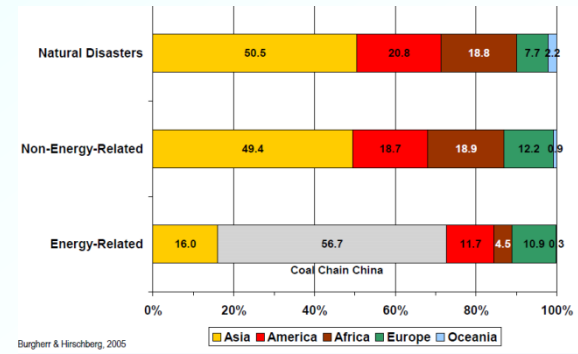


# Risiken unterschiedlicher Energieträger

(Unterlagen von  
Stefan Hirschberg & Peter Burgherr  
Paul Scherrer Institut (PSI), Schweiz)

H. Böck  
Klagenfurt  
23.10.2014



**Prof. Dr. H. Böck**  
Vienna University of Technology / Austria  
Atomintstitute  
Stadionallee 2,  
1020 Vienna, Austria  
boeck@ati.ac.at

# Welche Energieträger kennt ihr?

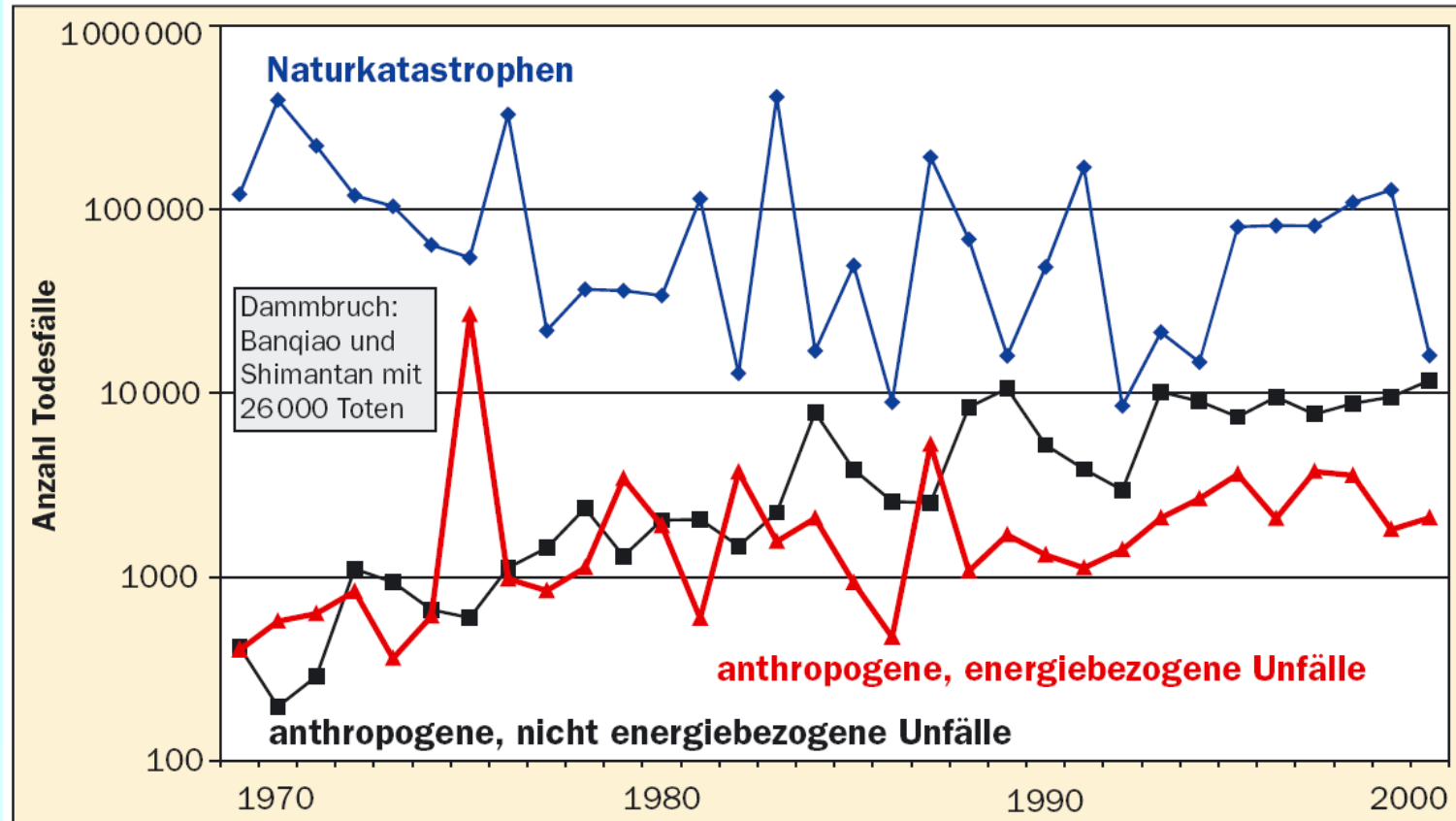
- Kohle, Erdöl, Erdgas, Wasser, Uran, Wind, Sonne, Biomasse
- Welche Risiken sind damit verbunden bei
  - **Gewinnung** (Bergbau, Bohrungen, Staudämme, Silizium-, Aluminiumproduktion etc)
  - **Transport** (Bahn, Strasse, Pipeline etc)
  - **Lagerung** (Vorratslager, Staubecken)
  - **Energiegewinnung** (Normalbetrieb, mögliche Störungen)
  - **Emissionen** (Staub, Abgase, CO<sub>2</sub>, radioaktive Gase, Überflutungen)
  - **Störfälle** (Explosionen, Ölteppiche, Dammbürche, KKW Störfälle etc)
  - **Abfallbehandlung** (Asche, Verbrennungsrückstände, radioaktiver Abfall, Rückstände aus Anlagenerzeugung etc )

	<b>Kohle</b>	<b>Erdöl</b>	<b>Erdgas</b>	<b>Wasserkraft</b>	<b>Kernenergie</b>
<b>Exploration und Förderung/Aufbereitung</b>	Explosionen und Feuer in Kohlebergwerken	Bohrlochausbrüche, Unfälle auf Bohrplattformen auf See	Bohrlochausbrüche, Unfälle auf Bohrplattformen auf See		
<b>Ferntransport</b>		Tankerunfälle auf See	Pipelineunfälle		
<b>Verarbeitung/Speicherung</b>		Prozessunfälle in Raffinerien und Tankfarmen			
<b>Regionale/Lokale Verteilung</b>		Umkippen und Kollisionen von Tanklastzügen	Pipelineunfälle		
<b>Kraftwerke oder Heizungen</b>			Prozessunfälle	Überlauf oder Bruch des Staudamms	Kernschmelze mit grosser Freisetzung von Radioaktivität
<b>Abfallbehandlung/-entsorgung</b>					
	0–5%	5–15%	15–30%	30–60%	60–100%

Relative Anteile der Unfalltodesopfer in den Gliedern der Energieketten.

# Wie kann man die Auswirkungen unterschiedliche Energieträger miteinander vergleichen?

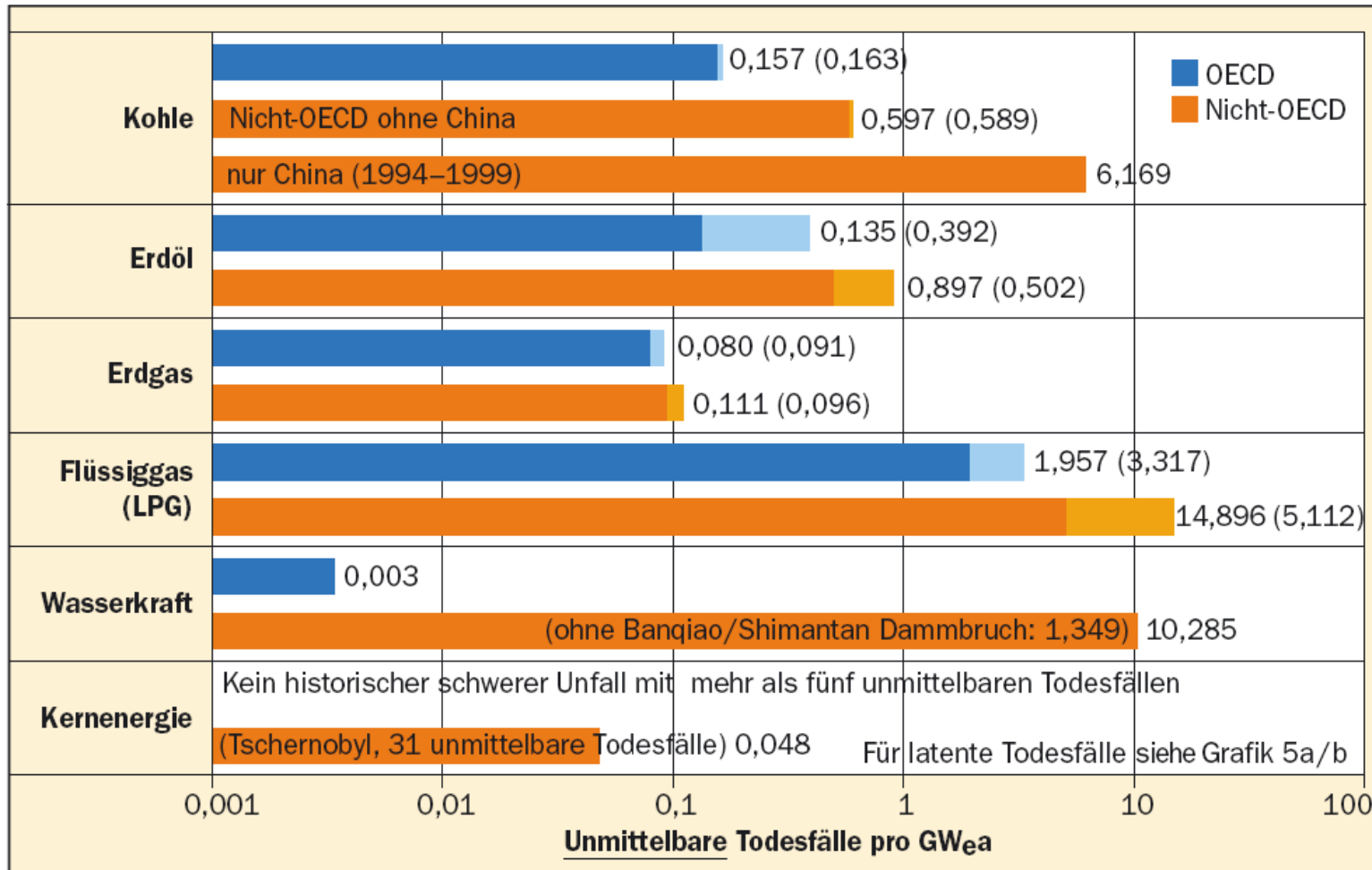
- Jeder Energieträger hat von der Rohstoffgewinnung bis zur Abfallbeseitigung **positive und negative Auswirkungen** auf die Umwelt und auf die Bevölkerung
  - **Positive:** ihr habt zu fast jederzeit Strom für Beleuchtung, Transport, Heizung, Medien (TV, Radio, PC, Ladegeräte)
  - **Negative:** Umweltschäden, Klimabeeinflussung, Schadstoffe in Luft und Wasser, Tierwelt, Landschaft, Gesundheit
- Eine Vergleichsmöglichkeit wäre die Angabe von energiebezogenen bzw nicht-energiebezogenen Todesfällen (**durch Menschen erzeugte Todesfälle = Anthropogene Todesfälle** zB Verkehr, Transport, Chemie etc)
- Man kann diese Verluste auch **Todesfällen durch Naturkatastrophen** (Erbeben, Vulkanausbrüchen, Flutwellen etc) gegenüberstellen
- Welche Zahlenwerte erreichen diese beiden Todesursachen pro Jahr weltweit?? schauen wir uns das nächste Bild an: =====>



**Anthropogen= von Menschen verursacht**

Grafik 1: Todesfälle in allen Kategorien schwerer Unfälle und Naturkatastrophen

Von 1969 bis 2000 gab es fast 3,4 Mio. Todesfälle in schweren Unfällen und Naturkatastrophen. Von diesen Opfern entfallen 90 % auf Naturkatastrophen und 10 % auf schwere Unfälle; 40 % letzterer sind Opfer energiebezogener Unfälle. Die grössten anthropogenen Katastrophen fordern ein bis zwei Grössenordnungen weniger Opfer als die grössten Naturkatastrophen. Im Vergleich dazu starben bei Konflikten weltweit etwa 25 % mehr Menschen als bei Naturkatastrophen und anthropogenen Unfällen zusammen, also rund 4,3 Mio. Menschen.



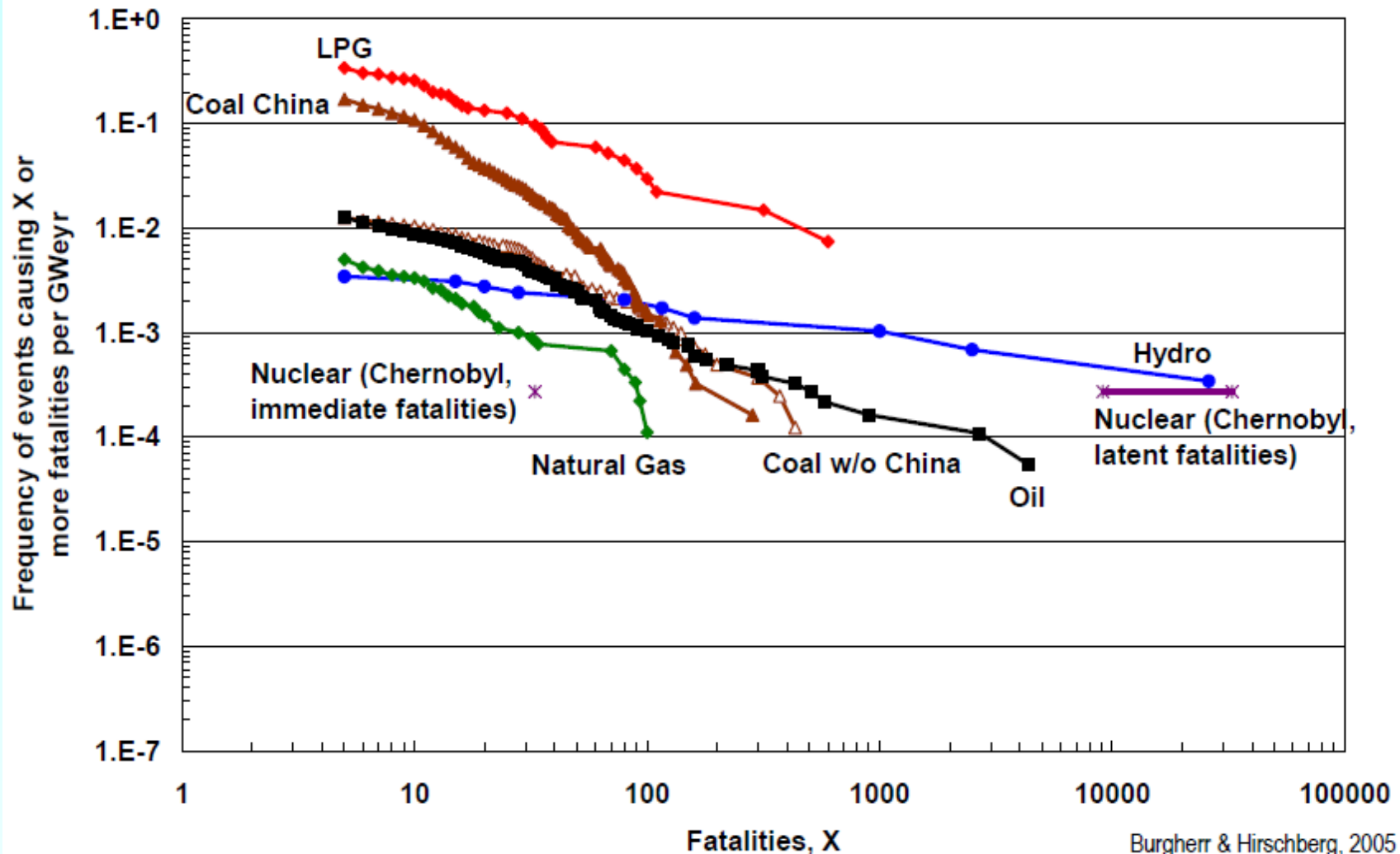
**Allokation der Schäden auf Basis der Importe und Exporte**  
 Die OECD importiert aus den Nicht-OECD-Ländern viel Erdöl und etwas weniger Erdgas. Eine grosse Zahl schwerer Unfälle in Nicht-OECD-Ländern betreffen aber Exportöl für die OECD. Im Rahmen einer nachhaltigen Entwicklung und der Übernahme einer angemessenen Verantwortung der industrialisierten Länder sollte deshalb ein Teil dieser Schäden der OECD angelastet werden.

- Unmittelbare Todesfälle pro 1000 MW<sub>ea</sub> (= Jahresproduktion eines Kraftwerks von 1000 MW elektrisch)
- OECD = Organisation für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Mitgliedsstaaten siehe <http://de.wikipedia.org/wiki/OECD#Mitgliedstaaten>.

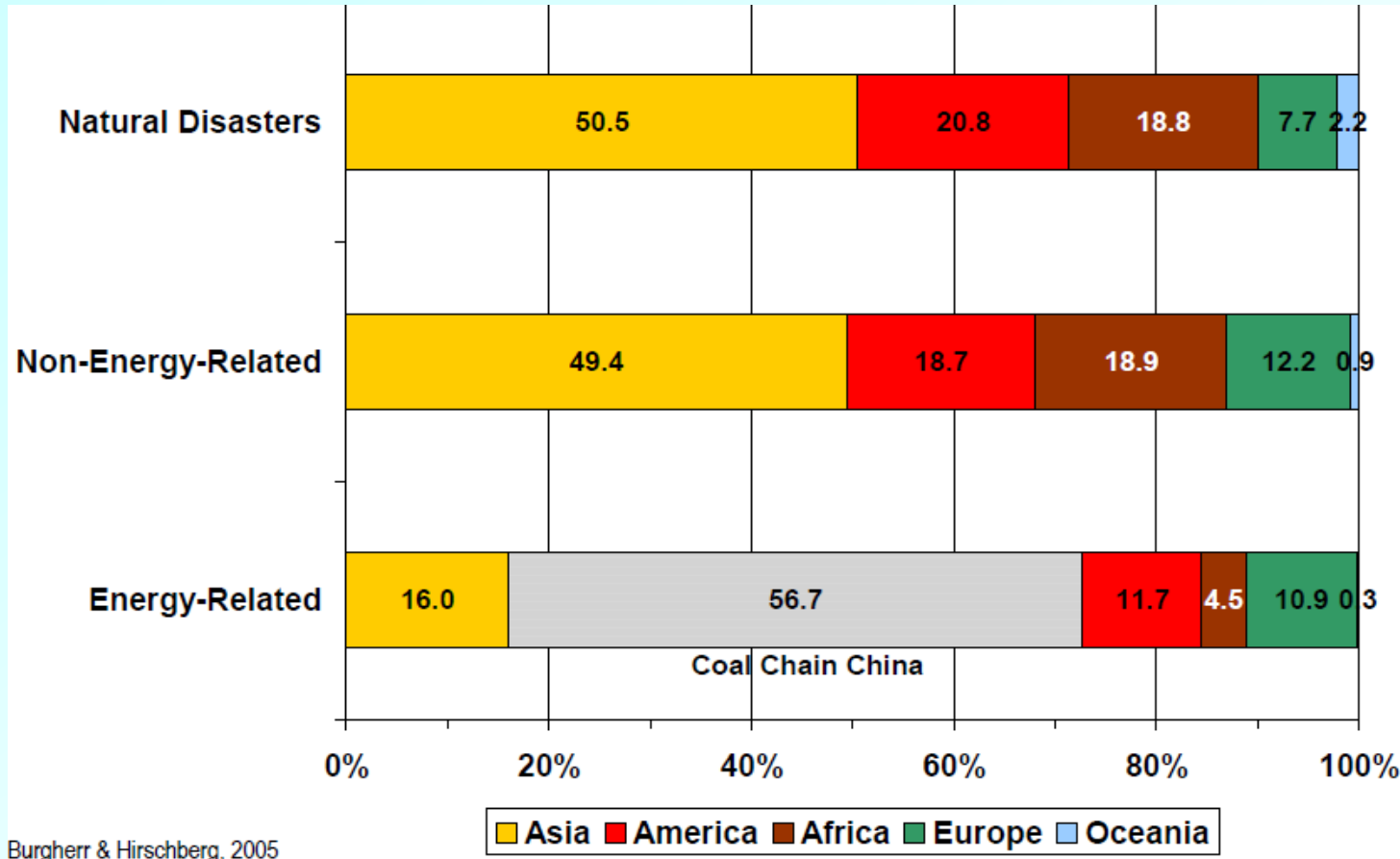
# Wahrscheinlichkeit (vertikal) gegen Zahl der Todesopfer (horizontal) bei unterschiedlichen Energieträgern

X-Achse (log.): Zahl der Todesfälle

Y-Achse (log.): Wahrscheinlichkeit von X oder mehr Todesfällen pro 1000 MW Jahr



# Globale Verteilung schwerer Störfälle nach Regionen





# Materialaufwand in kg pro 1000 MWe

Methode	Material in kg/GWh		
	Eisen	Kupfer	Bauxit
Steinkohle	1.750-2.310	2	16-20
Braunkohle	2.100-2.170	7-8	18-19
Erdgas	1207	3	28
Photovoltaik	3.960-24.250	210-510	240-4.620
Windenergie	3.700-11.140	47-140	32-95
Wasserkraft	1.560-2.680	5-14	4-11
Kernenergie	420-290	6-7	27-30