

# Energie aus Biomasse: wirtschaftliche Aspekte

Karl W. Steininger  
Universität Graz

- Aspekte umweltverträglicher Energieversorgung
- Energie aus Biomasse: Potenziale, Technologien und Nutzenergie-Kosten
- Modellierung zur ökonomischen Bewertung
- Simulationsergebnisse und Bewertung
- Schlussfolgerungen

# Aspekte nachhaltig umweltverträglicher Energieversorgung

## Energieeinsatz

Deutschland: 5300 W / Person

## Energiebereitstellung

Fossile Energieträger: Deutschland 60%; OECD gesamt: 83%

## Langfrist-Perspektiven

Verfügbarkeit

Aufnahmefähigkeit der Emissionen (CO<sub>2</sub>)

---

# Verfügbarkeit (Öl)

## Weltweit

Primärenergieverbrauch pro Jahr: ~ 27,4 Mrd barrel

Jahreskonsum / bekannte und  
zukünftig entdeckbare Reserven ~ 80 bis 140 Jahre

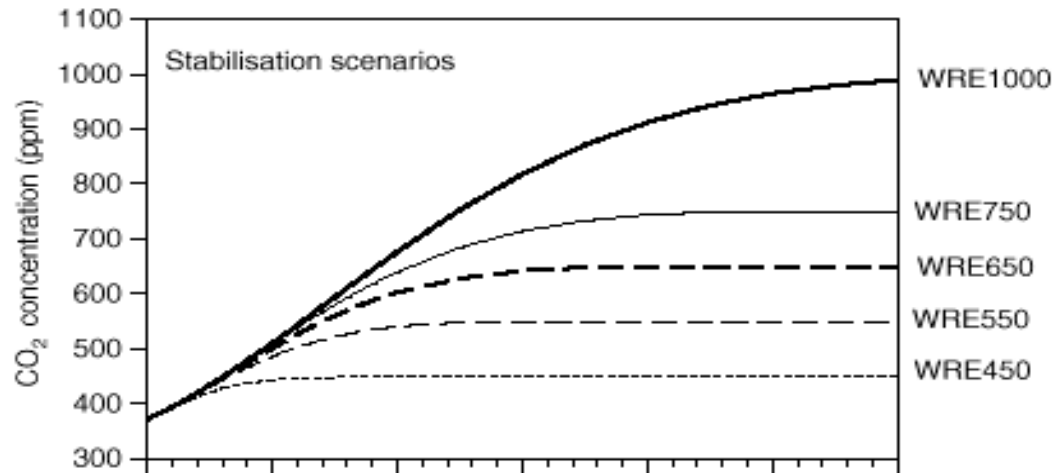
## Europa

Primärenergieverbrauch pro Jahr ~ 5,5 Mrd barrel

Jahreskonsum / bekannte und  
zukünftig entdeckbare Reserven ~ 8 bis 16 Jahre

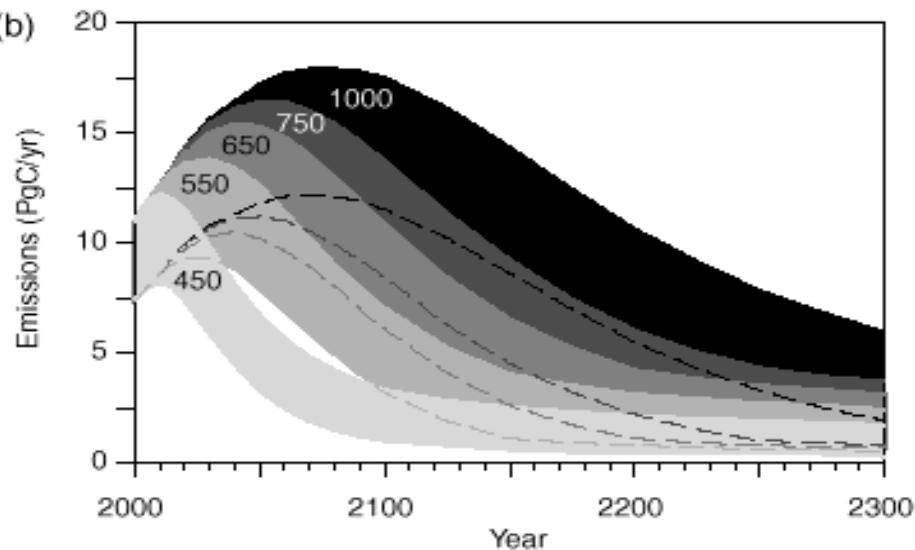
# Stabilisierung der CO<sub>2</sub>-Konzentration und zulässige Emissionen

(a)



IPCC, Third Assessment  
Report (2001)

(b)



Bandbreiten:  
Reaktion des C-Kreislaufes  
(z.B. Dünge-Effekt,  
Verweildauer in Ozeanen)

# Politische Ziele

Europäische Kommission (White Paper 'Energy for the Future', 1997):

„Unless the community succeeds in supplying a *significantly higher share of its energy demand from renewables* over the next decade, an important development opportunity will be missed”

“The strategy and action plan [...] are directed towards the goal of achieving a 12% penetration of renewables in the Union by 2010.”

EU-Richtlinie zur Förderung der erneuerbaren Energie (10/2001)

Europa insgesamt

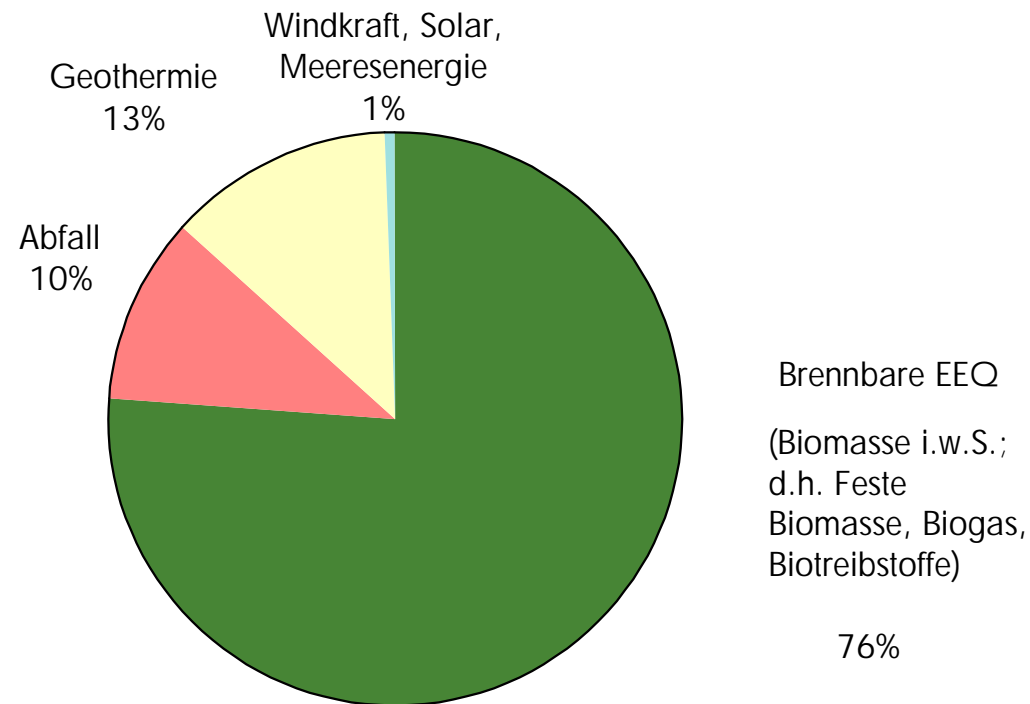
z.B. Energie Schweiz (2001):

Erneuerbare Energie (o. Wasserkraft) + 37% bis 2010

# Erneuerbare Energieträger - Industrieländer

OECD-Länder: 6,1% des Gesamt-Primärenergieeinsatzes  
(darin große Wasserkraftwerke: 2,5%)

Erneuerbare ohne Wasserkraft: Primärenergieeinsatz



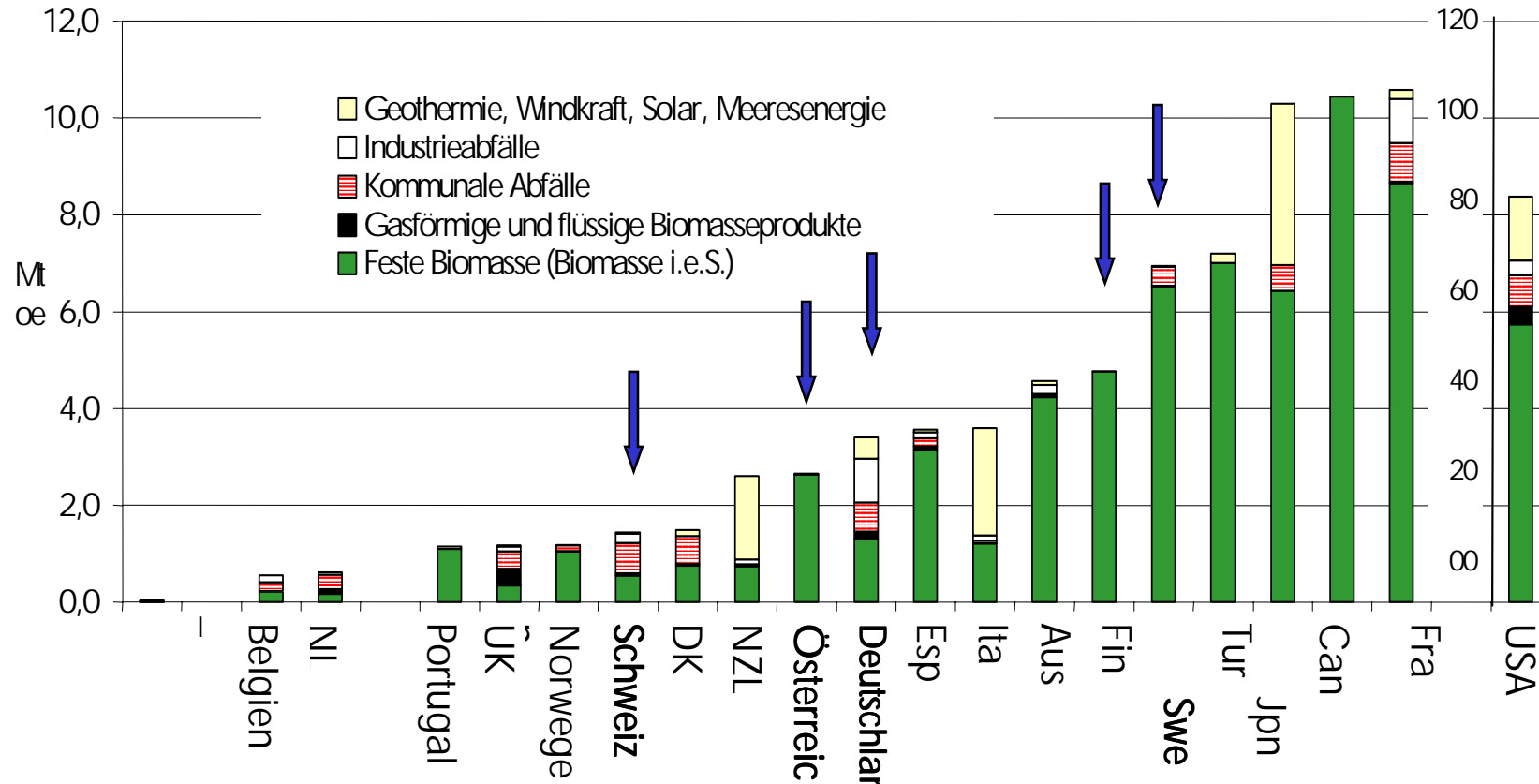
162,9 Mtoe

Q: IEA / OECD, 1997B, ohne Wasserkraftwerke.

# Differenzierung nach Ländern

## Erneuerbare Energiequellen 1995

(ohne Wasserkraft)



Quelle: IEA/OECD

# Politische Instrumente

UK: Non-fossil Fuel Obligation (NFFO)

Strommarkt

Förderung ausgewählter Erneuerbarer (Versteigerungsprozess)

„so that in the not-too-distant future the most promising renewables can compete without financial support“

# Energie aus Biomasse: Potenziale

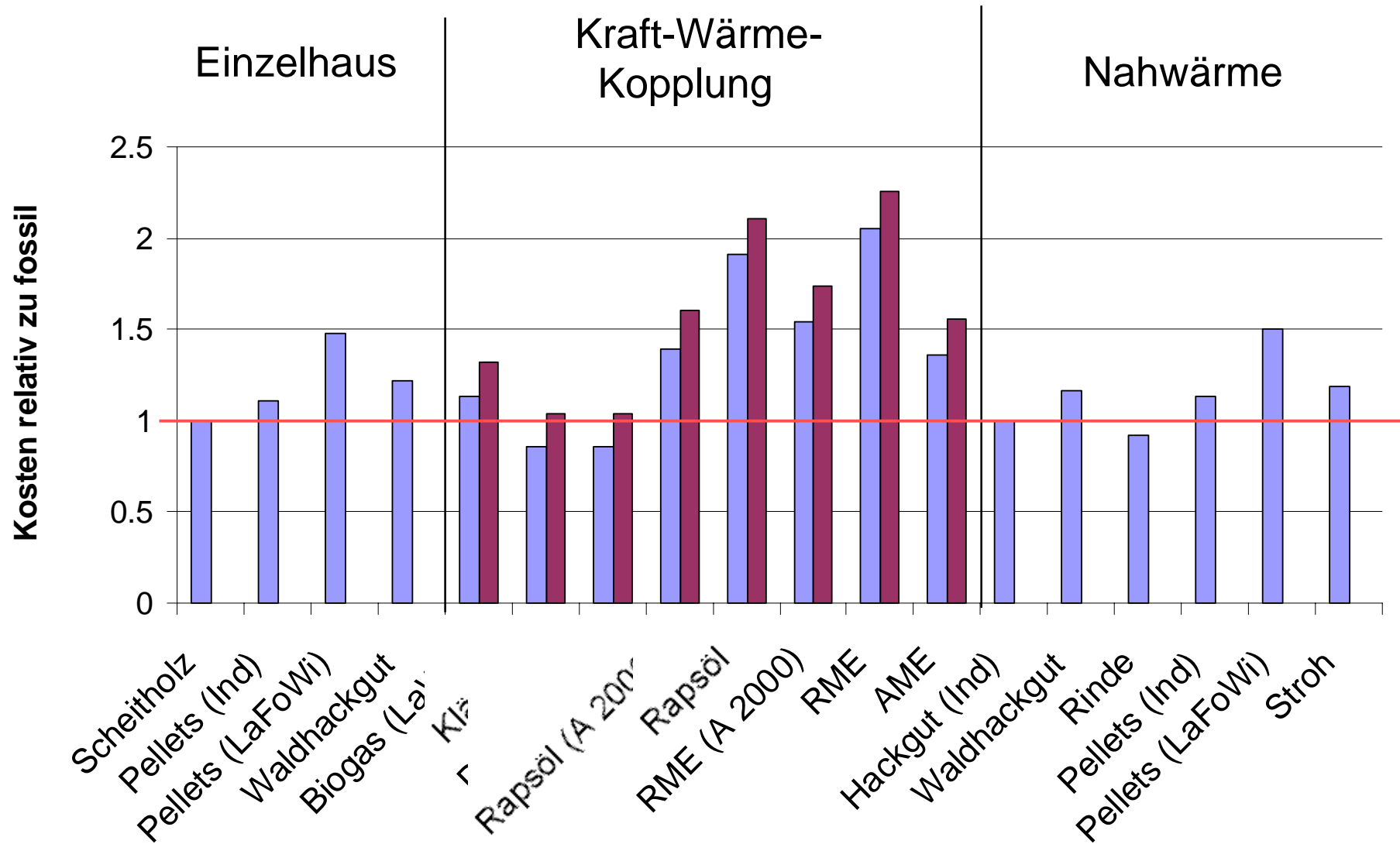
Mittelfristig zusätzliche Potenziale in Österreich (Horizont: 20 Jahre)

		[PJ]	
●	1	Holz	44.67
●	2	Hackgut (Wald), trocken	46.47
●	3	Hackgut (Wald), feucht	44.00
●	4	Pellets (Industrie)	8.11
●	5	Pellets (Land- und Forstwirtschaft)	34.61
	6	Rinde	1.62
●	7	Hackgut (Industrie)	10.30
	8	Stroh	14.00
	9	Gärstoffe der Landwirtschaft (Biogas)	9.43
	10	Klärschlamm (Biogas)	1.40
	11	Deponiegas	1.10
	12	Altspeiseöl	0.72
	13	Rapsöl	4.41

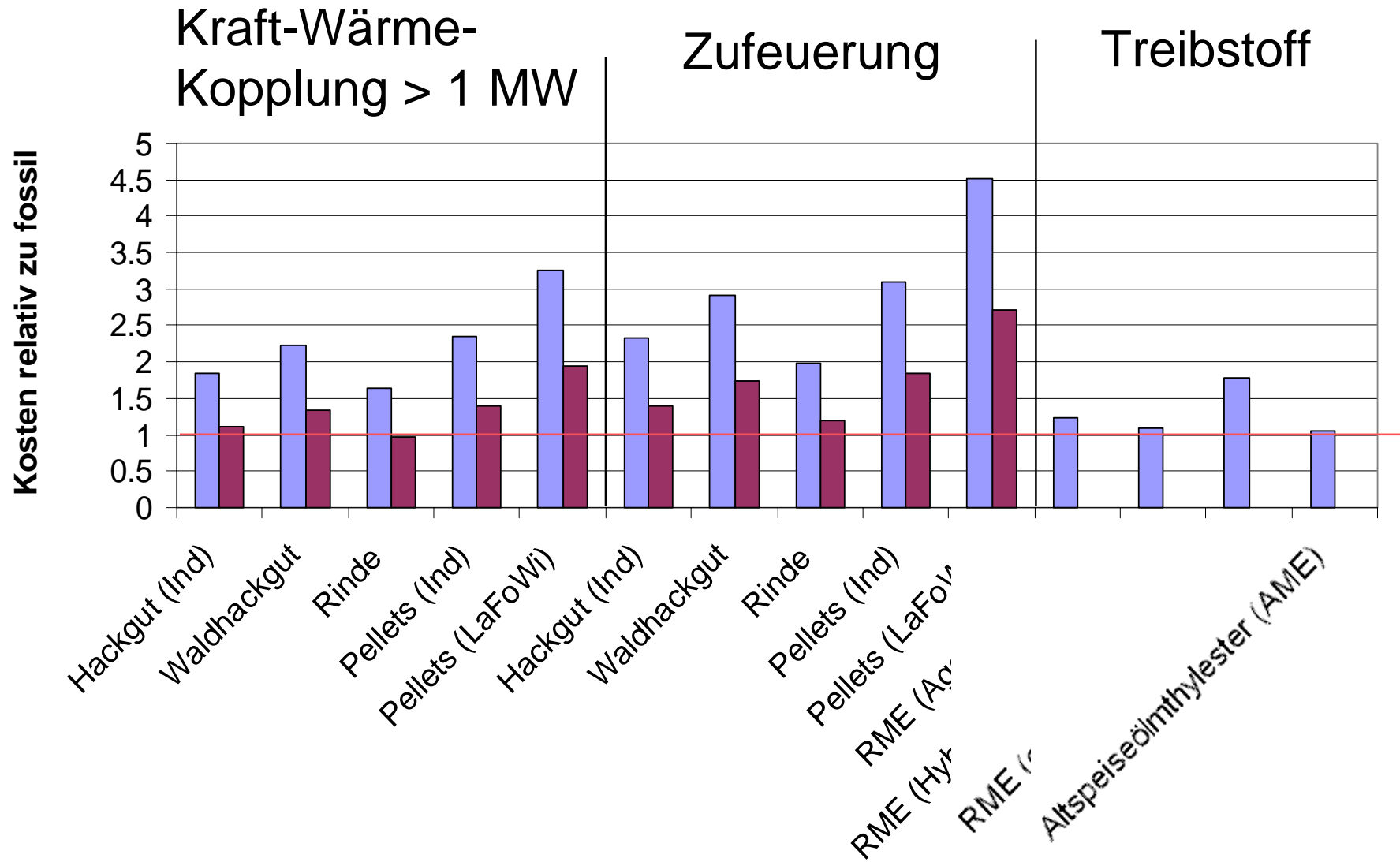
Gesamter jährlicher Primärenergiebedarf Österreichs: ~1200 PJ

Darin erneuerbare Energie ohne Wasserkraft ~ 150 PJ (13%)

# Technologien und Nutzenergie-Kosten



# Technologien und Nutzenergie-Kosten



# Ökonomische Modellierung

## Ansprüche

makroökonomische Rückwirkungen

strukturelle Effekte

Analyse diskret spezifizierter Biomasse-Technologien

Mengenbeschränkungen im Biomasse-Angebot

Spezifikation institutioneller Beschränkungen am Arbeitsmarkt

## Computable General Equilibrium

Grundidee

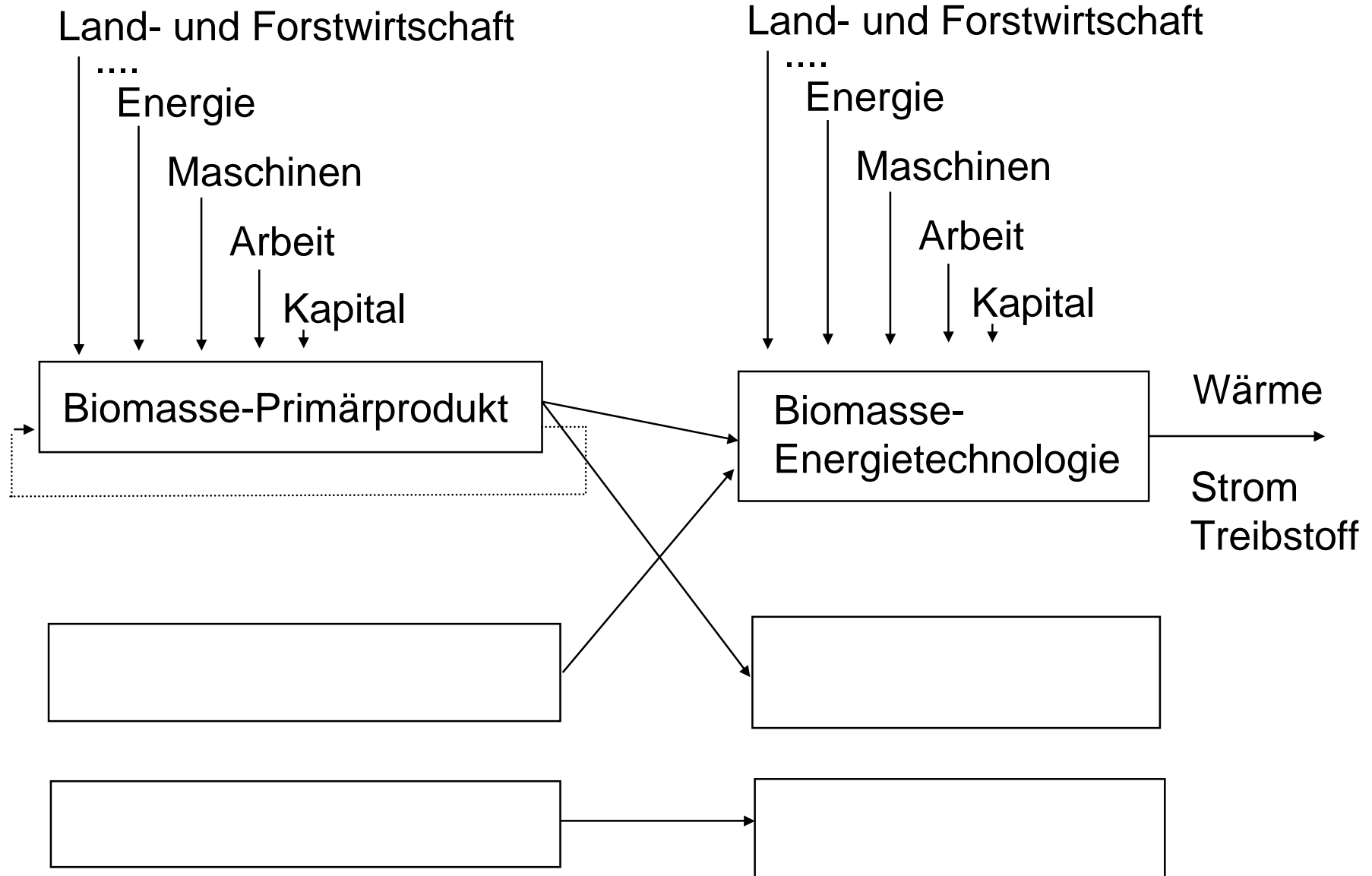
Lösungsalgorithmen

# Social Accounting Matrix

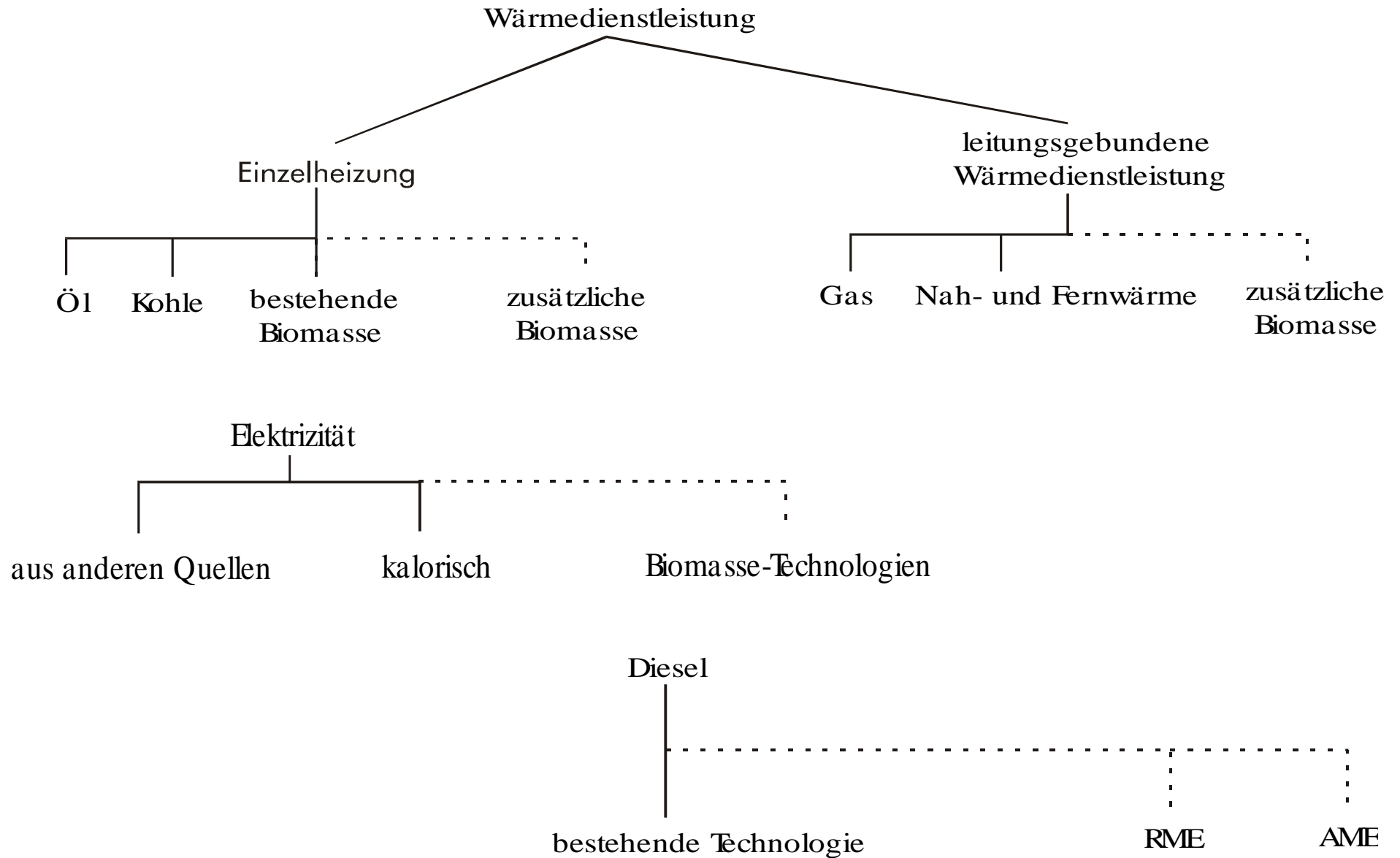
Basis: Input-Output-Tabelle und Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung

	Branchen	Prod.faktoren	Haushalt	Öff. Hand	Finanzkapital	ROW
Branchen	Input-Output-Tabelle		Priv. Konsum	Öff. Konsum	Investitionen	Exporte
Prod.faktoren	Wert-schöpfung					
Haushalt		Allokation		Transfers		
Öff. Hand	Ind. Steuern und Zölle		Einkommens-steuer			
Finanzkapital			Priv. Sparen	Öff. Sparen		Ausl. Sparen
ROW	Importe					

# Modellierung Biomasse

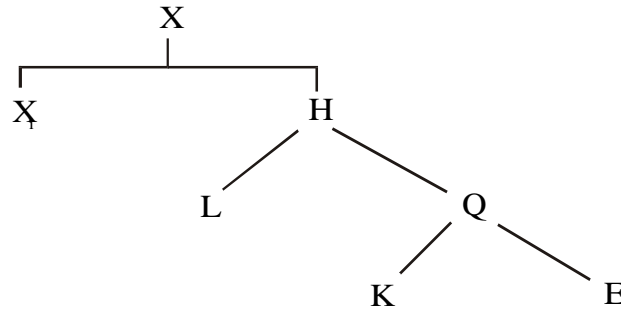


# Modellierung Energiemärkte



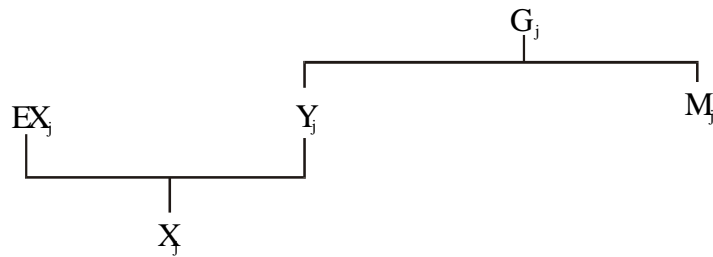
# Weitere Modellstruktur

Produktion



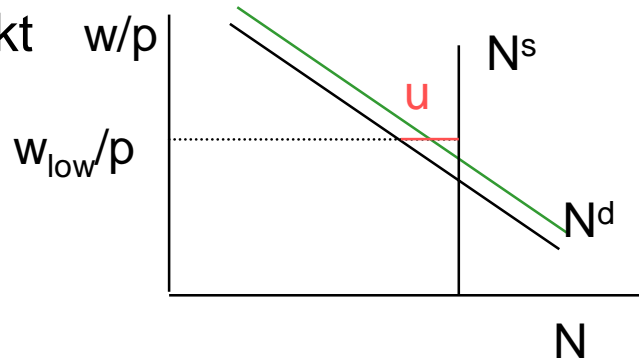
$$Q_j = \left( \delta_{Q_j} K_j^{\frac{\sigma_{Q_j}-1}{\sigma_{Q_j}}} + (1-\delta_{Q_j}) E_j^{\frac{\sigma_{Q_j}-1}{\sigma_{Q_j}}} \right)^{\frac{\sigma_{Q_j}}{\sigma_{Q_j}-1}}$$

Außenhandel



$$G_s = \left( \varphi_{G_s} Y_s^{\frac{\varepsilon_{st}-1}{\varepsilon_{st}}} + (1-\varphi_{G_s}) M_s^{\frac{\varepsilon_{st}-1}{\varepsilon_{st}}} \right)^{\frac{\varepsilon_{st}}{\varepsilon_{st}-1}}$$

Arbeitsmarkt

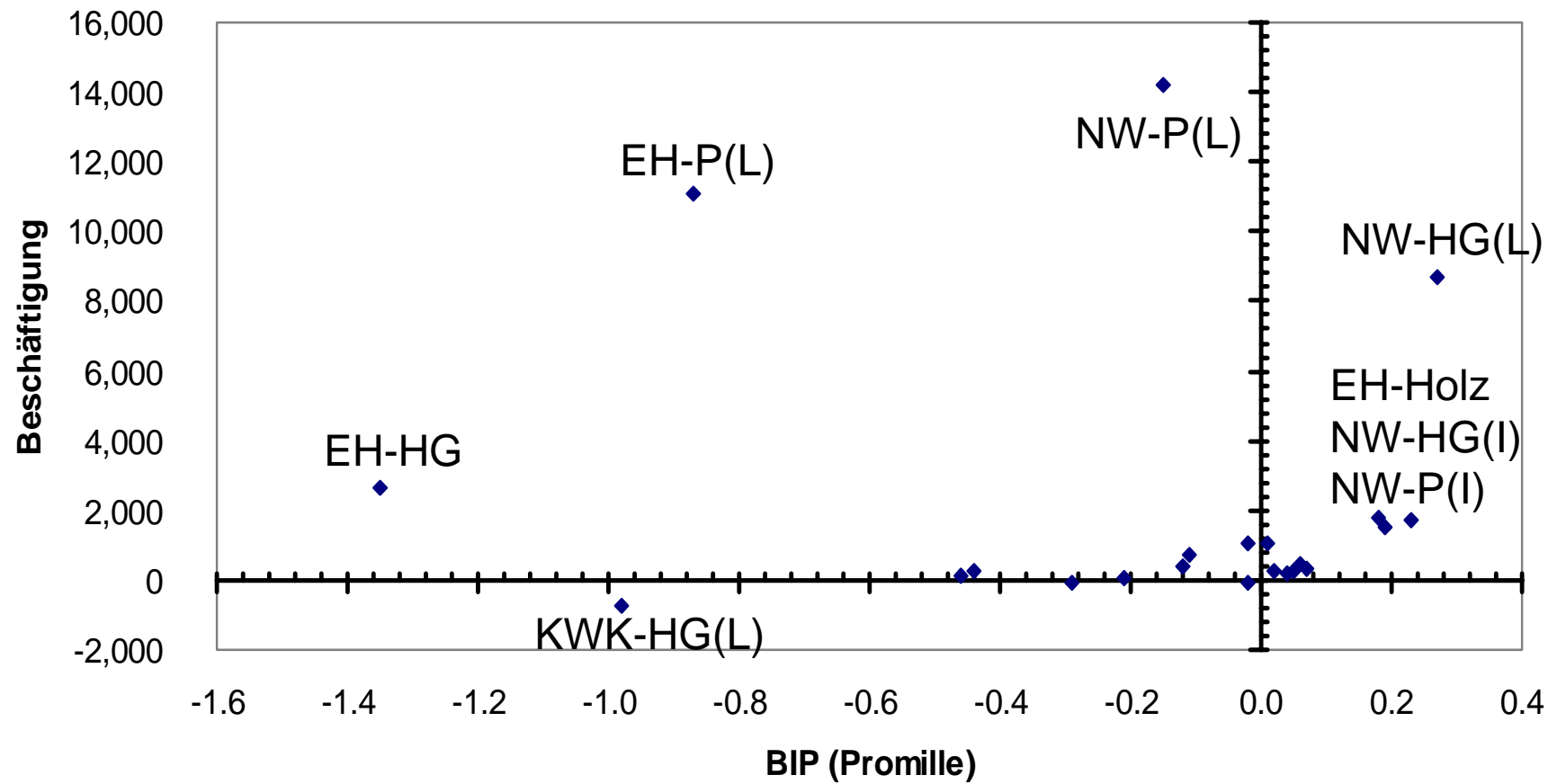


$$\frac{w}{p} \geq \overline{w_{low}} \quad \perp u$$

# Simulationsergebnisse

	KWK-Biogas (LaWi)	NW-Hackgut (FoWi)
Beschäftigung	393	8.666
BIP (%)	-0,012	0,027
CO <sub>2</sub> -Emissionen (Mio. t)	-1.087	-2.953
Budget (Mio. €)		
arbeitsbasierte Einnahmen	1	56
Biomasse-Förderungen	-19	-126
Netto-Kosten	23	67
Fossile Importe (Mio. €)	-30	-124
Zusätzliches Biomasse-Angebot		
Wärme (Nutzenergie, PJ)	5.375	30.800
Elektrizität (PJ)	2.900	0
Förderrate (% Gesamtkosten)	14	16

# Simulationsergebnisse



# Simulationsergebnisse 15€/ t CO<sub>2</sub>

	<b>Steuer</b>	<b>plus Förderung</b> (1/3 d. Steuereinnahmen)	<b>inkl. Kap.effekt</b>
Beschäftigung	3.100	12.483	18.565
BIP (%)	-0,042	-0,091	0,099
CO <sub>2</sub> -Emissionen (Mio. t)	-4,994	-10,343	-10,267
Budget (Mio. €)			
arbeitsbasierte Einnahmen	4	56	109
CO <sub>2</sub> -Steuern	533	447	448
Biomasse-Förderungen	0	-146	-146
Netto-Einnahmen-Überschuss	544	324	389
Fossile Importe (Mio. €)	-128	-341	-338
Zusätzliches Biomasse-Angebot			
Wärme (Nutzenergie, PJ)	14,331	60,307	60,307
Treibstoff (PJ)	0,720	5,130	5,130
Elektrizität (PJ)	0,769	3,669	3,669

# Schlussfolgerungen

Modellierung

Statische – Dynamische Analyse

Klassifikation von Technologien

Nettokosten von Förderungen, Netto-CO<sub>2</sub>-Bilanz

Ausgestaltung der Bio-Energie-Politik

Technologie-Auswahl: Empfehlung Nahwärme (Hackgut, Pellets)

fraglich: Zufeuerung

Chancen bei ausdifferenzierter Politik

# Literatur

Pichl, C., W. Puwein, I. Obernberger, K. Steininger, H. Voraberger (1999), *Erneuerbare Energieträger in Österreichs Wirtschaft – Volkswirtschaftliche Evaluierung am Beispiel der Biomasse*, Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung (WIFO), Wien.

Karl W. Steininger and Herbert Voraberger, Exploiting the Medium-term Biomass Energy Potentials in Austria: A Comparison of Costs and Macroeconomic Impact. *Environmental and Resource Economics* 24 (2003): 359-377.