

Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland

Eine Studie von McKinsey & Company, Inc., erstellt im Auftrag von „BDI initiativ – Wirtschaft für Klimaschutz“

*Aktualisierte Energieszenarien und -sensitivitäten,
März 2009*



Wirtschaft
für Klimaschutz
BDI **initiativ**

McKinsey&Company

Inhalt

I. Ausgangslage	1
II. Kernergebnisse	2
Basisszenario 2008	2
Sensitivitätsanalyse Günstige Energie	3
Sensitivitätsanalyse Teure Energie	4
III. Sektorergebnisse	5
Energiesektor	5
Industriesektor	7
Gebäudesektor	8
Transportsektor	9

I. Ausgangslage

Im Laufe des Jahres 2008 kam es zu erheblichen Schwankungen an den Energiemärkten: Der Ölpreis erreichte zeitweise Höchststände von beinahe 150 USD/Barrel und Gas- sowie Strompreise folgten; seit dem Spätsommer 2008 fielen die Energiepreise dann in der Folge der weltweiten Wirtschaftskrise wieder deutlich ab. Daneben ergaben sich Veränderungen in der politischen Bewertung bestimmter Technologien, beispielsweise mit der Anpassung der Zielwerte für Biokraftstoffe.

Vor diesem Hintergrund beauftragte die BDI Initiative ‚Wirtschaft für Klimaschutz‘ McKinsey & Company, Inc., die im Herbst 2007 veröffentlichte Studie „Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland“ um verschiedene Energiepreisannahmen zu ergänzen, um so eine grundlegende Perspektive auf die Sensitivität der Studienergebnisse unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen im Energiemarkt zu gewinnen. Das Basisszenario 2007¹ wurde um ein Basisszenario 2008 ergänzt.² Außerdem wurden die Sensitivitäten gegenüber sehr niedrigen und sehr hohen Energiepreisen analysiert. Beide Kombinationen wurden bewusst als Extremfälle konstruiert, um Sensitivitäten der Vermeidungskosten bestimmen zu können. Aus den Anpassungen der sektorübergreifenden Grundannahmen (vgl. *Schaubild 1*) ergeben sich Auswirkungen in allen Sektoren, die jeweils nach der etablierten Methodik der Studie bewertet wurden. Die Methodik berücksichtigt auch indirekte Folgewirkungen

Sektorübergreifende Grundannahmen 2008

**ENTSCHEIDER-
PERSPEKTIVE**

	Einheit	Annahmen			Quelle/Rational	
		2010	2020	2030		
Basis-szenario 2007	• Rohöl	USD/bbl real	57	52	59	EIA AEO 2007
	• Steinkohle	EUR/MWh real	7,2	7,6	8,1	EWI/EEFA 2007*
	• Braunkohle	EUR/MWh real	4,3	4,3	4,3	EWI/EEFA 2007*
	• Erdgas***	EUR/MWh real	20,1	18,8	20,3	EWI/EEFA 2007*
	• Wechselkurs	USD/EUR	1,20	1,20	1,20	Langjähriger Durchschnitt
Basis-szenario 2008	• Rohöl	USD/bbl real	74	59	70	EIA AEO 2008 Reference
	• Steinkohle	EUR/MWh real	8,5	6,9	8,1	Kopplung an Ölpreis**
	• Braunkohle	EUR/MWh real	4,3	4,3	4,3	EWI/EEFA 2007
	• Erdgas***	EUR/MWh real	22,1	18,1	21,0	Kopplung an Ölpreis**
	• Wechselkurs	USD/EUR	1,40	1,40	1,40	Global Insight
Kombination Energie extrem günstig	• Rohöl	USD/bbl real	40	40	40	Minimum seit Januar 2005
	• Steinkohle	EUR/MWh real	4,4	4,4	4,4	Kopplung an Ölpreis**
	• Braunkohle	EUR/MWh real	4,3	4,3	4,3	EWI/EEFA 2007
	• Erdgas***	EUR/MWh real	11,6	11,6	11,6	Kopplung an Ölpreis**
	• Wechselkurs	USD/EUR	1,60	1,60	1,60	Stärkster EUR seit Einführung
Kombination Energie extrem teuer	• Rohöl	USD/bbl real	150	150	150	Allzeit-Maximum Juli 2008
	• Steinkohle	EUR/MWh real	19,1	19,1	19,1	Kopplung an Ölpreis**
	• Braunkohle	EUR/MWh real	4,3	4,3	4,3	EWI/EEFA 2007
	• Erdgas***	EUR/MWh real	49,2	49,2	49,1	Kopplung an Ölpreis**
	• Wechselkurs	USD/EUR	1,20	1,20	1,20	Langj. Ø, 5-Jahres Minimum

* Energiewirtschaftliches Gesamtkonzept 2030
 ** Berücksichtigung von Transport- und Strukturierungskosten
 *** Frei Kraftwerk

Quelle: Studie „Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland“ von McKinsey & Company, Inc., im Auftrag von „BDI Initiative – Wirtschaft für Klimaschutz“

Schaubild 1

- 1 Vgl. zur Methodik und zu den Annahmen von 2007 im Detail „Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland“, S. 63-67.
- 2 Wie im Jahr 2007 wurde hier als Referenz das Basisszenario der EIA gewählt; vgl. „Annual Energy Outlook 2008“ der EIA (Washington, Juni 2008).

von Energiepreisänderungen.³ In den einzelnen Sektoren gibt es nur wenige Einzelfälle, in denen sich die einschlägige Gesetzgebung so verändert hat, dass eine Anpassung der Bewertung einzelner Hebel notwendig wurde. In dieser Dokumentation sind die Ergebnisse dieser Ergänzung zusammengefasst. Es handelt sich damit ausdrücklich nicht um eine Neuauflage der Studie, sondern um eine Ergänzung (Annex).

II. Kernergebnisse

Die Studienergebnisse von 2007 werden mit dieser Ergänzung weitgehend bestätigt.

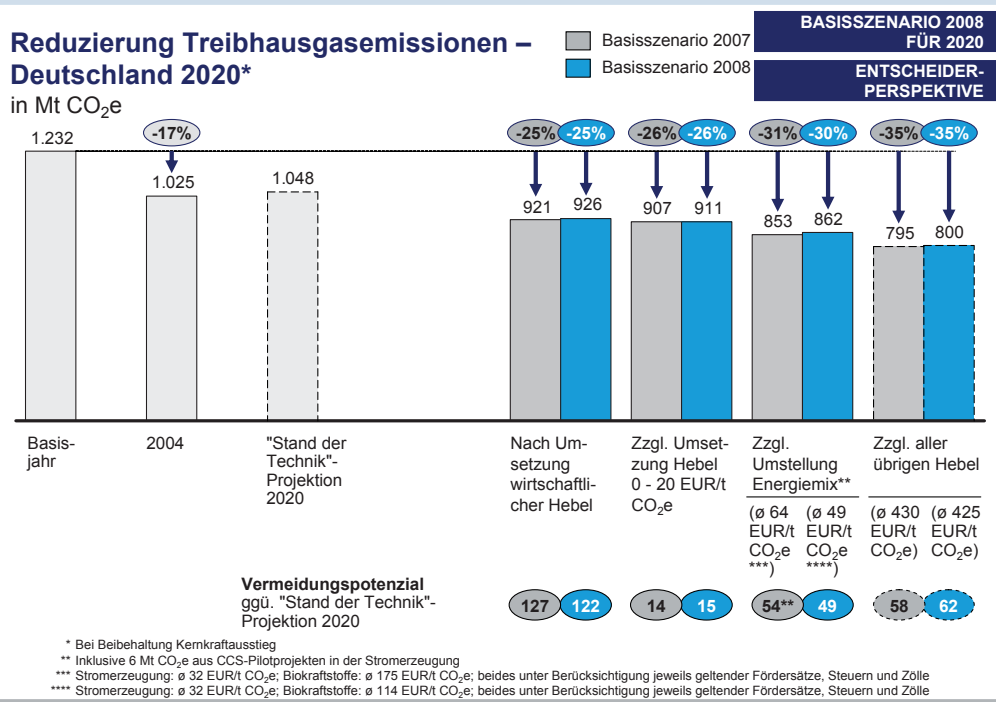
1. Die Treibhausgasemissionen in Deutschland können im Basisszenario 2008 bis 2020 gegenüber dem Niveau von 1990 um 26 Prozent abgesenkt werden, wenn alle bekannten, wirtschaftlich vertretbaren Vermeidungshebel⁴ umgesetzt werden. Dieser Wert entspricht exakt dem des Basisszenario von 2007. (vgl. *Schaubild 2*)
2. Eine Senkung um 30 Prozent ist möglich, wenn zusätzlich die Umstellung des Energiemix auf einen höheren Anteil erneuerbarer Energien erfolgt (vgl. *Schaubild 2*). Diese Umstellung ist mit deutlich höheren durchschnittlichen Vermeidungskosten verbunden, aber durch die politischen und gesetzlichen Vorgaben im Prinzip zu erwarten. Im Basisszenario 2007 wurden nahezu 31 Prozent ausgewiesen.
3. Für das Jahr 2030 ergeben sich im Basisszenario 2008 gegenüber dem Basisszenario 2007 praktisch keine Veränderungen, weder hinsichtlich der Kosten noch für die Potenziale der Treibhausgasvermeidung. Einzige Ausnahme: Die Kosten für Biokraftstoffe sinken erheblich.
4. Die Sensitivitätsanalysen mit Annahme sehr niedriger und sehr hoher Energiepreise zeigen, dass sich zwar die Vermeidungskosten einzelner Maßnahmen zum Teil deutlich verändern, aber dass sich das Vermeidungspotenzial nur um zwei Prozentpunkte vermehrt bzw. verringert. (vgl. *Schaubilder 3 und 4*)

Basisszenario 2008 (s. *Schaubild 2*)

Das aktualisierte Basisszenario 2008 ist, wie bereits das Basisszenario 2007, dem *Reference-Case* im *Annual Energy Outlook 2008* der *US Energy Information Agency (EIA)* entnommen. Die Ergebnisse des Basisszenario 2008 weichen kaum von denen des Basisszenario 2007 ab. In Summe reduziert sich durch die Annahme einer geringeren Biokraftstoffquote im Jahr 2020 das Vermeidungspotenzial um 5 auf 248 Mt CO₂e, während im Jahr 2030 das Vermeidungspotenzial gleich bleibt. Im Jahr 2020 rechnen sich etwa zwei Drittel des gesamten Potenzials – 122 Mt CO₂e – aus Sicht des Entscheiders.

3 Hier sind z.B. Auswirkungen veränderter Öl- und Gaspreise auf den Strompreis und damit auf die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen im Gebäude- oder Industriesektor gemeint

4 Wirtschaftlich vertretbare Vermeidungshebel sind Hebel mit Vermeidungskosten von bis zu 20 EUR/t CO₂e



Quelle: Studie "Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland" von McKinsey & Company, Inc., im Auftrag von "BDI initiativ – Wirtschaft für Klimaschutz"

Schaubild 2

Sensitivitätsanalyse Günstige Energie (s. Schaubild 3)

Die Kombination mit sehr niedrigen effektiven Energiepreisen basiert auf einem Ölpreis von 40 USD/Barrel und einem Wechselkurs von 1,60 USD/EUR. Einen Ölpreis von 40 USD/Barrel können wir zur Zeit beobachten, es gab es ihn auch im Januar 2005, den Wechselkurs von 1,60 USD/EUR im Juli 2008, als der Euro seinen Höchststand seit der Einführung im Jahr 2002 erreichte.

Gegenüber dem Basisszenario 2008 entstehen im Fall sehr niedriger Energiepreise in der Verteilung des Vermeidungspotenzials und der Vermeidungskosten deutliche Verschiebungen⁵. In Summe lassen sich die Treibhausgasemissionen im Jahr 2020 weiterhin durch Hebel mit wirtschaftlich vertretbaren Vermeidungskosten um 26 Prozent verringern, im Jahr 2030 um 29 Prozent.

5 Das Potenzial der Vermeidungshebel, die sich für den Entscheider rechnen, ist mit 102 Mt CO₂e (2020) bzw. 147 Mt CO₂e (2030) um 20 bzw. 30 Mt CO₂e kleiner als im Basisszenario 2008. Umgekehrt ist das Potenzial der Hebel mit Vermeidungskosten zwischen 0 und 20 EUR/t CO₂e um 17 bzw. 26 Mt CO₂e größer als im Basisfall.

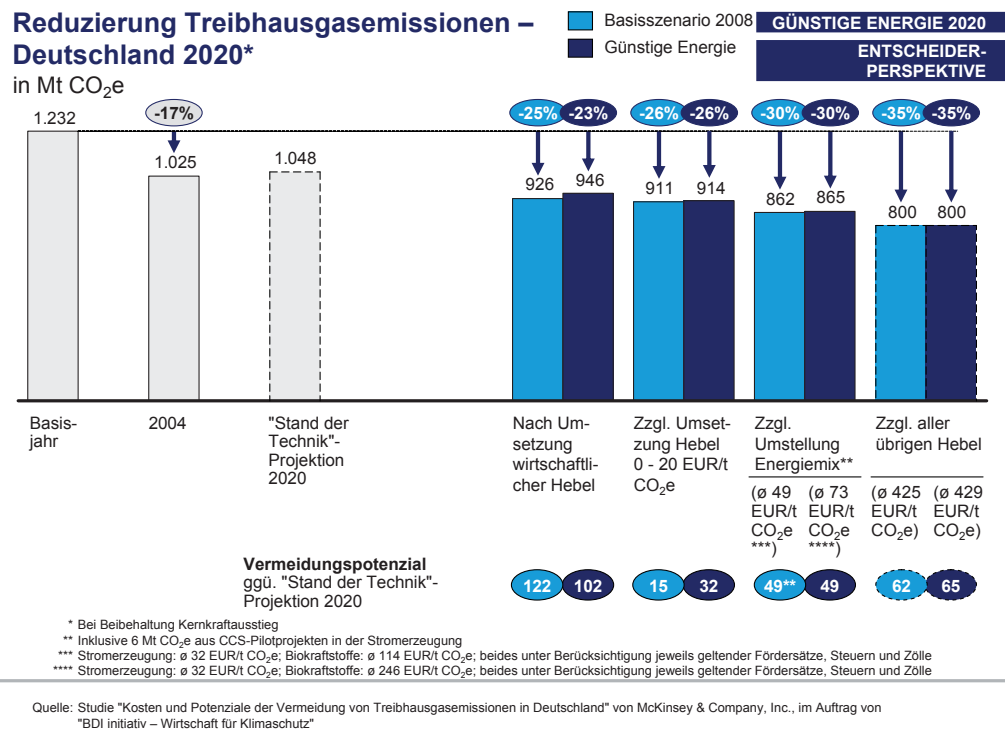


Schaubild 3

Sensitivitätsanalyse Teure Energie (s. Schaubild 4)

Die Kombination mit sehr hohen effektiven Energiepreisen nimmt einen Ölpreis von 150 USD/Barrel – 4 USD/Barrel mehr als die bisher höchste Notierung der Nordsee-Sorte Brent mit 146 USD/Barrel vom 11. Juli 2008 – zusammen mit einem vergleichsweise starken US-Dollar von 1,20 USD/EUR an. 1,20 USD/EUR entsprechen in etwa dem Durchschnitt der letzten vergangenen zehn Jahre, wurden aber in den vergangenen fünf Jahren nicht mehr unterschritten.

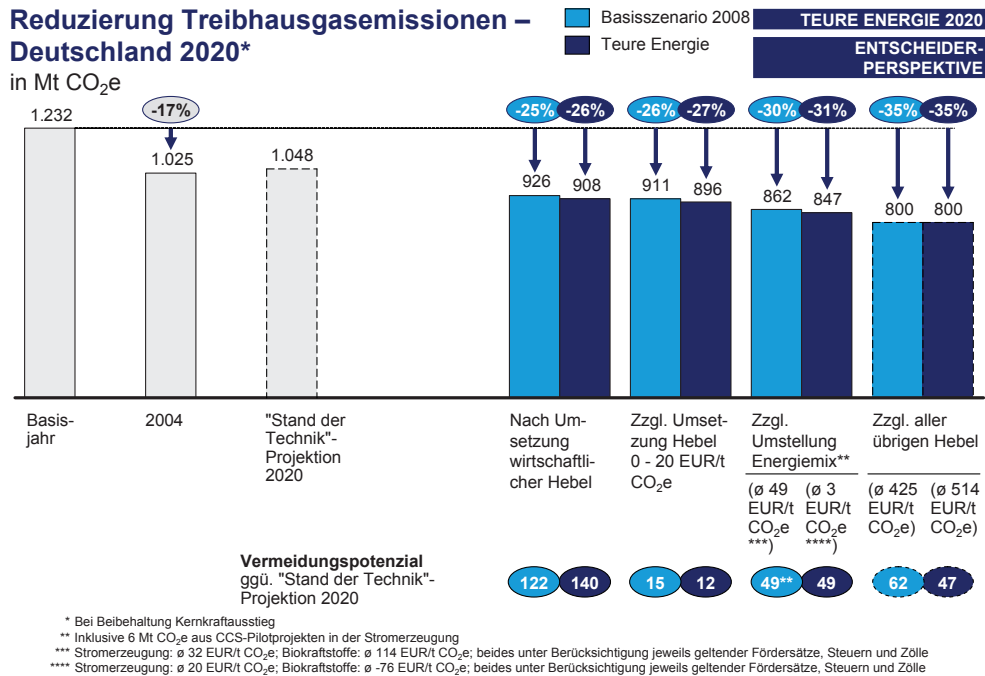
Für den Fall sehr hoher Energiepreise zeigt sich deutlich, dass der größte Teil der bewerteten Hebel attraktiver wird, da mit steigenden Kosten der eingesparten Energie auch die Wirtschaftlichkeit der betrachteten technischen Hebel deutlich ansteigt.⁶ Zwar verringern sich die Vermeidungskosten bestimmter Maßnahmen erheblich, allerdings ist aufgrund der hohen Energiepreise die Wirtschaftlichkeit bei betroffenen Produktionsprozessen nicht mehr gegeben.

Insgesamt wird die Umstellung des Energiemix– bei steigenden Kosten der fossilen Alternativen – deutlich günstiger.⁷

6 Im Vergleich zum Basisszenario 2008 rechnen sich bei sehr teurer Energie 140 Mt CO₂e (2020 – Basisszenario 2008: 122 Mt CO₂e) bzw. 194 Mt CO₂e (2030 – Basisszenario 2008: 177 Mt CO₂e). Wirtschaftlich attraktiv werden hier insbesondere die verstärkte Nutzung von Biokraftstoffen (8,9 Mt CO₂e im Jahr 2020) deren durchschnittliche Vermeidungskosten von 114 auf -76 EUR/t CO₂e fallen und optimierte Klimasysteme (2,7 Mt CO₂e im Jahr 2020), deren Vermeidungskosten von 63 auf -7 EUR/t CO₂e fallen. Eine Reihe weiterer Maßnahmen unterschreitet bei sehr hohen Energiepreisen die Schwelle von 20 EUR/t CO₂e. Dazu gehören Wind Onshore (11,0 Mt CO₂e), der Einsatz verbesserter Kraftwerkstechnik beim Neubau von Steinkohlekraftwerken (2,9 Mt CO₂e) und das Co-firing fester Biomasse (0,6 Mt CO₂e).

7 Die entsprechenden Hebel verursachen im Fall sehr hoher Energiepreise für den Entscheider nur noch Vermeidungskosten von durchschnittlich 3 EUR/t CO₂e (Basisszenario 2008: 49 EUR/t CO₂e) im Jahr 2020 bzw. -28 EUR/t CO₂e (Basisszenario 2008: 27 EUR/t CO₂e) im Jahr 2030.

Gleichzeitig steigen allerdings bedingt durch diese Verschiebungen und die Verteuerung der möglichen Umstellung von Kohle auf Gas im Neubau die Kosten der übrigen Hebel im Jahr 2020 an⁸:



Quelle: Studie "Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland" von McKinsey & Company, Inc., im Auftrag von "BDI initiativ – Wirtschaft für Klimaschutz"

Schaubild 4

III. Sektorergebnisse

Energiesektor

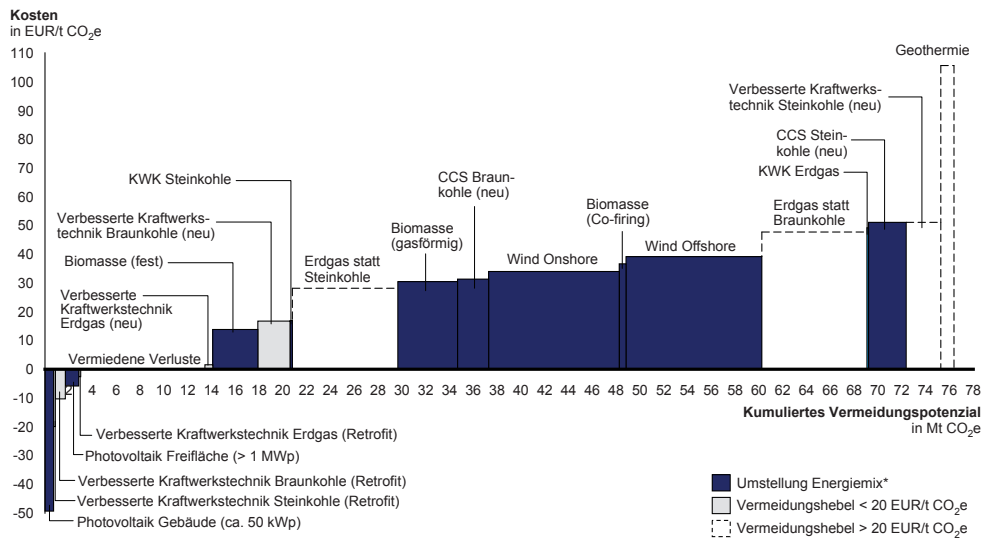
Im Energiesektor waren alle rechtlichen Änderungen im Herbst 2007 schon weitestgehend absehbar und hatten bereits Berücksichtigung in den damaligen Berechnungen gefunden. Voraussichtlich im Herbst 2009 wird eine Neufassung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) in Kraft treten (insbesondere mit neuen Einspeisevergütungen für Windkraft). Diese Anpassungen wurden bereits im Herbst 2007 durch die Nutzung des „EEG Erfahrungsbericht 2007“ weitestgehend antizipiert und waren entsprechend in den Analysen berücksichtigt worden.

In der Folge der Diskussionen über den Einsatz flexibler Mechanismen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen auf globaler Ebene nach Ende des Kyoto-Zeitraums wird in Europa ein wachsender Teil der Emissionsrechte versteigert. Für das Jahr 2010 wurde mit einem Zertifikatpreis von 25 EUR/t CO₂e gerechnet, für 2020 mit 35 EUR/t CO₂e und für 2030 mit 40 EUR/t CO₂e.⁹

8 Durchschnittlich ergeben sich hier im Fall hoher Energiepreise für den Entscheider Kosten von rund 514 EUR/t CO₂e gegenüber 425 im Basisszenario 2008.
 9 Die Anhebung um 5 EUR/t CO₂e für das Jahr 2010 basiert auf dem Preis gehandelter Forwards, während sich die Anhebung von 30 auf 35 EUR/t CO₂e für das Jahr 2020 auf das Mittel der Prognosen einer größeren Zahl von Instituten und Banken stützt.

Energiesektor: Vermeidungskostenkurve – Deutschland 2020*

**BASISSZENARIO 2008
FÜR 2020**
**ENTSCHEIDER-
PERSPEKTIVE**



* Bei Beibehaltung Kernkraftausstieg und unter Berücksichtigung der Förderung von erneuerbaren Energien (EEG), inkl. 6 Mt CO₂e aus CCS-Pilotprojekten

Quelle: Studie "Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland" von McKinsey & Company, Inc., im Auftrag von "BDI initiativ – Wirtschaft für Klimaschutz" – AG Energie

Schaubild 5

Im Energiesektor unterscheiden sich die Ergebnisse des Basisszenarios 2008 kaum von denen des Basisszenarios 2007. Das Gesamtpotenzial bleibt unverändert. Lediglich eine einzige Maßnahme, die im bisher im Jahr 2020 noch aus Entscheidersicht wirtschaftlich war, ist es nun nicht mehr: Verbesserte Kraftwerkstechnik beim Neubau von Gaskraftwerken wies in 2007 für 2020 noch Vermeidungskosten von -2 EUR/t CO₂e auf, und ist nun mit +2 EUR/t CO₂e knapp unwirtschaftlich. Damit schrumpft das wirtschaftlich realisierbare Potenzial um 0,7 auf 3,0 Mt CO₂e.

Deutlicher, jedoch auch hier noch nicht gravierend, sind die Veränderungen, die sich bei der Analyse der Sensitivität gegenüber sehr niedrigen Energiepreisen ergeben. Im Jahr 2020 wechseln zwei Maßnahmen ihre Klassifizierung.¹⁰

Wesentlich sind die Veränderungen bei Annahme extrem hoher Energiepreise, moderat noch im Jahr 2020, sehr deutlich im Jahr 2030. Im Jahr 2020 rutschen lediglich der Einsatz verbesserter Kraftwerkstechnik beim Neubau von Steinkohlekraftwerken, das *Co-firing* von Biomasse und Wind *Onshore* unter die Schwelle der wirtschaftlichen Vertretbarkeit. Damit steigt das hier realisierbare Potenzial von 21 auf 35 Mt CO₂e.¹¹

10 Es sind dies wiederum der Einsatz verbesserter Kraftwerkstechnik beim Neubau von Gaskraftwerken (nun 33 EUR/t CO₂e im Jahr 2020) sowie der Wechsel von Steinkohle zu Gas (8,9 Mt CO₂e im Jahr 2020). Letzterer wies im Basisszenario 2007 noch Vermeidungskosten oberhalb von 20 EUR/t CO₂e auf und wird nun im Jahr 2020 mit 11 EUR/t CO₂e günstiger. Im Jahr 2030 kommt noch die Photovoltaik in der Freifläche (1,8 Mt CO₂e) dazu, die ganz knapp die Schwelle von 20 EUR/t CO₂e überschreitet. Wie schon im Basisszenario 2008 von 3,0 Mt CO₂e im Jahr 2020 wirtschaftlich realisierbar, weitere 15,6 Mt CO₂e kommen zu weniger als 20 EUR t CO₂e hinzu (im Basisszenario 2008 noch 7,3 Mt CO₂e).

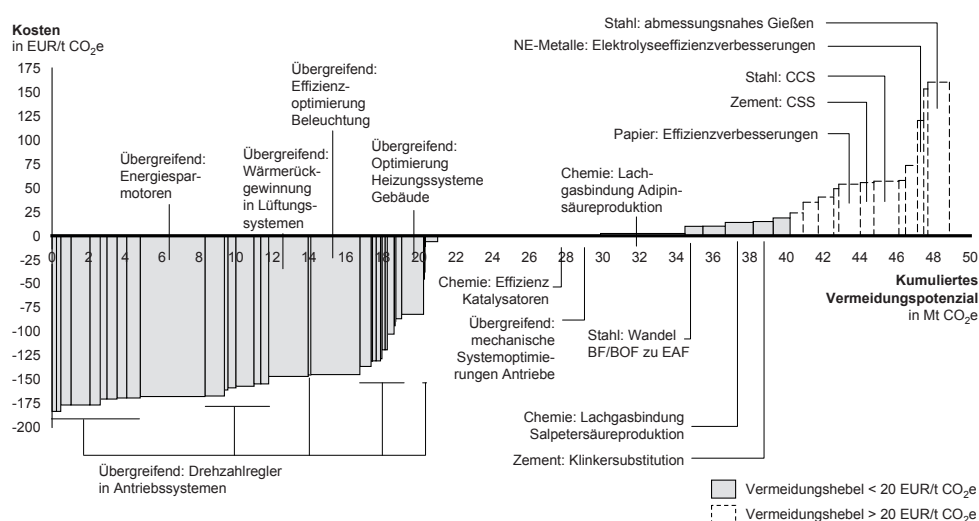
11 2030 würde Windenergie Onshore wie Offshore mit Vermeidungskosten unter 3 EUR/t CO₂e nahezu wirtschaftlich, ebenso Biomasse in Co-firing (2 EUR/t CO₂e) und in spezialisierten Anlagen (8 EUR/t CO₂e). Insgesamt stiege das zu weniger als 20 EUR/t CO₂e realisierbare Potenzial von 25,2 auf 83,1 Mt CO₂e.

Industriesektor

Im Industriesektor mussten keine Anpassungen an den spezifischen Annahmen einzelner Maßnahmen vorgenommen werden. Es zeigt sich der zu erwartende Effekt. Mit steigenden Energiepreisen sinken die Kosten der Vermeidungsmaßnahmen, während die Potenziale in Summe unverändert bleiben. Sinkende Vermeidungskosten ergeben sich für alle Maßnahmen, die die Energieeffizienz steigern. Keine Auswirkungen haben die Energiepreise hingegen auf all jene Maßnahmen, die auf Emissionen wirken, deren Herkunft nicht energiebedingt ist (Prozessemissionen).

Industriesektor: Vermeidungskostenkurve – Deutschland 2020

BASISSZENARIO 2008 FÜR 2020
ENTSCHEIDER-PERSPEKTIVE



Quelle: Studie "Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland" von McKinsey & Company, Inc., im Auftrag von "BDI initiativ – Wirtschaft für Klimaschutz" – AG Industrie

Schaubild 6

Auch bei der Prüfung der Sensitivität der Ergebnisse gegenüber sehr niedrigen Energiepreisen ergibt sich annähernd das gleiche Bild. Nur wenige Maßnahmen werden unwirtschaftlich, die sich im Basisszenario 2007 noch aus Sicht des Entscheiders rechneten. Ebenso steigen die Vermeidungskosten nur weniger Maßnahmen.¹²

Auch die Prüfung der Sensitivität der Ergebnisse gegenüber sehr hohen Energiepreisen zeigt, dass sich in Summe nur relativ geringe Änderungen ergeben.¹³ Die geringe

- 12 Ausnahmen bilden einzelne Maßnahmen in der Stahlindustrie sowie in der Mineralölindustrie, die bei niedrigen Energiepreisen Vermeidungskosten jenseits der 20 EUR/t CO₂e aufweisen und die im Basisszenario zu Kosten unter 20 EUR/t CO₂e zu realisieren waren. Gegenüber dem Basisszenario 2007 sind so bei sehr niedrigen Energiepreisen im Jahr 2020 rund 2,1 Mt CO₂e weniger Potenzial zu Kosten von höchstens 20 EUR/t CO₂e zu realisieren. Für weitere 0,7 Mt CO₂e, die im Basisszenario wirtschaftlich waren, fallen bei sehr niedrigen Energiepreisen Vermeidungskosten zwischen 0 und 20 EUR/t CO₂e an.
- 13 Gegenüber dem Basisszenario 2007 können bei sehr hohen Energiepreisen im Jahr 2020 rund 6,3 Mt CO₂e mehr Treibhausgasemissionen vermieden werden, ohne dass hierdurch zusätzliche Kosten für die Industrie entstehen. Diese stammen aus einzelnen Maßnahmen in der Eisen und Nicht-Eisen Metallindustrie, der Mineralölindustrie sowie der Zementindustrie, die bei hohen Energiepreisen wirtschaftlich werden. Auch die Umstellung der deutschen Stahlindustrie von BOF auf das EAF Verfahren wird vor dem Hintergrund steigender Energiepreise wirtschaftlicher.

Energiepreis-Sensitivität der Ergebnisse offenbart das hohe Ausmaß der bereits heute erreichten Energieeffizienz in den energieintensiven Industrien.

Neben den Kosten, die sich unmittelbar aus der Umsetzung der geschilderten Vermeidungsmaßnahmen ergeben, ist insbesondere für die energieintensiven Industrien von hoher Bedeutung, welche zusätzlichen Kosten durch das geltende CO₂-Regime sowie durch Veränderungen in den Preisen für Brennstoffe und Strom entstehen. Sogar CO₂-Preise unterhalb 20 EUR/t CO₂e im Rahmen des EU ETS können die globale Wettbewerbsfähigkeit vieler Industrien – in Abhängigkeit von Allokationsregeln – erheblich belasten¹⁴.

Gebäudesektor

Im Gebäudesektor gibt es zwei wichtige Veränderungen als Folge der Beschlüsse von Meseberg, die Regelungen der neuen Energieeinsparverordnung (EnEV 2009)¹⁵ und des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG). Sie haben keine Auswirkungen auf die dargestellten Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor. Die schon 2007 bewerteten Maßnahmen erfüllen auch die neuen Anforderungen problemlos. Daher sind auch im Gebäudesektor die Veränderungen zwischen den Ergebnissen des Basisszenarios 2007 und denen des Basisszenarios 2008 sehr gering.

Gebäudesektor: Vermeidungskostenkurve – Deutschland 2020

**BASISSZENARIO 2008
FÜR 2020**
**ENTSCHEIDER-
PERSPEKTIVE**

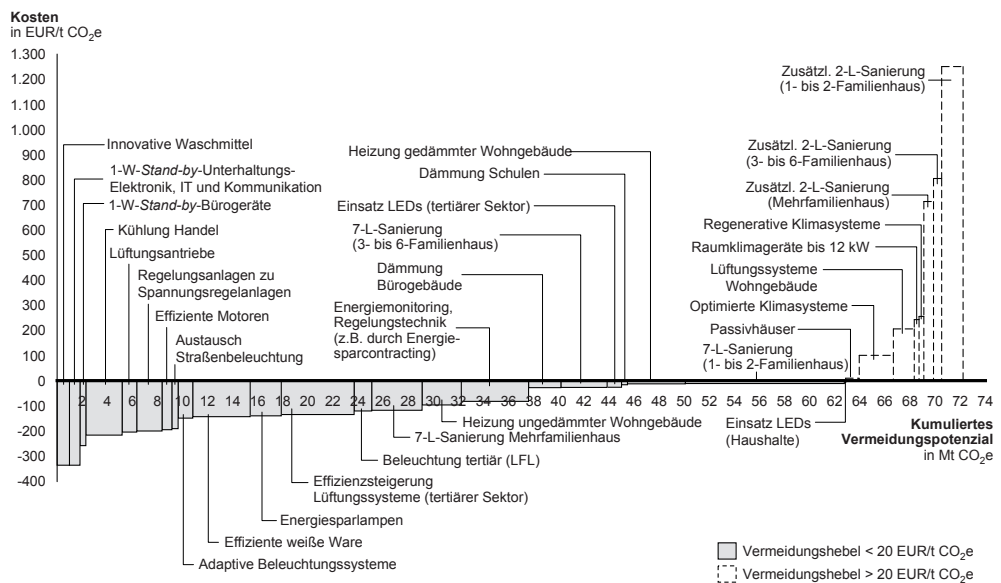


Schaubild 7

Quelle: Studie "Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland" von McKinsey & Company, Inc., im Auftrag von "BDI initiativ – Wirtschaft für Klimaschutz" – AG Gebäude

14 Vgl. "EU ETS Review. Report on International Competitvness", European Commission/McKinsey/Ecofys, Dezember 2006.
 15 Berücksichtigt wurde die Fassung gemäß Beschluss der Bundesregierung vom 18. Juni 2008.

Wie in den anderen Sektoren werden größere Änderungen erst in den Sensitivitätsanalysen deutlich. Bei sehr niedrigen Energiepreisen verliert im Jahr 2020 die Dämmung von Bürogebäuden und Schulen ihre Wirtschaftlichkeit. Gleiches gilt für die Einführung von LEDs in Haushalten.

Im Fall sehr teurer Energie werden alle Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz deutlich wirtschaftlicher. Den wohl größten Schritt tun die Passivhäuser.¹⁶ Insgesamt steigt das wirtschaftlich realisierbare Potenzial von 58,3 Mt CO₂e im Basisszenario 2008 auf 67,7 Mt CO₂e im Fall sehr hoher Energiepreise.

Transportsektor

Im Transportsektor wurden die Biokraftstoffquote und die Kraftstoffpreise angepasst. Wurde vom deutschen Gesetzgeber in 2007 noch diskutiert, für das Jahr 2020 die Zielvorgabe eines Anteils von 17 Prozent (energetisch) für Biokraftstoffe gemessen am gesamten Kraftstoffverbrauch für PKW und LKW einzuführen, erscheint es heute möglich, dass die Biokraftstoffquote nach unten korrigiert wird. Vorbehaltlich der Ergebnisse der politischen Diskussionen zur Novelle des Biokraftstoffquotengesetzes eine Quote von 12 Prozent (energetisch) am gesamten Kraftstoffverbrauch für PKW und LKW für Deutschland im Jahr 2020 realistisch.

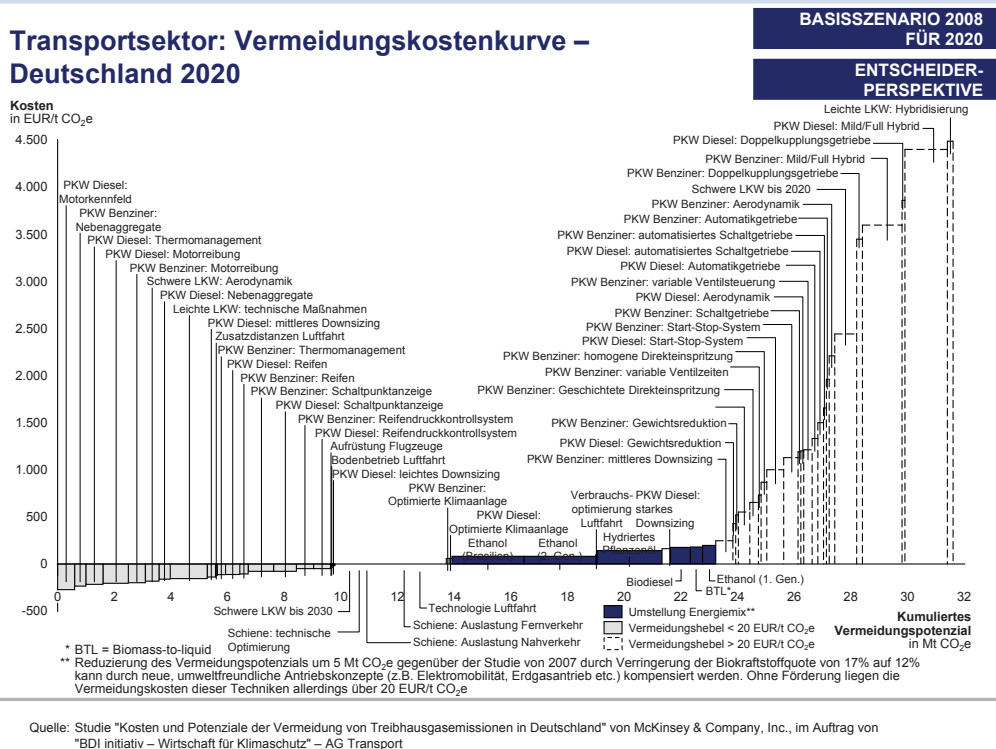


Schaubild 8

16 Die Vermeidungskosten der Passivhäuser betragen im Basisszenario 2008 etwa 10 EUR/t CO₂e, um bei sehr hohen Energiepreisen auf -271 EUR/t CO₂e zu fallen. Cent/Liter.

Für das Jahr 2030 gibt es derzeit noch keine Aussagen zu regulatorischen Zielwerten und daraus ableitbaren Biokraftstoffquoten. Daher wird anknüpfend an die Berechnungen aus dem vergangenen Jahr der realisierbare Biokraftstoffanteil mit 18 Prozent angenommen. – Würde der Anteil Biokraftstoffe gemäß des erwarteten Marktwachstums in Europa prognostiziert, könnte die Quote 21 Prozent betragen. Bei Betrachtung der Penetration von Biokraftstoffen für Europa kann für das Jahr 2030 ein Biokraftstoffanteil von 25 Prozent als Annahme verwendet werden. Auch aktuelle Arbeiten an der globalen Vermeidungskostenkurve zeigen, dass für 2030 Biokraftstoffquoten jenseits von 18 Prozent erreichbar sein können.

Benzin- und Dieselpreise ergeben sich aus den im Basisszenario 2008 und den Sensitivitäten verwendeten Ölpreisen. Sie wurden analog der Berechnungen aus dem Vorjahr aktualisiert. Auch die Kosten der Biokraftstoffe werden mittelbar vom Rohölpreis beeinflusst.¹⁷

Im Transportsektor weist die Vermeidungskostenkurve des Basiszenario 2008 für das Jahr 2020 gegenüber der Vermeidungskostenkurve aus dem Jahr 2007 nur wenige Veränderungen auf. Das Vermeidungspotenzial hat um 5 Mt CO₂e auf jetzt gut 31 Mt CO₂e abgenommen. Die Abnahme beruht auf der Verringerung der vor dem Hintergrund der aktuellen Gesetzgebungsdiskussion als realisierbar erachteten Biokraftstoffquote von 17 auf 12 Prozent. Sie kann durch neue, umweltfreundliche Antriebskonzepte (z.B. Elektromobilität, Erdgasantrieb etc.) kompensiert werden. Ohne Förderung liegen die Vermeidungskosten dieser Techniken allerdings nicht mehr im wirtschaftlich vertretbaren Bereich.

Bei der Analyse der Sensitivität der Ergebnisse gegenüber niedrigeren und höheren Energiepreisen fällt auf, dass erst bei extremen Preisveränderungen Maßnahmen wirtschaftlich oder unwirtschaftlich werden. Dies betrifft vorwiegend Maßnahmen, die ohnehin an den „Rändern“ der jeweiligen Kostenkategorien liegen.

Bei extrem niedrigen Energiekosten (40 USD/Barrel und schwacher US-Dollar) steigen die Vermeidungskosten einzelner Maßnahmen, die bis dahin wirtschaftlich sind oder sehr niedrige Vermeidungskosten aufwiesen, deutlich an. Beispiele hierfür sind die Verringerung von Zusatzdistanzen in der Luftfahrt, Einsatz von rollwiderstandssarmen

17 Im Basisszenario 2008, werden im Jahr 2020 die Kosten für Ethanol der 1. Generation mit 65 Cent/Liter, für Ethanol der 2. Generation mit 43 Cent/Liter und für Ethanol aus brasilianischem Zuckerrohr mit 59 Cent/Liter angenommen. Für Biodiesel und hydriertes Pflanzenöl werden Kosten von 75 Cent/Liter und bei BTL von 85 Cent/Liter angesetzt. Für das Jahr 2030 werden die Kosten für Ethanol der 1. Generation mit 67 Cent/Liter, für Ethanol der 2. Generation mit 43 Cent/Liter und für Ethanol aus brasilianischem Zuckerrohr mit 40 Cent/Liter angesetzt. Für Biodiesel wird für 2030 mit 75 Cent/Liter gerechnet. Die Kosten für hydriertes Pflanzenöl werden mit 76 Cent/Liter und für BTL mit 85 Cent/Liter angesetzt. Die Marktpreise der Biokraftstoffe werden – analog zur Vorgehensweise bei der Erstellung der Vermeidungskostenkurve im vergangenen Jahr – unter Fortschreibung der gesetzlichen Rahmenbedingungen aus den Importprodukten abgeleitet. Damit wird unterstellt, dass sich der Preis für Ethanol an den Kosten für importiertes Ethanol orientiert. Dadurch entsteht ein Ethanolpreis von 59 Cent/Liter im Jahr 2020, der sich nach einem möglichen Wegfall der Importzölle bis 2030 auf 40 Cent/Liter reduziert. Bei der Sensitivitätsrechnung mit einem Rohölpreis von 40 USD/Barrel ergeben sich für das Jahr 2020 Kosten für Ethanol der 1. Generation von 60 Cent/Liter, für Ethanol der 2. Generation von 43 Cent/Liter und für Ethanol aus brasilianischem Zuckerrohr von 59 Cent/Liter. Für Biodiesel und hydriertes Pflanzenöl belaufen sich die Kosten auf 74 Cent/Liter und bei BTL auf 85 Cent/Liter. Mit dem möglichen Wegfall der Importzölle bis 2030 reduzieren sich die Kosten für Ethanol aus brasilianischem Zuckerrohr auf 40 Cent/Liter. Analog sinkt der marktorientierte Ethanolpreis für 2030 auf 40 Cent/Liter. Alle weiteren Kostenannahmen werden von 2020 für 2030 fortgeschrieben. Bei der Sensitivitätsrechnung mit einem Rohölpreis von 150 USD/Barrel ergeben sich für das Jahr 2020 Kosten für Ethanol der 1. Generation von 87 Cent/Liter, für Ethanol der 2. Generation von 43 Cent/Liter und für Ethanol aus brasilianischem Zuckerrohr von 61 Cent/Liter. Für Biodiesel und hydriertes Pflanzenöl belaufen sich dann die Kosten auf 81 Cent/Liter, bei BTL auf 85 Cent/Liter. Auch hier reduzieren sich mit dem möglichen Wegfall der Importzölle bis 2030 die Kosten für Ethanol aus brasilianischem Zuckerrohr auf 42 Cent/Liter. Analog sinkt der marktorientierte Ethanolpreis für 2030 auf 42 Cent/Liter.

Reifen für PKW und das milde Downsizing für PKW. Dies gilt gleichermaßen für das Jahr 2020 wie für das Jahr 2030.

11

Bei extrem hohen Energiepreisen hingegen (150 USD/Barrel und starker US-Dollar) werden im Jahr 2020 zusätzliche technische Maßnahmen aus Sicht wirtschaftlich. Dies gilt insbesondere für alle Biokraftstoffe, abgesehen von BTL und die Einführung von technischen Verbesserungen bei Flugzeugen. Auch hier gelten die Ergebnisse des Jahres 2020 für das Jahr 2030 analog.

