

## **New Developments in the Application of the Impact Pathway Approach for LCIA of Emerging Energy Production Technologies.**

**Philipp Preiss**

Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung – IER

Tel.: 0711 78061 37

Email: [pp@ier.uni-stuttgart.de](mailto:pp@ier.uni-stuttgart.de)

In life cycle impact analysis different impact categories are addressed, such as global warming or human toxicity. However, in order to be able to compare different options of energy production all impacts should be weighted or aggregated as far as possible. The preferred method to weigh environmental and health impacts should be to measure society's preferences and apply contingent valuation, i.e. the concept of willingness to pay for avoiding impacts. Thus, an extended 'impact pathway approach' should be used. This is a bottom-up approach in which environmental and health costs are estimated by tracking the pathway from emissions via dispersion to ambient concentrations of the pollutants. The impacts on receptors, e.g. human health, ecosystems and materials, are then estimated by applying dose-response functions. These impacts are subsequently weighted with monetary values, at best based on results of topical contingent valuation studies. As a number of gaps and uncertainties exist, the method is extended by the use of marginal avoidance costs on agreed aims.

The use of such a detailed bottom-up methodology is necessary, as impacts are often site-dependent and as marginal (and not average) costs have to be calculated.

The method is demonstrated with two different points of view:

comparison of preliminary yearly external costs caused by the operation of different technologies for power production

comparison of preliminary external costs caused during the whole life cycle of a technology for power production.

# Neue Entwicklungen in der Anwendung der Wirkungspfadanalyse (Impact Pathway Approach) im Rahmen von LCIA der Strombereitstellung

Wie kompliziert soll Ökobilanzierung sein?

**IER, Universität Stuttgart, 15.06.2005**

**Philipp Preiss**

1

## Überblick

- Allgemeine Definition Externe Effekt / Externe Kosten
- Problemstellung
- Impact Pathway Approach = Wirkungspfadanalyse  $\leftarrow \rightarrow$  *EcoSense*?
- Ergebnisse
- Neue Entwicklungen – Weiter führende Information

2

## Allg. Definition: Externe Effekte / Kosten

**Externe Effekte** liegen vor, wenn durch die **Aktivitäten** eines Wirtschaftssubjekts (das kann Produktion, Faktoreinsatz oder Konsum sein) positive oder negative **Einflüsse auf andere Wirtschaftssubjekte** ausgehen, **ohne** dass diese über Preise adäquat **abgegolten** werden. Dieser **Einfluss läuft** nicht über den Markt ab, sondern "**am Markt vorbei**".

**Externe Kosten** entstehen, wenn die **Aktivitäten** einer Gruppe von Personen **Auswirkungen** auf eine andere Gruppe **haben, ohne** dass die erste Gruppe diese Auswirkungen bei ihren Entscheidungen **berücksichtigt**.

**Externe Kosten** sind somit alle im Zusammenhang mit der Nutzung einer Technik auftretenden **negativen Effekte**, deren **Kosten** nicht der Produzent oder Konsument, sondern dritte Personen oder die **Allgemeinheit zu tragen haben**.

Dabei sind **auch die vor- und nachgelagerten Prozessstufen** wie Bau und Abriss der Anlage, Gewinnung und Transport benötigter Ressourcen, sowie die Entsorgung von Abfallstoffen zu **berücksichtigen**.

3

## Entscheidungsgrundlagen werden benötigt

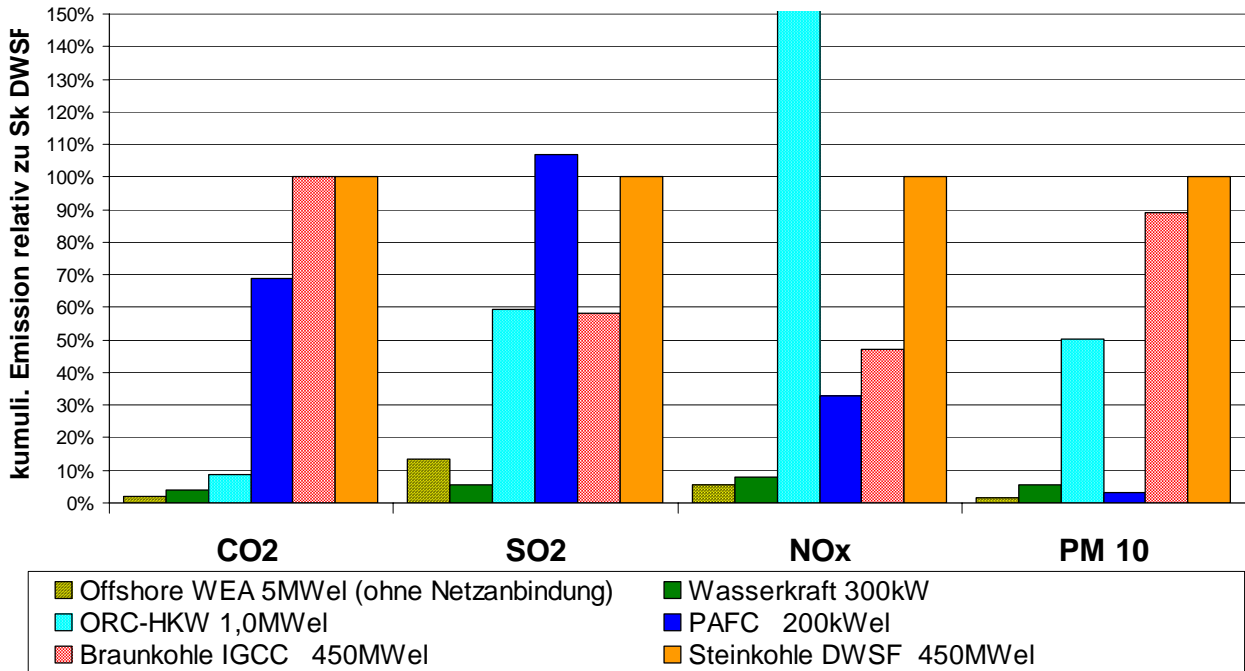
Bei zeitlich konstantem Leistungsbedarf von etwa 100 GWel ... in Deutschland und unter Berücksichtigung der Laufzeitbegrenzung der Kernkraftwerke, kommt es bis zum Jahr 2030 in Deutschland zu einem Nachfrageüberhang bzw. einem Investitionsbedarf von etwa 70 GWel (netto), davon bereits 12 GWel (netto) bis 2010.

In der EU(15) wird bis zum Jahr 2030 ein notwendiger Neubau von Kraftwerkskapazitäten von über 500 GWel abgeschätzt.

**Quelle:** „Lebenszyklusanalysen ausgewählter zukünftiger Stromerzeugungstechniken“  
Ein Forschungsvorhaben mit finanzieller Unterstützung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit. Stuttgart., VDI-Gesellschaft Energietechnik. (2004)

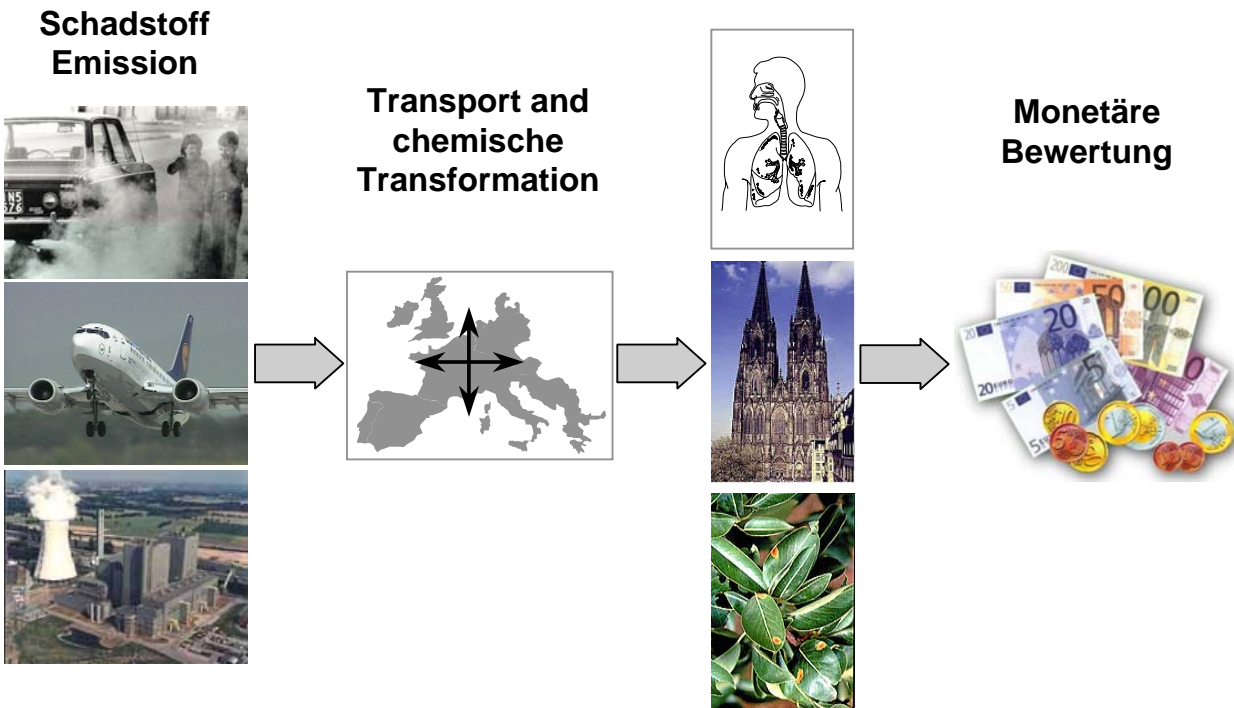
4

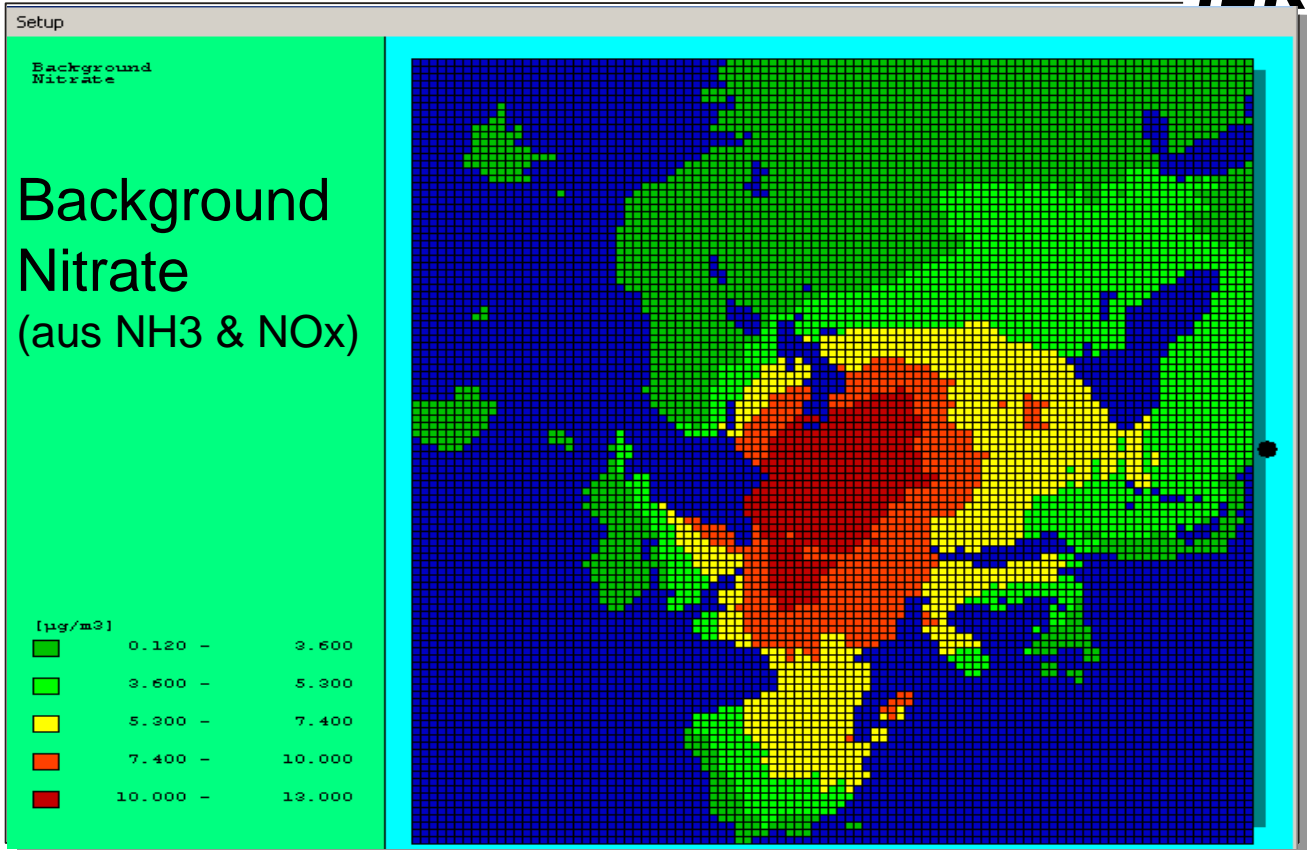
## Trade-off zwischen Emissionen



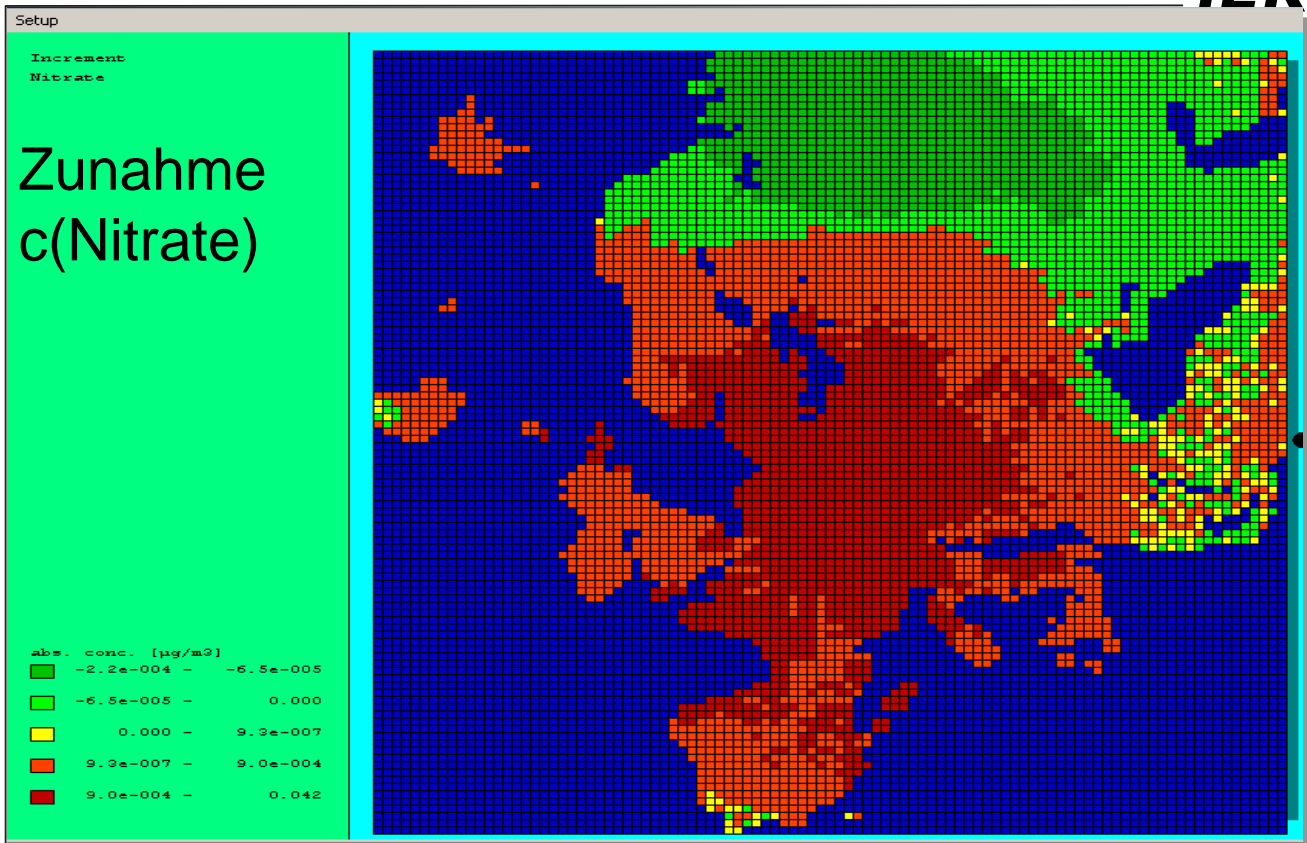
## Impact Pathway Approach - Wirkungspfadanalyse

### Umweltschaden

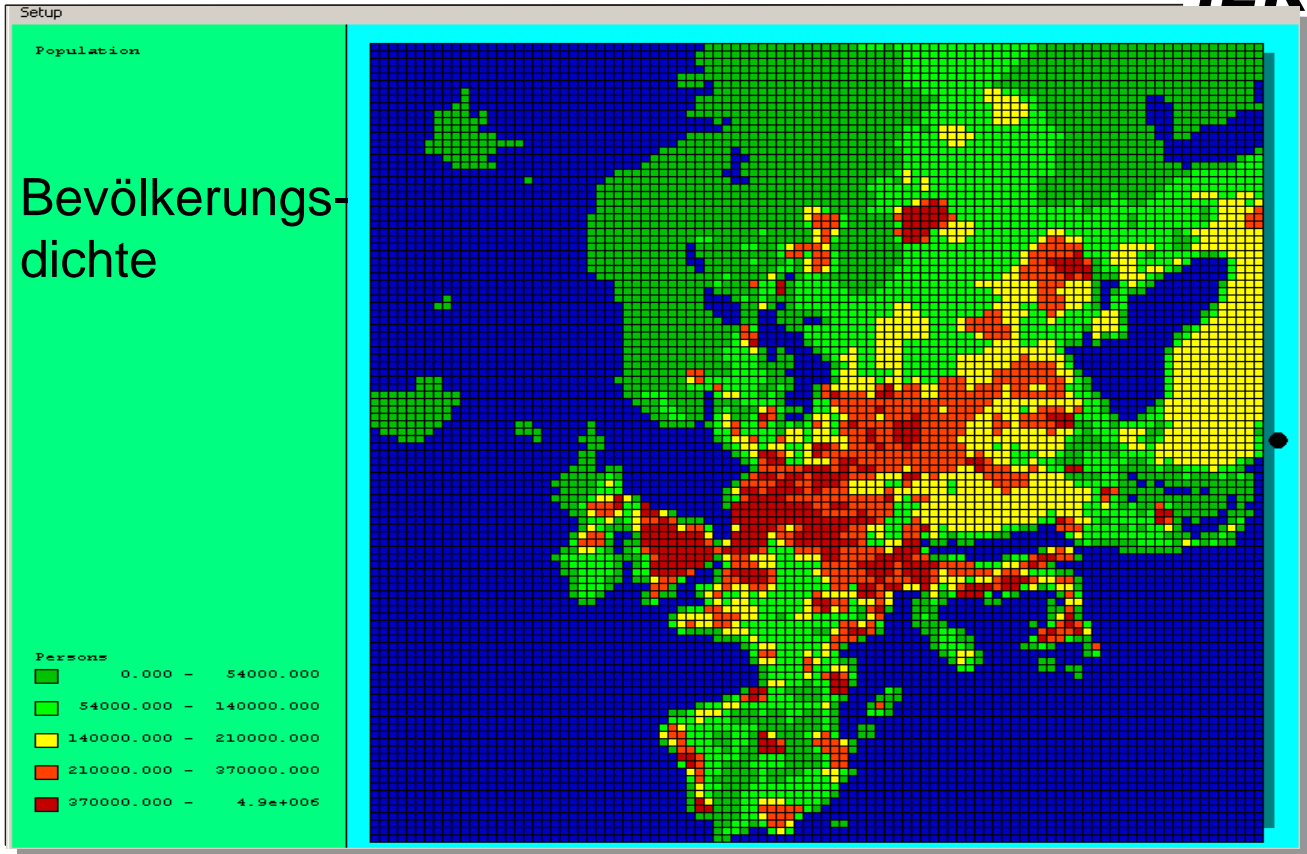




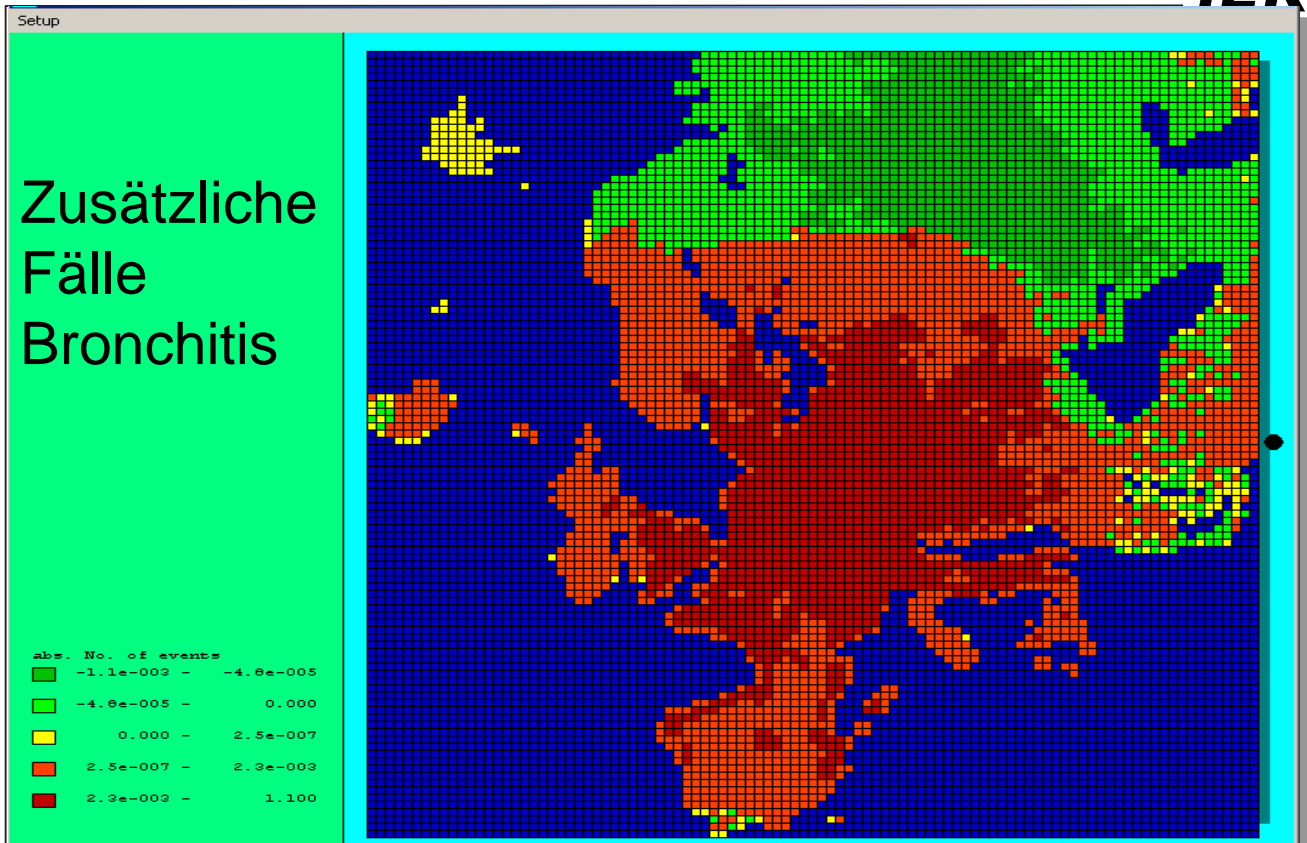
7



8



9



10

## Beisp. für Dosis-Wirkungsbeziehungen

### Gesamtbevölkerung

Verlust an Lebenserwartung durch Langzeitexposition	(Pope et al. 2002)	PM <sub>10</sub>	0.320%
		Nitrates	0.160%
		Sulphates	0.320%
Erkrankung der Atemwege (Krankenhausaufnahme)	(Dab et al. 1996)	PM <sub>10</sub>	2.07E-6
		Nitrates	1.04E-6
		Sulphates	2.07E-6
	(Ponce de Leon et al. 1996)	SO <sub>2</sub>	2.04E-6
		O <sub>3</sub>	3.54E-6
Zerebrovaskuläre Krankheit (Krankenhausaufnahme)	(Wordley et al. 1997)	PM <sub>10</sub>	5.04E-6
		Nitrates	2.52E-6
		Sulphates	5.04E-6

### Erwachsene

Unwohlsein (Tage)	(Ostro 1987)	PM <sub>10</sub>	0.025
		Nitrates	0.013
		Sulphates	0.025
Leichtes Unwohlsein (Tage)	(Ostro and Rothschild 1989)	O <sub>3</sub>	9.76E-3
Chronische Bronchitis	(Abbey et al. 1995)	PM <sub>10</sub>	4.9E-5
		Nitrates	2.45E-5
		Sulphates	4.9E-5

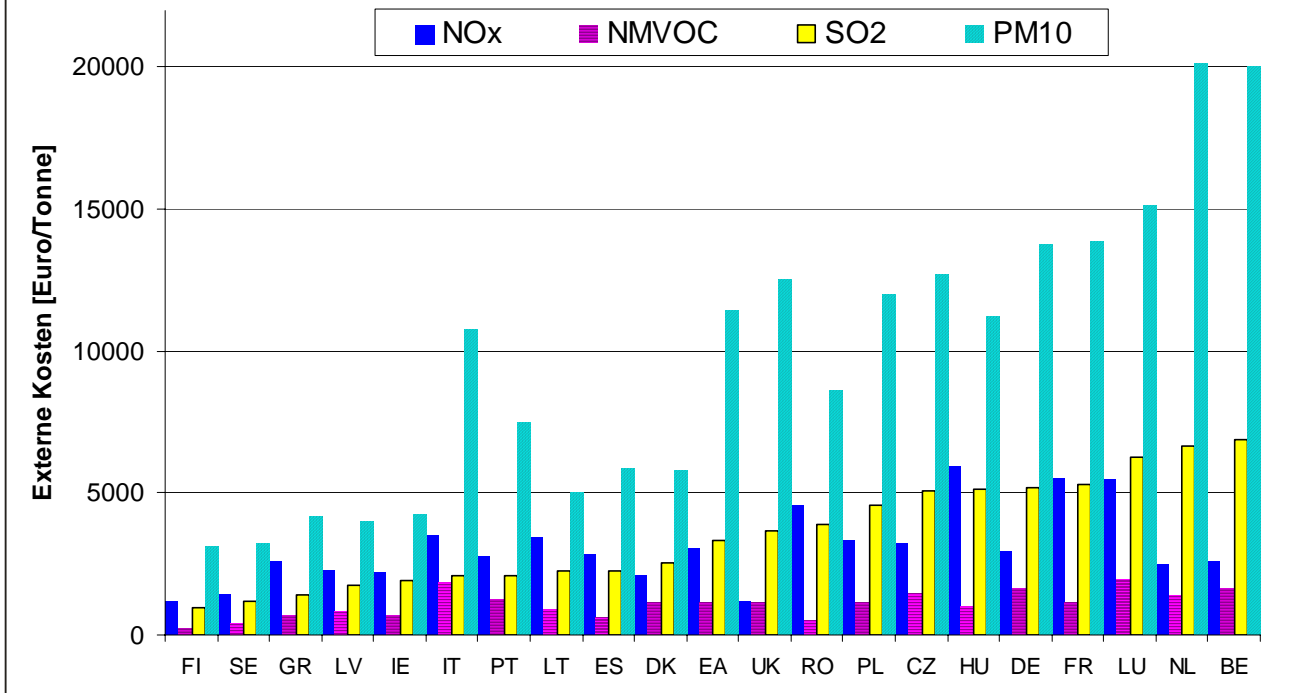
11

## Beisp. für Monetäre Werte

Einwirkung	[Euro <sub>2000</sub> ]	Einwirkung	[Euro <sub>2000</sub> ]
<b>Menschliche Gesundheit</b>		<b>Feldfrüchte</b>	
Kongestive Herzinsuffizienz	3,260	<b>Ernteverlust Dezitonne</b>	
Chronische Bronchitis	169,330	Gerste	9.26
Leichtes Unwohlsein	45	Zuckerrüben	6.6
Unwohlsein	110	Tabak	289.45
Gebrauch von Bronchodilatoren	40	Weizen	13.68
Husten	45	<b>Material,</b>	
Leichte Atemwegssymptome	8	<b>maintenance area in m<sup>2</sup></b>	
Asthmaanfall	75	Kalkstein	299
Chronischer Husten	240	Karbonhaltiger Farbanstrich	13
Zerebrovaskuläre Krankheit	16,730	Zink	27
Erkrankung der Atemwege	4,320		
Atemwegssymptome	45		
Verlust an Lebenserwartung, akuter Effekt	75,000		
Verlust Lebenserwartung - Langzeitexposition	50,000		

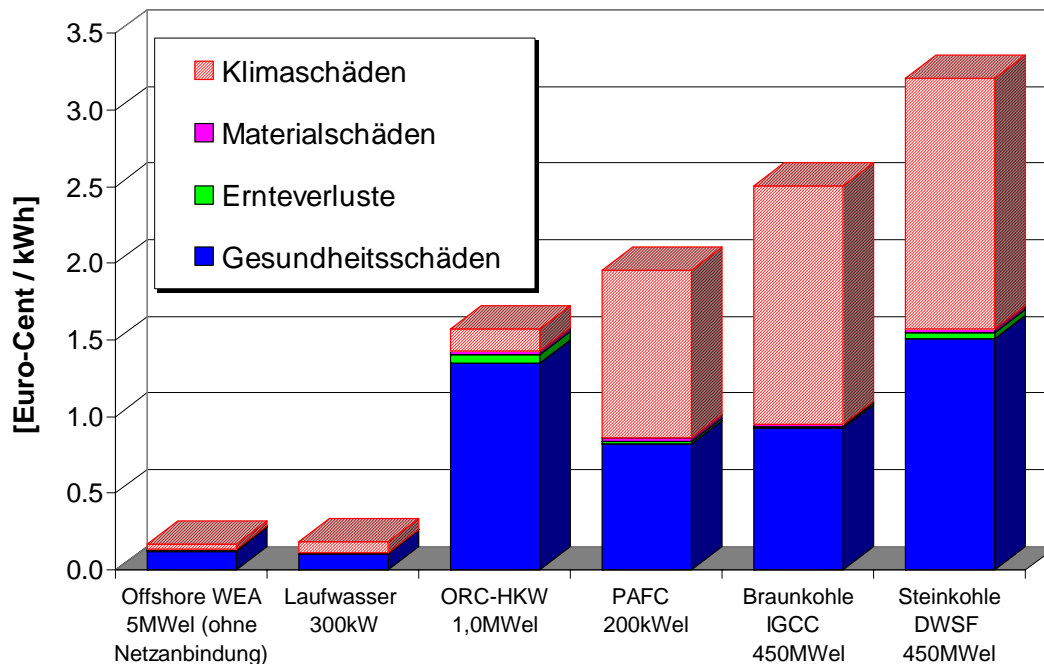
12

## Einfluss Region - Emissionen über 100 Meter



13

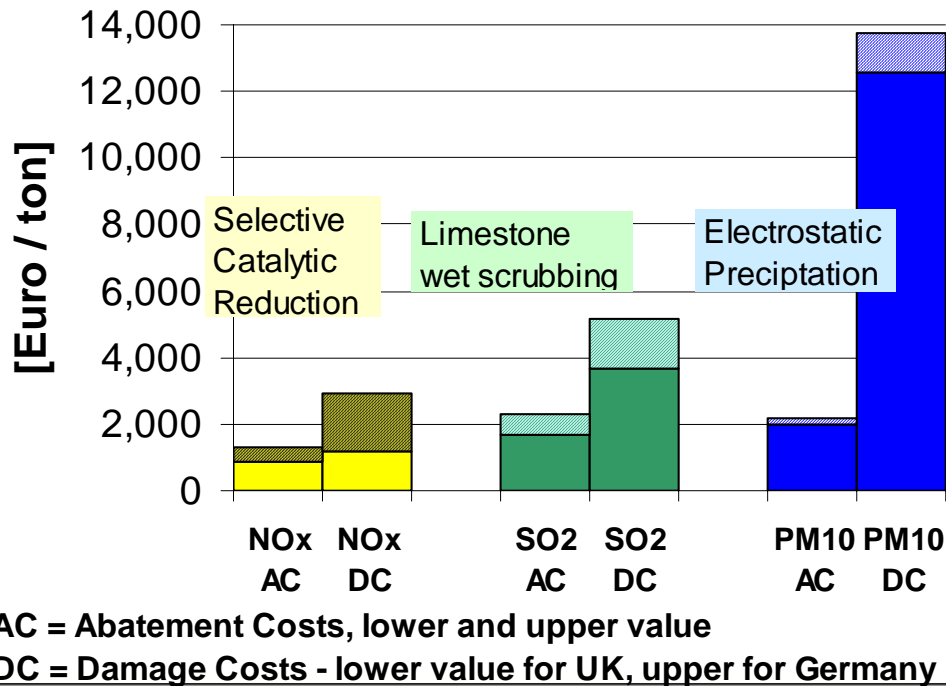
## Derzeitige Ergebnisse (I) - Externe Kosten - Deutschland 2010



14



## Derzeitige Ergebnisse (II) Vermeidungs- vs. Schadenkosten



15

## Beispiele für neue Entwicklungen?

Verschieden Stufen des Impact Pathway Approach (IPA) beinhalten zum Teil noch große Unsicherheiten. Das EU-Projekt NEEDS (2004 bis 2008) soll helfen diese Unsicherheiten zu verringern → Verbesserung des Modells EcoSense unter anderem durch:

- Verbesserung des Modells für lokalen und regionalen Transport und chemische Transformation von Luftschadstoffen, und Implementierung eines hemisphärischen Transportmodells.
- Erweiterung des bestehenden Modells auf neue Beitrittsländer und mediterrane Länder in Nordafrika.
- Erweiterung des IPA auf Ausbreitung von Schadstoffen in Boden und Wasser und der daraus folgenden Aufnahme in den Körper.
- Bewertung von Schäden, die bisher nur unbefriedigend berücksichtigt werden können, z.B. Verlust von Biodiversität, Quellen von Schadstoffen in geschlossenen Räumen, Tankerunfälle, etc.
- Anwendung von neusten Erkenntnissen bezüglich Dosis-Wirkungsbeziehungen, insbesondere Gesundheitsschäden, und Verbesserung der Bewertung, einerseits durch neue Untersuchungen zu monetären Werten, aber auch durch Verwendung von alternativen Bewertungsmethoden (z.B. DALYs).

16

**http://www.externe.info**

**ExterneE** ExternE - Externalities of Energy. A Research Project of the European Commission

A major EU funded research study undertaken over the past 10 years has proven that the cost of producing electricity from coal or oil would double and the cost of electricity production from gas would increase by 30% if external costs such as damage to the environment and to health were taken into account. It is estimated that these costs amount up to 1-2 % of the EU's Gross Domestic Product (GDP), not including the cost of global warming. They have to be covered by society at large, since they are not included in the bills which electricity consumers pay. The EXTERNE project, which was undertaken by researchers from all EU Member States and the United States of America, was designed to quantify these socio-environmental costs of electricity production. It is the first research project ever to put plausible financial figures against damages resulting from different forms of electricity production (fossil, nuclear and renewable) for the entire EU.

Commenting on these results Research Commissioner Philippe Busquin urged energy producers to come up with environmentally friendly options that will help to reduce external costs. Currently, the generation of electricity costs about EUR 0.04 (4 cents) per kWh. Figures confirm that external costs are higher in urban areas than in rural ones. Electricity is just one example since the EXTERNE methodology could be applied to other energy-related sectors like transport. In fact, preliminary work has shown that aggregated costs of road transport, the dominating source of damage, add another 1-2% of GDP to the bill. The report also says that nuclear power involves relatively low external costs due to its low influence on global warming and its low probability of accidents in the EU power plants. Wind and hydro energy present the lowest external costs. The methodology used to calculate the external cost is called impact pathway methodology. This methodology sets out by measuring emissions (including applying

17

Ende  
 Vielen Dank für die  
 Aufmerksamkeit

**IER, Universität Stuttgart**

18