



Bewertung von Maßnahmen zur Minderung von Feinstaubkonzentrationen

Rainer Friedrich

Universität Stuttgart

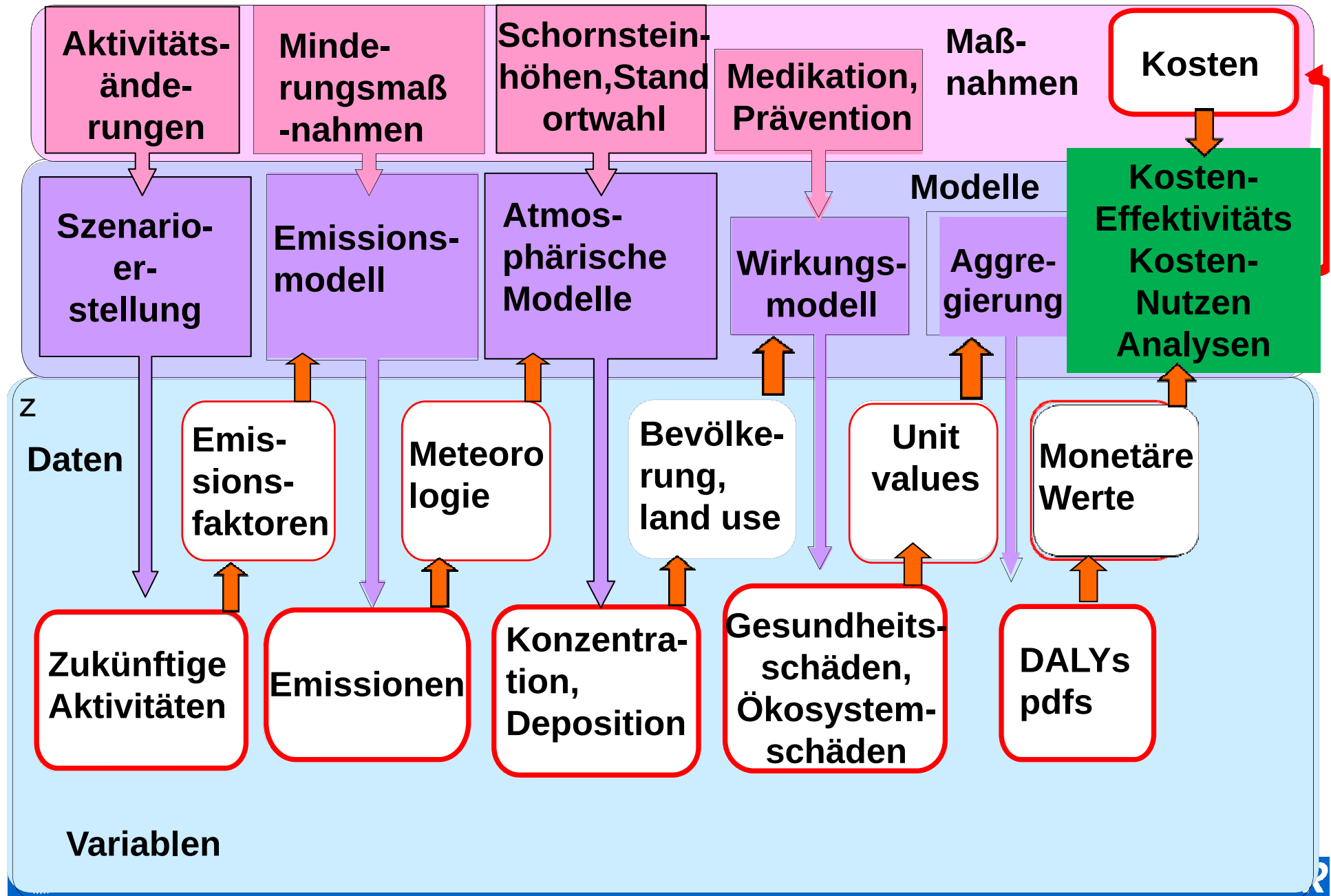


Problemstellung

Bisher:

- **Bewertung anhand von Konzentrationsminderungen und Verminderungen von Grenzwertüberschreitungen**
➔ für Kosten-Nutzen Abwägungen Information über vermiedene Gesundheitsrisiken und Umweltschäden erforderlich
- **Bewertung von Maßnahmenszenarien = Bündeln von vielen Maßnahmen**
➔ Auswahl der effektivsten und effizientesten Maßnahmen erforderlich
- **➔ Ganzheitliche Bewertung einzelner Maßnahmen durch Kosten-Nutzen-Analyse mit der Wirkungspfadanalyse**

Wirkungspfadanalyse





Gesundheitsrisiken von Feinstaub durch epidemiologische Studien nachgewiesen

- **Höchste Gesundheitsrisiken durch Langzeitexposition mit PM_{2.5} (chronische Mortalität)**
- **Erste Studie: Dockery, Pope et al.: an Association between Air Pollution and Mortality in Six U.S. Cities, Dec. 1993**
- **Neueste Studien und Metastudien: EC Forschungsprojekt ESCAPE; WHO/REVIHAAP (Review of evidence on health aspects of air pollution) and WHO/HRAPIE (Health risks of air pollution in Europe),**

Pollutant	Relative Risk (95% C.I.) All cause natural mortality >30 years
PM_{2.5} (per 10 µg/m³)	1.062 (1.04-1.083)

WHO: alle PM_{2.5} Inhaltstoffe (außer Seesalz?) gleich toxisch

führt zu einer Verringerung der Lebenserwartung von 3-10 Monaten pro Person in der EU



Neue Konzentrations-Wirkungs-Beziehungen vom WHO HRAPIE Bericht

WHO 2013: Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project

Recommendations for concentration-response functions for cost-benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide

Pollutant	Relative Risk (95% C.I.) All cause natural mortality >30 years
PM2.5 (per 10 µg/m³)	1.062 (1.04-1.083)
NO₂ (per 10 µg/m³) above 20 µg/m³	1,055 (1,03-1,080) up to 33% overlap

erstmals:

Funktionen für NO₂ Jahresmittelwert und Mortalität und für NO₂ 24h Mittel und Krankenhausaufenthalt für



Beispiele für weitere Konzentrations-Wirkungs-Beziehungen, hier für PM₁₀

Health effect	Relative Risk	Age Group	Population	Impact Function
PM10				
Asthma medication use (children aged 5-14)	0.4% (95% CI: 1.7%, 2.6%) change per 10 µg/m ³ PM10	5-14 Years	Children with Asthma (14.4% of children aged 5-14 in EU27 have asthma)	14,600 (95% CI: 62,050, 94,900) additional days of bronchodilator usage per 10 µg/m ³ increase in PM10 per 100,000 children aged 5-14 years meeting the PEACE study criteria, per year
Bronchodilator usage in adults (aged 20 and older) with asthma	0.5% (95% CI: 0.5%, 1.5%) change per 10 µg/m ³ PM10	Adults aged 20 years and older	Adults with asthma (10.2% of adults aged 20+ in EU27 have asthma)	91,300 (95% CI: 91,300, 274,000) additional days of bronchodilator usage per 10 µg/m ³ increase in PM10 per 100,000 adults aged 20 and older with well-established asthma, per year
Lower respiratory symptoms incl. cough among children	3.4% (95% CI: 1.7%, 5.1%) change per 10 µg/m ³ PM10	5-14 Years	General Population	186,000 (95% CI: 93,100, 279,000) additional symptom days per 10 µg/m ³ increase in PM10 per 100,000 children aged 5-14, per year
LRS (including cough) in symptomatic adults	1.2% (95% CI: 0.1%, 2.2%) change per 10 µg/m ³ PM10	Adults	Adults with chronic resp. symptoms (30%)	131,000 (95% CI: 11,000, 241,000) additional symptom days per 10 µg/m ³ increase in PM10, per 100,000 adults with chronic respiratory symptoms, per year



DALYs: Disability Adjusted Life Year

DALY= Schwere der Krankheit (weight) mal Dauer (duration) in Jahren

endpoint	weight	duration
Gebrauch von Bronchodilatoren	0.22	0.00274
Krankenhausaufenthalt wegen Herz/Kreislaferkrankungen	0.71	0.038
Chronische Bronchitis	0.099	10
Kindersterblichkeit	1	80
Erkrankungen der unteren Atemwege	0.099	0,00274
Krankenhausaufenthalt wegen Atemwegserkrankungen	0.64	0.038
Tag mit geringfügig eingeschränkter Aktivität	0.07	0.00274
Tag mit eingeschränkter Aktivität	0.099	0.00274
Verlorener Arbeitstag	0.099	0.00274
Verlorenes Lebensjahr	1	1
Hustentag	0.07	0.00274



Monetäre Werte für Krankheiten (EUR 2010)

Ermittlung von Zahlungsbereitschaften zur Vermeidung kleiner Risiken, krank zu werden oder vorzeitig zu sterben

Health End-Point	Low	Central	High	per case
Increased mortality risk - VSLacute	1,121,433	1,121,433	5,607,164	Euro
Life expectancy reduction - Value of Life Years chronic	40,500	59,810	213,820	Euro
Sleep disturbance	400	1,045	1,320	Euro/year
Hypertension	740	800	930	Euro/year
Acute myocardial infarction	2,200	4,470	31,660	Euro
Lung cancer	69,080	719,212	4,187,879	Euro
Leukaemia	2,045,493	3,974,358	7,114,370	Euro
Neuro-development disorders	4,486	14,952	32,895	Euro
Skin cancer	10,953	13,906	26,765	Euro
Osteoporosis	2,990	5,682	8,074	Euro
Renal dysfunction	22,788	30,406	40,977	Euro
Anaemia	748	748	748	Euro



Emissionsreduzierung 2020 in kt –(MFR)

Sektor	Maß- nahme	NO _x	PM10	PM2.5	NH ₃	SO ₂	NMVOC
Emissionen im Referenzfall(2020)		904	228	101	609	455	1381
Max. Reduktion		126 14%	24 11%	16 11%	102 17%	110 24%	95 7%
Kleinfeuerungen	3	12,3	9,9	9,2			
Großfeuerungen	8	37,0	3,5	3,1		88,3	
Industrie	10	30,1	4,8	2,1	1,1	21,6	
Straßenverkehr	12	22,0	2,7	0,7	0,2	0,07	7,0
Sonst. Verkehr	10	24,2	0,5	0,5	0,2	0,4	15,4
Lösemittel	6						72,7
Landwirtschaft	13		2,9	0,4	100		



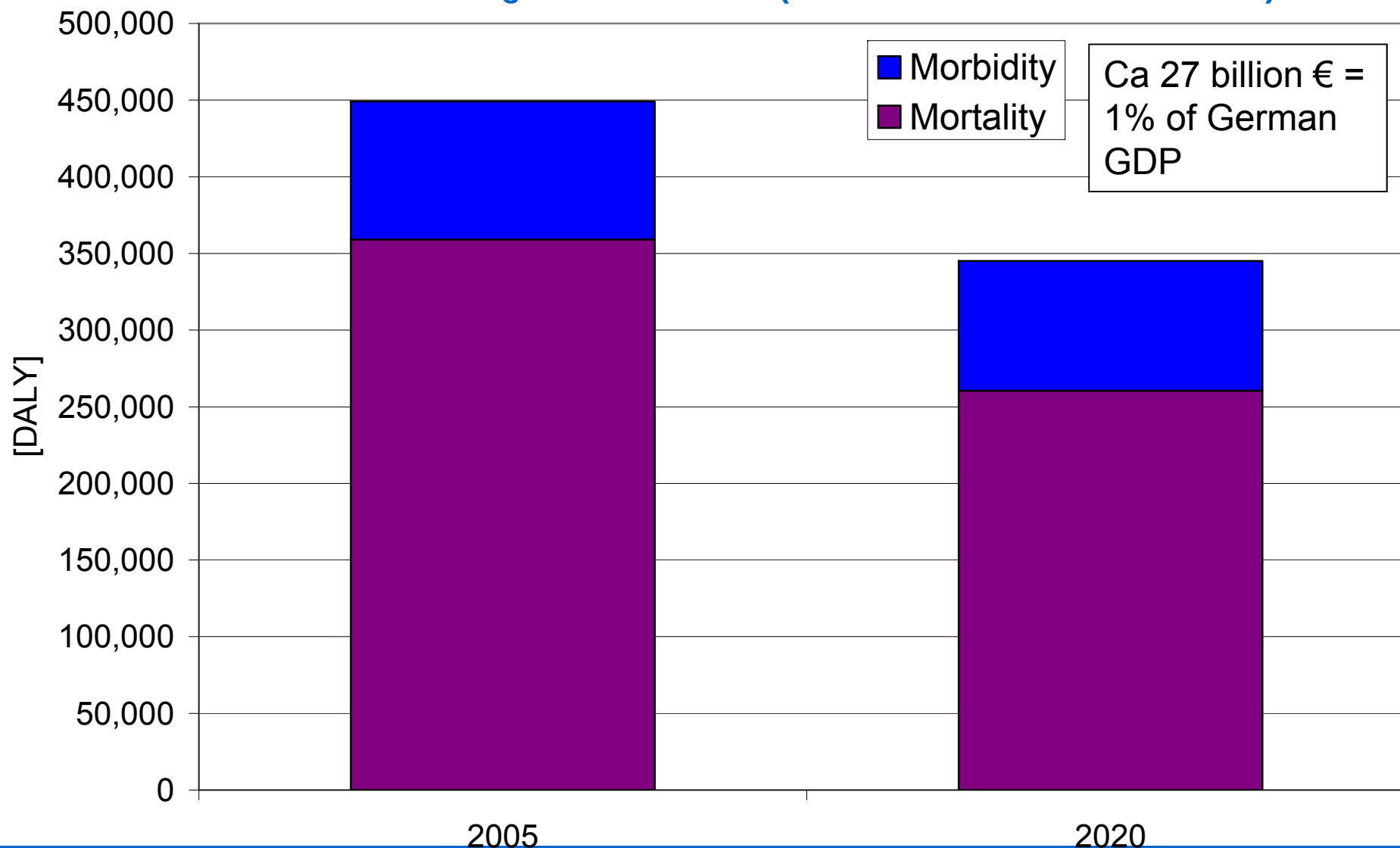
In PAREST wurden 75 Maßnahmen untersucht– Beispiel Industrie

Herstellung von	Maßnahme	Stoff
Sinter	$\text{NO}_x < 100 \text{ mg/Nm}^3$ (SCR)	NO_x
Zement, Walzstahl	$\text{NO}_x < 200 \text{ mg/Nm}^3$ (SCR)	NO_x
Glas	$\text{NO}_x < 500 \text{ mg/Nm}^3$ (SCR)	NO_x
Sinter	$\text{SO}_2 < 100 \text{ mg/Nm}^3$ (wet desulfurisation)	SO_2
Schwefelsäureproduktion	Abgasreinigung für SO_2 (Aktivkohlefilter, Naßwäscher)	SO_2
Zement, Glas	$\text{PM} < 10 \text{ mg/Nm}^3$ (Tuchfilter, verbesserter Elektrofilter)	PM10, PM2.5



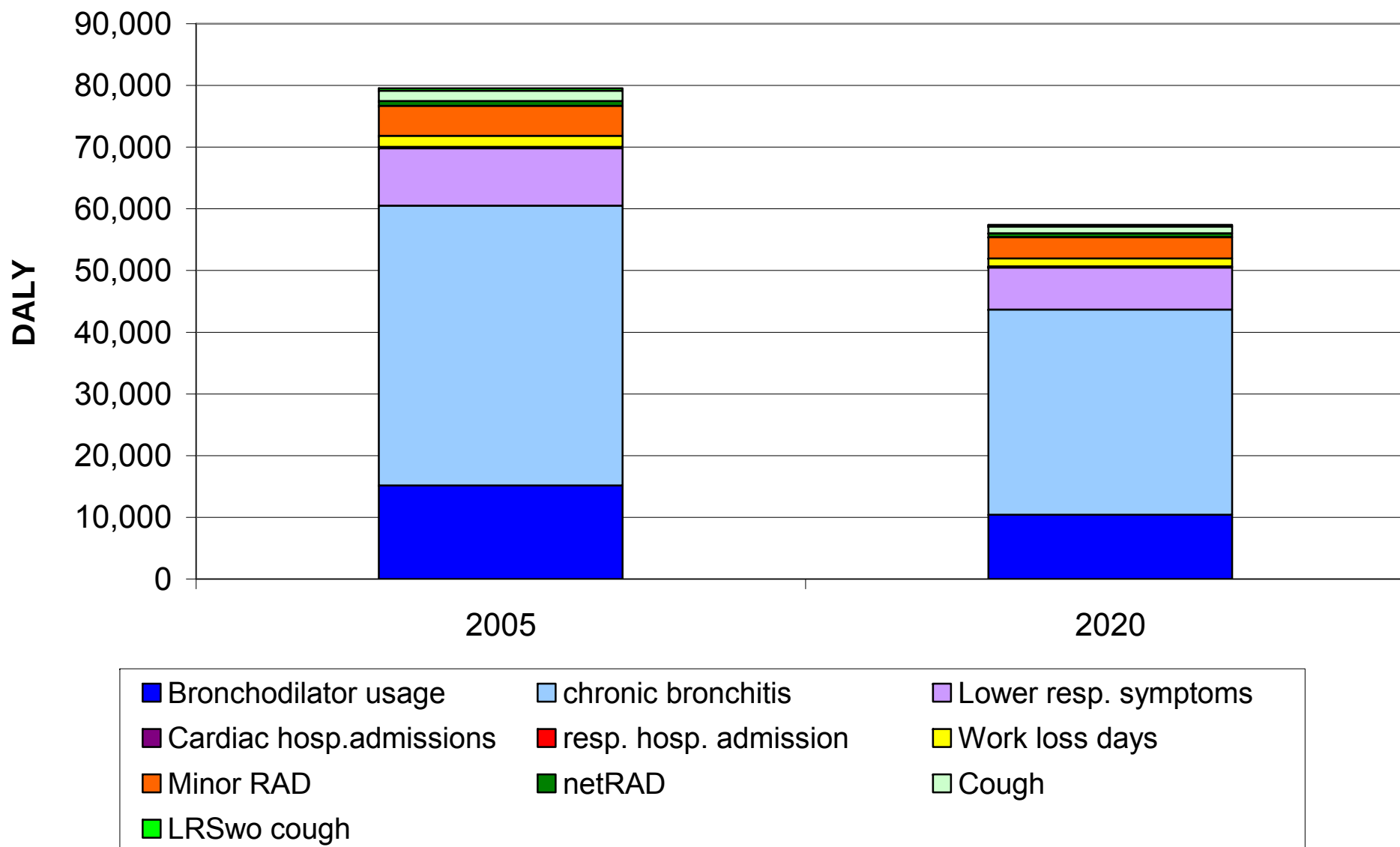
Gesundheitsschäden in Europa durch Emissionen in Deutschland(-23%)

For deutsche Bevölkerung ca. 3 mDALYs/a (ca. 3 Monate Lebenszeitverlust)





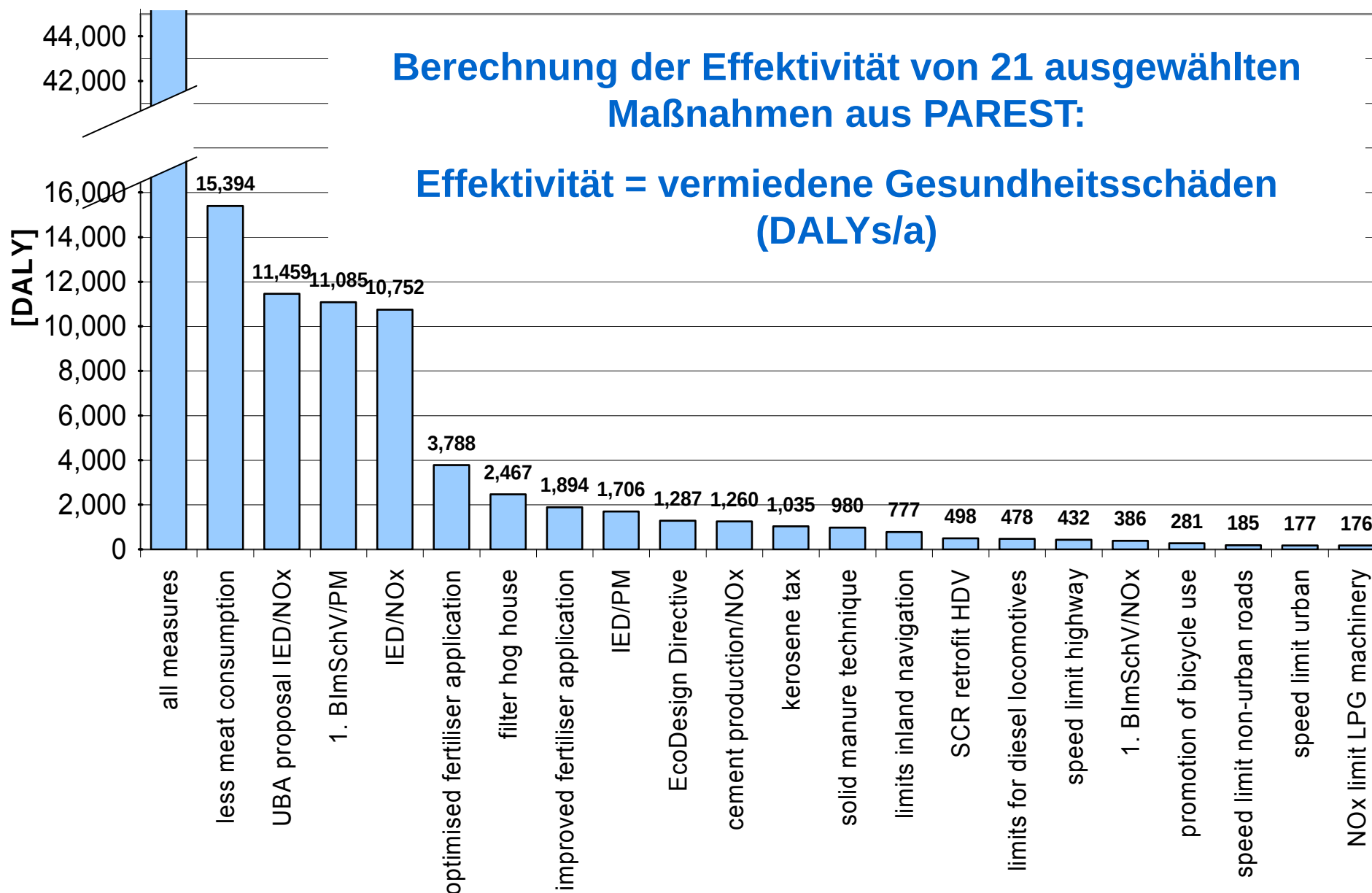
Krankheitsfälle in Europa auf Grund von Emissionen in Deutschland

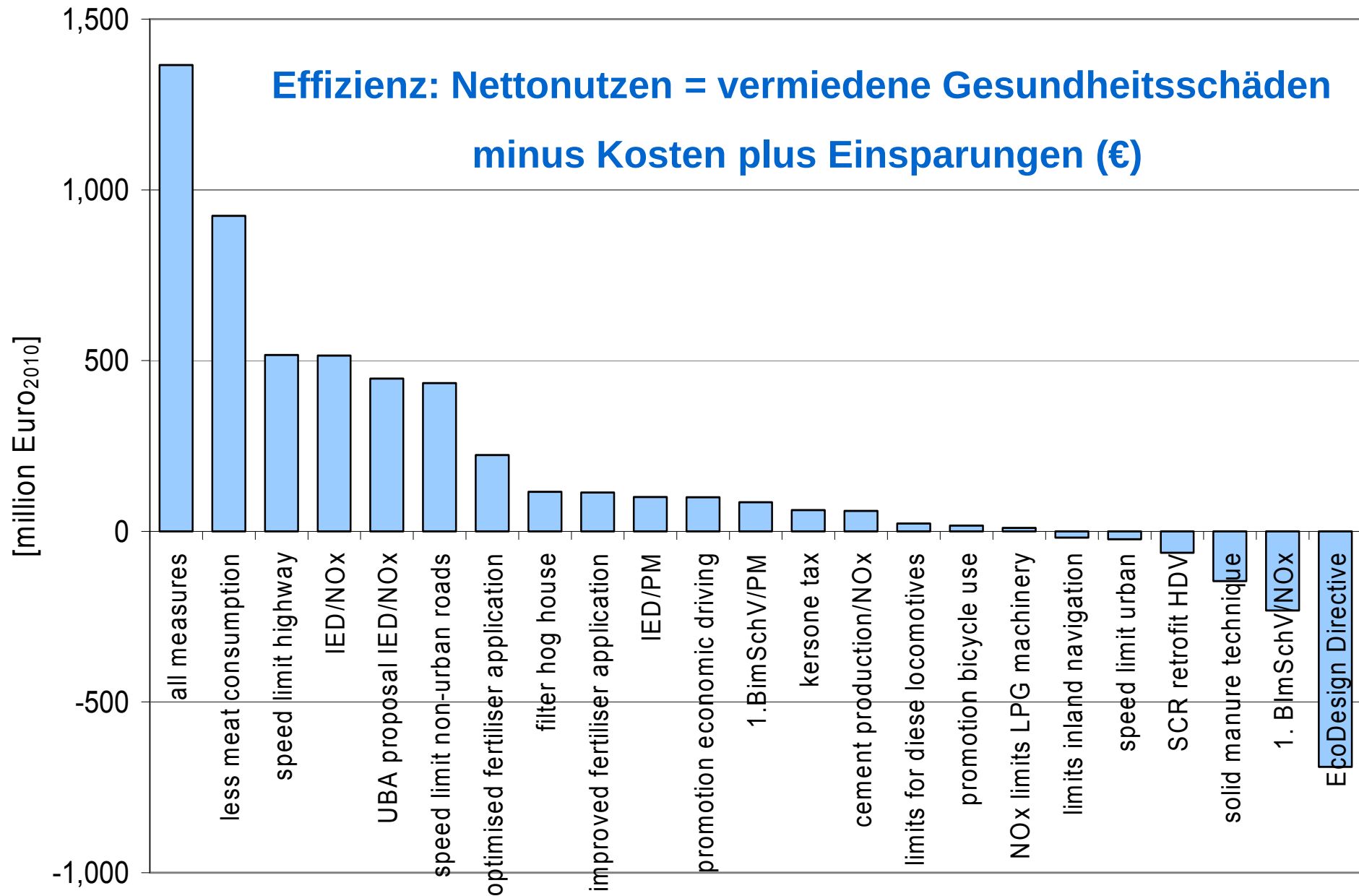




Berechnung der Effektivität von 21 ausgewählten Maßnahmen aus PAREST:

Effektivität = vermiedene Gesundheitsschäden
(DALYs/a)

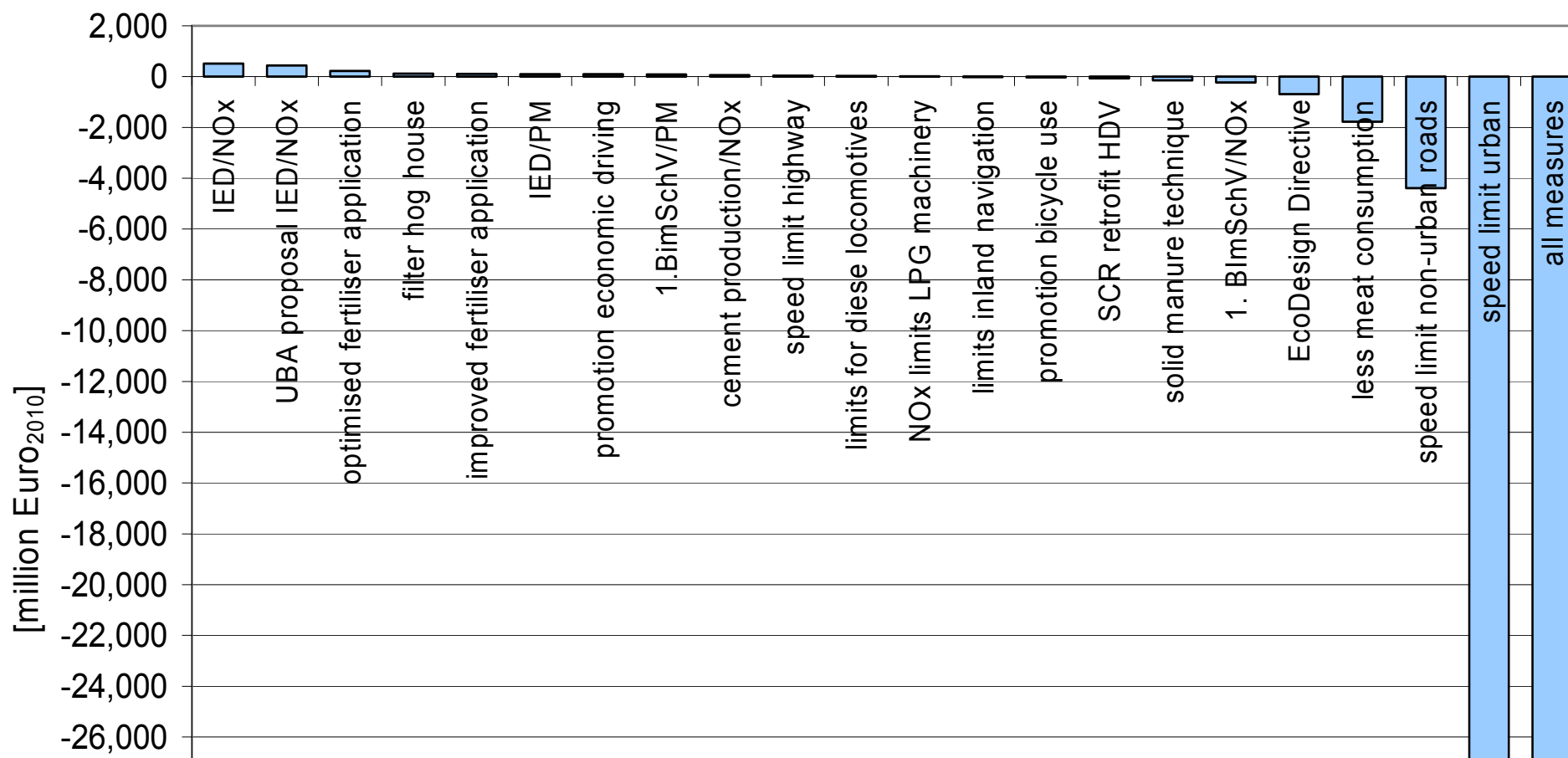






Effizienz mit Nutzenverlusten

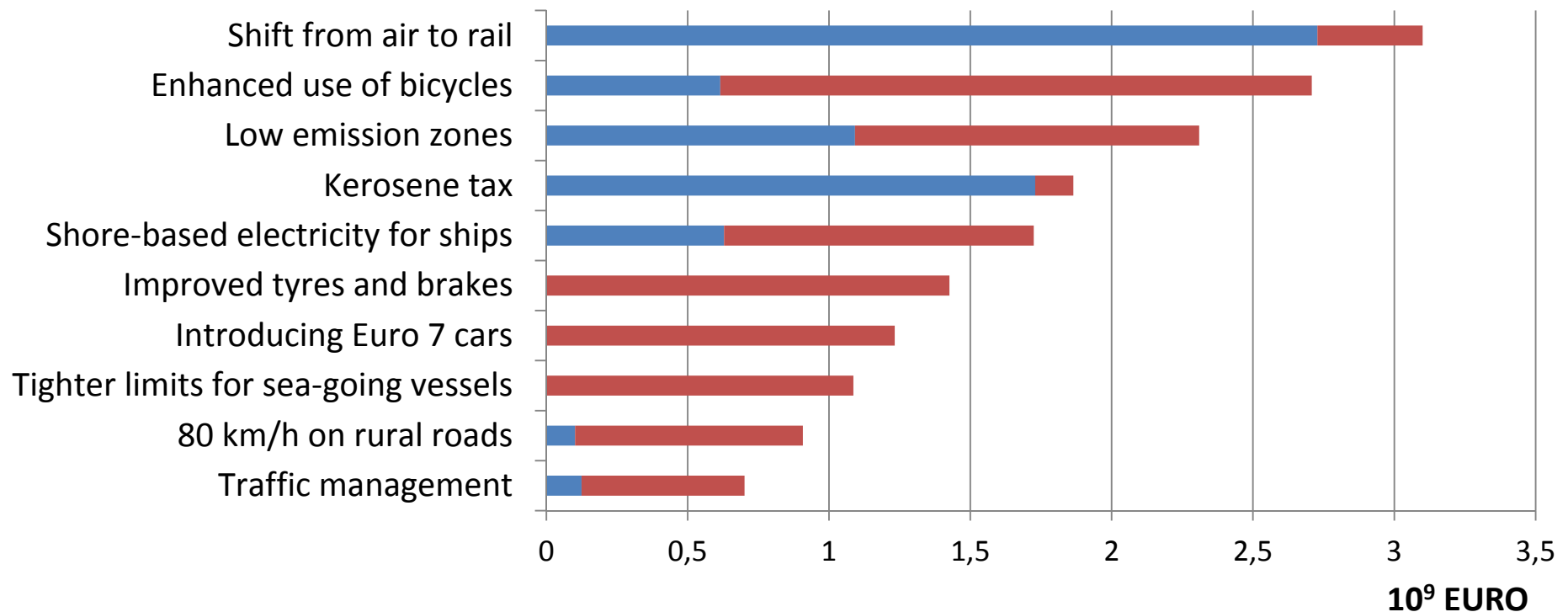
Vermiedene Gesundheitsschäden minus Kosten minus Nutzenverlusten oder Zeitverlusten in €





Analyse von Luftreinhaltemaßnahmen im Verkehrsbereich, einschließlich Konzentrations-Wirkungs-Beziehungen für NO₂, Treibhausgasemissionen: Ergebnisse des EU Projekts TRANSPHORM

Top 10 of most effective measures: air pollution and climate protection 2020



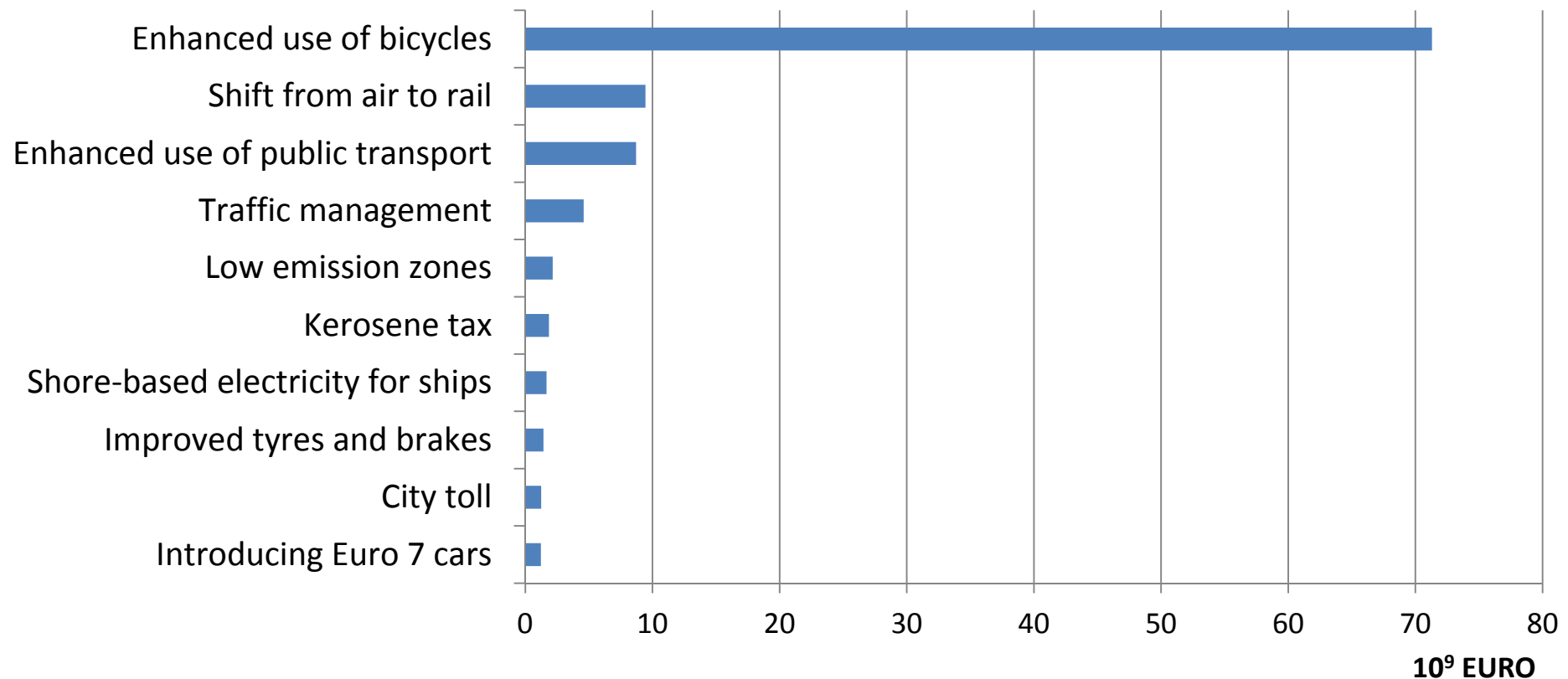
■ Saved carbon costs

■ Avoided health impacts



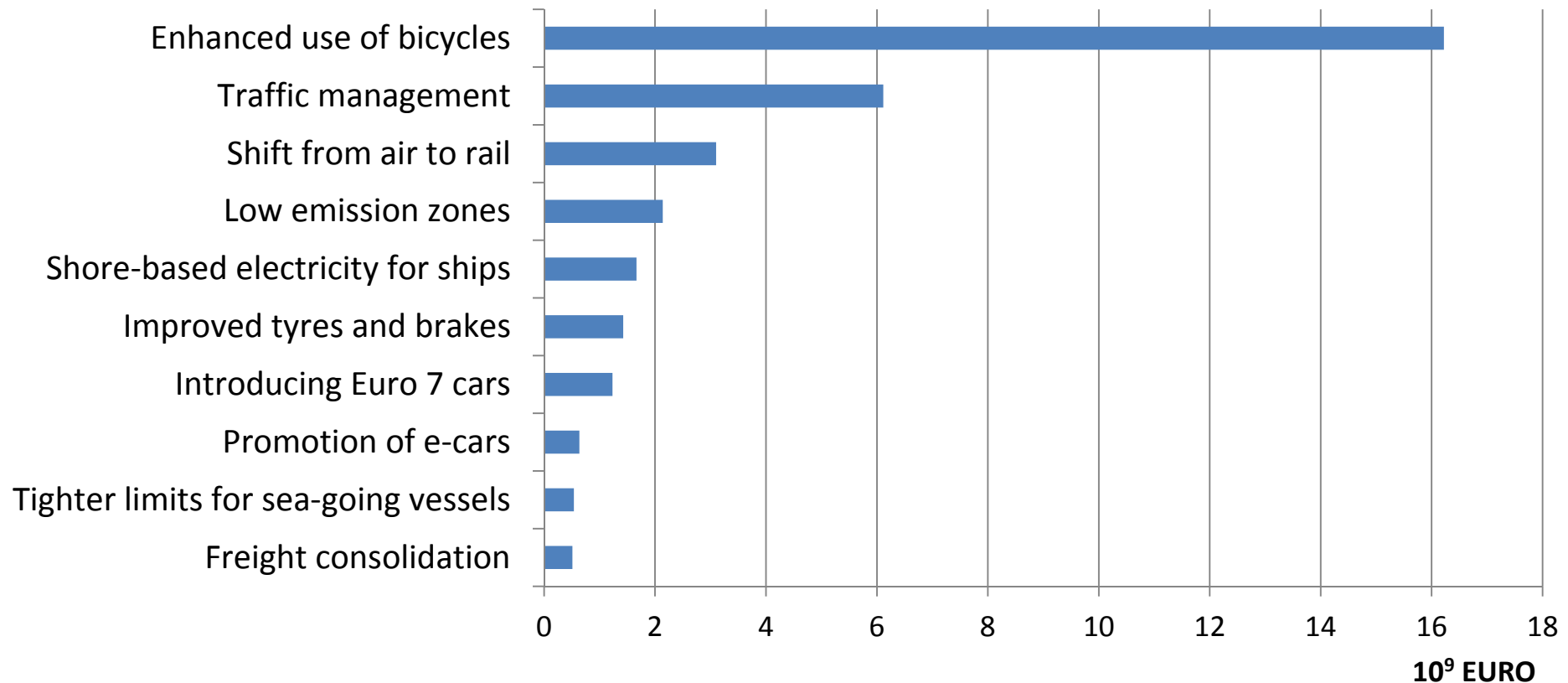


Top 10 of most efficient measures 2020 (utility losses not considered) aus TRANSPHORM





Top 10 of most efficient measures 2020 (including utility losses) aus TRANSPHORM





Schlussfolgerungen

- Modelle und Methoden zur ganzheitlichen Bewertung von umweltpolitischen Maßnahmen zur Luftreinhaltung verfügbar:
- Neue Elemente: Berechnung von Nutzenverlusten, 'urban increment', Einbeziehung von Treibhausgasemissionen, Lärm; nichttechnische Maßnahmen
- Nichttechnische Maßnahmen gewinnen an Bedeutung, aber Akzeptanzprobleme möglich
- Zusätzliche effiziente Maßnahmen in Deutschland:
 - weniger Fleisch auf freiwilliger Basis (sehr hohes Potential)
 - Staubfilter für Schweineställe, optimierter Düngereinsatz, verbesserte Dünger/Gülleausbringung (hoch)
 - Weitere Emissionsreduzierung bei Industrieprozessen (Zement, Glas, Sinteranlagen (hoch)
 - Weitere Reduzierung der Feinstaubemissionen bei Kohlefeuerungen (mittel)
 - Weitere Emissionsreduzierung beim offroad-Verkehr: Schiffe, Diesellokomotiven, Baumaschinen; Einführung einer Kerosinsteuer für Kurzstrecken (mittel)
 - Förderung des Fahrrad/ebike-Fahrens, verbessertes Verkehrsmanagement; Umweltzonen ab EURO5 (mittel)

www.integrated-assessment.eu ; www.externe.info