

BALANCE – **Ökologische Betrachtungen einer** **regenerativen Energieerzeugung**

Dr. J. Moerschner

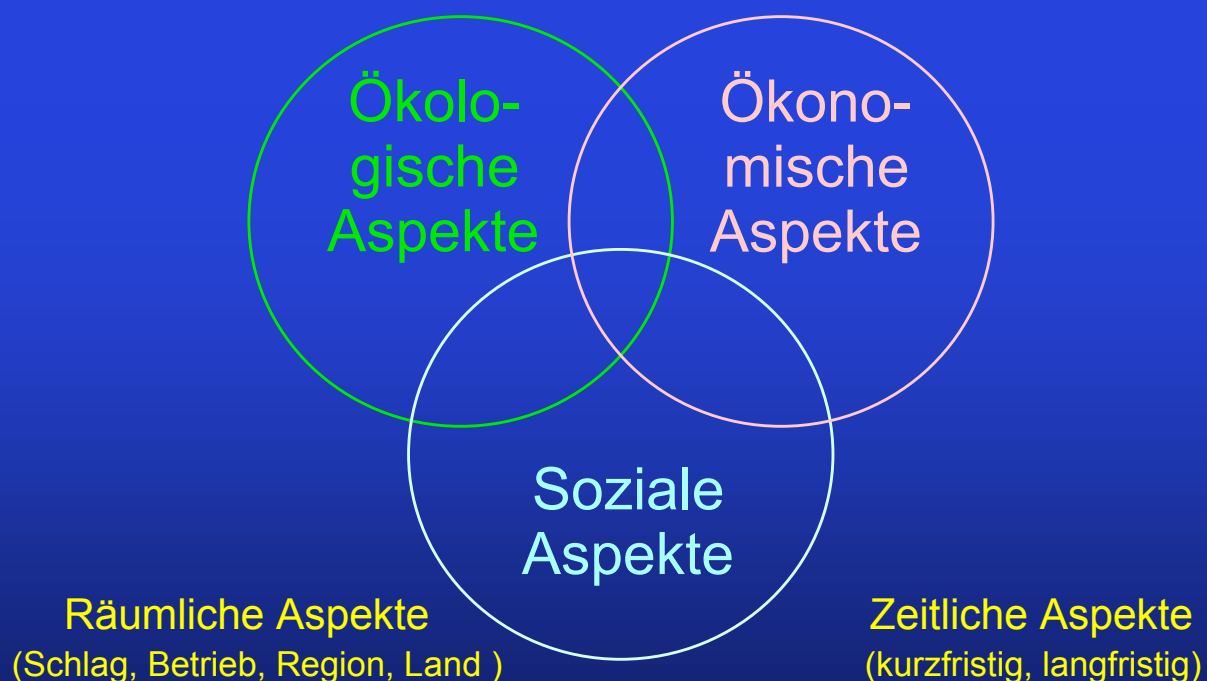
Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung

Vortrag im Rahmen der Ringvorlesung
„Dipl.-Ing. IKARUS“

am 10.07.2002

1

Dimensionen der Nachhaltigkeit



2

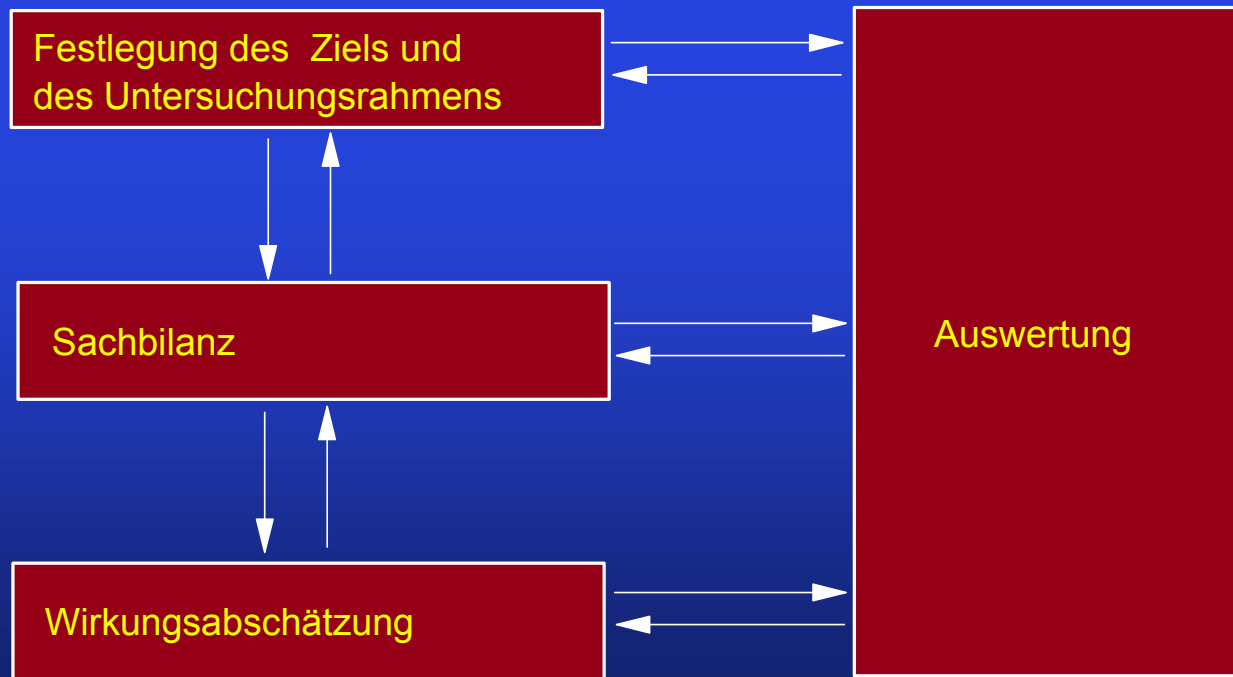
Definition der Brundtland-Kommission (1987)

Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.

Verschiedene Umweltbewertungsinstrumente und deren Aussagebereich

Untersuchungs- umfang											
Kommunikation Management				Öko- Audit							
Ökonomie				Produkt- linien- analyse	Technik- folgenab- schätzung						
Soziale Aspekte											
Risiko											
Gesamtwirkung	Stofffluß- analyse		Produkt- Öko- bilanz	Öko- Audit	UVP					Gesell. Regeln	
Ökologie	Chem- kalkülenbe- wertung										
Einzelwirkungen											
	Stoff	Material	Produkt	Anlage		Technik		Gesell. Bereiche		Gesell. Regeln	Unter- suchungs- objekt
			Produktions- stätte		Technologie						

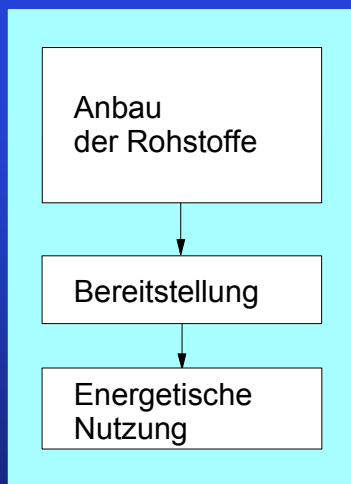
Elemente einer Ökobilanz



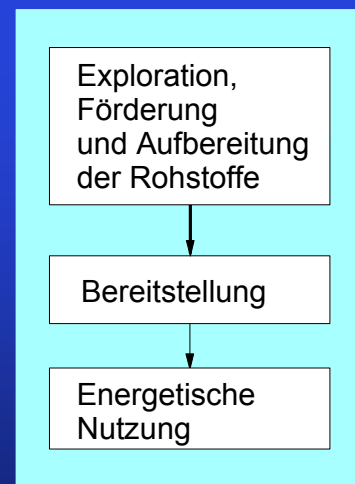
6

Vergleich unterschiedlicher Systeme

Variante 1
 (z. B. nachwachsende
 Energieträger)

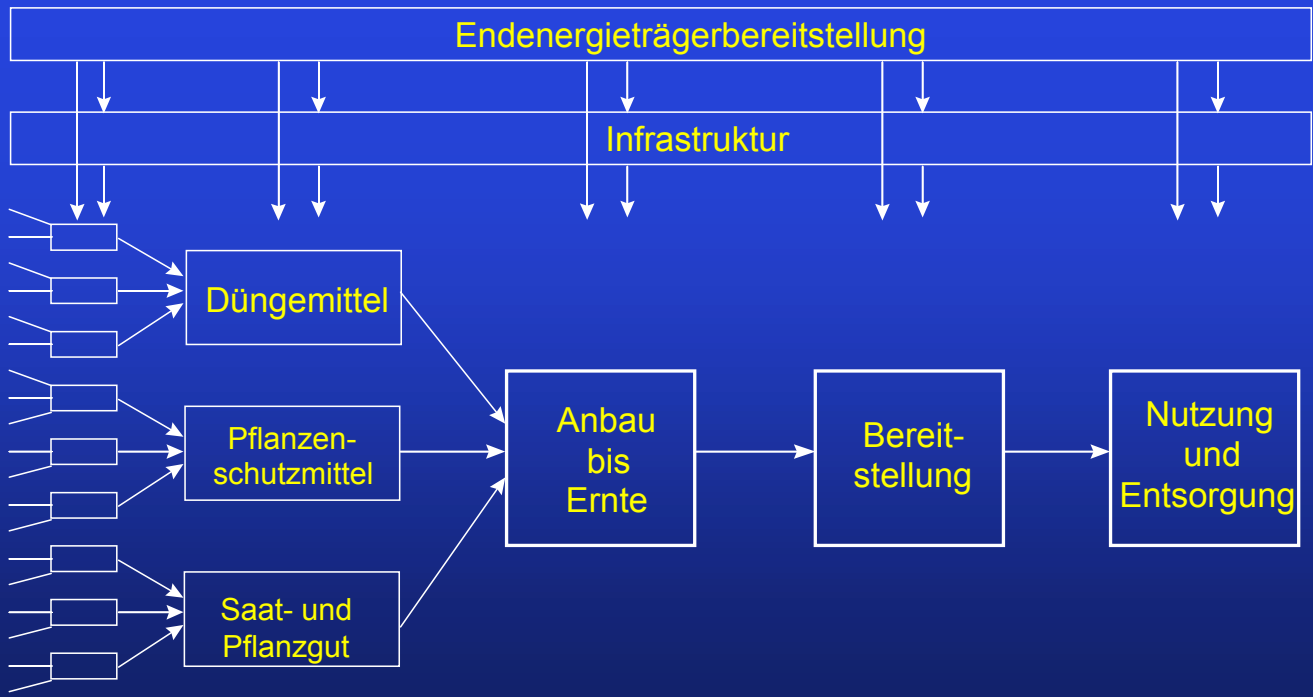


Variante 2
 (z. B. fossile
 Energieträger)

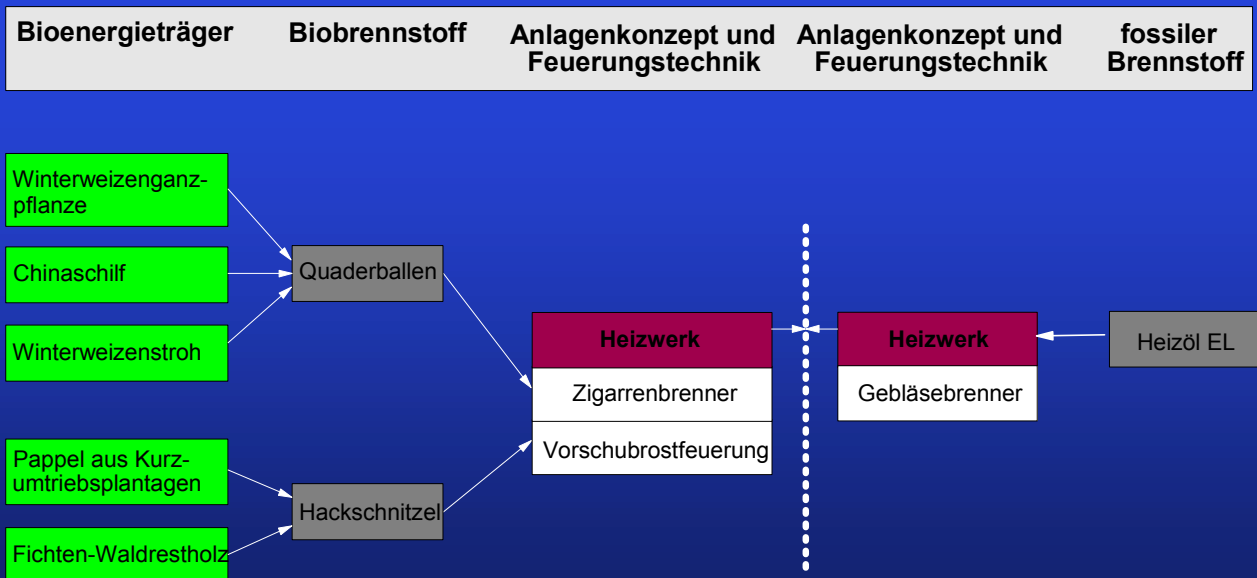


7

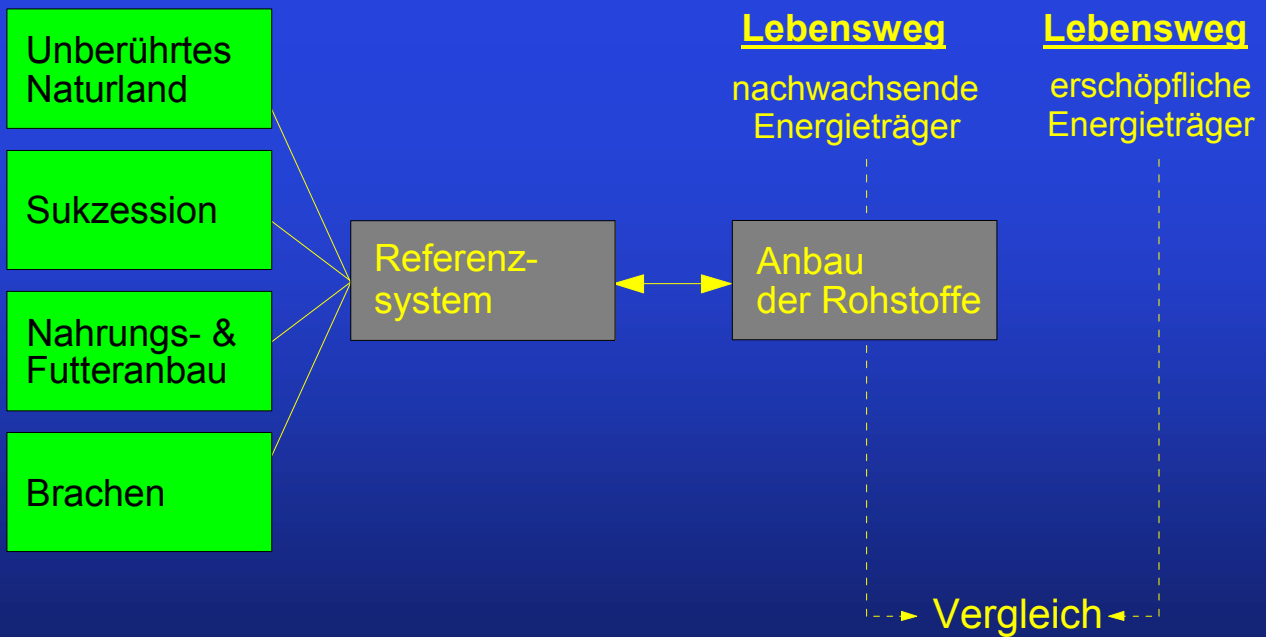
Prozesskettenanalyse (Lebenswegbetrachtung)



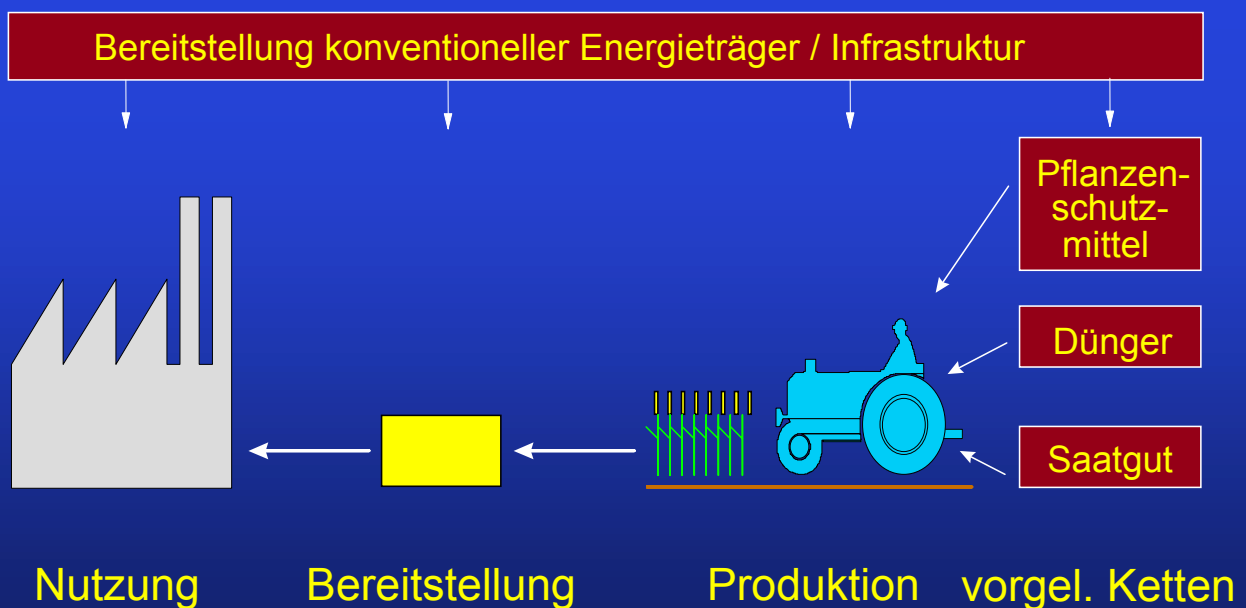
Beispiel: Festlegung der untersuchten Lebenswege



Mögliche Referenzsysteme



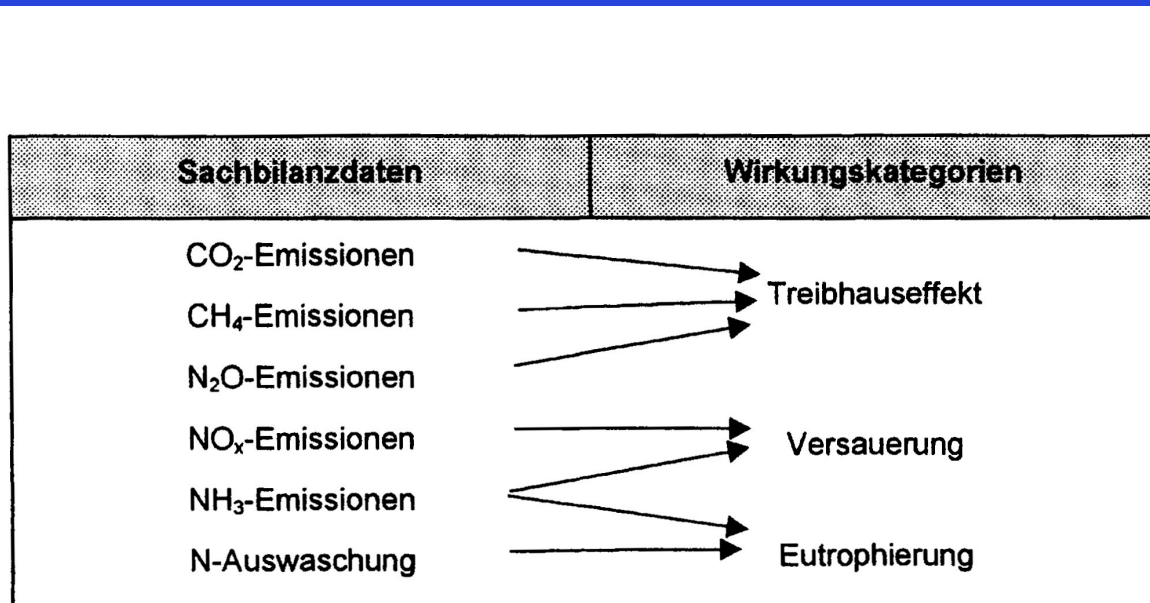
Beispiel: Wärme aus mit Getreideganzpflanzen befeuerten Heizwerk



Standardliste der Umweltwirkungskategorien, die bei Ökobilanzen Berücksichtigung finden (nach DIN-NAGUS)

1	Ressourcenverbrauch
2	Naturraumbeanspruchung
3	Treibhauseffekt
4	Ozonabbau
5	Versauerung
6	Eutrophierung
7	Ökotoxizität
8	Humantoxizität
9	Sommersmog (Photosmog)
10	Lärmbelastung

Beispiele für die Klassifizierung von Sachbilanzdaten: - Zuordnung von Sachbilanzdaten zu Wirkungskategorien -



Gewichtungsfaktoren für einzelne Wirkungskategorien im Eco-Indikator 95

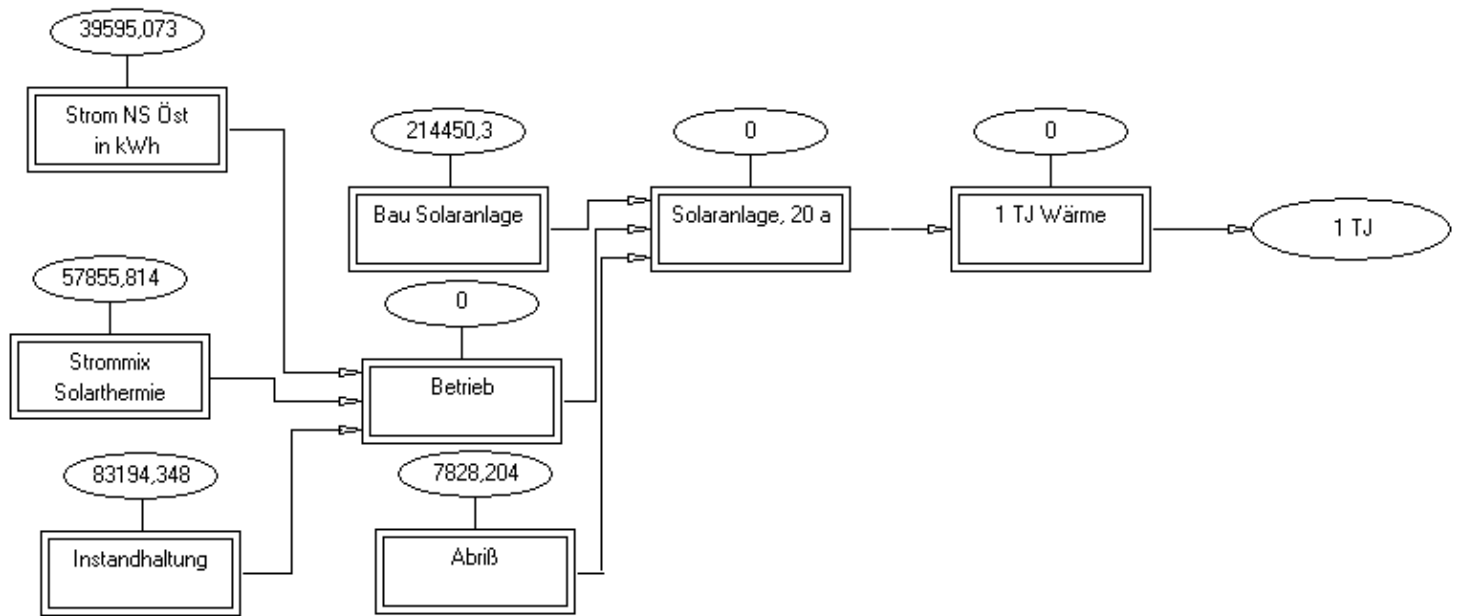
Wirkung	Gewichtungs- faktor	Einheit
Treibhauseffekt	2,5	kg CO ₂ -Äquivalente
Abbau der Ozonschicht	100	kg ODP-Äquivalente
Versauerung	10	kg SO ₂ -Äquivalente
Eutrophierung	5	kg PO ₄ -Äquivalente
Sommersmog	2,5	C ₂ H ₄ -Äquivalente
Wintersmog	5	C ₂ H ₄ -Äquivalente
Pestizide	25	kg Wirkstoff
Schwermetalle	5	Pb-Äquivalente
Karzinogene Substanzen	10	TCDD-Äquivalente

Allokationsanteile für ausgewählte Kuppelprodukte der RME-Produktion bezüglich verschiedener Allokationsgrößen

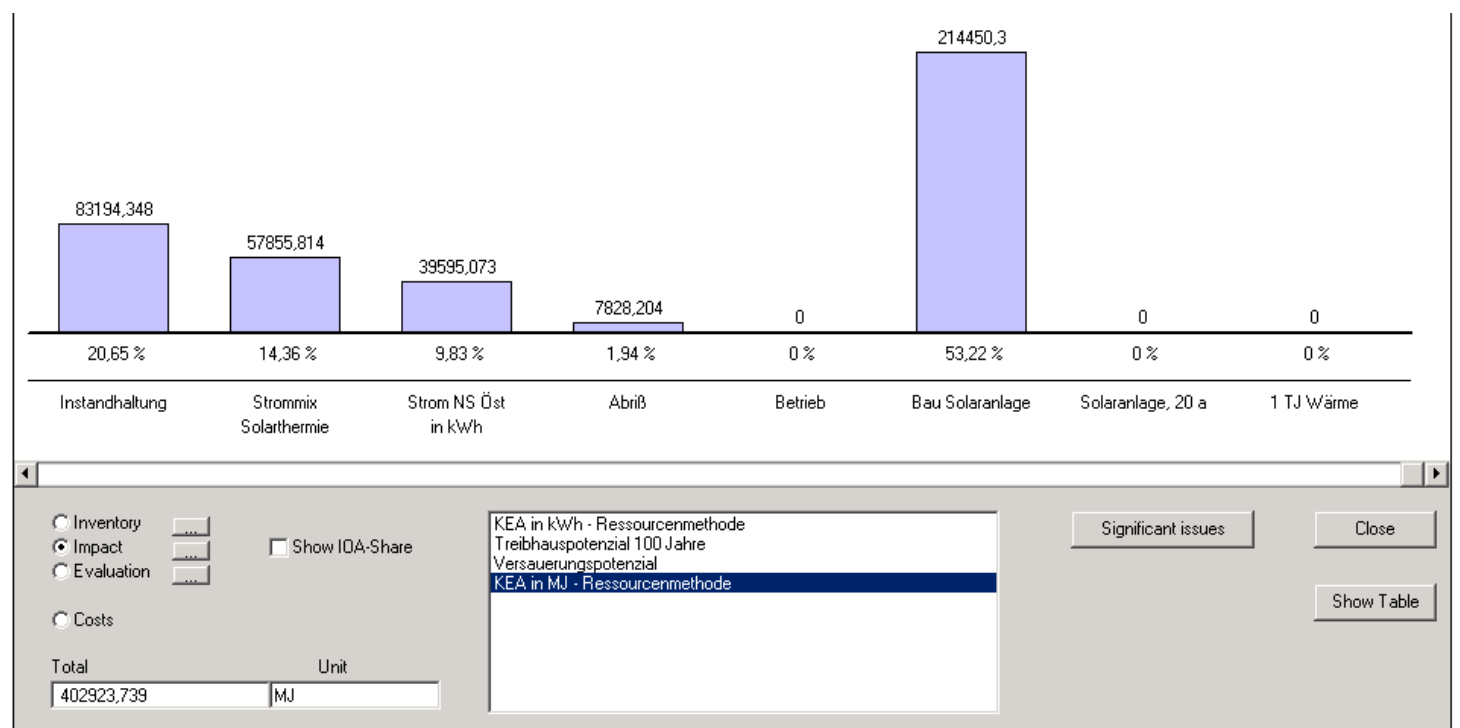
	Sojaöl / Sojaschrot	Rapsöl / Rapsschrot	RME / Glycerin
Masse	18,8 : 81,2	39,7 : 60,3	89,4 : 10,6
Heizwert	34,4 : 65,6	59,6 : 40,4	96,0 : 4,0
Preis	35,0 : 65,0	70,0 : 30,0	79,2 : 20,8

Quelle: /Oil World 1996/, /Kaltschmitt & Reinhardt 1997/, eigene Berechnungen

Auswertungsmöglichkeiten innerhalb von Balance (1) - grafische Übersicht über einen Gesamtprozess -



Auswertungsmöglichkeiten innerhalb von Balance (2) - grafische Darstellung der Impactverteilung -



Auswertungsmöglichkeiten innerhalb von Balance (3) - tabellarische Darstellung der Impactverteilung -

Sort by Quantity
 Close

Level	Short Name	Unit	Quantity	% of Total
1	1 TJ Wärme	MJ	0	0
2	Solaranlage, 20 a	MJ	0	0
3	Bau Solaranlage	MJ	214450,3	53,22
3	Betrieb	MJ	0	0
3	Abriß	MJ	7828,204	1,94
4	Strom NS Öst in kWh	MJ	39595,073	9,83
4	Strommix Solarthermie	MJ	57855,814	14,36
4	Instandhaltung	MJ	83194,348	20,65

Inventory
 Impact
 Evaluation

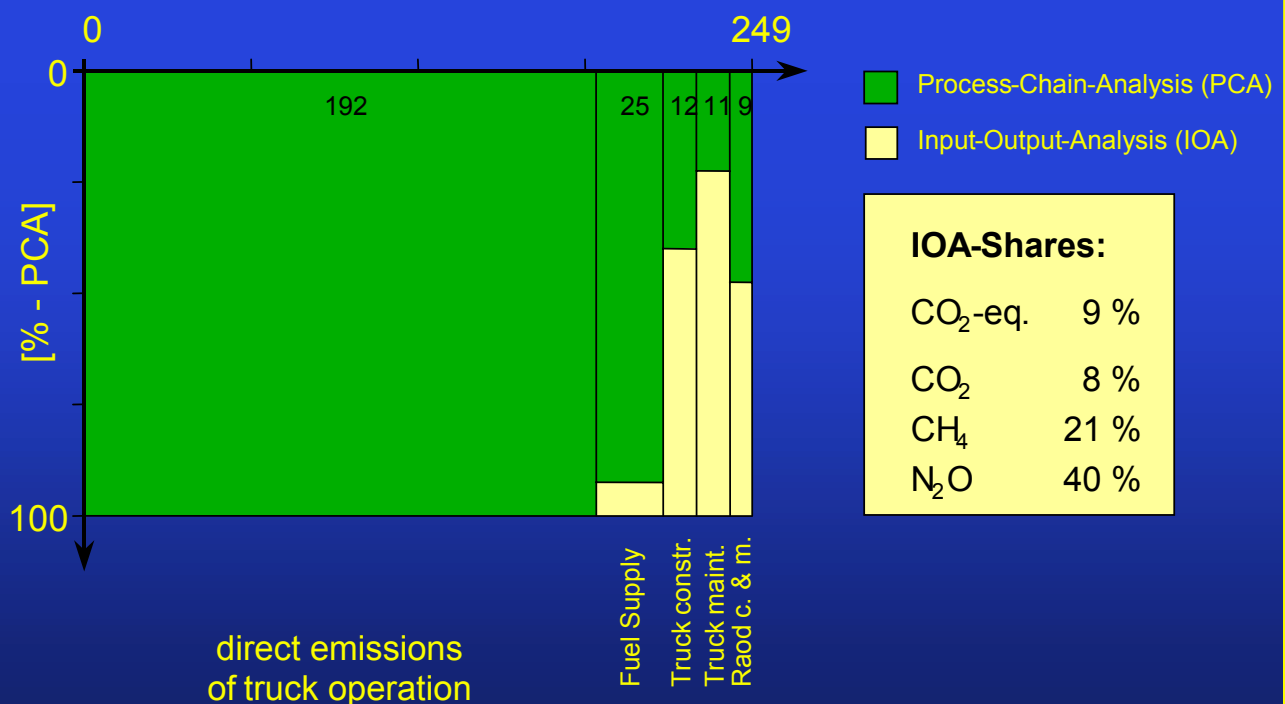
KEA in kWh - Ressourcenmethode
 Treibhauspotenzial 100 Jahre
 Versauerungspotenzial
KEA in MJ - Ressourcenmethode

Total

402923,739

Show Graph
Significant issues

Hybrid-Bilanz für ein Gütertransportverfahren (kg CO₂-Äquiv.)



Ökologischer Vergleich regenerativer Energieerzeugung

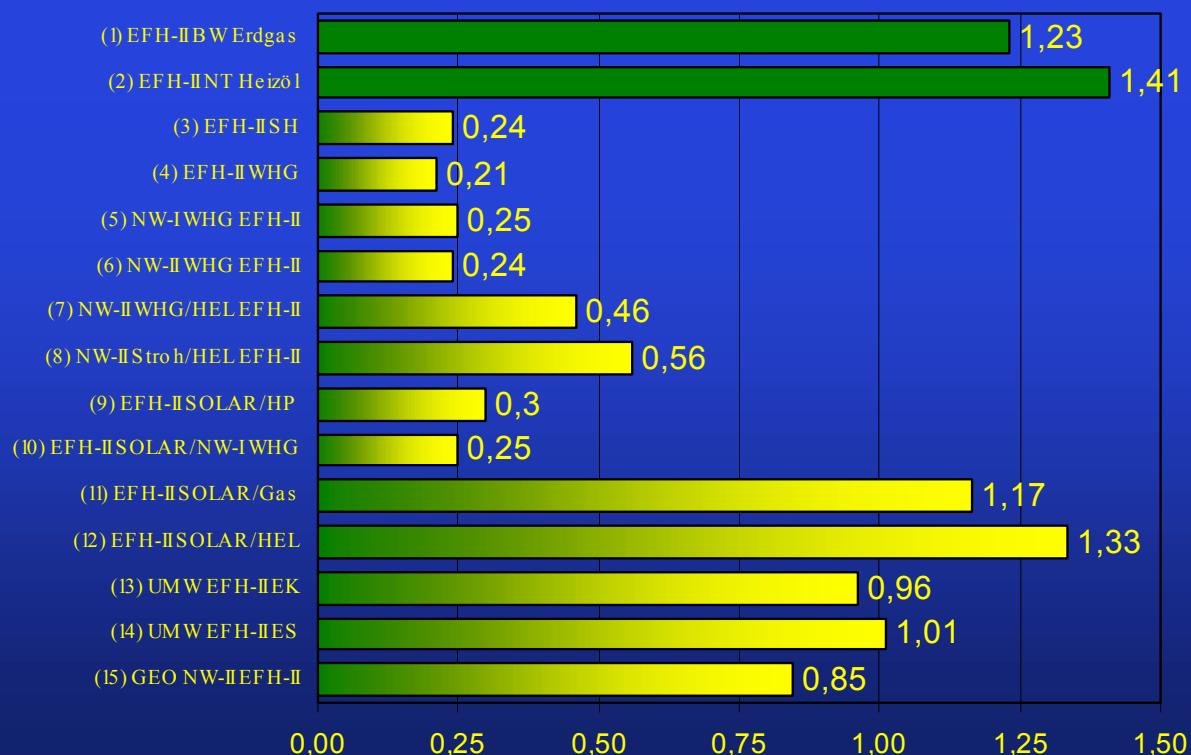
- **Regenerative Energien im Vergleich zu mit fossilen Energieträgern befeuerten Lösungen**

- ⌘ Wärme
- ⌘ Treibstoffe
- ⌘ Strom

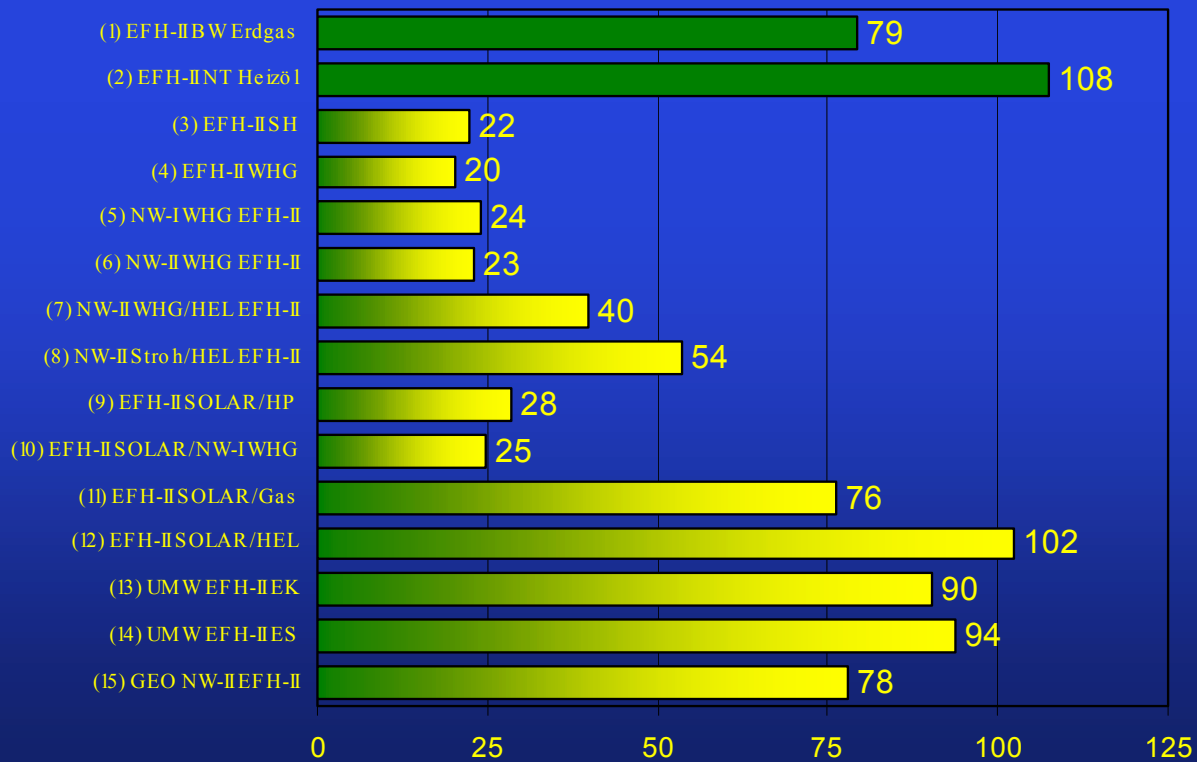
- **Betrachtete Umweltgrößen:**

- ⌘ Nicht erneuerbarer Primärenergieeinsatz
- ⌘ Treibhausgasemissionen
- ⌘ Emissionen mit versauernder Wirkung
- ⌘ Emissionen mit Human- und ökotoxikologischer Wirkung
 - Stickoxid (NO_x)
 - Schwefeldioxid (SO₂)

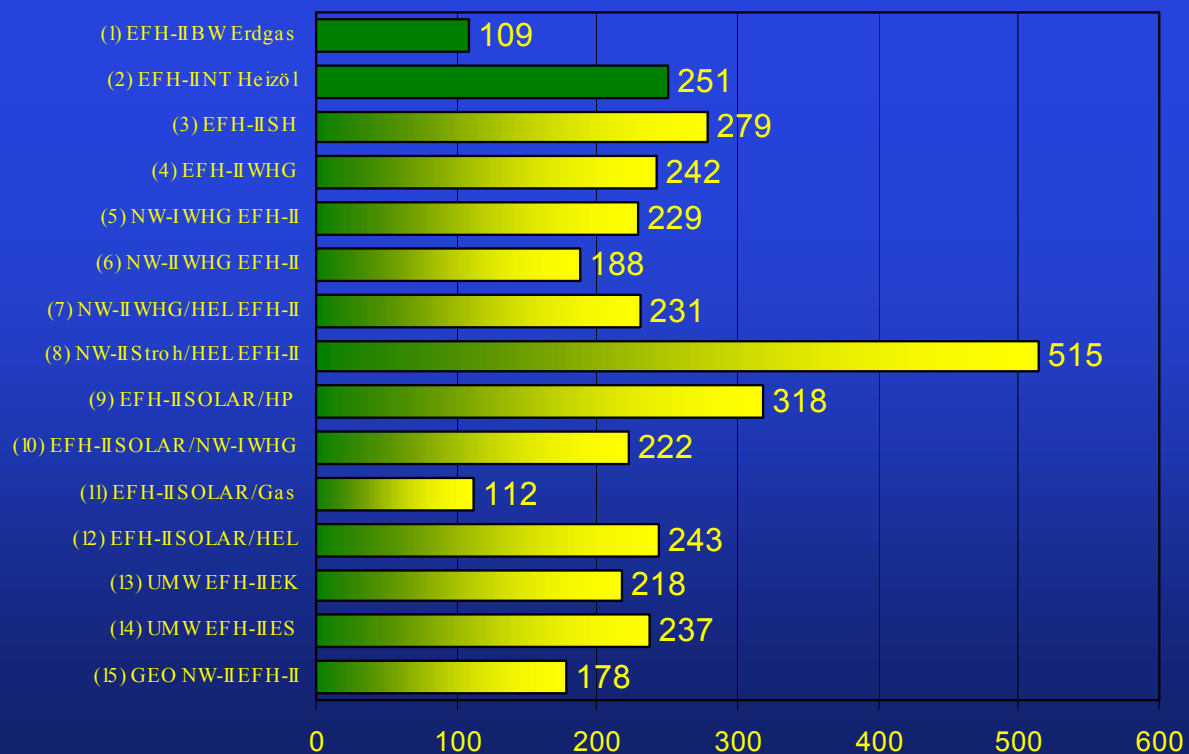
Wärmebereitstellung aus regenerativen Energien - Primärenergieaufwand (TJ_{Prim}/TJ_{Nutz}) -



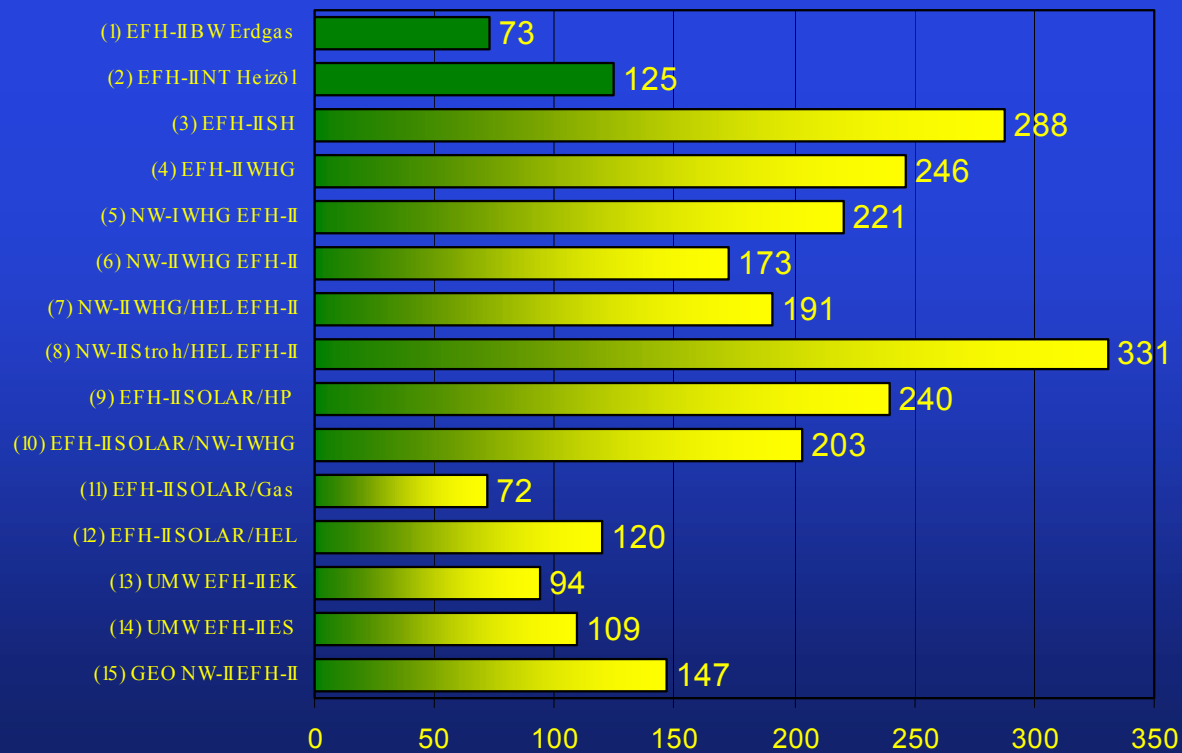
Wärmebereitstellung aus regenerativen Energien - Treibhausgasemissionen (t CO₂-Äquivalent/TJ_{Nutz}) -



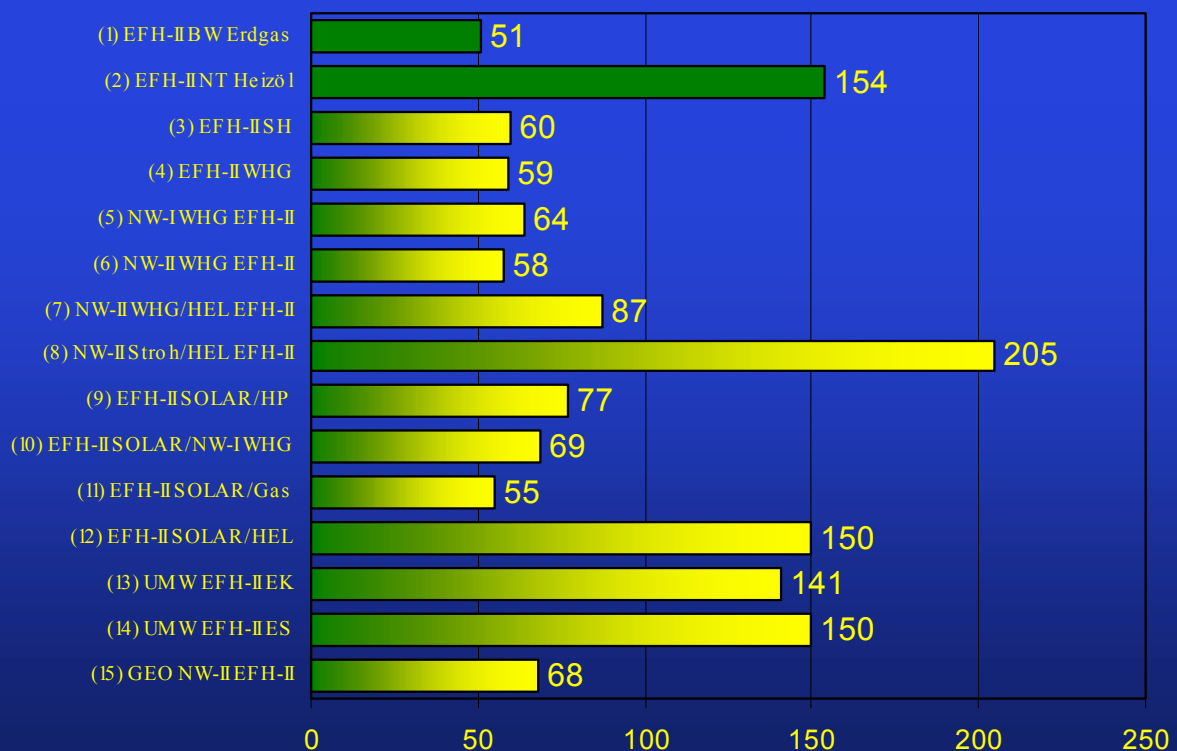
Wärmebereitstellung aus regenerativen Energien - Emissionen mit versauernder Wirkung (kg SO₂-Äquivalent/TJ_{Nutz}) -



Wärmebereitstellung aus regenerativen Energien - Stickstoffoxidemissionen (kg NO_x/TJ_{Nutz}) -

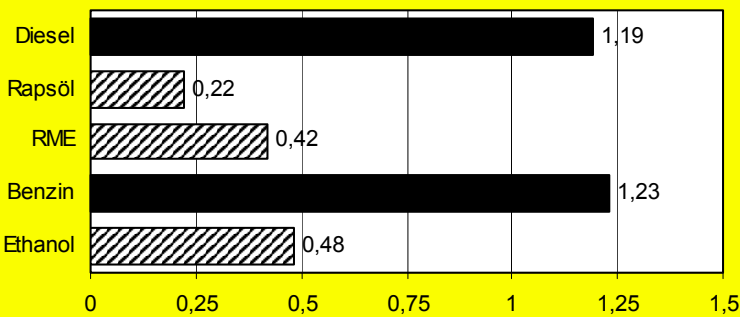


Wärmebereitstellung aus regenerativen Energien - Schwefeldioxidemissionen (kg SO₂/TJ_{Nutz}) -



Treibstoffe aus regenerativen Energien - Primärenergieaufwand -

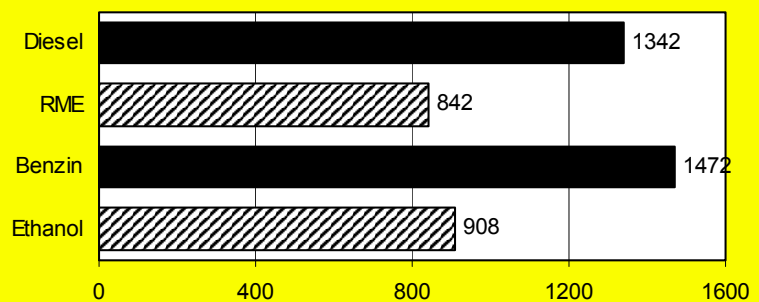
A - Primärenergieaufwand [TJ_{Prim}/TJ_{Hu}]



Treibstoffbereitstellung

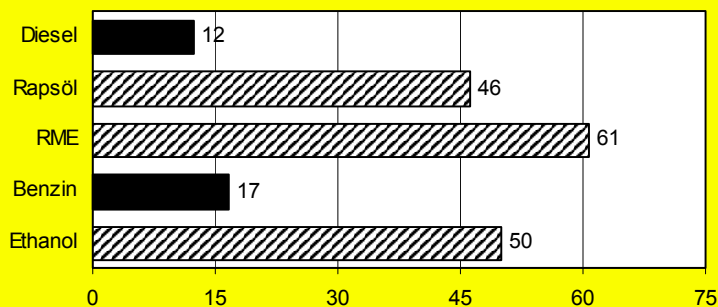
Treibstoffbereitstellung und Nutzung

A - Primärenergieaufwand [kWh_{Prim}/1000 Pkw-km]



Treibstoffe aus regenerativen Energien - Treibhausgasemissionen -

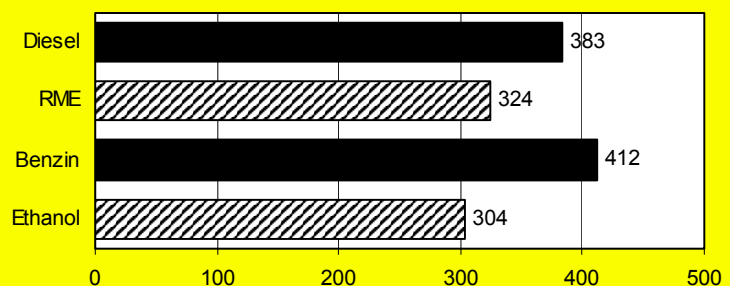
**B - Treibhausgasemissionen
[t CO₂-Äquiv./TJ_{Hu}]**



Treibstoffbereitstellung

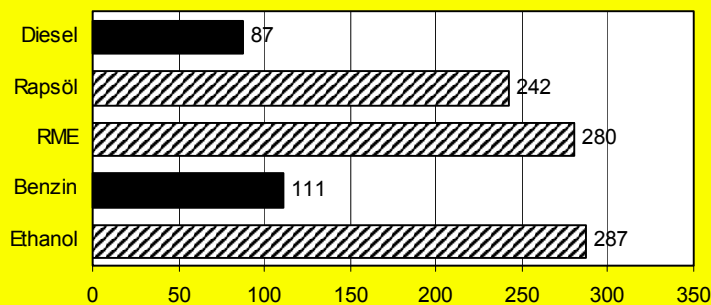
Treibstoffbereitstellung und Nutzung

**B - Treibhausgasemissionen
[kg CO₂-Äquiv./1000 Pkw-km]**



Treibstoffe aus regenerativen Energien - Emissionen mit versauernder Wirkung -

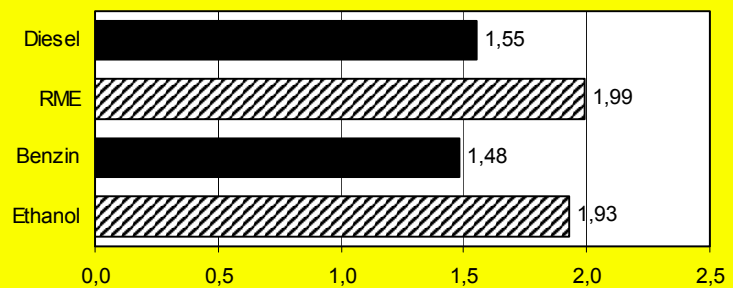
C - Emissionen mit versauernder Wirkung
[kg SO₂-Äquiv./TJ_{Hu}]



Treibstoffbereitstellung

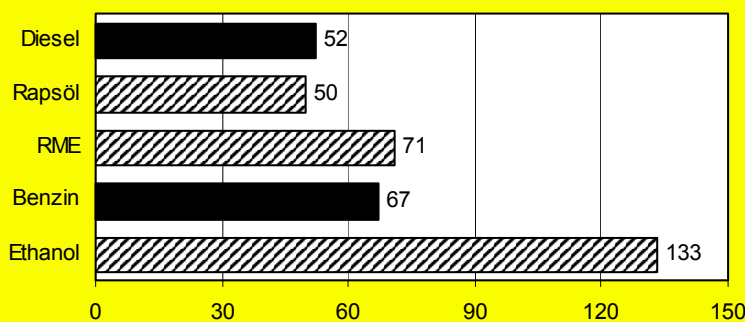
**Treibstoffbereitstellung
und Nutzung**

C - Emissionen mit versauernder Wirkung
[kg SO₂-Äquiv./1000 Pkw-km]



Treibstoffe aus regenerativen Energien - Stickoxidemissionen -

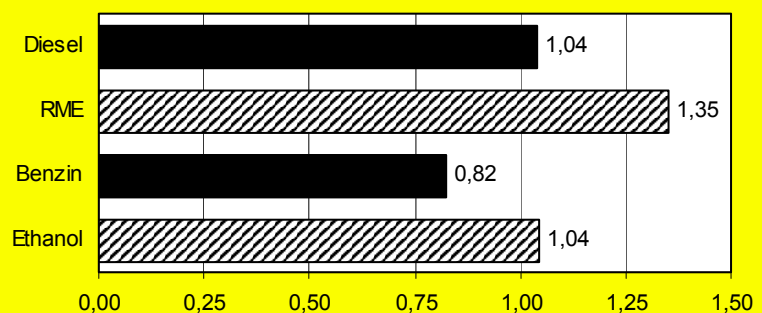
D - Stickoxide [kg NO_x/TJ_{Hu}]



Treibstoffbereitstellung

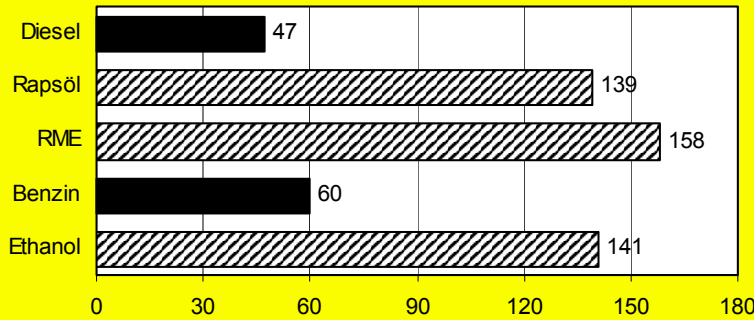
**Treibstoffbereitstellung
und Nutzung**

D - Stickoxidemissionen [kg NO_x/1000 Pkw-km]



Treibstoffe aus regenerativen Energien - Schwefeldioxidemissionen -

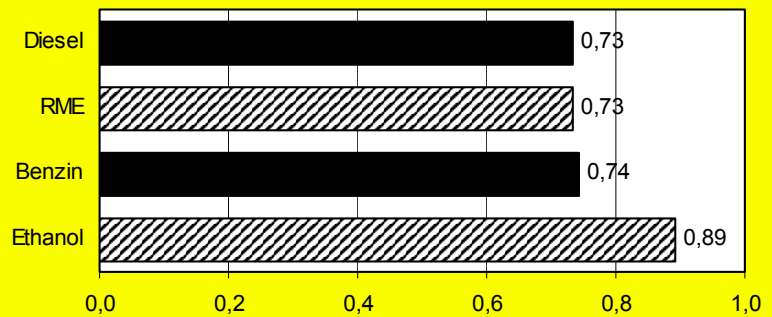
E - Schwefeldioxid [$\text{kg SO}_2/\text{TJ}_{\text{Hu}}$]



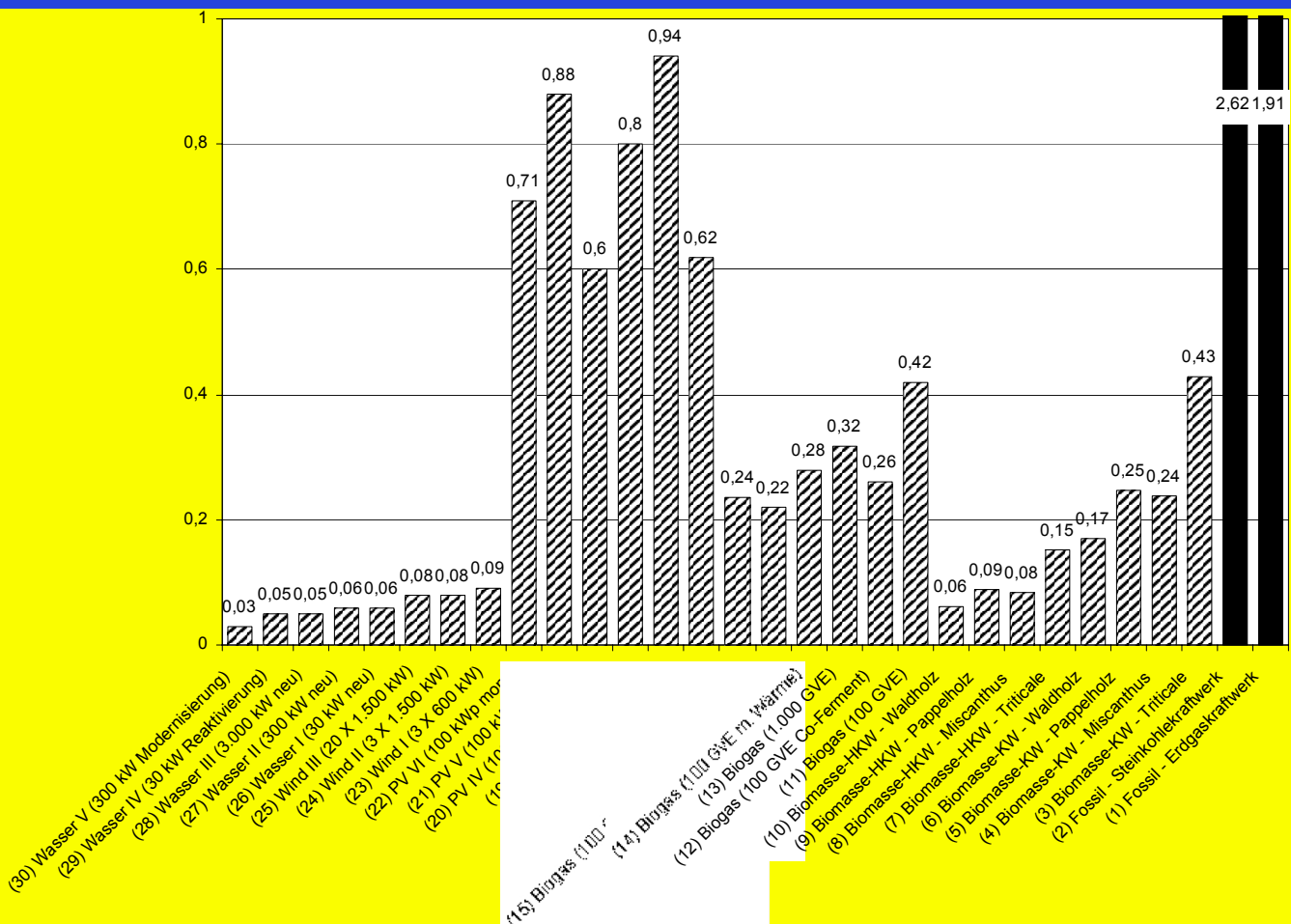
Treibstoffbereitstellung

E - Schwefeldioxidemissionen [$\text{kg SO}_2/1000 \text{ Pkw-km}$]

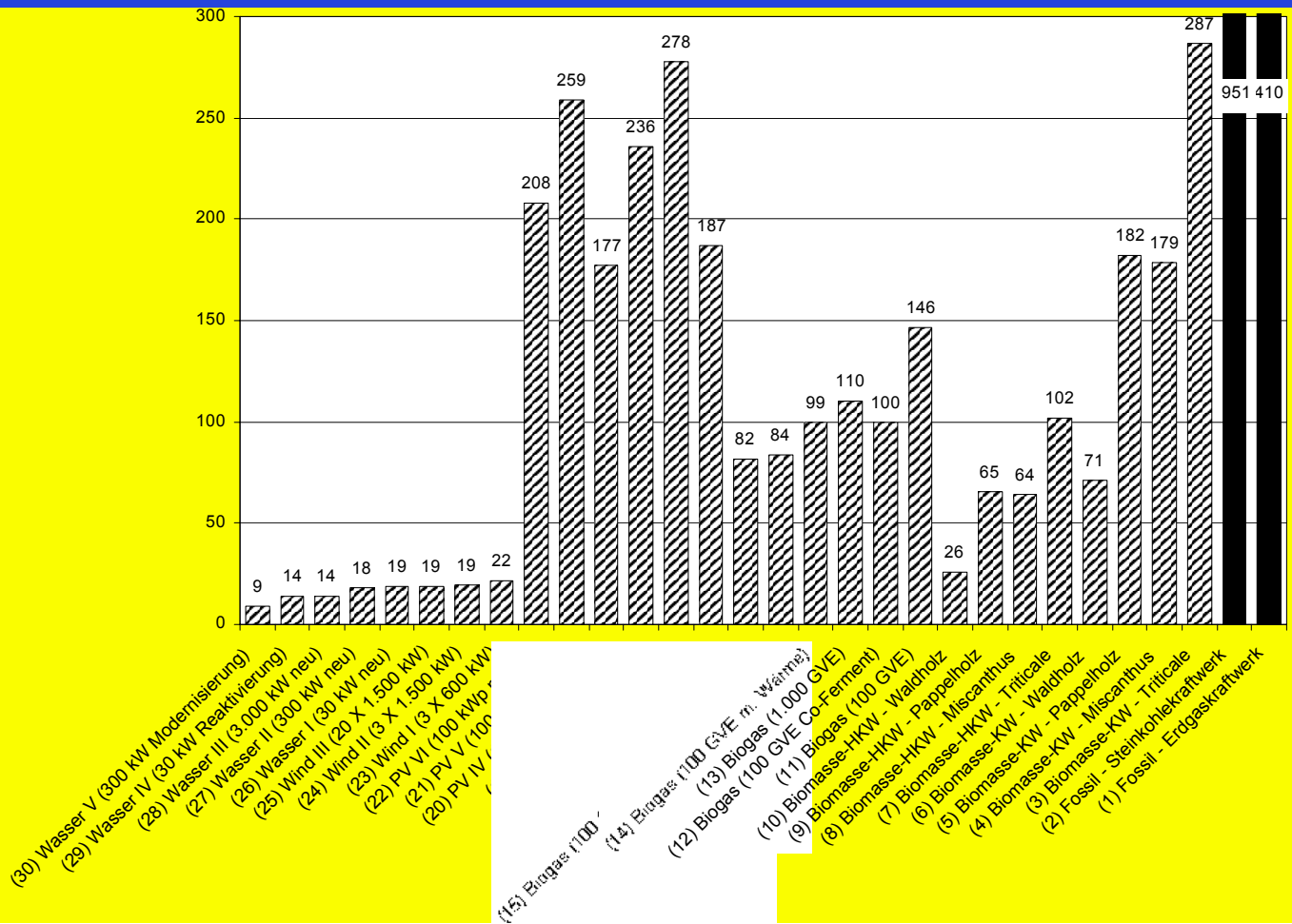
Treibstoffbereitstellung und Nutzung



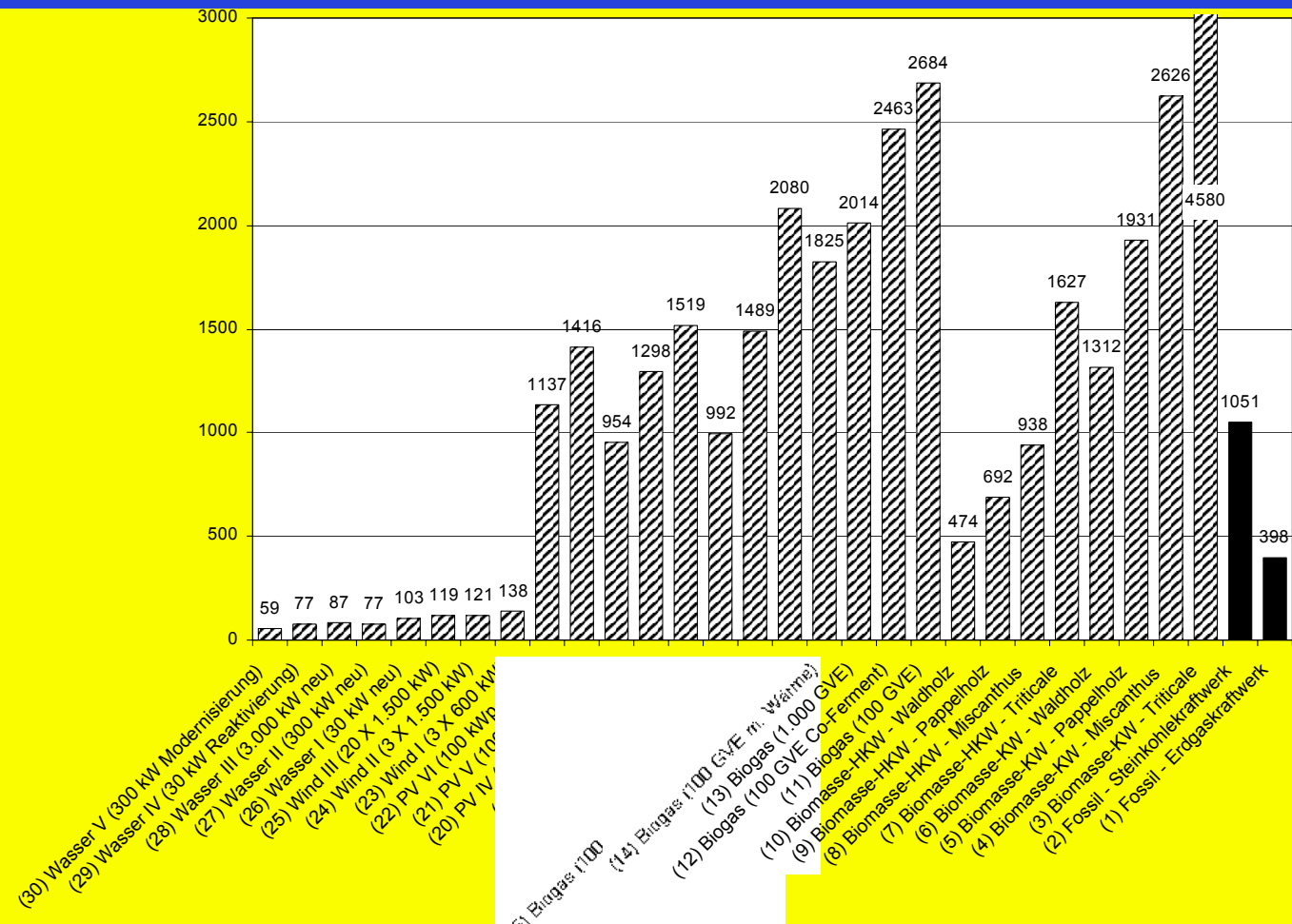
Strom aus regenerativen Energien - Primärenergieaufwand ($\text{GWh}_{\text{Prim}}/\text{GWh}_{\text{Nutz}}$)-



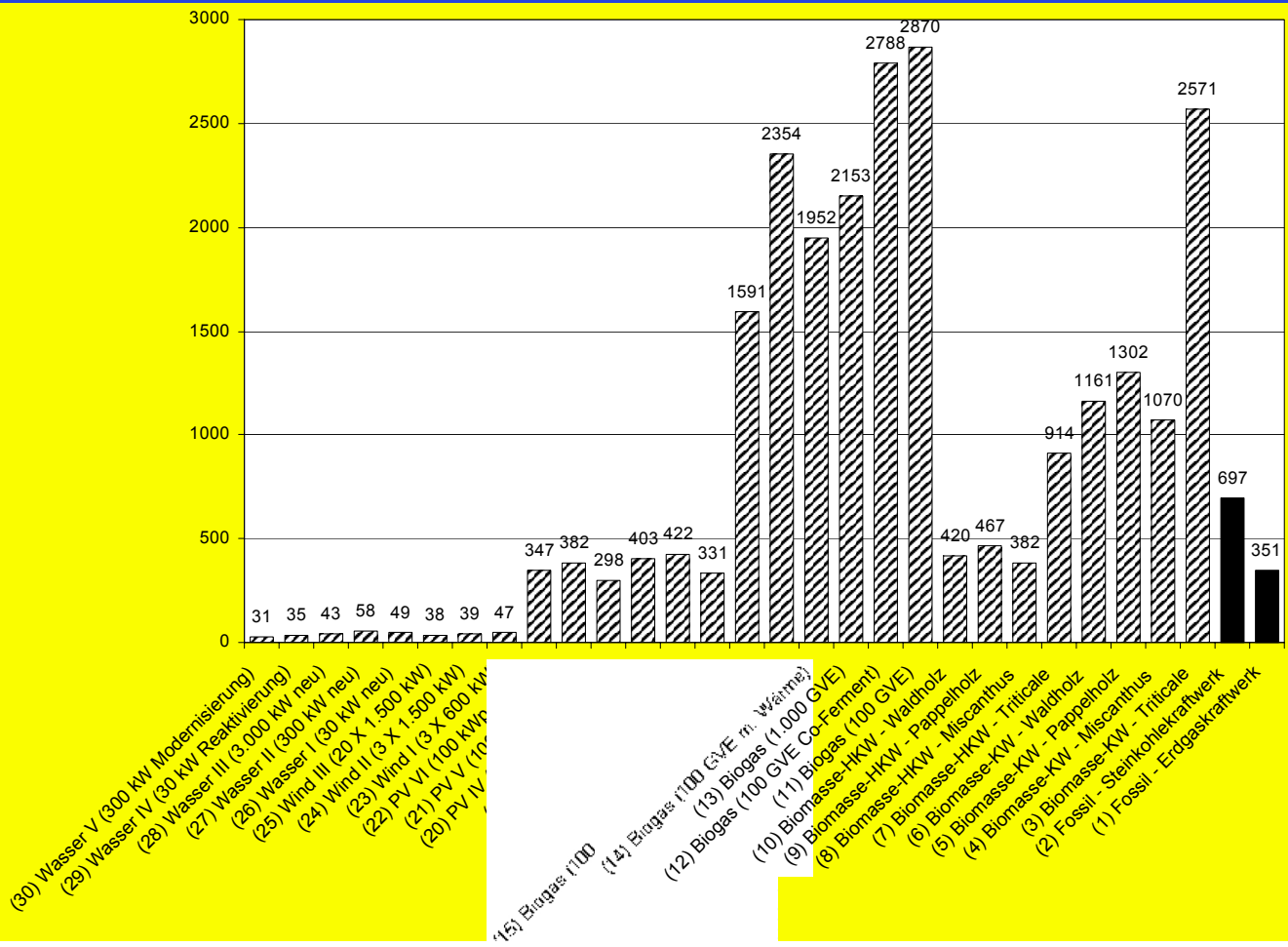
Strom aus regenerativen Energien - Treibhausgasemissionen (t CO₂-Äquiv./GWh_{Nutz})-



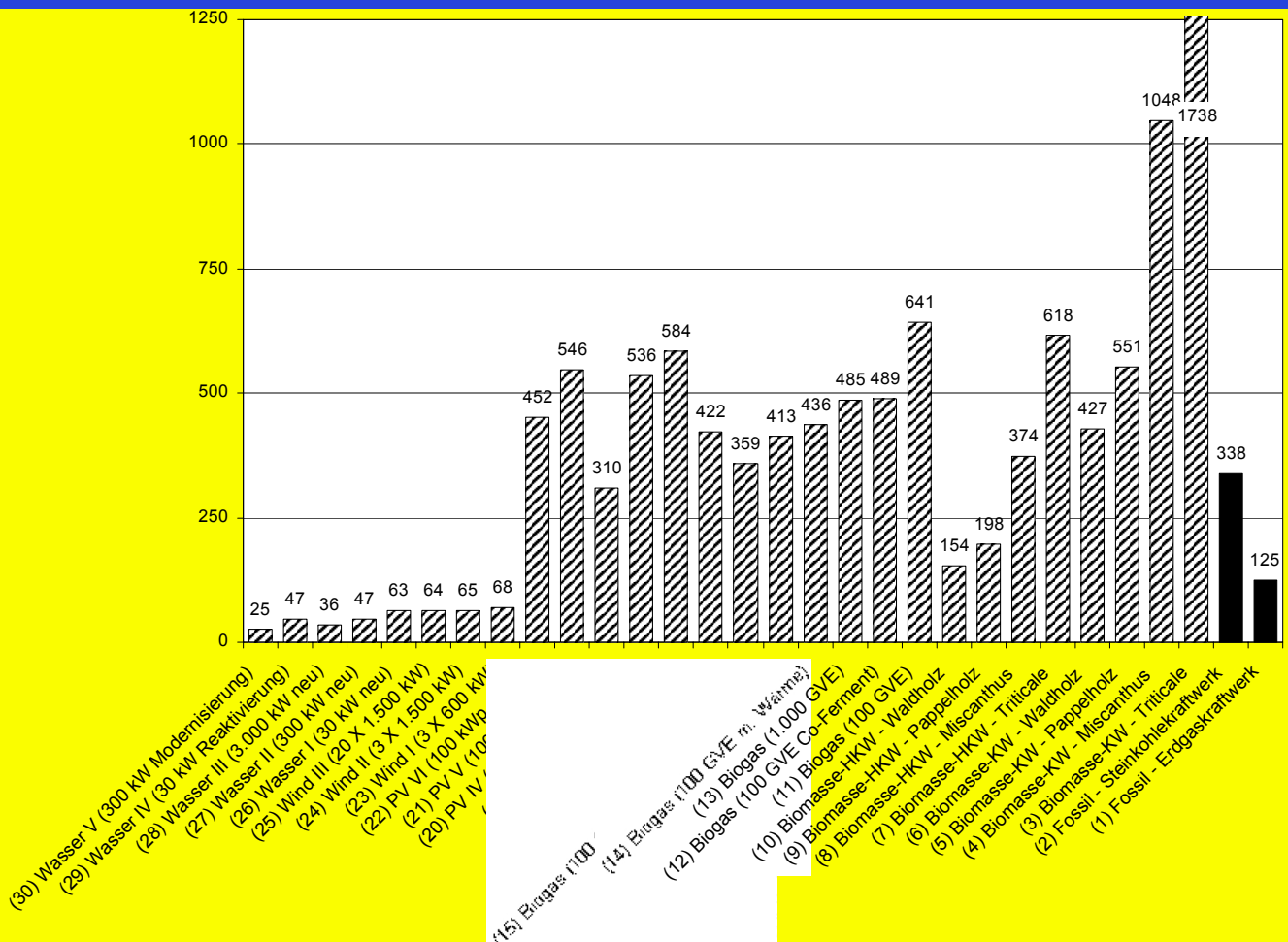
Strom aus regenerativen Energien - Emissionen mit versauernder Wirkung (kg SO₂-Äquiv./GWh_{Nutz})-



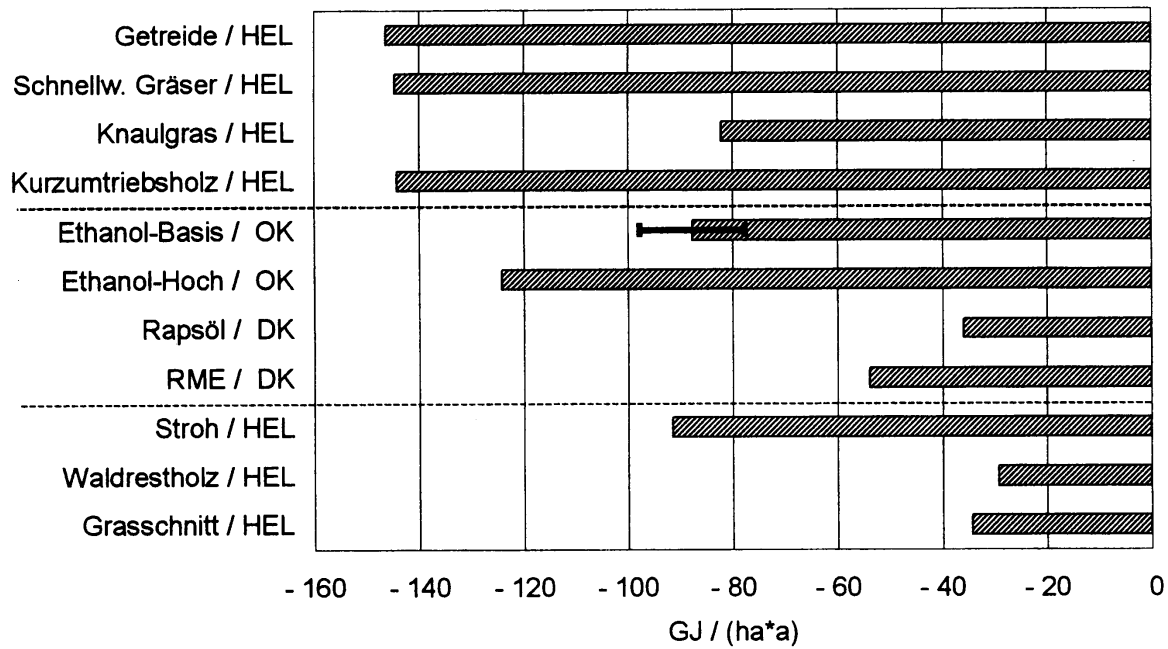
Strom aus regenerativen Energien - Stickoxidemissionen (kg NO_x/GWh_{Nutz})-



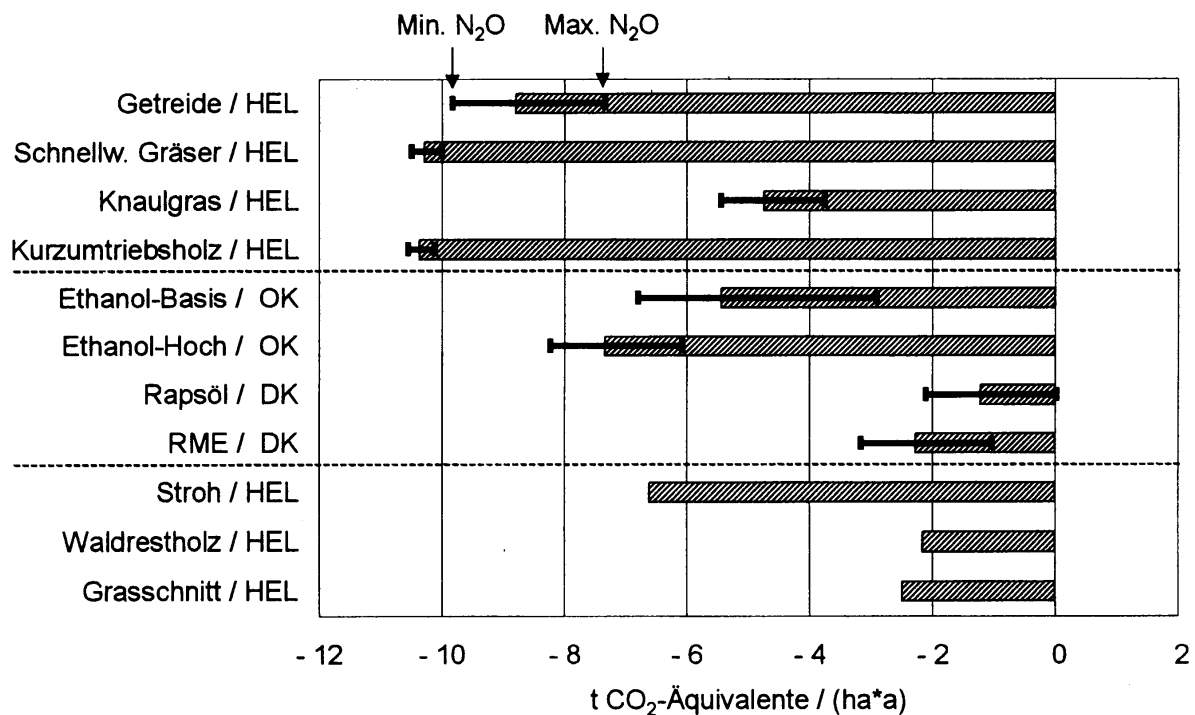
Strom aus regenerativen Energien - Schwefeldioxidemissionen (kg SO₂/GWh_{Nutz})-



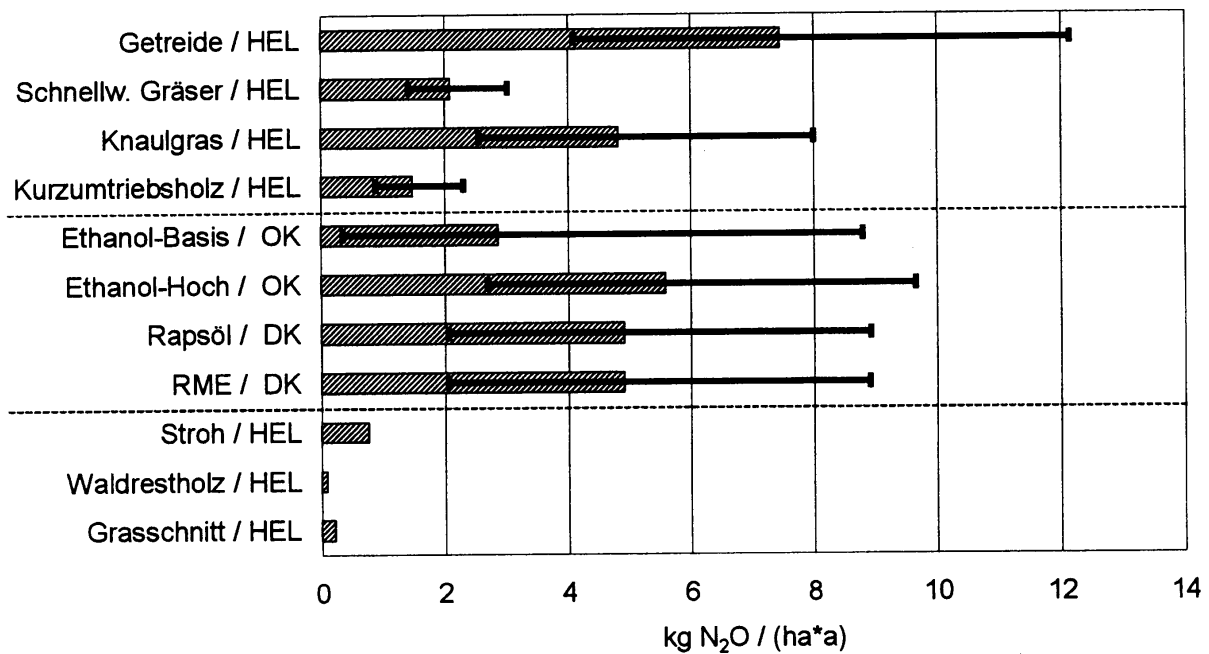
Salden des Verbrauchs erschöpflicher Energie für die Basis-Lebenswegvergleiche



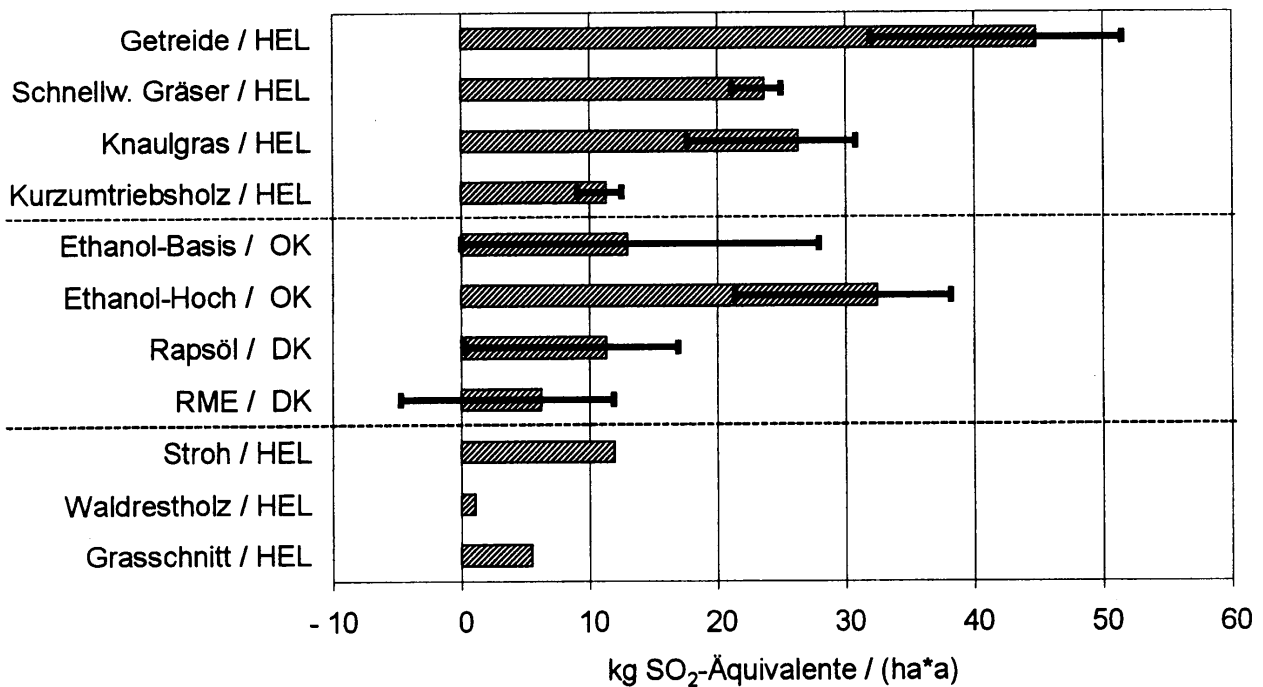
Salden der CO₂-Äquivalente für die Basis-Lebenswegvergleiche



Salden der Distickstoffoxid-Emissionen (N₂O) für die Basis-Lebenswegvergleiche



Salden der SO₂-Äquivalente für die Basis-Lebenswegvergleiche



Ökologische Vor- und Nachteile der Substitution von Dieselkraftstoff durch RME

	Vorteile für RME	Nachteile für RME
Ressourcenverbrauch Treibhauseffekt Stratosphärische Ozonabnahme Versauerung Photosmog Eutrophierung	Einsparung erschöpflicher Energieträger geringere Klimagasemissionen	Verbrauch mineralischer Ressourcen höhere N ₂ O-Emissionen höhere Versauerungswirkung höheres Ozonbildungspotential höhere NO _x -Emissionen Risiko: Eutrophierung von Gewässern
Human- und Ökotoxizität	geringere Dieselpartikelemissionen innerorts ("Maximalszenario") geringere SO ₂ -Emissionen geringere Rohöleinträge in Meere durch Förderung und Transport von Rohöl Risiko: geringere Rohöleinträge durch Tankerunfälle Risiko: geringere Toxizität / höhere (Bio-)Abbaubarkeit	Risiko: Gewässerbelastung durch Biozide Risiko: Grundwasserbelastung durch Nitrat