

Green Mobility

Maßnahmen zur Verringerung von CO₂-Emissionen im Vergleich

Horst Wildemann

Diese Studie wurde von



mit dem Ziel gesponsert, die verschiedenen Maßnahmen zur Verringerung von CO₂-Emissionen im Individualverkehr zu analysieren und in einem Kosten-Nutzen-Vergleich gegenüber zu stellen.

Horst Wildemann

Green Mobility

Maßnahmen zur Verringerung von CO₂-Emissionen im Vergleich

Copyright by TCW Transfer-Centrum GmbH & Co. KG, 2012

1. Auflage 2012

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek erzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie:

Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Wildemann, Horst:

Green Mobility

Maßnahmen zur Verringerung von CO₂-Emissionen im Vergleich

1. Auflage

München: TCW Transfer-Centrum, 2012

ISBN: 978-3-941967-44-1

Verlag:

TCW Transfer-Centrum GmbH & Co. KG, München

Alle Rechte, auch die der Übersetzung in fremde Sprache, vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form, auch nicht zum Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet werden.

Geleitwort

Das weltweit wachsende Bedürfnis nach Mobilität beruht auf einem Grundbedarf der Menschen. Dies hat Folgen für die Umwelt. Gleichzeitig erfahren wir aktuell ein Umdenken und ein gesteigertes Umweltbewusstsein in der Bevölkerung. Aus diesen Entwicklungen ergibt sich die Notwendigkeit, verantwortungsbewusst mit den vorhandenen Ressourcen umzugehen. Green Mobility verfolgt das ehrgeizige Ziel, bei wachsender Mobilität den Energieverbrauch und somit die CO₂-Emissionen signifikant zu reduzieren. Sie kann also als globale Zukunftsaufgabe verstanden werden. Um Emissionsziele zu erreichen, bedarf es Innovationen. Als führender Hersteller von synthetischem Kautschuk und Additiven sind wir gefordert, diese Entwicklung engagiert voranzutreiben. Durch aktive Forschung und weltweit agierende Innovationsnetzwerke können wir einen wesentlichen Beitrag leisten. So ist es uns möglich, bereits am Anfang der Supply Chain an der Schonung der Umwelt bei gleichzeitiger Erhöhung der Sicherheit im Straßenverkehr mitzuwirken. Unsere Strategie zur Kundenorientierung und zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit hat uns bewogen Prof. Wildemann von der TU München zu beauftragen, die aktuelle Situation sowie Zukunftsentwicklungen im Bereich der Green Mobility zu analysieren und zusammenzufassen.

Ich bedanke mich bei Prof. Wildemann und seinem Team für die hervorragenden Ergebnisse, die in der vorliegenden Studie erarbeitet wurden.

Leverkusen, 20. Januar 2012

Dr. Axel C. Heitmann



Dr. Axel C. Heitmann
Vorstandsvorsitzender
der LANXESS AG, Leverkusen

Vorwort

Gegenwärtig rückt nachhaltiges Wirtschaften immer stärker in die Wahrnehmung der Bevölkerung. Gerade im Bereich der Mobilität ist die Reduktion von CO₂-Emissionen eine der aktuell größten Herausforderungen für die Automobilindustrie. Zusätzlich verstärken striktere rechtliche Umweltgesetzgebungen den Handlungsdruck auf Automobilkonzerne und ihre Zulieferer. Das Richtlinien- und Zielpaket für Klimaschutz und Energie verpflichtet EU-Mitglieder zur Reduktion der Treibhausgase um 20% bis zum Jahr 2020. Mobilität ist in diesem Zusammenhang ein wesentlicher Stellhebel, der nicht vernachlässigt werden darf. Green Mobility wird in Zukunft für Unternehmen weiter an Bedeutung gewinnen. Es ist unerlässlich, sich mit der aktuellen Sachlage im Bereich der ökologisch verträglichen Mobilität vertraut zu machen und Kenntnisse über Zukunftstrends zu besitzen.

Diese Studie befasst sich mit den neuesten Entwicklungen im Bereich der Green Mobility. Maßnahmen wie der Einsatz von Elektro- und Hybridmotoren, Fahrassistenzsystemen, Leichtbau sowie die Verwendung rollwiderstandsoptimierter Reifen leisten einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion der Treibhausgase und wirken als Enabler für eine ökologischere Fortbewegung. Auch sind Substitutionsbeziehungen zu den weiteren Verkehrsmitteln wie Bahn und Flugzeug detailliert zu analysieren. Die Studie leistet somit einen Beitrag für die Konsumenten, die Automobilindustrie, Zulieferer und angrenzende Branchen zur frühzeitigen Reaktion auf Marktveränderungen und rechtzeitigen Teilnahme an technischen Entwicklungen.

München, 20. Januar 2012

Horst Wildemann



Horst Wildemann
Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. mult.

Der Autor



Horst Wildemann
Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. mult.
Technische Universität München
TCW Transfer-Centrum
GmbH & Co. KG, München

Redaktionelle Mitarbeit



Sven Stegmann
MBA, Dipl.-Ing. (FH)
TCW Transfer-Centrum
GmbH & Co. KG, München



Maximilian Offizier
Dipl.-Wirt.-Ing.
TCW Transfer-Centrum
GmbH & Co. KG, München



Axel Brunn
Dipl.-Kfm.
TCW Transfer-Centrum
GmbH & Co. KG, München



Martinus Rügen
Dipl.-Kfm.
TCW Transfer-Centrum
GmbH & Co. KG, München



Benedikt Grebner
Dipl.-Wirt.-Ing.
TCW Transfer-Centrum
GmbH & Co. KG, München



John Liebl
Dipl.-Kfm.
TCW Transfer-Centrum
GmbH & Co. KG, München



Thorsten Lützel
Dipl.-Kfm.
TCW Transfer-Centrum
GmbH & Co. KG, München



Dominik Jauss
Dipl. Wirt.-Ing. (FH)
TCW Transfer-Centrum
GmbH & Co. KG, München

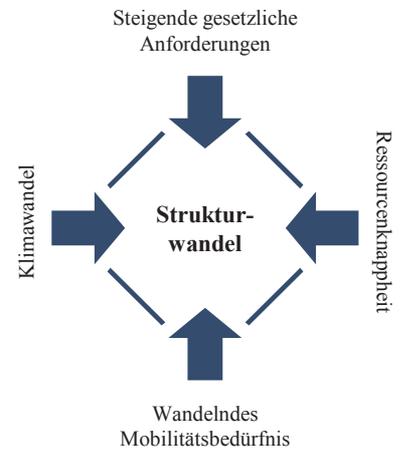
Inhaltsverzeichnis

0	Zusammenfassung der Ergebnisse	9
1	Einleitung	11
2	Bezugsrahmen zur CO₂-Reduktion im Straßenverkehr	12
	2.1 Entwicklungspfad der Green Mobility	12
	2.2 Verordnungen zur Senkung der CO ₂ -Emissionen	14
	2.3 Steigerung der Energieeffizienz im Straßenverkehr.....	19
3	Wirkbeziehungen der CO₂-Emissionen im Straßenverkehr.....	23
	3.1 CO ₂ -Emissionen und Kraftstoffverbrauch.....	23
	3.2 Einfluss der Fahrwiderstände auf den Kraftstoffverbrauch.....	26
	3.3 Hebel zur Reduktion von CO ₂ -Emissionen	28
4	Maßnahmen zur Senkung von CO₂-Emissionen im Straßenverkehr	30
	4.1 Reifen.....	30
	4.2 Aerodynamik	35
	4.3 Antriebsstrang.....	42
	4.4 Leichtbau	50
	4.5 Elektronik	58
5	Kosten-Nutzen-Vergleich der Maßnahmen zur Senkung der CO₂- Emissionen	64
	5.1 Potenzial zur CO ₂ -Reduktion	64
	5.2 Kosten der Maßnahmen.....	68
	5.3 Effektivität der Maßnahmen im Vergleich.....	73
6	Substitutionsbeziehungen zu weiteren Verkehrsmitteln	78
	6.1 Vergleichskriterien zur Bewertung der Verkehrsmittel	78
	6.2 Straßenverkehr.....	81
	6.3 Schienenverkehr	86
	6.4 Luftverkehr	92
7	Beitrag der Chemieindustrie zur Senkung der CO₂-Emissionen	97
	7.1 Straßenverkehr.....	97
	7.2 Schienenverkehr	102
	7.3 Luftverkehr	105
8	Literaturverzeichnis.....	108
9	Anhang	117

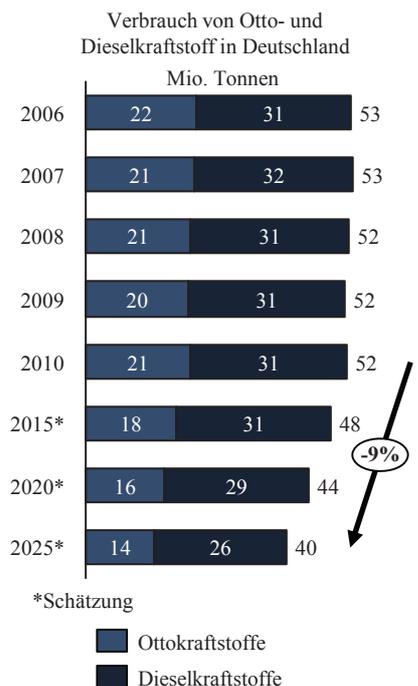
0 Zusammenfassung der Ergebnisse

Kontinuierlich ansteigende Preise für fossile Kraftstoffe, eine anhaltende öffentliche Diskussion über einen irreversiblen Klimawandel durch Treibhausgasemissionen, sich wandelnde Mobilitätsbedürfnisse der Bevölkerung und kontinuierlich steigende gesetzliche Anforderungen an Emissions- und Verbrauchswerte von Pkw sind Zeugen eines nachhaltigen Strukturwandels, der heute im Transportwesen stattfindet. Dass anspruchsvolle ökonomische und ökologische Rahmenbedingungen die Innovationskraft der Automobilindustrie immer wieder auf die Probe stellen, dokumentiert bereits ihre Entwicklungsgeschichte. Die in den 1970er Jahren aufgetretene Ölkrise zeigte erstmals die weitreichende ökonomische Abhängigkeit des Transportwesens von fossilen Kraftstoffen auf. Die gleichzeitige Publikation von Studien und Forschungsarbeiten über die langfristigen Folgen des verschwenderischen Umgangs mit fossilen Rohstoffen führten zu einer öffentlichen und politischen Debatte, die den Industrienationen erstmals die natürlichen Grenzen ihres Wachstums aufzeigte. Die Debatte führte zu einem nachhaltigen Umdenken im Bezug auf den Umgang mit Ressourcen. Automobilhersteller reagierten mit hohen Investitionen in die Erforschung neuer Antriebskonzepte, die jedoch aufgrund des damaligen Reifegrads dieser Technologien nicht wirtschaftlich umsetzbar waren. Durch eine kontinuierliche Forschungs- und Entwicklungsarbeit der Automobilhersteller und Lieferanten erfolgte eine überproportionale Innovationsgeschwindigkeit neuer Materialien, Antriebskonzepte und Energieträger, die der Automobilindustrie heute die Chance eröffnet, neue Wege zu beschreiten, die Mobilität nachhaltig zu transformieren und die Fesseln der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu sprengen. Neue Technologien gehen dabei Hand in Hand mit neuen Nutzungskonzepten, die zu einem nachhaltigen Wandel der Mobilität führen.

Die Trends der „Green Mobility“ verursachen einen Strukturwandel im Transportwesen.

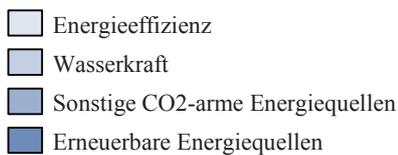
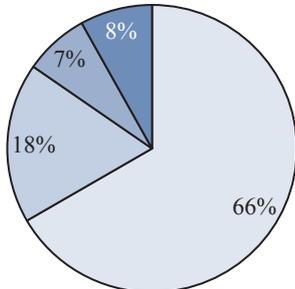


Der Verbrauch von Kraftstoffen wird sich in den nächsten 15 Jahren jährlich um 9% reduzieren.



Weltweit werden über 450 Mrd. US-Dollar für Stimulusprogramme zur Reduktion von CO₂-Emissionen ausgegeben.

Σ 478 Mrd. US-Dollar (2009)



Der „Green Mobility“ Trend leistet einen maßgeblichen Beitrag zur Reduktion von CO₂-Emissionen.

	CO ₂ -Reduktion (g/km)
Reifen	9,32
Leichtbau	11,65
Antriebsstrang	215,30
Aerodynamik	4,78
Elektronik	62,91

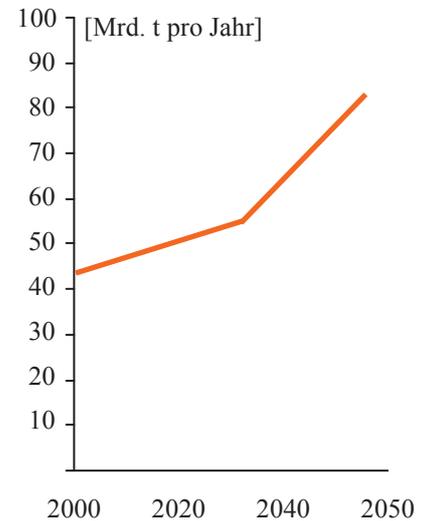
Die Erkenntnisse der Studie lassen sich in folgenden Leitthesen zusammenfassen:

- Eine Entkoppelung des Straßenverkehrs von fossilen Energieträgern ist aus ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten sinnvoll und zwingend erforderlich.
- Viele Staaten haben den Handlungsbedarf erkannt und richten ihre politischen Aktionspläne auf die Förderung energieeffizienter Technologien und Mobilitätskonzepte aus. Die Neuausrichtung der gesetzlichen Rahmenbedingungen führt zu einer Ökonomisierung grüner Technologien, da diese für den Endverbraucher wirtschaftliche Vorteile bieten.
- Die Automobilbranche hat die sich wandelnden Mobilitätsbedürfnisse sowie die damit einhergehenden Potenziale neuer Leichtbau-, Antriebs- und Mobilitätskonzepte frühzeitig erkannt und mit einer konsequenten Weiterentwicklung innovativer Materialien und Technologien reagiert.
- Die Ansatzpunkte zur Steigerung der Energieeffizienz von Pkw weisen unterschiedlich hohe Kosten- und Nutzenpotenziale auf, die von den Technologien an sich sowie von ihrer Skalierbarkeit für den Massenmarkt abhängen.
- Durch ihre Entwicklungsleistung und ihre Produktinnovationen fungieren Technologielieferanten als wirtschaftlicher Enabler für alle Technologien, die heute noch nicht wirtschaftlich auf den Massenmarkt anwendbar sind.
- Grüne Mobilität bedeutet mehr als den Austausch des Antriebsstranges im Fahrzeug. Das Konzept umfasst eine tiefgreifende Transformation des Transportwesens durch die verstärkte Nutzung intermodaler Verkehrskonzepte, die einen reibungslosen Wechsel der Verkehrsträger ermöglichen.

1 Einleitung

Schlagworte wie Klimawandel, Ressourcenschonung sowie Urbanisierung prägen das Zeitalter des 21. Jahrhunderts und gewinnen angesichts eines Bevölkerungswachstums auf der Erde auf 9 Mrd. Menschen bis zum Jahr 2050 weiter an Bedeutung. Bereits heute lassen sich mehr als zwei Drittel der Treibhausgase in der Atmosphäre auf den Energiebedarf der Bevölkerung zurückführen. Davon sind mehr als 11 % der Treibhausgase auf den Verkehr und die Mobilität des Menschen zurückzuführen. Vor diesem Hintergrund hat sich das Umweltbewusstsein in Bezug auf die Mobilität in den vergangenen zwei Jahrzehnten verändert. Der Bedarf nach „Green Mobility“-Ansätzen hält mehr denn je gleichsam in der Politik, Wirtschaft und Gesellschaft Einzug. Das größte Potenzial zur Reduzierung des Energieverbrauches und der resultierenden Treibhausgasemissionen bietet der Straßenverkehr, auf den pro Jahr circa 4 der 5,3 Gigatonnen aller im Verkehr ausgestoßenen CO₂-Emissionen entfallen. „Green Mobility“ zielt hierbei auf die Integration umweltschonender Innovationen in bestehende Mobilitätskonzepte im Straßen-, Schienen- und Luftverkehr. Bezogen auf das bedeutendste Konzept, das Fahrzeug, sind dies insbesondere Innovationen bei Fahrzeugreifen, der Fahrzeugkonstruktion, dem Antriebstrang eines Fahrzeuges, der Aerodynamik und der eingesetzten Elektronik im Fahrzeug. Auf Basis eines Kosten-Nutzen-Vergleich der einzelnen Maßnahmen lassen sich Aussagen über die Wirkungen in Bezug auf „Green Mobility“-Konzepte bei Fahrzeugen ableiten. Darüber hinaus sind die effektivsten Maßnahmen im Straßenverkehr auf der Grundlage der Substitutionsbeziehungen zu anderen Verkehrsmitteln wie dem Schienen- und Luftverkehr zu betrachten. Die vorliegende Studie untersucht daher mit Hilfe von Vergleichskriterien die Wirkung von Maßnahmen zur CO₂-Reduktion bei einzelnen Verkehrsmitteln und gibt einen Ausblick auf die Entwicklungen der Chemieindustrie den Trend zur „Green Mobility“ aktiv zu unterstützen.

Ohne geeignete Gegenmaßnahmen wird sich der weltweite Ausstoß von CO₂ bis 2050 verdoppeln.



Im Jahr 2009 verursachte die verkehrsbezogene CO₂-Freisetzung 11% der weltweiten Gesamtemissionen.

