



# **Energetische Nutzung von Biomasse, Schwerpunkt thermische Verwertung**

zum Solarstammtisch  
am 24. Februar 2008 in Gollhofen

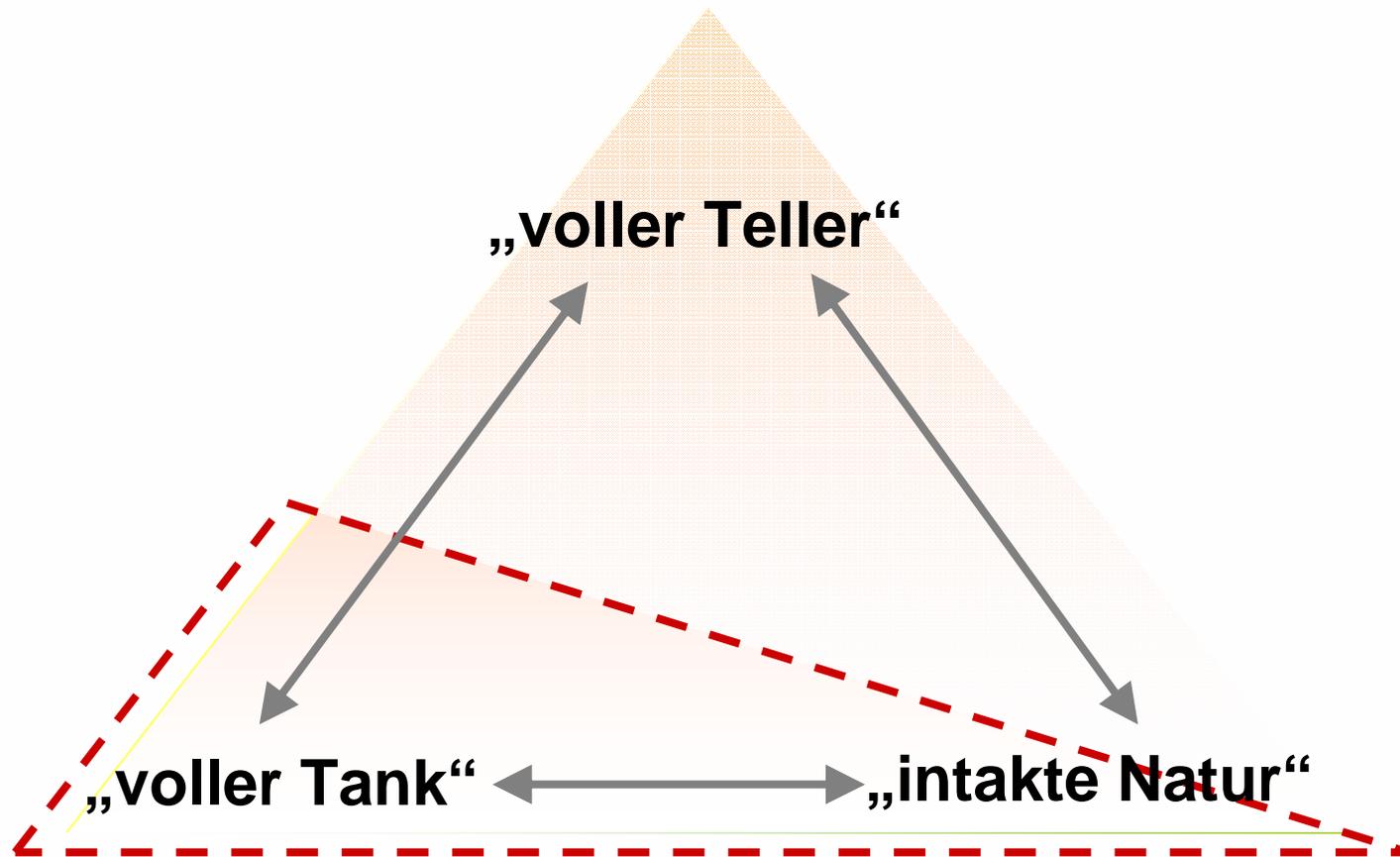
**Stefan Berenz**

Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues  
**Technische Universität München - Weihenstephan**



# Konkurrierende Ziele im magischen Dreieck

## Bedürfnisse des Menschen in der westlichen Welt



nach Klaus Töpfer

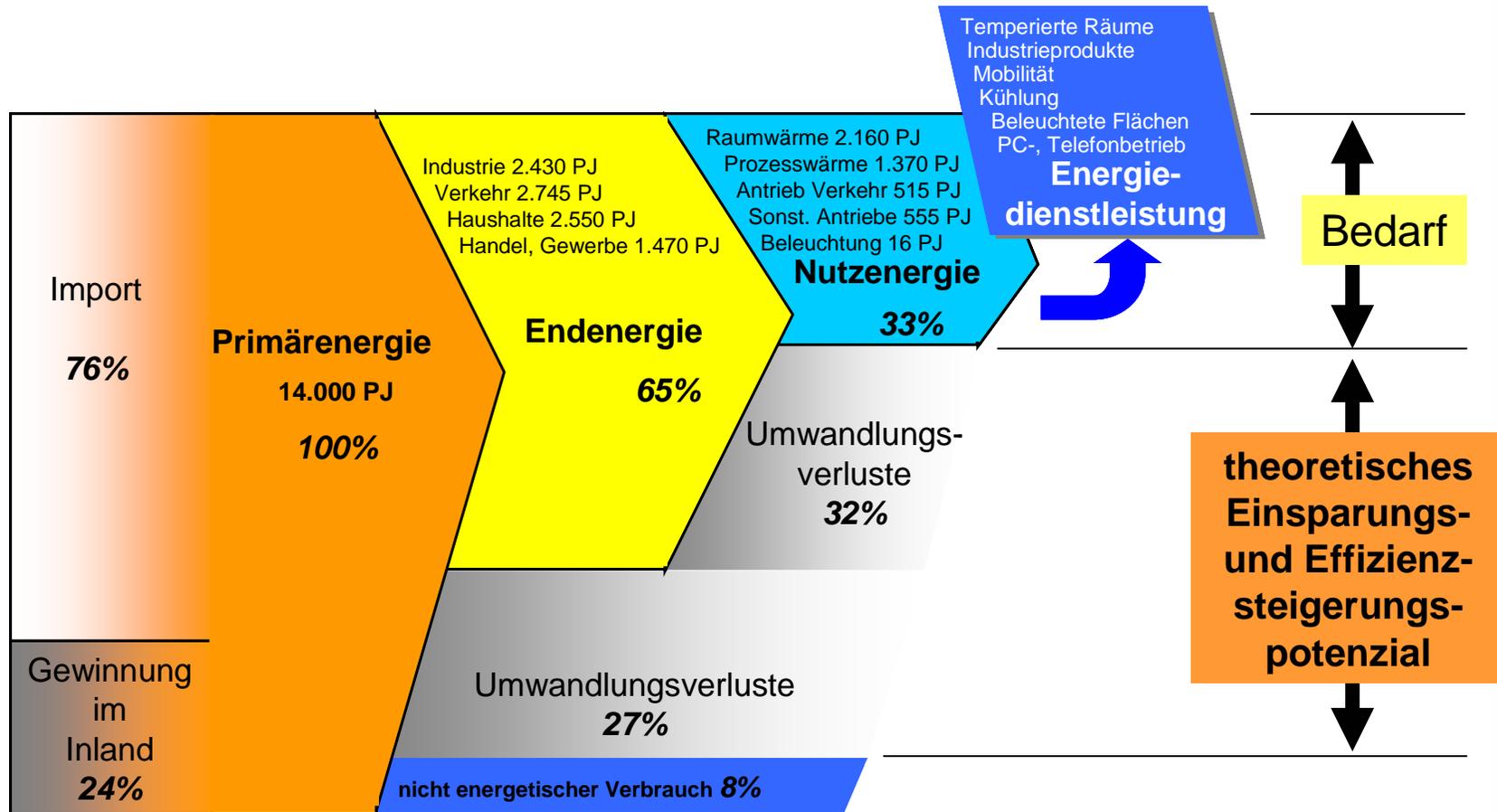


1. Überblick zu Energie und Biomasse
2. **Thermische Nutzung von Biomasse am Beispiel Pappel-Kurzumtriebsplantagen**
3.  $2 \text{ MW}_{\text{el}} = 5 \text{ MW}_{\text{Biogas}}$  – Chancen und Risiken für eine Region



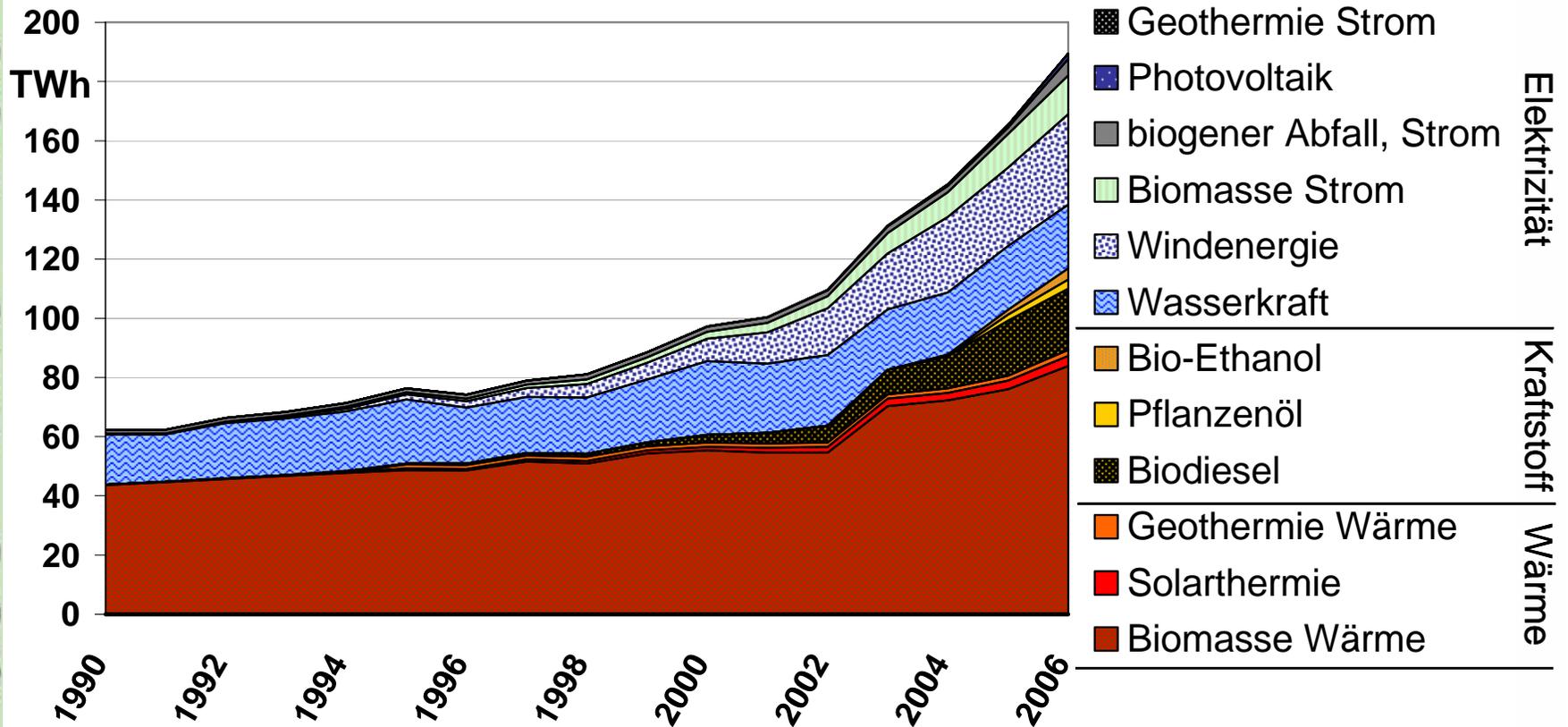
1. Überblick zu Energie und Biomasse
2. Thermische Nutzung von Biomasse am Beispiel Pappel-Kurzumtriebsplantagen
3.  $2 \text{ MW}_{\text{el}} = 5 \text{ MW}_{\text{Biogas}}$  – Chancen und Risiken für eine Region

# Energienutzungssystem in Deutschland



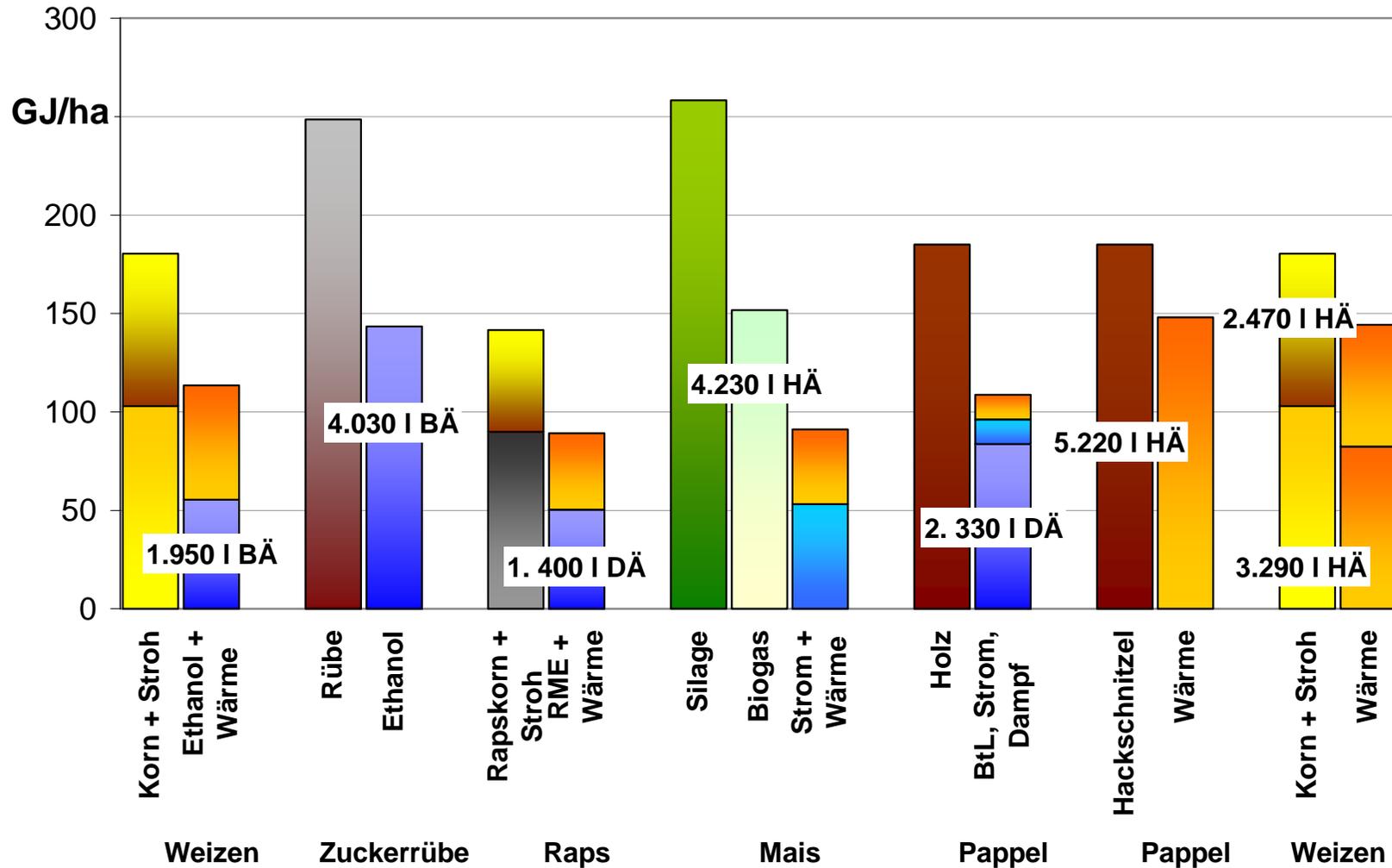
nach Rat für nachhaltige Entwicklung 2003, AG Energiebilanzen 2003

# Zeitliche Entwicklung der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien seit 1990 in Deutschland



eigene Darstellung nach BMU 2006 und BMU 2007

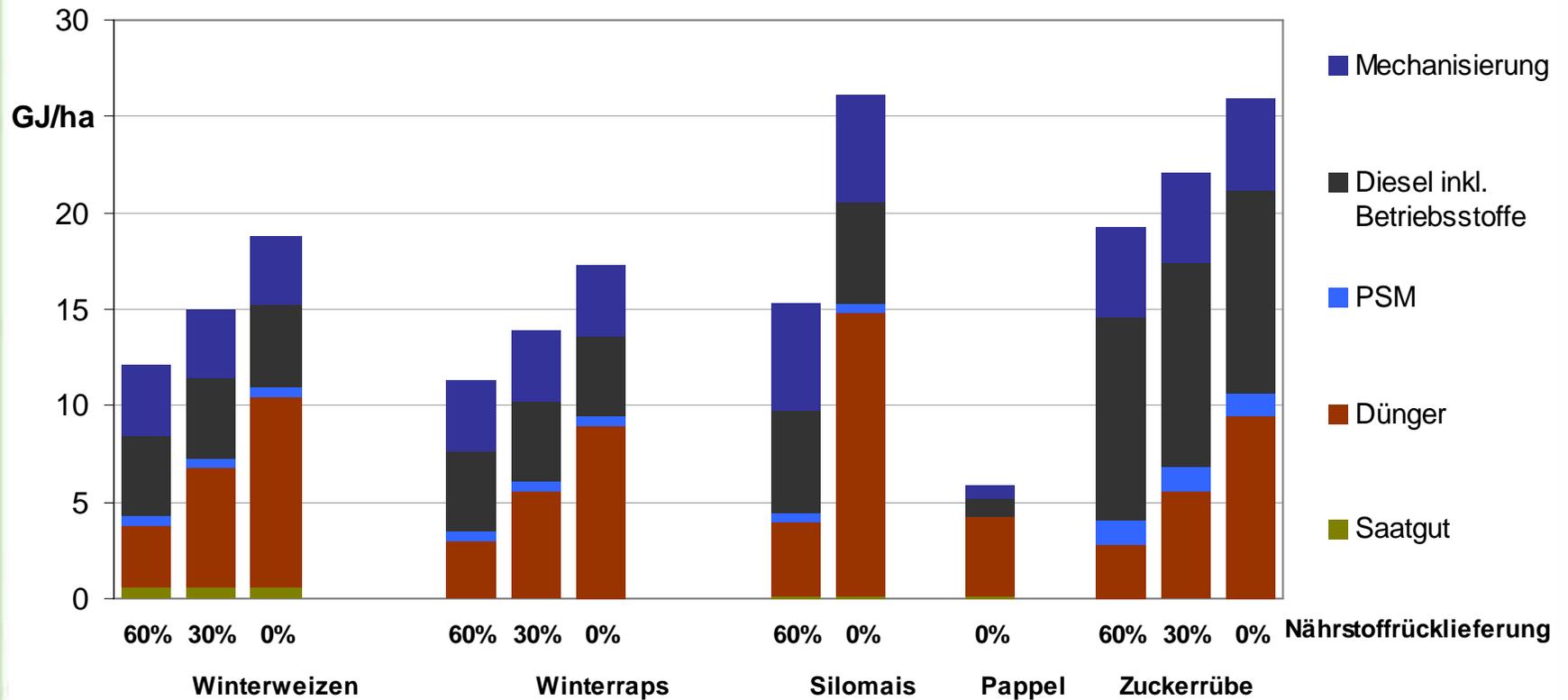
# Brutto- Primär- und Endenergiegehalt verschiedener Kulturen



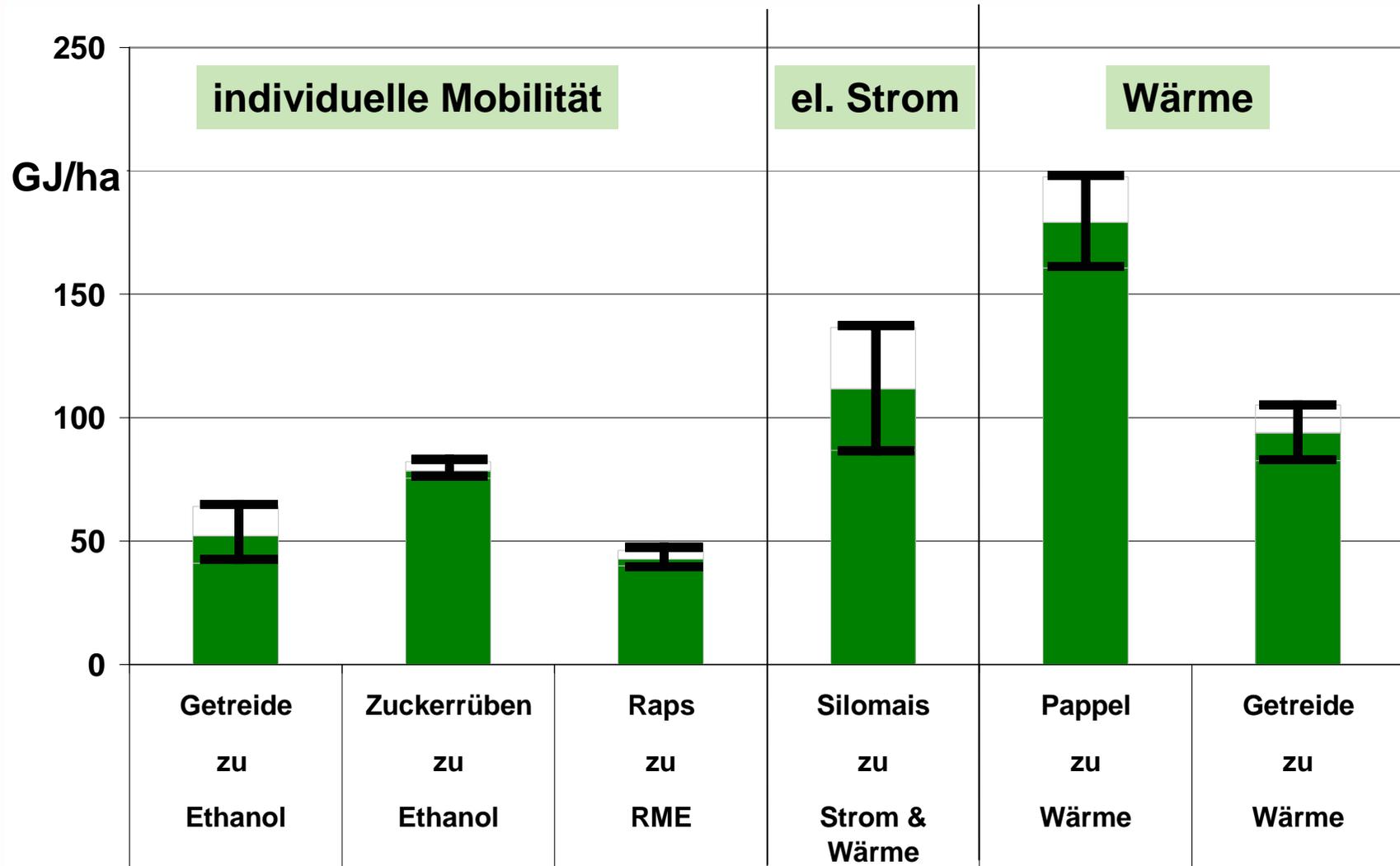
BÄ: Benzinäquivalent, DÄ: Dieseläquivalent, HÄ: Heizöläquivalent

Weizenkorn: 7,7 t/ha, Rapssaar 3,5 t/ha, Mais: 45 t/ha, Zuckerrübe: 60 t/ha, Pappel: 10 t<sub>atro</sub>/ha

# Energieinput zu ausgewählter Kulturen bei verschiedenen Düngungsvarianten



# Netto-Energieertrag ausgewählter Kulturen





1. Überblick zu Energie und Biomasse
- 2. Thermische Nutzung von Biomasse am Beispiel Pappel-Kurzumtriebsplantagen**
3.  $2 \text{ MW}_{\text{el}} = 5 \text{ MW}_{\text{Biogas}}$  – Chancen und Risiken für eine Region

# Mehrjährige Energiekulturen



## Kurzumtriebsplantagen

Pappel



Wärmeerzeugung

Weide

BtL Kraftstoffe

Miscanthus



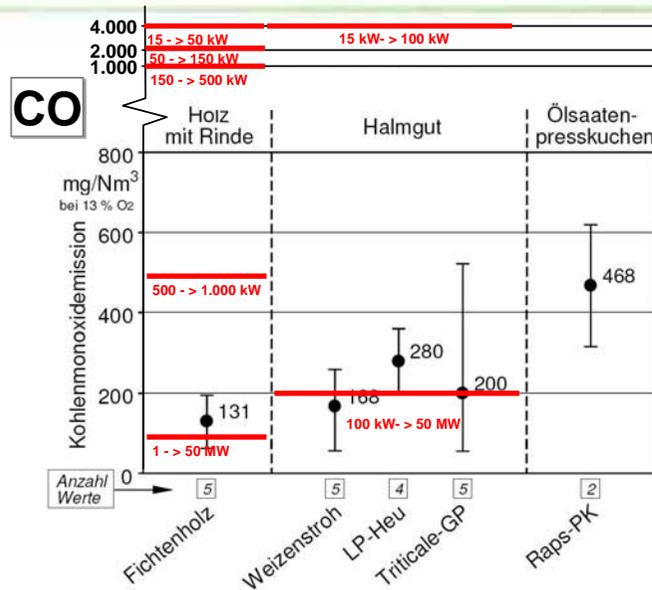
Wärmeerzeugung

„Ackerfutter“

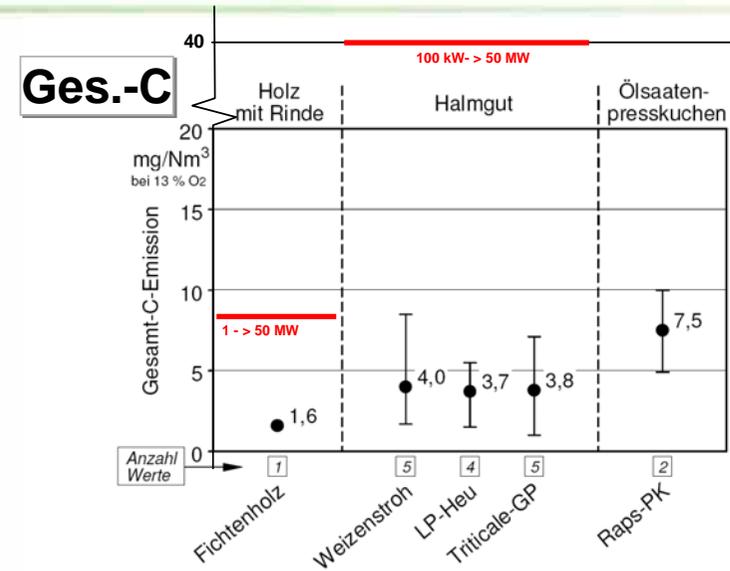


Biogaserzeugung

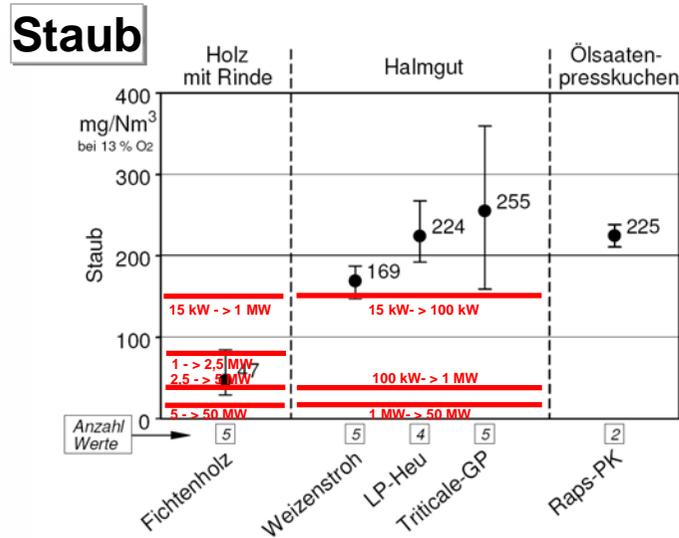
# gemessene Emissionen und Grenzwerte



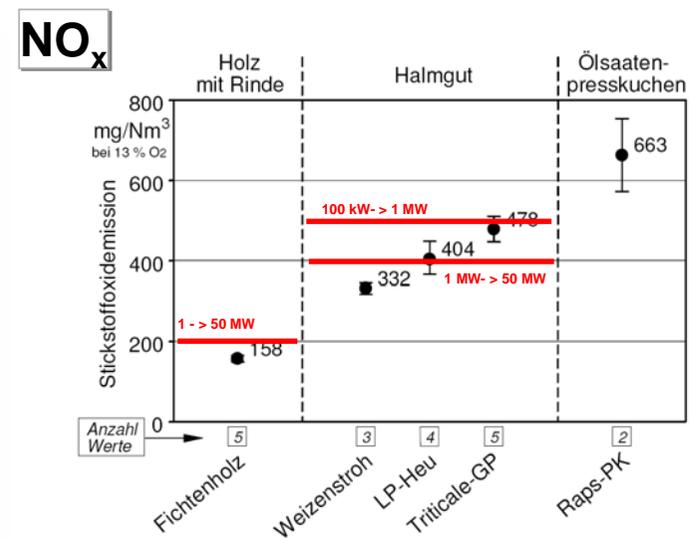
Emissionsbegrenzungen nach 1. BImSchV und TA Luft



Emissionsbegrenzungen nach 1. BImSchV und TA Luft

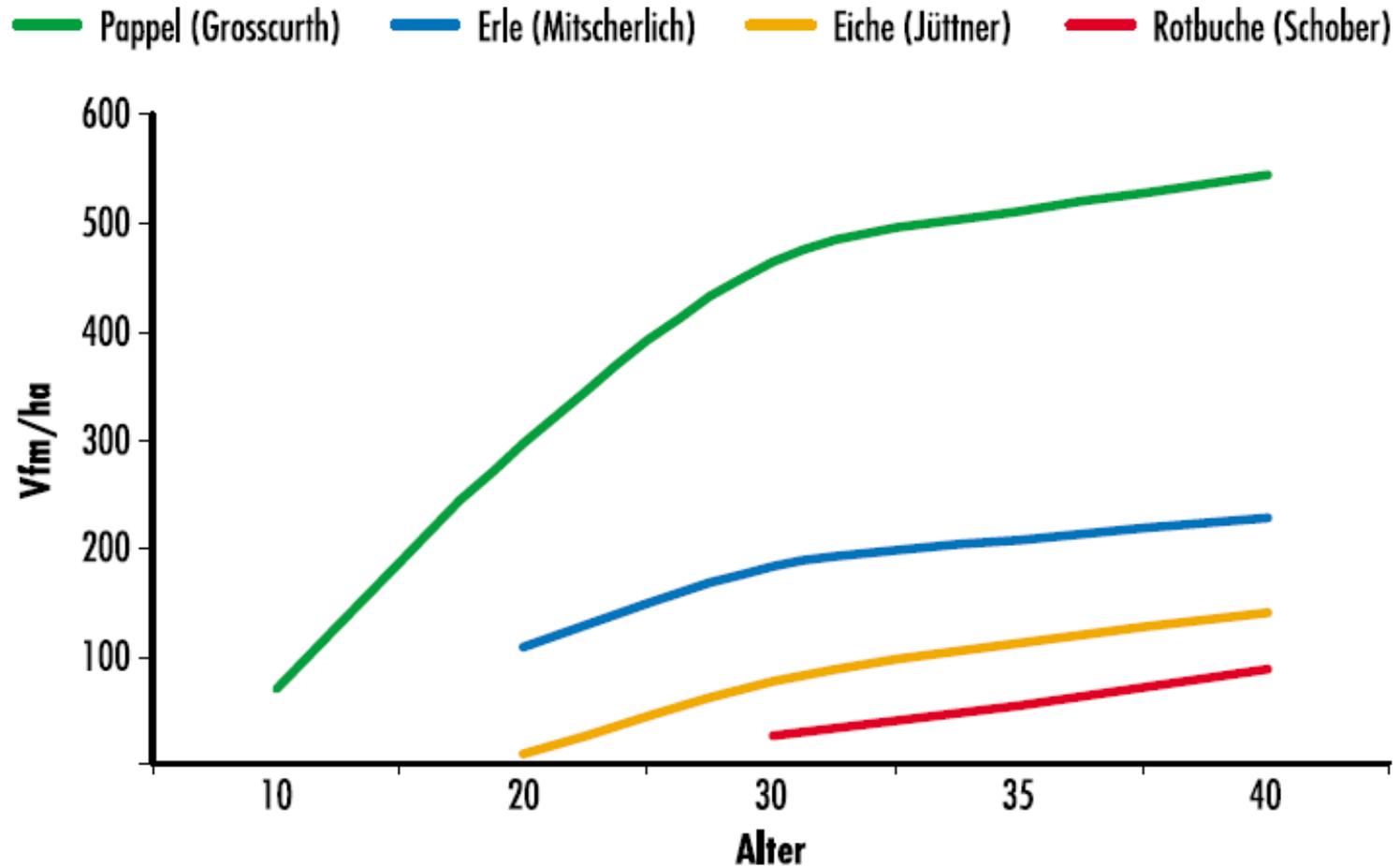


Emissionsbegrenzungen nach 1. BImSchV und TA Luft



Emissionsbegrenzungen nach 1. BImSchV und TA Luft

# Ertragstafelvergleich von Pappel, Buche, Eiche und Erle



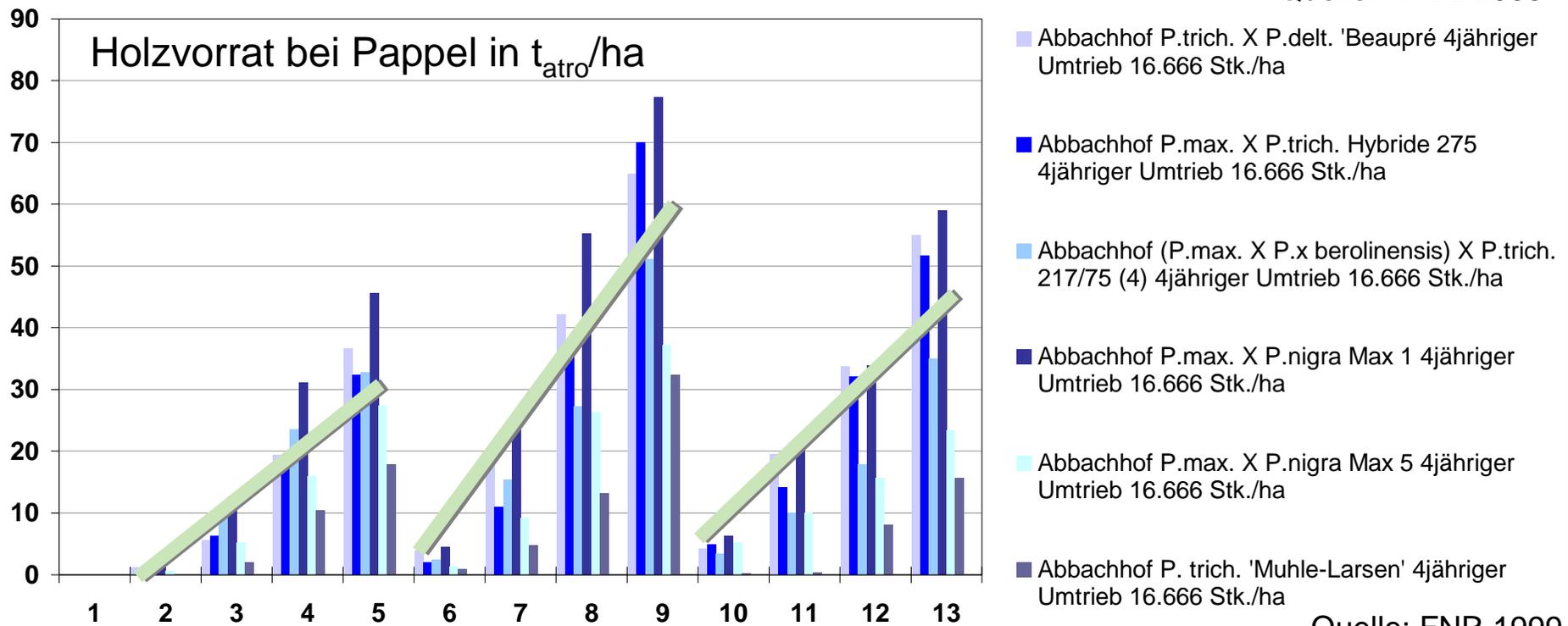
Vorratsfestmeter (Vfm), er wird gemessen mit Rinde, Angabe des Holzvorrates eines stehenden Baumes oder eines stehenden Waldes oder Baumbestandes und erfasst nur das Derbholz

FNR 2007

# Kurzumtriebsplantagen - Standortspezifika und Erträge

Kultur	Standortkategorie Wasserversorgung Ertrag	1	2	3
		Gering	Normal	Hoch
		t TM/(ha * a)		
Pappel		4 – 8	8 – 12	12 – 16
Weide		2 – 5	5 – 9	9 – 14

Quelle: KTBL 2006



Quelle: FNR 1999

# Anlegen von Kurzumtriebsplantagen



Pflanzung mit dem Step-Planter

Fotos: FNR 2007

Konventionelle Pflanzmaschine



# Teilmechanisierte Ernte von Energiewäldern



Fotos: LWF

Solarstammtisch am 24. Februar 2008 in Gollhofen

# Vollmechanisierte Ernte von Energiewäldern



Fotos:  
Claas,  
LWF, FNR

# Rekultivierung von Kurzumtriebsplantagen



Rodungsfräse



Ergebnis Einsatz Rodungsfräse



Fotos: Herning, Vetter, TLL

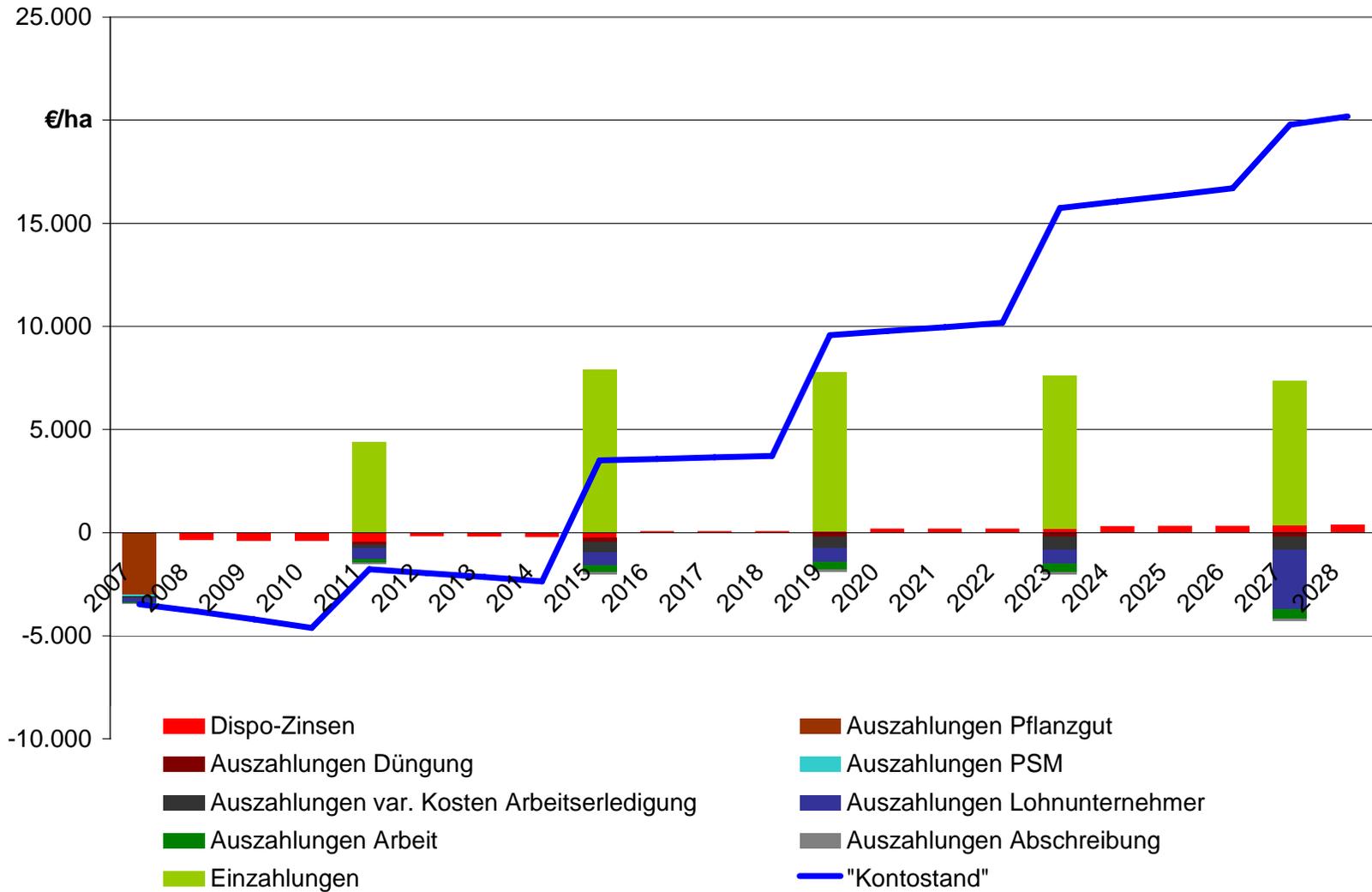
# Ökonomie zu einer Kurzumtriebsplantage – Annahmen für die Kalkulationen

Annahmen		Kosten und Preise zum Jahr 2007 (o. MWSt.)					
		Bezeichnung	Einheit	Wert			
Jahr der Anlage der Plantage	2007						
Dauer je Umtrieb in Jahren	4	Stecklinge	€/Stk.	0,20			
Anzahl Umtriebe	5	P2O5	€/kg	0,67			
Stecklinge pro Hektar	15.000	K2O	€/kg	0,50			
durchschnittliche jährliche Teuerungsrate	2,0%	PSM	€/ha	80			
Zinssatz "Finanzierung"	5,0%	Diesel	€/l	0,95			
Zinssatz "Dispo - Soll"	10,0%	Schmierstoffe	€/kg	2,00			
Zinssatz "Dispo - Haben"	2,0%	Arbeit	€/AKh	15			
		Fläche	€/ha	350			
		Erlös Hackschnitzel	€/tatro	135			
Nummer Umtrieb		1	2	3	4	5	6
Erntejahre		2011	2015	2019	2023	2027	2031
<b>TM-Erträge der einzelnen Umtriebe</b>		<b>30</b>	<b>50</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>35</b>	<b>0</b>
durchschnittliche TM-Erträge je Umtrieb		30,0	40,0	41,7	41,3	40,0	
durchschnittliche TM-Erträge je Jahr		7,5	10,0	10,4	10,3	10,0	

## Mechanisierung nach KTBL 2006

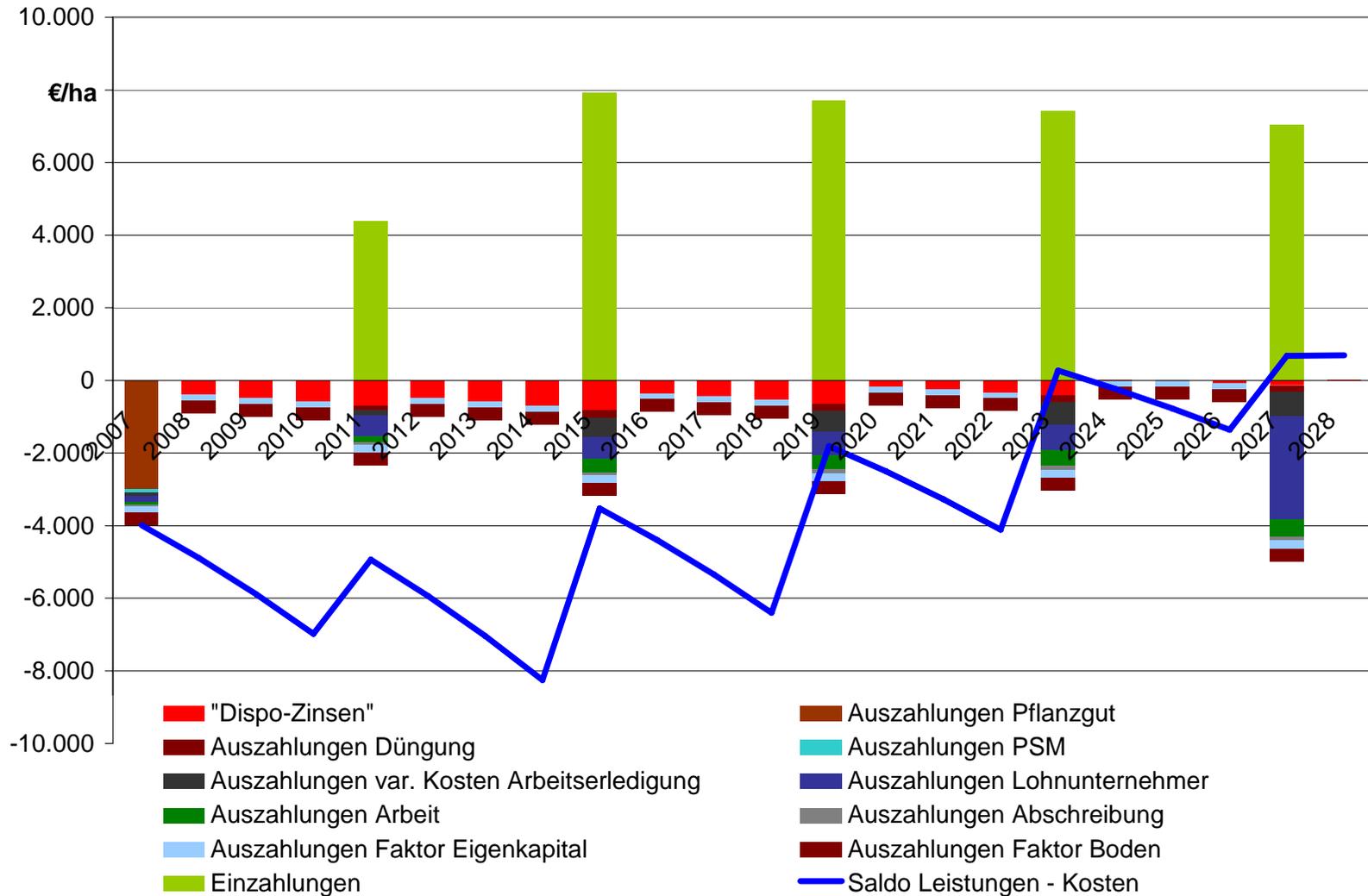
Quellen: KTBL 2006, FNR 1999

# Liquiditätsbetrachtung ohne Berücksichtigung der Faktorkosten („Geldbeutel-Rechnung“)



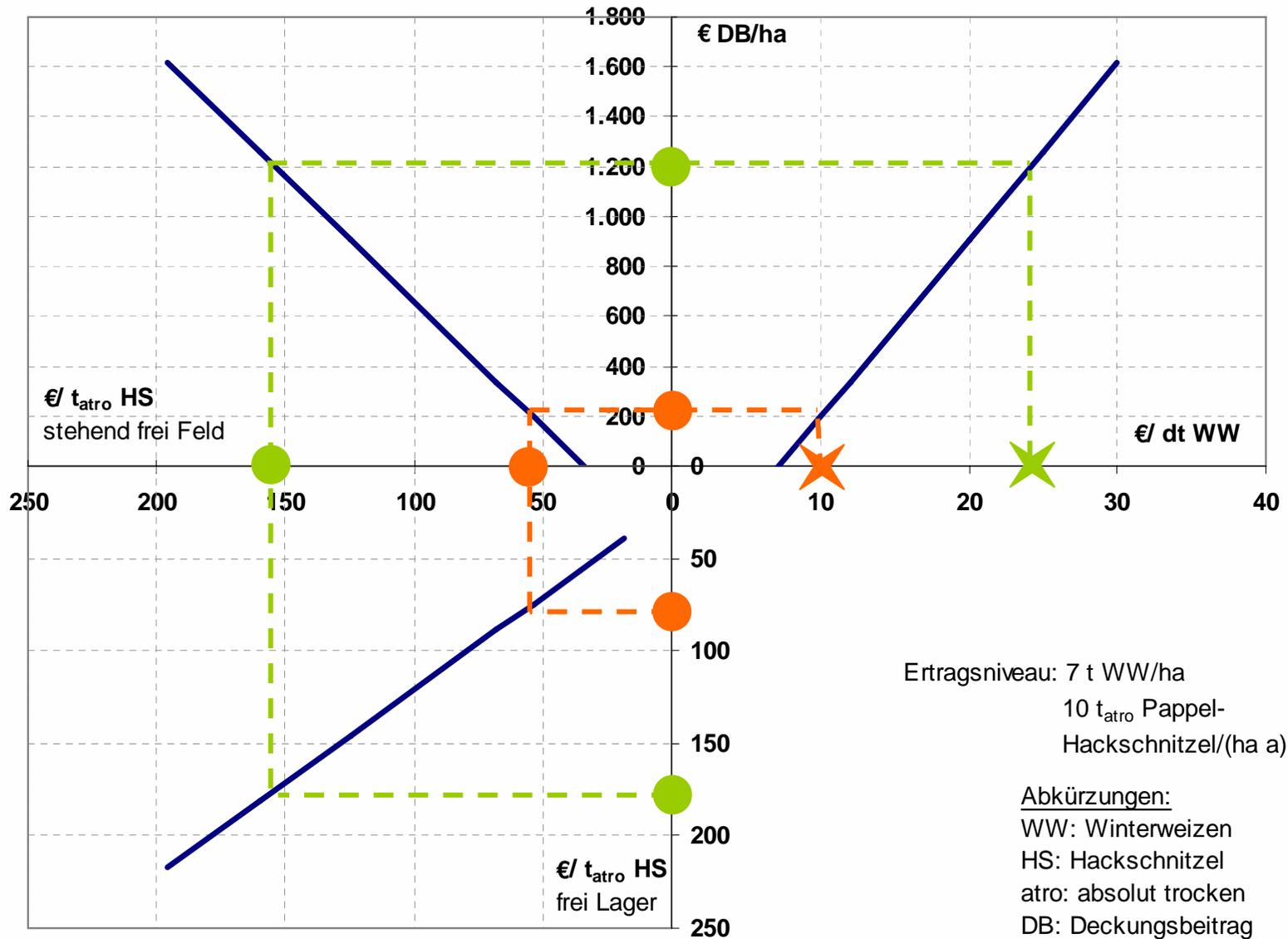
Quellen: eigene Berechnungen nach KTBL 2006, FNR 1999

# Ökonomische Situation einer Kurzumtriebsplantage – „Girokonto Kurzumtriebsplantage“ inkl. Faktorkosten



Quellen: eigene Berechnungen nach KTBL 2006, FNR 1999

# Ableitung des Hackschnitzelpreises vom Weizenpreis



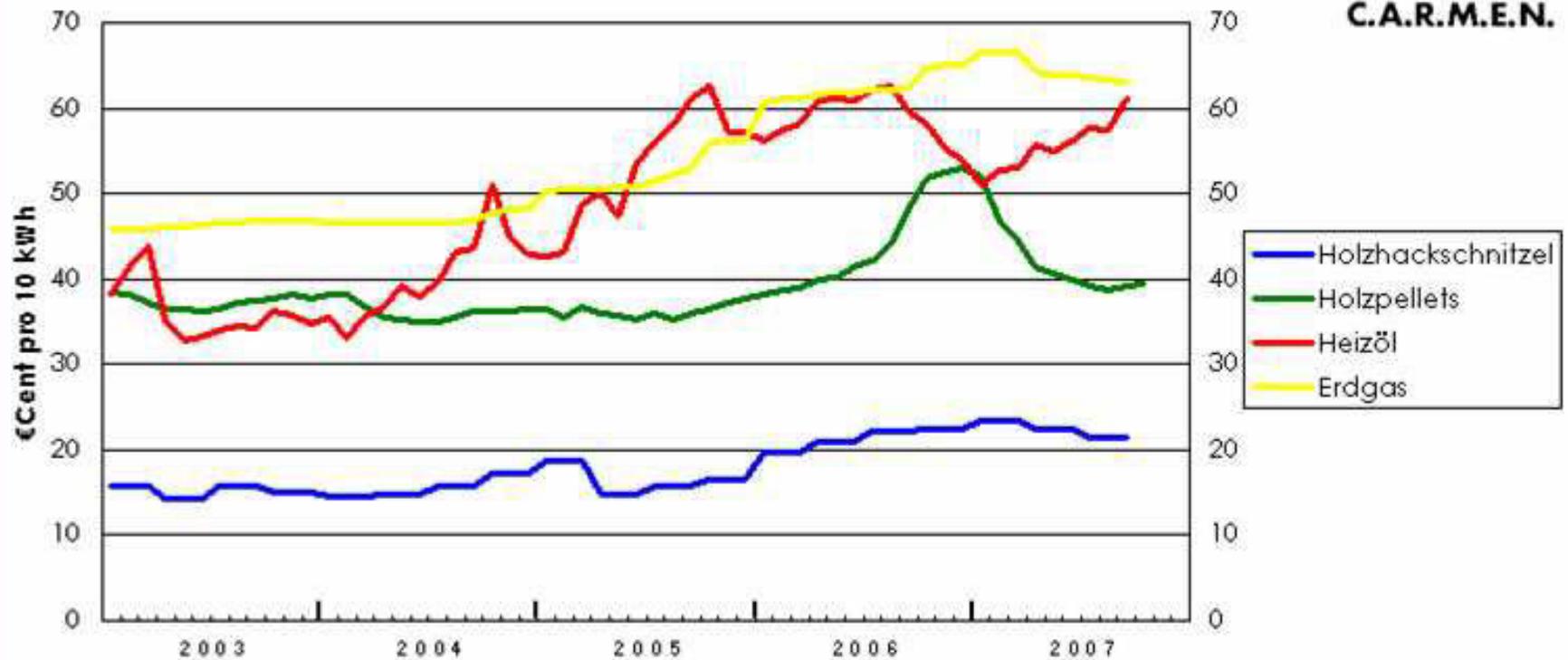
Ertragsniveau: 7 t WW/ha  
 10 t<sub>atro</sub> Pappel-  
 Hackschnitzel/(ha a)

Abkürzungen:  
 WW: Winterweizen  
 HS: Hackschnitzel  
 atro: absolut trocken  
 DB: Deckungsbeitrag

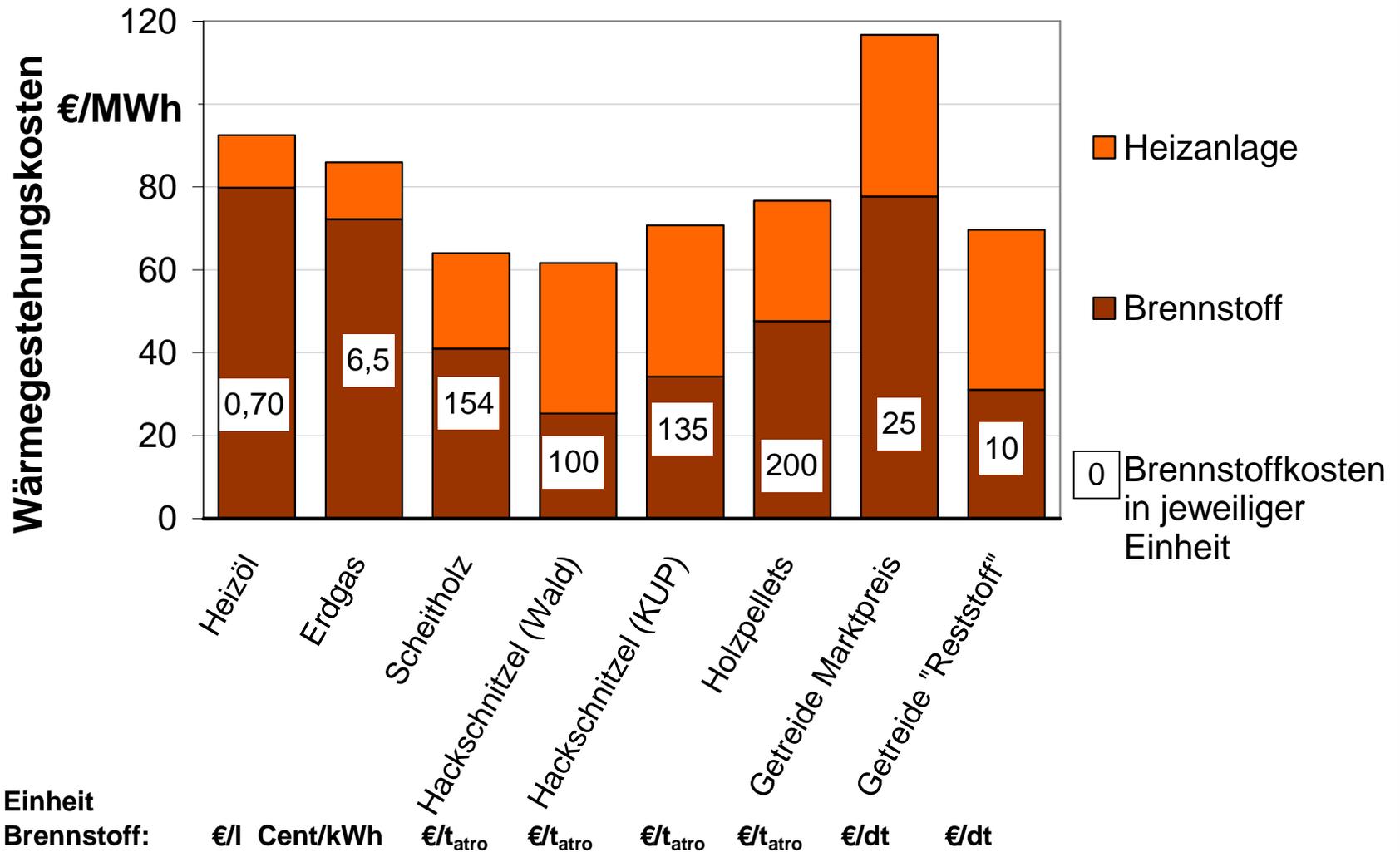
# Preisentwicklung verschiedener Energieträger



Preisentwicklung bei Holzhackschnitzeln, Holzpellets, Heizöl und Erdgas



# Wärmebereitstellungskosten aus verschiedenen Energieträgern



nach C.A.R.M.E.N. e.V. 2007, MWV 2007, EUROSTAT 2007

# Was darf eine Biomasse-Heizung mehr kosten als eine Heizöl-Heizung?

## Vorgehensweise

Vergleich jährliche Brennstoffkosten Heizöl vs. Biomasse

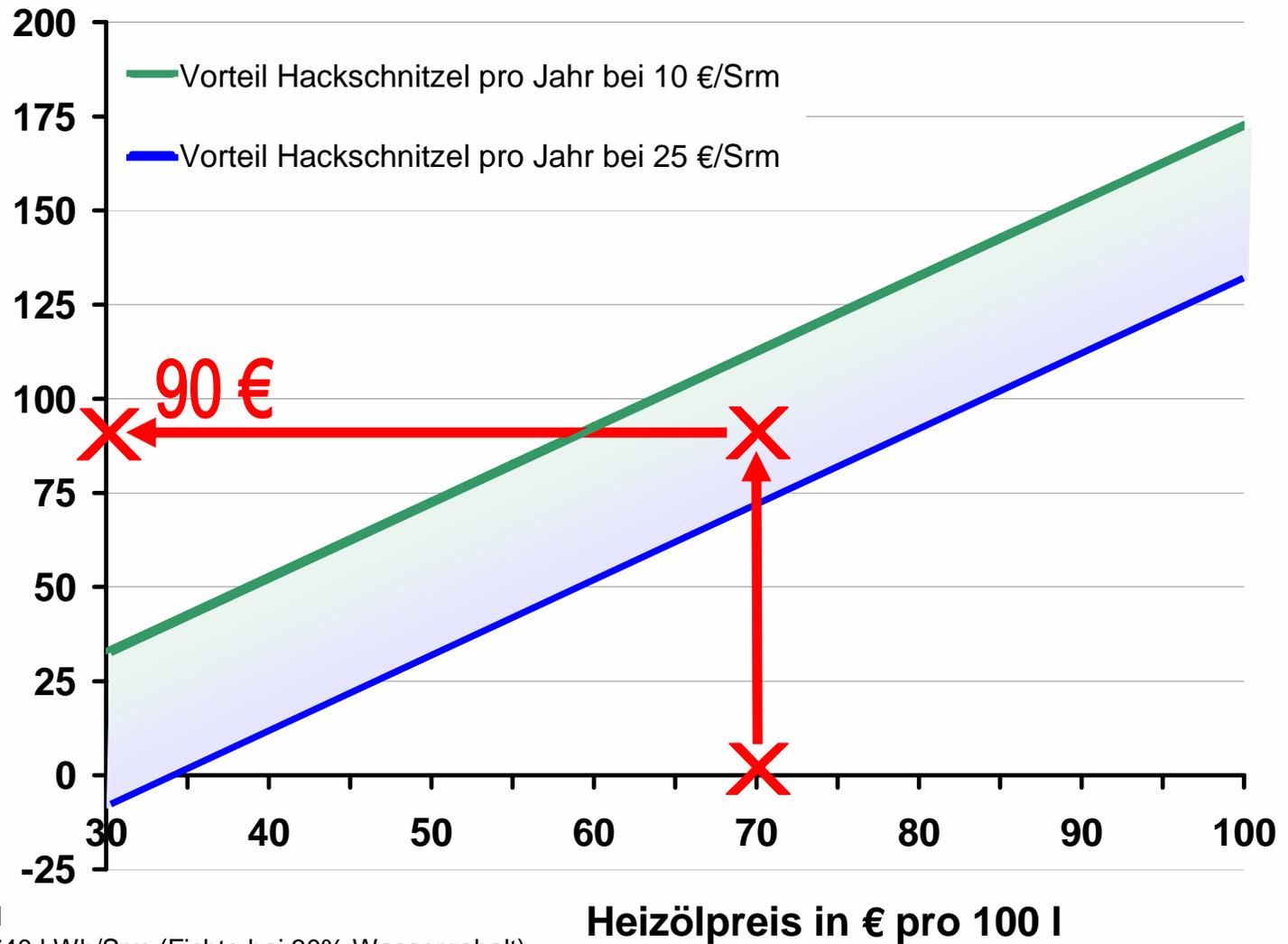
- Jährliche Mehrkosten Biomasseheizung (Wartung, Emissionsmessung, Kaminkehrer)
- = Jährlicher Vorteil der Biomasseheizung

Kapitalisierung des jährlichen Vorteils der Biomasseheizung

- = maximale Mehrkosten bei Anschaffung einer Biomasseheizung gegenüber einer Heizölheizung

# Vorteil Hackschnitzel vs. Heizöl

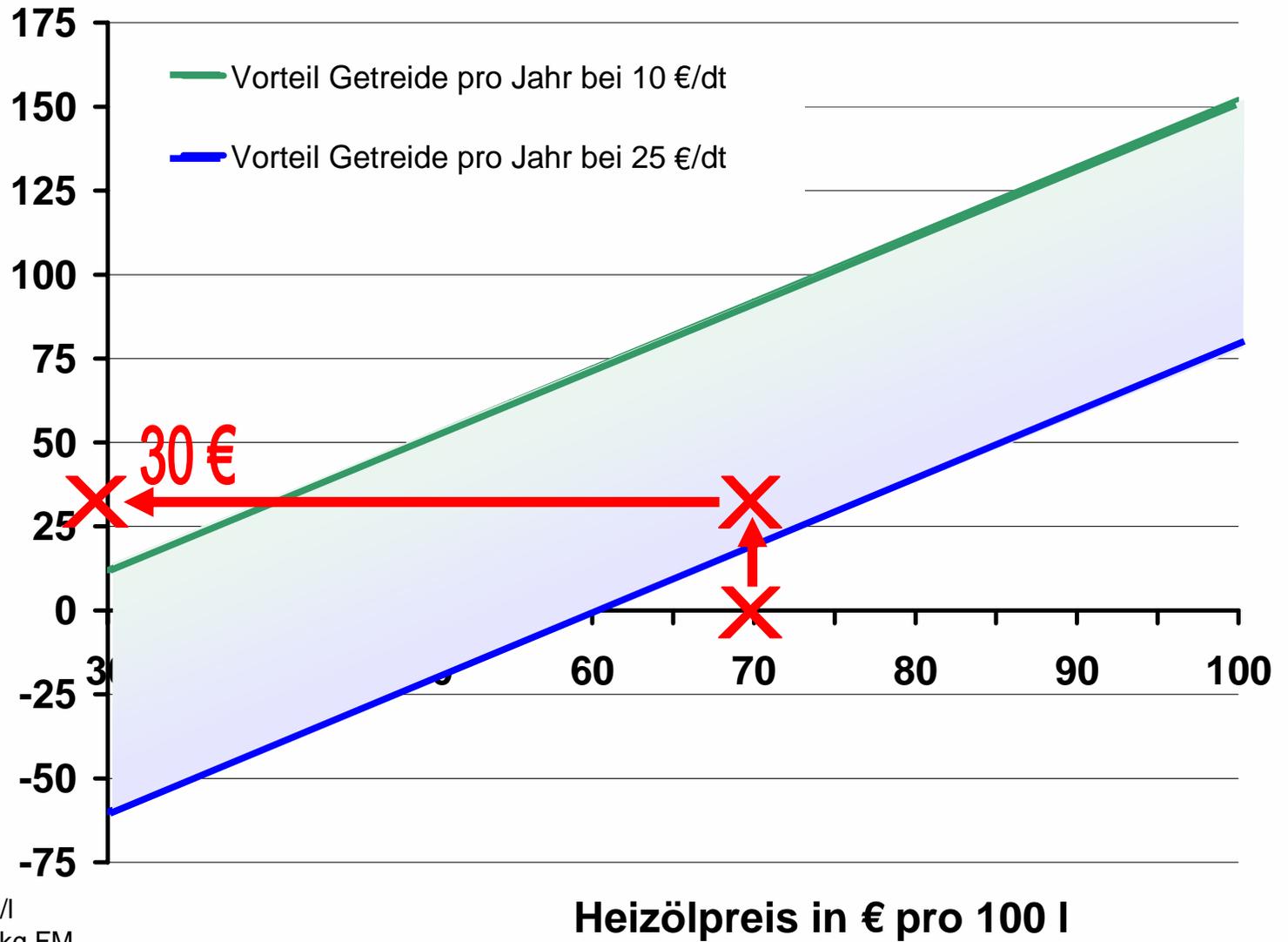
Vorteil Brennstoffkosten Hackschnitzel  
gegenüber Heizöl  
in € pro kW Heizkessel & Jahr



**Heizwerte:**  
 Heizöl: 10 kWh/l  
 Hackschnitzel: 740 kWh/Srm (Fichte bei 30% Wassergehalt)

# Vorteil Getreide vs. Heizöl

Vorteil Brennstoffkosten Getreide  
gegenüber Heizöl  
in € pro kW Heizkessel & Jahr



# maximale Mehrkosten bei Anschaffung einer Biomasseheizung gegenüber einer Heizölheizung

Brennstoff		Hackschnitzel	Getreide
jährl. Vorteil	€/kW*a	90	30
Brennstoffkosten			
jährl. Mehrkosten	€/kW*a	10	10
jährl. Vorteil	€/kW*a	80	20
Kapitalisierung			
Faktor 10,4 (15a, 5%)	€/kW	830	210
Faktor 12,5 (20a, 5%)	€/kW	1.000	250
Beispiel 20 kW Heizung			
Faktor 10,4 (15a, 5%)	€	16.600	4.100
Faktor 12,5 (20a, 5%)	€	20.000	5.000



1. Überblick zu Energie und Biomasse
  
2. Thermische Nutzung von Biomasse am Beispiel Pappel-Kurzumtriebsplantagen
  
3.  $2 \text{ MW}_{\text{el}} = 5 \text{ MW}_{\text{Biogas}}$  – Chancen und Risiken für eine Region

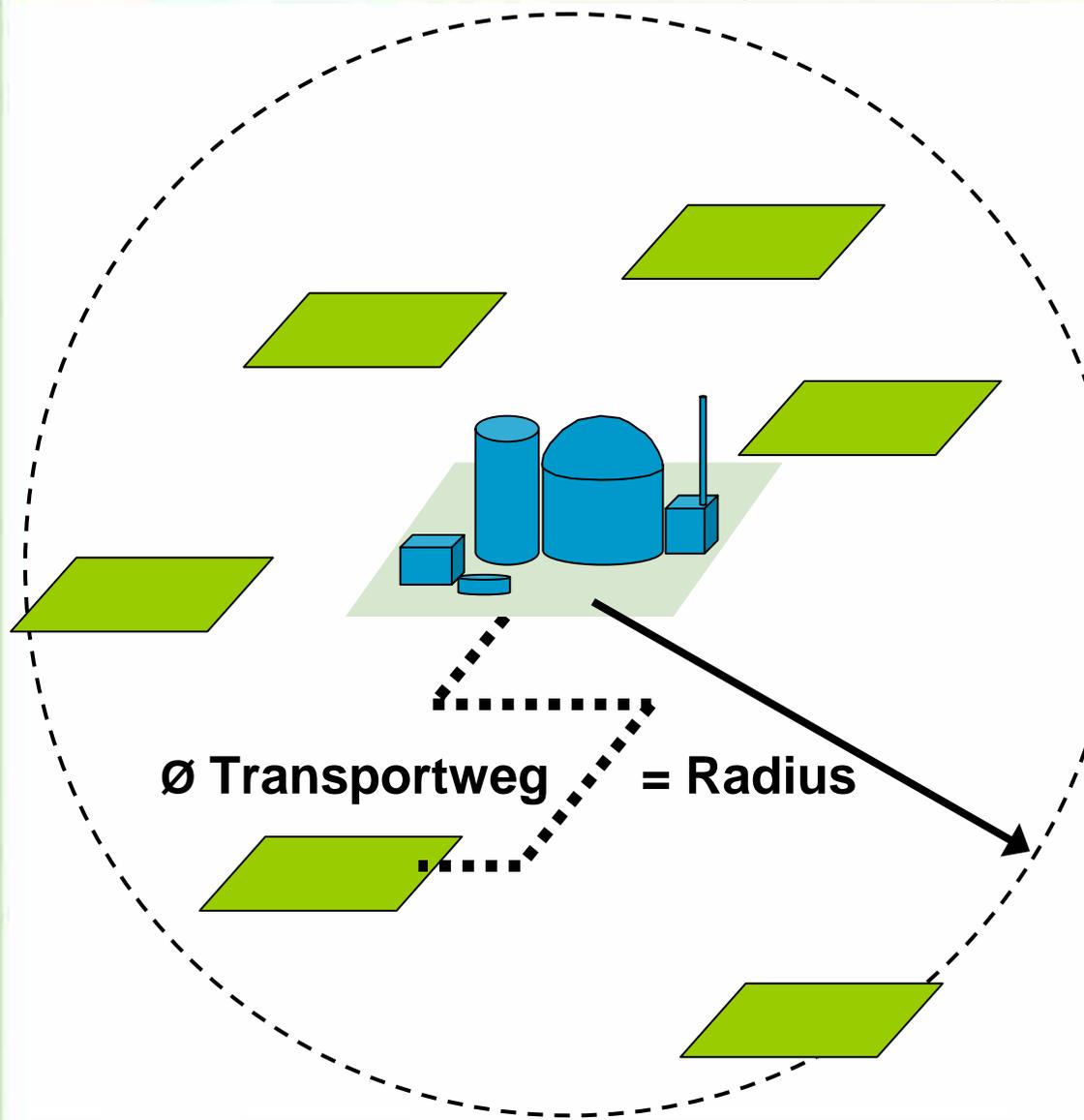
# Landwirtschaftliche Biogasanlage



# Biogasanlage Pliening – Gasreinigung und Einspeisung



# Überlegungen zum Transportbedarf einer Biogasanlage



2 MW<sub>el</sub>

= 5 MW<sub>Biogas</sub>

1.000 ha Silomais  
bei 45 t/ha

45.000 t Maissilage  
(65.000 m<sup>3</sup> Siloraum)

35.000 t Gärrest