

---

# Verwertung von Non-Food-Mais aus produktionstechnischer und ökonomischer Sicht

C.A.R.M.E.N. Forum 26.03.2007 Straubing

Dr. Joachim Eder

Institut für Pflanzenbau und  
Pflanzenzüchtung

LfL Freising-Weihenstephan

# Non-Food-Mais

## Technische Stärke

- Papier
- Pharma
- Kosmetik
- Klebstoffe
- Folien

## Amylose

- Folien

## Amylopektin

- Kleber
- Textilien
- Papier

## Energie aus Biomasse

Thermische  
Verwertung

Biogas

Ethanol

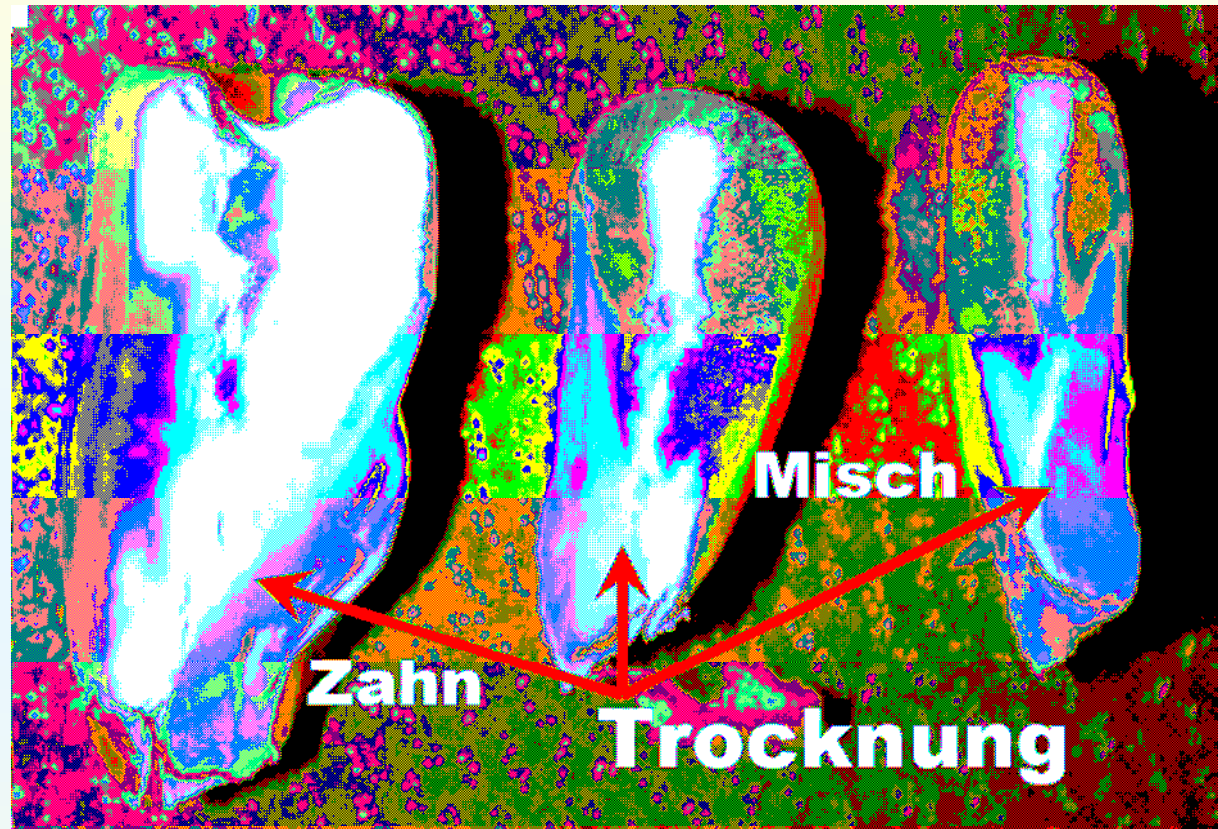
Mittelfristig:  
Synthese Gas,  
BTL Kraftstoffe

Langfristig:  
Wasserstoff-  
gewinnung

# Non-Food-Mais

## Technische Stärke

- Papier
- Pharma
- Kosmetik
- Klebstoffe
- Folien



## Amylose

- Folien

## Amylopektin

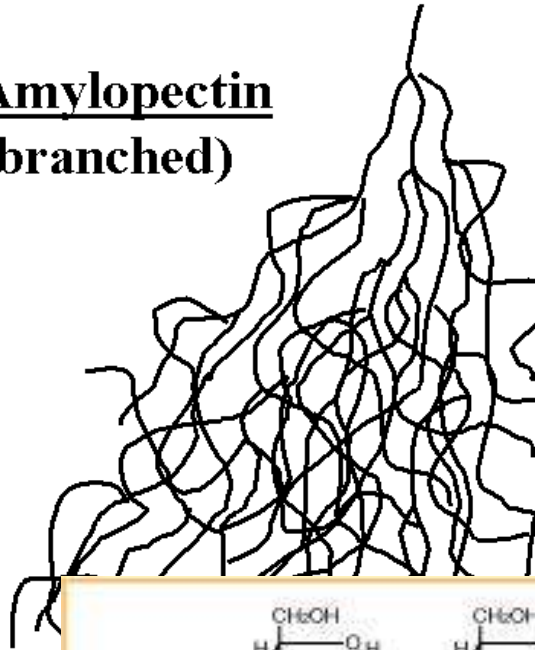
- Kleber
- Textilien
- Papier

# Native Starch Types

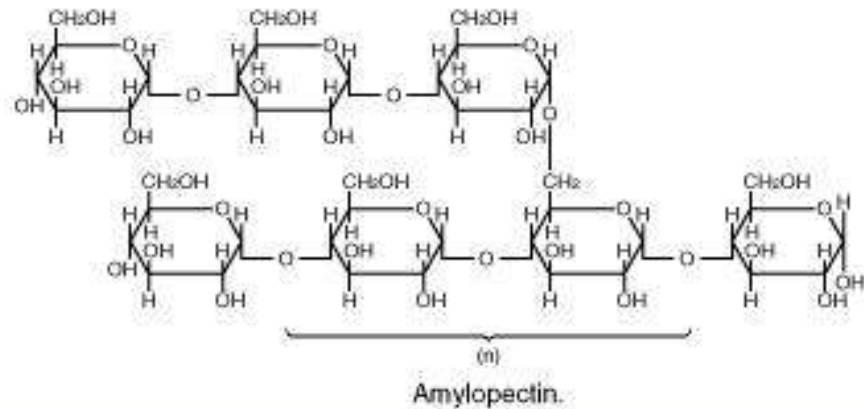
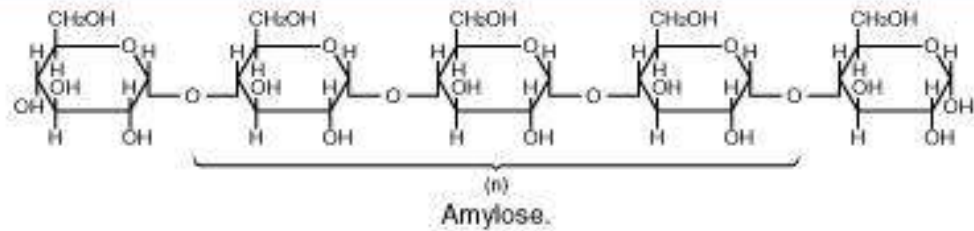
Amylose  
(linear)



Amylopectin  
(branched)



M. Hubbe



## Spezifische Eigenschaften verschiedener Maisstärken

	<b>Gelbmaisstärke</b>	<b>Wachsmaisstärke</b>
<b>Verhältnis Amylose/Amylopektin [%]</b>	<b>~25/75</b>	<b>&lt;1/&gt;99</b>
<b>Wasserlöslichkeit</b>	<b>äußerst gering</b>	<b>deutlich verbessert</b>
<b>Verkleisterungstemperatur</b>	<b>80 °C</b>	<b>65 °C</b>
<b>Gelfestigkeit</b>	<b>gut</b>	<b>deutlich vermindert</b>
<b>Gefrier-Tau-Stabilität</b>	<b>schlecht</b>	<b>gut</b>



Amylopektinstärke

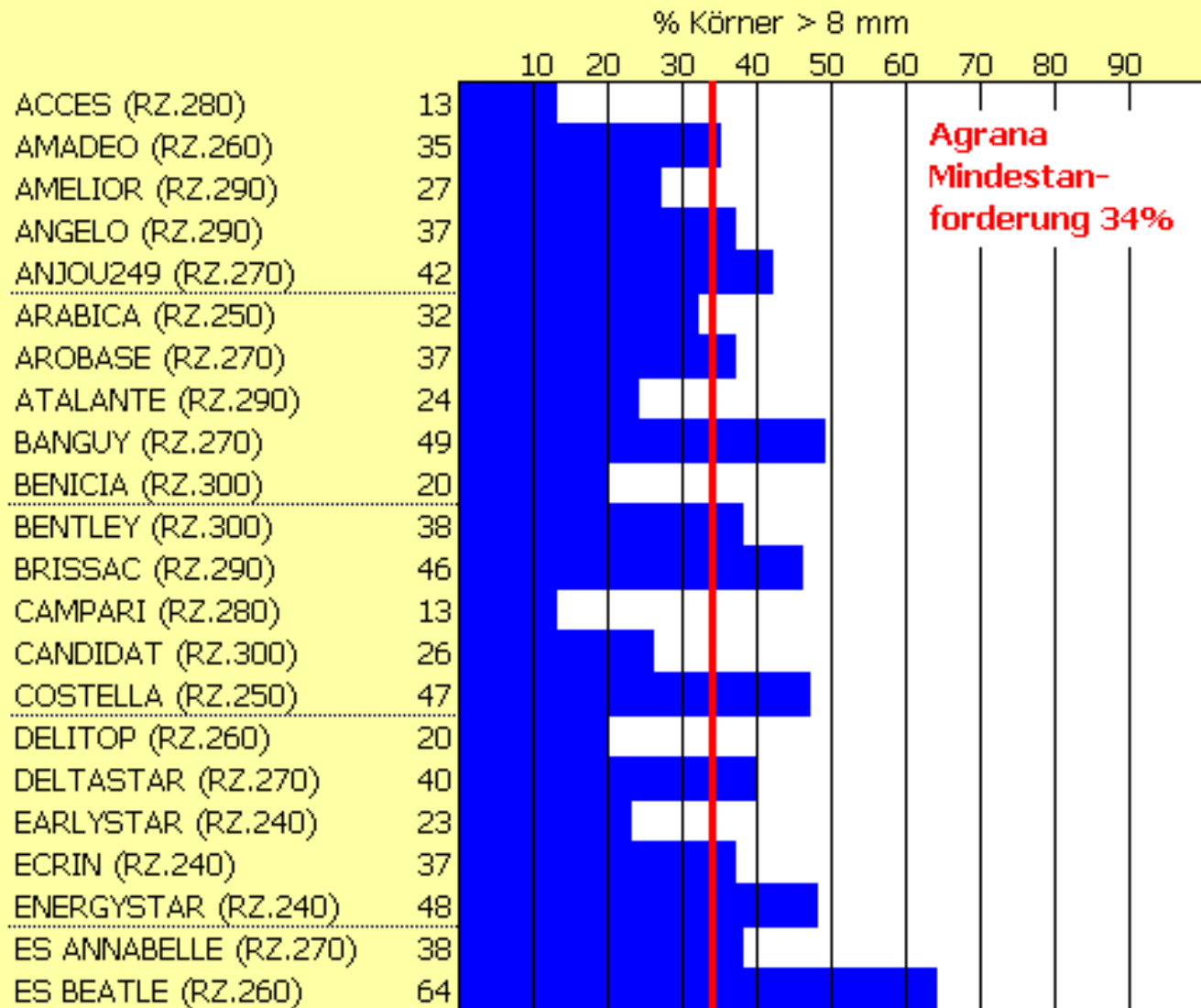
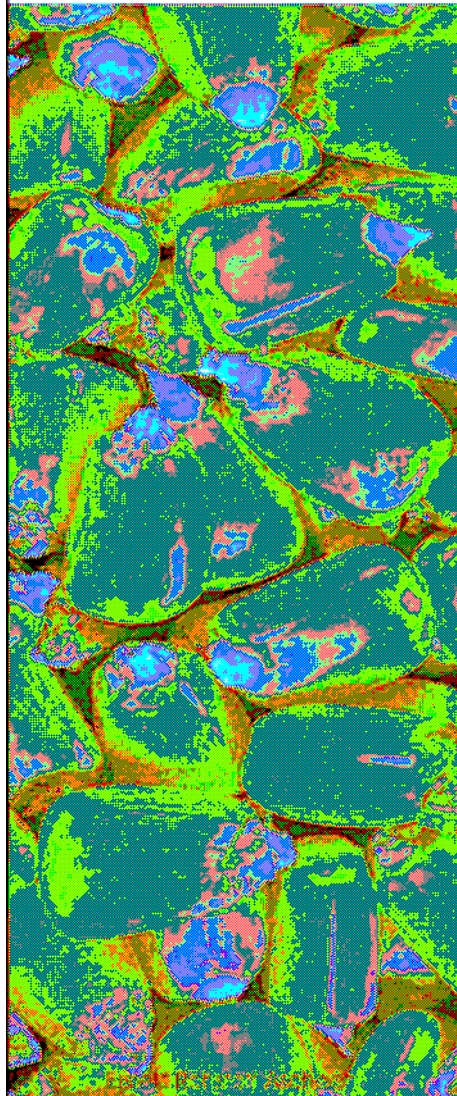


Waxy-Mais

# SIEBUNGSLISTE Hartmais 2006

>8mm Quadratsieb

Mittel der Jahre 2001 bis 2005 von mehreren AGES-Standorten



# Non-Food-Mais

## Technische Stärke

- Papier
- Pharma
- Kosmetik
- Klebstoffe
- Folien

## Amylose

- Folien

## Amylopektin

- Kleber
- Textilien
- Papier

## Energie aus Biomasse

Thermische  
Verwertung

Biogas

Ethanol

Mittelfristig:  
Synthese Gas,  
BTL Kraftstoffe

Langfristig:  
Wasserstoff-  
gewinnung

---

# Energie aus Biomasse

Thermische  
Verwertung

Biogas

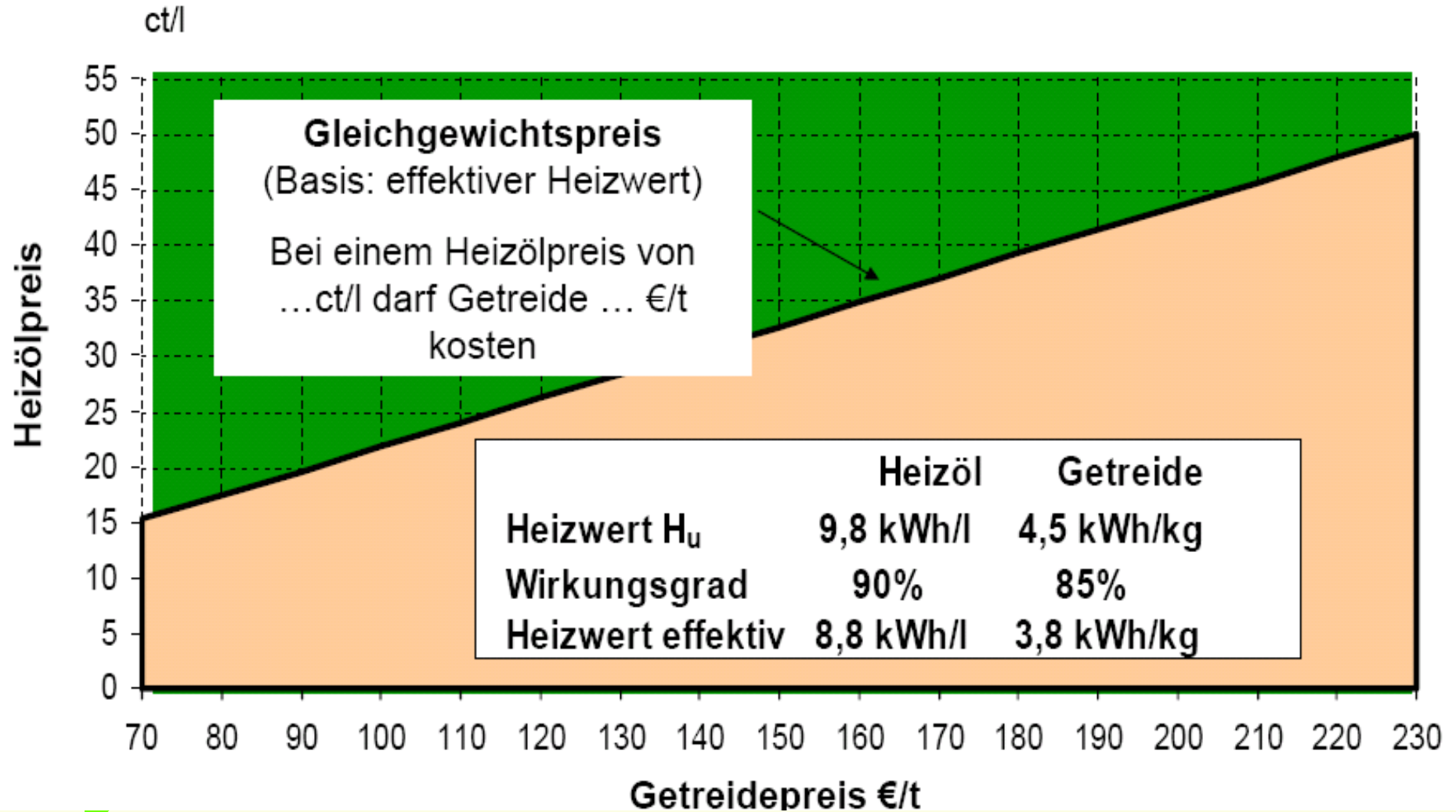
Ethanol

Mittelfristig:  
Synthese Gas,  
BTL Kraftstoffe

Langfristig:  
Wasserstoff-  
gewinnung

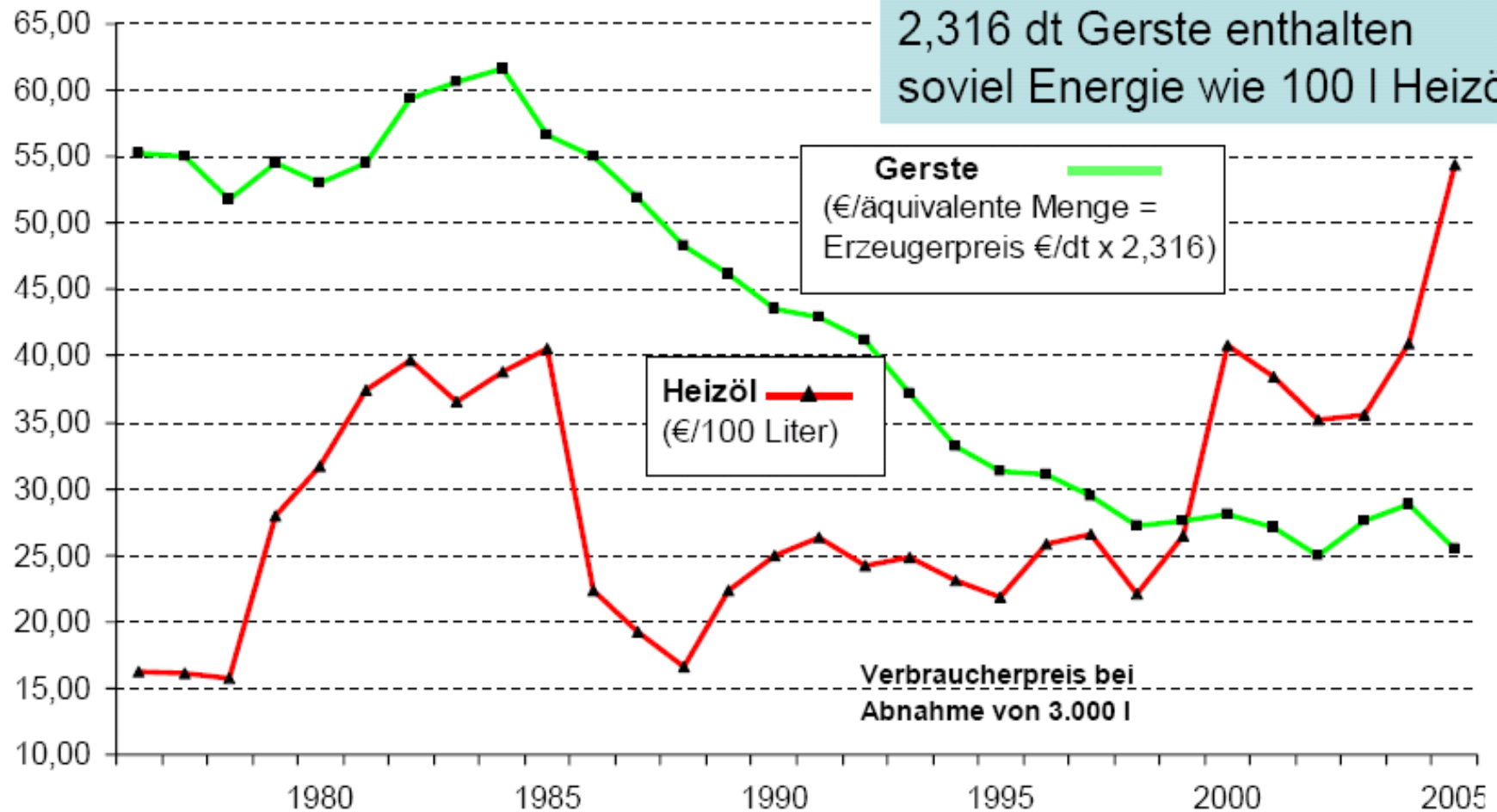
# Energetische Verwertung von Getreide

bereinigt um Mehrwertsteuer (9%/16%)  
ohne Berücksichtigung unterschiedlicher Anlagen- und Betriebskosten



# Preisentwicklung für Heizöl und Gerste in Deutschland

- jeweils incl. Mehrwertsteuer -



Quelle: Stat. Bundesamt  
Landwirtschaftskammer Niedersachsen



**Bildung von Schlacke bei  
Getreideverbrennung**

---

# Energie aus Biomasse

Thermische  
Verwertung

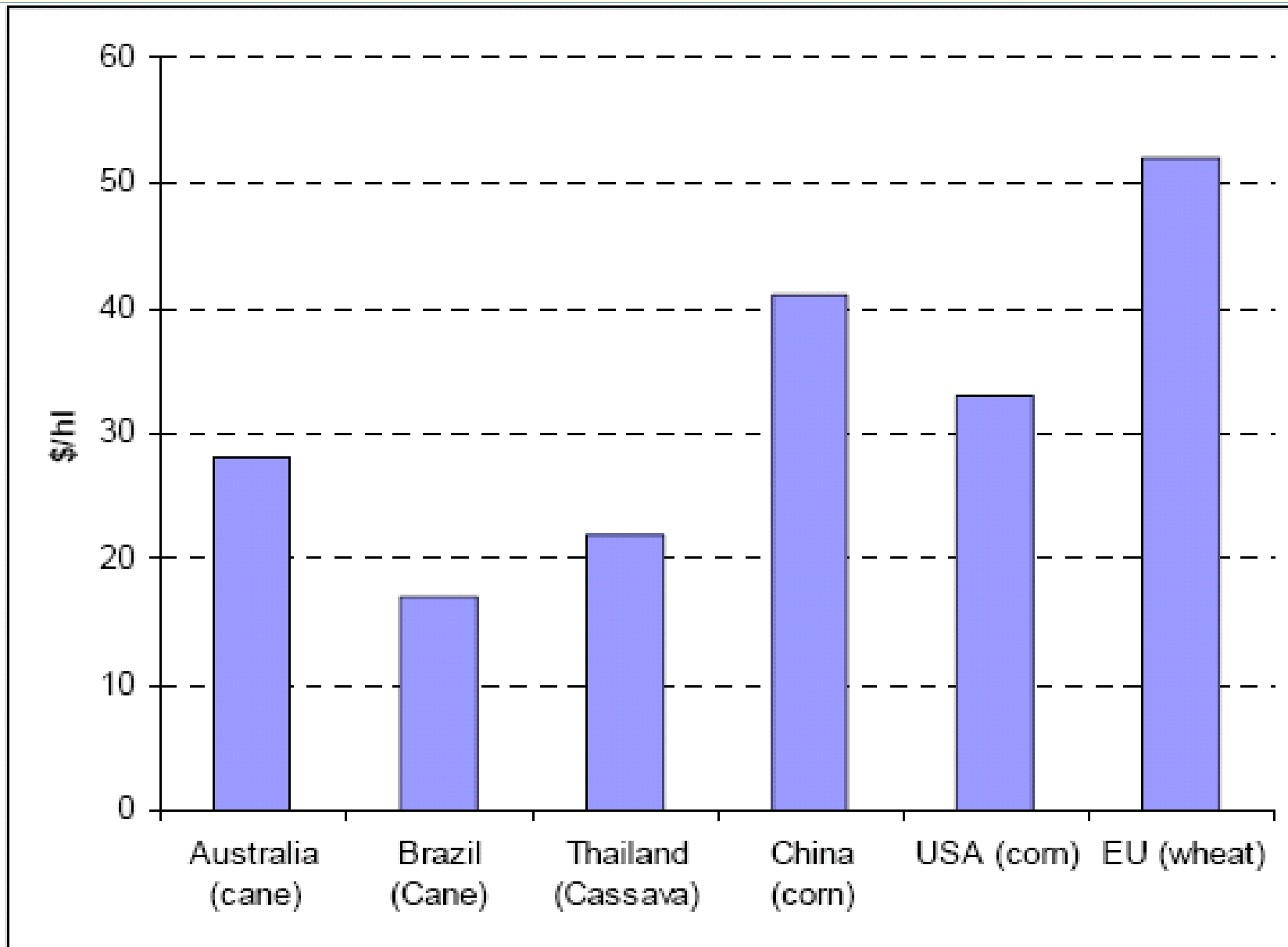
Biogas

Ethanol

Mittelfristig:  
Synthese Gas,  
BTL Kraftstoffe

Langfristig:  
Wasserstoff-  
gewinnung

# Kosten der Bioethanolproduktion



Quelle: *Chemical Marketing Reporter*<sup>85</sup>

# Kostensituation Bioethanol international

---

**EU:** Bioethanol ohne Mineralölsteuerbefreiung ist erst ab einem Rohölpreis von  $> 63\$/\text{Barrel}$  wettbewerbsfähig.

**Brasilien:** Auch bei niedrigerem Rohölpreis ( $> 35\ \$/\text{Barrel}$ ) liegen die Ethanolkosten noch unter den Produktionskosten von Ottokraftstoff. Verarbeitung von 50% der Zuckerrohrernte zu Ethanol (40% des Kraftstoffverbrauchs)

**USA:** ( $> 52\ \$/\text{Barrel}$ ) 54 Mio. t Mais zu Ethanol (= 20% der US Maiseerzeugung).  
2012: 80-90 Mio. t Mais  
Beimischungszwang in 25 Bundesstaaten

---

# Energie aus Biomasse

Thermische  
Verwertung

Biogas

Ethanol

Mittelfristig:  
Synthese Gas,  
BTL Kraftstoffe

Langfristig:  
Wasserstoff-  
gewinnung

# Rohstoffkosten in der energetischen Verwertung verschiedener landwirtschaftlicher Kulturen

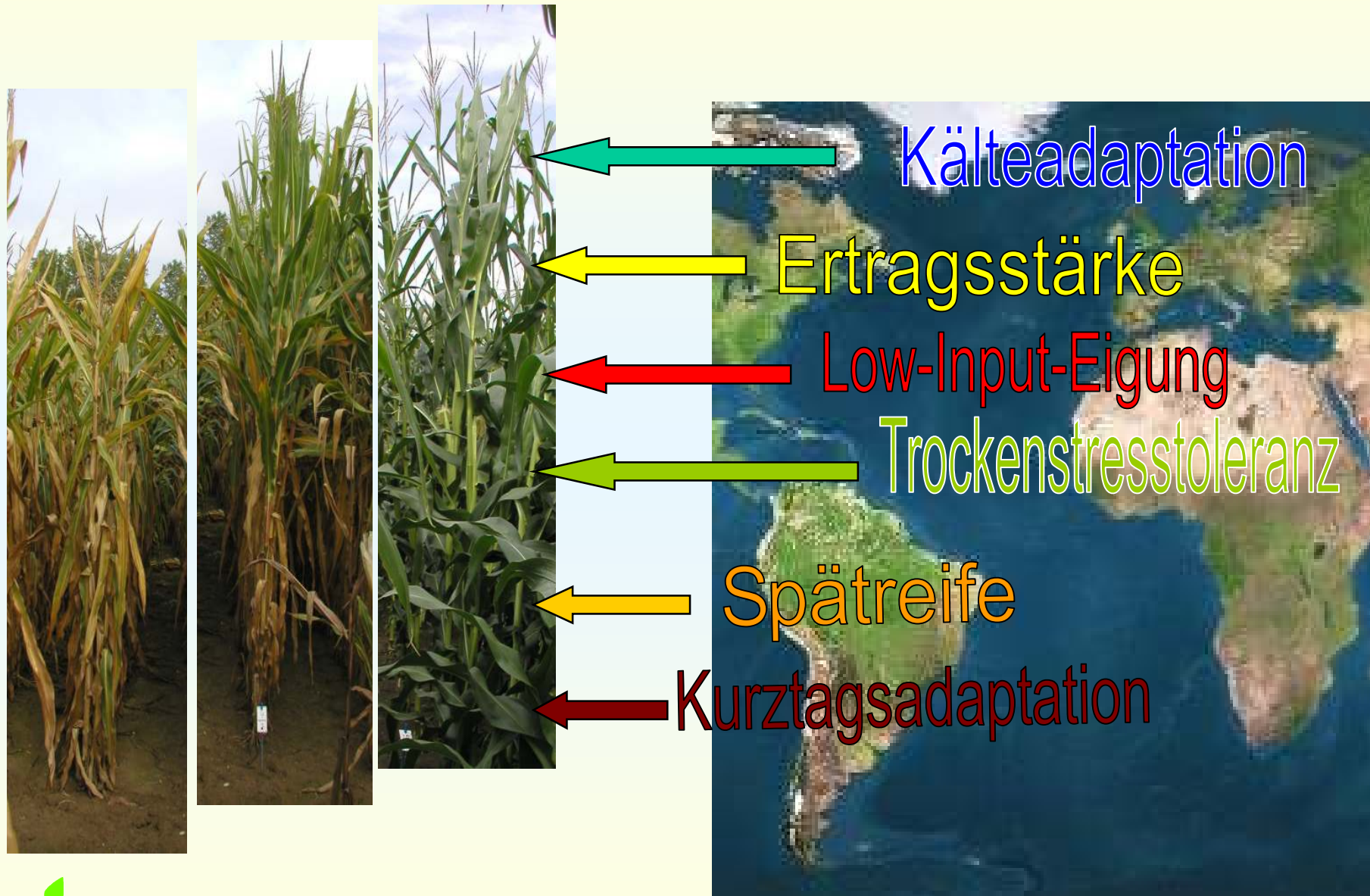
	Raps	Getreide	Zuckerrüben	Silomais	Energiemais
dt/ha	36	80	550	600	1000
€/dt	22	10,2	2,89	1,78	1,07
Erlös €/ha	792	816	1590	1068	1070
incl. 45 € Energiepfl.-pr	837	861	1635	1113	1115
variable Kosten	625	650	1425	900	900
Deckungsbeitrag	212	211	210	213	215
Rohstoffbedarf	2,9 kg / l Öl	2,8 kg / l Ethanol	10 kg / l Ethanol	5,3 kg/m <sup>3</sup> Biogas	5,3 kg/m <sup>3</sup> Biogas
Produktion /ha	1240 l Öl	2857 l Ethanol	5500 l Ethanol	11400 m <sup>3</sup> Biogas	19000 m <sup>3</sup> Biogas
KWh/ha	10800	17140	33000	63000	105000
Rohstoffkosten Ct./kWh	7,3	4,8	4,8	1,7	1,0
Basis: Erlös o. En.pfl.prämie					

---

# Welche Maissorten für die Biogasanlage?



# Biomasse Mais - Züchterisches Konzept



# Energiemaissorten

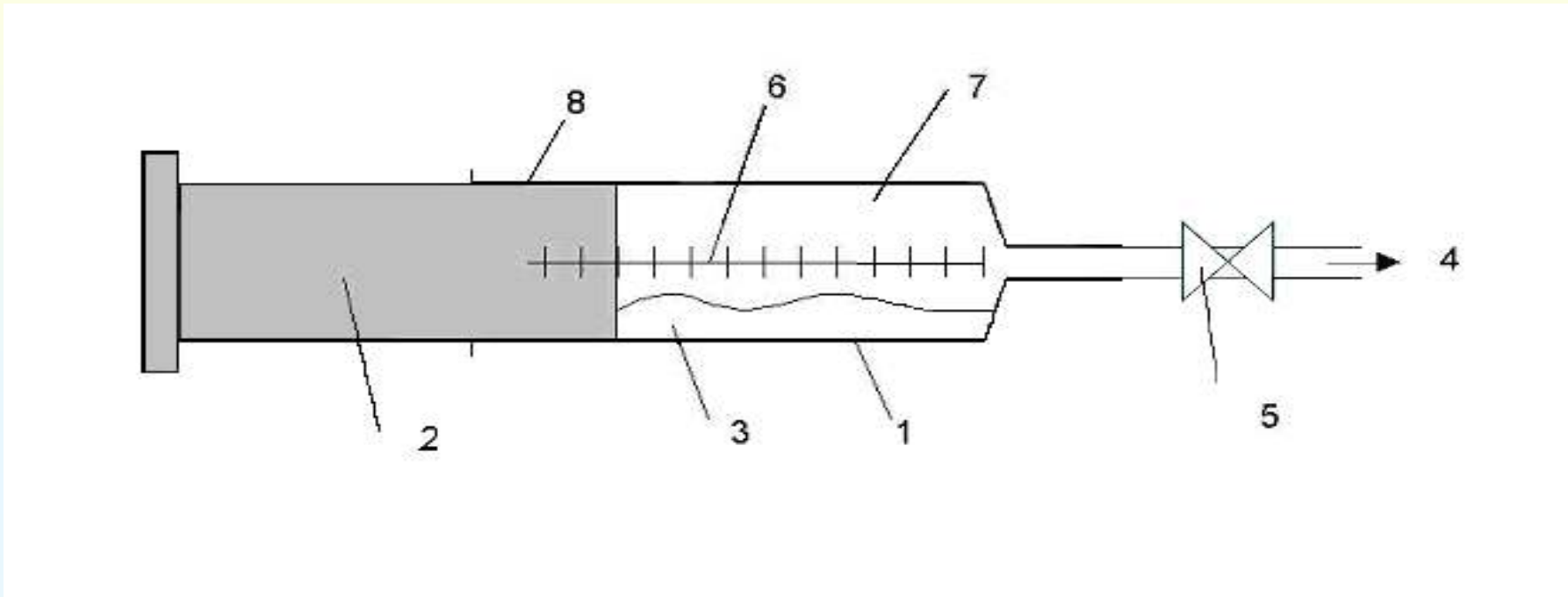
Einkreuzung von  
exotischem Zuchtmaterial

Beispiel: Peruanische  
Sorten in Deutschland  
2005



Foto: W.Schmidt Fa. KWS

# Hohenheimer Biogasertragstest



*Kolbenprober* mit 1) Glasspritze; 2) Stopfen; 3) Gärsubstrat; 4) Öffnung zur Gasanalyse; 5) Schlauchklemme; 6) Graduierung 1/1; 7) Gasraum; 8) Gleit- und Dichtmittel

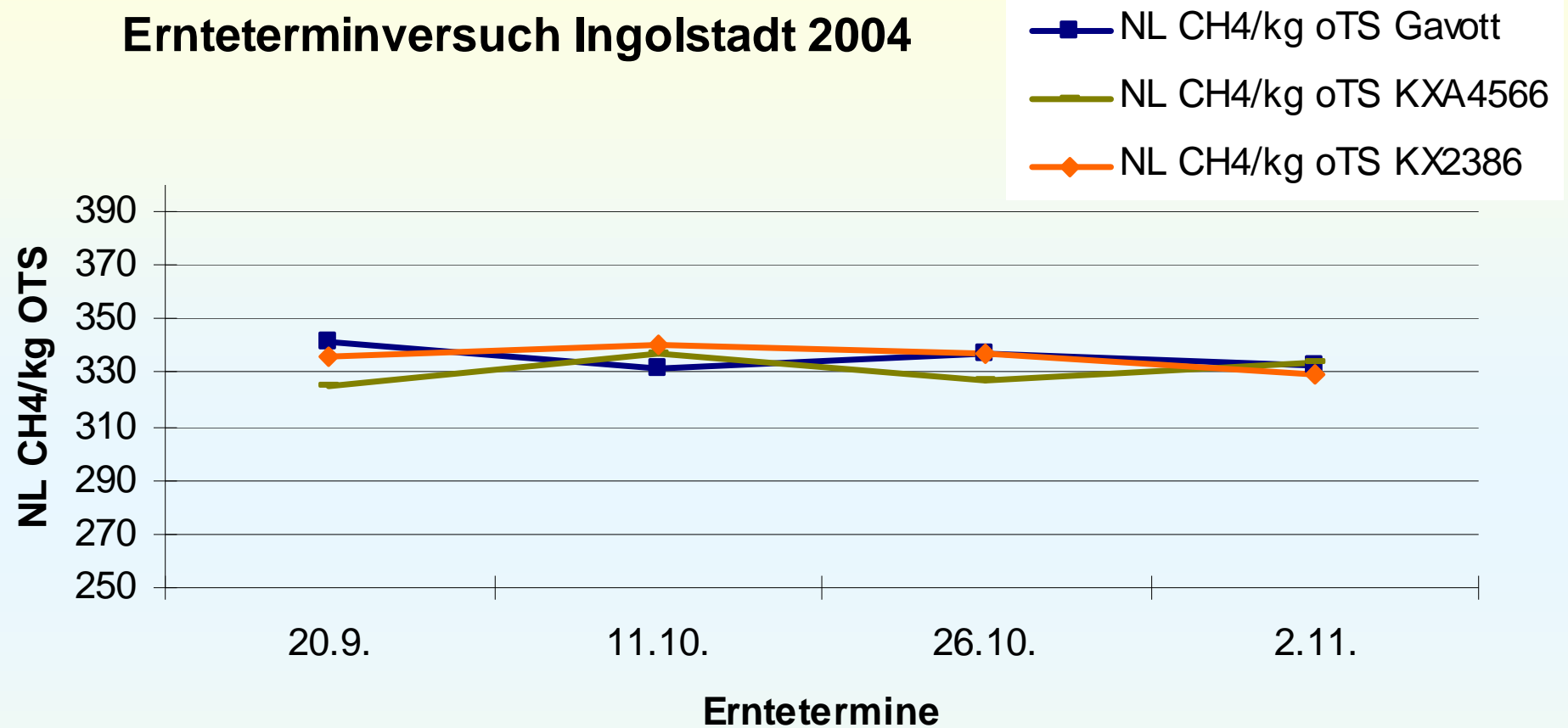
# Hohenheimer Biogastest



- Messung des Biogasertrags und des Methangehalts
- Berechnung der Methanausbeute

# Methanausbeuten

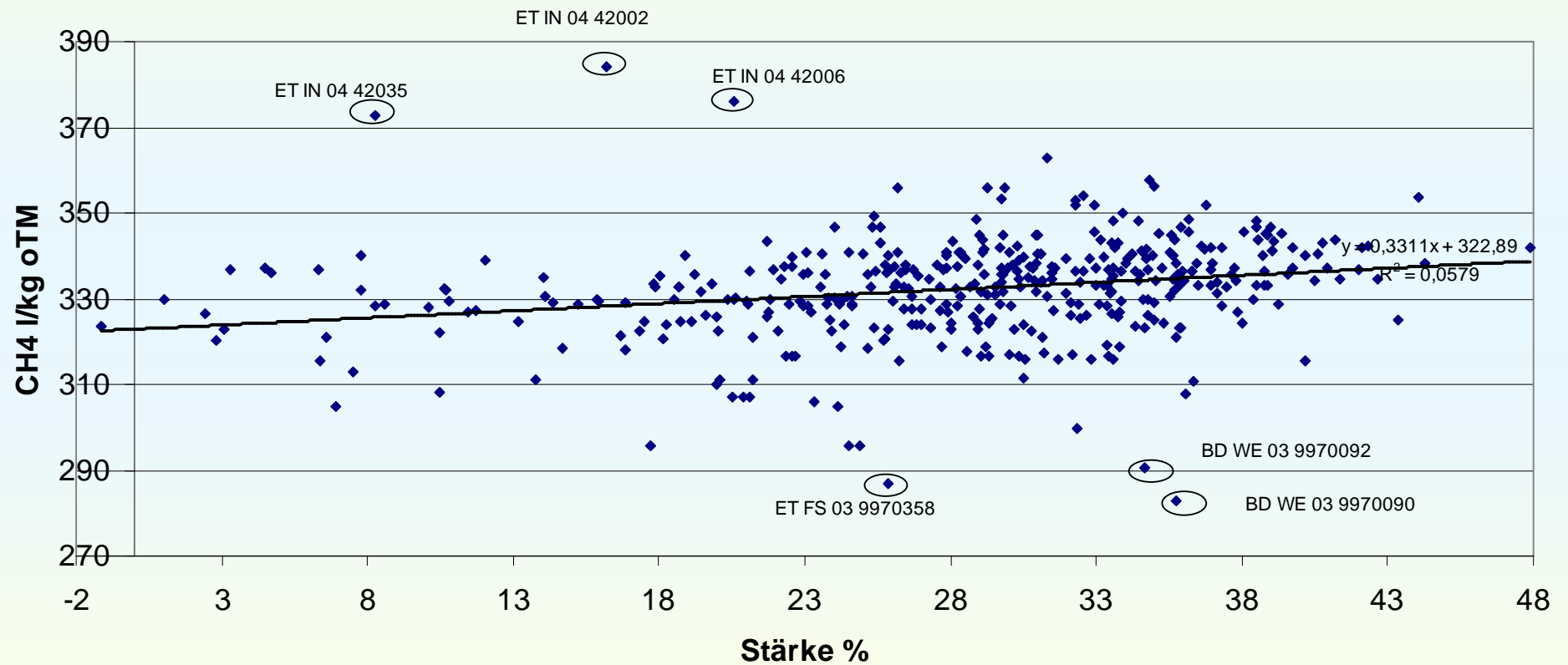
## Ernteterminversuch Ingolstadt 2004



	TS	TS R	TM	Stärke	RP	Zucker	Zucker R	ADF	NDF	Methan	
	% FM		dt/ha	% TS							NI/kg oTS
MIN	19,49	20,75	129,56	1,04	6,83	0,07	6,94	17,9	34,69	329	
MAX	40,98	35,03	278,18	36,2	9,81	21,64	28,62	30,63	55,12	342	

# Maissorten: Gasertrag und Kolbenanteil

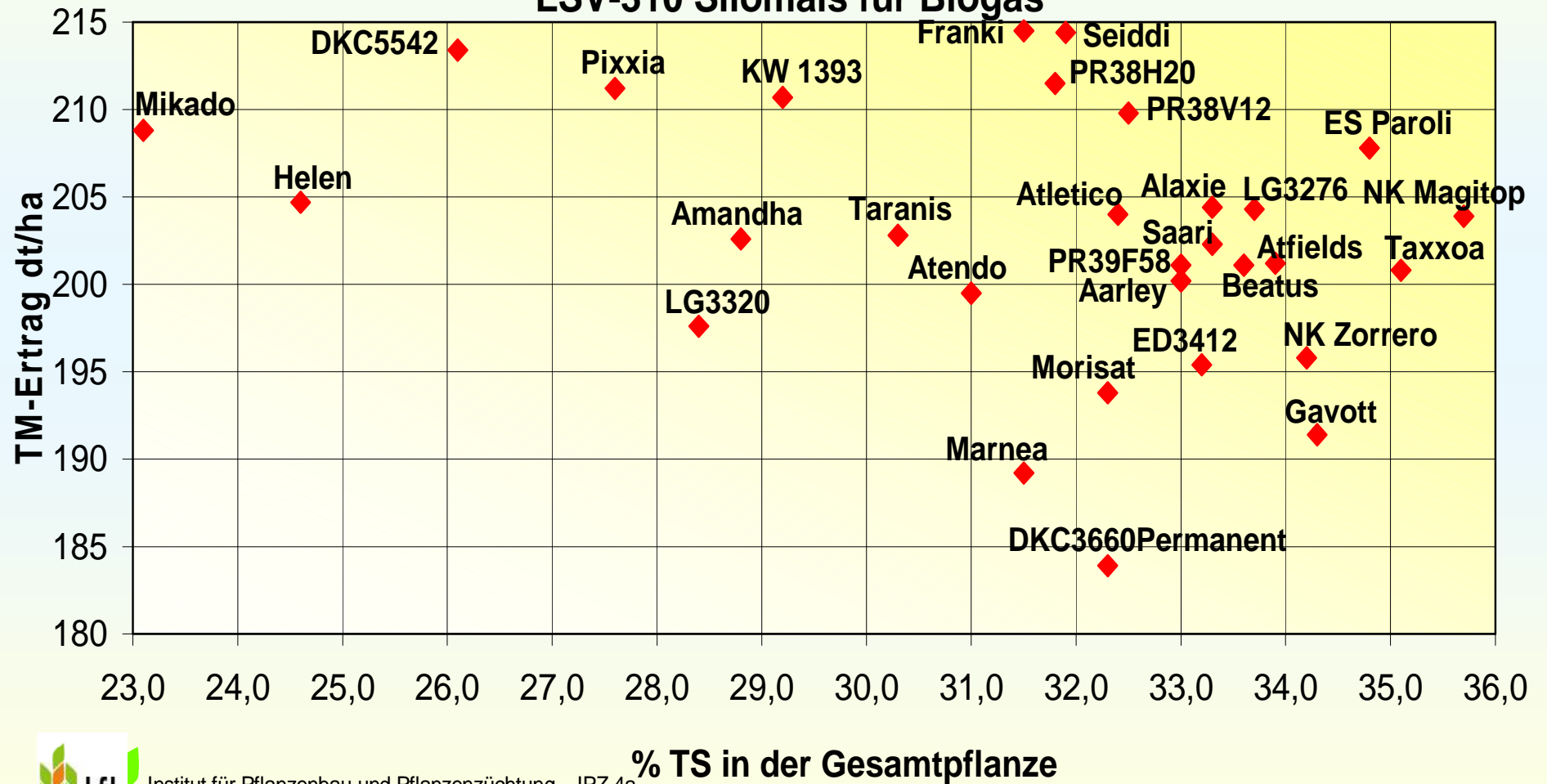
## Stärke\_CH4



# Sortenempfehlung für Biogasmais

## Trockenmasseertrag und Reife 2006

### LSV-310 Silomais für Biogas



# Regionale Sortenberatung in Bayern 2006 / 2007

## Empfehlungssorten Mais für Biogasanlagen

Energiemais													
Oberbayern Ost		Schwaben Oberbayern West		Niederbayern		Oberpfalz		Oberfranken		Mittelfranken		Unterfranken	
LG 3276	S 250	LG 3276	S 250	LG 3276	S 250	LG 3276	S 250	Campestralino	S 210	Taxxoa	S 250	Taxxoa	S 250
Taxxoa	S 250	Taxxoa	S 250	Taxxoa	S 250	Taxxoa	S 250	Constantino	S 210	Atfields	S 260	Atfields	S 260
Atfields	S 260	Atfields	S 260	Atfields	S 260	Atfields	S 260	Amadeo	S 220	ES Paroli	S 260	ES Paroli	S 260
ES Paroli	S 260	ES Paroli	S 260	ES Paroli	S 260	ES Paroli	S 260	Aurelia	S 220	PR 38 H 20	S 200	PR 38 H 20	S 260
PR 38 H 20	S 260	PR 38 H 20	S 260	PR 38 H 20	S 260	PR 38 H 20	S 260	LG 3197/Limax	S 220	Franki	S 280	PR 39 F 58	S 260
PR 39 F 58	S 260	PR 39 F 58	S 260	PR 39 F 58	S 260	PR 39 F 58	S 260	Clemente	S 230			Franki	S 280
Seiddi <sup>1)</sup>	S 260	Seiddi <sup>1)</sup>	S 260	Seiddi <sup>1)</sup>	S 260	Seiddi <sup>1)</sup>	S 260	Coxximo	S 230				
Franki	S 280	Franki	S 280	Franki	S 280	Franki	S 280	LG 3226/Lukas	S 240				
PR 38 V 12 <sup>1)</sup>	S 280	PR 38 V 12 <sup>1)</sup>	S 280	PR 38 V 12 <sup>1)</sup>	S 280	PR 38 V 12 <sup>1)</sup>	S 280	LG3276	S 250				
Taranis	S 280	Taranis	S 280	Taranis	S 280	Taranis	S 280	Taxxoa	S 250				
Amandah	S 320			Amandah	S 320	Amandah	S 320	Atfields	S 260				
KW 1393 <sup>1)</sup>	S 320			KW 1393 <sup>1)</sup>	S 320	KW 1393 <sup>1)</sup>	S 320	ES Paroli	S 260				
								PR 38 H 20	S 260				
								PR 39 F 58	S 260				
								Seiddi <sup>1)</sup>	S 260				
								Franki	S 280				
								PR 38 V 12 <sup>1)</sup>	S 280				
								Taranis	S 280				

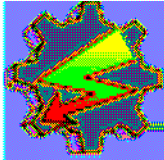
Die Sorten sind nach Reifezahlen geordnet, bei gleichen Reifezahlen nach den Alphabet.

<sup>1)</sup> vorläufige Empfehlung, einjährige Daten

---

# Welche Faktoren bestimmen den Preis für Biogasmais?





# NawaRo-Preis

orientiert sich an Produktionsalternativen

Fruchtart		Qualitätsweizen	Körnermais	Silomais stehend ab Fekf
Ertrag <sup>1)</sup>	dt/ha	67,6	87,6	500,0
Verkaufware	%	98	100	100
Futterware	%	2	0	0
Verkaufware (netto)	€/dt	12,19	13,45	1,60
Futterware (netto)	€/dt	10,05		
Nettopreis <sup>2)</sup>	€/dt	12,15	13,45	1,60
Marktleistung	€/ha	821	1.178	800
Summe variable Kosten <sup>3)</sup>	€/ha	612	952	627
Deckungsbeitrag (DB) I	€/ha	209	226	173
Energiepflanzenprämie	€/ha			45
DB inkl. Energiepflanzenpr.	€/ha	209	226	218

1) Erträge Ernte 2006; BayLfStaD  
2) Ernte 2006 aufgelaufene Preise bis Nov. 2006  
3) Kalkulationsdaten Ernte 2006; ILB

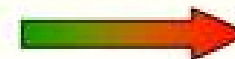


# NawaRo-Preis

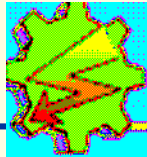
orientiert sich an Produktionsalternativen

Fruchtart		Körner- mais	Silomais stehend ab Feld
Ertrag <sup>1)</sup>	dt/ha	87,6	500,0
Verkaufsware	%	100	100
Futterware	%	0	0
Verkaufsware (netto)	€/dt	<b>14,45</b>	<b>1,80</b>
Futterware (netto)	€/dt		
Nettopreis <sup>2)</sup>	€/dt	14,45	1,80
Marktleistung	€/ha	1.266	900
Summe variable Kosten <sup>3)</sup>	€/ha	952	627
Deckungsbeitrag (DB) I	€/ha	314	273
Energiepflanzenprämie	€/ha		45
DB inkl. Energiepflanzenpr.	€/ha	314	318

+ 1 €/dt

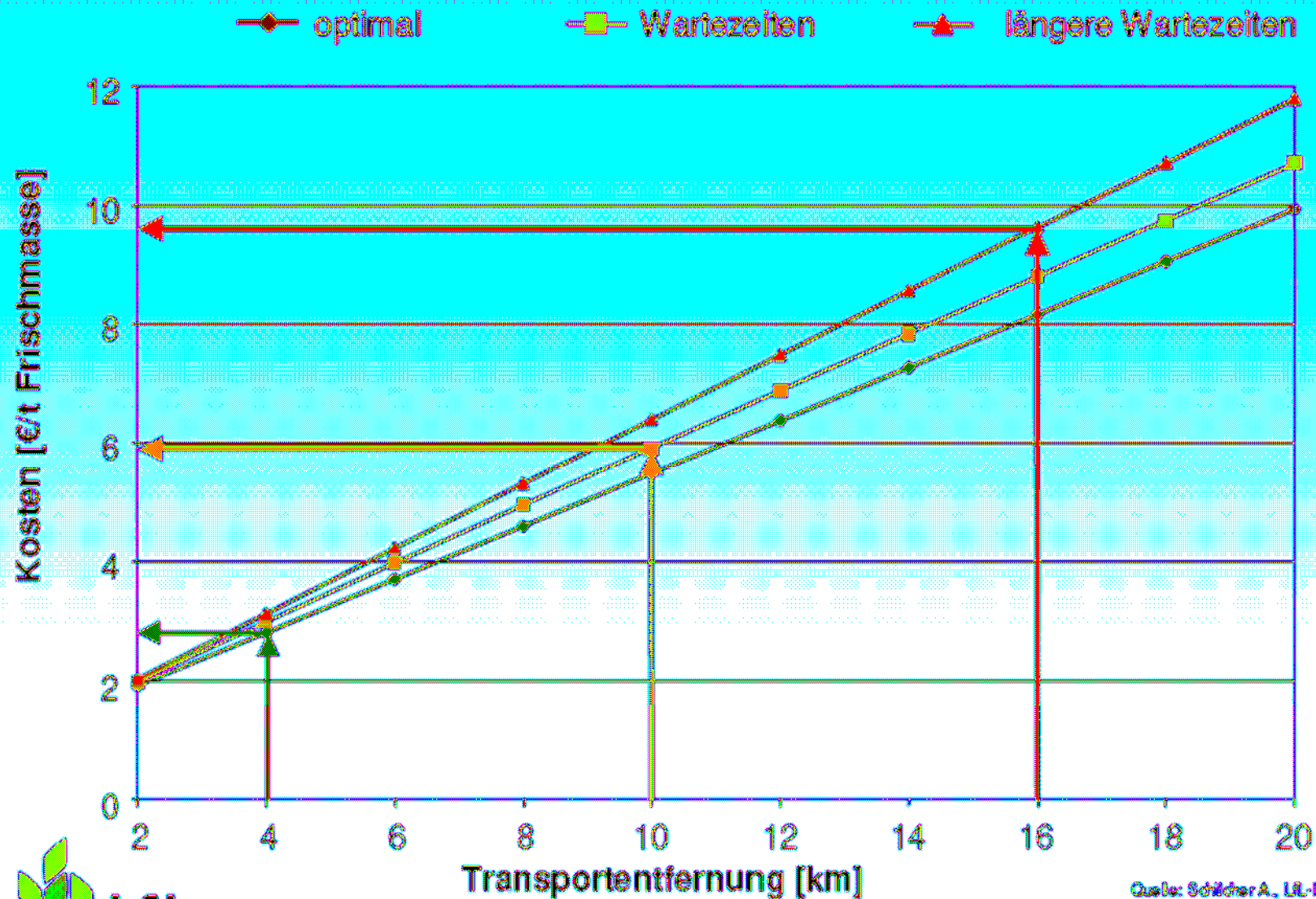


+ 2,00 €/t



# Transportkosten in €/t Silomais

Ertrag 50 t/ha, 10 t Nutzlast pro Transport



# Verwertung von Non-Food-Mais

---

## Zusammenfassung:

Die Verwertung von **Körnermais** zur Stärkeproduktion spielt derzeit in Bayern noch keine große Rolle.

Die energetische Nutzung von **Silomais** über Biogas ist die derzeit wirtschaftlichste energetische Nutzung von Mais.

Die **Produktionstechnik für Energiemais** unterscheidet sich zum herkömmlichen Silomais vor allem hinsichtlich der Sortenwahl.

**Spezielle Energiemaissorten** mit wesentlich gesteigerter Ertragsfähigkeit sind derzeit noch nicht verfügbar.

Der **Preis für Silomais** als Rohstoff ist ein wesentlicher Faktor für den wirtschaftlichen Betrieb von Biogasanlagen.