

---

# **Erneuerbare Energien in der Landwirtschaft**

***Wirtschaftlichkeit im Vergleich:  
Solarenergie, Holzfeuerung, Biogas-Anlage***

**Bioenergie - eine Chance für den Biobetrieb**

**Infoveranstaltung für Bio-Landwirte in Breitingen  
am 02. Februar 2005**

**Dr. Johannes Moerschner, Ing.-Büro (i.Gr.), Stuttgart**

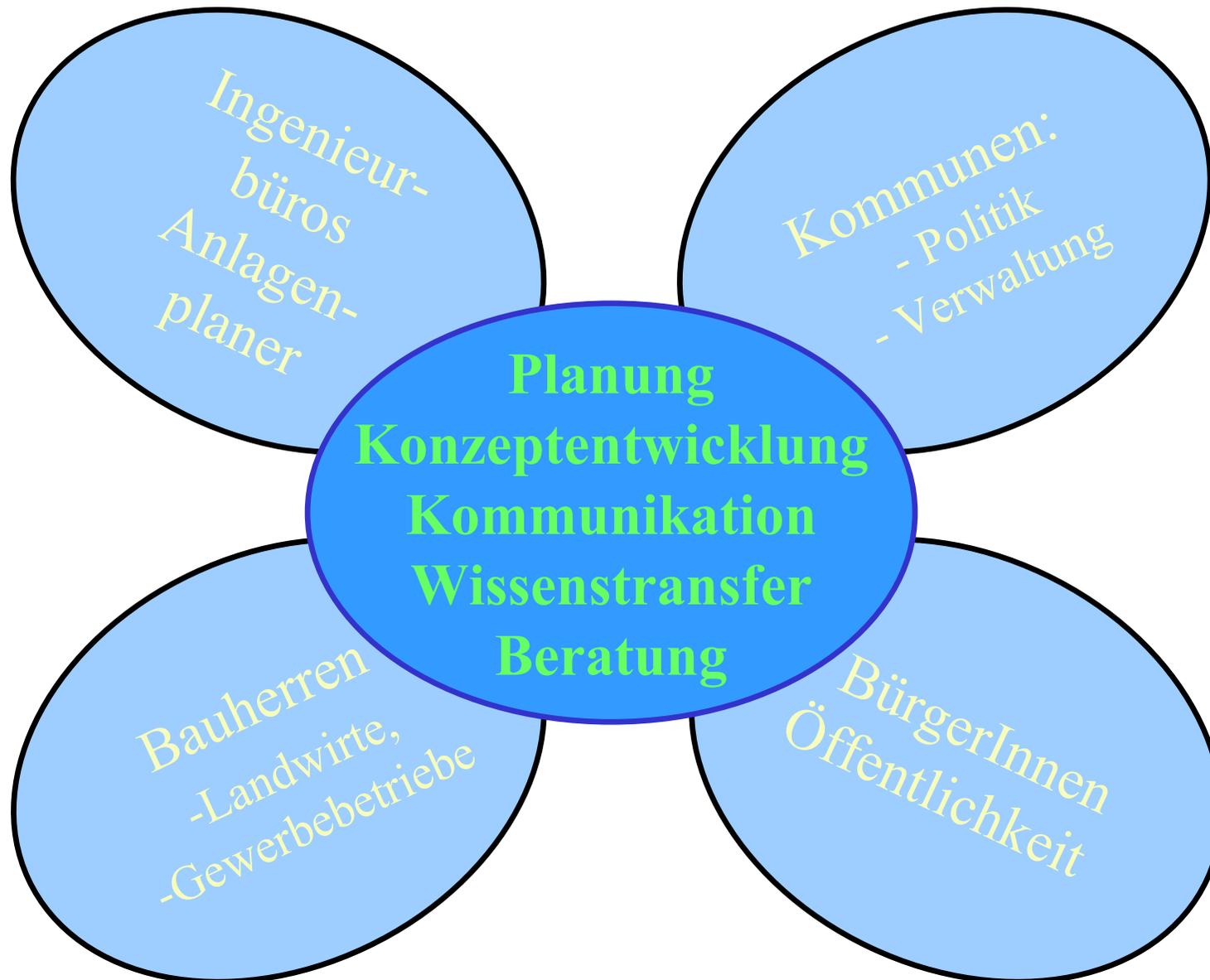
# Ing.-Büro Dr. Moerschner: Mein Ansatz

---

- Impulse setzen für die Projektentwicklung von Biomasse-Energieanlagen und –konzepten, besonders im kommunalen Umfeld
- Wissenstransfer über Biomasse-Energie
- Die Öffentlichkeit informieren und gewinnen
- Gemeinsam handeln in Ergänzung zu vorhandenen Akteuren
- Mit Planern kooperieren
- Kommunen als Angelpunkt der Projektentwicklung
- Wärmenutzungsstrategien entwickeln, gerade auch für Biogasanlagen
- **Überwindung bestehender Umsetzungshemmnisse**

# Ing.-Büro Dr. Moerschner: Angebote und Zielgruppen

---

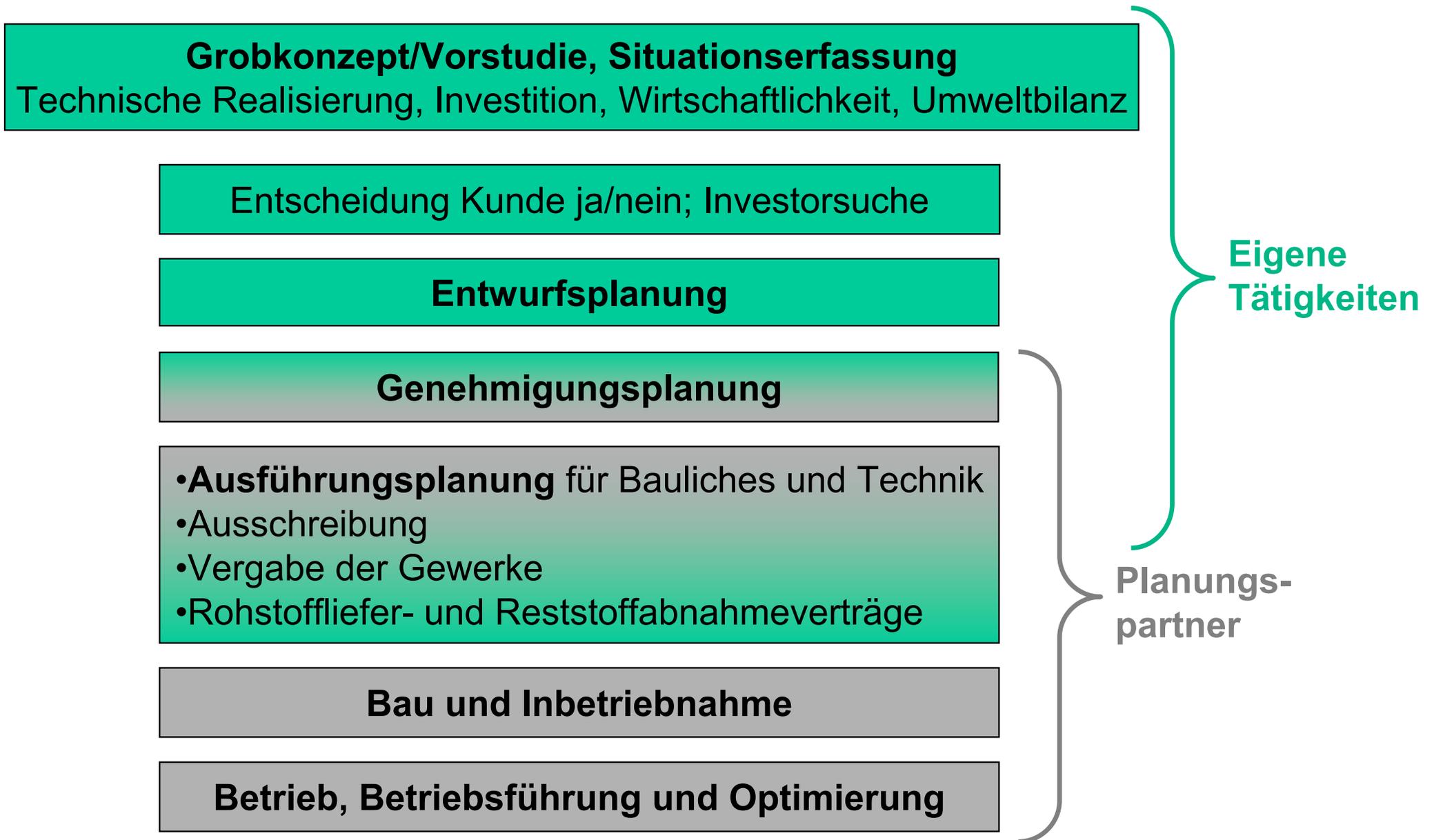


# Ing.-Büro Dr. Moerschner: Die Produkte

---

- **Machbarkeitsstudien zur Identifikation von Projekten:**
  - Rohstoffe/Brennstoffe: Logistik, Verfügbarkeit, Herkunft
  - Ersatzbedarf an Heizungen
  - Wirtschaftliche Rahmenbedingungen
  - Technische Machbarkeit
- **Projekt-Vorentwicklungen bis Genehmigungsplanung**
  - Planungsbüros/Anlagenbauer als Partner
- **Informationsveranstaltungen, Vorträge**
- **Gutachten**
- **Biomasse-Energiekonzepte für/mit Kommunen**
  - Projektbegleitung für Bauherren, Landwirte
  - Mittelfrist-Entwicklungsplanung
  - Standortsuche für Wärmenutzung
  - Kommunikationsunterstützung, Contracting, Verträge
- **Wissenschaftliche Dienstleistungen**
  - Studien

# Planungsstufen eines Biomasse-Energieprojektes

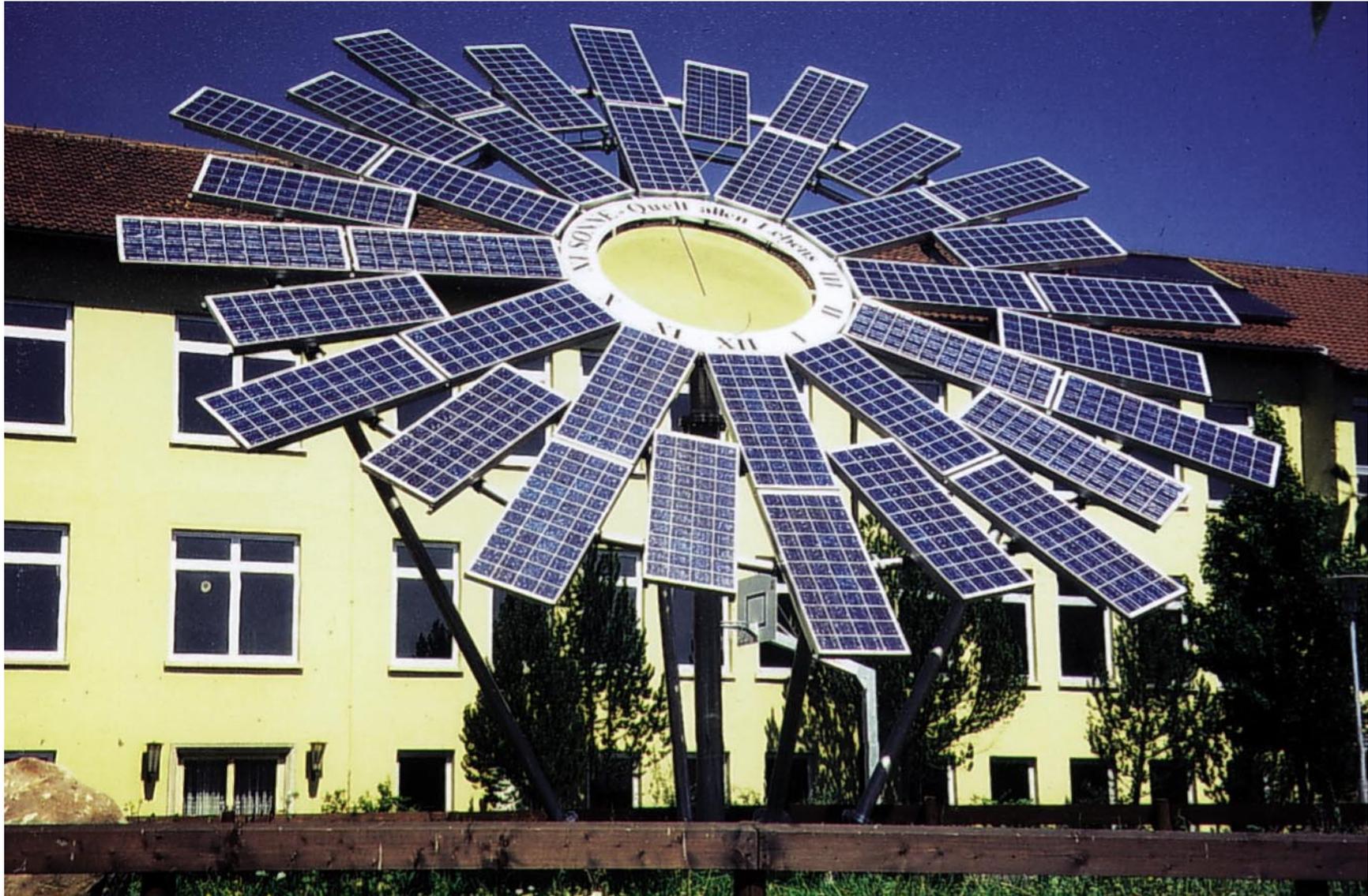


# Drei Themenblöcke:

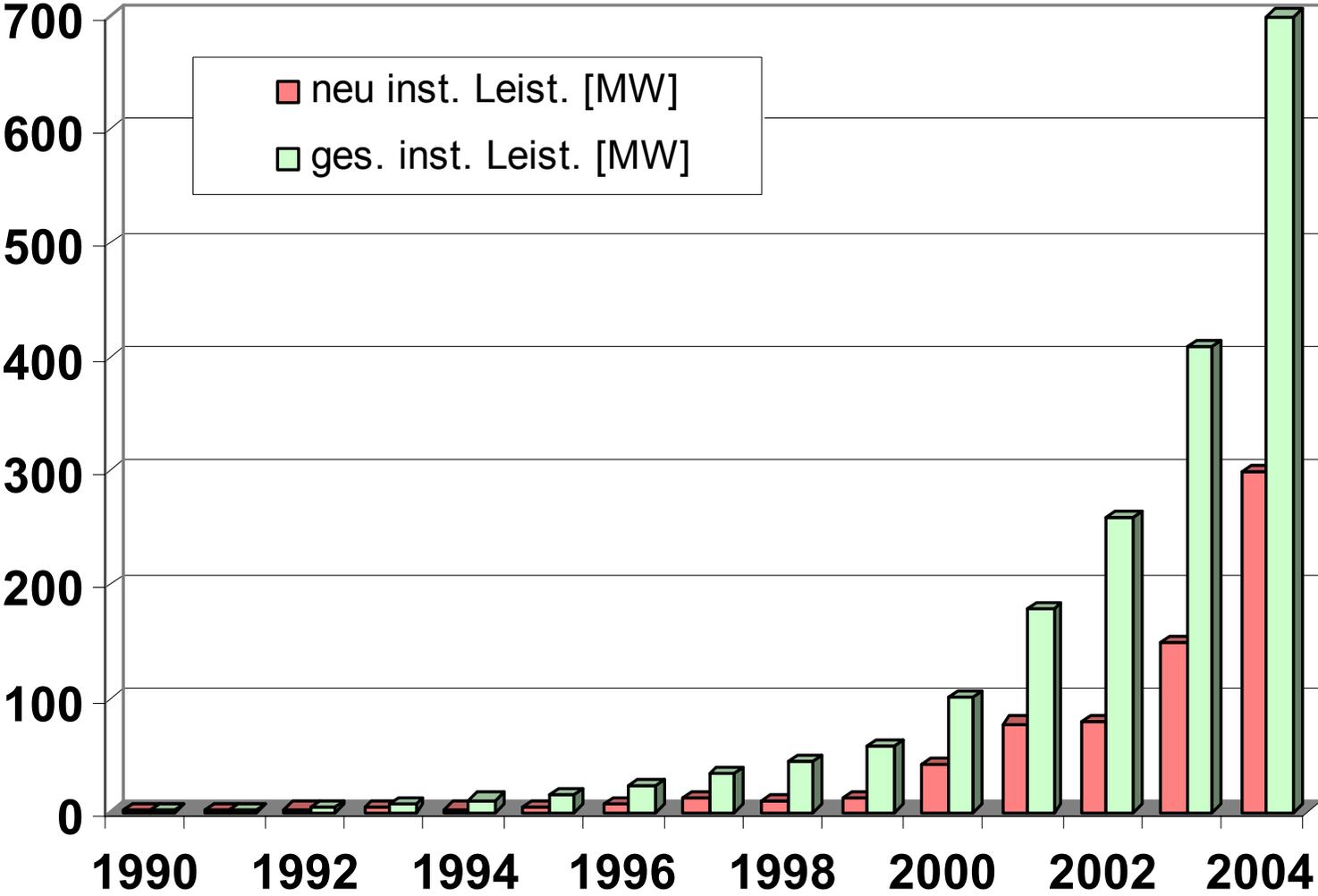
---

- Photovoltaik
- Heizen mit Holzbrennstoffen
- Biogas

# - STROMERZEUGUNG MIT PHOTOVOLTAIK -



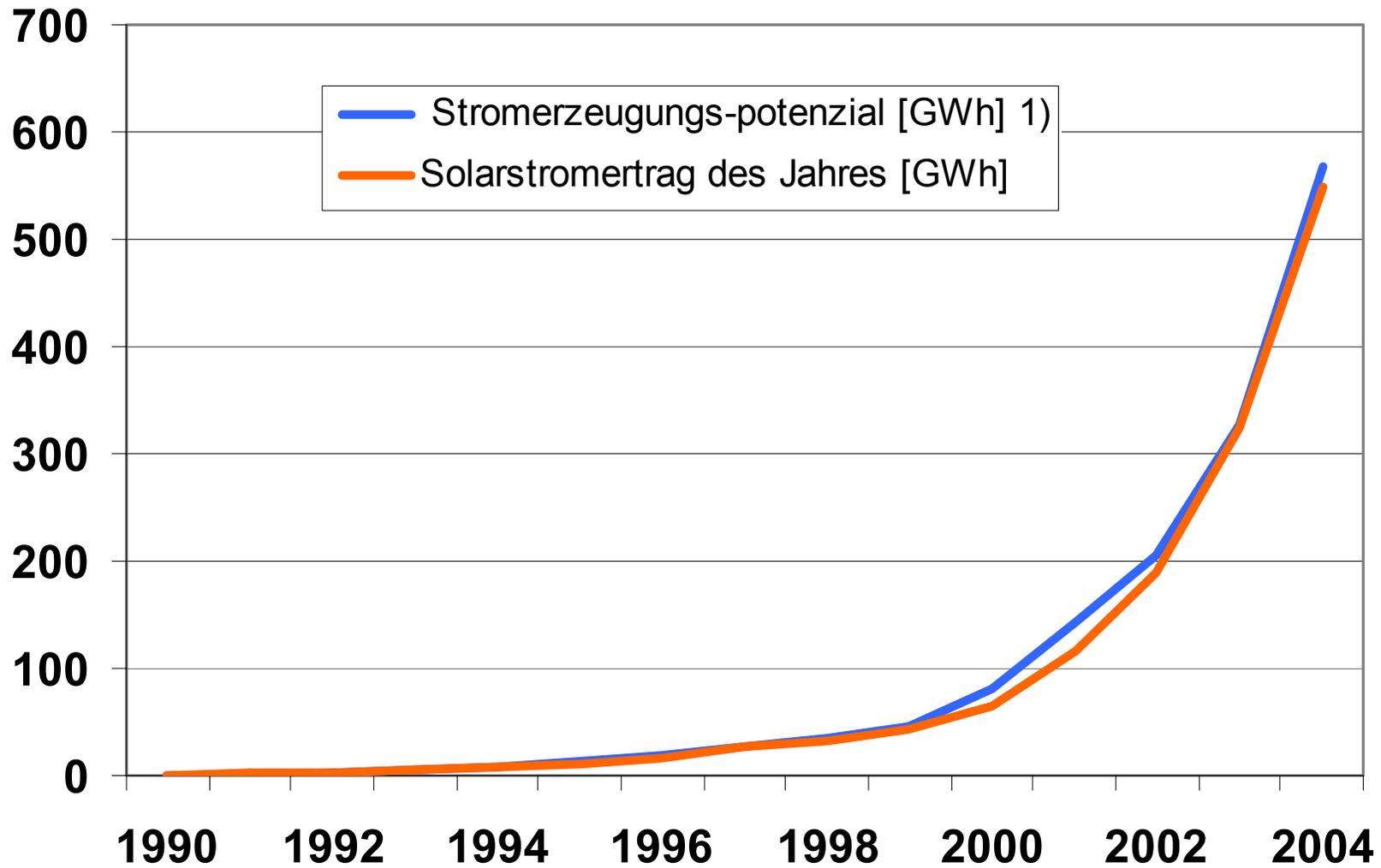
# Entwicklung der PV in Deutschland, 1990-2004



## Ausbau der installierten Leistung

2004: Schätzwerte

# Entwicklung der PV in Deutschland, 1990-2004



1) bei 800 kWh\*a/kWp

## Ausbau der Stromerzeugung

2004: Schätzwerte

# PV – typische Kosten-Kennzahlen, Stand 04/2004

## ➤ Annahme: 30 kWp-Anlage, Dachaufbau, aufgeständert, Einspeisung über den Hausanschluss

■ PV-Module	3 970 €/kWp	79,6 %
■ Montage	325 €/kWp	6,5 %
■ Wechselrichter	650 €/kWp	13,0 %
■ Netzanschluss	40 €/kWp	0,8 %
■ Komplettkosten	<u>4 980 €/kWp</u>	

## ➤ Investition bei 30 kWp

■ Größenordnung	150 000 €
-----------------	-----------

## ➤ Laufende Kosten:

■ Versicherung, Wartung/Unterhalt (1% von Invest je Jahr): 1 500 €/a, das sind 30 000 € in 20 a	
■ Zinsen (bei 5,5 % effektiv, 10 a Laufzeit)	82 500 €

## ➤ Leistungsverluste Module

■ 0,25 Prozent je Jahr
------------------------

# Das neue EEG 2004: Vergütungssätze für PV

Vergütungssätze pro kWh (Stufenmodell):

	$\leq 30$ kW	$\leq 100$ kW	$> 100$ kW	<i>altes EEG</i>
Dach	57,4 ct	54,6 ct	54,0 ct	45,7 ct
Fassade	62,4 ct	59,6 ct	59,0 ct	45,7 ct
Freifläche	45,7 ct			45,7 ct

Degression: 5% jährlich ab 2005,  
bei Freiflächenanlagen: 6,5% ab 2006

**Jahr 2005, Dachanlagen:**

**54,53 ct    51,87 ct    je kWh**

# PV – Ertragsseite, pessimistisch

## ➤ Jährliche Stromeinspeisung

- ~ 750 kWh/kWp und Jahr, gegenwärtig à 54,5 ct/kWh
- Ertrag pro Jahr bei 30 kWp: 12 260 €/a

## ➤ Einnahmen (rechnerisch) bei 20 a Betrieb

- Einnahmen  $20 * 12\ 600 =$  245 250 €

## ➤ Überschuss in 20 Jahren

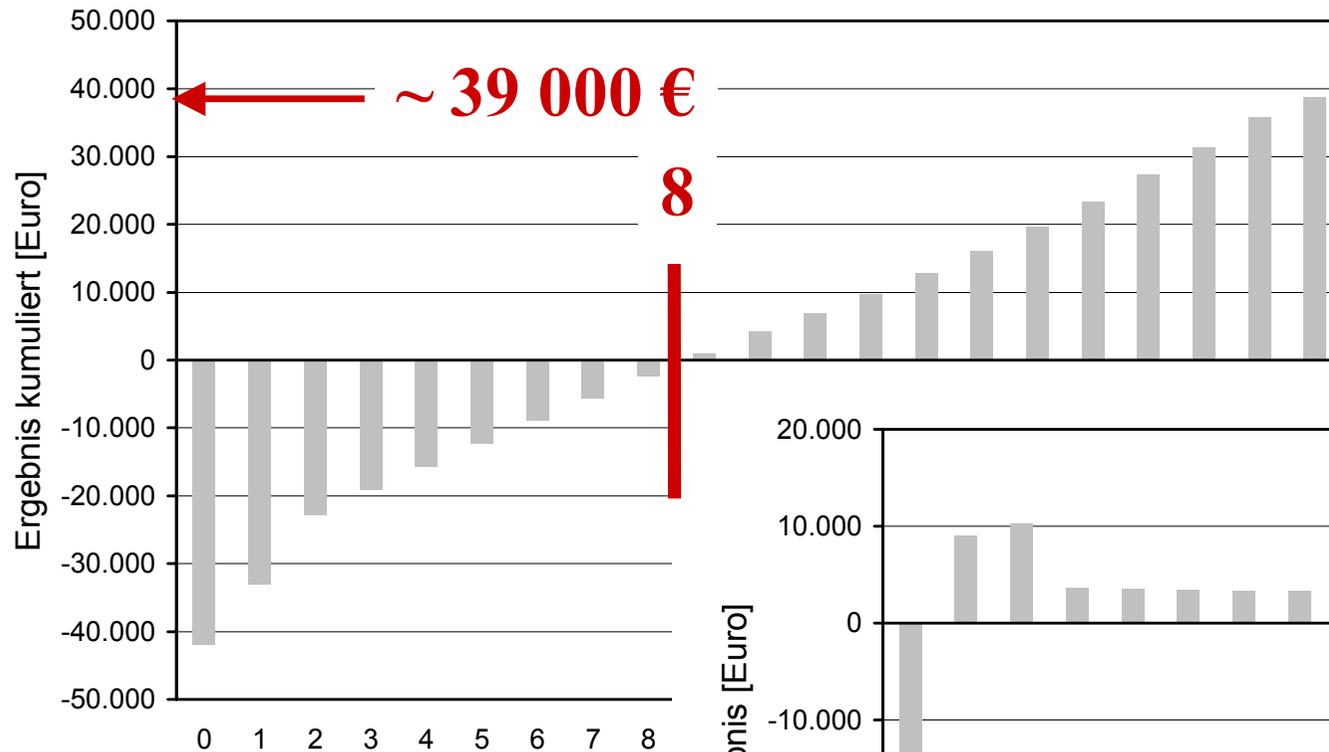
- Ohne Berücksichtigung zus. Aufwendungen, während der Betriebszeit sinkendem Wirkungsgrad der Module!
- Ohne Berücksichtigung von Steueraspekten des Investors
- **245 250 € – 262 500 € ~ -17 000 €**

## ➤ **Entspricht einem Verlust über die Lebensdauer, auch bei Berücksichtigung möglicher Steuervorteile!**

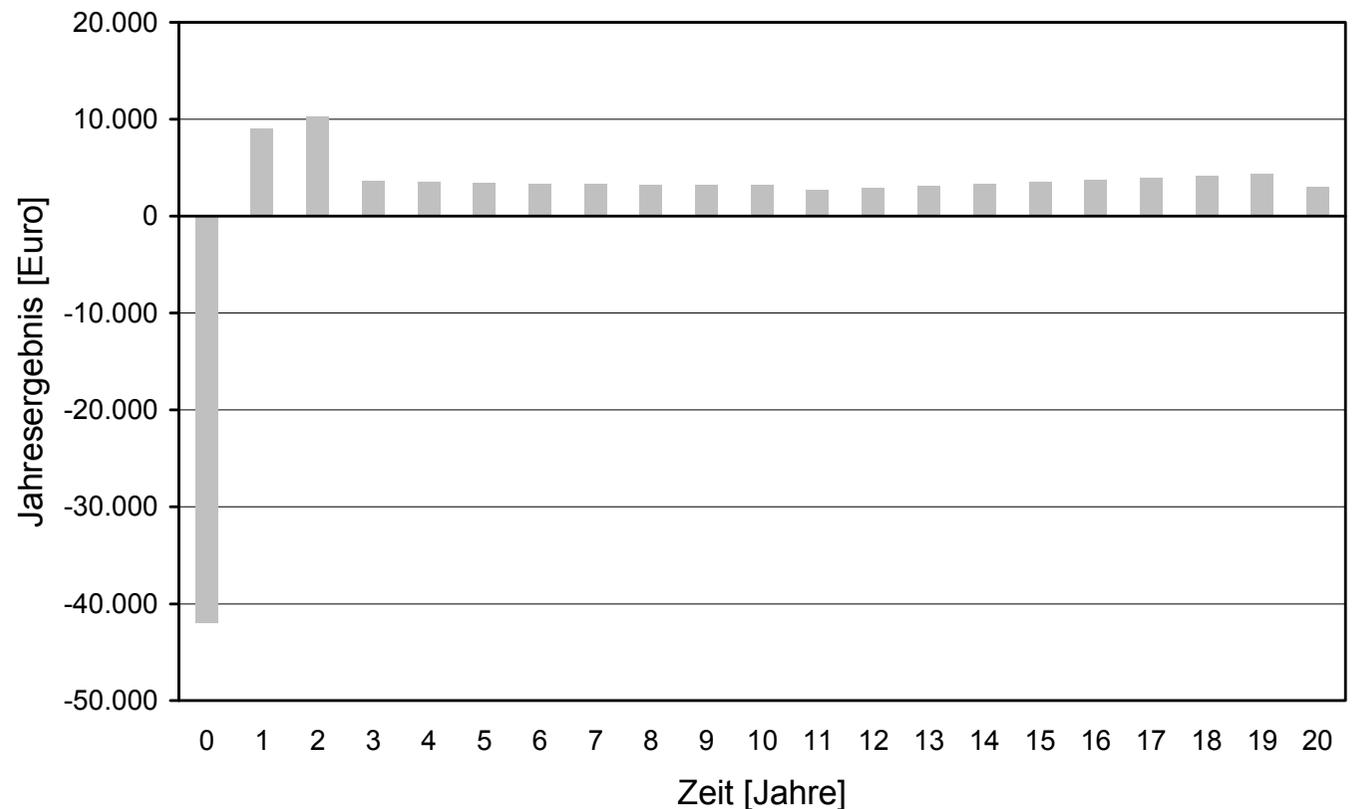
# PV – Ertragsseite, optimistisch

- Jährliche Stromeinspeisung
  - ~ 950 kWh/kWp und Jahr, gegenwärtig à 54,5 ct/kWh
  - Ertrag pro Jahr bei 30 kWp: 15 532 €/a
  
- Einnahmen (rechnerisch) bei 20 a Betrieb
  - Einnahmen  $20 * 15\,532 = 310\,650$  €
  
- Überschuss in 20 Jahren
  - Ohne Berücksichtigung zus. Aufwendungen, während der Betriebszeit sinkendem Wirkungsgrad der Module!
  - Ohne Berücksichtigung von Steueraspekten des Investors
  - **310 650 € – 262 500 € ~ 48 000 €**
  
- **Entspricht einer Rendite von 32 % bzw. 320 €/1000 € in 20 Jahren!**

# Jahresergebnisse PV, 30 kWp, 950 kWh/kWp



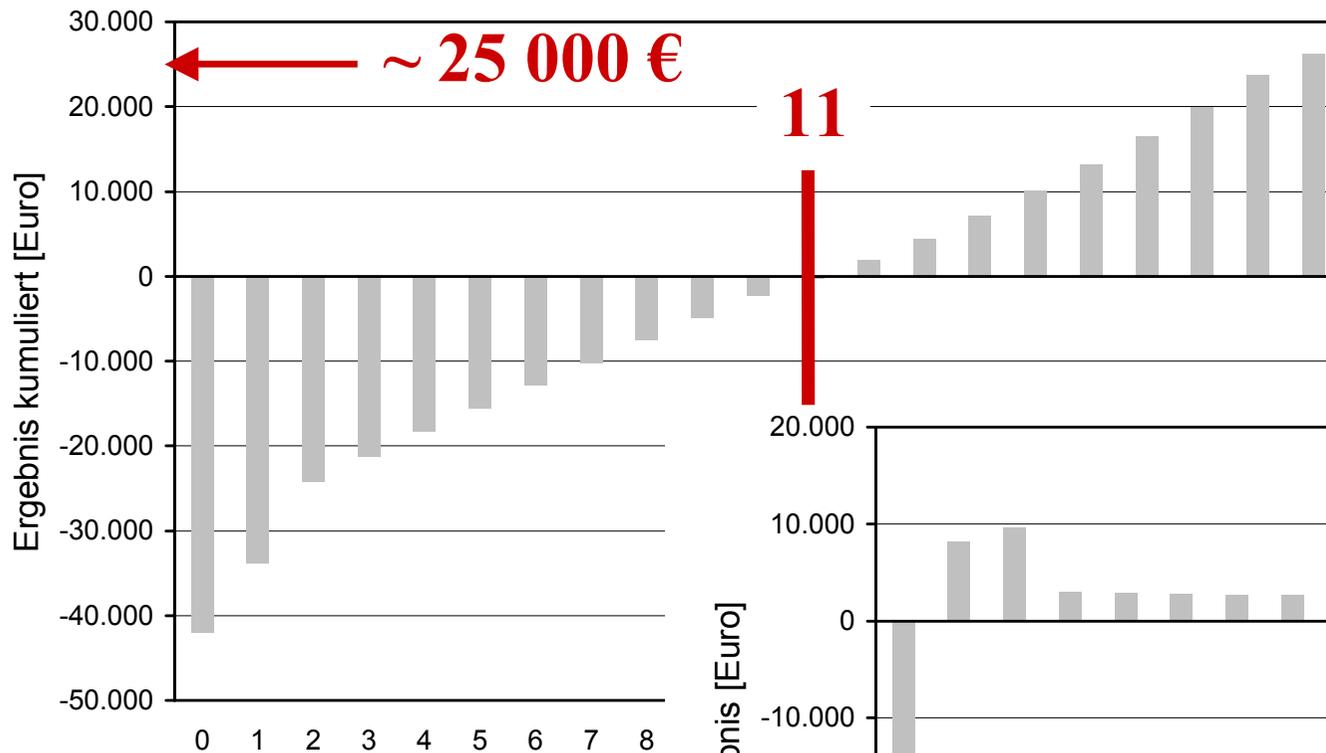
8,9% IRR



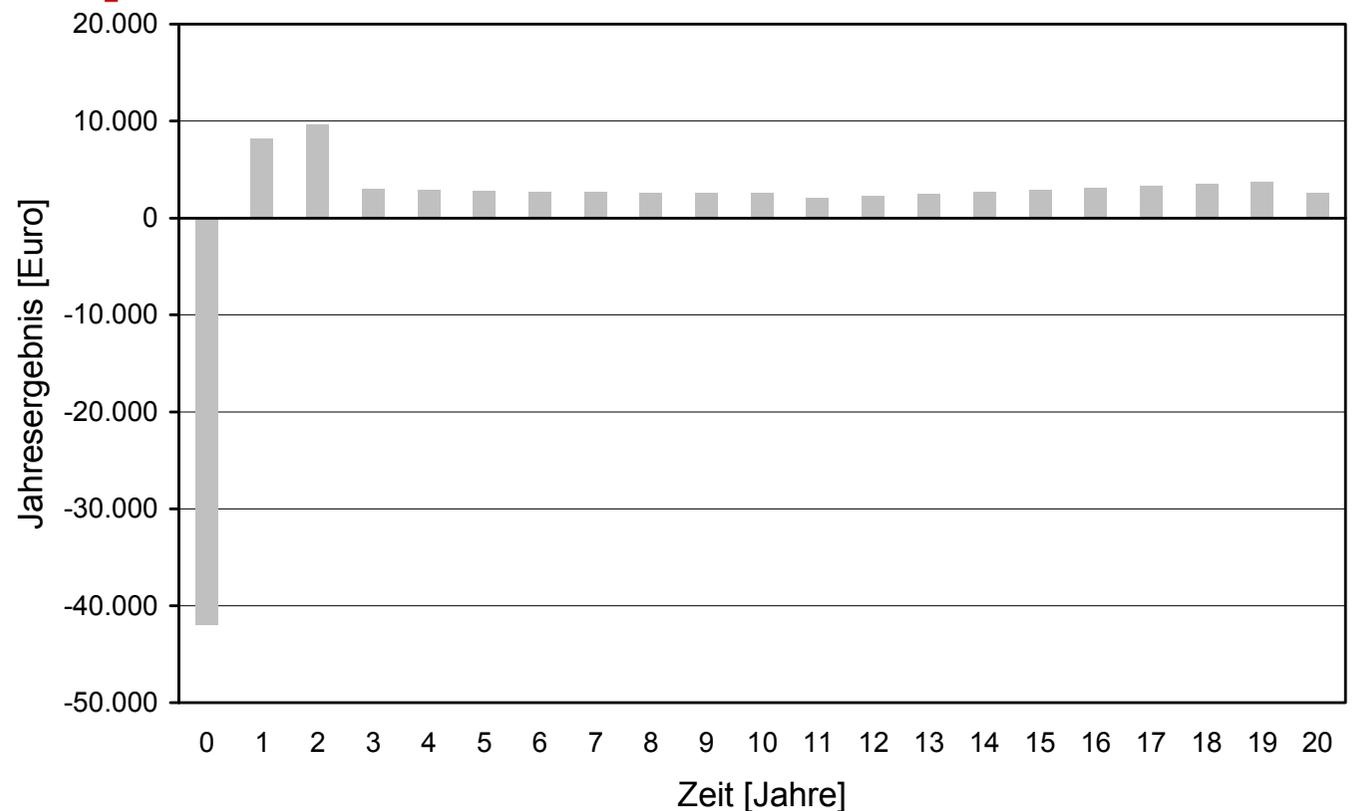
## Annahmen:

- 5 000 €/kW Invest = 150 000 €
- 75% Finanzierung, 25% Eigenmitte
- Zinssatz 4,5% bzw. 5,5% nominal
- 2 a tilgungsfrei
- 20 a Laufzeit
- Steuersatz 22%
- 2%/a Inflation
- 4% Abzinsung (Barwert)

# Jahresergebnisse PV, 30 kWp, 900 kWh/kWp



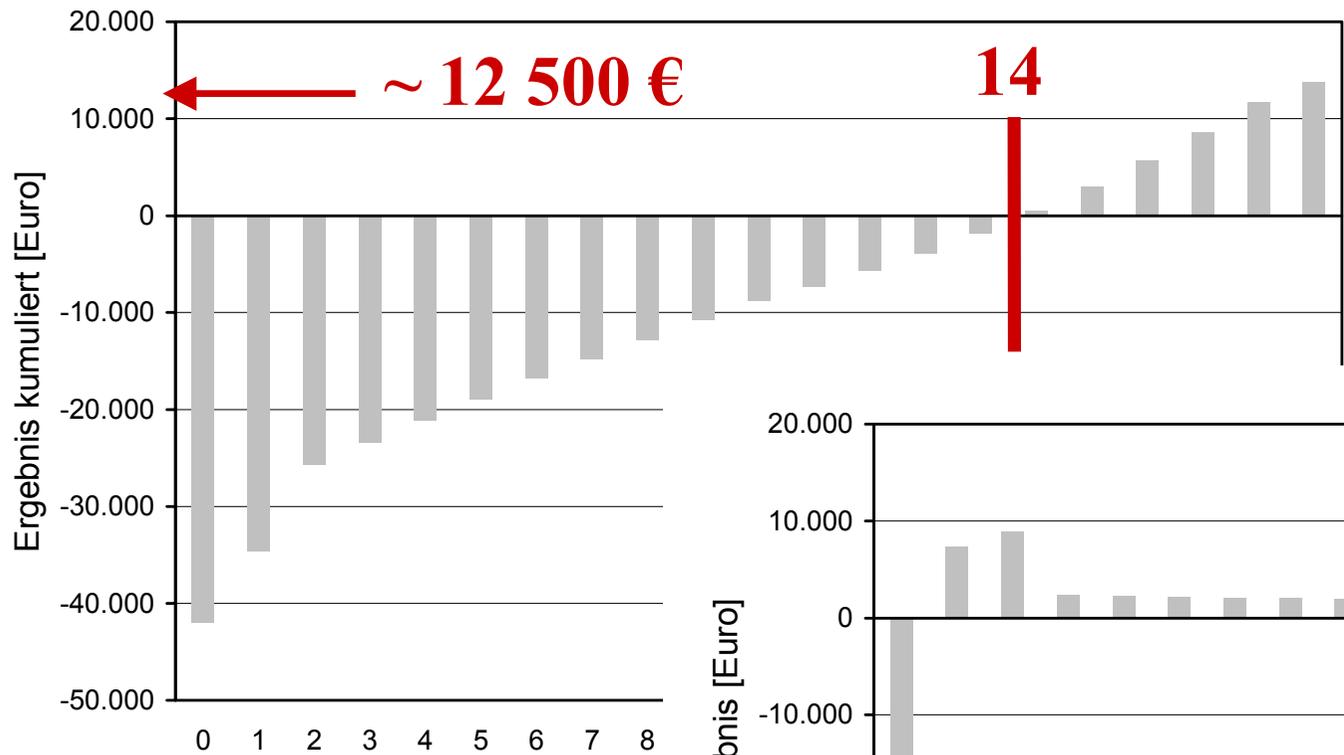
6,4% IRR



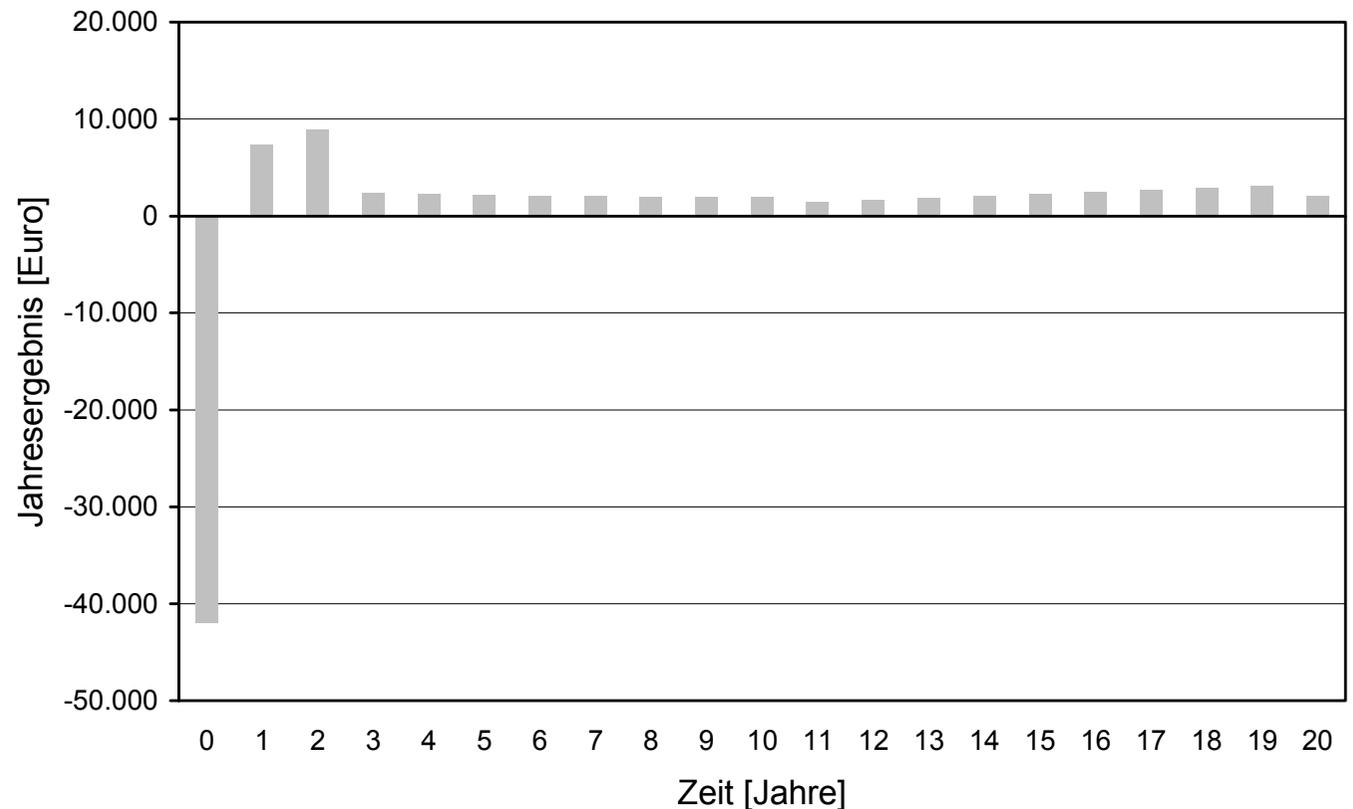
## Annahmen:

- 5 000 €/kW Invest = 150 000 €
- 75% Finanzierung, 25% Eigenmitte
- Zinssatz 4,5% bzw. 5,5% nominal
- 2 a tilgungsfrei
- 20 a Laufzeit
- Steuersatz 22%
- 2%/a Inflation
- 4% Abzinsung (Barwert)

# Jahresergebnisse PV, 30 kWp, 850 kWh/kWp



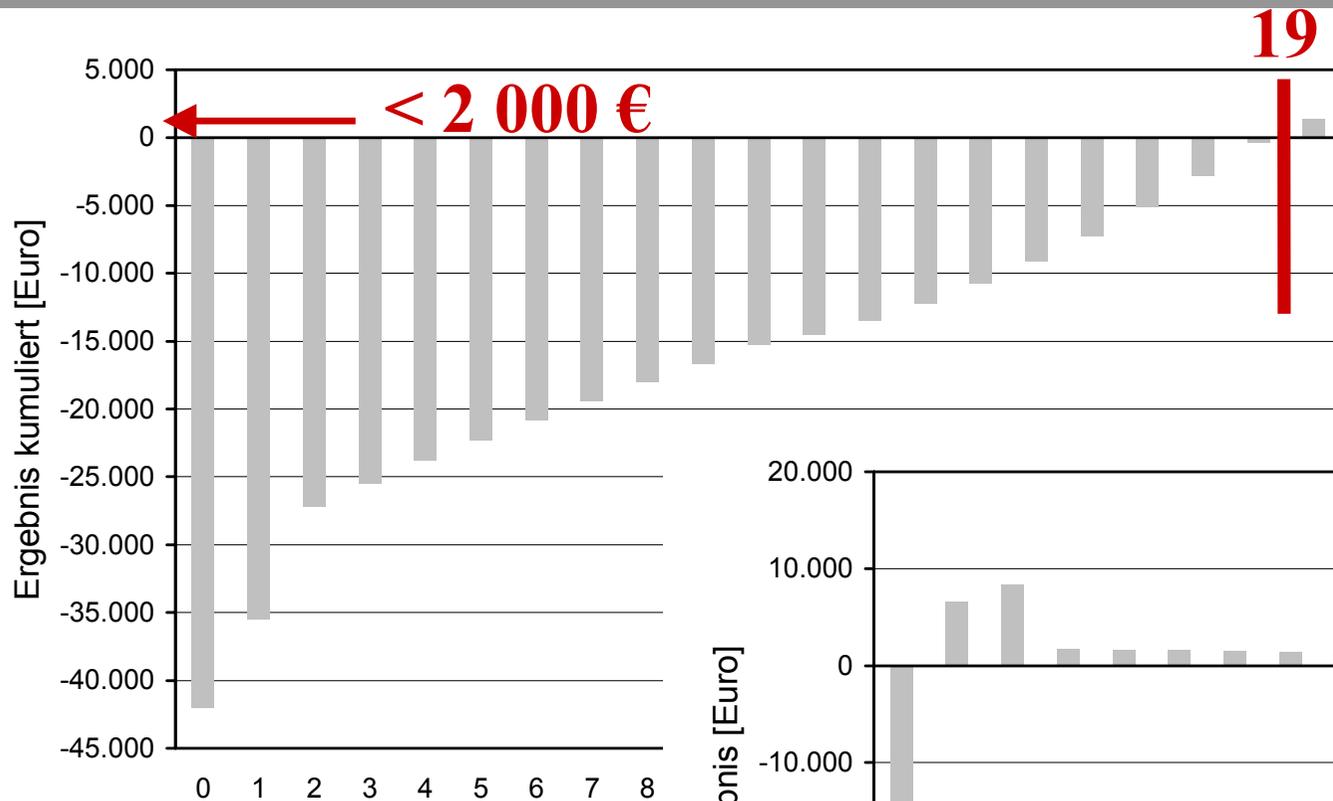
3,6% IRR



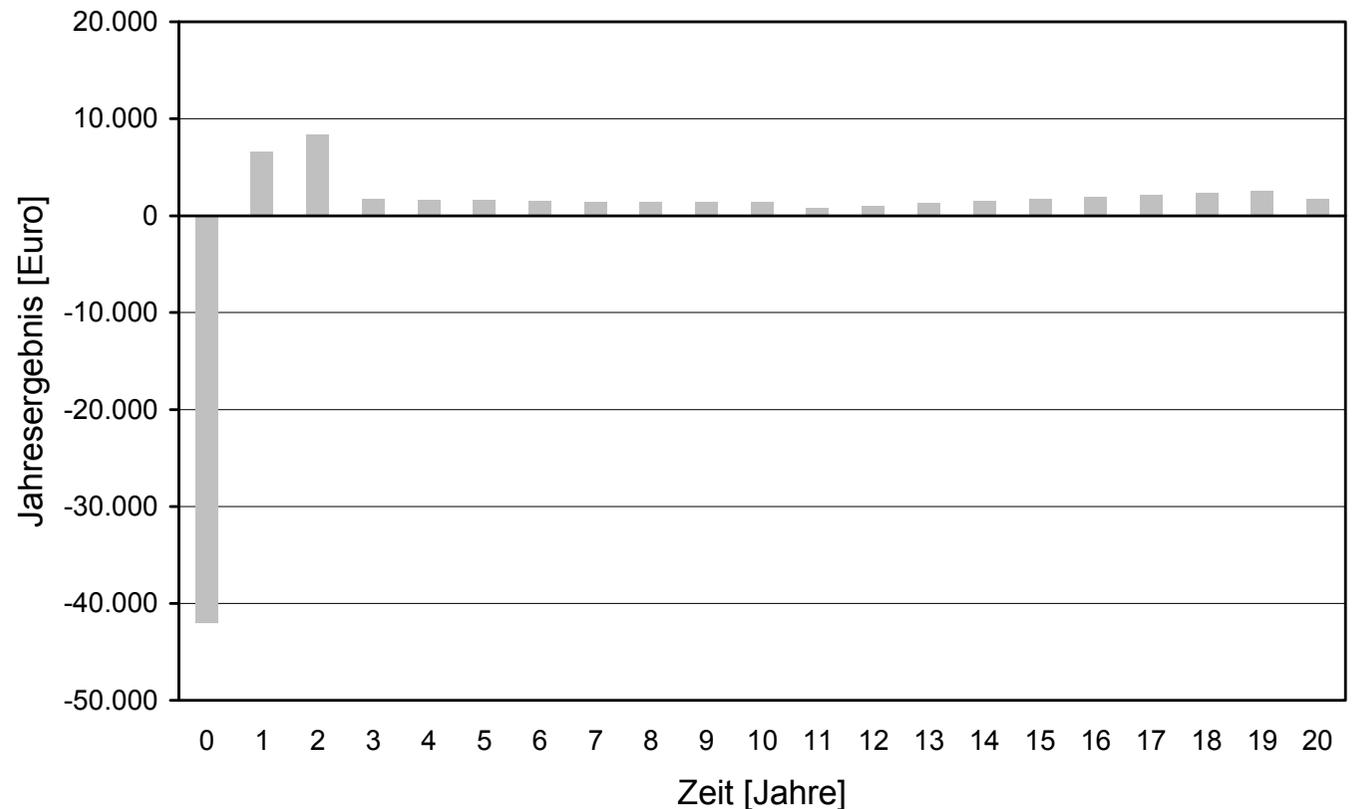
## Annahmen:

- 5 000 €/kW Invest = 150 000 €
- 75% Finanzierung, 25% Eigenmitte
- Zinssatz 4,5% bzw. 5,5% nominal
- 2 a tilgungsfrei
- 20 a Laufzeit
- Steuersatz 22%
- 2%/a Inflation
- 4% Abzinsung (Barwert)

# Jahresergebnisse PV, 30 kWp, 800 kWh/kWp



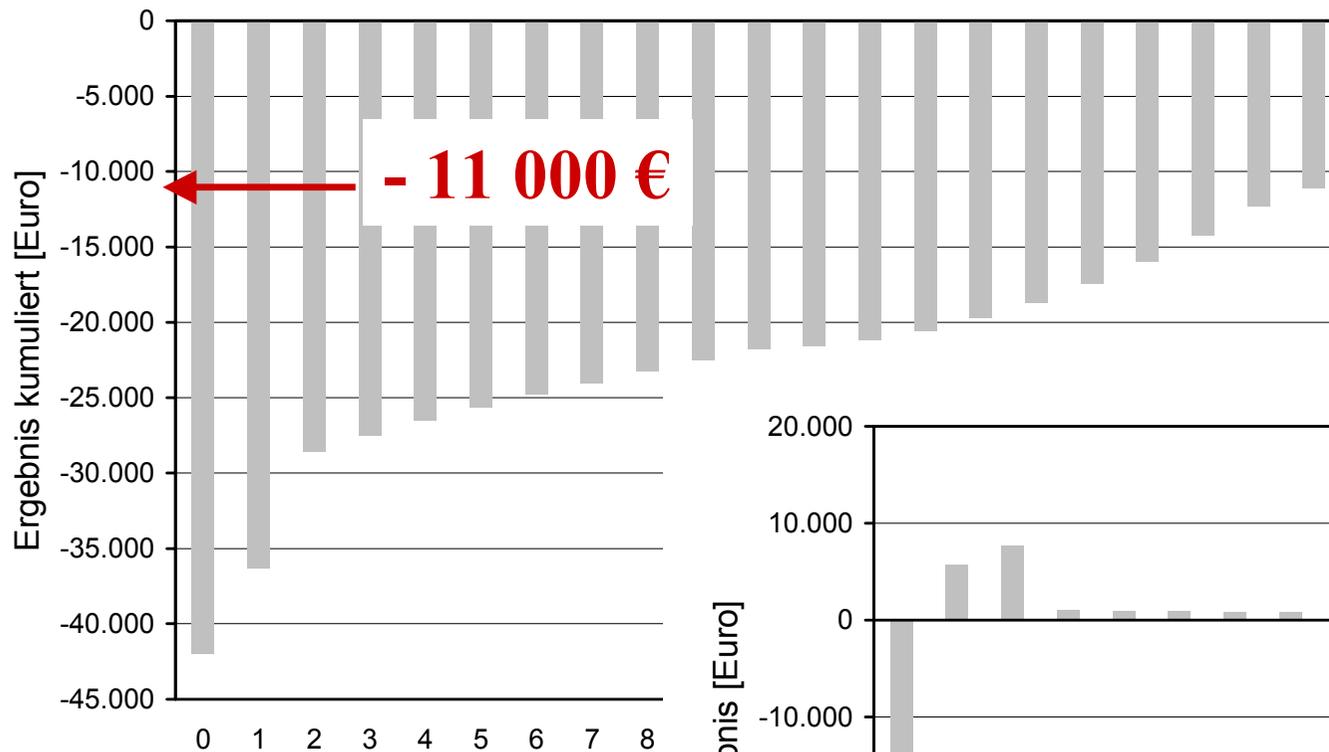
0,4% IRR



## Annahmen:

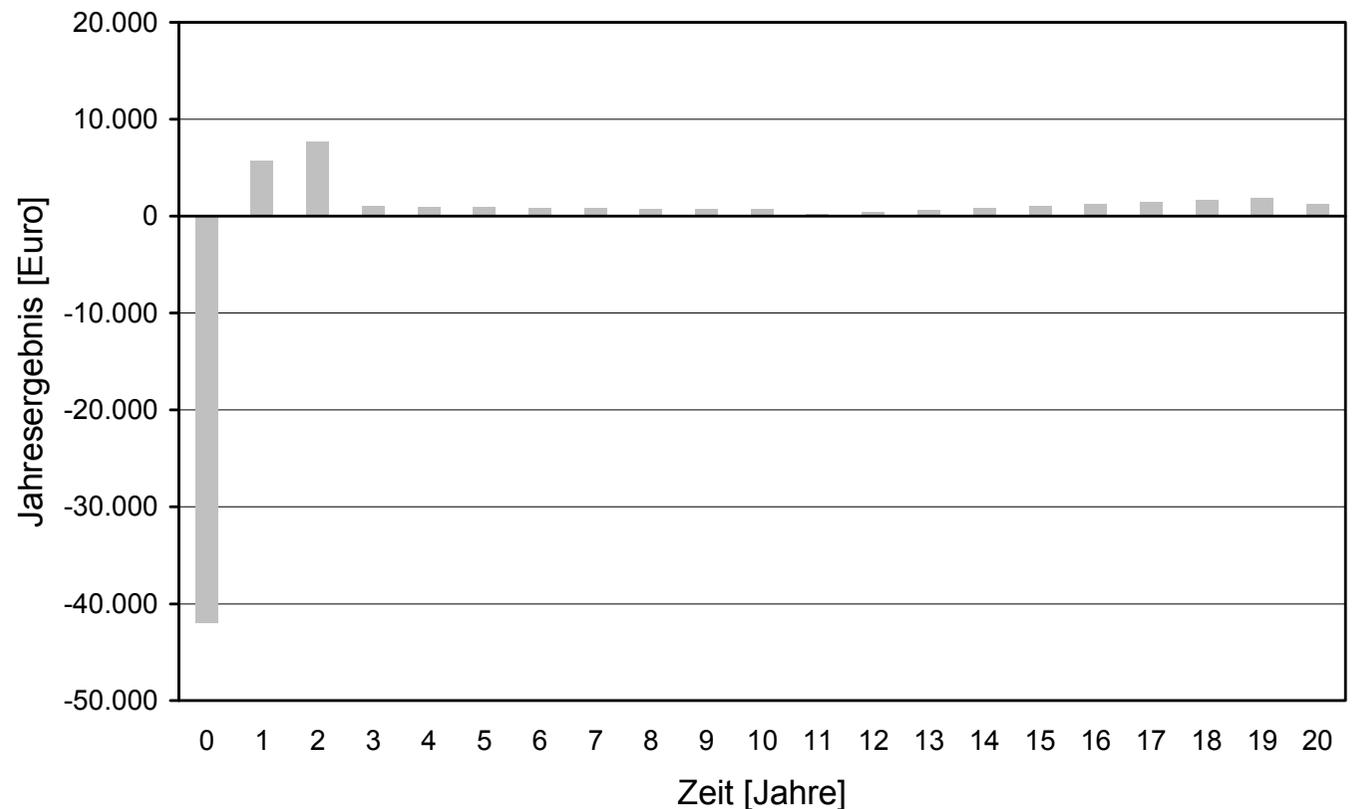
- 5 000 €/kW Invest = 150 000 €
- 75% Finanzierung, 25% Eigenmitte
- Zinssatz 4,5% bzw. 5,5% nominal
- 2 a tilgungsfrei
- 20 a Laufzeit
- Steuersatz 22%
- 2%/a Inflation
- 4% Abzinsung (Barwert)

# Jahresergebnisse PV, 30 kWp, 750 kWh/kWp



**-3,5% IRR**

**Keine  
Amortisation  
in 20 Jahren!**



## Annahmen:

- 5 000 €/kW Invest = 150 000 €
- 75% Finanzierung, 25% Eigenmitte
- Zinssatz 4,5% bzw. 5,5% nominal
- 2 a tilgungsfrei
- 20 a Laufzeit
- Steuersatz 22%
- 2%/a Inflation
- 4% Abzinsung (Barwert)

# PV: Pro und Contra

---

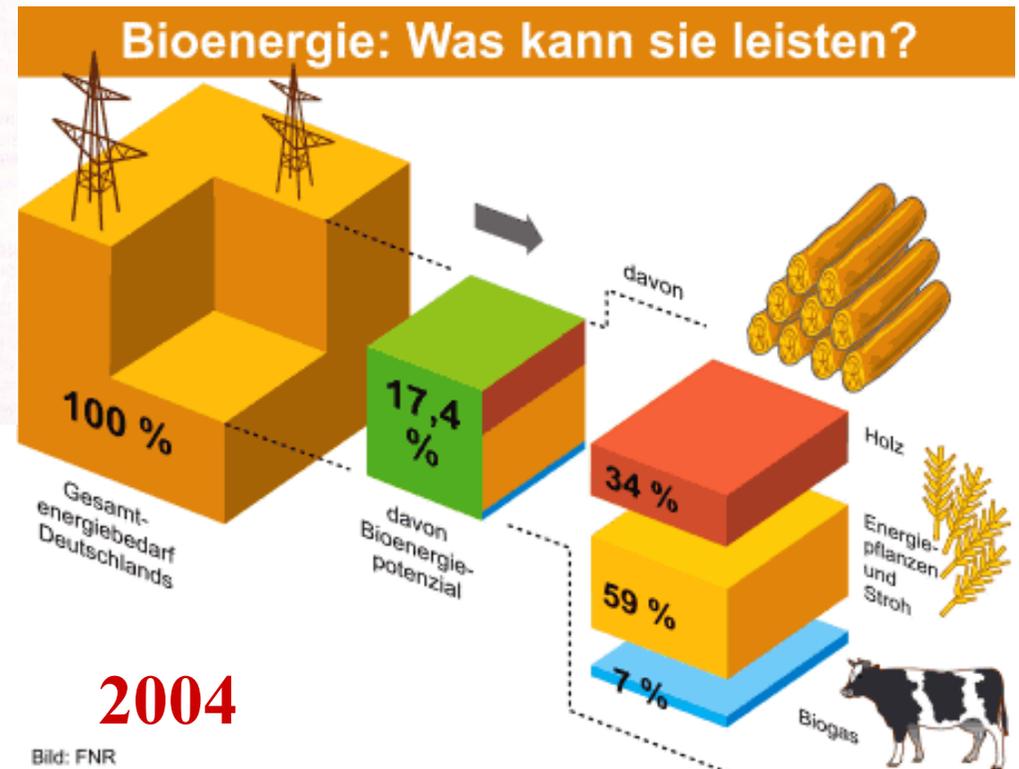
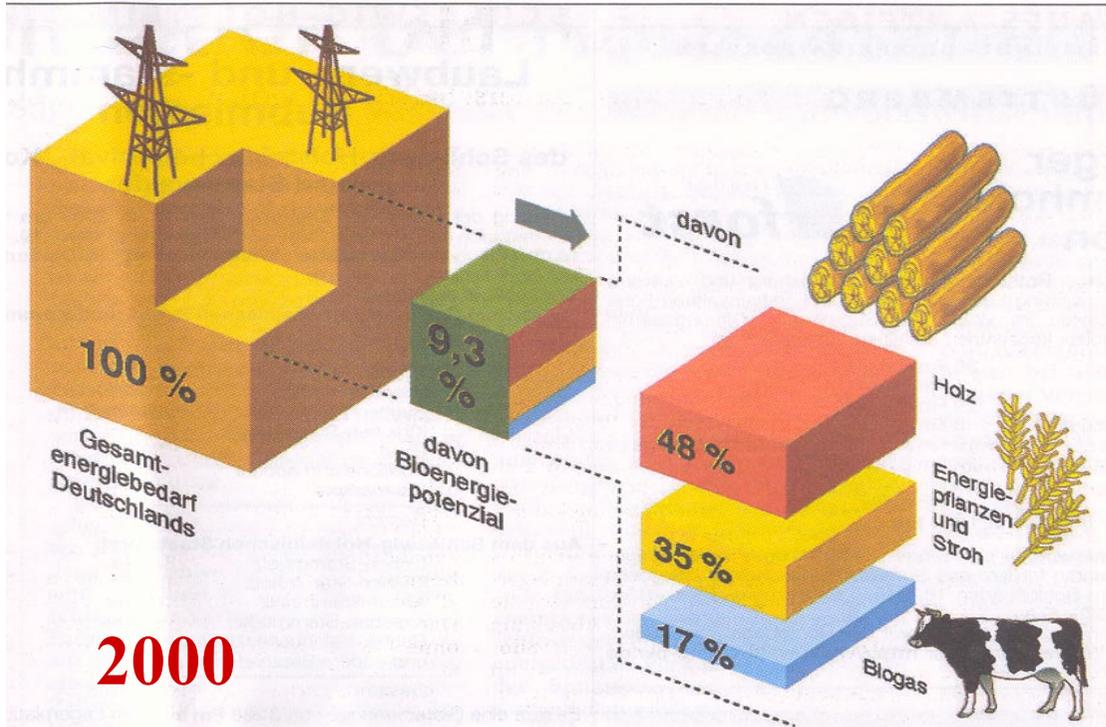
## ➤ Pro PV

- Beitrag zur Reduzierung schädlicher Klimagase
- Beitrag zur Energie-Unabhängigkeit
- Beitrag zur dezentralen Energieversorgung
- Beitrag zu einer nachhaltigen Energiewirtschaft
- Geringer zeitlicher Betreuungsaufwand
- Vergleichsweise sichere Einnahmen

## ➤ Contra PV

- Hoher, energieintensiver Materialaufwand
- Vergleichsweise hohe Investitionen, bezogen auf die inst. Leistung
- Geringe Rendite (oder Verluste) zu befürchten, oft werden sehr optimistische Wirtschaftlichkeitsannahmen getroffen!
- Kostenintensive Form der Energiebereitstellung, in Deutschland bei Netzanbindung auch langfristig nicht ohne Bevorzugung möglich

# Die Dynamik der Potenzialerkennnisse



# - HEIZEN MIT HOLZBRENNSTOFFEN -

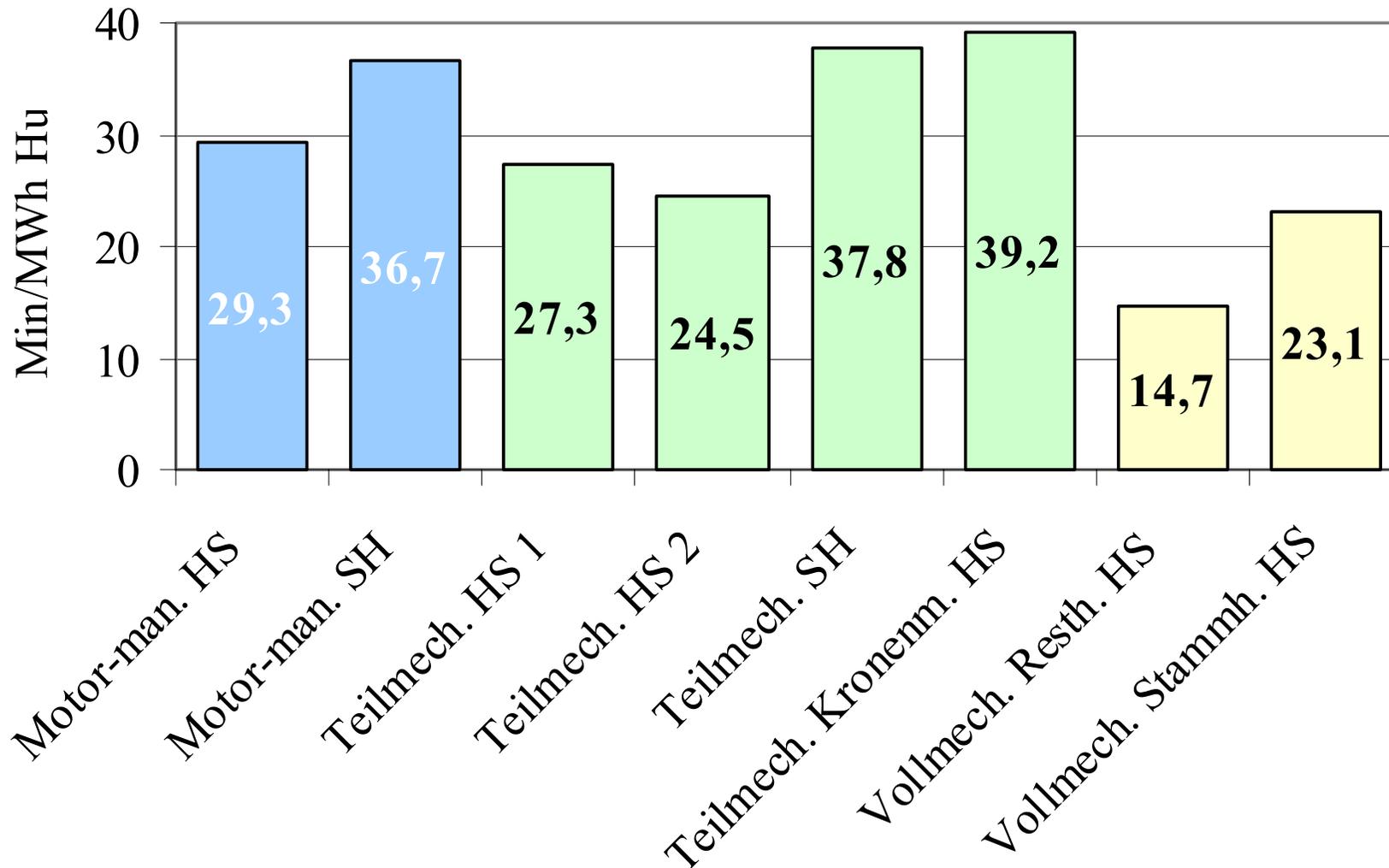


BUDERUS, Scheitholz



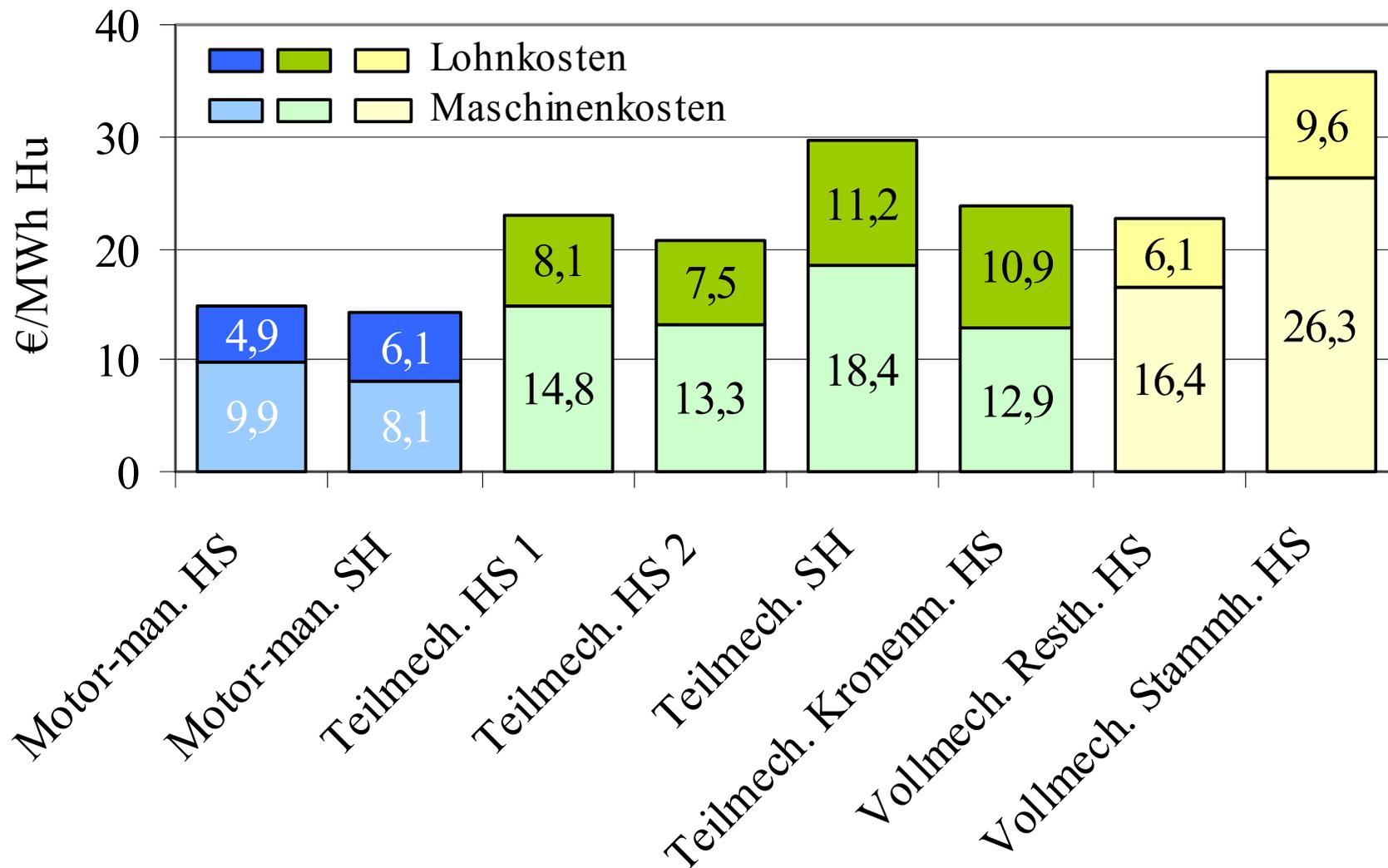
FRÖLING, Pellets

# Zeitbedarf der Holzenergiebereitstellung mit unterschiedlichen Verfahren\*



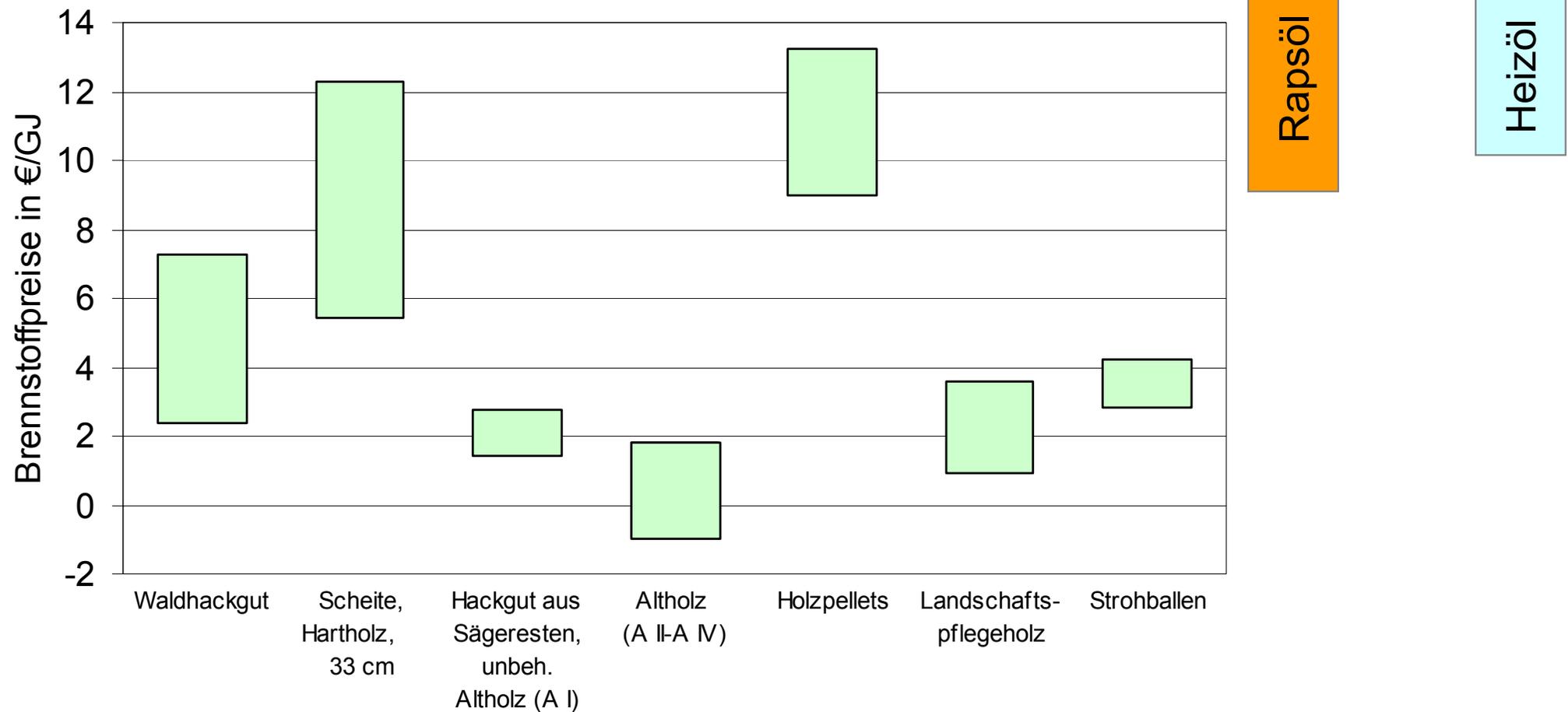
\* Fichte, bei 40 % Wassergehalt; Jahresbedarf EFH ~45 MWh = 11-30 Std./a

# Kosten der Holzenergiebereitstellung mit unterschiedlichen Verfahren\*



\* Fichte, bei 40 % Wassergehalt, o. Rohstoff-Entgelte

# Preise biogener und fossiler Brennstoffe



/CARMEN 2004/; /Hartig 2000/; /Hartig 2001/; /Wagner und Wittkopf 2000/; /Fischer et al. 2002/; /Groll 2004/; /Scheuermann et al. 2003/; /Hartmann et al. 2004/

# Kostenvergleich Wärmebereitstellung, Niedrigenergiehaus,

## 150 m<sup>2</sup>, 10/15 kW, 16 MWh/a (1)

	Einheit	Pellets	SH	Erdgas	Heizöl
<b>Investitionen</b>					
- Kessel	Euro	6.900	4.100	3.100	3.700
- Pufferspeicher (Scheitholz) / Brauchwasserspeicher	Euro	850	1.250	850	850
- Lagerung/Austragung/Tank/Gasanschluss	Euro	2.300	750	1.875	2.000
- Schornstein/Abgasleitung	Euro	1.750	1.750	1.750	1.750
- Gas/Elektroinstallationen	Euro	500	500	250	250
- Hausinterne Verteilung	Euro	3.250	3.250	3.250	3.250
<b>Summe</b>	<b>Euro</b>	<b>15.550</b>	<b>11.600</b>	<b>11.075</b>	<b>11.800</b>
Förderung (MAP)	Euro	-1.700	-1.500		
<b>Summe Investition</b>	<b>Euro</b>	<b>13.850</b>	<b>10.100</b>	<b>11.075</b>	<b>11.800</b>
<b>Nutzungsdauern</b>					
Kesselanlage + Zubehör	Jahre	15	15	15	15
<b>Jahreswärmebedarf</b>					
- Heizung u. Warmwasser	MWh	16	16	16	16
- Anlagenwirkungsgrad	%	92	90	102	92
- Anlagennutzungsgrad	%	87%	83%	97%	87%
<b>Jahresbrennstoffbedarf</b>	<b>MWh</b>	<b>18,4</b>	<b>19,3</b>	<b>16,5</b>	<b>18,4</b>

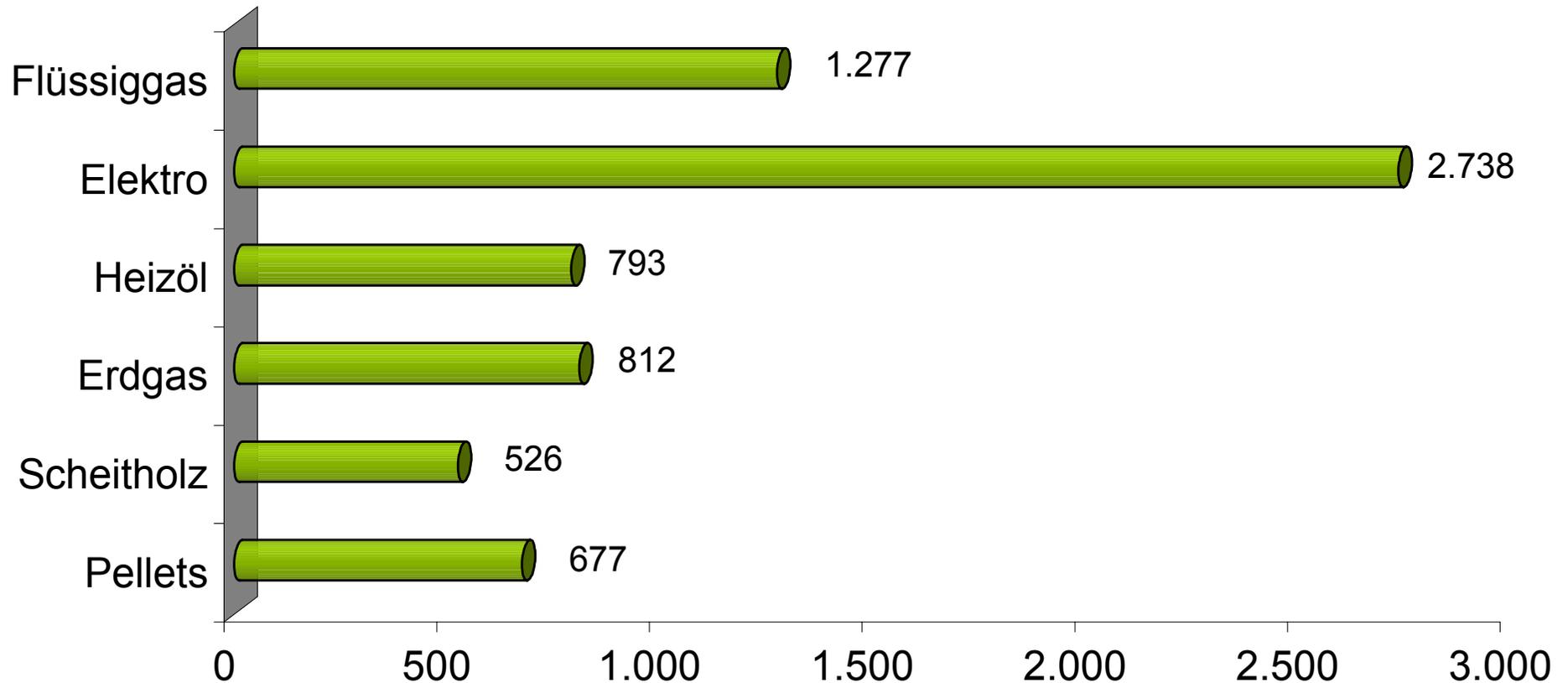
# Kostenvergleich Wärmebereitstellung, Niedrigenergiehaus,

## 150 m<sup>2</sup>, 10/15 kW, 16 MWh/a (2)

	Einheit	Pellets	SH	Erdgas	Heizöl
<b>Betriebsgebundene Kosten</b>					
Wartung/Reinigung/Instandhaltung	Euro/a	200	200	150	175
Schornsteinfeger	Euro/a	100	100	50	50
Versicherung	Euro/a				60
Hilfsenergie	Euro/a	75	25	25	30
<b>Summe betriebsgebundene Kosten</b>	<b>Euro/a</b>	<b>375</b>	<b>325</b>	<b>225</b>	<b>315</b>
<b>Kapitalgebundene Kosten</b>					
Zinssatz (Stand Sept. 2004; 20 J. Laufzeit)		4,47%	4,47%	5,00%	5,00%
Invest. P.a.	Euro/a	1.287	939	1.067	1.137
<b>Summe kapitalgebundene Kosten</b>	<b>Euro/a</b>	<b>1.287</b>	<b>939</b>	<b>1.067</b>	<b>1.137</b>
<b>Verbrauchsgebundene Kosten</b>					
Erdgas, aktuelles Preisniveau Nov. 2004 (www.waerme.org)	Euro-Cent/kWh			4,2	
Heizöl, aktuelles Preisniveau Nov. 2004 (www.waerme.org)	Euro-Cent/kWh				3,7
Pellets, 172 Euro/t (Quelle: C.A.R.M.E.N Stand Aug. 2004)	Euro-Cent/kWh	3,4			
Scheitholz, 48 Euro/Rm (Quelle: Hartmann 2004)	Euro-Cent/kWh		2,6		
<b>Summe verbrauchsgebundene Kosten netto</b>	<b>Euro/a</b>	<b>633</b>	<b>492</b>	<b>700</b>	<b>683</b>
<b>Summe verbrauchsgebundene Kosten brutto (inkl. MWSt.)</b>	<b>Euro/a</b>	<b>677</b>	<b>526</b>	<b>812</b>	<b>793</b>
<b>Spez. Brennstoffkosten</b>					
	<b>Euro/MWh</b>	<b>34</b>	<b>26</b>	<b>42</b>	<b>37</b>
<b>Gesamtkosten der Versorgung (netto)</b>	<b>Euro/a</b>	<b>2.295</b>	<b>1.755</b>	<b>1.992</b>	<b>2.135</b>
<b>Gesamtkosten der Versorgung (inkl. MWSt)</b>	<b>Euro/a</b>	<b>2.605</b>	<b>1.992</b>	<b>2.310</b>	<b>2.477</b>

# Kostenvergleich Hausheizung

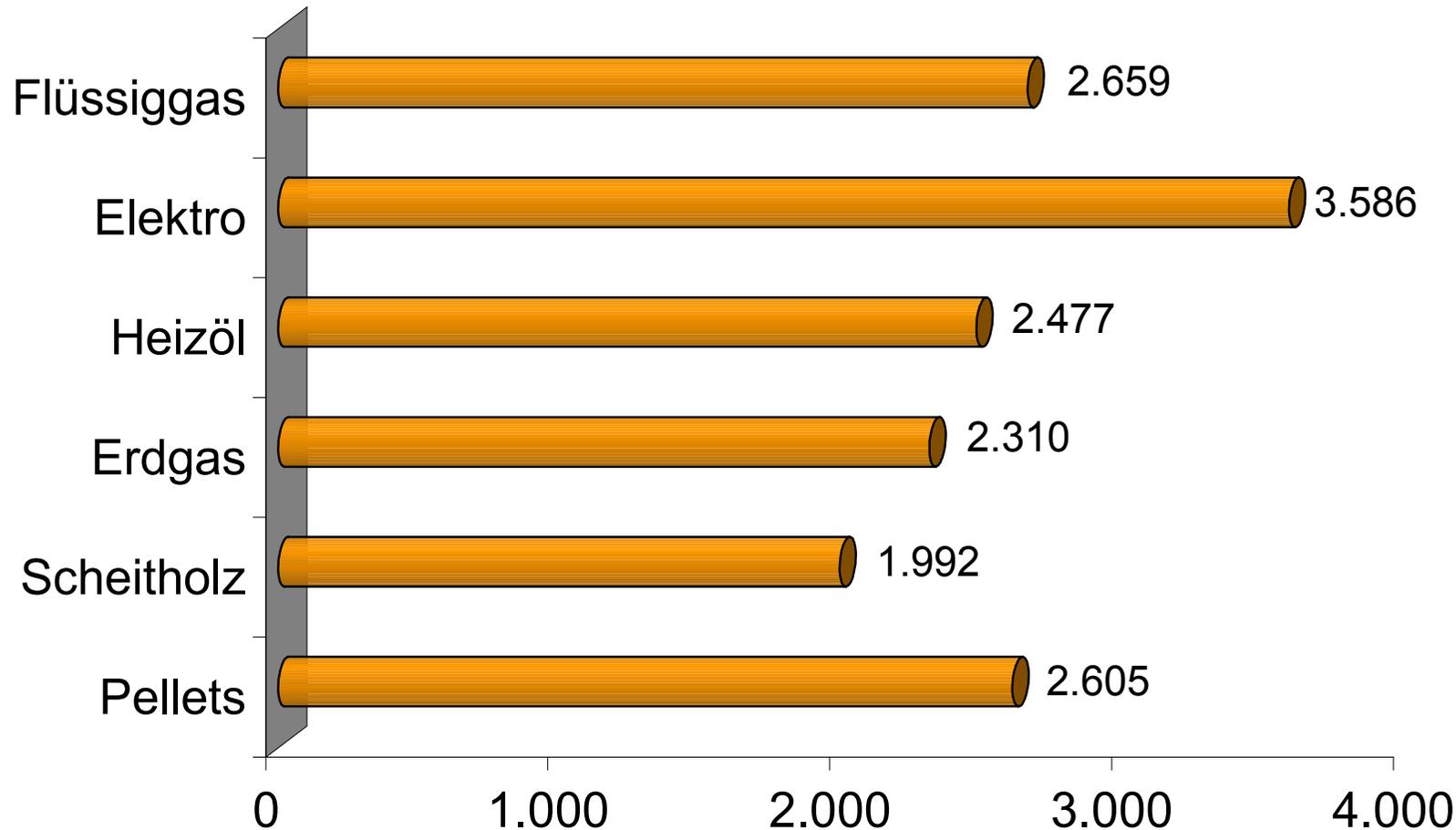
150 m<sup>2</sup>, 10/15 kW, 16 MWh/a



**Brennstoffkosten für ein Einfamilienhaus (€/a)**

# Kostenvergleich Hausheizung

150 m<sup>2</sup>, 10/15 kW, 16 MWh/a



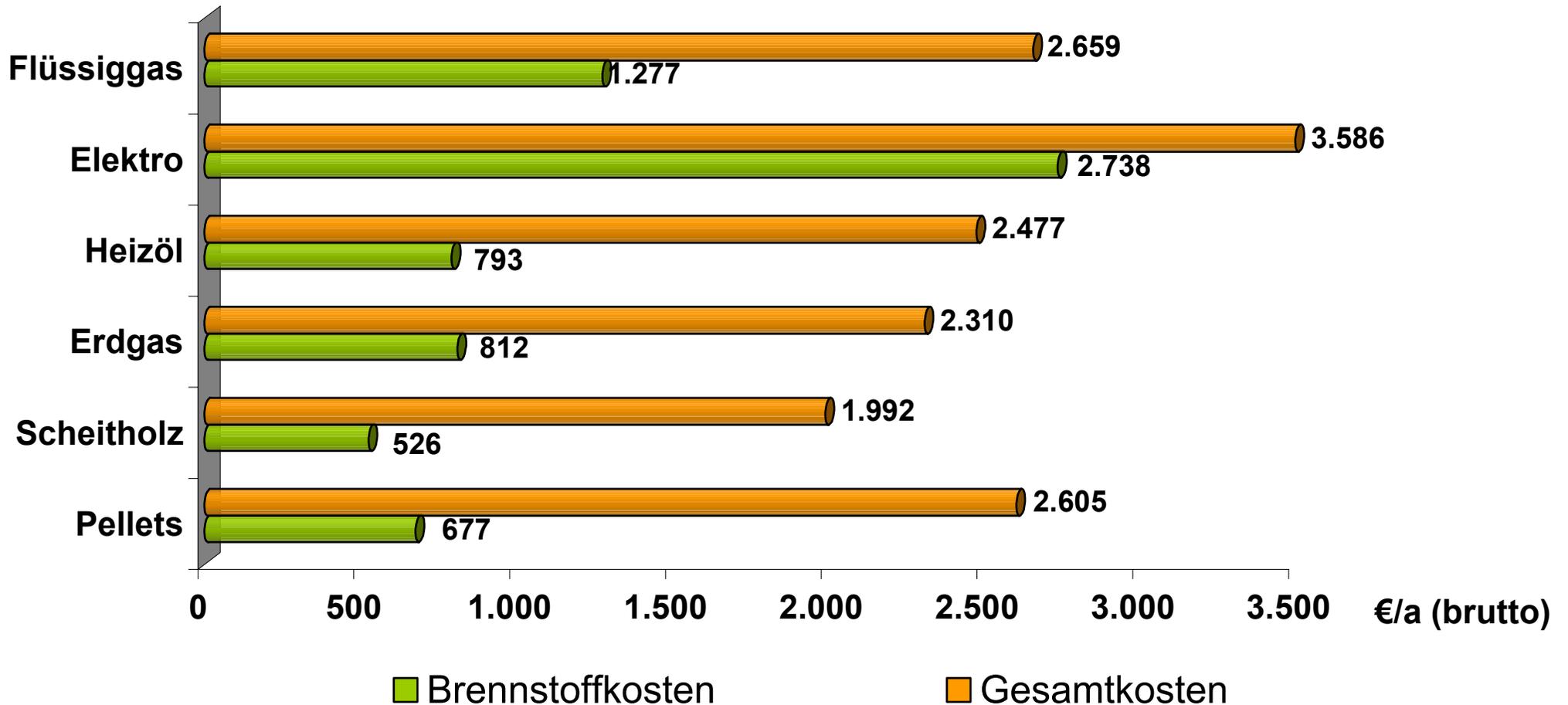
**spezifisch**  
~16,6 ct/kWh  
~22,4 ct/kWh  
~15,5 ct/kWh  
~14,4 ct/kWh  
~12,5 ct/kWh  
~16,3 ct/kWh

**Jahresgesamtkosten der Wärmeversorgung für ein Einfamilienhaus (€/a)**

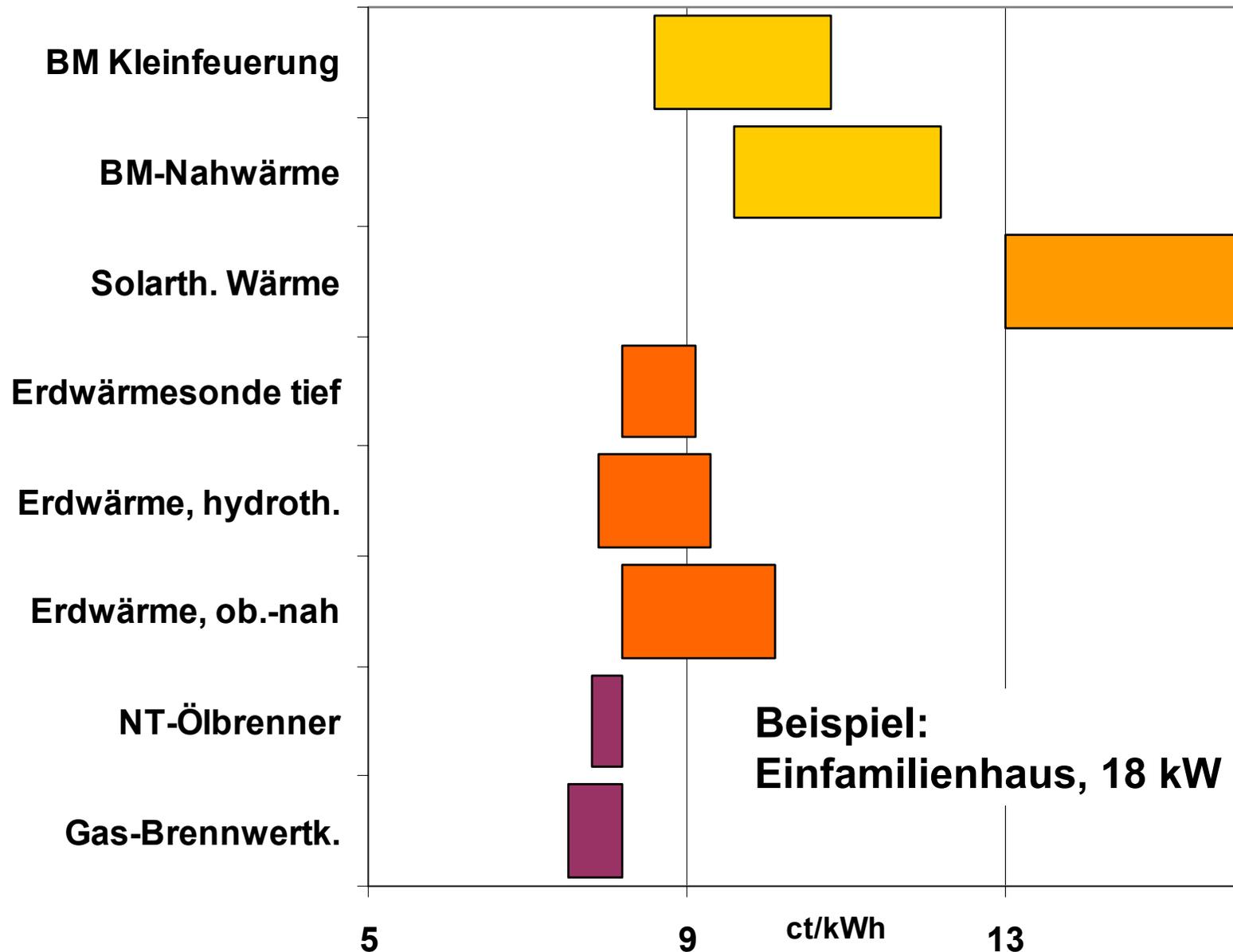
# Kostenvergleich Hausheizung

150 m<sup>2</sup>, 10/15 kW, 16 MWh/a

## Jährliche Brennstoff- und Gesamtkosten



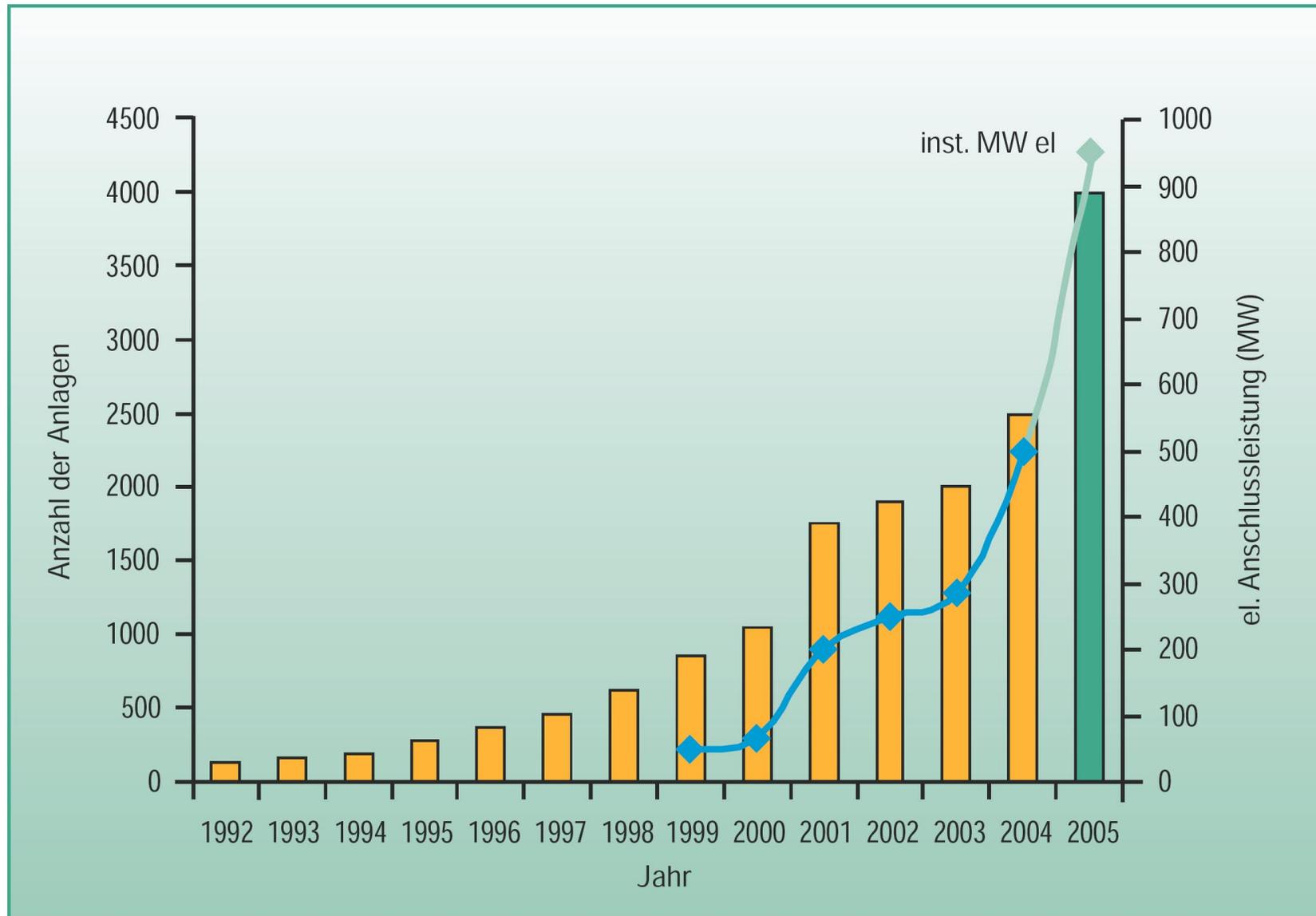
# Wärmegestehungskosten im Vergleich



# - ENERGIE AUS BIOGAS -

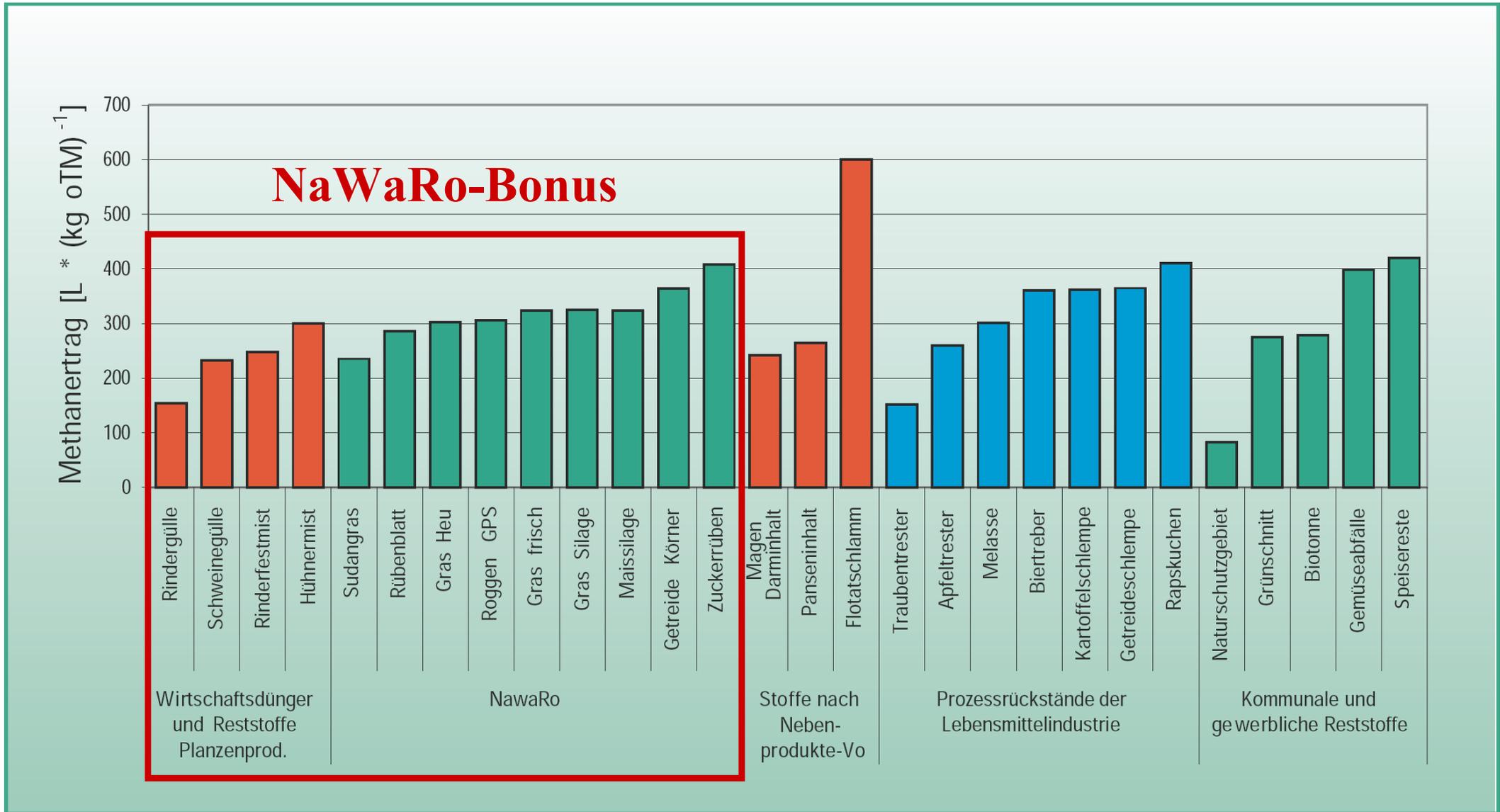


# Entwicklung der Biogasanlagen in D 1992-2005

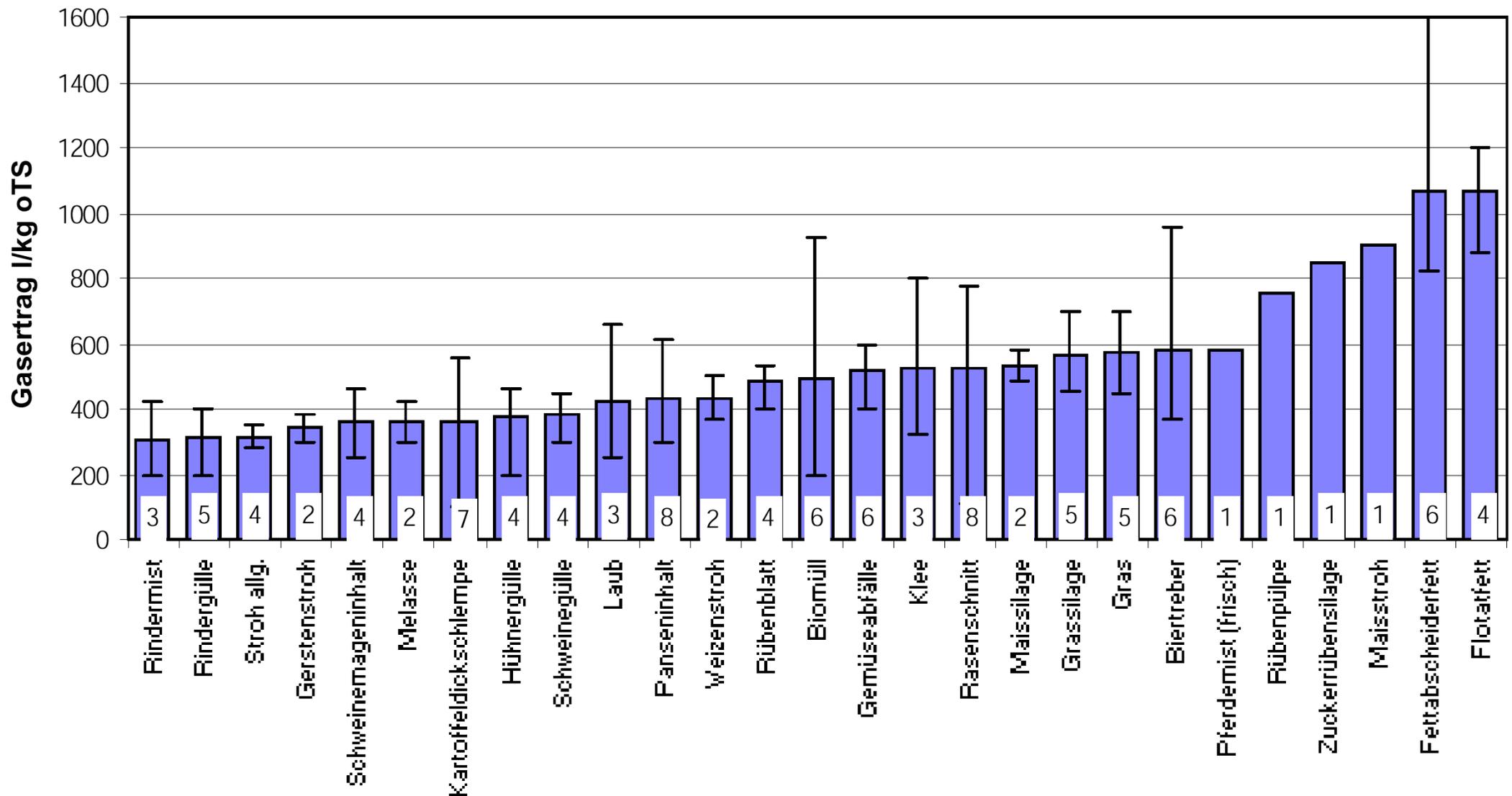


Orange: Anzahl Anlagen bis 2004, grün geschätzt (2005), blau: el. Leistung

# Richtwerte für spezifische Biogaserträge



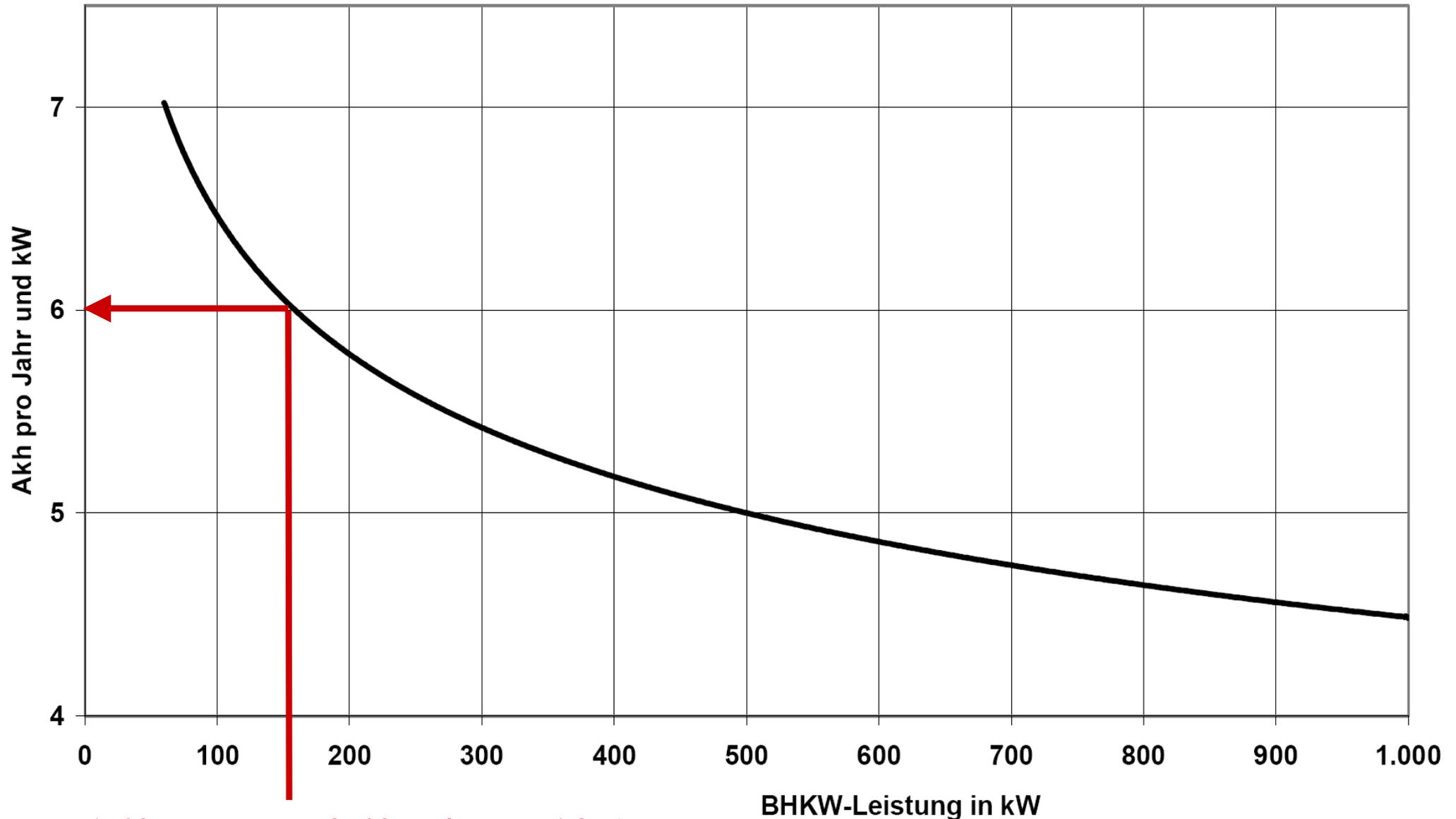
# Literaturangaben zu Biogaserträgen aus unterschiedlichen Substraten



# Biogas: Gaserträge und Gasqualität

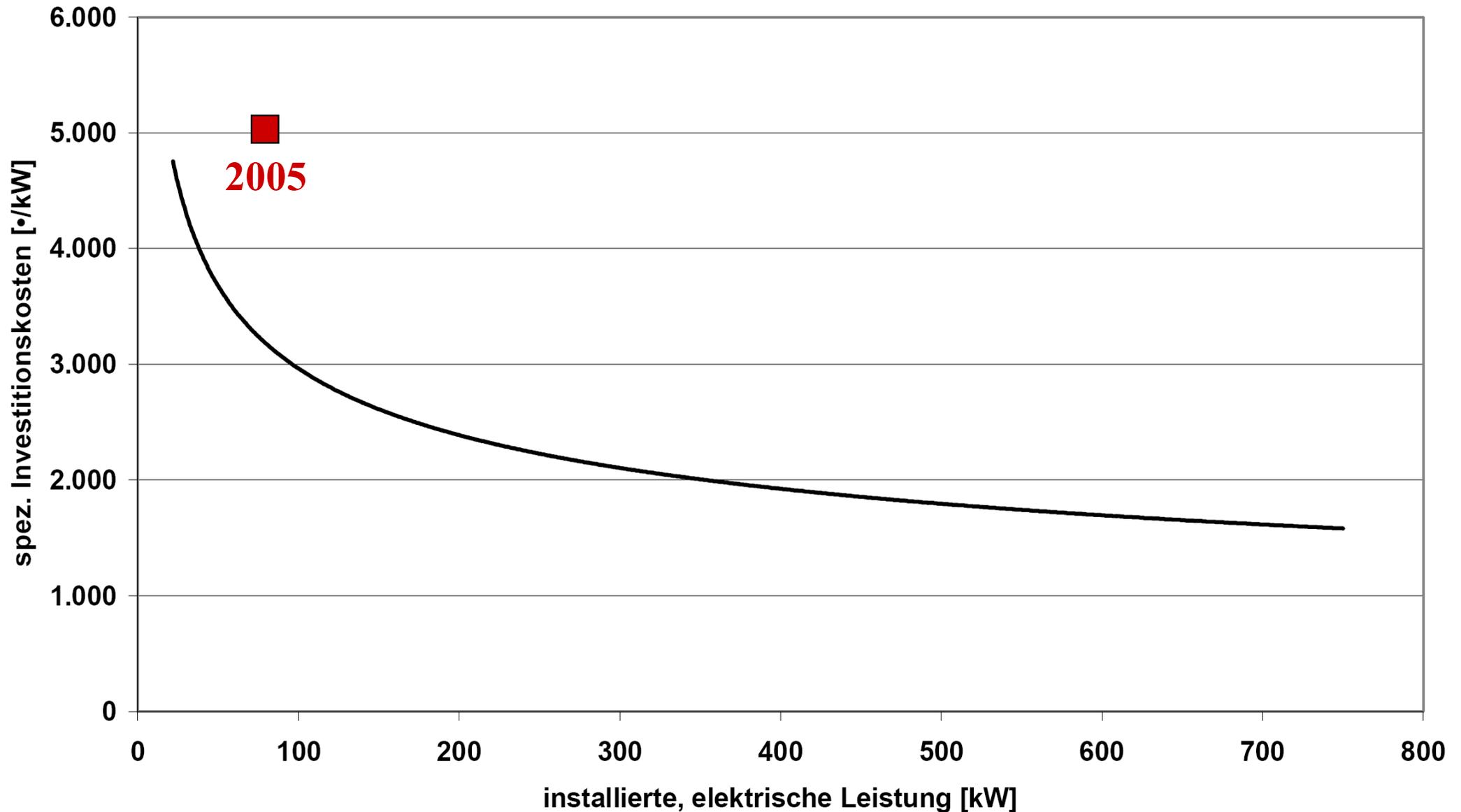
Substrate	TS-Gehalt %	oTS-Gehalt der TS %	Gasausbeute		Methan- gehalt %
			I <sub>N</sub> /kg oTS	Nm <sup>3</sup> /t FM	
Rindergülle	8,8	85,0	280	21	55
Futterreste (Silomais/Grassilage)	34,0	92,5	585	184	53
Einstreu – Weizenstroh	86,0	91,4	369	290	51
Substrate im Durchschnitt	9,7	85,1	298	24,8	54,5

# Biogasanlage: Arbeitsaufwand, leistungsabhängig



**ca. 160 kW<sub>el</sub> = 960 h/a ~ 1/2 AK**

# Spezifische Investitionskosten für Biogasanlagen



# Biogasanlagen: Planungszahlen für die Kalkulation

- BHKW-Wartung
  - Eigenwartung: 0,4-0,5 ct/kWh
  - Voll-Wartungsvertrag: Bis 150 kW 1,5-1,8 ct, darüber 1,3-1,5 ct/kWh
- Anlagenwartung, Reparatur und Unterhalt:
  - gesamt: ca. 1 ct/kWh Strom für Wartung, bei Eigenleistung
  - 1,5-2,5 ct/kWh Strom, eher oberer Wert, inkl. Ersatz BHKW
  - Reparaturkosten: zus. 1 €/t Feststoff-Substratzufuhr
- Arbeitskosten BGA-Betrieb: 0,25-0,5ct/kWh Strom
- Stromverbrauch: i.d.R. > 5% bis 10% der Stromerzeugung
- Ausbringkosten Substrat: 4€/t Gärrest
- Versicherungen: 0,8-1% der Investitionen
- Substratkosten NaWaRo: sollten >20 €/t (Maissilage) sein

# Biogasanlagen: Planungszahlen, Beispiel

Zinsansatz	6,0	%
Rep./Wartung inkl. Lohnansatz	1	Ct/kWh <sub>el</sub>
Versicherung	0,5	%
Zündölkosten	37	Ct/l
Zündöllager Investition	400	€/m <sup>3</sup>
Abschreibung Zündöllager	20	Jahre
Bevorratungsdauer Zündöl	180	Tage
Anschaffungspreis BHKW mit Zündstrahlmotor	550	€/kW
davon Zündstrahlmotor	150	€/kW
Anschaffungspreis BHKW mit Gas-Otto-Motor	880	€/kW
Abschreibung BHKW mit Gas-Otto-Motor	9	Jahre
Abschreibung Zündstrahlmotor	4,5	Jahre
Abschreibung BHKW (ohne Zündstrahlmotor)	9	Jahre
Laufleistung	7.500	Stunden/Jahr

# Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit

---

- Die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen wird maßgeblich von folgenden Faktoren beeinflusst:
  - Anschaffungskosten der Biogasanlage (Gesamtkosten!!)
  - Elektrischer Wirkungsgrad des BHKW
  - Substratkosten (Vollkosten!)
  - Gasertrag (spezifisch und absolut)
  - Gasqualität (Methangehalt!)
- **Änderungen nur weniger Prozentpunkte bei einzelnen Parametern in der Wirtschaftlichkeitsvorschau entscheiden bereits häufig über den Erfolg!**
- **Viele Annahmen werden zu optimistisch getroffen!**
- **Bei Zusammentreffen mehrerer Negativeffekte: Oft wirtschaftliches Aus die Folge**

# Einflussfaktoren auf die zu erwartenden Erträge

---

- Die Höhe der Erträge durch den Einsatz von NaWaRo's hängt ab von
  - Der Qualität der eingesetzten NaWaRo's (Nährstoffgehalte und Verdaulichkeit)
  - Der mittleren hydraulischen Verweilzeit im Fermenter (optimieren!)
  - Dem elektrischen Wirkungsgrad des BHKW's (Erfolgskontrolle!!)
  - Der Qualität der Prozessführung (Fähigkeit des Anlagenbetreibers)
  - Dem Düngerwert des Gärrestes (anrechenbare Nährstoffe)

# Verwertung von Ackerfrüchten über das EEG

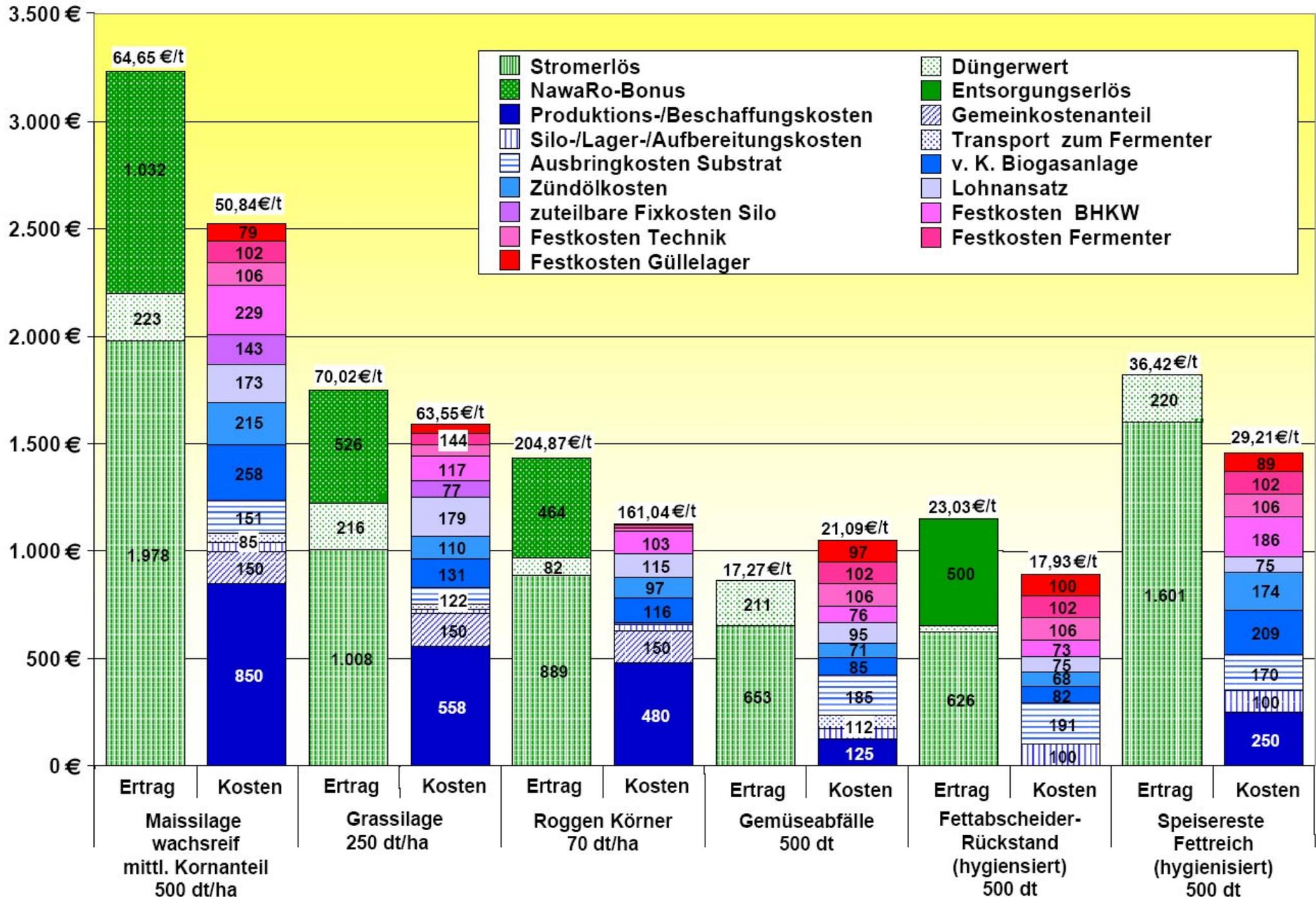
<b>Vergütung: 11,5 + 6,0 Cent/kWh,</b>	<b>Maissilage 50 t/ha</b>	<b>Grassilage 27 t/ha</b>	<b>Hybridroggen 7,5 t/ha</b>
<b>Ertrag</b> (Stromvergütung: 11,5 + 6,0 ct/kWh, Düngewert)	3.628 €/ha (19.368 kWh/ha)	1.922 €/ha (9.748 kWh/ha)	1.571 €/ha (8.537 kWh/ha)
Bereitstellungskosten inklusive Anlagenbetreuung	1.624 €/ha (1.390 €/ha)	1.122 €/ha (1.004 €/ha)	973 €/ha (870 €/ha)
Feste und variable Kosten Biogasanlage	948 €/ha	488 €/ha	326 €/ha
Ausbringungskosten	151 €/ha	82 €/ha	6 €/ha
<b>Summe Kosten</b>	2.723 €/ha	1.692 €/ha	1.305 €/ha
Stromgestehungskosten	14,06 ct/kWh	17,36 ct/kWh	15,26 ct/kWh
<b>Unternehmensgewinn</b> (Deckungsbeitrag, Quelle: MLR)	<b>905 €/ha</b> (1700 €/ha)	<b>230 €/ha</b> (1700 €/ha)	<b>266 €/ha</b> (430 €/ha)

Quelle: Bayer.Landw. Wochenblatt 39/04; Schilcher, LfL München, verändert

# Einflussgrößen auf den Unternehmensgewinn eines Bioenergielandwirts

Unternehmensgewinn	Maissilage 905 €/ha	Hybridroggen 266 €/ha
<b>Parameterveränderung</b>		
<b>FM-Ertrag +/- 10 %</b>	+/- 212 €/ha (+/- 26 %)	+/- 110 €/ha (+/- 66 %)
<b>Elekt. Wirkungsgrad +/- 1%</b>	+/- 76 €/ha (+/- 9 %)	+/- 34 €/ha (+/- 20%)
<b>Anschaffungskosten +/- 10%</b>	+/- 56 €/ha (+/- 7 %)	+/- 16 €/ha (+/- 10 %)
<b>Methangehalt +/- 1%</b>	+/- 47 €/ha (+/- 6 %)	+/- 21 €/ha (+/- 13 %)
Quelle: Bay. Landw. Wochenblatt 39/04 Schilcher LFL München		

# Wirtschaftlichkeit von Kofermenten in Biogasanlagen



Quelle: FNR, Handreichung Biogas, 2004

# Wirtschaftlichkeit Biogas (300kWel, 100% NaWaRo, 3.500€/kW)

## Einfluss Einsatzstoffe, Gasausbeute

Parameter	Einheit	Fall I	Fall II
Vergütung	ct/kWh	16	16
Investitionssumme	€	1.050.000	1.050.000
Finanzierungskosten	€/a	105.000	105.000
Laufzeit pro Jahr	Std.	7.500	7.500
Produktion pro Jahr	kWh/a	2.250.000	2.250.000
Eigenstrombedarf	kWh/a	225.000	225.000
Erlöse pro Jahr	€/a	324.000	324.000
Rohstoffkosten	€/kWh	<b>0,03</b>	<b>0,07</b>
	€/a	<b>67.500</b>	<b>157.500</b>
Betriebskosten	€/kWh	0,030	0,030
	€/a	67.500	67.500
Sonstiges (Pers.Ver.)	€/a	30.000	30.000
Gewinn	€/a	<b>54.000</b>	<b>-36.000</b>

# Wirtschaftlichkeit Biogas (300kWel, 100% NaWaRo, 3.500€/kW)

## Einfluss Eigenstrom, Betriebskosten

Parameter	Einheit	Fall I	Fall II
Vergütung	ct/kWh	16	16
Investitionssumme	€	1.050.000	1.050.000
Finanzierungskosten	€/a	105.000	105.000
Laufzeit pro Jahr	Std.	7.500	7.500
Produktion pro Jahr	kWh/a	2.250.000	2.250.000
Eigenstrombedarf	kWh/a	<b>180.000</b>	<b>309.600</b>
Erlöse pro Jahr	€/a	<b>331.200</b>	<b>324.000</b>
Rohstoffkosten	€/kWh	0,05	0,05
	€/a	112.500	112.500
Betriebskosten	€/kWh	<b>0,020</b>	<b>0,040</b>
	€/a	<b>45.000</b>	<b>90.000</b>
Sonstiges (Pers.Ver.)	€/a	30.000	30.000
Gewinn	€/a	<b>38.700</b>	<b>-27.900</b>

# Wirtschaftlichkeit Biogas (300kWel, 100% NaWaRo, 3.500€/kW)

## Einfluss von Laufzeit BHKW, Eigenstrom, Rohstoffkosten, Betriebskosten

Parameter	Einheit	Fall I	Fall II
Vergütung	ct/kWh	16	16
Investitionssumme	€	1.050.000	1.050.000
Finanzierungskosten	€/a	105.000	105.000
Laufzeit pro Jahr	Std.	<b>7.500</b>	<b>5.500</b>
Produktion pro Jahr	kWh/a	2.250.000	2.250.000
Eigenstrombedarf	kWh/a	<b>180.000</b>	<b>315.000</b>
Erlöse pro Jahr	€/a	<b>331.200</b>	<b>213.600</b>
Rohstoffkosten	€/kWh	0,03	0,07
	€/a	<b>67.500</b>	<b>115.500</b>
Betriebskosten	€/kWh	0,020	0,040
	€/a	<b>45.000</b>	<b>66.000</b>
Sonstiges (Pers.Ver.)	€/a	30.000	30.000
<b>Gewinn</b>	<b>€/a</b>	<b>83.700</b>	<b>-102.900</b>

# Wirtschaftlichkeit Biogas (300kWel, 100% NaWaRo, 3.500€/kW)

## Einfluss der Investitionskosten

Parameter	Einheit	Fall I	Fall II
Vergütung	ct/kWh	16	16
Investitionssumme	€	<b>1.200.000</b>	<b>600.000</b>
Finanzierungskosten	€/a	120.000	60.000
Laufzeit pro Jahr	Std.	7.500	7.500
Produktion pro Jahr	kWh/a	2.250.000	2.250.000
Eigenstrombedarf	kWh/a	180.000	180.000
Erlöse pro Jahr	€/a	331.200	331.200
Rohstoffkosten	€/kWh	0,05	0,05
	€/a	112.500	112.500
Betriebskosten	€/kWh	0,030	0,030
	€/a	67.500	67.500
Sonstiges (Pers.Ver.)	€/a	30.000	30.000
<b>Gewinn</b>	<b>€/a</b>	<b>1.200</b>	<b>61.200</b>

# Wirtschaftlichkeit Biogas (300kWel, 100% NaWaRo, 3.500€/kW)

## Einfluss der Investitions- und variablen Kosten

Parameter	Einheit	Fall I	Fall II
Vergütung	ct/kWh	16	16
Investitionssumme	€	<b>1.200.000</b>	<b>600.000</b>
Finanzierungskosten	€/a	120.000	60.000
Laufzeit pro Jahr	Std.	<b>7.500</b>	<b>5.500</b>
Produktion pro Jahr	kWh/a	2.250.000	1.650.000
Eigenstrombedarf	kWh/a	<b>180.000</b>	<b>315.000</b>
Erlöse pro Jahr	€/a	<b>331.200</b>	<b>213.600</b>
Rohstoffkosten	€/kWh	0,03	0,07
	€/a	<b>67.500</b>	<b>115.500</b>
Betriebskosten	€/kWh	0,020	0,040
	€/a	<b>45.000</b>	<b>66.000</b>
Sonstiges (Pers.Ver.)	€/a	30.000	30.000
<b>Gewinn</b>	<b>€/a</b>	<b>68.700</b>	<b>-57.900</b>

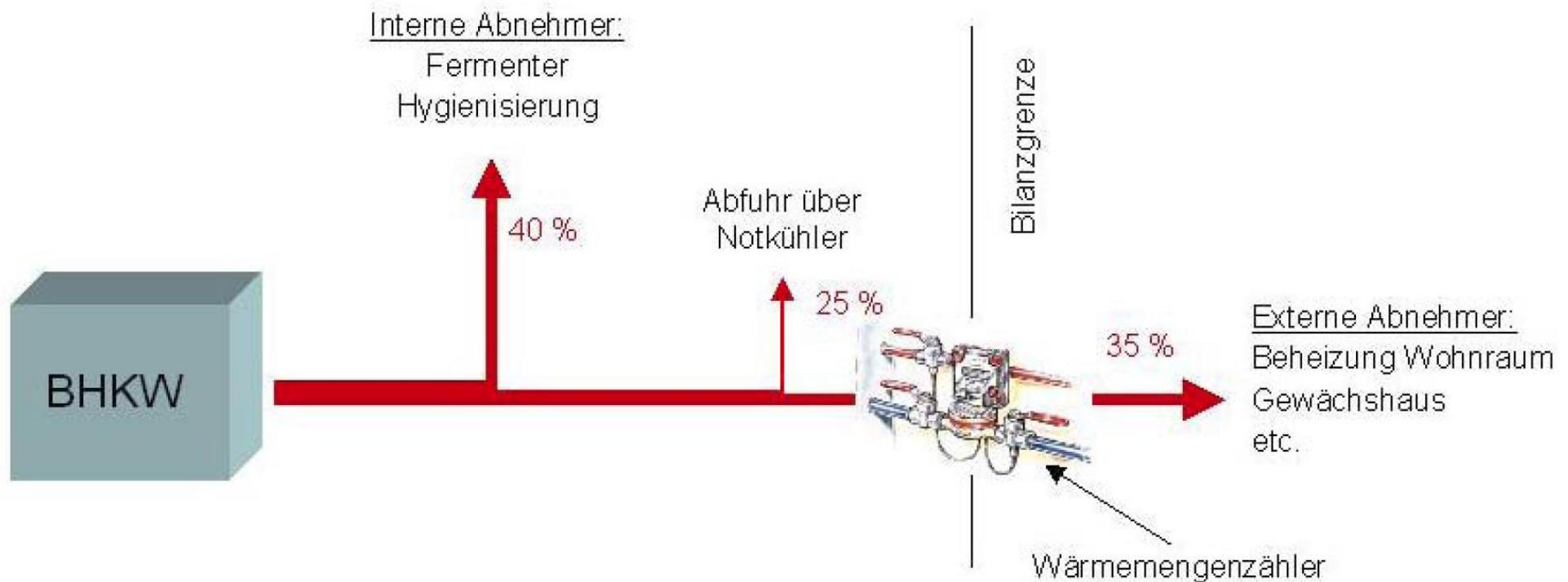
# Ermittlung der KWK-Bonus-Vergütung

## Herstellernachweis

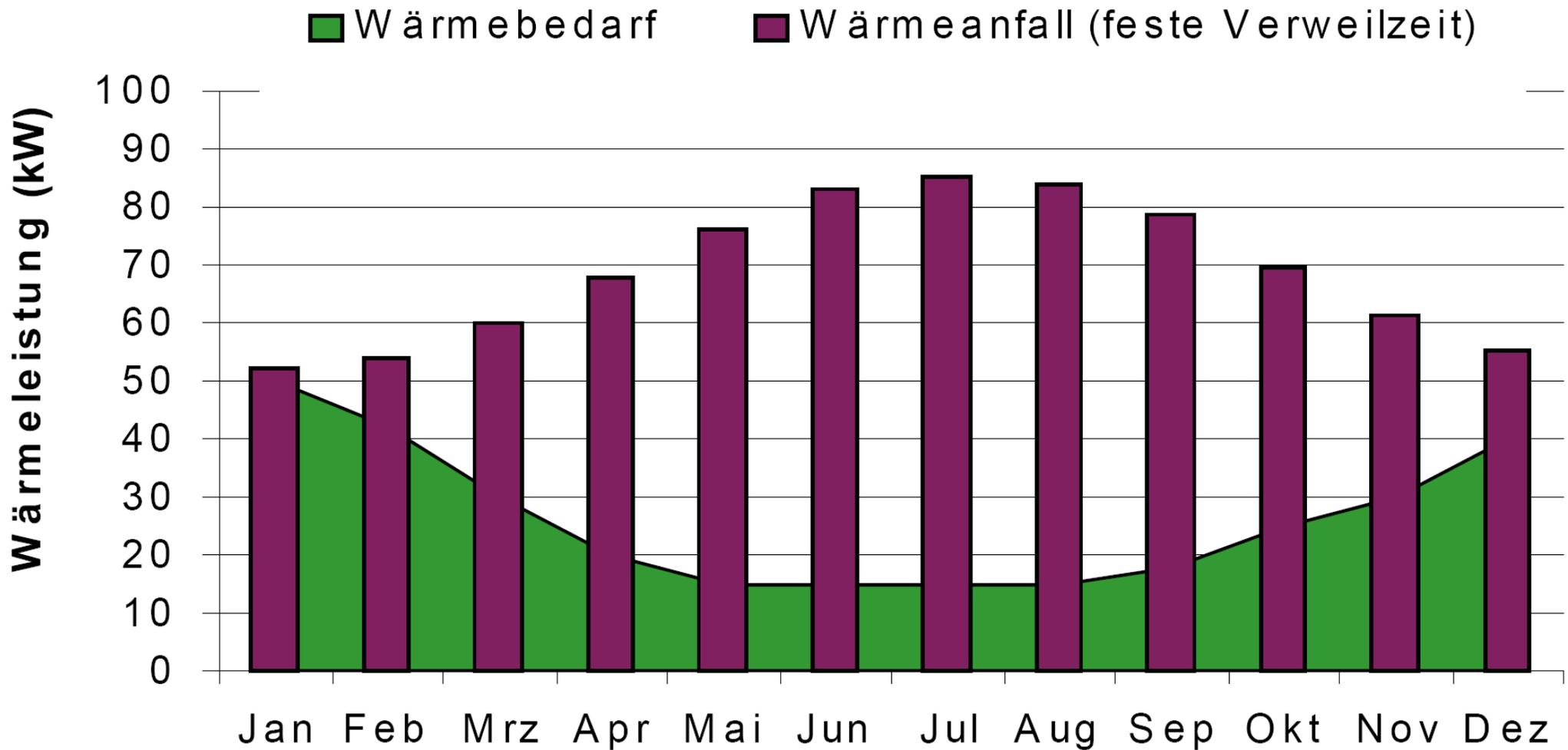
Thermischer Wirkungsgrad: 56 %

Elektrischer Wirkungsgrad: 35%

Stromkennzahl:  $\frac{35 \%}{56 \%} = 0,625$



# Biogasanlage: Wärmeerzeugung und Wärmebedarf



Beispiel: Kleinanlage, Gülleverwertung

# Biogasanlage: Wärmenutzung als Beitrag zu einer nachhaltigen Wirtschaftlichkeit

- Wichtiger Ansatz: Win-Win-Situationen schaffen!
- Wärmeabgabe wird mit zunehmender Anlagengröße wirtschaftlich interessanter;  $>200 \text{ kW}_{el}$  sinnvoll
- Faustzahl: Trassenlänge sollte i.d.R.  $< 300\text{-}500 \text{ m}$  sein
- Bessere Amortisation bei höherer Wärmelieferung!
- Kosten einer Wärmeleitung:  $100\text{-}900 \text{ €/Ifd. m}$ , plus Wärmeübergabe, Zähler etc.
- Kundenwunsch: Vollversorgung? Zusatzversorgung? -> Wärmepreis, langfristige Verträge
- Rechtliches: Trassenführung -> Grunddienstbarkeiten?

# Biogasanlage: Wärmenutzung als Beitrag zu einer nachhaltigen Wirtschaftlichkeit: Beispiel

## ➤ Annahmen:

- BHKW-Leistung  $100 \text{ kW}_{\text{el}}/150 \text{ kW}_{\text{th}}$ ; Stromkennzahl 0,66
- Wärmeüberschuss: 800.000 kWh/a; 23,5% Prozesswärme
- Wärmebedarf Abnehmer (30 WE): 360.000 kWh/a, davon 288.000 kWh/a aus Biogas, Rest über eigenen Heizöl-Spitzenlastkessel (5,8 ct/kWh<sub>Nutz</sub> Öl)

## ➤ Einnahmen aus Wärmeverkauf

- Erlöse Wärmeverkauf: 28.800 €/a (8 ct/kWh)
- KWK-Bonus nach EEG: 3.200 €/a (2 ct\*0,66/kWh)
- **Einnahmen aus Wärmeverkauf: 32.600 €/a**

## ➤ Kosten der Wärmelieferung

- 400m Trasse, 30 Hausanschlüsse, Zähler, Spitzenkessel ....
- Gesamtinvest 140.000 €; -60.000 € von den 30 Abnehmern (à 2.000 €)  
7.700 €/a (bei Zinssatz 5%, 15a)
- Betriebskosten: 10.600 €/a
- **Gesamtkosten: 18.300 €/a**

## ➤ **Zus. Gewinn aus Wärmeverkauf 14.300 €/a**

# Chancen der Biomasse im kommunalen Umfeld

---

- Wärme für Schulzentren, Krankenhäuser, Schwimmbäder, Nahwärmenetze .....
- Heiz- und Prozesswärme für mittelständische Gewerbebetriebe .....
- Kälteerzeugung in abnahmeschwachen Sommermonaten
- Stromerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung (bei Holz i.d.R. wärmegeführt), dezentral
  
- **Zur Realisierung von Bioenergieprojekten:**
  - Wärmegestehungskosten sind wichtig, nicht Investitionen!
  - Verbindung von Versorgung (Energie) und Entsorgungslösung (z.B. teure Kompostierung von Grünschnitt, Bioabfällen)
  - Win-Win-Situationen identifizieren!
  - Energiecontracting als Alternative zu kommunalen Investitionen!

# Chancen für Biogas

- Entkopplung von Standorten der Erzeugung und Nutzung
  - BHKW dort, wo die Wärme benötigt wird, Biogasleitung legen
  - Aufbereitung auf Erdgasqualität (größere Anlagen), Einspeisung Netz
  - Einfache Aufbereitung mit Einspeisung in Erdgasnetz von Stadtwerken
- Gemeinschaftsanlagen
  - Risikominderung, Betriebssicherheit
  - „Economy of Scale“
  - Wärme-Abgabemengen ggf. interessanter für Abnehmer
- Kommunale Energieplanungen neu ausrichten
  - „First Mover“ in Kommune ausfindig machen
  - Motor für Projektrealisierung, positives „Klima“, z.B. Bürgermeister
  - Win-Win-Situationen erzeugen
  - Standortsuche:
    - Biogas kann auch Wärme liefern, u.U. sogar äußerst günstig!
    - Biogas muss keine Geruchsbelästigungen verursachen!

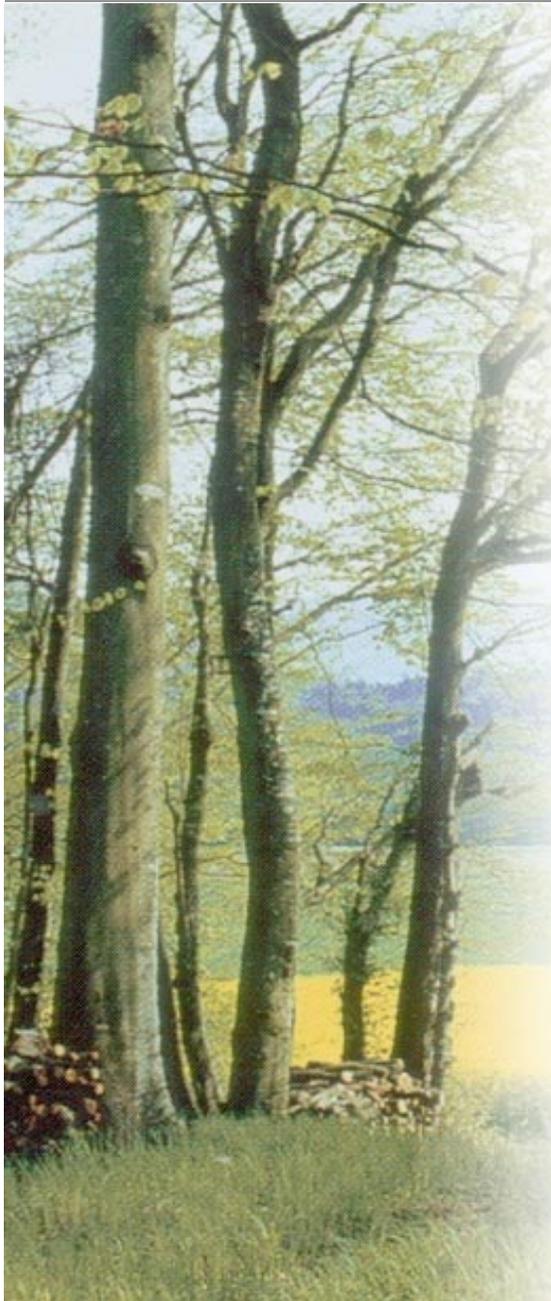
# Zusammensicht: Biogas, PV im Vergleich

## ➤ PV:

- Bei optimalem Ertrag ca. 9% IRR zu erwirtschaftbar
- Realistisch: eher 0,5 % IRR (800 kWh/kWp), ggf. etwas höher
- Über den Daumen: bei kleinen Anlagen bis 30 kW geringer Gewinn nach 20 Jahren möglich, größere Anlagen i.d.R. vorteilhafter
- Kaum Betreiber-Know-How notwendig

## ➤ Biogas:

- Erheblich höhere Investitionen erforderlich für Wirtschaftlichkeit
- Viele Unsicherheitsfaktoren des wirtschaftlichen Erfolgs
- Kontinuierlicher Betriebsstoffbedarf: Planungssicherheit?!
- Fundiertes Betreiber-Know-How unabdingbar
- Wirtschaftliche Erfolgsmöglichkeiten vorhanden, besonders bei guter Wärmeverkaufsmöglichkeit (Preise, Mengen!)
- Bei 100 kW<sub>el</sub> sind Größenordnungen von 5-15.000 €/a Gewinn (vor Steuer) realistisch, plus Wärmeverkauf optional (~ 5-10.000 €/a)
- Investkosten spezifisch liegen z.T. über 5.000 €/kW!



*Vielen Dank für  
Ihre  
Aufmerksamkeit!*



**Kontakt:**

Dr. Johannes Moerschner

Schwalbenstr. 18/3

70794 Filderstadt

Tel.: 0711/780 61 65

Mobil: 0163/44 08 903

[johannes.moerschner@gmx.de](mailto:johannes.moerschner@gmx.de)