



Energieeffizienz und CO₂ – Vermeidungskosten

Energie Technologie Initiative Brandenburg
am 18.7.2008 in Mittenwalde
Dipl. Ing. Wilfried Boysen



Das Unternehmen edl Boysen GmbH

edl Energiedienstleistung Boysen GmbH

- hat sich seit 1996 aus einem Planungsbüro für Gebäudeautomation zu einem Energiespar-Contracting-Unternehmen entwickelt.

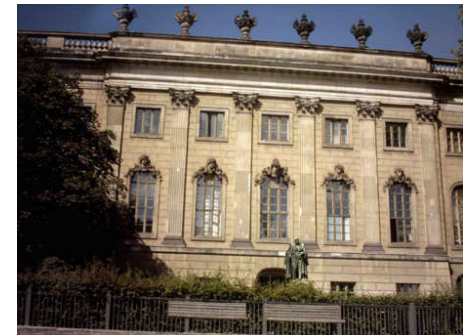
Geschäftsfelder

- Erschließen von Energiesparpotenzialen
- Planung von Energiesparmaßnahmen
- Energiespar-Contracting
- Langfristige Sicherung des versprochenen Energiesparerfolgs durch Monitoring und Betriebsführung

Mitarbeiterentwicklung

- 1996: 3 Festangestellte
- 2008: 30 Festangestellte

Beteiligung der HOCHTIEF Energy Management GmbH seit 2007





Inhalte

Teil 1 – Wirtschaft und Klimaschutz Hand in Hand

Bundesregierung

Bundesverband der Deutschen Industrie

McKinsey Studie

Teil 2 – CO₂-Vermeidungskosten

CO₂-Emissionen

Vermeidungshebel

Teil 3 – Energiespar-Contracting der edl Boysen GmbH

Energiesparmaßnahmen im Gebäudebestand

Ergebnisse

Teil 4 – Schlussfolgerungen



Bundesregierung

Ziele der Bundesregierung für die Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland

Bis 2020 sollen die Emissionen gegenüber dem Niveau von 1990 um mindestens **30%** gesenkt werden.

Dieses Ziel soll auf **40%** angehoben werden, wenn die EU ihr Vermeidungsziel von derzeit 20% auf 30% erhöht.

In Deutschland sollen die Ziele zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen bei anhaltendem Wirtschaftswachstum und unter Beibehaltung der Beschlüsse zum Ausstieg aus der Kernenergie verwirklicht werden.



Bundesverband der Deutschen Industrie BDI-Initiative „Wirtschaft und Klimaschutz“:

„Die deutsche Wirtschaft nimmt die Herausforderung und ihre Verantwortung sehr ernst und arbeitet an langfristigen Strategien, um den Klimawandel wirksam begrenzen zu helfen.“

„Gemeinsam mit der Politik will die deutsche Wirtschaft tragfähige, innovative Lösungen entwickeln und diesen weltweit zum Durchbruch verhelfen.“

„Wirtschaftliches Wachstum und nachhaltiger Klimaschutz gehen Hand in Hand und die Verbreitung von klimaschonenden Produkten, Systemen und Dienstleistungen deutscher Unternehmen eröffnen große Chancen für Wachstum und Beschäftigung in Deutschland.“

„...und für den Export.“

→ Auftrag einer Studie an McKinsey: „Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland“



McKinsey Studie

Aus „Zusammenfassung der Studienergebnisse“:

„Die Treibhausgasemissionen in Deutschland können bis 2020 gegenüber dem Niveau von 1990 um 26% gesenkt werden, wenn alle bekannten Vermeidungshebel mit Vermeidungskosten von **bis zu 20 €/t CO₂** umgesetzt werden. Eine Senkung um 31% ist möglich, wenn alle bekannten Vermeidungshebel mit Vermeidungskosten von **bis zu 175 €/t CO₂** umgesetzt werden.“



McKinsey Studie

Aus „Chancen für die Deutsche Wirtschaft“:

„Viele Hebel zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen beruhen auf Technologien, Produkten und Dienstleistungen, für die deutsche Unternehmen schon heute innovative Lösungen anbieten.“



McKinsey Studie

Aus „Chancen für die Deutsche Wirtschaft“:

Bauwirtschaft

Sanierung Altbestand mit Wärmedämmsystemen an Fassaden, Kellerdecken und im Dachbereich sowie Einbau höherwertiger Fenster und Außentüren

Gebäudetechnik

Einsatz effizienter Heizungs-, Lüftungs-, Klima-, Beleuchtungs- und Regelungstechnik sowie Instandhaltung

Elektrotechnik

komplexere Mess- und Steuersysteme für Energiemanagement sowie Steigerung der Energieeffizienz von elektrischen Antrieben

Maschinen- und Anlagenbau

Umstellung in der Energiegewinnung mit höherem Anteil von Windenergie, Gas und Biokraftstoffen



Teil 2 – CO₂-Vermeidungskosten

Teil 1 – Wirtschaft und Klimaschutz Hand in Hand

Bundesregierung

Bundesverband der Deutschen Industrie

McKinsey Studie

Teil 2 – CO₂-Vermeidungskosten

CO₂-Emissionen

Vermeidungshebel

Teil 3 – Energiespar-Contracting der edl Boysen GmbH

Energiesparmaßnahmen im Gebäudebestand

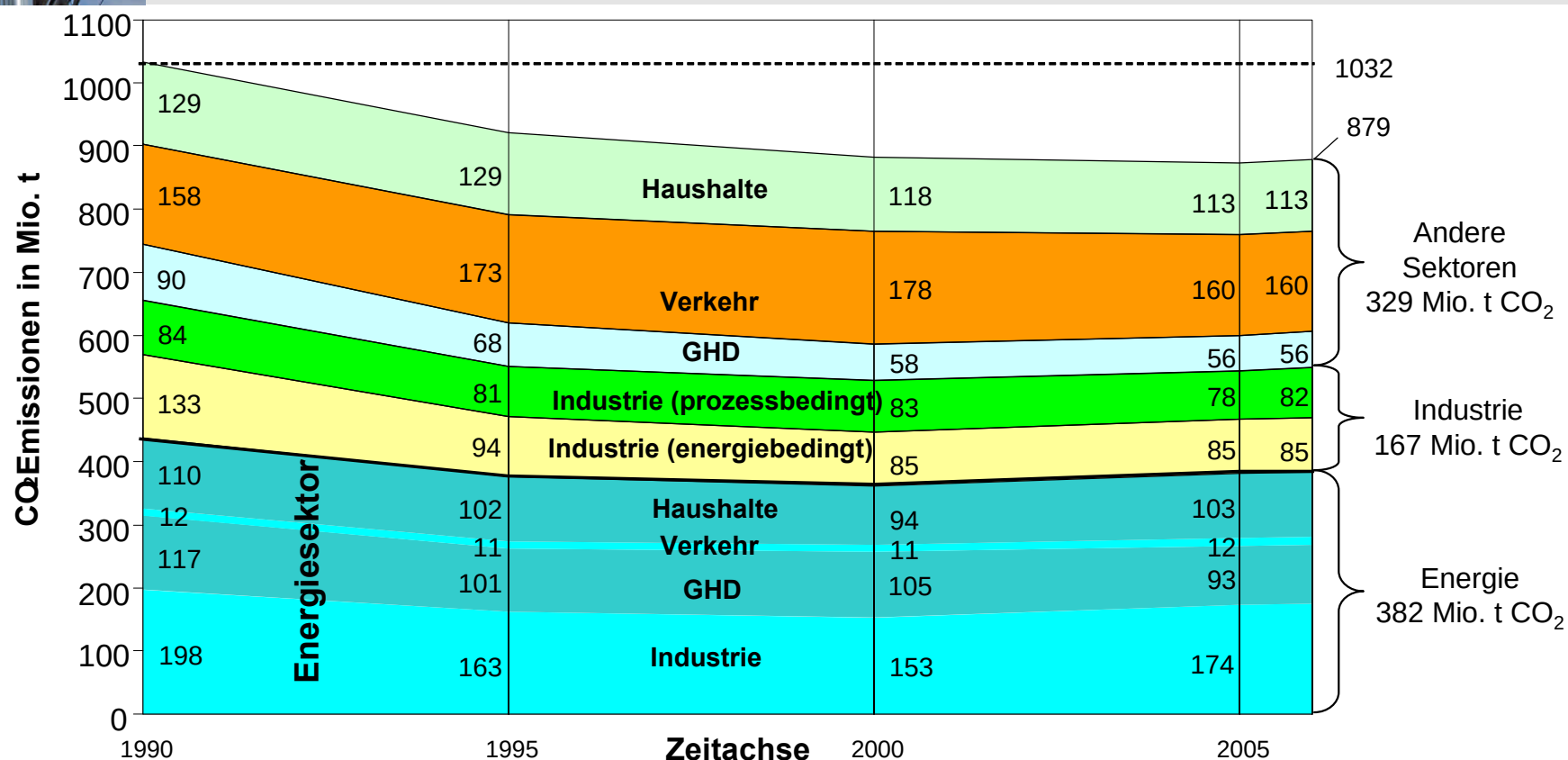
Ergebnisse

Teil 4 – Schlussfolgerungen



CO₂ - Emissionen

Entwicklung der CO₂ – Emissionen in Deutschland 1990 - 2006



Quelle: edl, in Anlehnung an Daten der UBA: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Stand 09/2006



Formel und Anwendung

$$\text{CO}_2 - \text{Vermeidungskosten} = \frac{\text{Kosten}_{\text{NEU}} - \text{Kosten}_{\text{ALT}}}{\text{Emission}_{\text{ALT}} - \text{Emission}_{\text{NEU}}}$$

- sind die Kosten eines Optimierungsprojektes für die Vermeidung einer Tonne CO₂ gegenüber einem Referenzsystem
- ermöglichen einen Systemvergleich und Entscheidungshilfe
- werden über das Verhältnis der Kostendifferenz der Einzelsysteme zur Differenz der CO₂ – Emissionen beider Systeme ermittelt:

Sind Vermeidungskosten in Plus:

Höhere Kosten des optimierten Systems gegenüber dem alten System

➔ Kostenaufwand für den Entscheider

Sind Vermeidungskosten in Minus:

Geringere Kosten des optimierten Systems gegenüber dem alten System

➔ Gewinn für den Entscheider



Vermeidungshebel: Substitution des Energieträgers Wechsel vom Referenzkraftwerk -> Windkraft¹

Referenzkraftwerk: 50% aus Erdgas-, 30% aus Steinkohle- und 20% aus Braunkohlekraftwerken



Leistung: 600 kW

Bei mittl. Windgeschwindigkeit:
5,5 m/s

Lebensdauer: 20 a

Vollaststunden: 2000 h/a

Anlageninvestition: 1000 €/ kW_{el}
Betriebskosten -> 5,0% Anlagenkosten

Zinssatz: 4 %

CO₂- Emissionen WKA: 22,8 t_{CO2} / a

CO₂- Emissionen Referenzkraftwerk: 732 t_{CO2} / a

CO₂- Vermeidungskosten: 23 € / t_{CO2}

¹ Institut für angewandte Ökologie, Berlin, 1998: „CO₂-Vermeidungskosten – Konzept, Potentiale und Instrument für politische Entscheidungen.“



Vermeidungshebel: Substitution des Energieträgers Wechsel vom Referenzkraftwerk -> Photovoltaik¹



Leistung: 20 kW

Lebensdauer: 20 a

Vollaststunden:

1000 h/a

Anlageninvestition:

7500 €/ kWel

Betriebskosten -> 5,0% Anlagenkosten

Zinssatz:

4 %

CO₂- Emissionen PV: 4,9 t_{CO2} / a

CO₂- Emissionen Referenzkraftwerk: 12,2 t_{CO2} / a

CO₂- Vermeidungskosten: 1035 € / t_{CO2}

¹ Institut für angewandte Ökologie, Berlin, 1998: „CO₂-Vermeidungskosten – Konzept, Potentiale und Instrument für politische Entscheidungen.“



Vermeidungshebel: Substitution des Energieträgers Wechsel vom Referenzkraftwerk -> Wasserkraft¹



Neuanlage Laufwasserkraftwerk

Leistung: 5 MW

Lebensdauer: 40 a

Vollaststunden: 6000 h/a

Anlageninvestition:

4500 €/kW

+ 10 – 20 % ökologische
Ausgleichsmaßnahmen

+ 1 – 2 % der Anlageninvestition

Zinssatz:

4 %

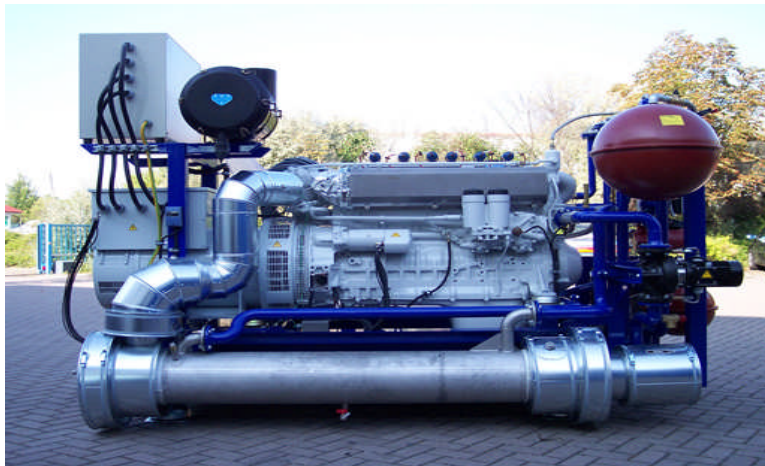
CO₂- Einsparung: 4500 t_{CO2} / a

CO₂- Vermeidungskosten: 140 € / t_{CO2}

¹ Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung, Stuttgart, 2002:
„Energieverbrauchsprognose für Bayern, CO₂-Vermeidungskosten“



Vermeidungshebel: Substitution des Energieträgers Wechsel vom Referenzkraftwerk -> Biogas-BHKW¹



Leistung: 60 kWel
Lebensdauer: 20 a
Vollaststunden:
6000 h / a
Anlageninvestition:
Investition: 1700 € / kW
+ Wartung: 17 € / MWh
+ sonst. Kosten: 5 % Investitionskosten
Zinssatz:
4 %

CO₂- Einsparung: 54 t_{CO2} / a

CO₂- Vermeidungskosten: 91,1 €/t_{CO2}

¹ Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung, Stuttgart, 2002:
„Energieverbrauchsprognose für Bayern, CO₂-Vermeidungskosten“



Vermeidungshebel: Sanierung des Energieträgers Sanierung eines Kohlekraftwerks¹



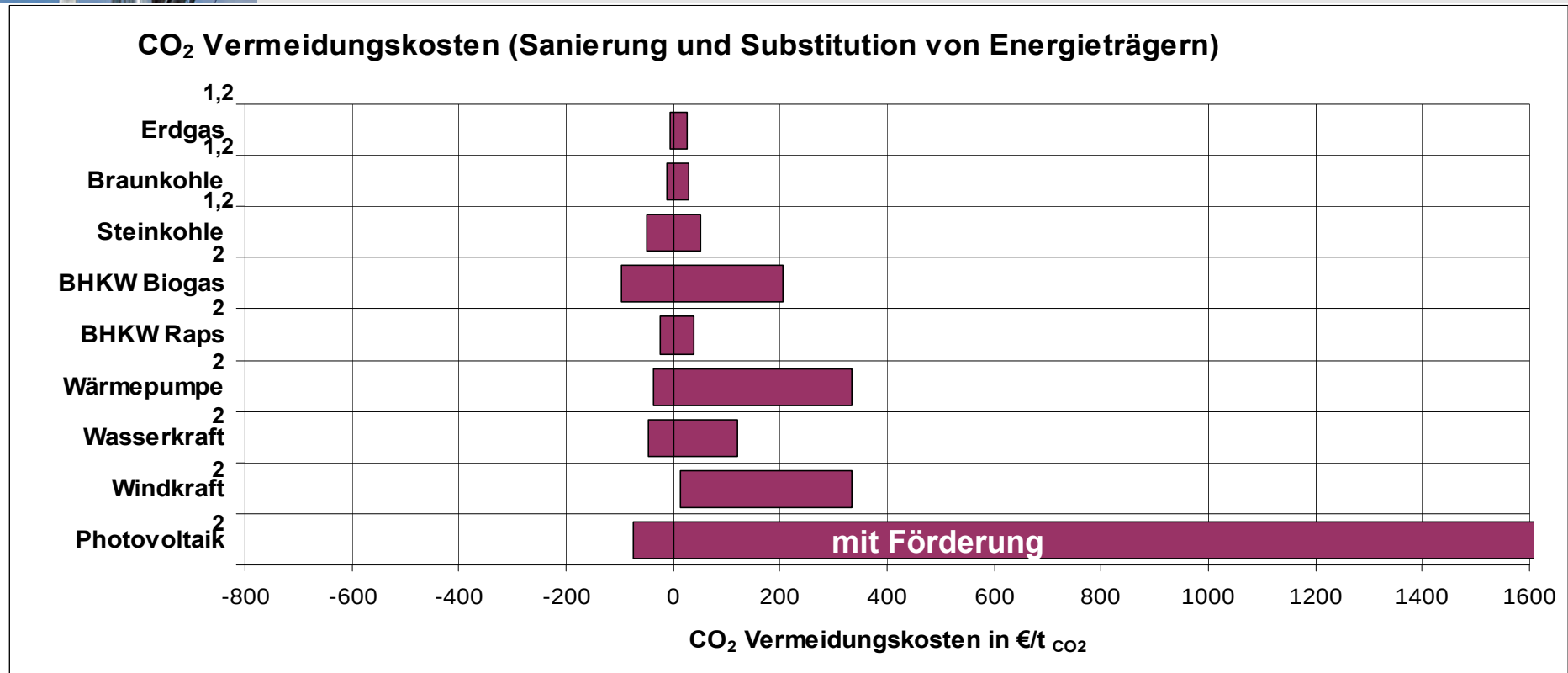
CO₂- Vermeidungskosten: -50 bis 40 €/t_{CO2}

¹ **Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik, TU München, 2004:**
„CO₂-Vermeidungskosten im Kraftwerksbereich, bei den erneuerbaren Energien sowie bei nachfrageseitigen Energieeffizienzmaßnahmen.“



Vermeidungshebel im Überblick

Spreizung der Ergebnisse aus mehreren Studien



¹ Sanierung und Optimierung von Altanlagen bei gleichem Brennstoff

² Daten aus der Studie der TU München 2004 und McKinsey Studie 2007



Vermeidungshebel Gebäudesanierung Technische Maßnahmen

**Technische Optimierung (Wärme, Strom) am Beispiel der
Jahn- Oberschule in Berlin-Kreuzberg**



CO₂- Vermeidungskosten:

-72 € / t_{CO2}

Baujahr: bis 1978

Bruttogeschossfläche: 7050m²

Projektart: Contracting

Maßnahme:

Hydraulischer Abgleich der Heizungs-
anlage, Pumpen- und Kesseltausch

Energiespar- Investition: 95.400 €

Zinssatz: 4%

Lebensdauer: 15 a

Energiekosteneinsparung:

16114 €/ a; 26,3 %

Reduzierung der CO₂-Emission:

109 t/a; 28,8 %

11,6 t/a durch Strom

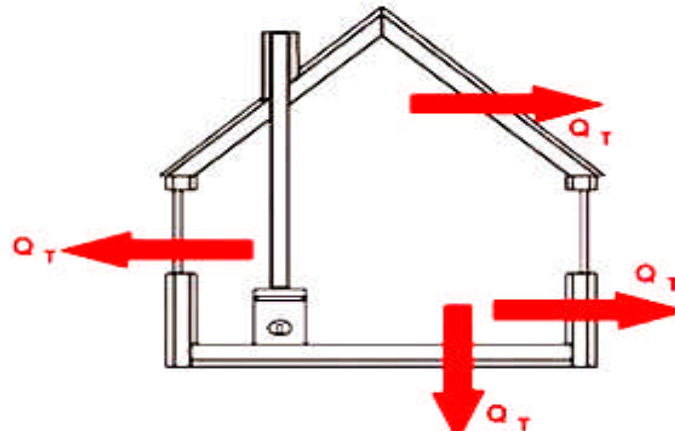
97,7 t/a durch Wärme



Vermeidungshebel Gebäudesanierung Bauliche Maßnahmen

Bauliche Optimierung (Wärmedämmung)*

Theoretisches Bsp. an der Jahn- Oberschule



CO₂- Vermeidungskosten:

216 € / t_{CO2}

Baujahr: bis 1978

Bruttogeschossfläche: 7050m²

Maßnahme:

Wärmedämmverbundsystem mit PS-Dämmplatte (90 mm), Fenstertausch (Kunststoffrahmen, Argon, 2fach)

Energiespar- Investition:

1.431.570 €

Zinssatz: 4%

Lebensdauer: 30 a

Energiekosteneinsparung:

30.040 €/ a; 71,2 %

Reduzierung der CO₂-Emission:

95 t_{CO2}/ a; 69,4 %

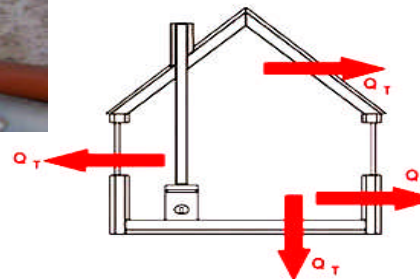
***Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik, TU München, 2004:**

„CO₂-Vermeidungskosten im Kraftwerksbereich, bei den erneuerbaren Energien sowie bei nachfrageseitigen Energieeffizienzmaßnahmen.“



Vermeidungshebel Gebäudesanierung Bauliche Maßnahmen

Technische und bauliche Optimierung an einem Gebäude - theoretisches Beispiel an der Jahn-Oberschule



CO₂- Vermeidungskosten:

186 € / t_{CO2}

Baujahr: bis 1978

Bruttogeschossfläche: 7050m²

Maßnahme:

Wärmedämmverbundsystem mit PS-Dämmplatte (90 mm), Fenstertausch (Kunststoffrahmen, Argon, 2fach), Hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage, Pumpen- und Kesseltausch

Energiespar- Investition: 1.526.970 €

Zinssatz: 4%

Lebensdauer: 15 a, 30 a

Energiekosteneinsparung:

36.896 €/ a; 60,3 %

Reduzierung der CO₂-Emission:

256 t_{CO2}/ a; 67,4 %

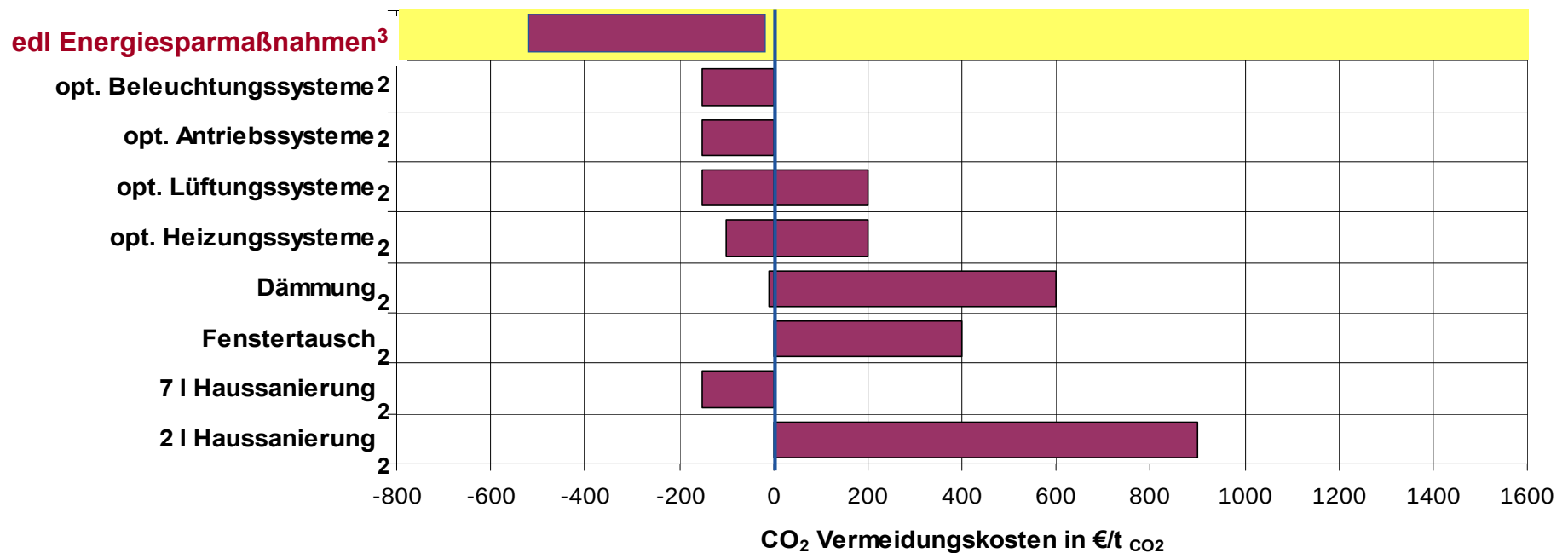
***Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik, TU München, 2004:** „CO₂-Vermeidungskosten im Kraftwerksbereich, bei den erneuerbaren Energien sowie bei nachfrageseitigen Energieeffizienzmaßnahmen.



Vermeidungshebel im Überblick

Spreizung der Ergebnisse aus mehreren Studien

CO₂ Vermeidungskosten (Gebäudesanierung, techn. und baulich)



³ Aus Projektdaten der edl Boysen

² Daten aus der Studie der TU München, 2004 und McKinsey Studie 2007



Teil 3 – Einspar-Contracting

Teil 1 – Wirtschaft und Klimaschutz Hand in Hand

Bundesregierung

Bundesverband der Deutschen Industrie

McKinsey Studie

Teil 2 – CO₂-Vermeidungskosten

CO₂-Emissionen

Vermeidungshebel

Teil 3 – Energiespar-Contracting der edl Boysen GmbH

Energiesparmaßnahmen im Gebäudebestand

Ergebnisse

Teil 4 – Schlussfolgerungen



Energieverbrauch im Gebäudebestand

Die Gründe für zu hohen Energieverbrauch in Deutschland liegen im Alter des Gebäudebestands:

- Nur ca. 1% wird jährlich durch Neubauten ersetzt.
- Ca. 70% der Gebäude sind vor 1977 erbaut
- Dort liegen die Potenziale:
 - 1.) im Zustand der Außenhülle (Bausubstanz marode)
 - 2.) im Zustand der Technischen Anlagen:



➔ **Diese sind technisch überholt und überdimensioniert!**



Energieverbrauch im Gebäudebestand

Aber auch in Neubauten sind die Einsparpotenziale hoch

- Dort sind oft hochkomplexe Anlagen installiert, deren Regelungs- und Wirkzusammenhänge nicht ausreichend abgestimmt sind.





Spareffekte von energetischen Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand

Maßnahmen in der Anlagentechnik

ca. -15% bis -45%, Beispiele:

Heizung:

Hydraulischer Abgleich

ca. -15% bis -35%

Erneuerung der Wärmeerzeugung
(und Leistungsreduzierung)

ca. -10% bis -20%

Modernisierung der Regelung
und Betriebsführung

ca. -5% bis -15% (Wärme u. Pumpenstrom)

Lüftung:

Regler bedarfsgerecht parametrieren

Volumenströme und Laufzeiten optimieren

Wärmerückgewinnung sowie

Heiz- und Kühlleistungen optimieren

Neue, effiziente Ventilatoren einsetzen

ca. -20% bis -50% (Wärme und Strom)

Beleuchtung

T5, Präsenzmelder, Energiesparlampen

ca. -10% bis -50% (Strom)



Bauliche Maßnahmen

ca. -5% bis -30%

20 cm Dachdämmung
ca. -10%

Fenster mit
Wärmeschutzverglasung
ca. -10%

12cm
Außenwanddämmung
ca. -30%

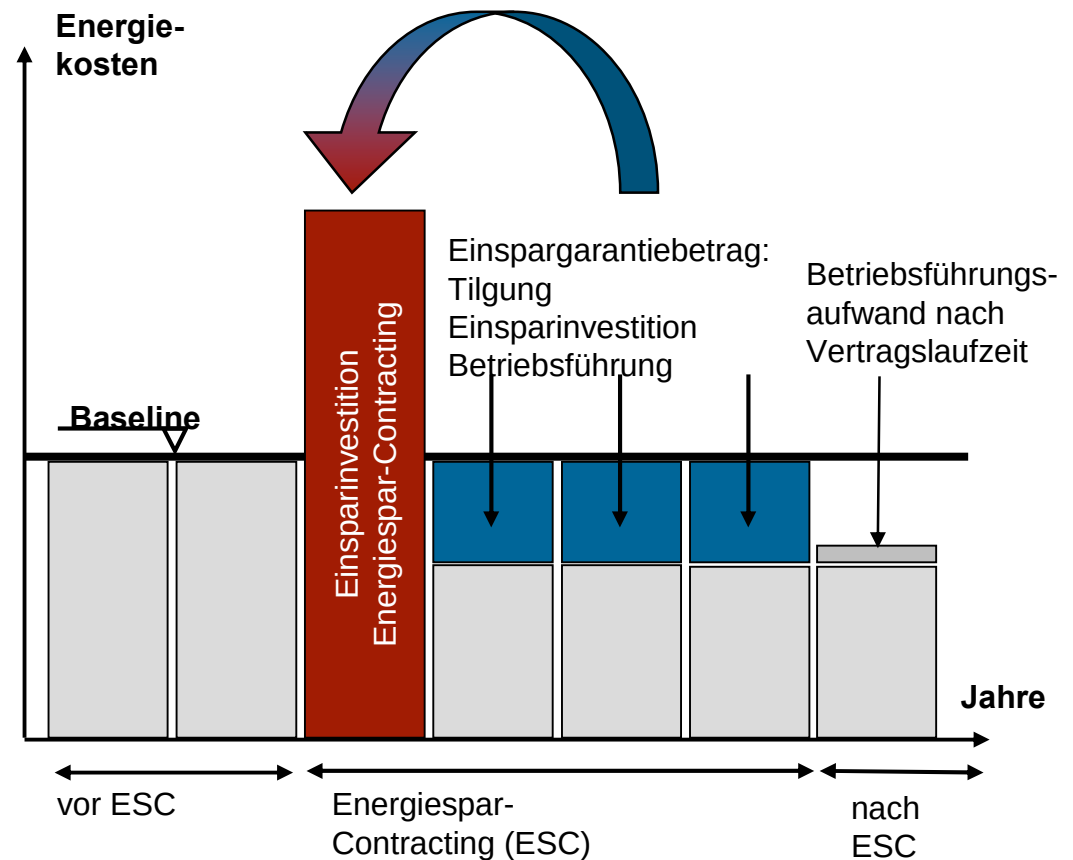
6 cm
Kellerdeckendämmung
ca. -5%





Energiespar-Contracting

- Energiespar-Contracting beschleunigt Investitionen im Bereich der Energieeffizienz.
 - Energieeinsparung plus Kostenentlastung für den Auftraggeber.
- Der Contractor ist ein außenstehendes Unternehmen
 - mit hoher Fachkompetenz
 - Er plant die Maßnahmen, setzt sie um, überwacht und finanziert sie.
 - Er übernimmt die Garantie für die Energieeinsparung.
 - Die Energiespar-Investition wird aus der Energiekosteneinsparung amortisiert.





Vermeidungshebel Energiesparen Projekte der edl

Projekt		Anzahl Liegen- schaften	Brutto- geschoss- fläche	Realisierung	Energie- kosten	Energiespar- Investitionen	Amorti- sation	Energiekosten- einsparung		CO ₂ - Reduzierung	
		-	m ²	-	€/Jahr	€	a	€/Jahr	%	t/Jahr	%
Intrading-Projekte	Schulen des EBO	13	60.000	1999	476.013	736.772	4,3	170.771	35,9	1.266	48,0
	BA Charlottenburg / Wilmerdorf	10	71.600	1999-2004	834.221	816.702	3,1	260.056	31,2	300	15,0
	Einrichtungen Caritas	3	10.500	2000	34.320	145.000	8,6	16.950	49,4	248	62,0
	FU Berlin	10	68.060	2001-2003	1.168.376	994.698	2,2	446.355	38,2	2.188	30,5
	FU Tierklinik Düppel	21	28.104	2004	296.115	481.798	4,9	97.800	33,0	557	31,0
	FU Berlin Dahlem	6	12.000	2005	77.218	135.000	5,6	24.300	31,5	150	31,0
	BA Charlottenburg / Wilmerdorf	19	126.556	2005-2007	923.181	654.558	2,1	241.631	38,9	388	21,6
	BA Charlottenburg / Wilmerdorf	11	77.401	2007	533.000	353.590	3,0	117.260	22,0	200	23,5
Energiespar-Contracting	Land Berlin Pool 2	42	305.000	1996	5.476.000	3.530.000	2,6	1.369.000	25,0	5.400	38,0
	BA Pankow Pool 4	55	214.500	1999	2.096.297	1.789.522	2,6	692.000	33,0	4.075	36,0
	BA Spandau Pool 6	27	71.650	2000	671.326	686.154	4,6	147.763	22,0	959	24,0
	Krankenhaus Waldriede	4	21.600	2001	349.212	259.225	3,1	83.852	24,0	849	27,0
	BA Friedrichshain / Kreuzberg Pool 14	22	129.800	2003	1.453.000	1.492.000	3,5	421.000	29,0	2.531	31,9
	Hess. Pol.Schule Wiesbaden	19	59.250	2003	561.200	594.600	5,2	115.400	20,6	850	21,0
	Humboldt-Universität Berlin Pool 8	4	177.900	2004	956.000	1.029.000	4,6	224.000	23,4	1.643	24,8
	BA Mitte Pool 18	77	600.000	2005	3.812.000	5.516.000	4,8	1.138.725	29,9	7.931	35,6
	Stadt Weiden i. d. Oberpfalz	35	178.100	2005-2007	1.510.000	2.784.122	8,3	334.017	22,1	2.430	31,0
	JVA Moabit Pool 20	1	53.445	2006-2007	1.283.097	1.610.000	3,6	449.084	35,0	1.818	35,3
	Klinikum Worms	1	55.000	2006-2007	1.200.000	2.150.000	5,6	385.000	32,1	640	29,0
In Bearbeitung	Klinikum Augsburg	1	135.000	2007 - 2008	8.098.000	13.778.000	5,2	2.653.000	32,8	17.177	40,5
	Schulen in Bremen	7	114.035	2008	918.976	1.442.761	4,5	318.480	34,7	1.387	32,1
	Schulen im Kreis Offenbach	11	100.860	2008	541.231	305.960	8,9	34.563	6,4	184	6,6
Gesamt		399	2.670.361		33.268.783	41.285.462	4,2	9.741.007	29,3	53.171	35,3



CO₂-Vermeidungskosten am Beispiel der edl-Projekte

Energiekosten-einsparung		CO ₂ -Reduzierung		Energiespar-investition	Energie-kosten Neu	Energie-kosten Baseline
€/a	%	t/a	%	€	€/a	€/a
9.741.007	29,3	53.171	35,3	41.285.462	23.527.776	33.268.783

Bezieht man die **Investitionen** auf die **Lebensdauer** der Anlagen folgt daraus der

jährliche Investitionsanteil:

+ **Energiekosten**

+ **Zinskosten**

+ **IH, BF, VW**

so ergeben sich **Jahreskosten** K_{NEU} :

abzüglich der **Baselinekosten:**

- **Energiekosten**

- **IH, BF, VW**

41.285.462 €
15 Jahre

2.752.364 €/ Jahr

23.527.776 €/ Jahr

825.709 €/ Jahr

1.500.000 €/ Jahr

28.605.849 €/ Jahr

33.268.783 €/ Jahr

1.500.000 €/ Jahr

ergibt sich eine **Gesamtkostendifferenz:**

-6.162.934 €/ Jahr

Bezogen auf die **CO₂-Reduzierung:**
ergeben sich die

53.171 Tonnen CO₂/ Jahr

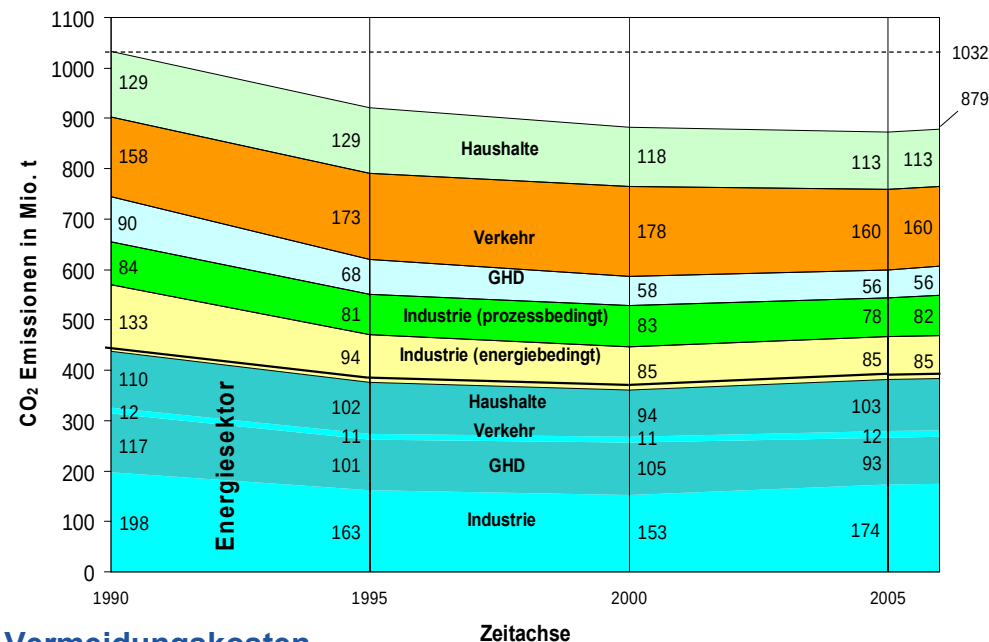
CO₂-Vermeidungskosten:

-116 €/ Tonne CO₂



Wirkung des Vermeidungshebels Energieeffizienz

Die Ziele der Bundesregierung und der deutschen Wirtschaft, Reduzierung der CO₂-Emissionen um 30% bis 2020, sind nur mit dem wirksamen Einsatz des Vermeidungshebels Energiesparmaßnahmen im Gebäudebestand zu erreichen.





Teil 4 – Schlußfolgerungen

Teil 1 – Wirtschaft und Klimaschutz Hand in Hand

Bundesregierung

Bundesverband der Deutschen Industrie

McKinsey Studie

Teil 2 – CO₂-Vermeidungskosten

CO₂-Emissionen

Vermeidungshebel

Teil 3 – Energiespar-Contracting der edl Boysen GmbH

Energiesparmaßnahmen im Gebäudebestand

Ergebnisse

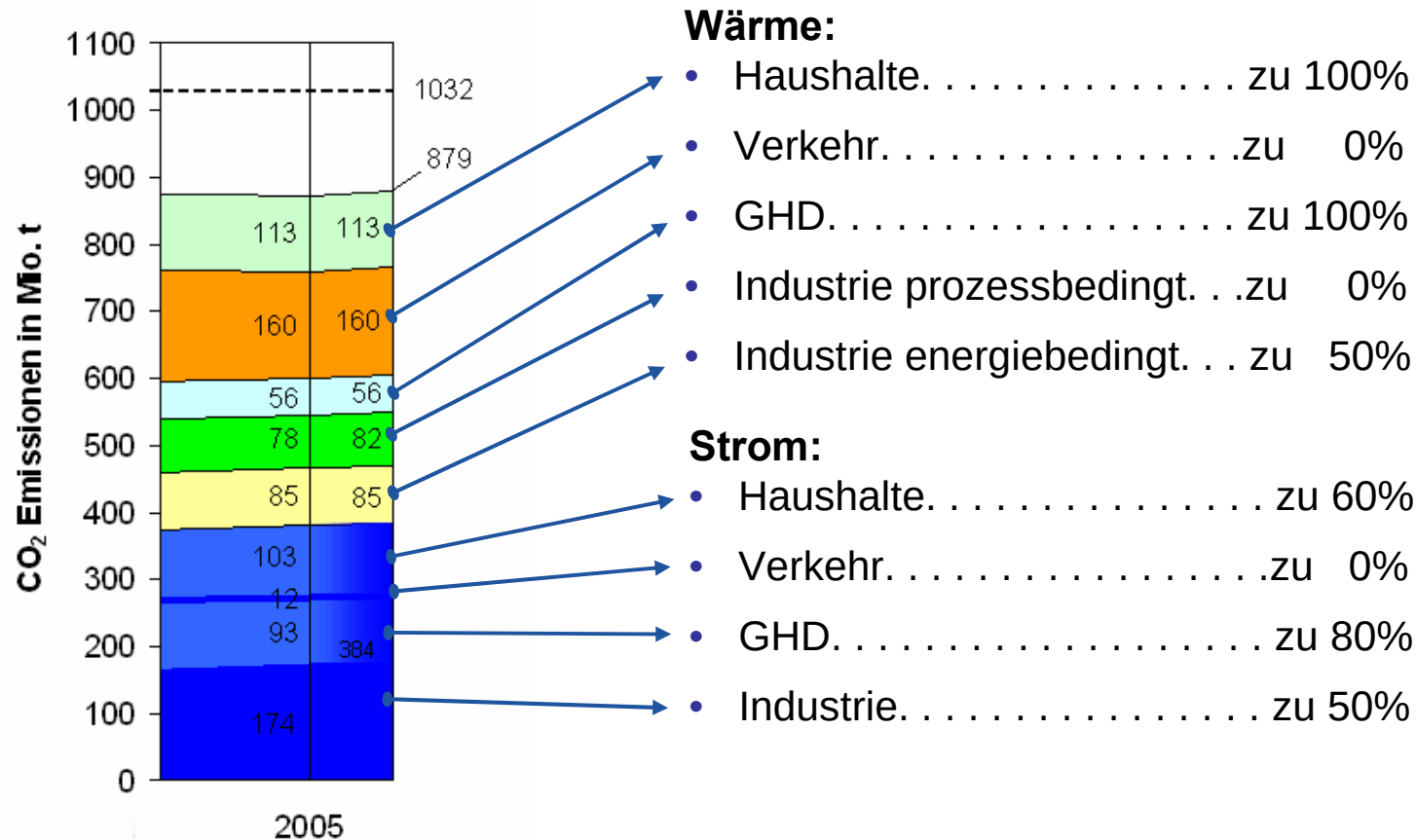
Teil 4 – Schlußfolgerungen



Beteiligung HOCHTIEF

Die HOCHTIEF Energy Management und die edl Boysen GmbH stehen dem Markt mit folgenden Vermeidungshebeln zur Verfügung:

- Substitution von Energieträgern
 - technische und bauliche Gebäudesanierung
- } **50%**





Zielsetzungen HOCHTIEF

- Aus der Sicht der CO₂-Vermeidungskosten sind Energieeinsparmaßnahmen im Gebäudebestand nicht zu übertreffen.
- Mit den Energiesparmaßnahmen in Kombination mit
 - PPP
 - Bausanierung im Gebäudebestand
 - Energieliefer-Contracting
 - Energiespar-Contracting
 - Einsatz regenerativer Energieerzeugungwill HOCHTIEF Energy Management im Sektor Energie und Energieeffizienz ihre Marktposition ausbauen.
- Ziel der HOCHTIEF Energy Management ist es, zusammen mit ihren Kunden den Vermeidungshebel Energieeffizienz so einzusetzen, dass ein wichtiger Beitrag zur Reduzierung der CO₂-Emission um 30% bis 2020 möglich wird.



Vielen Dank für Ihre Energie, zuzuhören!



Kaiserin-Augusta-Allee 101
10553 Berlin-Tiergarten
www.edl-berlin.de