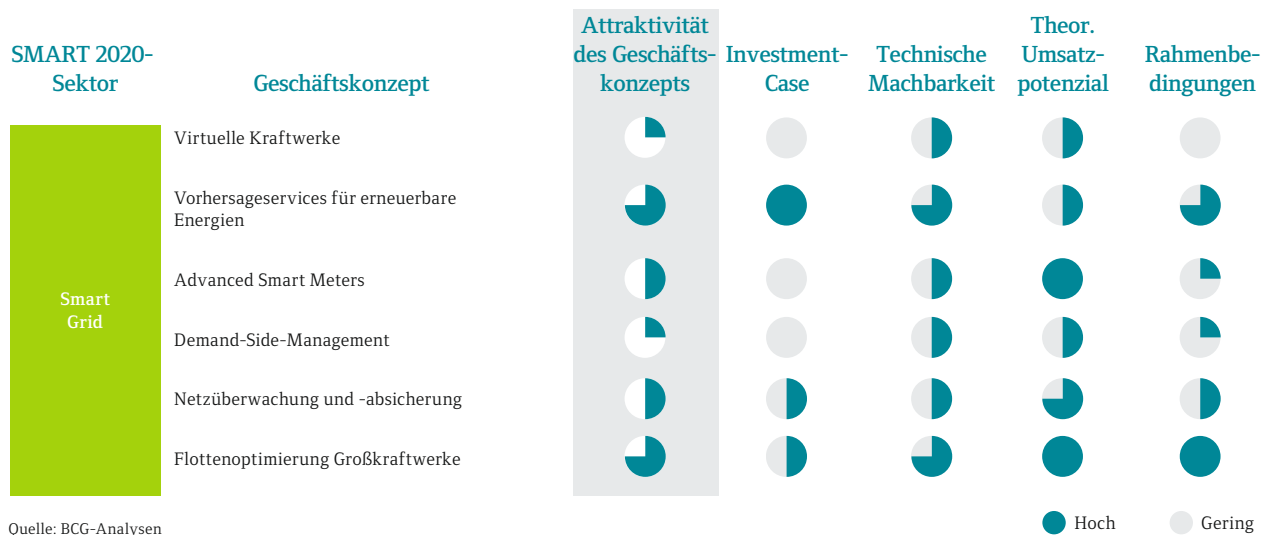
### Appendix 15: Übersicht der Attraktivitätsbewertung je Dimension im Sektor Smart Buildings



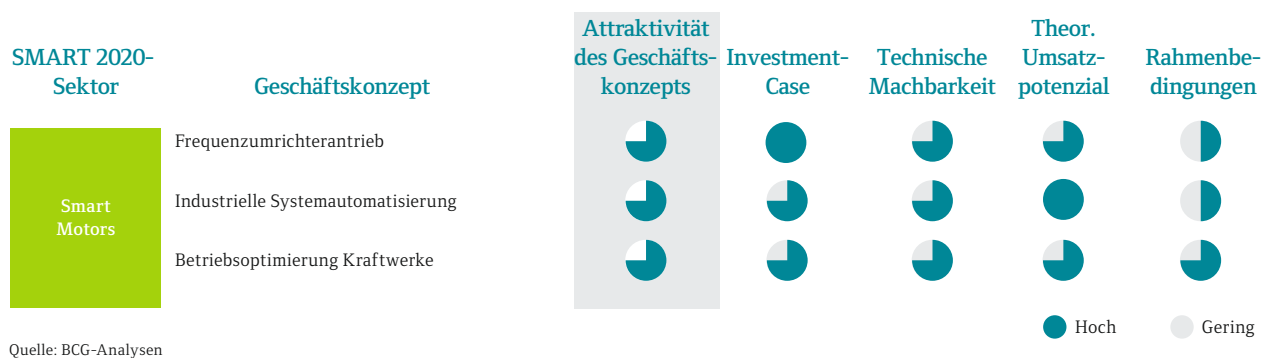
### Appendix 16: Übersicht der Attraktivitätsbewertung je Dimension im Sektor Smart Logistics



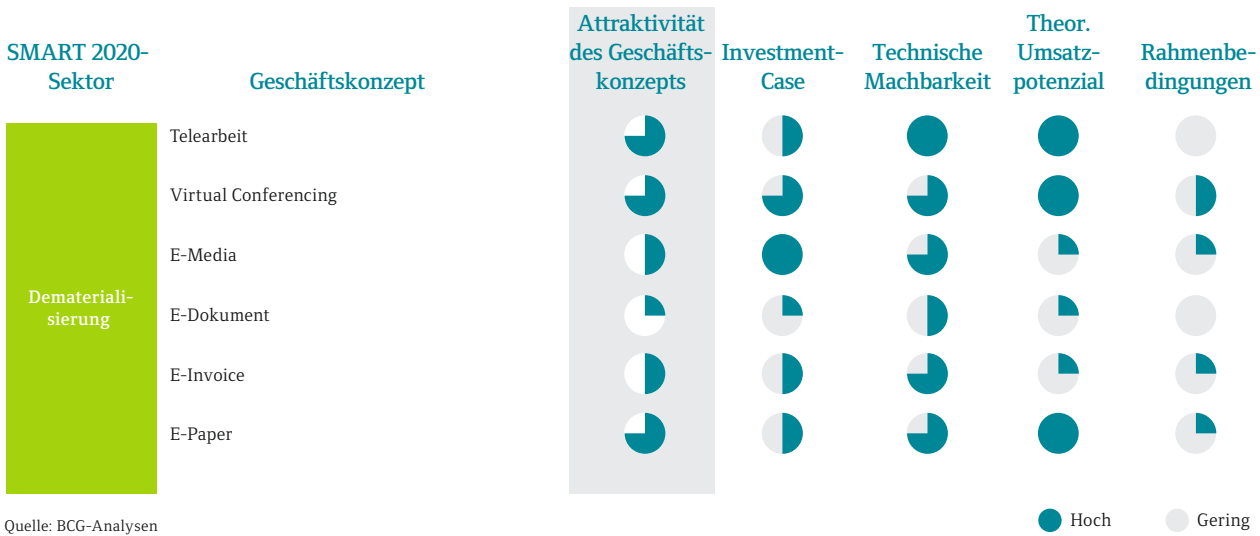
## Appendix 17: Übersicht der Attraktivitätsbewertung je Dimension im Sektor Smart Grid



## Appendix 18: Übersicht der Attraktivitätsbewertung je Dimension im Sektor Smart Motors



## Appendix 19: Übersicht der Attraktivitätsbewertung je Dimension im Sektor Dematerialisierung





---

# Quellenverzeichnis

Aachener Stiftung (2008), Die CO<sub>2</sub>-Card: Emissionsquoten als marktwirtschaftliches Instrument zum Klimaschutz, [www.CO2card.de](http://www.CO2card.de)

Accenture, Vodafone (2009), Carbon Connections: Quantifying mobile's role in tackling climate change, [http://www.vodafone.com/etc/medialib/cr\\_09/carbon.Par.76396.File.tmp/carbon\\_web\\_2009.pdf](http://www.vodafone.com/etc/medialib/cr_09/carbon.Par.76396.File.tmp/carbon_web_2009.pdf)

ADT bei BT (o. J.), Building Management Systems, <http://www.adt.co.uk/building-management-systems.htm>

AG Energiebilanzen e. V., <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=1>

All About Security Portal (2008), Sun kündigt neue StorageTek Tape-Library-Systeme an, <http://www.all-about-security.de/security-artikel/speicherung/archivierung/artikel/6000-sun-kuendigt-neue-storagetek-tape-library-systeme-an/>

APDC Associação Portuguesa Para O Desenvolvimento Das Comunicações (o. J.), Smart Portugal 2020: Reducing Emissions and Increasing Energy Efficiency through ICT, [www.gesi.org/LinkClick.aspx?fileticket=vwE33uCEWUw%3D](http://www.gesi.org/LinkClick.aspx?fileticket=vwE33uCEWUw%3D)

Arbeitsnehmerkammer Bremen (o. J.), Telearbeit: Chancen und Risiken, <http://www.arbeitnehmerkammer.de/tbs/archiv/themen/telearb.htm>

Bayer, W. (2004), Erneuerbare Energien 1991 bis 2003, Wirtschaft und Statistik 5/2004, Statistisches Bundesamt

Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (2006), Telearbeit – eine zukunftsorientierte Herausforderung, <http://www.lgl.bayern.de/arbeitschutz/arbeitsmedizin/telearbeit.htm>

BDI initiativ – Wirtschaft für Klimaschutz (2009), Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland, [www.bdi.eu/.../Publikation\\_Treibhausgasemissionen\\_in\\_Deutschland.pdf](http://www.bdi.eu/.../Publikation_Treibhausgasemissionen_in_Deutschland.pdf)

BDI initiativ – Business for Climate (2009), Costs and Potentials of Greenhouse Gas Abatement in Germany, [www.bdi.eu/.../EN/.../Study%20Manual%20\(McK,%20BDI\)\\_EN.pdf](http://www.bdi.eu/.../EN/.../Study%20Manual%20(McK,%20BDI)_EN.pdf)

Becker, M. (2004), Gebäudeautomation und Gebäude-/Anlagensimulation – Werkzeuge für einen zeitgemäßen Gebäudebetrieb, [ftp://ftp.fh-biberach.de/pub/www/gebäudeklimatik/Personen/Becker/Vortrag\\_Forum%20Gebäudetechnik\\_04\\_01\\_28.pdf](ftp://ftp.fh-biberach.de/pub/www/gebäudeklimatik/Personen/Becker/Vortrag_Forum%20Gebäudetechnik_04_01_28.pdf)

Bio Intelligence Service (2008), Impacts of Information and Communication Technologies on Energy Efficiency, <http://www.ifap.ru/library/book373.pdf>

Borderstep Institut (2009), Ein Green New Deal für Rechenzentren, Computerwelt, <http://www.borderstep.de/details.php?menue=95&subid=96&projektid=281&le=de>

---

Bundesministerium für Forschung und Bildung (2006), Hightech-Strategie für Deutschland, [http://www.bmbf.de/pub/bmbf\\_hts\\_lang.pdf](http://www.bmbf.de/pub/bmbf_hts_lang.pdf)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007), Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm, <http://www.bmu.de/klimaschutz/downloads/doc/39875.php>

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2008), Energieeffiziente Rechenzentren – Best-Practice-Beispiele aus Europa, USA und Asien, [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energieeffiziente\\_rechenzentren\\_de.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energieeffiziente_rechenzentren_de.pdf)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2009), GreenTech made in Germany 2.0 – Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland, [http://www.bmu.de/wirtschaft\\_und\\_umwelt/downloads/doc/43943.php](http://www.bmu.de/wirtschaft_und_umwelt/downloads/doc/43943.php)

Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (2004), Endbericht Analyse der Wirksamkeit von CO<sub>2</sub>-Minderungsmaßnahmen im Energiebereich und ihre Weiterentwicklung, <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Service/publikationen,did=69812.html?view=renderPrint>

Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, Berlin (2005), EWI/Prognos – Studie Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030, <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Service/publikationen,did=65014.html>

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2006), iD2010 – Informationsgesellschaft Deutschland 2010. Aktionsprogramm der Bundesregierung, <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Service/publikationen,did=175530.html>

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2006a), Potenziale der Informations- und Kommunikations-Technologien zur Optimierung der Energieversorgung und des Energieverbrauchs (eEnergy), <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/Studien/e-energy-studie,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2007), Endbericht Energieszenarien für den Energiegipfel 2007 (Inklusive Anhang 2%-Variante), <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Service/publikationen,did=211908.html>

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2007), Nationaler Energieeffizienz-Aktionsplan (EEAP) der Bundesrepublik Deutschland, [www.bmwi.de/.../nationaler-energieeffizienzplan,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf](http://www.bmwi.de/.../nationaler-energieeffizienzplan,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf)

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2008), Action plan Germany: Green IT Pioneer. Dritter Nationaler IT-Gipfel, <http://www.bmwi.de/English/Navigation/Service/publications,did=299108.html>

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2008), Darmstädter Erklärung vom 20. November 2008. Dritter Nationaler IT-Gipfel, <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Service/publikationen,did=279984.html>

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2008), Informationsgesellschaft 2010. Dritter Nationaler IT-Gipfel, [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de)

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2008), Klimaschutz und Energieeffizienz. Forschung, Entwicklung und Demonstration moderner Energietechnologien, [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de)

---

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2008), Stromverbrauch von Informations- und Kommunikationstechnik in Deutschland. Dritter Nationaler IT-Gipfel, [www.bmwi.de/.../it-gipfel-stromverbrauch,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf](http://www.bmwi.de/.../it-gipfel-stromverbrauch,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf)

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2008), „vorne.“ Das Technologie- und Innovationsmagazin, <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Service/Publikationen/publikationen-vorne,did=238620.html>

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2009), 12. Faktenbericht 2009 – Eine Sekundärstudie des TNS Infratest Business Intelligence, <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Service/publikationen,did=303740.html?view=renderPrint>

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2009), Breitbandstrategie der Bundesregierung, [www.bmwi.de/.../breitbandstrategie-der-bundesregierung,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf](http://www.bmwi.de/.../breitbandstrategie-der-bundesregierung,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf)

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2009), E-Energy, IKT-basiertes Energiesystem der Zukunft, <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Ministerium/wettbewerbe,did=232242.html>

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie/Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2009), Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006, <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Service/publikationen,did=304482.html>

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Stobbe, L. (2009), IKT-Stromverbrauch in Deutschland: Status und Prognose bis 2020, [https://www.internetpreis-deutschland.de/.../090303\\_1300\\_Stobbe\\_IKT\\_Stromverbrauch\\_CEBIT\\_Green\\_IT\\_Forum\\_short\\_neu\(1\).pdf](https://www.internetpreis-deutschland.de/.../090303_1300_Stobbe_IKT_Stromverbrauch_CEBIT_Green_IT_Forum_short_neu(1).pdf)

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie/Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2009), Möglichkeiten der Breitbandförderung. Ein Leitfaden, <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Service/publikationen,did=306888.html>

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (o. J.), Primärenergieverbrauch Deutschland 2007, [www.bmwi.de/.../primaerenergieverbrauch-2007-grafiken,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf](http://www.bmwi.de/.../primaerenergieverbrauch-2007-grafiken,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf)

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (o. J.), Smart Watts, [http://www.e-energie.info/de/smart\\_watts.php](http://www.e-energie.info/de/smart_watts.php)

Bundesregierung (2008 und 2009), Magazin für Wirtschaft und Finanzen, Nr. 064 11/2008 und Nr. 071 06/2009, [www.bundesregierung.de/.../Magazine/MagazinWirtschaftFinanzen/magazin-wirtschaft-finanzen.html](http://www.bundesregierung.de/.../Magazine/MagazinWirtschaftFinanzen/magazin-wirtschaft-finanzen.html)

Bundesregierung (2009), Verkehrssituation auf Deutschlands Straßen – Trends und Zahlen, <http://www.bundesregierung.de/Content/DE/Magazine/MagazinInfrastrukturNeueLaender/014/s1-verkehrssituation-auf-deutschlands-strassen.html>

BITKOM Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V., Hintermann, R. (2007), Energieeffizientes und ressourcensparendes Computing mit Thin Client & Server Based Computing, [www.bitkom.org/files/documents/Thin\\_Client\\_Flyer.pdf](http://www.bitkom.org/files/documents/Thin_Client_Flyer.pdf)

---

BITKOM Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.; Karch, P./ Winkler, S./Galek, A./Faßnacht, C. (2008a), High Tech – Low Carbon: The role of the European digital technology industry in tackling climate change, [www.eicta.org/web/news/telecharger.php?iddoc=762](http://www.eicta.org/web/news/telecharger.php?iddoc=762)

BITKOM Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (2008b), Energieeffizienz im Rechenzentrum – Ein Leitfaden zur Planung, zur Modernisierung und zum Betrieb von Rechenzentren, [www.bitkom.org](http://www.bitkom.org)

BITKOM Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (2009a), Die meisten Arbeitnehmer arbeiten gerne zu Hause, [http://www.bitkom.org/de/presse/8477\\_59013.aspx](http://www.bitkom.org/de/presse/8477_59013.aspx)

BITKOM Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (2009b), Stellungnahme Product Carbon Footprint Labelling, [http://www.bitkom.org/de/themen/54806\\_60118.aspx](http://www.bitkom.org/de/themen/54806_60118.aspx)

Carnegie Mellon University, Lawrence Berkley Laboratory and Stanford University (2009), The Energy and Climate Change Impacts of Different Music Delivery Methods, <http://download.intel.com/pressroom/pdf/CDsvsdownloadsrelease.pdf>

CSTEP Center for Study of Science, Technology and Policy, Tongia, R. (2009), Smart Grids, Green Grids, and More (Contrasting Developed and Developing Countries), <http://www.cstep.in/node/48>

ChannelPartner (2007), Siemens Gigaset-Produkte senken Energieverbrauch, <http://www.channelpartner.de/green-it/248631/>

Commission of the European Communities (2008), Addressing the challenge of energy efficiency through Information and Communication Technologies, [www.ec.europa.eu/information\\_society/.../com\\_2008\\_241\\_1\\_en.pdf](http://www.ec.europa.eu/information_society/.../com_2008_241_1_en.pdf)

Daily Innovation (2009), 2012 kommen Universalladegeräte für Mobilfunkgeräte, [http://www.daily-innovation.de/50226711/2012\\_kommen\\_universalladegerate\\_far\\_mobilfunkgerate.php](http://www.daily-innovation.de/50226711/2012_kommen_universalladegerate_far_mobilfunkgerate.php)

Darby, S. (2006), The Effectiveness of Feedback on Energy Consumption – A review for DEFRA of the Literature on metering, billing and direct displays, <http://www.eci.ox.ac.uk/research/energy/downloads/smart-metering-report.pdf>

Datenmanagement am Puls der Zeit, [http://www.dell.com/downloads/global/casestudies/681\\_CS\\_Dell\\_KSBaden\\_d\\_final.pdf](http://www.dell.com/downloads/global/casestudies/681_CS_Dell_KSBaden_d_final.pdf)

Dell (2007), Servervirtualisierung im Kantonsspital Baden: Datenmanagement am Puls der Zeit, [http://www.dell.com/downloads/global/casestudies/681\\_CS\\_Dell\\_KSBaden\\_d\\_final.pdf](http://www.dell.com/downloads/global/casestudies/681_CS_Dell_KSBaden_d_final.pdf)

Department for Environment, Food and Rural Affairs (2008), An analysis of the technical feasibility and potential cost of a personal carbon trading scheme, <http://www.cse.org.uk/pdf/pub1107.pdf>

Der Spiegel (2009), Uno preist China als Klimaschutz-Vorreiter, <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/0,1518,650486,00.html>

Deutsche Energie-Agentur (2008), Kurzanalyse der Kraftwerks- und Netzplanung in Deutschland bis 2020 (mit Ausblick auf 2030), [www.dena.de/infos/presse/studien-umfragen/?no\\_cache](http://www.dena.de/infos/presse/studien-umfragen/?no_cache)

DG-Information Society and Media (2008), ICT for Energy Efficiency – Ad-hoc Consultation Group Report, [http://ec.europa.eu/information\\_society/activities/sustainable\\_growth/docs/consultations/advisory\\_group\\_reports/ad-hoc\\_advisory\\_group\\_report.pdf](http://ec.europa.eu/information_society/activities/sustainable_growth/docs/consultations/advisory_group_reports/ad-hoc_advisory_group_report.pdf)

---

Die Energiesparlampe (o. J.), Glühlampenverbot, [www.dieenergiesparlampe.de](http://www.dieenergiesparlampe.de)

Die Welt (2008), Glos plant Zuschuss zum Kühlschrankskauf, <http://www.welt.de/wirtschaft/article2373929/Glos-plant-Zuschuss-zum-Kuehlschrankskauf.html>

Directorate for Science, Technology and Industry (2009), High-level OECD Conference: ICTs, the Environment and Climate Change, 27 – 28 May 2009, [http://www.oecd.org/document/15/0,3343,en\\_2649\\_34223\\_40472783\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/15/0,3343,en_2649_34223_40472783_1_1_1_1,00.html)

Directorate General Energy and Transport (2009), EU energy and transport in figures, [http://ec.europa.eu/energy/publications/statistics/doc/2009\\_energy\\_transport\\_figures.pdf](http://ec.europa.eu/energy/publications/statistics/doc/2009_energy_transport_figures.pdf)

DriveCity (o. J.), 500GB Freecom ToughDrive Sport USB 2.0 schwarz, [http://www.drivecity.de/search\\_result.php?query=500GB+Freecom+ToughDrive+Sport+USB+2.0+s&imageField.x=22&imageField.y=24](http://www.drivecity.de/search_result.php?query=500GB+Freecom+ToughDrive+Sport+USB+2.0+s&imageField.x=22&imageField.y=24)

DZone (2009), Part 2: MS Azure and Green Computing, <http://dotnet.dzone.com/articles/part-2-ms-azure-and-green>

E-Shelter (2008), Messen, Steuern, Sparen – Energieverbrauchsoptimierung der technischen Infrastruktur zur Versorgung der IT-Hardware in bestehenden Rechenzentren, [www.e-shelter.de](http://www.e-shelter.de)

EICTA (2008), High Tech: Low Carbon – The Role of the European Digital Technology Industry in Tackling Climate Change, [www.eicta.org/web/news/telecharger.php?iddoc=762](http://www.eicta.org/web/news/telecharger.php?iddoc=762)

Elektronik Praxis – Elektronikportal für Entwicklung, Einkauf, Fertigung & Management (o. J.), <http://www.elektronikpraxis.vogel.de/waermemanagement/articles/122187>

Enel (2008), Enel Energia offers fixed price for electricity and gas, [http://enel.it/eWCM/salastampa/comunicati\\_eng/1594949-1\\_PDF-1.pdf](http://enel.it/eWCM/salastampa/comunicati_eng/1594949-1_PDF-1.pdf)

Enel (2009), DSOs contribution to European Industrial Initiative on Smart Grids, [www.enel.it](http://www.enel.it)

Energie & Management (2009), Emissionen & Management – Newsletter zum Emissionshandel, <http://www.energiemarkt-medien.de/index.php?id=53>

EWI/EEFA Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln, Energy Environment Forecast Analysis GmbH (2008), Energiewirtschaftliches Gesamtkonzept 2030, [http://www.ewi.uni-koeln.de/fileadmin/user/Gutachten/Energiewirtschaftliches\\_Gesamtkonzept\\_2030.pdf](http://www.ewi.uni-koeln.de/fileadmin/user/Gutachten/Energiewirtschaftliches_Gesamtkonzept_2030.pdf)

Energy 2.0 (2009), 75 Jahre Frequenzumrichter, <http://www.energy20.net/pi/index.php?StoryID=317&articleID=152601>

Energy Information Administration (2008), International Energy Outlook, [www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html](http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html)

ETNO (o. J.), Saving the Climate @ the Speed of Light. First roadmap for reduced CO<sub>2</sub>-Emissions in the EU and beyond, [www.etno.eu](http://www.etno.eu)

Euromonitor (2009), Germany telephone lines in use and mobile phone subscriptions, [www.euromonitor.com](http://www.euromonitor.com)

Euromonitor (2009), Germany PCs in use 1995 – 2020, [www.euromonitor.com](http://www.euromonitor.com)

---

Europäische Kommission, Generaldirektion Energie und Verkehr (o. J.), Strom aus erneuerbaren Energiequellen – Zeit zum Umschalten, [www.ec.europa.eu/intelligentenergy](http://www.ec.europa.eu/intelligentenergy)

European Commission (2008), ICT for Energy Efficiency: Consultation Groups Sectors Reports, [ec.europa.eu/...group/annex\\_consultation\\_groups\\_all\\_6.pdf](http://ec.europa.eu/...group/annex_consultation_groups_all_6.pdf)

European Commission, Directorate General for Energy and Transport (2009), EU energy and transport in figures, [ec.europa.eu/energy/.../doc/2009\\_energy\\_transport\\_figures.pdf](http://ec.europa.eu/energy/.../doc/2009_energy_transport_figures.pdf)

European Commission (o. J.), [http://ec.europa.eu/information\\_society](http://ec.europa.eu/information_society)

European Information Technology Observatory (EITO) – European Economic Interest Grouping (EEIG) (o. J.), European Information Technology Observatory 2007, [www.eito.com](http://www.eito.com)

Eurostat (2007), Passenger mobility in Europe – Europeans spend most of their travel time in cars, [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-SF-07-087/EN/KS-SF-07-087-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-SF-07-087/EN/KS-SF-07-087-EN.PDF)

Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (2007), GreenTech made in Germany, Innovation Atlas: Environmental Technologies in Germany

Forschungsinstitut zur Zukunft der Arbeit (2003), Stress That Doesn't Pay: The Commuting Paradox, <http://ftp.iza.org/dp1278.pdf>

Frankfurter Buchmesse (2009), Deutschland – Daten zur Buchproduktion, [http://www.buchmesse.de/de/networking/suchen\\_finden/buchmaerkte/europa/deutschland/00113/](http://www.buchmesse.de/de/networking/suchen_finden/buchmaerkte/europa/deutschland/00113/)

Fraunhofer-Institut (2009a), Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD), 2004 – 2006, <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Service/publikationen,did=304482.html>

Fraunhofer-Institut (2009b), Abschätzung des Energiebedarfs der weiteren Entwicklung der Informationsgesellschaft, <http://www.bmwi.de/Dateien/BMWi/PDF/abschaetzung-des-energiebedarfs-der-weiteren-entwicklung-der-informationsgesellschaft,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>

Fraunhofer ISI (2003), Energy Consumption of Information and Communication Technology (ICT) in Germany up to 2010, <http://www.isi.fhg.de>

Fraunhofer magazine (2009), Using energy efficiently, <http://www.fraunhofer.de/publikationen/fraunhofer-magazin/>

Gartner (2008), Forecast: Mobile Devices, Worldwide, 2003 – 2012 (4Q08 Update), [www.gartner.com](http://www.gartner.com)

Germanwatch, Climate Action Network Europe (2009), Der Klimaschutz-Index – Ergebnisse 2009, <http://www.germanwatch.org/klima/ksi09erg.pdf>

GfK Response (o. J.), Klimaschutz für alle? – Erste Ergebnisse der Studie Klimaschutz und Verbraucherverhalten, [www.gfk.com](http://www.gfk.com)

Global e-Sustainability Initiative (2008), SMART 2020: Enabling the low carbon economy in the information age, United States Report Addendum, [www.gesi.org](http://www.gesi.org)

Greener Computing (2009), Cloud Computing Highlighted as an Emissions-Reduction Strategy, <http://www.greenercomputing.com/news/2009/07/15/cloud-computing-highlighted-emissions-reduction-strategy>

---

Greif, B. (2009), CeBIT: Fujitsu Siemens zeigt Null-Watt-PC, ZDnet, [http://www.zdnet.de/news/wirtschaft\\_cebit\\_cebit\\_fujitsu\\_siemens\\_zeigt\\_null\\_watt\\_pc\\_story-39002393-41001108-1.htm](http://www.zdnet.de/news/wirtschaft_cebit_cebit_fujitsu_siemens_zeigt_null_watt_pc_story-39002393-41001108-1.htm)

Heck, W. (2009), Smart energy meter will not be compulsory, NRC Handelsblad, [http://www.nrc.nl/international/article2207260.ece/Smart\\_energy\\_meter\\_will\\_not\\_be\\_compulsory](http://www.nrc.nl/international/article2207260.ece/Smart_energy_meter_will_not_be_compulsory)

Heise Online (2007), City-Maut in Stockholm, Ablehnung in Deutschland, <http://www.heise.de/newsticker/meldung/City-Maut-in-Stockholm-Ablehnung-in-Deutschland-157216.html>

Huawei (2008), Huawei präsentiert Lösung zur Senkung des Energieverbrauchs von Basisstationen, <http://www.huawei.com/de/catalog.do?id=489>

IBM (o. J.), Verkehrsentlastung in Stockholm durch ein neues Mautsystem, <http://www-05.ibm.com/ch/pov/stockholm/index.html>

ICT4SmartDG (o. J.), Competiveness and Innovation Framework Programm (CIP), EU Commission, [http://ec.europa.eu/cip/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/cip/index_en.htm)

InfoCom (o. J.), Germany IPTV subscribers, [www.infocom-online.de](http://www.infocom-online.de)

International Energy Agency IEA (2007), Tracking Industrial Energy Efficiency and CO<sub>2</sub>-Emissions, [www.iea.org/w/bookshop/add.aspx?id=298](http://www.iea.org/w/bookshop/add.aspx?id=298)

International Energy Agency IEA (2008), Worldwide Trends in Energy Use and Efficiency, [www.iea.org/books](http://www.iea.org/books)

International Energy Agency IEA (2008), Energy Statistics of OECD Countries, [http://www.oecd.org/statisticsdata/0,3381,en\\_2649\\_37459\\_1\\_119656\\_1\\_1\\_37459,00.html](http://www.oecd.org/statisticsdata/0,3381,en_2649_37459_1_119656_1_1_37459,00.html)

Internetworld Business (2008), Marktzahlen – Charts, [www.internetworld.de](http://www.internetworld.de)

IPCC (2007) Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contributions of Working Groups to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden and C. E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, S. 7 – 22." [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

ITnewsbyte.com Mensch & Technik Information (2008), Grüne Archivlösung als Antwort auf die Klimafrage: DISC Blu-safe professionelles Datenarchiv für KMU, <http://www.itnewsbyte.com/de/news/nws145623,,.htm>

ITU International Telecommunication Union (2007), ICTs and Climate Change – ITU-T Technology Watch Report, No. 3, December 2007, [www.itu.int/dms\\_pub/itu-t/oth/23/.../T23010000030002PDFE.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/23/.../T23010000030002PDFE.pdf)

ITU International Telecommunication Union (2008), ICTs for e-Environment – Guidelines for Developing Countries, with a Focus on Climate Change, [www.itu.int/ITU-D/cyb/app/docs/itu-icts-for-e-environment.pdf](http://www.itu.int/ITU-D/cyb/app/docs/itu-icts-for-e-environment.pdf)

ITU International Telecommunication Union (2009), Confronting the Crisis – Its Impact on the ICT Industry, [www.itu.int/osg/csd/emerging\\_trends/crisis/report-low-res.pdf](http://www.itu.int/osg/csd/emerging_trends/crisis/report-low-res.pdf)

Juniper Research (2009), Mobile Base Stations ~ Environmentally Sustainable?, <http://www.juniperresearch.com>

---

Katz, R. L./Vaterlaus, S./Zenhäusern, P./Suter, S. (2009), Die Wirkung des Breitbandausbaus auf Arbeitsplätze und die deutsche Volkswirtschaft, [http://www.polynomics.ch/dokumente/Polynomics\\_Breitbandausbau\\_Broschuere\\_D.pdf](http://www.polynomics.ch/dokumente/Polynomics_Breitbandausbau_Broschuere_D.pdf)

KfW Bankengruppe (2009), Energieeffizient Sanieren – Sonderförderung, [http://www.kfw-foerderbank.de/DE/Home/Bauen\\_Wohnen\\_Energiesparen/Darlehensprogramme\\_fuer\\_Wohnimmobilien/Energieeffizient\\_Sanieren\\_-\\_Sonderfoerderung/index.jsp](http://www.kfw-foerderbank.de/DE/Home/Bauen_Wohnen_Energiesparen/Darlehensprogramme_fuer_Wohnimmobilien/Energieeffizient_Sanieren_-_Sonderfoerderung/index.jsp)

Klobasa, M. (2006), Demand Side Management in dezentral geführten Verteilnetzen (Erfahrungen und Perspektiven), [http://www.iset.uni-kassel.de/KSES/2006/PDF/Session\\_3/Klobasa-KSES-2006.pdf](http://www.iset.uni-kassel.de/KSES/2006/PDF/Session_3/Klobasa-KSES-2006.pdf)

Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik Technische Universität München, Wagner, U. (2004), CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten im Kraftwerksbereich bei den erneuerbaren Energien sowie bei nachfrageseitigen Energieeffizienzmaßnahmen, <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Service/publikationen,did=69744.html>

Leppert, W. (2009), ARC prognostiziert positive Entwicklung insbesondere für Services, <http://www.elektrotechnik.vogel.de/fabrikinformationssysteme/articles/203926/>

Meyer, D./Beiersmann, S. (2009), EU-Kommissarin fordert europäische Cloud-Computing-Initiative, ZDnet, [http://www.zdnet.de/news/digitale\\_wirtschaft\\_internet\\_ebusiness\\_eu\\_kommissarin\\_fordert\\_europaeische\\_cloud\\_computing\\_initiative\\_story-39002364-41006437-1.htm](http://www.zdnet.de/news/digitale_wirtschaft_internet_ebusiness_eu_kommissarin_fordert_europaeische_cloud_computing_initiative_story-39002364-41006437-1.htm)

Münchener Kreis, Deutsche Telekom AG, TNS Infratest, EICT (2008), Zukunft & Zukunftsfähigkeit der deutschen Informations- und Kommunikationstechnologie, Dritter Nationaler IT-Gipfel, [www.eict.de/fileadmin/main/.../Zukunftsfahigkeit\\_der\\_dt\\_IKT.pdf](http://www.eict.de/fileadmin/main/.../Zukunftsfahigkeit_der_dt_IKT.pdf)

NeSuite, Greenspace (2009), NetSuite Offers Green Alternative to Traditional On-Premise ERP and CRM Solutions, <http://www.netsuite.com/portal/pdf/netsuite-green-wp.pdf>

Network Computing (2009a), Wolkenware von IBM: Big Blue bringt Systeme und Services für Cloud-Computing, <http://www.networkcomputing.de/wolkenware-von-ibm-big-blue-bringt-systeme-und-services-fuer-cloud-computing/>

Network Computing (2009b), Kosten runter, Leistung rauf, <http://www.networkcomputing.de/kosten-runter-leistung-rauf/>

Netzwelt.de (2008), D-Link: Neue Router-Chipsätze, weniger Strahlung, <http://www.netzwelt.de/news/78319-d-link-neue-router-chipsaetze-weniger-strahlung.html>

Nodal, G./Konopacki, S. (2008), Energy Conservation Auditing, <http://www.datacenterdynamics.com/ME2/dirmod.asp?sid=4015BD1DA6DE4E5A9CFBFE0FD8A9D12C&nm=Magazine+Archives&type=Publishing&mod=Publications%3A%3A.Article&mid=8F3A7027421841978F18BE895F87F791&tier=4&id=985DEB9A11E14FA588002BCD339D2062#>

OECD (2009), Towards Green ICT Strategies: Assessing Policies and Programmes on ICTs and the Environment, [www.oecd.org/sti/ict/green-ict](http://www.oecd.org/sti/ict/green-ict)

OECD (2009), Declaration on Green Growth (Adopted at the Council Meeting at Ministerial Level on 25 June 2009), [http://www.ois.oecd.org/olis/2009doc.nsf/linkto/C-MIN\(2009\)5-ADD1-FINAL](http://www.ois.oecd.org/olis/2009doc.nsf/linkto/C-MIN(2009)5-ADD1-FINAL)

Office of Climate Change (2006), Stern-Review, The Economics of Climate Change, [www.occ.gov.uk/activities/stern.htm](http://www.occ.gov.uk/activities/stern.htm)



---

OpenPR (2008), Grüne Archivlösung als Antwort auf die Klimafrage – DISC Blu-safe professionelles Datenarchiv für KMUs, <http://www.openpr.de/pdf/207965/Gruene-Archivloesung-als-Antwort-auf-die-Klimafrage-DISC-Blu-safe-professionelles-Datenarchiv-fuer-KMUs.pdf>

OVUM (2008), Fixed voice lines, [www.ovumkc.com](http://www.ovumkc.com)

OVUM (2008), Fixed voice services, [www.ovumkc.com](http://www.ovumkc.com)

Parliamentary Office of Science and Technology, postnote no. 319 (2008), ICT and CO<sub>2</sub>-Emissions, [www.parliament.uk/parliamentary\\_offices/post/pubs2008.cfm](http://www.parliament.uk/parliamentary_offices/post/pubs2008.cfm)

PricewaterhouseCoopers LLP (2008), TV from Global Entertainment and Media Outlook 2008, Europe, Middle East, Africa (EMEA), [www.pwc.com](http://www.pwc.com)

Prognose AG, Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (2007), Energieszenarien für den Energiegipfel 2007, <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/Studien/energieszenarien-fuer-energiegipfel-2007,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>

ProgTrans (2007), Abschätzung der langfristigen Entwicklung des Güterverkehrs in Deutschland bis 2050

Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (2005 – 2007), Die Klimavorsorgeverpflichtung der deutschen Wirtschaft, [http://www.rwi-essen.de/pls/portal30/docs/FOLDER/PROJEKTE/CO2MONITORING/MONITORING\\_DATEIEN/MONITORINGBERICHT\\_2005-2007.PDF](http://www.rwi-essen.de/pls/portal30/docs/FOLDER/PROJEKTE/CO2MONITORING/MONITORING_DATEIEN/MONITORINGBERICHT_2005-2007.PDF)

Roderer, U. (2007), Innovative Klimatechnik senkt Stromverbrauch im Rechenzentrum um mehr als 40 Prozent, <http://www.searchdatacenter.de/themenbereiche/physikalisches-umfeld/klimatisierung/articles/89751/>

Rüdiger, A./Reder B. (2009), „Wolkenware“ von IBM: Big Blue bringt Systeme und Services für Cloud-Computing, Networkcomputing, [http://www.networkcomputing.de/pdf/wolkenware-von-ibm-big-blue-bringt-systeme-und-services-fuer-cloud-computing/?no\\_cache=1](http://www.networkcomputing.de/pdf/wolkenware-von-ibm-big-blue-bringt-systeme-und-services-fuer-cloud-computing/?no_cache=1)

Sadler, L. (2008), Detailed assessment London congestion charging, [www.airquality.co.uk](http://www.airquality.co.uk)

ScienceDaily (2008), Computer Scientists Investigate Traffic Lights To Improve Fuel Economy, [http://www.sciencedaily.com/videos/2008/0809-saving\\_gas\\_saving\\_money.htm](http://www.sciencedaily.com/videos/2008/0809-saving_gas_saving_money.htm)

Seiwert, M./Augter, S. (2009), Hart am Wind, in: Wirtschaftswoche, [www.wiwo.de](http://www.wiwo.de)

Shell (2009), Shell PKW Szenarien bis 2030 – Fakten, Trends und Handlungsoptionen für nachhaltige Auto-Mobilität, [http://www-static.shell.com/static/deu/downloads/aboutshell/our\\_strategy/mobility\\_scenarios/shell\\_mobility\\_scenarios\\_short\\_de.pdf](http://www-static.shell.com/static/deu/downloads/aboutshell/our_strategy/mobility_scenarios/shell_mobility_scenarios_short_de.pdf)

Short, P. L. (2009), Europe – A bleak midwinter outlook points to a long year ahead, Cemical & Engineering News, <http://pubs.acs.org/cen/coverstory/87/8702cover5.html>

Siemens Enterprise Communications GmbH, Newing, R. (2008a), Den Energieverbrauch mit Hilfe von IT nachhaltig senken, <http://enterprise.siemens.com/open/at/OpenInformation/OpenMinds/Archive/eighth/Itefficiency.aspx>

Siemens (2008b), E-DeMa – Entwicklung und Demonstration dezentral vernetzter Energiesysteme hin zum E-Energy in der Praxis, <http://www.innovative-games.eu/mm/Siemens.pdf>

---

Siemens (2008c), Pictures of the Future, Herbst 2008 – Nachhaltige Gebäudetechnik – Masdar City, [http://w1.siemens.com/innovation/de/publikationen/zeitschriften\\_pictures\\_of\\_the\\_future/pof\\_herbst\\_2008/gebaeude/masdarcity.htm](http://w1.siemens.com/innovation/de/publikationen/zeitschriften_pictures_of_the_future/pof_herbst_2008/gebaeude/masdarcity.htm)

Siemens (2009), Schlanker und „grüner“ durch Telearbeit – White Paper, <http://enterprise.siemens.com/open/de/docdownloads/broschure/Greenandlean.pdf>

Smart Grids Austria (2009), Der Weg in die Zukunft der elektrischen Stromnetze!, <http://www.smartgrids.at/termine-downloads>

SNL Kagan (2009), WE IPTV past, actual and forecast, [www.snl.com](http://www.snl.com)

Statistisches Bundesamt (2006a), Energie in Deutschland, [http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Navigation/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/EnergieWasser,templateId=renderPrint.psml\\_\\_nnn=true](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Navigation/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/EnergieWasser,templateId=renderPrint.psml__nnn=true)

Statistisches Bundesamt (2006b), Verkehr in Deutschland, <https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur,vollanzeige.csp&ID=1019192>

Statistisches Bundesamt (2008), Energieverbrauch der privaten Haushalte – Wohnen, Mobilität, Konsum und Umwelt, [http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2008/UGR/ugr\\_\\_pk,templateId=renderPrint.psml](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2008/UGR/ugr__pk,templateId=renderPrint.psml)

Statistisches Bundesamt (2009), Rückläufiger Energieverbrauch der privaten Haushalte für Wohnen, [http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2009/02/PD09\\_\\_055\\_\\_85,templateId=renderPrint.psml](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2009/02/PD09__055__85,templateId=renderPrint.psml)

Statistisches Bundesamt (2009a), Statistiken Bevölkerung/Haushalte, <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Navigation/Statistiken/Bevoelkerung/Bevoelkerung.psml>

Statistisches Bundesamt (2009b), Statistiken Haushalte, <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Bevoelkerung/Haushalte/Aktuell,templateId=renderPrint.psml>

Stern (2007), Bürger lehnen City-Maut ab, Presseportal, [http://www.presseportal.de/pm/6329/1018134/gruner\\_jahr\\_stern#](http://www.presseportal.de/pm/6329/1018134/gruner_jahr_stern#)

Stern (2009), Rechnen in der Wolke, <http://www.stern.de/digital/online/2-it-trend-cloud-computing-rechnen-in-der-wolke-656991.html>

Stiel, H. (2009), Kosten runter – Leistung rauf, Networkcomputing, [http://www.networkcomputing.de/pdf/kosten-runter-leistung-rauf/?no\\_cache=1](http://www.networkcomputing.de/pdf/kosten-runter-leistung-rauf/?no_cache=1)

Swedish Presidency of the European Union (2009), Informal Submission by Sweden on behalf of the European Community and its Member States on Forest Data, [http://unfccc.int/files/kyoto\\_protocol/application/pdf/eululucf300909.pdf](http://unfccc.int/files/kyoto_protocol/application/pdf/eululucf300909.pdf)

T-Systems Enterprise Services (o. J.), Green ICT – Der Weg zum grünen Business, White Paper, [http://download.sczm.t-systems.de/ContentPool/de/StaticPage/52/85/04/528504\\_WhitePaper\\_Green-ICT-ps.pdf?client=t-systems.de](http://download.sczm.t-systems.de/ContentPool/de/StaticPage/52/85/04/528504_WhitePaper_Green-ICT-ps.pdf?client=t-systems.de)

The Boston Consulting Group (2009), Cement and Construction – Germany

---

The Bow Group (o. J.), London Under Livingstone – An evaluation of Labour’s Mayor,  
<http://www.bowgroup.org/harriercollectionitems/LondonUnderLivingstoneFINALv2.pdf>

The Climate Group/The Office of Tony Blair (o. J.), Breaking the climate deadlock – Technology for a low carbon future, [www.theclimategroup.org/.../Technology\\_for\\_a\\_low\\_carbon\\_future\\_report.pdf](http://www.theclimategroup.org/.../Technology_for_a_low_carbon_future_report.pdf)

The Climate Group/Global e-Sustainability Initiative (GeSI) (2008), Press release: Smarter technology use could reduce global emissions by 15 per cent and save global industry EUR 500 billion in annual energy costs by 2020, [http://www.theclimategroup.org/news\\_and\\_events/smart2020pressrelease/](http://www.theclimategroup.org/news_and_events/smart2020pressrelease/)

The Climate Group on behalf of the Global e-Sustainability Initiative (2008), SMART 2020: Enabling the low carbon economy in the information age, [www.gesi.org](http://www.gesi.org)

Transport for London (o. J.), [www.tfl.gov.uk](http://www.tfl.gov.uk)

TU Dresden (o. J.), Glasfaser in jedes Haus, [http://www.tu-dresden.de/wwwbwsap/media/download/Pressemeldung-Entwicklung\\_TK-Wirtschaft.pdf](http://www.tu-dresden.de/wwwbwsap/media/download/Pressemeldung-Entwicklung_TK-Wirtschaft.pdf)

Umweltbundesamt (2007), Climate Change – Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix, <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3195.pdf>

Umweltbundesamt (2008), Climate Change. Politikszenerarien für den Klimaschutz IV,  
<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/dateien/3361.htm>

Umweltbundesamt (2009), Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change 2009, National Inventory Report, For the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2007,  
<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/dateien/3755.htm>

UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change (2009), National Inventory Submissions 2009, [http://unfccc.int/national\\_reports/annex\\_i\\_ghg\\_inventories/national\\_inventories\\_submissions/items/4771.php](http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/4771.php)

U.S. Environmental Protection Agency (2007), Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency Public Law 109-431, Energy Star Program, <http://www.energystar.gov>

Verband der Chemischen Industrie e. V. (2008), Chemiewirtschaft in Zahlen, <http://www.vci.de/Presse/Statistik/default2~cmd~shd~UedNr~nd~snd~sttk~docnr~123262.htm>

Verband Deutscher Papierfabriken e. V. (o. J.), Kennzahlen deutscher Zellstoff- und Papierfabriken,  
<http://www.vdp-online.de>

Wallstreet:online (2009), Mobilfunkindustrie tritt gemeinsam für Universalladegerät (UCS) für Mobiltelefone ein, <http://www.wallstreet-online.de/dyn/nachrichten/nachricht/2681490.html?print=1>

World Steel Dynamics, Steel Product Matrix Forecast 2018, <http://www.worldsteeldynamics.com>

WWF (o. J.), Outline for the first global IT strategy for CO<sub>2</sub> reductions – A billion tonnes of CO<sub>2</sub> reductions and beyond through transformative change, [assets.panda.org/.../global\\_strategy\\_for\\_the\\_1st\\_billion\\_tonnes\\_with\\_ict\\_by\\_wwf.pdf](http://assets.panda.org/.../global_strategy_for_the_1st_billion_tonnes_with_ict_by_wwf.pdf)

WWF Sweden (2008), The potential global CO<sub>2</sub> reductions from ICT use – Identifying and assessing the opportunities to reduce the first billion tonnes of CO<sub>2</sub>, [assets.panda.org/.../identifying\\_the\\_1st\\_billion\\_tonnes\\_ict\\_academic\\_report\\_wwf\\_ecofys.pdf](http://assets.panda.org/.../identifying_the_1st_billion_tonnes_ict_academic_report_wwf_ecofys.pdf)

---

# Impressum

Weitere Informationen zum *SMART 2020 Addendum Deutschland: Die IKT-Industrie als treibende Kraft auf dem Weg zu nachhaltigem Klimaschutz* sowie die digitale Version der Studie erhalten Sie auf <http://www.GeSI.org>

Das *SMART 2020 Addendum Deutschland: Die IKT-Industrie als treibende Kraft auf dem Weg zu nachhaltigem Klimaschutz* wurde originär in deutscher Sprache verfasst. Im Zweifelsfall ist die deutsche Version daher maßgeblich.

## **Konzept/Recherche/Redaktion:**

The Boston Consulting Group GmbH

## **Fotos:**

Getty Images, Frank Springer, Norbert Miguletz, DBU, Deutsche Telekom AG

## **Druck:**

Broermann Offset-Druck GmbH, Troisdorf-Spich



Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der beteiligten Partner unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.