

Naturschutz – Chancen und Risiken des Energiepflanzenanbaus aus der Sicht des Natur- und Landschaftsschutzes

Werner Rehklau, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Biomasse und Naturschutz: Chancen und Risiken

Bayerisches Landesamt für
Umwelt



Risiken für Natur und Landschaft – Nutzungsintensivierung

- Weitere **Intensivierung** von Intensivflächen (z.B. Verengung der Fruchtfolgen und Vergrößerung der Schläge im Ackerbau, Erhöhung der Schnittzahlen in Grünlandgebieten, Grünlandumbruch)
- **Inanspruchnahme von Extensivflächen** oder nicht genutzten Flächen (z.B. Stilllegungsflächen, Heuwiesen werden zu Silagewiesen, Beseitigung von Kleinstrukturen)
- Nutzungsintensivierung in der **Forstwirtschaft** (z.B. Erhöhung des Einschlags, Verlust von Altholz- und Totholzbeständen)
- Einsatz von **GVO** im Energiepflanzenanbau





Risiken für Natur und Landschaft - Entwicklungen

- Trend zu **größeren Anlagen**, Leistung über 500KW (Folgen: u.a. längere Transportwege für Substrate, konzentrierte Gärrestausbringung)
- **Steuerung** der Nutzungsveränderungen in der Fläche **schwierig** (außer: Anlagenstandorte selbst)
- Teil eines neuen **Intensivierungsschubs** in der Landnutzung (globaler Milch- und Fleischmarkt!)



3

© LfU / Referat 52 Werner Rehklau



Folgen für Natur und Landschaft allgemein



Lebensraumverluste

Lebensraumverschlechterungen

Veränderungen der ökologischen Funktionszusammenhänge

Veränderungen von Landschaftsbild und Erholungseignung

4

© LfU / Referat 52 Werner Rehklau



Risiken - Auswirkungen auf die Schutzgüter

Direkte Auswirkungen sind für die folgende Schutzgüter bereits Erkennbar, absehbar oder in der Diskussion:

Biodiversität

Landschaft

Unbelebte Standortfaktoren (v.a. Wasser und Boden)

Darüber hinaus gibt es:

Sekundär- und Folgewirkungen



5

© LfU / Referat 52 Werner Rehklau



Auswirkungen auf die Biodiversität (I)

Ackerbaugebiete

- Beeinträchtigung von Arten/Lebensräumen (Bodenbrüter und andere naturschutzfachlich bedeutsame Arten, wie z.B. Wiesenweihe, Feldlerche, Ortolan, Feldhamster)
- Verlust von Rückzugsräumen (Stilllegungsflächen, Kleinstrukturen für z.B. Ackerwildkräuter, Rebhuhn, Feldhase)



Grünlandgebiete

- Intensivierung oder Umbruch von naturschutzfachlich bedeutsamem Grünland (auch: „Flachlandmähwiesen“ in NATURA 2000- Gebieten und Grünland in Wiesenbrütergebieten)



6

© LfU / Referat 52 Werner Rehklau



Auswirkungen auf die Biodiversität (II)

Waldflächen

- z.B. Lebensraumverlust für spezialisierte Arten durch **Reduktion von Totholz- bzw. Altholzbeständen**
- KUP: Struktur-, **Arten- und Sortenverarmung** durch ausschließlich ökonomische Ausrichtung (Hybridpappeln)



Biotopverbund

- z.B. Behinderung der Ausbreitungswege von Tier- und Pflanzenarten durch **hochwüchsige und dichte Bestände**



7

© LfU / Referat 52 Werner Rehklaue



Auswirkungen auf die Landschaft (I)

Beeinträchtigung des Landschaftsbildes: **Anlagen im Außenbereich oder an Ortsrändern**

Veränderung des Landschaftsbildes durch Konzentration des **Biomasseanbaus im Umkreis der Anlagen** (z.B. sog. „Vermaisung“)

Beeinträchtigung der Erholungsfunktion durch **optische Barrierewirkung** hochwüchsiger Kulturen (Energimais, Chinaschilf, Sudangras, Kurzumtriebsplantagen)



8

© LfU / Referat 52 Werner Rehklaue



Auswirkungen auf die Landschaft (II)

Veränderung des Landschaftsbildes und der Erholungseignung durch Grünlandumbruch

Veränderung des Landschaftsbildes durch die (weitere) Reduzierung von Strukturen und Landschaftselementen

Beeinträchtigung der Wohn- und Erholungsfunktion durch Lärm (Transporte zur Ver- und Entsorgung von Biogasanlagen)



9

© LfU / Referat 52 Werner Rehklau



Sekundär- und Folgeauswirkungen

- lange **Transportwege** für Biomasse: Flächeninanspruchnahme, Landschaftszerschneidung, erhöhtes Verkehrsaufkommen
- Intensivierung naturschutzfachlich bedeutsamer Standorte durch **Verdrängungseffekte** innerhalb der Landwirtschaft (z.B. für den Futteranbau)
- **Einkommenskonzurrenz** Förderung des Biomasseanbaus - Agrarumweltprogramme
- **Flächenkonzurrenz** mit Ausgleichsflächen (Eingriffsregelung)



10

© LfU / Referat 52 Werner Rehklau



Chancen für Natur und Landschaft

Ackerbaulandschaften

- **Zweikultursystem:** Längere Bodenbedeckung
- Kulturpflanzenvielfalt: Erweiterung von **Fruchtfolgen und Sortenvielfalt**
- Feldfrüchte zur energetischen Verwertung allgemein: Höherer Anteil **Ackerbegleitflora** durch reduzierten PSM- und Düngereinsatz möglich
- (Re-)Strukturierung ausgeräumter Landschaften durch die Einrichtung von **Agroforstsystemen**



11

© LfU / Referat 52 Werner Rehklaue



Chancen für Natur und Landschaft

Grünlandgebiete und Landschaftspflege

- **Mähgutverwertung** aus Extensiv- und Landschaftspflegeflächen (durch Mitvergärung in Biogasanlagen)
- **Schnittgutverwertung** aus der Gehölzpflege (Hackschnitzel bzw. Pellets)



Wälder

- Nutzung von naturschutzfachlich wertvollen **Nieder- und Mittelwäldern**
- **KUP:** Gehölze als Lebens- und Rückzugsräume



12

© LfU / Referat 52 Werner Rehklaue



Risiken und Chancen*, was gilt?

Ackernutzung – Chancen

Erweiterte Fruchtfolgen (Mischanbau, Zweikultur-Nutzungssystem): verlängerte Bodenbedeckung, Verminderung des Erosionsrisikos, Erhöhung der Kulturarten- und sortenvielfalt

Ackernutzung - Risiken

Tendenz zum großflächigen/ausschließlichen Anbau der besten Energielieferanten (Mais, Raps, Hybrid-pappeln)
Zweikultursystem: Störung durch mehr Arbeitsgänge, vorgezogene Erntetermine zur Brut- und Aufzuchtzeit

Grünlandnutzung – Chancen

Stoffliche Verwertung von Aufwuchs aus Landschaftspflege, Straßenbegleitgrün oder extensivem Grünland

Grünlandnutzung – Risiken

Intensivierung auf extensiv genutzten Standorten, z.B. Umwandlung mäßig gedüngter, zweisehnittiger Heuwiesen in vierschnittige Silagewiesen

*Quelle: verändert aus Jessel et al. 2007 (unveröff.)

13

© LfU / Referat 52 Werner Rehklaue



Fazit

1. Der Natur- und Landschaftsschutz braucht Klimaschutz für seine Ziele.
2. Der Energiepflanzenanbau birgt derzeit erhebliche Risiken für den Natur- und Landschaftsschutz.
3. Die Chancen des Energiepflanzenanbaus für den Natur- und Landschaftsschutz werden derzeit nicht ausgeschöpft.

Ziel = „Leitplanken“ für den Energiepflanzenanbau setzen und Rahmenbedingungen schaffen, die die Risiken begrenzen und die Chancen fördern!



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

14

© LfU / Referat 52 Werner Rehklaue

Wasserwirtschaft – Chancen und Risiken des Energiepflanzenanbaus aus Sicht der Wasserwirtschaft

Erwin Attenberger, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Wasserwirtschaft - Chancen und Risiken des
Energiepflanzenanbaus aus Sicht der Wasserwirtschaft

Bayerisches Landesamt für
Umwelt



Bioenergie-Wasserwirtschaft

Überblick

- Bedeutung diffuser Einträge aus der Landwirtschaft
- Risiken im Bereich Boden und Wasser
- Chancen im Bereich Boden und Wasser
- Steuerungsmöglichkeiten
- Fazit



2

© LfU / Referat 92 / Attenberger /14.11.2007

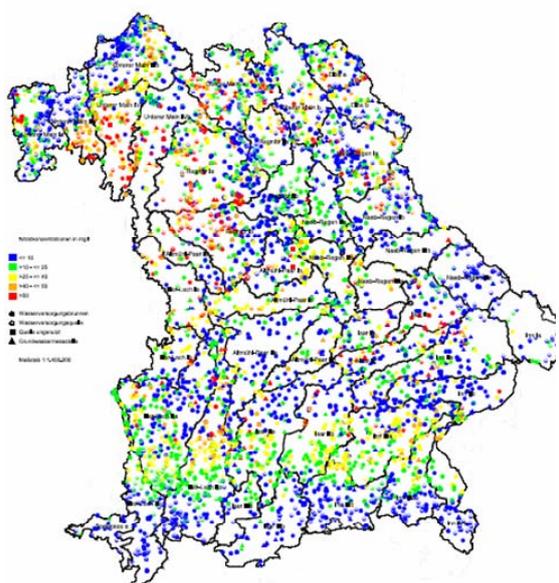
Wasserwirtschaft - Chancen und Risiken des Energiepflanzenanbaus aus Sicht der Wasserwirtschaft Bayerisches Landesamt für Umwelt 

Bedeutung diffuser Einträge aus der Landwirtschaft

(Medianwerte im Zeitraum 01.01.1993 - 31.12.2002)

Beispiel Nitrat-Einträge

Nitratkonzentrationen an Brunnen, Quellen und Grundwassermessstellen mit den Grundwasserkörpern nach WRRL

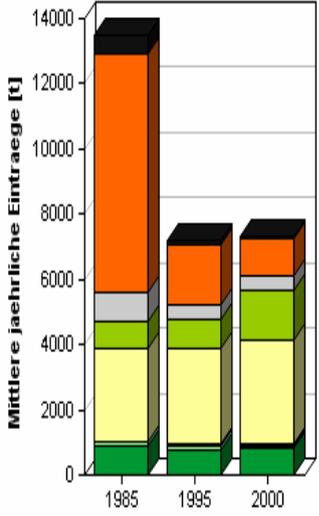


© LfU / Referat 92 / Attenberger /14.11.2007

Wasserwirtschaft - Chancen und Risiken des Energiepflanzenanbaus aus Sicht der Wasserwirtschaft Bayerisches Landesamt für Umwelt 

Bedeutung diffuser Einträge aus der Landwirtschaft

Beispiel Phosphat-Einträge



P-Einträge im deutschen Donau-Einzugsgebiet in 1985, 1995, 2000 (aus UBA-Studie)

- [_gw_] Grundwasser
- [_dr_] Drainage
- [_ad_] Atm. Deposition
- [_er_] Erosion
- [_ro_] Oberflächenabfluss
- [_ur_] Urbane Fläche
- [_kk_] Komm. Kläranlagen
- [_id_] Ind. Direkteinleiter

© LfU / Referat 92 / Attenberger /14.11.2007

Bodenverunreinigungen und Grundwassergefährdungen bei Biogasproduktion durch bauliche Anlagen und Feldsilos

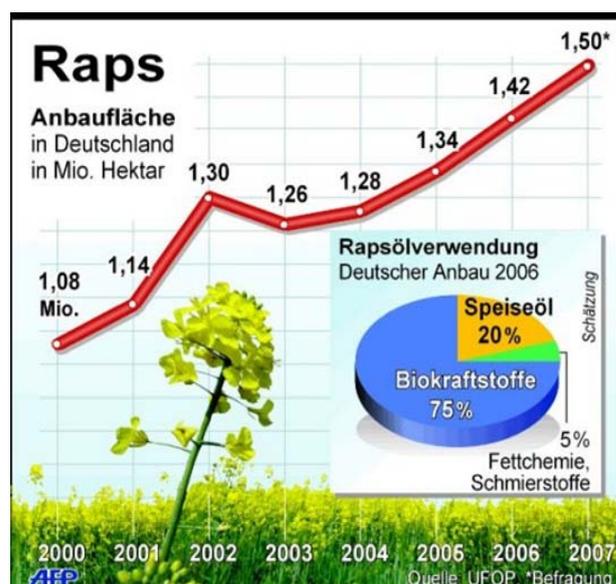
v. a. durch „**Silagesickersaft**“

- Zitat aus der Feldstudie "Biogasanlagen in Bayern" v. Dez. 2006 für das Kuratorium Bayer. Maschinen- u. Betriebshilfsringe
- "Planungs- und Ausführungsfehler, unklare Qualifikation der Biogasanlagenbetreiber und damit qualitativ fragwürdige Betriebsführung stellen die Hauptprobleme bei Biogasanlagen dar.,
"Die beim Bau auftretenden Probleme reichen von umgestürzten Silowänden über Schalungsbrüche und Undichtigkeiten ..."

5

© LfU / Referat 92 / Attenberger /14.11.2007

Risiken bei Ausdehnung des Rapsanbaus



- stickstoffreiche und schnell umsetzbare Ernterückstände
- hoher PSM-Einsatz



6

© LfU / Referat 92 / Attenberger /14.11.2007

Wasserwirtschaft - Chancen und Risiken des Energiepflanzenanbaus aus Sicht der Wasserwirtschaft Bayerisches Landesamt für Umwelt 

Risiken bei Ausdehnung des Maisanbaus

- „Nitratstoß“ durch Grünlandumbruch
- erhöhte Nitratauswaschung bei intensivstem Ackerbau (bis hin zur Monokultur) auch auf bisherigen Stilllegungsflächen und extensiv bewirtschafteten Flächen
- Zukauf von Gärsubstrat und Gülleimport verschlechtert die N-Bilanz und erhöht die Nitratauswaschung
(Anm.: für Nawaro-Gülle gilt die 170 kg N-Begrenzung nach Düngeverordnung nicht)
- viehlose Betriebe werden zu Güllebetrieben
- unwiederbringlicher Bodenverlust durch Erosion: Verschlämmung und Eutrophierung von oberirdischen Gewässern
- bei PSM zwar keine Ausnahmen nach Pflanzenschutzgesetz vorgesehen, aber keine Lebensmittelkontrolle

7 © LfU / Referat 92 / Attenberger /14.11.2007

Wasserwirtschaft - Chancen und Risiken des Energiepflanzenanbaus aus Sicht der Wasserwirtschaft Bayerisches Landesamt für Umwelt 

Risiken bei Ausdehnung des Maisanbaus

Beispiel Mais zur Biogasnutzung

	Stilllegungsflächen		Energiepflanzenprämie		Nawaro-Maisfläche gesamt	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Deutschland	23067	39070	46605	123002	69674	162072
Bayern	5034	8332	13133	25524	18167	33856

Quelle: TopAgrar4/2007



Zum Vergleich:
Silomaisfläche Bayern =
ca. 300.000 ha)



8 © LfU / Referat 92 / Attenberger /14.11.2007

Risiken bei Ausdehnung des Maisanbaus

Beispiel Bodenerosion

Beispiel aus dem Lkr. Passau, stark erosionsgefährdete Fläche, Berechnung nach ABAG

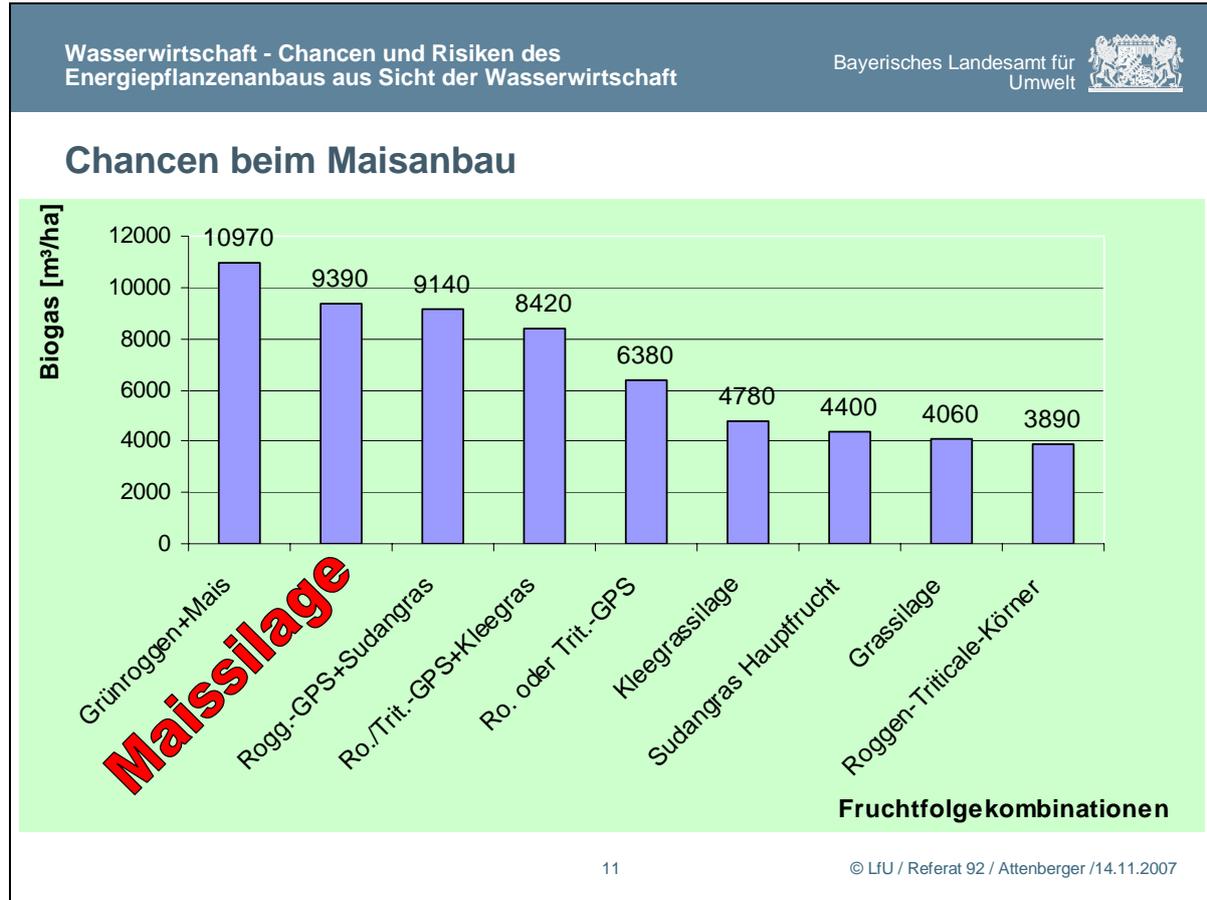
Mais , konventioneller Anbau	67 t/ha und Jahr
Getreide m. Stoppelbearbeitung o. nachfolgende Zwischenfr.	19 t/ha und Jahr
Mais mit Mulchsaat	9,5 t/ha und Jahr
Grünland	0,75 t/ha und Jahr

hier aus landwirtschaftlicher Sicht tolerierbarer Abtrag (nach Prof. Schwertmann):

7 t/ha und Jahr

Chancen für den Gewässerschutz beim Anbau von Energiepflanzen

- Verwertung von Grünlandaufwuchs
- Verwertung von Ernteresten
- Anbau von Zwischenfrüchten mit Ernte (statt Einarbeitung)
- Qualitäts-N-Düngung entfällt
- neue Fruchtfolgen mit weitgehend ganzjähriger Bodenbedeckung
- Gärrückstand (Biogasgülle) gezielter einsetzbar als Gülle
- Verwendung als Ganzpflanzensilage mindert den Druck zum PSM-Einsatz bei Unkraut- und Krankheitsbekämpfung



Steuerung hin zu nachhaltiger Produktion

Steuerungsmöglichkeiten – z. Zt. u. a. in der Diskussion

- konsequente Umsetzung und Kontrolle der guten fachlichen Praxis
- Verbesserung der Anforderungen im Rahmen der guten fachlichen Praxis z. B. in der Düngeverordnung, im Bodenschutzgesetz
- konsequente Umsetzung und Kontrolle Cross-Compliance(CC-)Vorgaben
- Förderung (z. B. nach EEG) mit Auflagen zu einem umweltverträglichen und insgesamt nachhaltigen Anbau verknüpfen
- Einführung einer Zertifizierung für Anlagen und Substrate
- Flächennachweise für Substratherkunft und Gärresteausbringung

13

© LfU / Referat 92 / Attenberger /14.11.2007

Nachwachsende Rohstoffe - Fazit



**Bioenergie – ja,
aber nicht zu jedem Preis!**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Biokraftstoffe Emissionen, Klimaschutz, Energiebilanz

Frank Schlösinger, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Biokraftstoffe – Emissionen, Klimaschutz, Energiebilanz

Bayerisches Landesamt für Umwelt 

Biokraftstoffe – gestern
bejubelt, heute
verdammt?

**Tortillakrise in Mexiko:
Volle Tanks und leere
Bäuche**
(Kolumbien-aktuell 02/2007)

Krank durch Biosprit
(Telepolis 9.4.2007)

**Biosprit schädlicher als
herkömmliches Benzin**
(Die Welt 9.10.2007)

Regenwald Report
www.regenwald.org



Waldraub für Biosprit

Biokraftstoffe - Überblick

Biokraftstoffe der 1. Generation:

- Pflanzenöl (Rapsöl, Palmöl)
- Biodiesel (Methylester aus Rapsöl oder anderen Pflanzenölen)
- Bioethanol (Fermentation und Hydrolyse aus Getreide, Zuckerrüben)

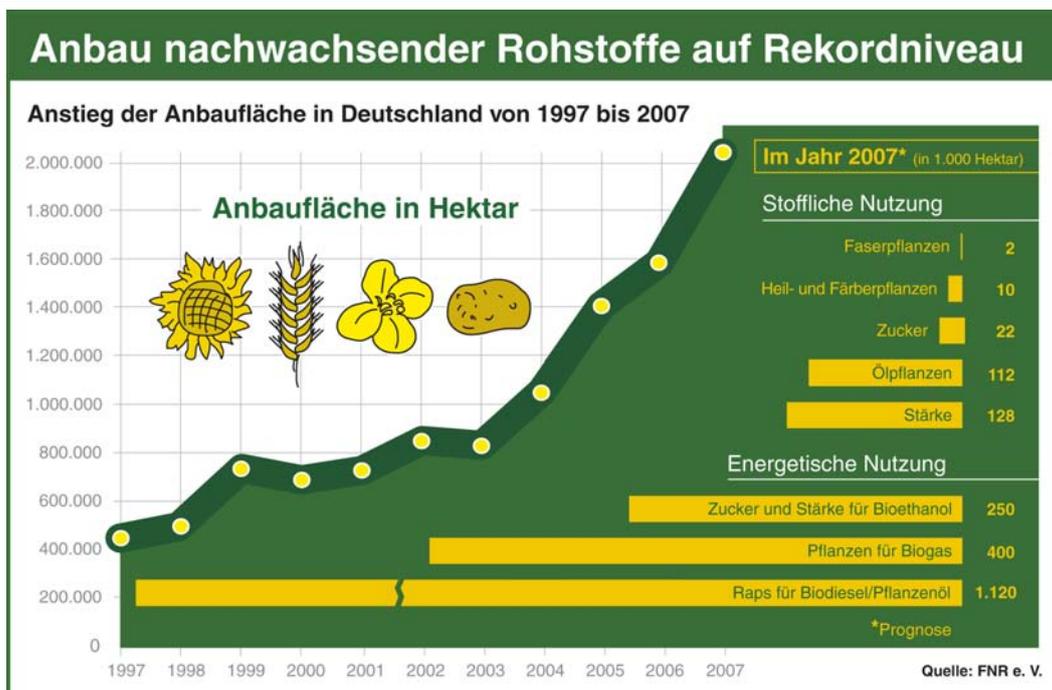
Biokraftstoffe der 2. Generation:

- Bioethanol aus Lignozellulose (Hydrolyse und Fermentation)
- SNG (substitute natural gas)
- BtL (biomass to liquid), synthetische Kraftstoffe aus Lignozellulose



3

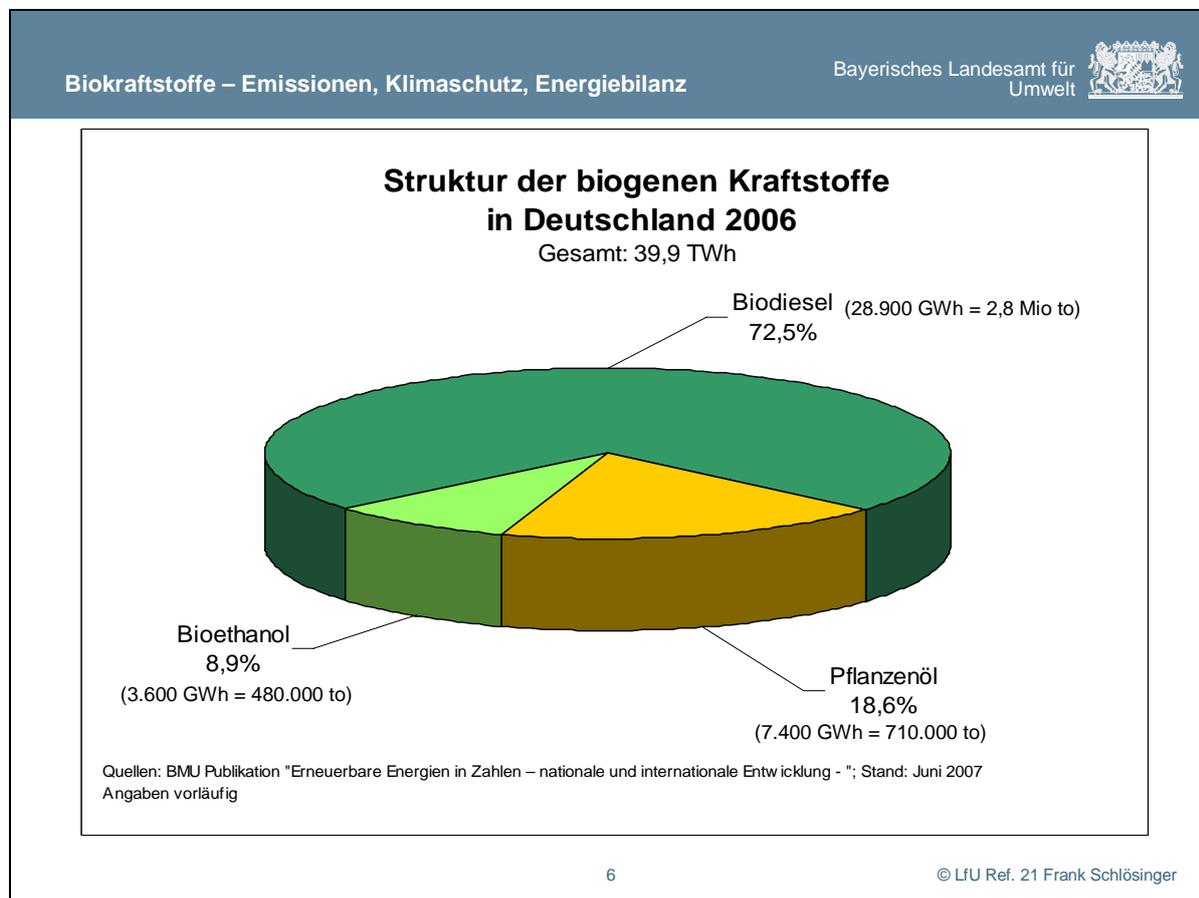
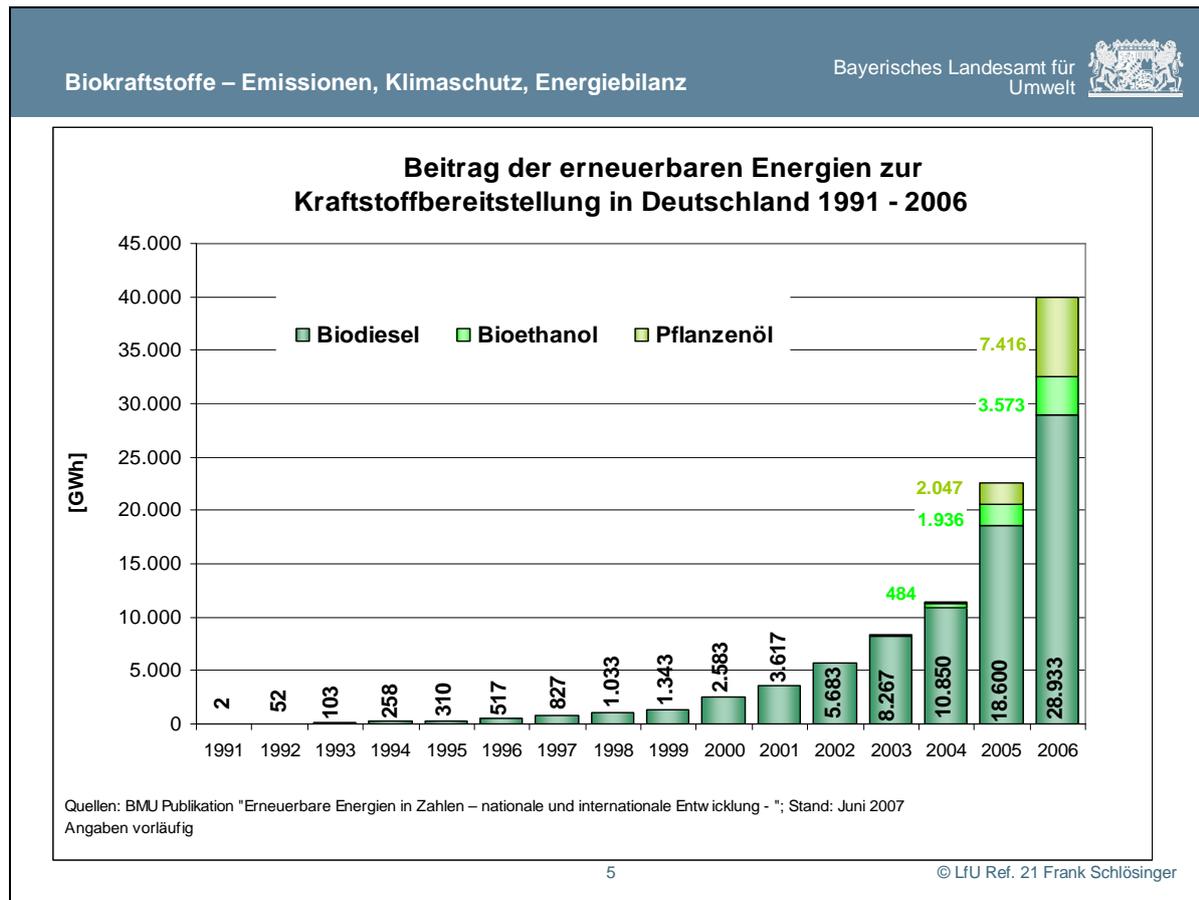
© LFU Ref. 21 Frank Schlössinger



Verfünffachung der Anbauflächen von 400.000 ha (1997) auf 2 Mio ha (2007). Raps stellt mit 1,12 Mio ha den größten Anteil.

4

© LFU Ref. 21 Frank Schlössinger

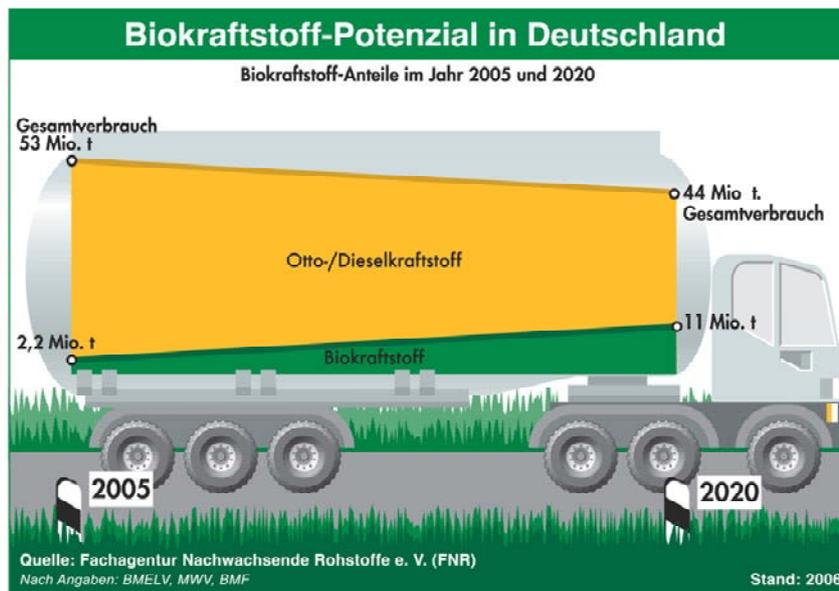




Quelle: AGQM

7

© LFU Ref. 21 Frank Schlösinger



Der Kraftstoffverbrauch in Deutschland wird in Zukunft voraussichtlich abnehmen; Während er 2005 noch bei 53 Mio. Tonnen lag, schätzen ihn Experten für das Jahr 2020 auf nur noch 44 Mio. Tonnen. Gleichzeitig stehen immer größere Flächen für den Energiepflanzenanbau bereit, 2020 können es bis zu 3,5 Mio. Hektar sein. Würde diese Fläche für die Erzeugung synthetischer BtL-(Biomass-to-Liquid) Kraftstoffe genutzt, ließen sich damit knapp 11 Mio. Tonnen oder rund 25 Prozent unseres Kraftstoffbedarfs decken.

8

© LFU Ref. 21 Frank Schlösinger

Gesetzliche Vorgaben

- EU-Biokraftstoff-Richtlinie (2003):
 - 2005: 2%
 - 2010: 5,75%
 - 2020: 10%
- 2006 wurden in Deutschland 3,3 Millionen Tonnen Biodiesel und Bioethanol verbraucht (Anteil 6,6%¹)
- Zum Vergleich: In Brasilien deckt Bioethanol 44% des gesamten Treibstoffverbrauchs ab.

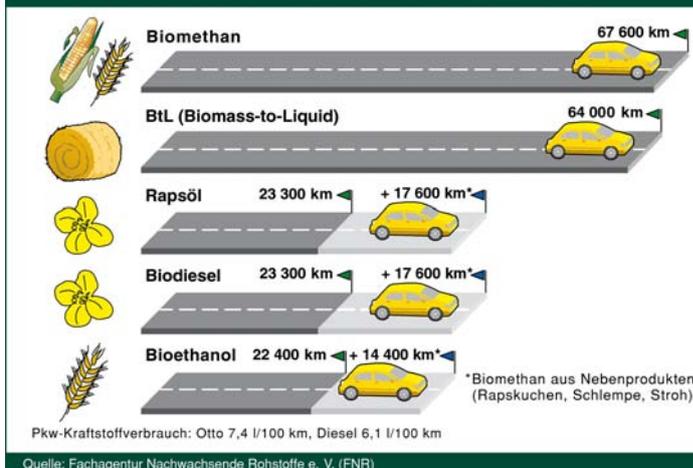
Biokraftstoffquotengesetz (2006):

	Gesamtquote	Diesel-Quote	Benzin-Quote
2007	-	4,4%	1,2%
2008	-	4,4%	2,0%
2009	6,25%	4,4%	2,8%
2010	6,75%	4,4%	3,6%
2011	7,00%	4,4%	3,6%
2012	7,25%	4,4%	3,6%
2013	7,50%	4,4%	3,6%
2014	7,75%	4,4%	3,6%
2015	8,00%	4,4%	3,6%

¹Quelle: BMU/AGEE-Stat

Biokraftstoffe im Vergleich

So weit kommt ein Pkw mit Biokraftstoffen von 1 Hektar Anbaufläche



Biokraftstoff	Jahresertrag pro Hektar	Kraftstoff-Äquivalent	Literpreis 2006
Pflanzenöl	1.480 Liter	1 l = 0,96 l Diesel	0,55 - 0,75 EUR
Biodiesel/Rapsölmethylester	1.550 Liter	1 l = 0,91 l Diesel	0,75 - 0,95 EUR
Bioethanol	2.560 Liter	1 l = 0,66 l Benzin	0,50 - 0,60 EUR
BtL-Kraftstoff (Biomass-to-liquid)	4.030 Liter	1 l = 0,97 l Diesel	k. A.
BioErdgas	3.560 Liter	1 kg = 1,40 l Benzin	k. A.

Quelle: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), eigene Berechnungen

Energiebilanz Bioethanol

Quelle: Shapouri et al.: The Energy Balance of Corn Ethanol – an update, 2002

Table 1—Energy input assumptions of corn-ethanol studies

Study/year	Corn yield	Nitrogen fertilizer application rate	Nitrogen fertilizer production	Corn ethanol conversion rate	Ethanol conversion process	Total ¹ energy use	Coproducts ¹ energy credits	Net ¹ energy value	Energy Input/ Output
	<i>Bu/acre</i>	<i>lb/acre</i>	<i>Btu/lb</i>	<i>gal/bu</i>	<i>Btu/gal</i>	<i>Btu/gal</i>	<i>Btu/gal</i>	<i>Btu/gal</i>	
Pimentel (1991)	110	136	37,551	2.50	73,687	131,017 (LHV)	21,500	-33,517	1,34
Pimentel (2001)	127	129	33,547	2.50	75,118	131,062 (LHV)	21,500	-33,562	1,34
Keeney and DeLuca (1992)	119	135	37,958	2.56	48,470	91,196 (LHV)	8,078	-8,438	1,10
Marland and Turhollow (1990)	119	127	31,135	2.50	50,105	73,934 (HHV)	8,127	18,154	0,81
Lorenz and Morris (1995)	120	123	27,605	2.55	53,956	81,090 (HHV)	27,579	30,589	0,73
Ho (1989)	90	NR	NR	NR	57,000	90,000 (LHV)	10,500	-4,000	1,04
Wang et al. (1999)	125	131	21,092	2.55	40,850	68,450 (LHV)	14,950	22,500	0,75
Agri. and Agri-Food Canada (1999)	116	125	NR	2.69	50,415	68,450 (LHV)	14,055	29,826	0,76
Shapouri et al. (1995)	122	125	22,159	2.53	53,277	82,824 (HHV)	15,056	16,193	0,84
This study (2002)	125	129	18,392	2.66	51,779	77,228 (HHV)	14,372	21,105	0,79

NR: Not reported

LHV: Low heat value = 76,000 Btu per gallon of ethanol. Keeney and DeLuca used 74,680 Btu per gallon of ethanol.

HHV: High heat value = 83,961 Btu per gallon of ethanol. Lorenz and Morris used 84,100 Btu per gallon of ethanol.

¹ The midpoint or average is used when studies report a range of values.

Emissionen

• Beispiel: Pflanzenöl

- Vergleich Pflanzenöl-/Dieselmotor:
NO_x: in der Regel +10%
Feinstaub: 0 bis zu -40% (bei älteren Dieselmotoren)
- Pflanzenöl in Dieselmotoren nur nach Anpassung einsetzbar, sonst erheblich verändertes Verbrennungs- und damit Emissionsverhalten
- Orientierungswerte für Emissionen von Pflanzenöl-Klein-BHKWs:
Kohlenmonoxid: 0,3 g/m³
Stickstoffoxide (als NO₂): 3,0 g/m³
Gesamtstaub: 50 mg/m³

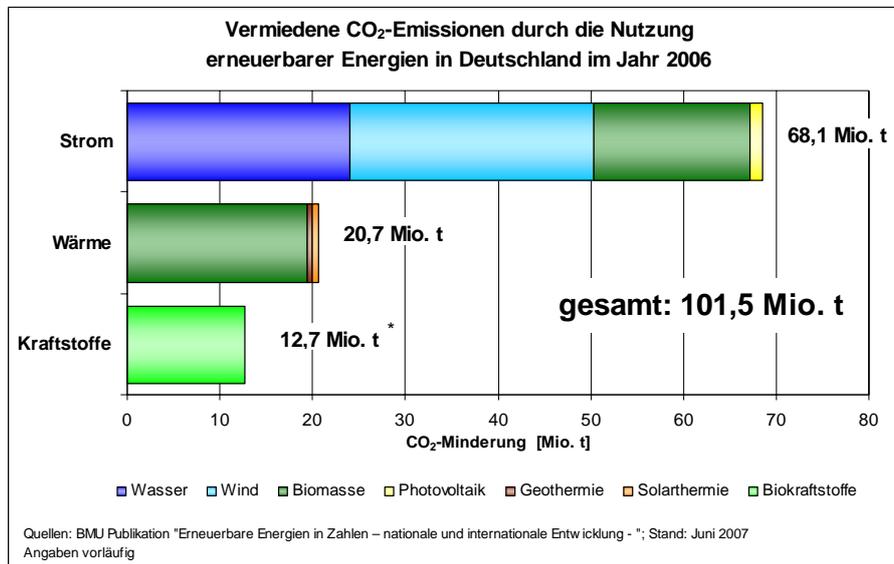
CO ₂ -Bilanz Diesel / Biodiesel	Diesel	Biodiesel
	kg CO ₂ /1,0l	kg CO ₂ /1,1l
Verbrennung (fossiles CO ₂)	3,15	
Transport	0,08	0,09
Raffinerie	0,26	
Anbau, Düngung		1,27
Rapsölgewinnung		0,57
Umesterung		0,35
Gutschrift: Glycerin		-0,79
Gutschrift: Rapsschrot als Futtermittel		-0,65
Summe	3,49	0,84

1,1 l Biodiesel entspricht 1,0 l Diesel (Kraftstoff-Äquivalent)

Teilweise große Spannbreiten bei der Berechnung



CO₂-Minderung



* Bei Berücksichtigung von zusätzlichen Lachgas-Emissionen nur 8,3 Mio t CO₂eq!

13

© LfU Ref. 21 Frank Schlösinger



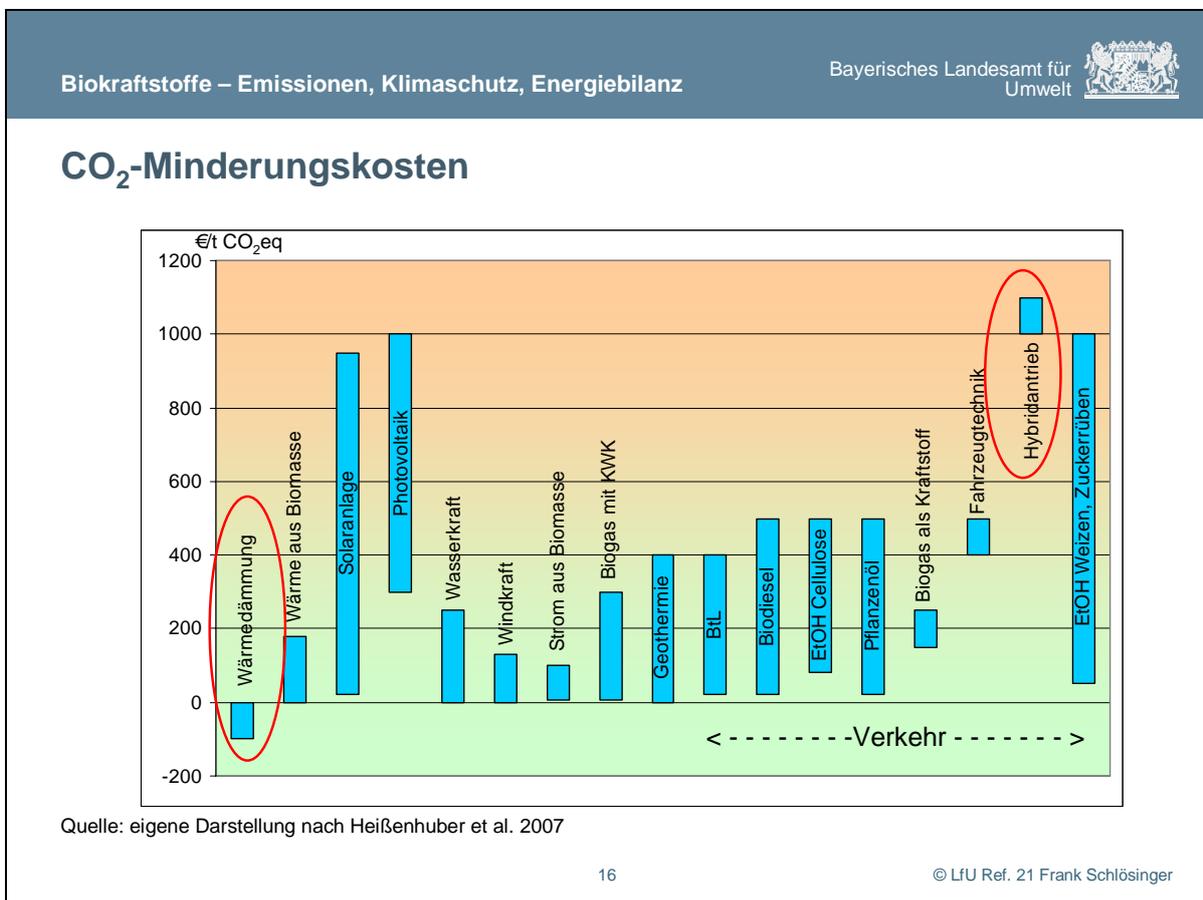
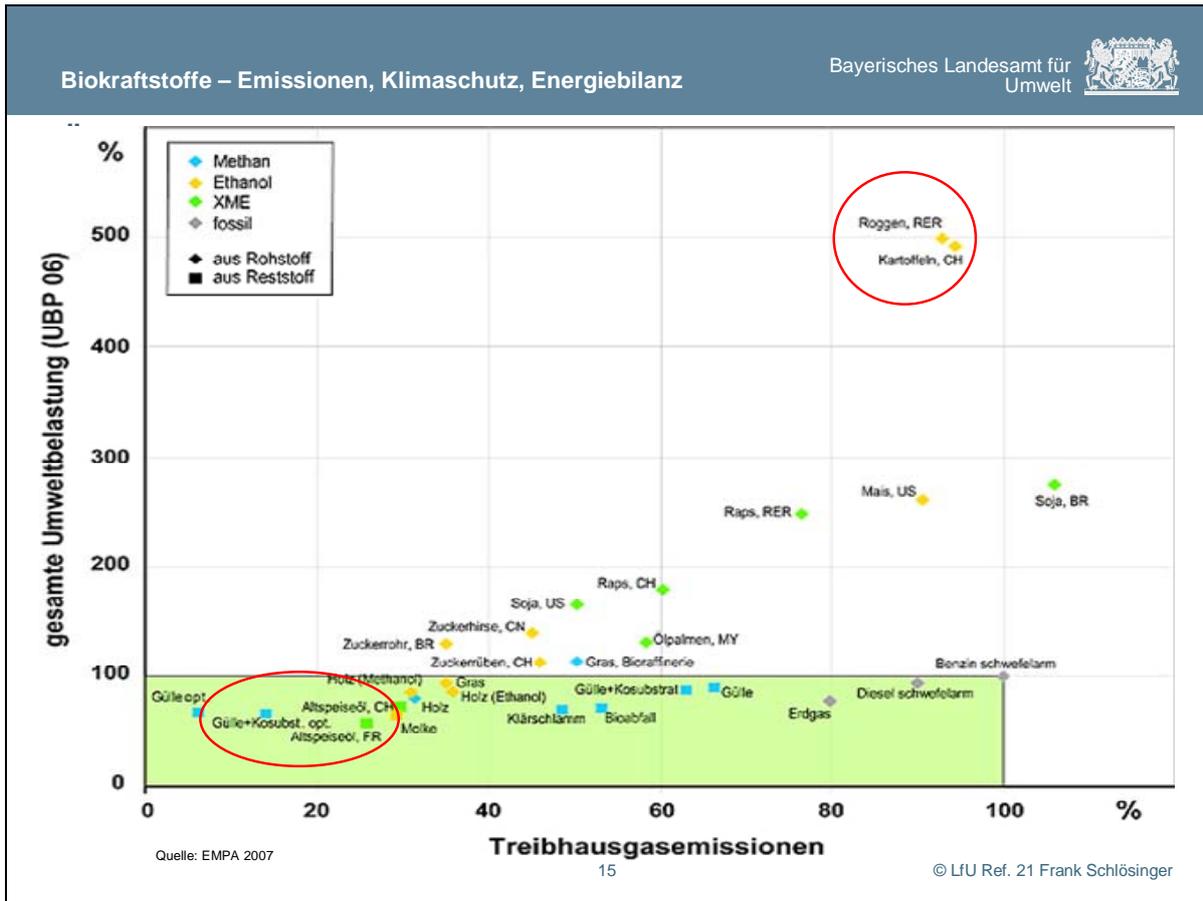
Ökobilanz für Biokraftstoffe (EMPA)

- Erste vollständige Bilanzierung der Umweltauswirkungen von Biokraftstoffen.
- Alle Umweltbelastungen, die bei der Produktion und beim Verbrauch von Biosprit entstehen – vom Düngen der Rohstoffe auf dem Acker über das Beliefern der Tankstellen mit Lastkraftwagen bis zum Verbrennen des Sprits im Motor.
- Untersuchungsmethoden:
 - Die Methode der ökologischen Knappheit (UBP 06) bewertet die Differenz der Umweltbelastungen zu den gesetzlich festgelegten Grenzwerten.
 - Die Methode Eco-indicator 99 beurteilt die Schädigung der menschlichen Gesundheit und der Ökosysteme.
- **Ergebnis:** Nur Biotreibstoffe aus landwirtschaftlichen Abfällen und Reststoffen sind umweltfreundlicher als Benzin
- Umweltbelastungen durch den Anbau sind erheblich schwerwiegender als durch Verarbeitung und Transporte.
- Die schlechteste Umweltbilanz ergibt sich für Bioethanol aus Roggen und Kartoffeln.
- Biosprit auf der Grundlage von Reststoffen und Zellulose hat das Potenzial, eine sehr gute Ökobilanz zu erzielen.

Die Studie bietet eine gute Grundlage; die Berechnungsansätze werden derzeit diskutiert. Es bleibt abzuwarten, welche Ergebnisse weitere Studien erbringen.

14

© LfU Ref. 21 Frank Schlösinger



Fazit: Es kommt darauf an, wie man es macht!

- Menge und Anteile der Biokraftstoffe werden weiter steigen
- Biokraftstoffe sind nicht automatisch ökologischer als fossile Kraftstoffe
- Ökobilanz hängt ab von:
 - Anbaumethoden
 - Art der technischen Umwandlung
 - effizientem Einsatz

Empfehlungen:

- Förderung nur bei Nachweis von Nachhaltigkeit und Effizienz
- Importe nur bei zertifiziertem Anbau
- Forschung und Entwicklung: nachhaltige Anbaumethoden, effiziente Technik, belastbare Bewertungsverfahren
- Die beste Ökobilanz hat der Nicht-Verbrauch von Kraftstoffen:
 - Vermeidungsstrategien für überflüssige Fahrten
 - Leichtere Autos mit effizienter Technik

17

© LfU Ref. 21 Frank Schlösinger



Hummer H2: 470 g CO₂/km

Smart Diesel: 90 g CO₂/km



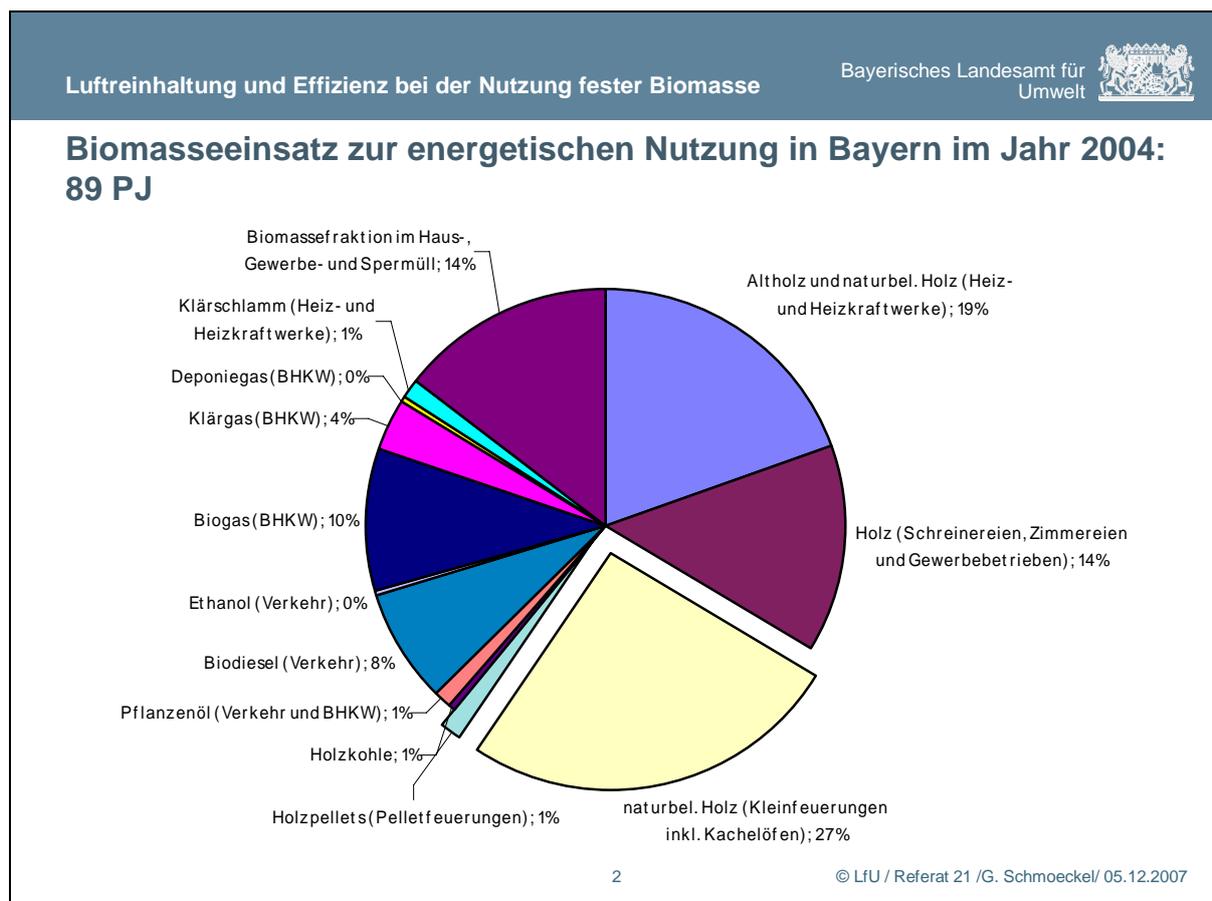
CO₂-Senkung: 81% !

18

© LfU Ref. 21 Frank Schlösinger

Luftreinhaltung und Effizienz bei Nutzung und Anbau fester Biomasse

Gerhard Schmoeckel, Bayerisches Landesamt für Umwelt



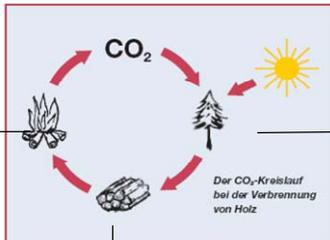
Bayerisches Landesamt für Umwelt 

Luftreinhaltung und Effizienz bei der Nutzung fester Biomasse

Kohlendioxidkreislauf bei der Biomassennutzung

Energieerzeugung

- Wirkungsgrad
- *Luftreinhaltung*



Der CO₂-Kreislauf bei der Verbrennung von Holz

Anbau

- Nachhaltigkeit
- Flächenertrag
- Energie-/Düngemittleinsatz
- Treibhausgasemissionen (N₂O, CH₄)
- *Boden-, Wasser-, und Naturschutz*

Bereitstellung Energieeinsatz für

- mech./chem. Behandlung
- Transport
- *Luftreinhaltung*

biogene Reststoffe

3 © LfU / Referat 21 /G. Schmoeckel/ 05.12.2007

Bayerisches Landesamt für Umwelt 

Luftreinhaltung und Effizienz bei der Nutzung fester Biomasse

Aufwand fossiler Primärenergie und umweltrelevante Emissionen für Stromerzeugung mit verschiedenen Biomasse-Energieträgern

		Nur Strom (KW)				Strom aus KWK (HKW)			
		Triticale-GP	Miscanthus	Pappelholz	Waldholz	Triticale-GP	Miscanthus	Pappelholz	Waldholz
Primärenergieaufwand	GWh _{prim} /GWh	0,43	0,24	0,25	0,17	0,15	0,08	0,09	0,06
Treibhausgasemissionen	kg CO ₂ -Äquiv./GWh	287 004	178 898	182 044	71 322	101 988	63 884	65 282	25 784
Emissionen mit versauernder Wirkung	kg SO ₂ -Äquiv./GWh	4 580	2 626	1 931	1 312	1 627	938	692	474
Emissionen mit human- bzw. ökotoxischer Wirkung	kg NO _x /GWh	2 571	1 070	1 302	1 161	914	382	467	420
	kg SO ₂ /GWh	1 738	1 048	551	427	618	374	198	154

(Quelle: Hartmann: Biomasse als erneuerbarer Energieträger; FNR, 2002 entnommen aus: Heinz, A: Vergleich von Energiesystemen ...; Dissertation TU Wien 2001)

THG-Emissionen in kg CO₂-Äquiv./GWh (ohne Wärmenutzung aus GEMIS)

Diesel BHKW	878.000
Gas-BHKW	853.000
Gas-GUD	431.000
BRD-Strom-Mix	622.000

4 © LfU / Referat 21 /G. Schmoeckel/ 05.12.2007

Luftreinhaltung und Effizienz bei der Nutzung fester Biomasse		
		Bayerisches Landesamt für Umwelt 
Verfahrensschritte für Anbau bis Bereitstellung von Holzhackschnitzeln aus Pappel-Kurzumtriebsplantagen		
Verfahrensschritt	bilanzierte Prozesse	Bemerkung, eingesetzte Betriebsmittel
<i>Pflanzenproduktion (22 Jahre)</i>		
Grunddüngung	Dünger streuen, Transport im 3-Seitenkipper ab Hof; Prod. und Bereitst. Mineraldünger	einmalig zu Beginn und dann alle 3 Jahre (ab dem 4. Jahr), Phosphatdüngereinsatz 27 kg/(ha a) (P ₂ O ₅), Kaliumdüngereinsatz 35 kg/(ha a) (K ₂ O)
Erhaltungskalkung	Kalkstreuen	einmalig zu Beginn und dann alle 3 Jahre (ab dem 4. Jahr), Kalkeinsatz 450 kg/(ha a) (CaO)
Grundbodenbearbeitung	Pflügen	nur im ersten Jahr
erste Saatbettvorbereitung	Saatbettkombination	nur im ersten Jahr
zweite Saatbettvorbereitung	Kreiseleggen	nur im ersten Jahr
Aussaat	Stecklinge pflanzen, Transport mit dem Plattenwagen ab Hof; Prod. und Bereitst. Pflanzgut	nur im ersten Jahr, Stecklinge 16 000 Stück/ha
Pflanzgut bewässern	keine	nur im ersten Jahr
Herbizidapplikation	PSM-Spritzen; Prod. und Bereitst. Pflanzenschutzmittel	nur im ersten Jahr, Ausgabe: Herbizid 4,0 l/ha
Rückschnitt	Mulchen	nur im ersten Jahr
Stickstoffdüngung	Produktion und Bereitstellung von Mineraldüngern; nicht-energetische Emissionen	einmalig zu Beginn und dann alle 3 Jahre (ab dem 4. Jahr), Stickstoffdüngereinsatz 47 kg/(ha a) (N)
(Quelle: Hartmann: Biomasse als erneuerbarer Energieträger; FNR, 2002)		
5 © LfU / Referat 21 /G. Schmoeckel/ 05.12.2007		

Luftreinhaltung und Effizienz bei der Nutzung fester Biomasse		
		Bayerisches Landesamt für Umwelt 
Verfahrensschritte für Anbau bis Bereitstellung von Holzhackschnitzeln aus Pappel-Kurzumtriebsplantagen (Forts.)		
erste Rekultivierung für die Folgekultur	Rodefräsen	nur im letzten Jahr
zweite Rekultivierung für die Folgekultur	Fräsen	nur im letzten Jahr
Biomasseabbau im Boden	nicht-energetische Emissionen	
<u><i>Bereitstellung (alle 3 Jahre, ab dem 4. Jahr)</i></u>		
Ernte	Selbstfahrer-Häckseln (107 t/ha)	Ertrag ab 2. Jahr: 8,6 t TM/(ha*a) , Wassergehalt 58 Gew.-% FM
Überladen auf parallel fahrendes Transportfahrzeug	Parallelfahrt (107 t/ha)	
Hackschnitzeltransport zum Hof	Ballentransport mit Plattenwagen (2 km)	
Lagerung	keine	Lagerverluste 1,0 Gew.-% TM, Flächeninanspruchnahme 0,15 m ² a/t FM
Auslagern und Beladen des Lkw	Frontlader Ein-/Auslagern ohne Anfahrt	
Häckseltransport zur Energieanlage (Heizwerk)	Lkw-Transporte 28t	Transportdistanz 20 km
Häckseltransport zur Energieanlage (Heizkraftwerk)	Lkw-Transporte 28 t	Transportdistanz 35 km
Häckseltransport zur Energieanlage (Kraftwerk)	Lkw-Transporte 28 t	Transportdistanz 50 km
Abkippen in das Brennstofflager der Energieanlage		
6 © LfU / Referat 21 /G. Schmoeckel/ 05.12.2007		

Luftreinhaltung und Effizienz bei der Nutzung fester Biomasse

Bayerisches Landesamt für Umwelt 

Kurzumtriebsplantagen; Jahreserträge

- Versuchsfläche "Moor" (Voralpenland)
 - Pappeln: 8 t/ha (atro)
 - (Grau-/Schwarz-)Erlen: 15 t/ha (atro)
- Versuchsfläche "Ton" (Weinbaugebiet Neckarland)
 - Pappeln: 6-7 t/ha (atro)
 - Robinien und Schwarzerlen: 10 t/ha (atro)

Quelle: R. Unseld, Uni Freiburg

Merkblatt der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft:

- Energiewälder: höhere Artenvielfalt in der Begleitvegetation.
- bis zu zehn mal mehr Arten als auf den angrenzenden Äckern.
- Nach der Anpflanzung sank die Nitratkonzentration im Sickerwasser deutlich. Im Gegensatz dazu überschritt der Nitratgehalt im Sickerwasser des benachbarten Ackers zeitweise den EU-Grenzwert von 50 ppm.



Quelle: C. Oldenburg, TU Dresden

7

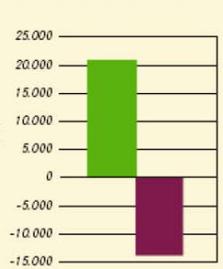
© LfU / Referat 21 / G. Schmoeckel/ 05.12.2007

Luftreinhaltung und Effizienz bei der Nutzung fester Biomasse

Bayerisches Landesamt für Umwelt 

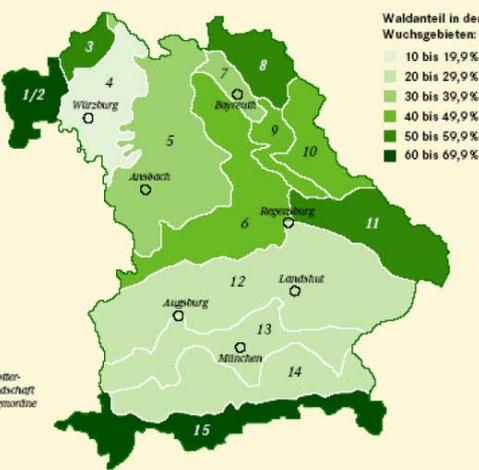
Ergebnisse der zweiten Bundeswaldinventur 2002 für Bayern

Zu-/Abgänge an Waldfläche in Bayern



Bayern gesamt

■ Zunahme
■ Abnahme



Waldanteil in den Wuchsgebieten:

- 10 bis 19,9%
- 20 bis 29,9%
- 30 bis 39,9%
- 40 bis 49,9%
- 50 bis 59,9%
- 60 bis 69,9%

Wuchsgebiete Bayerns:

1/2 Untermaßeuberg, Spessart-Odenwald	10 Oberpfälzer Wald
3 Rhön	11 Bayerischer Wald
4 Fränkische Platte	12 Tertiäres Hügelland
5 Fränkischer Keuper und Alluvialland	13 Schwäbisch-Bayerische Schotterplattler- und Altmordenerlandschaft
6 Frankenwald und Oberpfälzer Jura	14 Schwäbisch-Bayerische Jungmoräne und Molassevorberge
7 Fränkisches Trias-Hügelland	15 Bayerische Alpen
8 Frankenwald, Fichtelgebirge und Steiswald	
9 Oberpfälzer Becken- und Hügelland	

 Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

 BAYERISCHE STAATSFORSTVERWALTUNG

8

© LfU / Referat 21 / G. Schmoeckel/ 05.12.2007



... aus dem Nachhaltigkeitsbericht 2007 der Bayerischen Staatsforsten

		2006	2007
Naturale Daten			
Gesamtfläche	Hektar	ca. 805.000	ca. 805.000
Waldfläche	Hektar	ca. 720.000	ca. 720.000
Forststraßennetz	km	ca. 25.000	ca. 25.000
Zuwachs (BWI 2002)	Mio. Erntefestmeter ¹	6,9	6,9
Zuwachs (Stichprobeninventur der Bayerischen Staatsforsten)	Mio. Erntefestmeter ¹	6,1	6,1
Einschlag	Mio. Festmeter	5,4	7,1
Neukulturen	Hektar	2.335	2.192
Jungbestandspflege	Hektar	8.119	5.339

Waldfläche in Bayern insgesamt: 2,5 Mio ha

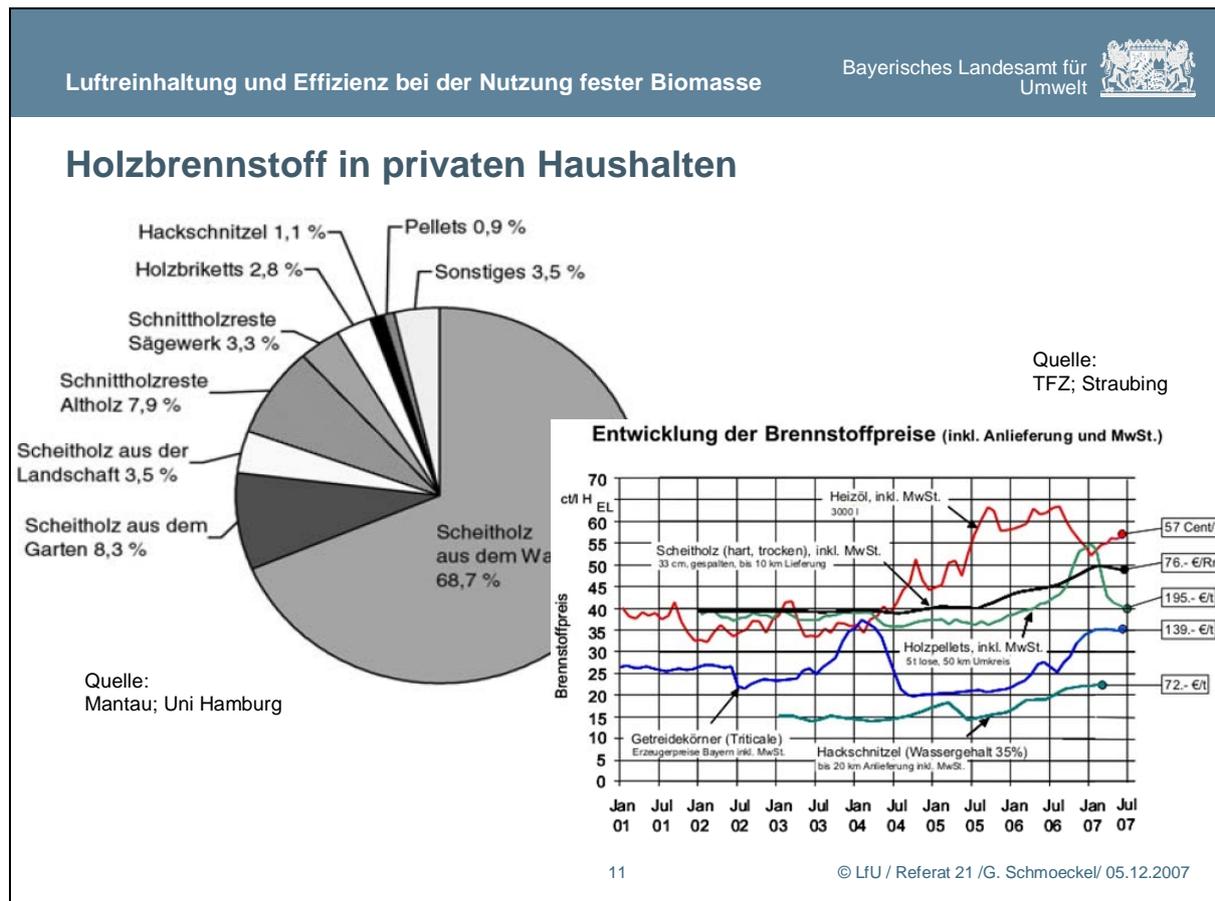


Waldholz

- durchschnittlicher Holzzuwachs in Bayern:
 - 8,6 t/(ha*a) lufttrockenes Hartholz
 - 5,8 t/(ha*a) lufttrockenes Weichholz
- Brennholz als Hackschnitzel oder Scheitholz:
 - Schwachholz: 0,5 t/(ha*a)
bei Durchforstungsmaßnahmen (im Winter) alle 10 Jahre: nicht stofflich verwertbare Bäume
 - Waldrestholz: 0,4 – 0,8 t/(ha*a)
bei Holzernte (im Winter) anfallendes Kronenmaterial oder kurze Stammabschnitte;



Reisholz, Nadeln und Rinden verbleiben zur Bodenverbesserung meist im Wald



Bayerisches Landesamt für Umwelt 

Luftreinhaltung und Effizienz bei der Nutzung fester Biomasse

Energieaufwand für Ernte und Bereitstellung von Scheitholz

Verfahrensschritt	Pfad 1 Freizeit-Selbsterwerber (kWh/Fm)	Pfad 2 Waldbauer 1, gering mechanisiert (kWh/Fm)	Pfad 3 Waldbauer 2, höher mechanisiert (kWh/Fm)	Pfad 4 Professionelles Scheitholzgewerbe (kWh/Fm)
Holzernte + Rücken (Selbsterwerber, 1 m)	3,0 (k)	3,0 (k)	-	-
Holzernte + Rücken Traktor/Seilwinde	-	-	6,3 (k)	-
Holzernte (Jungdurchforstung, Harvester)	-	-	-	11,8 (k)
Holzernte Rücken (Jungdurchforst., Forwarder)	-	-	-	5,5 (k)
Laden (33 cm, von Hand, geschüttet, lose)	-	0,0	-	-
Laden (33 cm, maschinell, geschüttet, lose)	-	-	0,7 (k)	0,7 (k)
Laden (1 m ungespalten, von Hand)	0,0	0,0	-	-
Laden (mit Kran)	-	-	0,9 (k)	0,9 (k)
Transport (PKW + Anhänger)	3,2 (k)	-	-	-
Transport 1 (Traktor + Anhänger)	-	2,5 (k)	2,5 (k)	-
Transport 2 zum Kunden (Traktor + Anhänger)	-	4,6 (k)	9,2 (k)	-
Transport 1 Verarbeitungsplatz (LKW)	-	-	-	3,6 (k)
Transport 2 zum Kunden (LKW)	-	-	-	21,0 (k)
Abladen 1 (kippen)	0,6 (k)	0,6 (k)	0,6 (k)	0,6 (k)
Abladen 2 beim Kunden	-	0,6 (k)	-	-
Abladen (Kran)	-	-	0,7 (k)	0,7 (k)
Ablängen Kreissäge (auf 33 cm)	0,7 (el)	0,7 (el)	-	-
Spalter klein	1,5 (el)	-	-	-
Spalter groß	-	0,6 (el)	-	-
Beschicken maschinell (mit Kran)	-	-	0,9 (k)	0,9 (k)
Kleine kombinierte Säge-Spaltmaschine	-	-	0,8 (el)	-
Große kombinierte Säge-Spaltmaschine	-	-	-	1,7 (el)
Schichten (33 cm gespalten)	0,0	0,0	-	-
Summe Energiebedarf (kWh/Fm):	8,9	12,5	22,5	47,4
Verteilung Strombedarf / Kraftstoff (%)	32 / 68	12 / 88	4 / 96	4 / 96

Heizwerte für lufttrockenes
 • Buchenholz: 3000 kWh/Fm
 • Fichtenholz: 1800 kWh/Fm

Energiebedarf Scheitholz:
 0,3 – 3 %

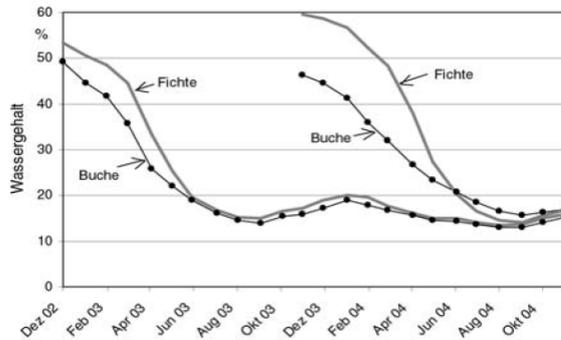
Zerkleinern zu Hackschnitzeln:
 Buche 6 – 15 Fichte 4 – 9

Quelle: TFZ: Rationelle Scheitholzbereitungsverfahren, 2006; Straubing

12 © LfU / Referat 21 /G. Schmoeckel/ 05.12.2007

Trocknung von Brennholz

Scheitholz



Wassergehaltsverlauf bei der Lagerung von gespaltenem Meterholz;

trockener, windiger Lagerort mit ausreichendem Abstand der Holzstapel voneinander und von Hauswänden; bei Lagerung im Wald nicht gegeben.

Trocknungsdauer bei Rundhölzern deutlich länger

Hackschnitzel

- erntefrisches Hackgut: $w = 45 - 55 \%$
- sommertrockenes Hackgut (Einschlag im Winter, Hacken im Sommer): $w = 25 - 40 \%$
- getrocknete Hackschnitzel (z.B. Satz Trockner mit Belüftungsböden): $w < 20 \%$

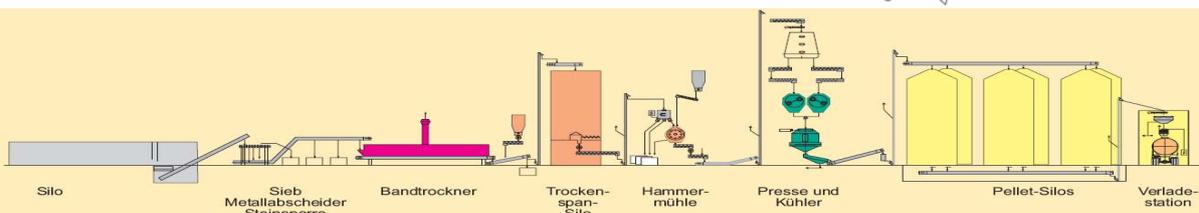
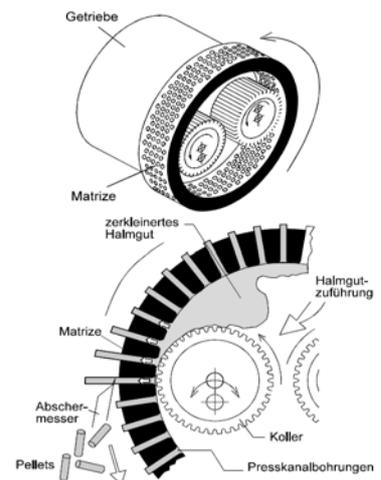
Quelle: Hartmann; Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen, 2007

Bereitstellung von Holzpellets

Sägewerk

- Anfall von Sägemehl, Sägespänen, Hobelspänen in trockenem und feuchtem Zustand
- teilweise Trocknung und Zerkleinerung erforderlich
- Pelletierung (in Kollergangpressen mit Ringmatrizen) auf dem Sägewerksgelände oder in Pelletierwerken
- Vertrieb über Brennstoffhandel
- Energieaufwand für Pelletbereitstellung: 2,7 % (ohne Trocknung) bis zu 17 % (mit Trocknung) des Energieinhaltes (nach depv)

Die Holzpellet-Produktionskapazität betrug zum Jahresende 2006 über 900.000 Tonnen pro Jahr (Quelle: FNR)



Schematische Darstellung der Pelletproduktion
 Grafik: nach Seeger Engineering AG

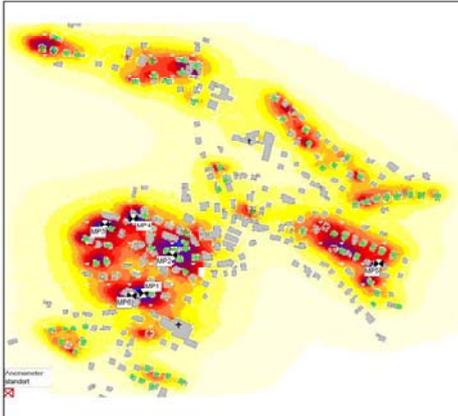
Luftreinhaltung und Effizienz bei der Nutzung fester Biomasse

Bayerisches Landesamt für Umwelt 

Verbrennung von Biomasse – CO₂-Minderung und Feinstaubzunahme

Schätzungen für Bayern:

- 2.000.000 Holz-Einzelfeuerungen
- 200.000 Holzkessel
- Feinstaubfracht aus Holzfeuerungen entspricht der des Straßenverkehrs



Modellgebiet B

Variante V 0
Basisfall: reale Emissionen

Emissions-Punktquellen (Kreuz):
 Pelletkessel (blau): 20 mg/MJ
 Scheitholzkessel (rot): 100 mg/MJ
 Hackgutkessel (schwarz): 50 mg/MJ
 Einzelfeuerstätten (grün): 75
 z.T. mehrere EFSt pro Kamin
 115 mg/MJ

PM10 Jahresmittelwert

> 0.0 µg/m³
> 0.2 µg/m³
> 0.4 µg/m³
> 0.6 µg/m³
> 0.8 µg/m³
> 1.0 µg/m³
> 1.2 µg/m³
> 1.4 µg/m³
> 1.6 µg/m³
> 1.8 µg/m³
> 2.0 µg/m³




Quelle: Paul Scherrer Institut, CH-Villigen
© LfU / Referat 21 /G. Schmoeckel/ 05.12.2007

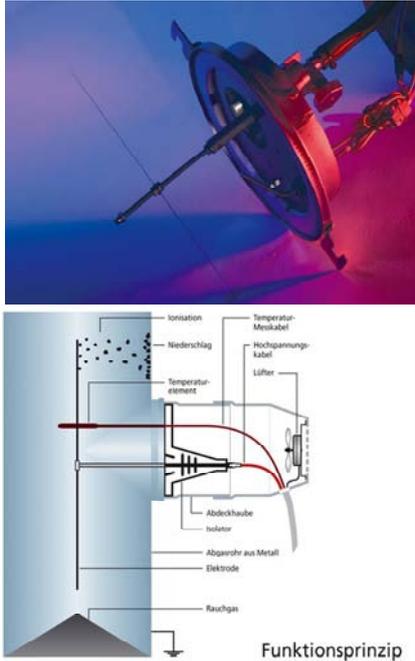
Luftreinhaltung und Effizienz bei der Nutzung fester Biomasse

Bayerisches Landesamt für Umwelt 

Staubminderung bei Einzelfeuerungen

- Emissionen in der Praxis deutlich höher als bei Typenprüfungen:
 - Wirkungsgrad insbesondere bei Kaminöfen häufig schlecht
 - BMU-Projekt „Feinstaub aus Holzfeuerungen“ zeigt: bei **Fehlbedienung** Staubemissionen über 1000 mg/m³ möglich
 - Brennstoff zu feucht
 - Brennstoffmenge zu hoch
 - Rindenbriketts
- Abhilfe:
 - bessere Betreiberinformation durch
 - Hersteller
 - Heizungs-, Ofenbauer
 - Kaminkehrer
 - automatische Anlagensteuerungen
 - Elektro-Partikelabscheider, ab 01.01.2008 für 1200 € zzgl. Einbau verfügbar

Quelle: Fa. Kutzner und Weber GmbH, Maisach



Funktionsprinzip

Staubminderung bei Pelletfeuerungen

„Der österreichische Biomasseheizungs-Produzent **Biotech Energietechnik GmbH** präsentiert erstmals auf der Stuttgarter Messe „Interpellets“ im Oktober 2007 seine neueste Entwicklung: ein Pelletsheizkessel mit integriertem Feinstaubfilter.“

Biotech
DIE PELLETSHEIZUNG

Messung	Nr.	1	2	3	4	5
Betriebszustand Abscheider		AUS	AUS	AUS	EIN	EIN
Messdauer	min	30	30	30	30	30
Förderdruck ^[1]	Pa	-9	-10	-10	-10	-10
Abgastemperatur ^[1]	°C	69	69	70	71	71
Brennstoffdurchsatz	kg/h	2,2	2,3	2,2	2,1	2,2
Vorlauftemperatur	°C	70	70	70	70	70
Rücklauftemperatur	°C	55	55	55	55	55
Kesselleistung	kW	8,7	8,7	8,8	8,9	8,6
Kohlenmonoxid	mg/Nm ³	93	136	157	164	112
Stickstoffoxide als NO ₂	mg/Nm ³	314	306	308	302	312
Org. geb. Kohlenstoff	mg/Nm ³	5	5	4	5	4
Staub	mg/Nm ³	20	17	18	1	1

Alle Abgaskomponenten werden in mg/Nm³, bezogen auf 13% Sauerstoff angegeben.
[1] Messung nach dem Abscheider



Quelle: TFZ, Straubing; Fa. Spanner RE² GmbH, Neufahrn

17

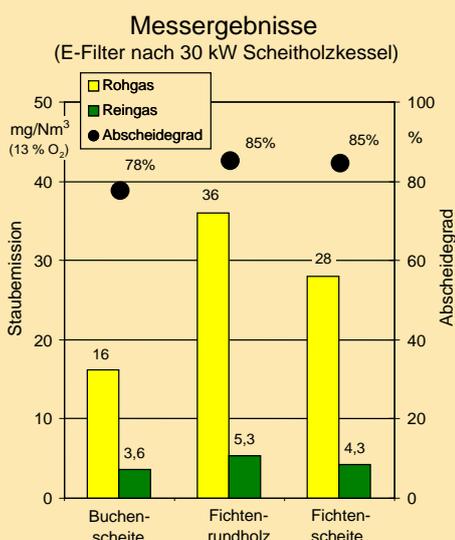
© LfU / Referat 21 / G. Schmoeckel/ 05.12.2007

Staubminderung bei ScheitholzkesseIn

Minderungsmaßnahme: Elektrofilter



Prototyp Elektrofilter (Fa. Spanner)



Quelle: TFZ, Straubing

18

© LfU / Referat 21 / G. Schmoeckel/ 05.12.2007

Bayerisches Landesamt für Umwelt 

Luftreinhaltung und Effizienz bei der Nutzung fester Biomasse

Staubminderung bei einer Biomasse-Heizzentralen (ab 200 kW)

2 jähriger Praxisbetrieb
Messergebnisse 2006






Messkampagne 03/06	kleinste Last		mittlere Last	
	Rohgas	Reingas	Rohgas	Reingas
Messdauer in min	je 15	je 30	je 15	je 30
Wärmeleistung in kW	164	154	341	324
Kesseltemperatur in °C	75	76	82	82
Vorlauftemperatur in °C	76	76	84	83
Rücklauftemperatur in °C	42	45	58	55
Gastemperatur in °C	79	78	139	101
Gasgeschwindigkeit in m/s **	5,7	6,0	8,5	8,6
Volumenstrom in m³/h ***	577	609	868	875
Druckverlust Filter in mbar	6,1	5,6	9,7	9,4
CO ₂ in Vol%	9,3	8,8	13,0	10,8
CO in mg/m³ *	33	32	30	33
VOC in mg/m³ *	8	4	3	3
Staub in mg/m³ *	59	< 10	104	< 10

* bezogen auf 13 Vol% O₂
 ** immer im Rohgas gemessen
 *** Betriebskubikmeter bei Rohgastemperatur und aktuellem Luftdruck von ~ 968 mbar
 Unterdruck an Messstelle nicht berücksichtigt.

Köb Holzfeuerungen GmbH
 Flotzbachstraße 33, A-6922 Wolfurt/Vorarlberg Vortragender: Oskar Winkel, Winkel Filtertechnik

19 © LfU / Referat 21 /G. Schmoeckel/ 05.12.2007

Bayerisches Landesamt für Umwelt 

Luftreinhaltung und Effizienz bei der Nutzung fester Biomasse

Fazit

- Bei der energetischen Nutzung von Durchforstungs- und Waldrestholz zur Wärmeerzeugung kann eine besonders hohe CO₂-Einsparung erzielt werden.
- Die verfügbaren Mengen an land- und forstwirtschaftlichen Abfällen sollten genutzt werden, soweit naturschutzfachliche Belange nicht entgegen stehen.
- Neben der Brennstoffwahl entscheiden Wärmeverbrauch (bzw. Wärmedämmung) und Anlagenwirkungsgrad über die CO₂-Einsparung.
- Für Holz- und Biomassekessel steht bereits heute Abgasreinigungstechnik zur Verfügung, mit der das Emissionsniveau von Ölfeuerungen erreicht wird. Rußende Holzfeuerungen schaden der Umwelt, dem Ansehen und letztlich dem Absatz.

20 © LfU / Referat 21 /G. Schmoeckel/ 05.12.2007

Biogas – Vermeidung klimarelevanter Emissionen – Wärmenutzung bei Biogasanlagen

Gerald Ebertsch, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Biogas - Vermeidung klimarelevanter Emissionen,
Wärmenutzung bei Biogasanlagen

Bayerisches Landesamt für
Umwelt



Die energetische Nutzung von Biomasse gilt wegen des CO₂-
Stoffkreislaufes per se als klimaneutral ! ?

Ist das so, was gilt bei Biogasanlagen ??

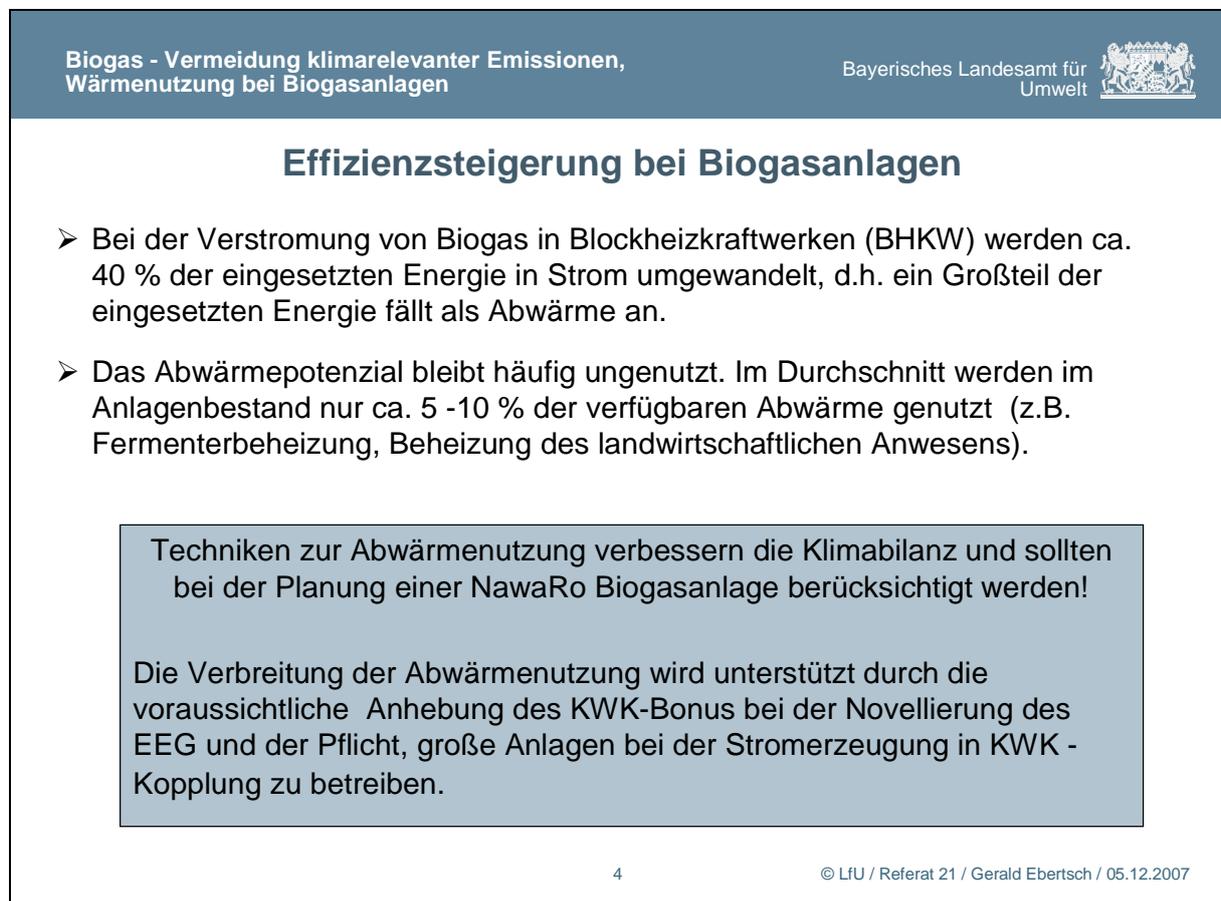
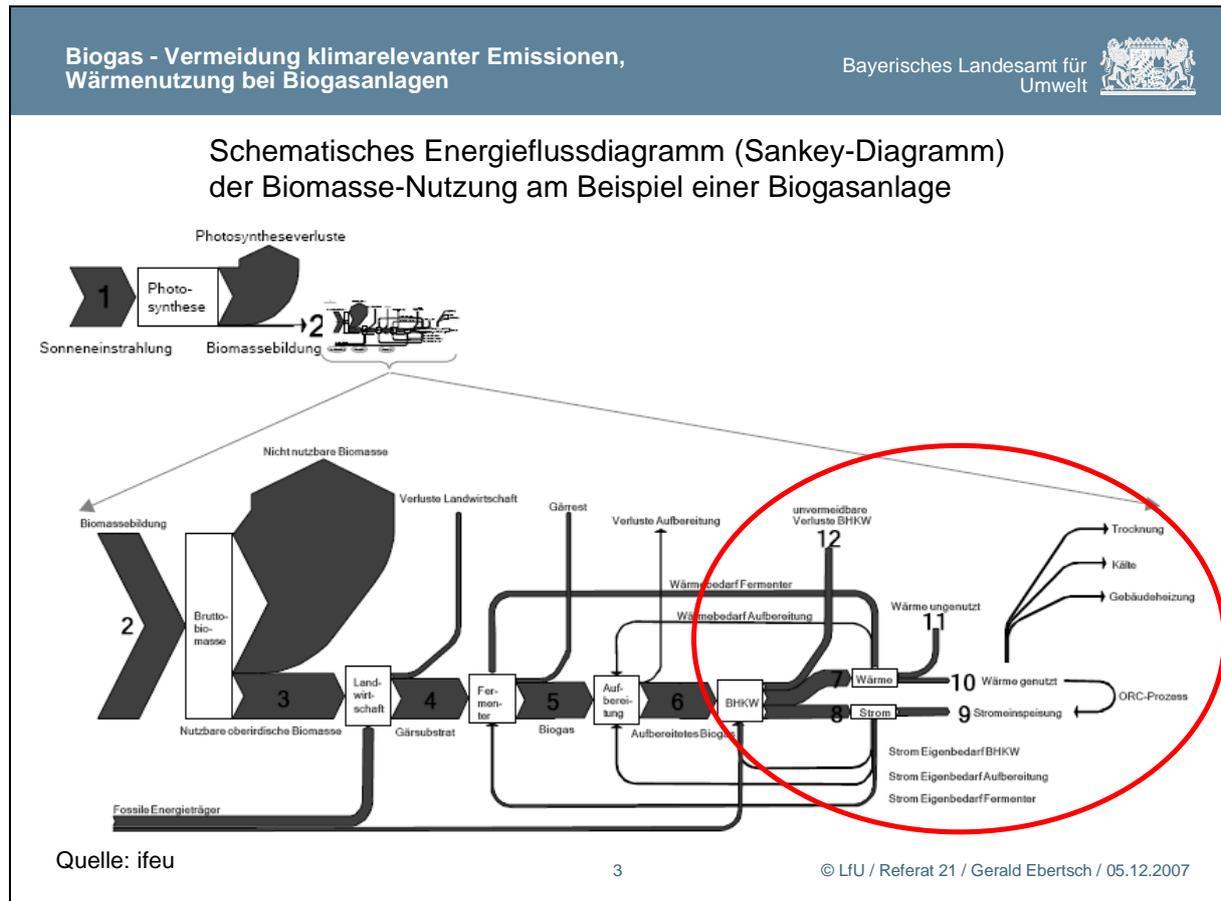
Treibhausgase (THG) entstehen bei:

- dem Anbau von Biomasse (z.B. Lachgasemissionen)
- der Herstellung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln
- der Bereitstellung der Biomasse (z.B. durch Transport)
- dem Betrieb von Biogasanlagen (z.B. Methanverluste bei der Gärrestelagerung, Biogasfreisetzung bei Störungen, Methanschluß im BHKW)

Die THG-Bilanz ist außerdem abhängig vom Wirkungsgrad der gesamten Nutzungskette und damit auch von der **Effizienz** der eingesetzten Technologie!

CO₂-Äquivalenzfaktoren: Methan 23 / Lachgas 296

→ Die THG – Neutralität bei Biogasanlagen ist nicht naturgegeben!





Effizienzsteigerung bei Biogasanlagen

- Hilfestellung zur Wärmenutzung gibt die neue Studie des LfU / ZAE Bayern e.V.:

“Wärmenutzung bei kleinen landwirtschaftlichen Biogasanlagen“

Anwendungsbeispiele:

- Wärmenutzung in der Landwirtschaft (Trocknungsprozesse, Gewächshäuser)
- Nahwärmekonzepte
- Einsatz mobiler Wärmespeicher
- Wärme- und Kälteversorgung von Betrieben
- Alternative Stromerzeugung / Effizienzsteigerung bei der Stromerzeugung
- Verlegung einer Biogasleitung und Betrieb des BHKW beim Wärmeabnehmer



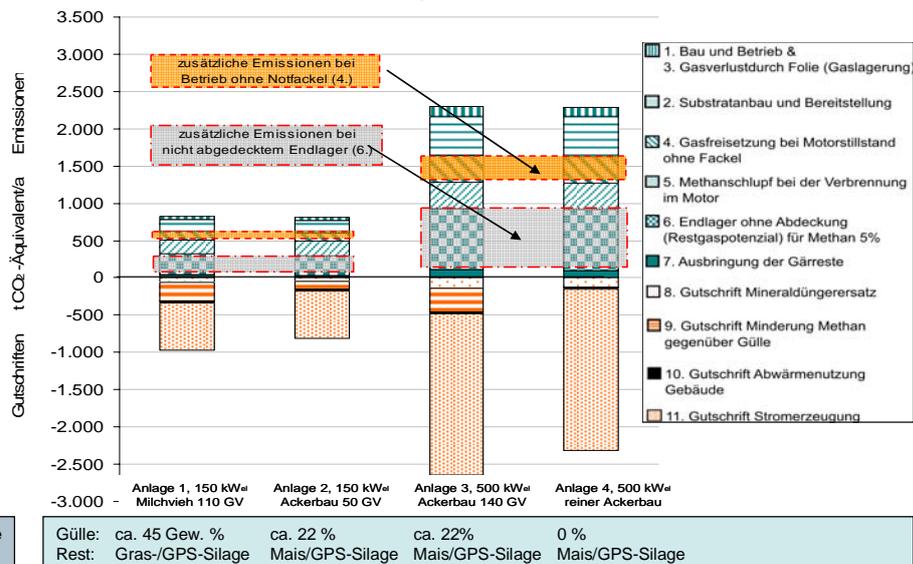
5

© LfU / Referat 21 / Gerald Ebertsch / 05.12.2007



Klimabilanz von NawaRo Modell-Biogasanlagen

Treibhausgasemissionen der Referenzanlagen (5 % Restgaspotenzial)

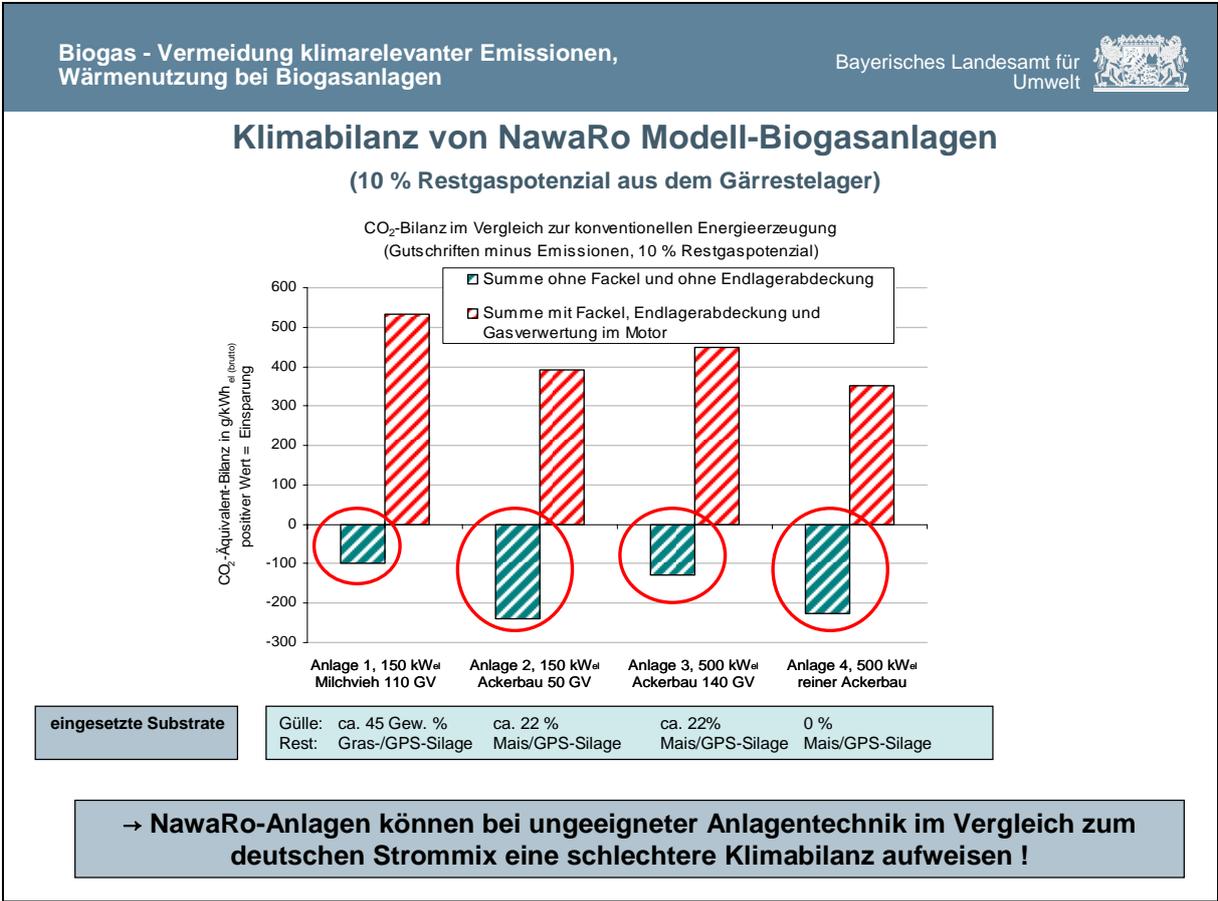
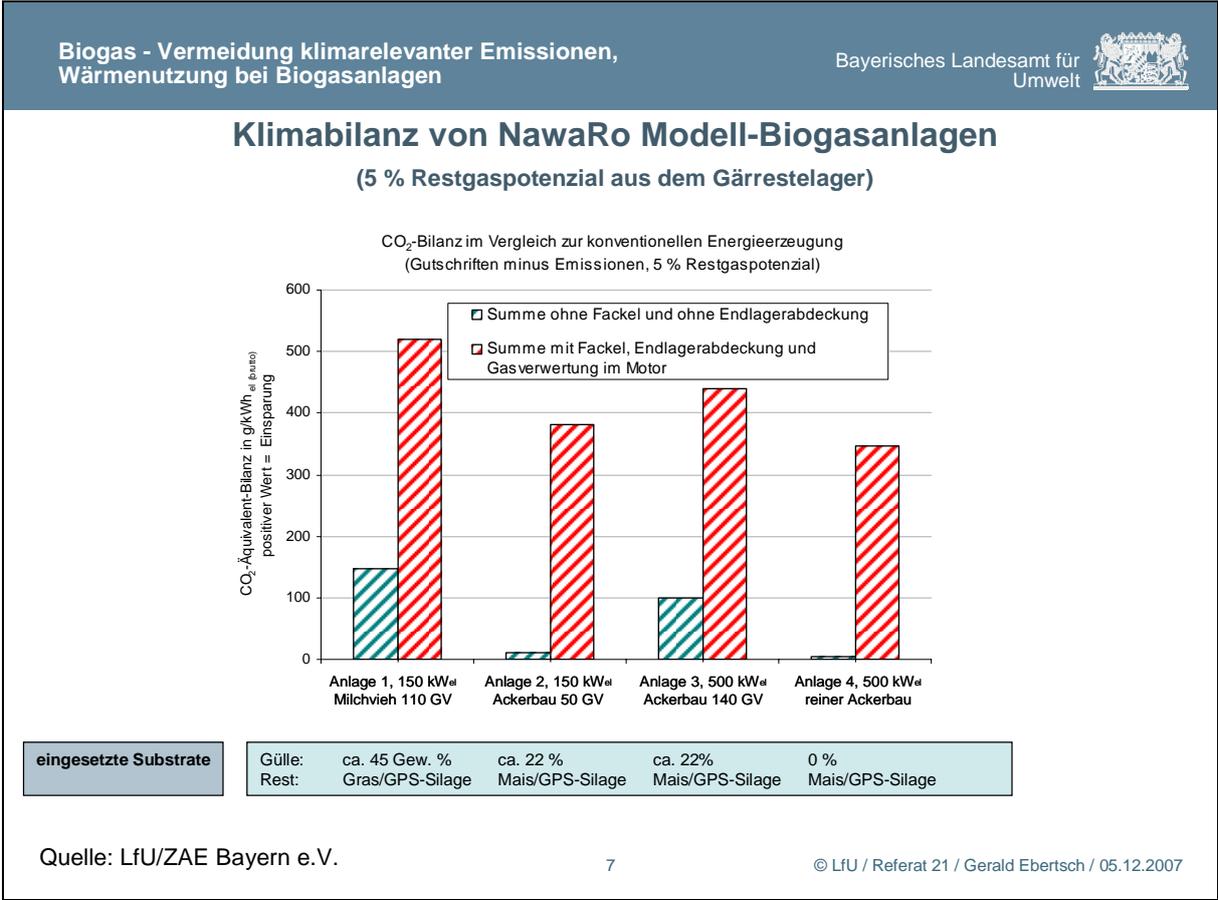


eingesetzte Substrate

Quelle: LfU/ZAE Bayern e.V.

6

© LfU / Referat 21 / Gerald Ebertsch / 05.12.2007





Klimaeffizienz bei NawaRo-Biogasanlagen

- Einsatz möglichst effizienter Verfahren zur Ausbeuteoptimierung
- Methanemissionen müssen weitgehend vermieden werden

gasdichte Gärrestlagerabdeckung mit Anschluss an die Gasverwertung



Bilder: Fiedler



Vermeidung von Biogasfreisetzungen beim Ansprechen von Übersicherungen bei Störungen (z.B. ausreichende Auslegung des Gasspeichers, Einsatz von Reserve-motoren, mobilen/stationären Fackel-anlagen in geeigneter Kombination)

9

© LfU / Referat 21 / Gerald Ebertsch / 05.12.2007

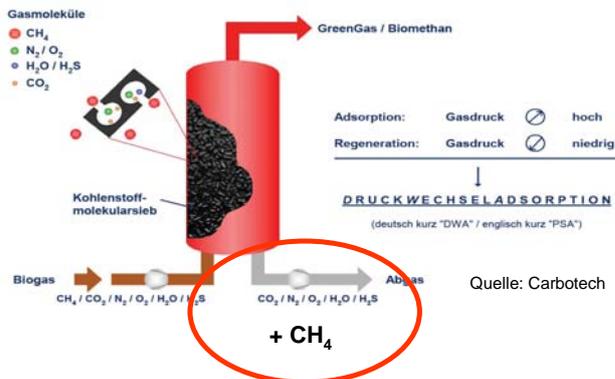


Klimaeffizienz bei der Biogaseinspeisung

➤ Biogasaufbereitung bei der Biogaseinspeisung

Biogas muss auf Erdgasqualität aufbereitet werden; bei den angewandten Aufbereitungsverfahren (z.B. Druckwechseladsorption) entstehen hohe Methanverluste, je nach Verfahren bis zu 5 %; → Klimabilanz evt. negativ

Grundprinzip der Druckwechseladsorption zur Biogasaufbereitung



Maßnahmen:

Schwachgaskessel oder katalytische Schwachgasnachverbrennung der methanhaltigen Abgase und Einhaltung der Massenstrombegrenzung der TA Luft für org. Stoffe von 0,5 kg/h

10

© LfU / Referat 21 / Gerald Ebertsch / 05.12.2007

Klimaeffizienz bei „Gülleanlagen“

➤ Landwirtschaftliche Biogasanlagen mit Wirtschaftsdüngereinsatz

Durch den Einsatz von Gülle in Biogasanlagen werden Methanemissionen vermieden, die bei der Ausbringung von Gülle freigesetzt würden.

→ Anlagen mit reinem Wirtschaftsdüngereinsatz tragen auch ohne gasdichte Abdichtung des Gärsubstratendlagers zum Klimaschutz bei

Abdeckung mit Folie oder künstlichen Schwimmkörpern zur Vermeidung von Ammoniakemissionen im Einzelfall (Schutz der Vegetation oder von Ökosystemen), wenn sich keine natürliche Schwimmdecke bildet.

11

© LfU / Referat 21 / Gerald Ebertsch / 05.12.2007

Immissions- und Klimaschutz bei Biogasanlagen

Details siehe:



Biogashandbuch Bayern - Materialienband
Kapitel 2.2.2 „Immissionsschutz, einschließlich
Klimaschutz“

[http://www.lfu.bayern.de/abfall/fachinformationen/
biogashandbuch/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/abfall/fachinformationen/biogashandbuch/index.htm)

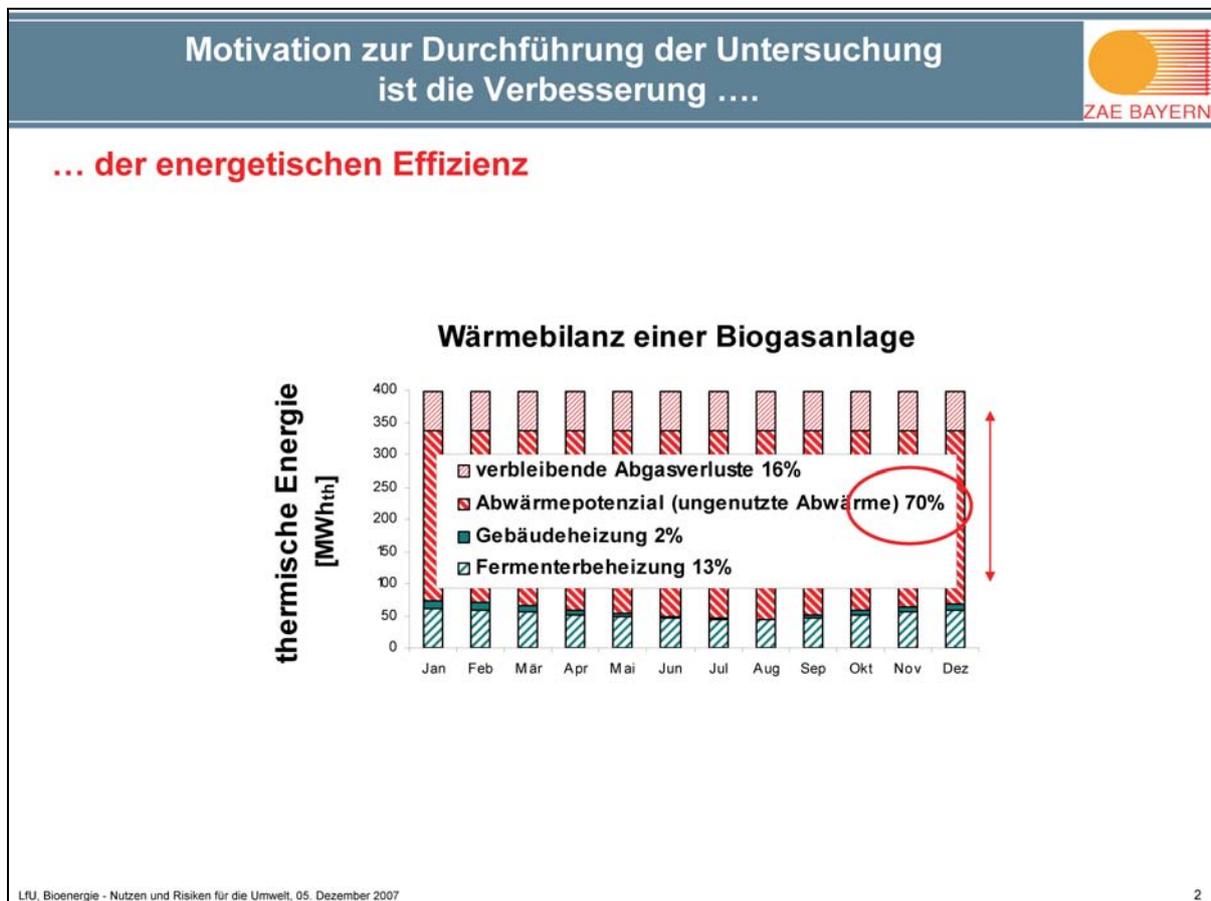
VDI 3475 Blatt 4: Biogasanlagen in der
Landwirtschaft (Entwurf)

12

© LfU / Referat 21 / Gerald Ebertsch / 05.12.2007

Wärmenutzung bei Biogasanlagen – Ergebnisse einer Studie über die Abwärmenutzung bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen mit 150 und 500 kW_{el}

Matthias Gaderer, F. Volz, M. Lautenbach, ZAE Bayern; Gerald Ebertsch, Bayerisches Landesamt für Umwelt



Das Projekt wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz im Rahmen der EU-Strukturförderung für regionale Entwicklung (EFRE) finanziert.

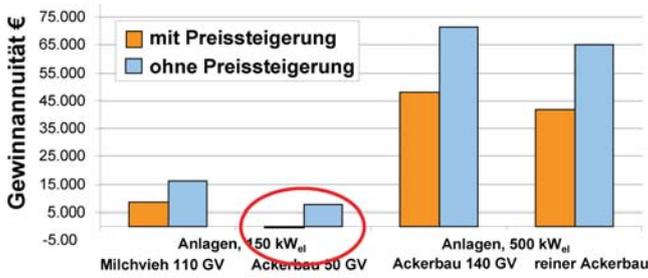


Motivation zur Durchführung der Untersuchung ist die Verbesserung



... der Wirtschaftlichkeit

Wirtschaftlichkeit der Referenzanlagen



Anlagenleistung	Landwirtschaft	mit Preissteigerung (€)	ohne Preissteigerung (€)
150 kW _{el}	Milchvieh 110 GV	~10,000	~15,000
	Ackerbau 50 GV	~5,000	~10,000
500 kW _{el}	Ackerbau 140 GV	~45,000	~70,000
	reiner Ackerbau	~40,000	~65,000

.... und nicht zuletzt der klimarelevanten Emissionen

LFU, Bioenergie - Nutzen und Risiken für die Umwelt, 05. Dezember 2007 3

Referenzanlagen

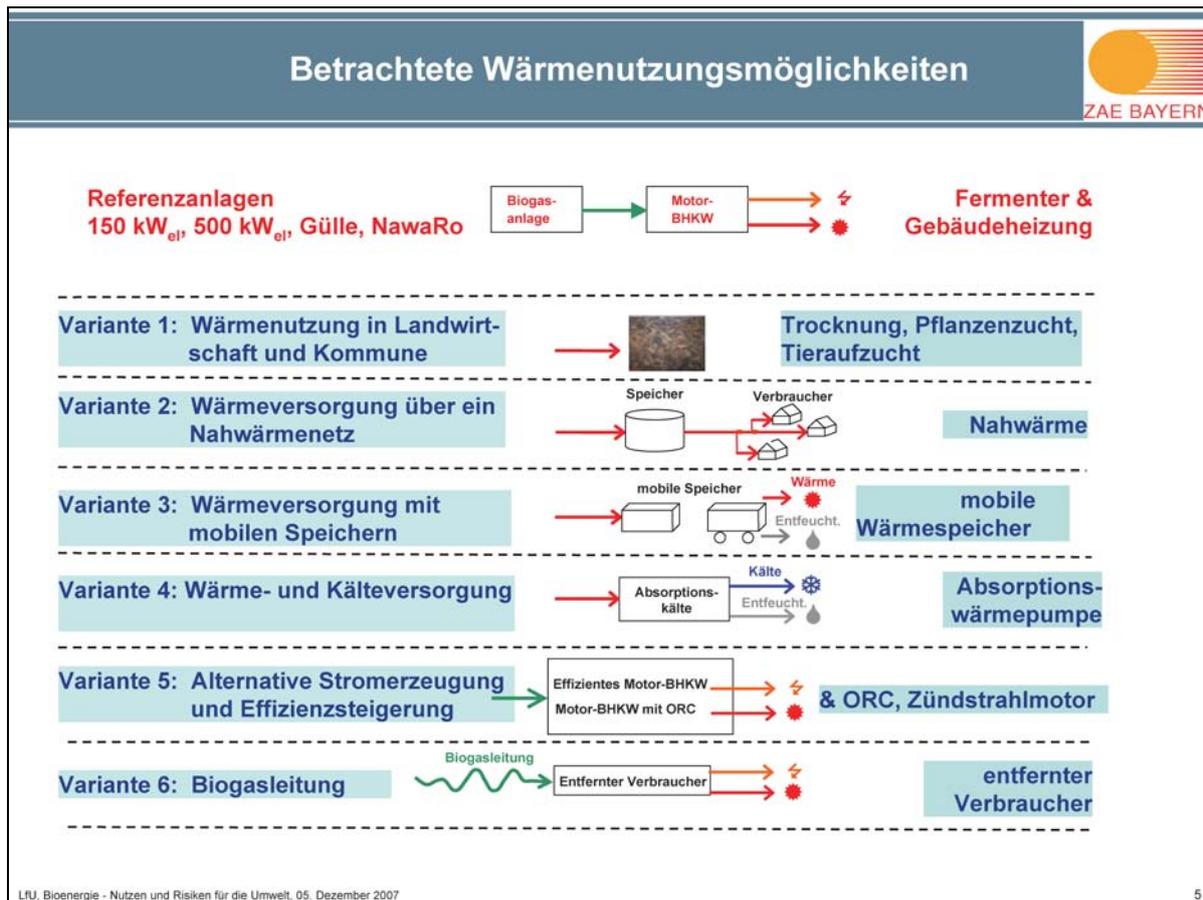


- Die Studie betrachtet vier typische bayerische Modellbiogasanlagen (Referenzanlagen) zweier Leistungsklassen als Basis für die Entwicklung von Wärmenutzungskonzepten

vorhandene Wärmenutzung: Beheizung des landwirtschaftlichen Anwesens und des Fermenters

Referenzanlagen	Elektrische BHKW-Leistung	Nutzbare Abwärmepotenzial	Eingesetzte Substrate <small>% Fermenterinhalt Frischmasse</small>	Spezifische Investitionen
Milchviehbetrieb mit 110 GV	150 kW _{el}	1.136 MWh _{th} 151 kW _{th}	46 % Gülle 47 % Grassilage 7 % Getreide	3.700 €/kW _{el}
Ackerbaubetrieb mit 50 GV	150 kW _{el}	1.135 MWh _{th} 151 kW _{th}	22 % Gülle 57 % Maissilage 21 % Getreide & GPS	3.900 €/kW _{el}
Ackerbaubetrieb mit 140 GV	500 kW _{el}	3.338 MWh _{th} 445 kW _{th}	21 % Gülle 58 % Maissilage 21 % Getreide & GPS	3.100 €/kW _{el}
reiner Ackerbaubetrieb	500 kW _{el}	3.382 MWh _{th} 451 kW _{th}	0 % Gülle 90 % Maissilage 10 % Getreide & GPS	3.100 €/kW _{el}

LFU, Bioenergie - Nutzen und Risiken für die Umwelt, 05. Dezember 2007 4



LFU, Bioenergie - Nutzen und Risiken für die Umwelt, 05. Dezember 2007

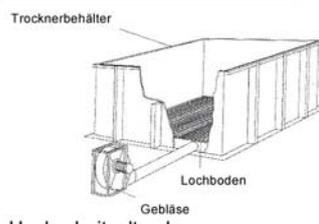
5

Untersuchte Wärmenutzungsvarianten



▪ **Variante 1: Wärmenutzung in der Landwirtschaft und Kommune**

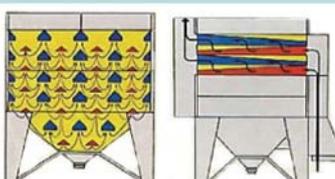
- o **Trocknung von land- oder forstwirtschaftlichen Produktionsgütern**
 - Holzhackschnitzel mit Container- /Satzrockner bei der 150 kW_{el} Anlage
 - Holzhackschnitzel mit Schubwendetrockner bei der 500 kW_{el} Anlage
 - Getreide mit Dächerschachttrockner
 - Getreide mit Wagentrockner
 - Getreide mit Schubwendetrockner nur bei der 500 kW_{el} Anlage
 - Heil- und Gewürzpflanzen mit Bandrockner
- o **Trocknung von Klärschlamm in landwirtschaftlichen oder kommunalen Anlagen**
 - Klärschlamm mit Warmluft-Hallentrockner bei beiden Anlagengrößen
 - Klärschlamm mit Bandrockner bei beiden Anlagengrößen
- o **Beheizung einer Ferkelaufzucht und eines Gewächshauses**



Trocknerbehälter
Lochboden
Gebläse
Hackschnitzeltrocknung



Ferkelaufzucht



Getreidetrocknung



Klärschlamm-trocknung

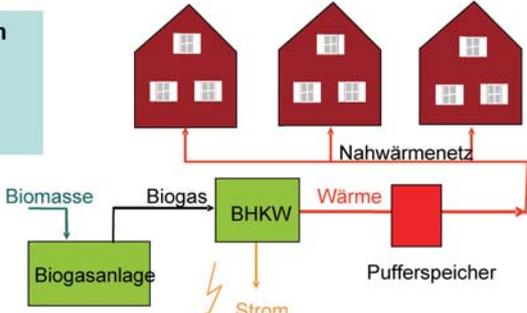
LFU, Bioenergie - Nutzen und Risiken für die Umwelt, 05. Dezember 2007

6

Untersuchte Wärmenutzungsvarianten



- Variante 2: Wärmeversorgung über ein Nahwärmenetz**
 - o Wärmeversorgung von Wärmeabnehmer mit einem Nahwärmenetz
 - o Wärmeversorgung mit einem Nahwärmenetz und einem saisonal wirkenden Erdsondenschpeicher



- Variante 3: Wärmeversorgung mit mobilen Speichern**
 - o Versorgung von Wärmeabnehmer über mobile Wärmespeicher, die per LKW geliefert werden
 - Zeolithspeicher und Latentwärmespeicher

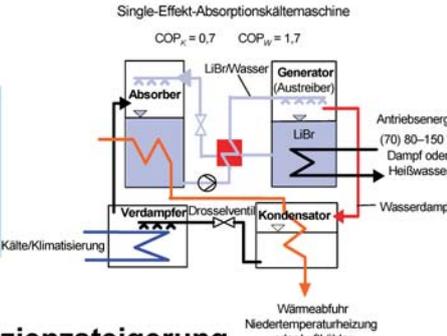
Latentwärmespeicher

LfU, Bioenergie - Nutzen und Risiken für die Umwelt, 05. Dezember 2007 7

Untersuchte Wärmenutzungsvarianten



- Variante 4: Wärme- und Kälteversorgung**
 - o Versorgung von Gebäuden oder Produktionsstätten mit Kälte (LiBr-AKM) und Heizwärme
 - Wärme- und Kälteversorgung für Gewerbeobjekte
 - Wärme- und Kälteversorgung für eine Molkerei
 - Wärme- und Kälteversorgung für ein Lagerhaus



- Variante 5: Alternative Stromerzeugung und Effizienzsteigerung**
 - o Zündstrahlmotor
 - o Motor-BHKW mit ORC-Nachverstromung
 - o Mikrogasturbinen und Brennstoffzellen



Mikrogasturbine

- Variante 6: Biogasleitung**
 - o Verlegung einer Biogasleitung und Stromerzeugung mittels Motor-BHKW beim Wärmeverbraucher

LfU, Bioenergie - Nutzen und Risiken für die Umwelt, 05. Dezember 2007 8

Methodik der Studie



- **Wirtschaftlichkeitsermittlung nach VDI 2067 “Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen“**

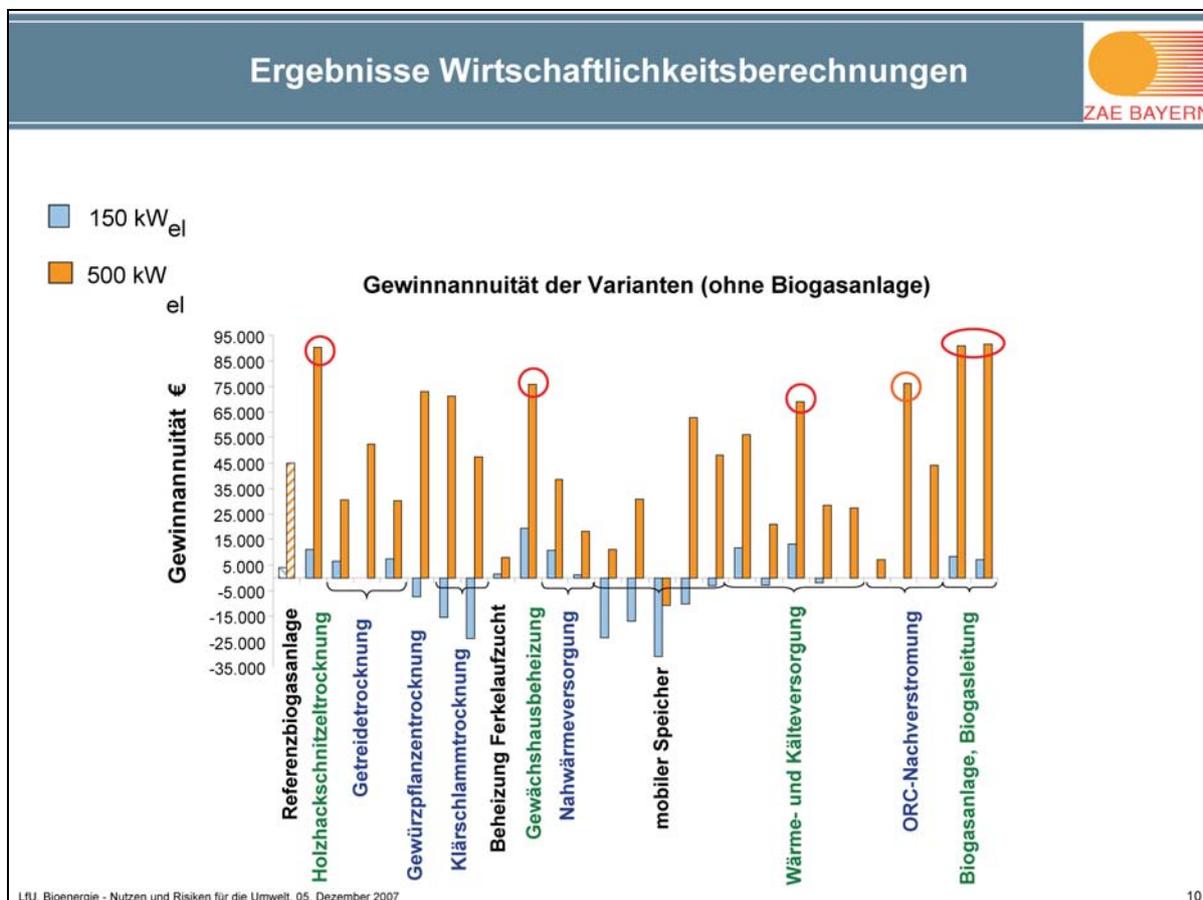
Berechnet wurden u.a.

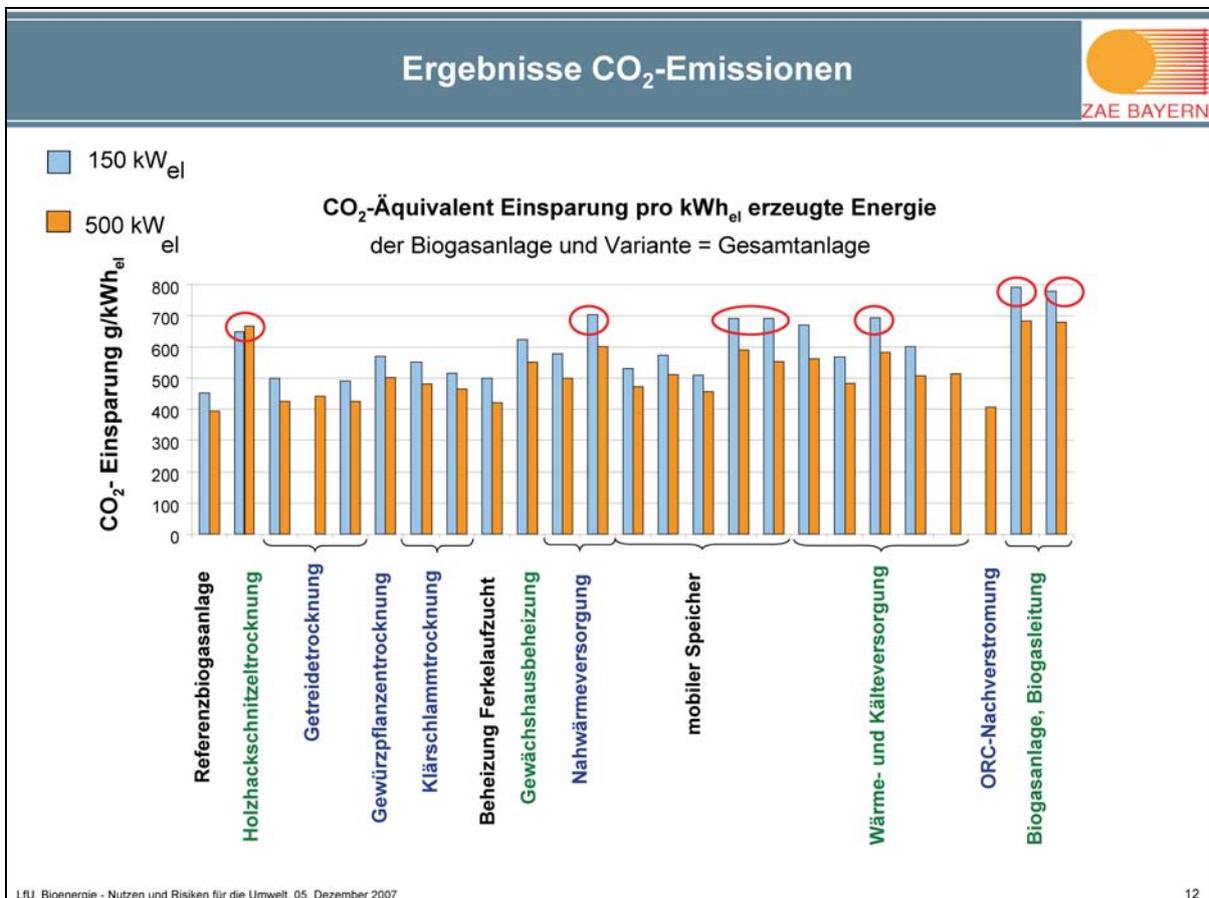
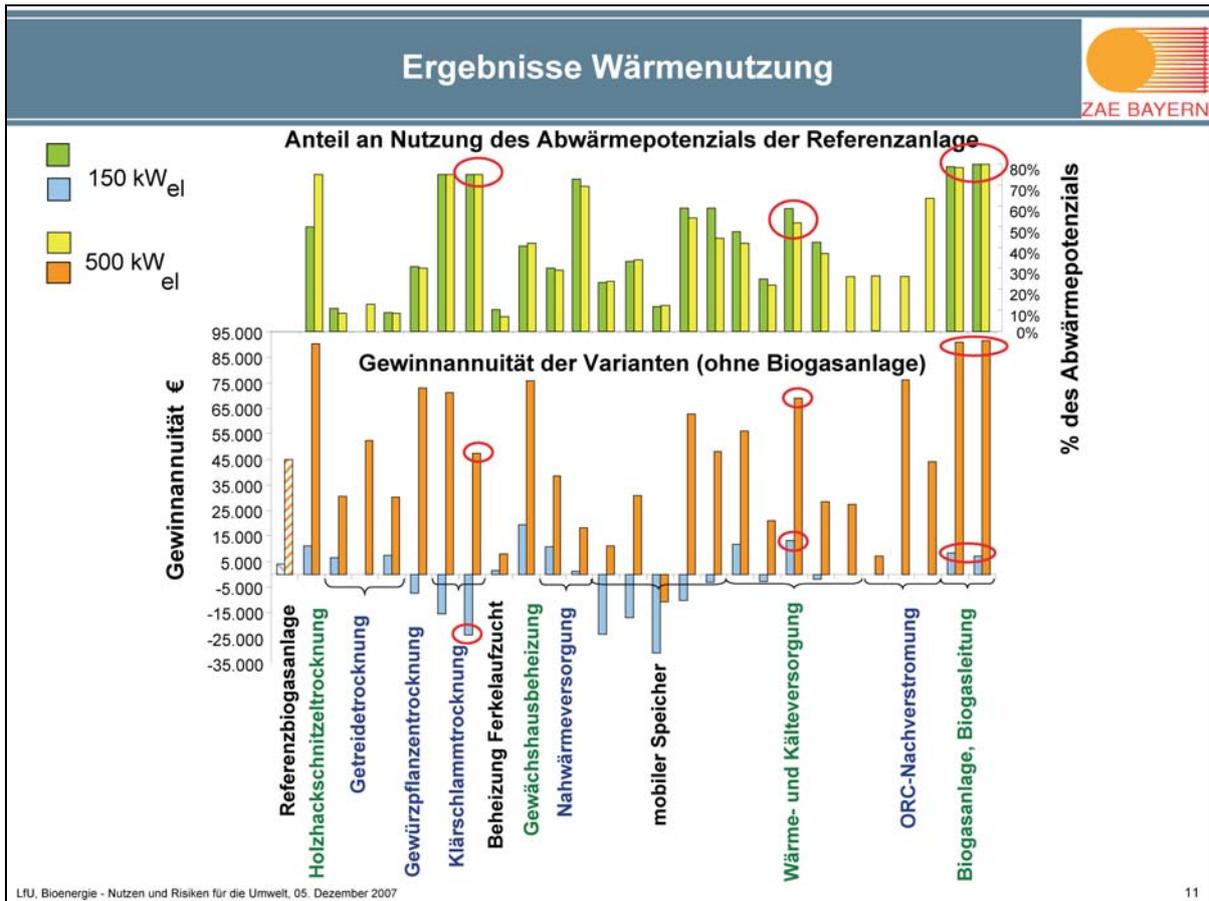
 - die Investitionskosten
 - die Gewinnannuität (dynamisch)
 - die Rentabilität (= Gewinnannuität / Investition)

für die Wärmenutzungsvarianten (incl. Sensitivitätsanalysen) und das mögliche Verbesserungspotenzial für den Betrieb der Referenzanlagen mit Abwärmenutzung
- **Berechnung einer Energiebilanz**
 - auf Basis der zugeführten Brennstoffenergie
 - Ausnutzungsgrad des Abwärmepotenzials
- **Ermittlung des Reduktionspotenzials von Treibhausgasemissionen**
 - auf Basis der zugeführten Brennstoffenergie
 - Ausnutzungsgrad des Abwärmepotenzials

→ Bewertung der Varianten

LFU, Bioenergie - Nutzen und Risiken für die Umwelt, 05. Dezember 2007 9





Bewertung der Varianten



- **Kriterien für die Bewertung aussichtsreicher Varianten:**
 - Investitionshöhe = Risiko und Realisierungshürde
 - Rentabilität
 - Nutzung des Abwärmepotenzials
 - Investition pro Tonne CO₂ Einsparung



- **Empfehlenswerte Varianten**

für 150 kW_{el}

- Hackschnitzeltrocknung*
- Gewächshausbeheizung*
- Biogasleitung zum Einzelverbraucher
- Wärme- und Kälteversorgung von Gewerbeobjekten



für 500 kW_{el}

- Getreidetrocknung
- Nahwärmeversorgung
- Ferkelaufzucht*





- Klärschlamm-trocknung*
- (mobiler Speicher)
- Getreidetrocknung
- ORC-Prozess*

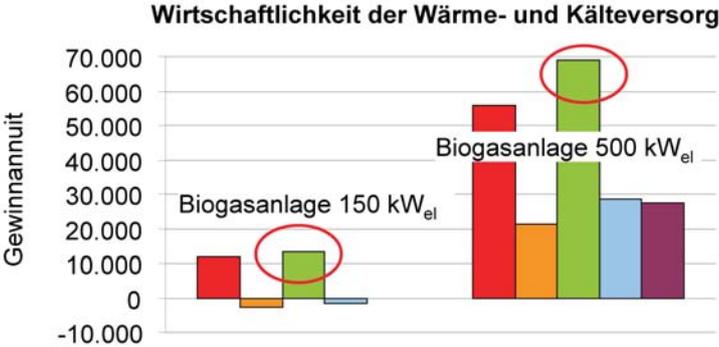
* Hinweis: Die neue Regelungen nach dem derzeitigen Entwurf zur Novellierung des EEG, Stand 9.10.2007, enthalten keinen KWK-Bonus für diese Nutzungsvarianten. Anpassungen sind notwendig !

LFU, Bioenergie - Nutzen und Risiken für die Umwelt, 05. Dezember 2007 13

Beispiel: Wirtschaftlichkeit der gewerblichen Wärme- und Kälteversorgung



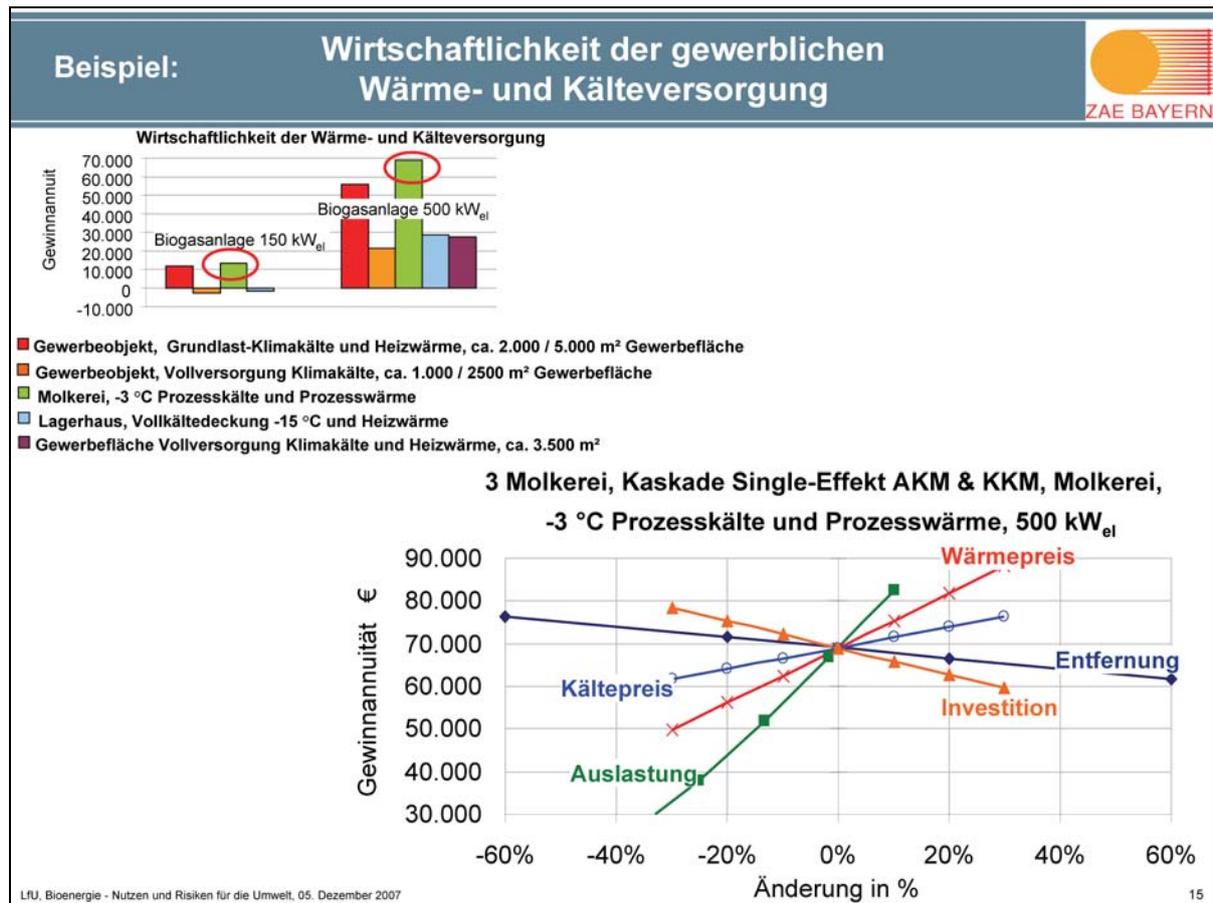
Wirtschaftlichkeit der Wärme- und Kälteversorgung



Biogasanlage	Gewerbeobjekt, Grundlast-Klimakälte und Heizwärme	Gewerbeobjekt, Vollversorgung Klimakälte	Molkerei	Lagerhaus	Gewerbeobjekt, Vollversorgung Klimakälte und Heizwärme
150 kW _{el}	~12,000	~-2,000	~15,000	~-2,000	~0
500 kW _{el}	~55,000	~22,000	~68,000	~30,000	~28,000

- Gewerbeobjekt, Grundlast-Klimakälte und Heizwärme, ca. 2.000 / 5.000 m² Gewerbefläche
- Gewerbeobjekt, Vollversorgung Klimakälte, ca. 1.000 / 2500 m² Gewerbefläche
- Molkerei, -3 °C Prozesskälte und Prozesswärme
- Lagerhaus, Vollkältedeckung -15 °C und Heizwärme
- Gewerbefläche Vollversorgung Klimakälte und Heizwärme, ca. 3.500 m²

LFU, Bioenergie - Nutzen und Risiken für die Umwelt, 05. Dezember 2007 14



Praxisuntersuchungen an zwei Biogasanlagen



- Biogasanlage Fensterbach

526 kW_{el}
566 kW_{th}

Holzhackschnitzeltrocknung mit Container
25 m³ / 45 Stunden



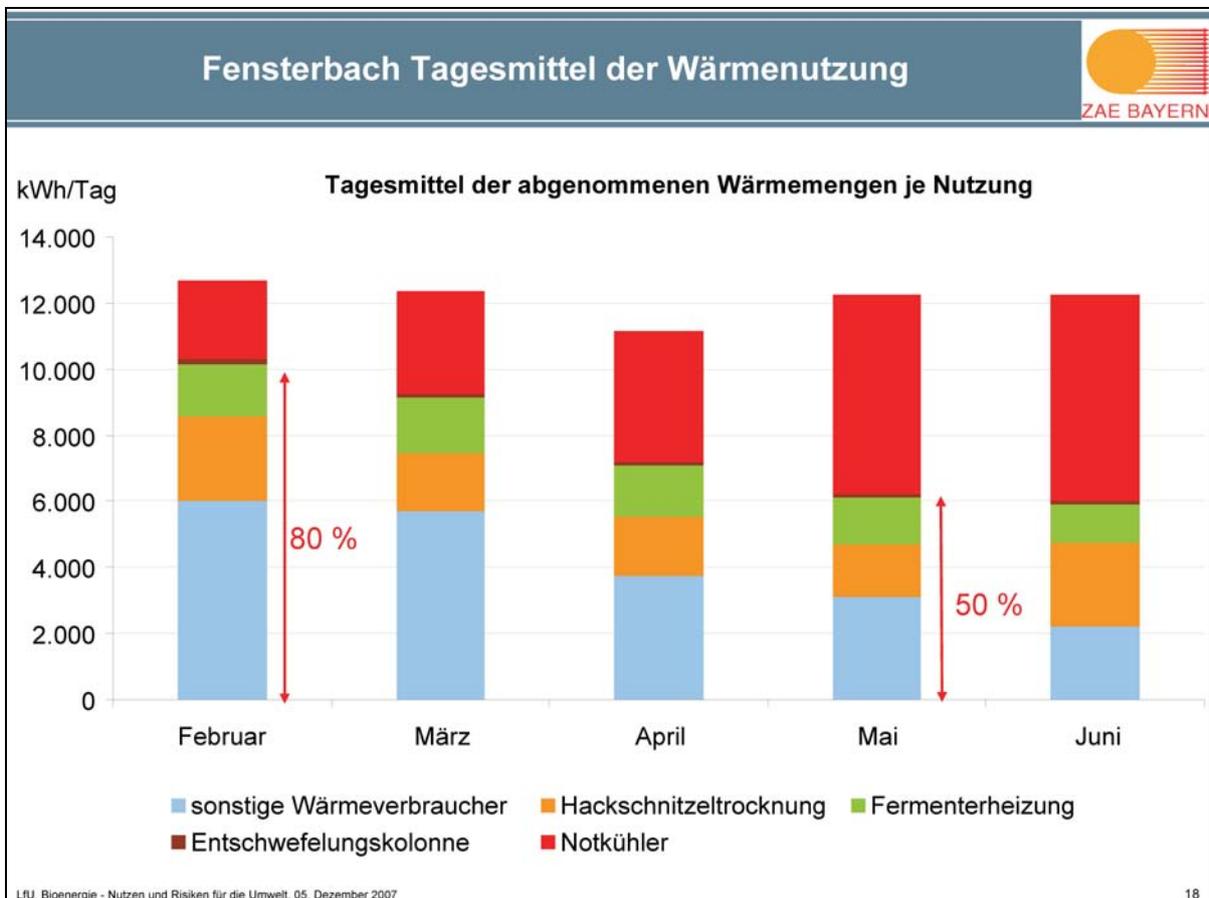
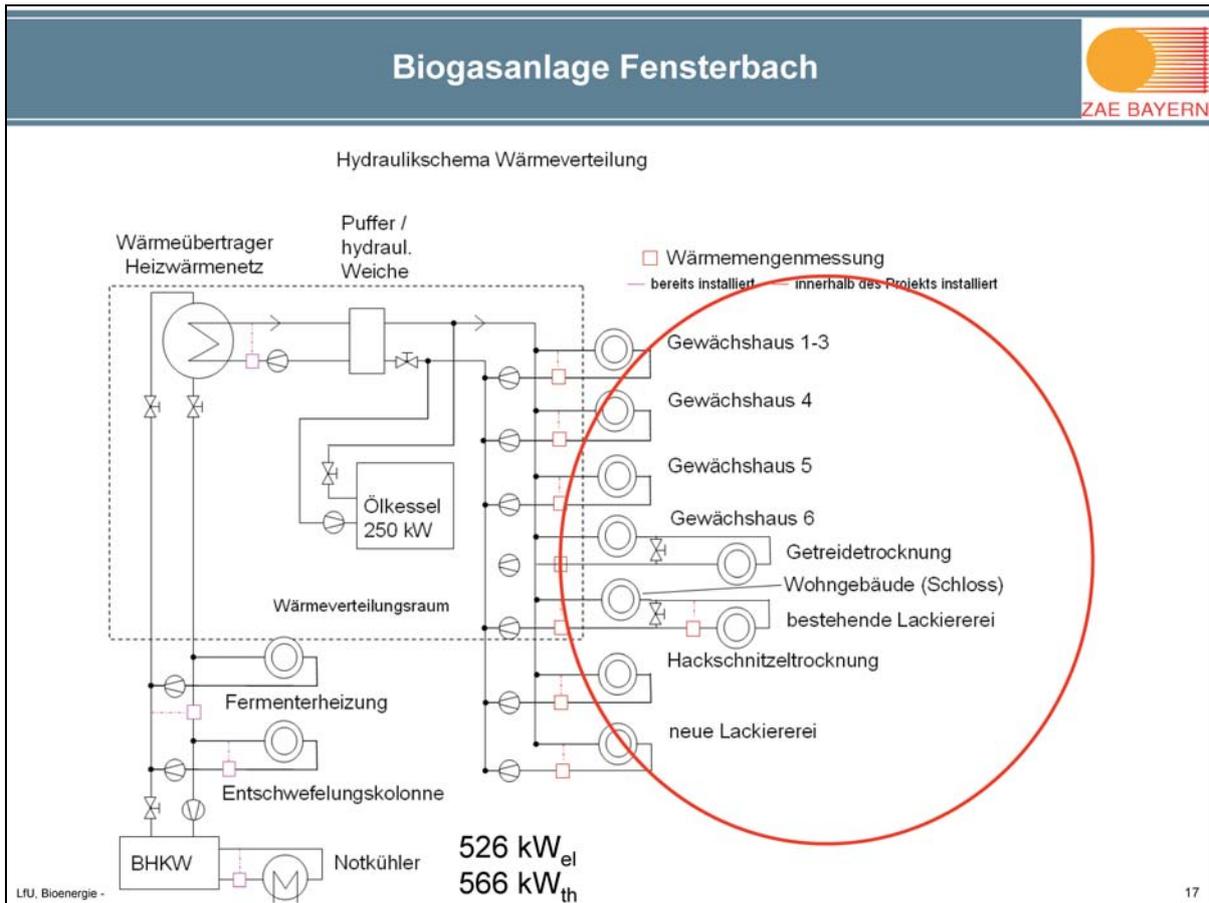
- Biogasanlage Bad Birnbach

330 kW_{el}
405 kW_{th}

Holzhackschnitzeltrocknung mit Flachlager
25 m³ / 12 Stunden



LFU, Bioenergie - Nutzen und Risiken für die Umwelt, 05. Dezember 2007 16



Energie aus Abfällen – Abfallströme zur energetischen Nutzung; Aktuelle Forschungsergebnisse

Franz Reitberger, Bayerisches Landesamt für Umwelt

<p>Energie aus Abfällen</p>	<p>Bayerisches Landesamt für Umwelt </p>
<h2>Gliederung</h2>	
<p>Abfallströme zur energetische Nutzung:</p> <ul style="list-style-type: none">• Stoffstrom Bioabfälle und Grüngut zur Kompostierung/Vergärung• Stoffstrom Restabfall zur thermischen Behandlung• Strom- und Wärmeanteile aus biogenen Abfällen an den erneuerbaren Energien	
<p>Aktuelle Forschungsergebnisse:</p> <ul style="list-style-type: none">• Ökoeffizienzanalyse von Stoffströmen der Papierindustrie• Energiebericht der bayerischen thermischen Abfallbehandlungsanlagen 2005• Abfallwirtschaft und Klimaschutz	

Definition Bioabfall

BioAbfV:

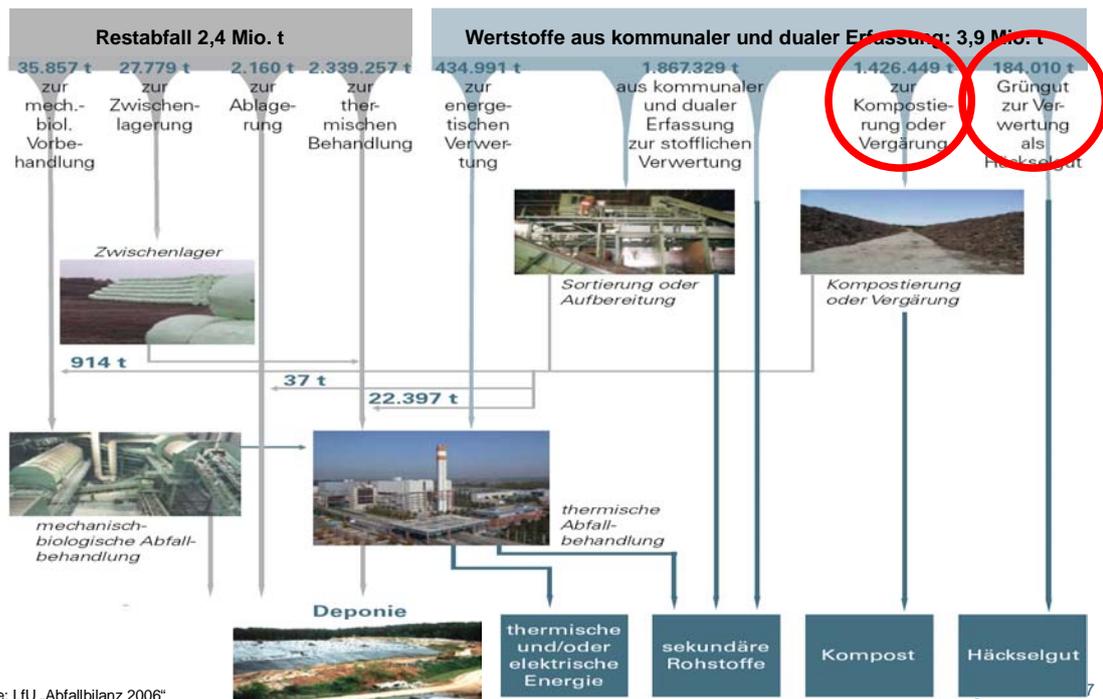
- Abfälle tierischer oder pflanzlicher Herkunft
- biologisch abbaubar

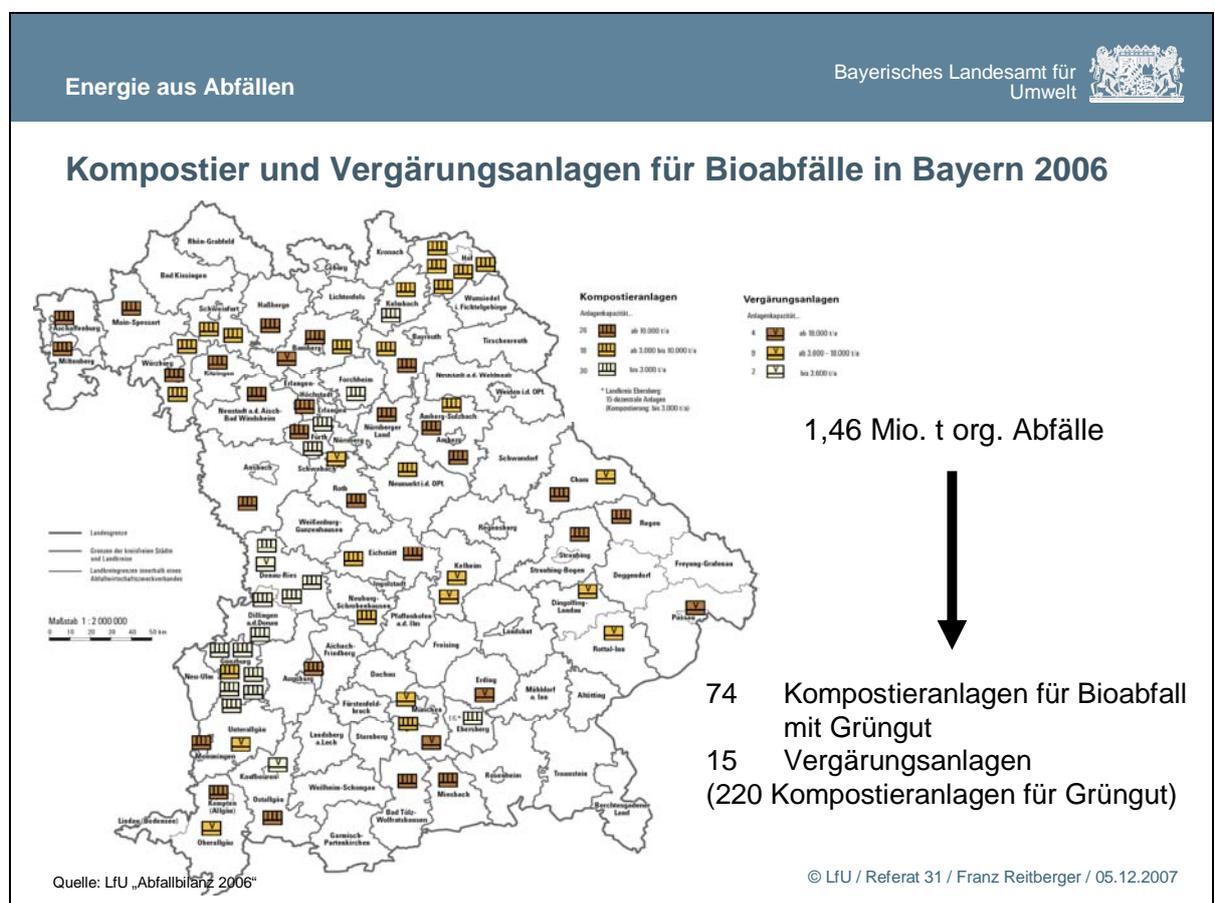
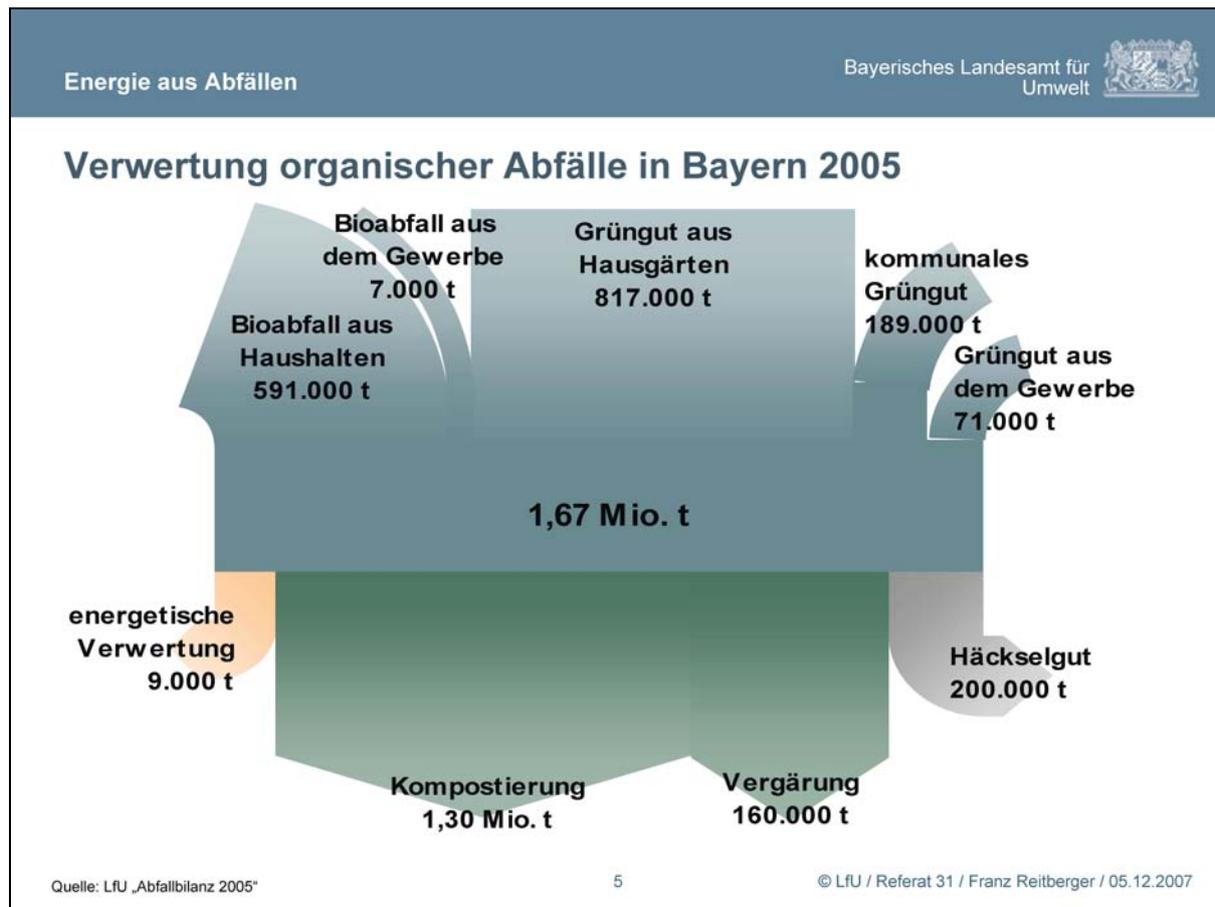


3

© LfU / Referat 31 / Franz Reitberger / 05.12.2007

Abfallströme in Bayern 2006





Bayerisches Landesamt für Umwelt 

Energie aus Abfällen

Produkte aus Vergärungs- und Kompostierungsanlagen

Energie aus Bioabfall-Vergärungsanlagen

Abschätzung:

derzeitiger Stand:

- ca. 160.000 t Bioabfall aus der Biotonne (2005); (ca. 100 m³ Biogas/ t; 6 kWh/m³)
- ⇒ ca. 96 Mio. kWh Energie; davon ca. 1/3 Strom
- ⇒ **entspricht dem Strombedarf von ca. 12.000 Haushalten**

Potenzial:

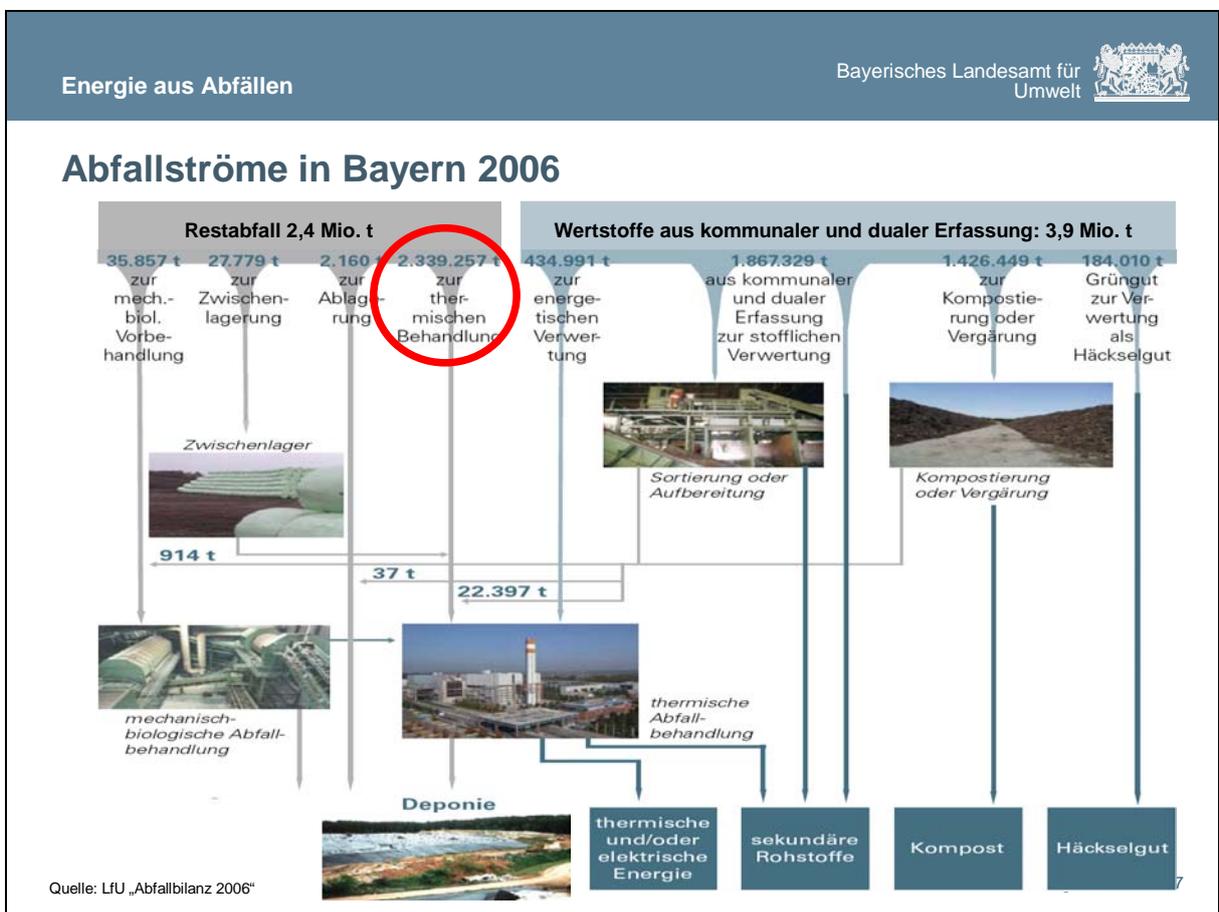
- ca. 600.000 t/a Bioabfall
- ⇒ ca. 360 Mio. kWh Energie; davon ca. 1/3 Strom
- ⇒ **entspricht dem Strombedarf von ca. 48.000 Haushalten**

Kompost

Vermarktungswege 2005:

Landwirtschaft	197.280
Gärtnereien, Baumschulen	24.391
Garten- und Landschaftsbau	48.158
Erdbaubetriebe	18.584
Erdenwerke	106.868
Kleingärtner, Privatpersonen	76.383
Kommunale Maßnahmen	22.226
Rekultivierung	22.016
Weinbau	9.192
sonstige Wege bzw. keine Angaben	44.421
Summe	569.519

7 © LfU / Referat 31 / Franz Reitberger / 05.12.2007



Energie aus Abfällen
Bayerisches Landesamt für Umwelt

Biomasse im Siedlungsabfall - Beispiele

Pflanzliche Herkunft

- Lebensmittelreste z.B. Gemüse Getreide Obst
- Holz in Form von Möbeln, Papier, Verpackungen
- Naturfasern z.B. Baumwolle, Flachs als z.B. Textilien
- technische Naturstoffe z.B. biogene Kunststoffe, Linoleum, Leim (Stärke)
- Naturkautschuk in Matratzen bzw. Teppichböden

Tierische Herkunft

- Lebensmittelreste Milch Butter, Käse, Fleisch Wurst, Wursthäute
- Wolle/Haare als Textilien Dämmstoffe, Teppiche, Pinsel, Decken, Matratzen (Roßhaar)
- Tierhäute als Kleidung z.B. Leder, Schuhe, Gürtel, Pelze
- Bienenwachs Kerzen
- Talg Wasch- und Reinigungsmittel
- Fischöl Seifen, Lacke, Farben
- Federn Kissen- und Bettdeckenfüllung

9
© LfU / Referat 31 / Franz Reitberger / 05.12.2007

Energie aus Abfällen
Bayerisches Landesamt für Umwelt

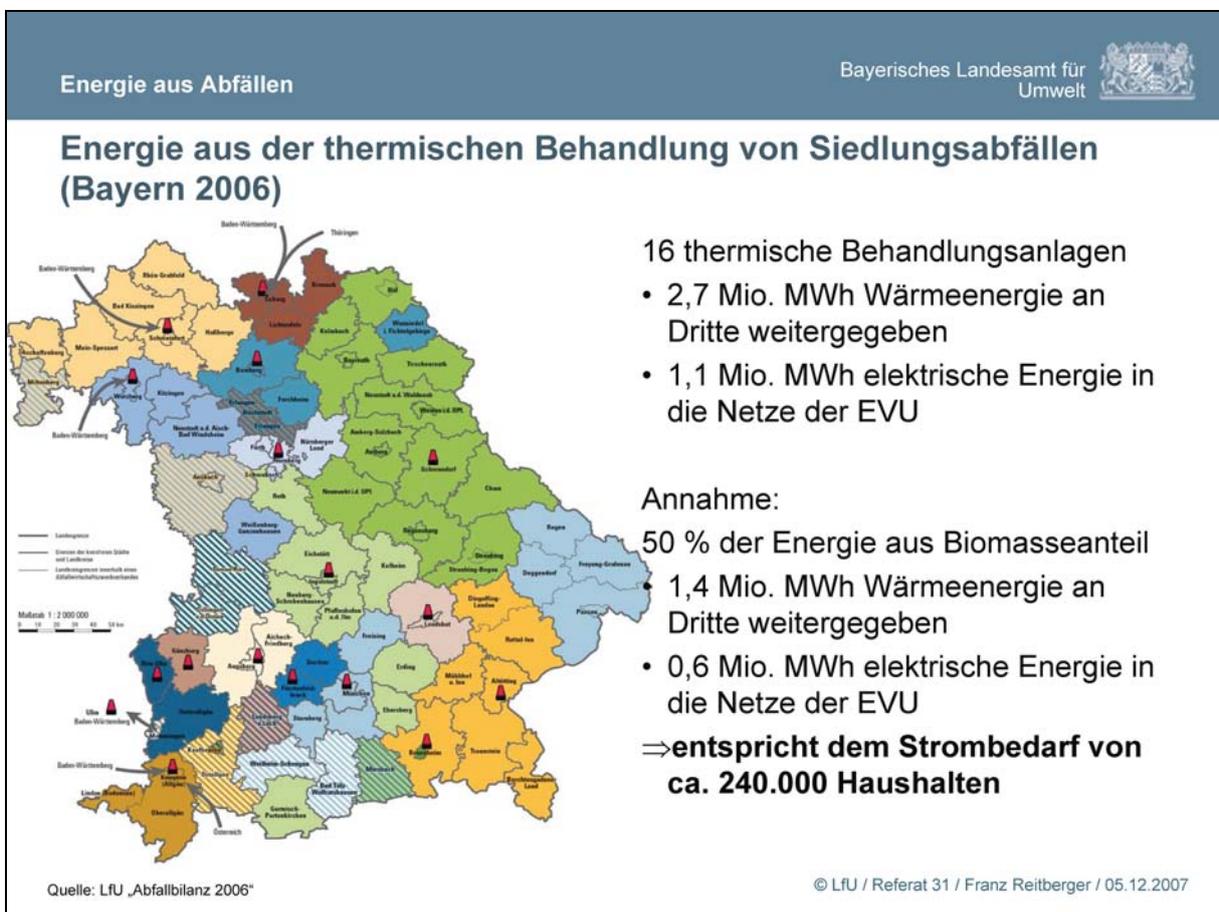
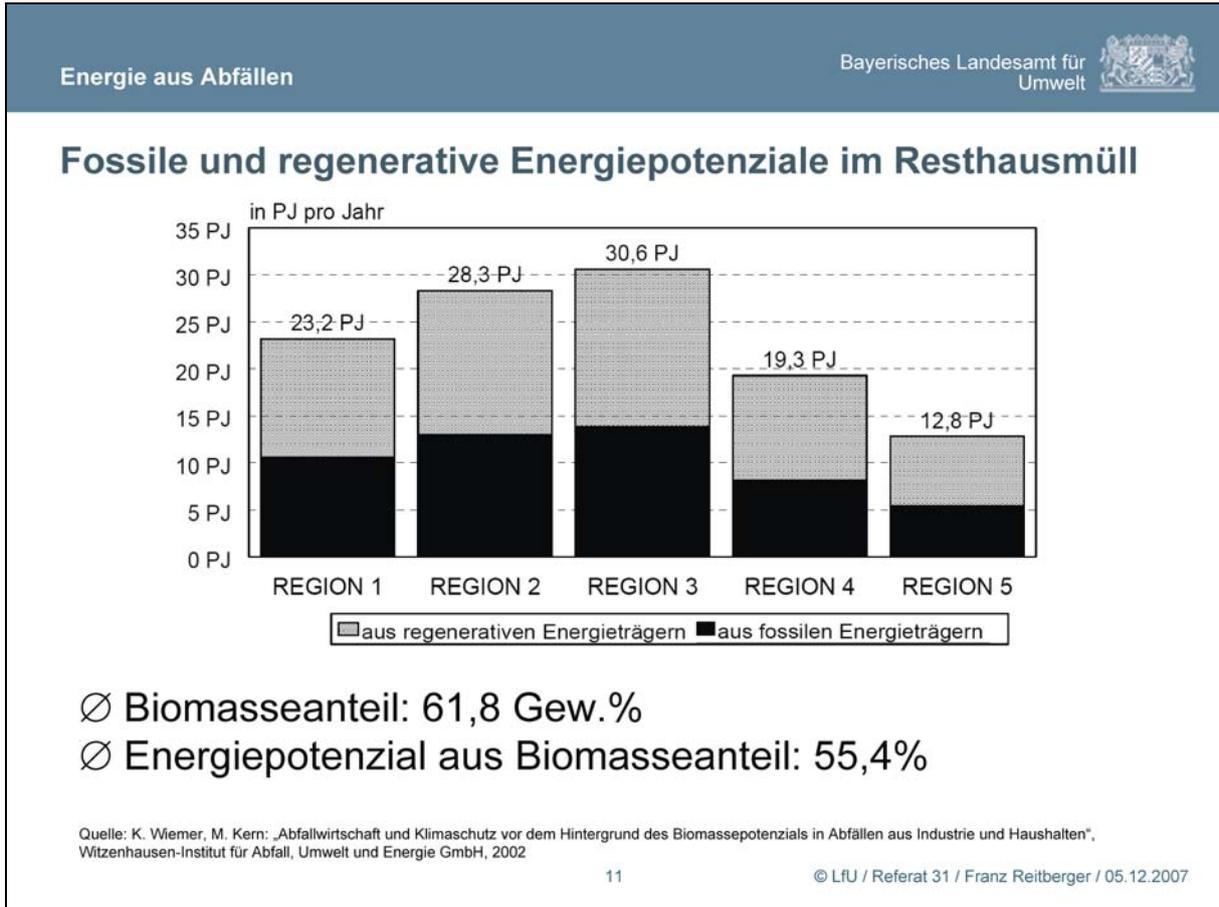
Restmüllzusammensetzung

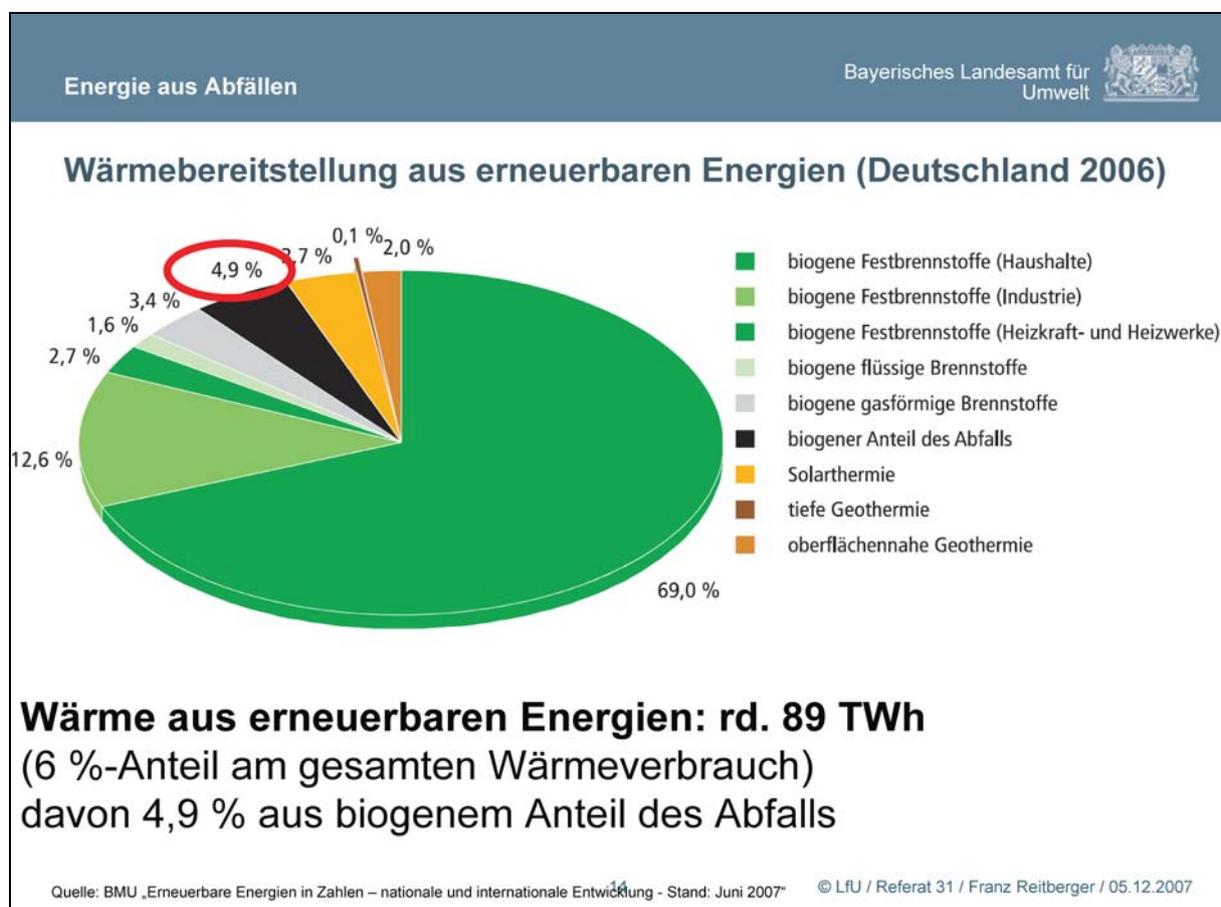
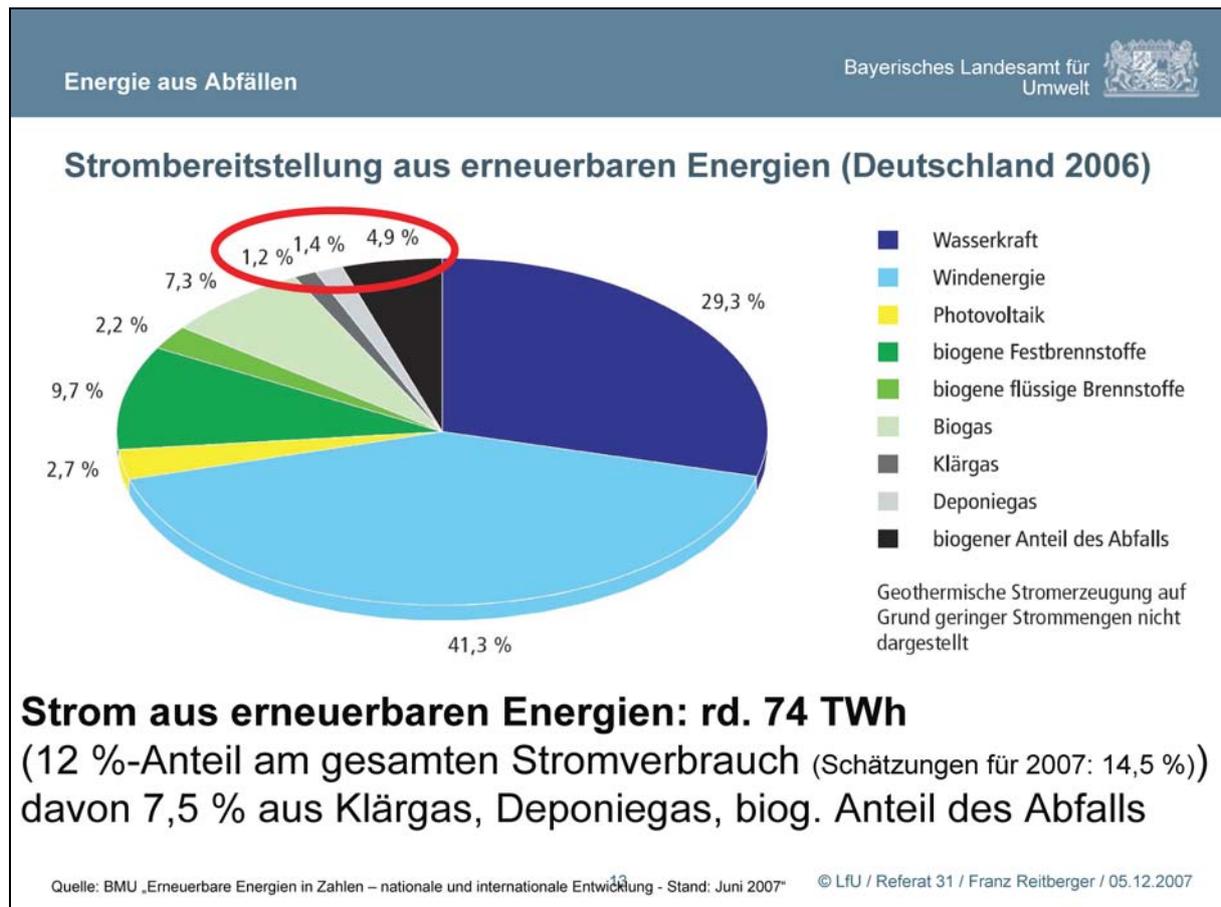
Stand 2003
[Mass.-%]

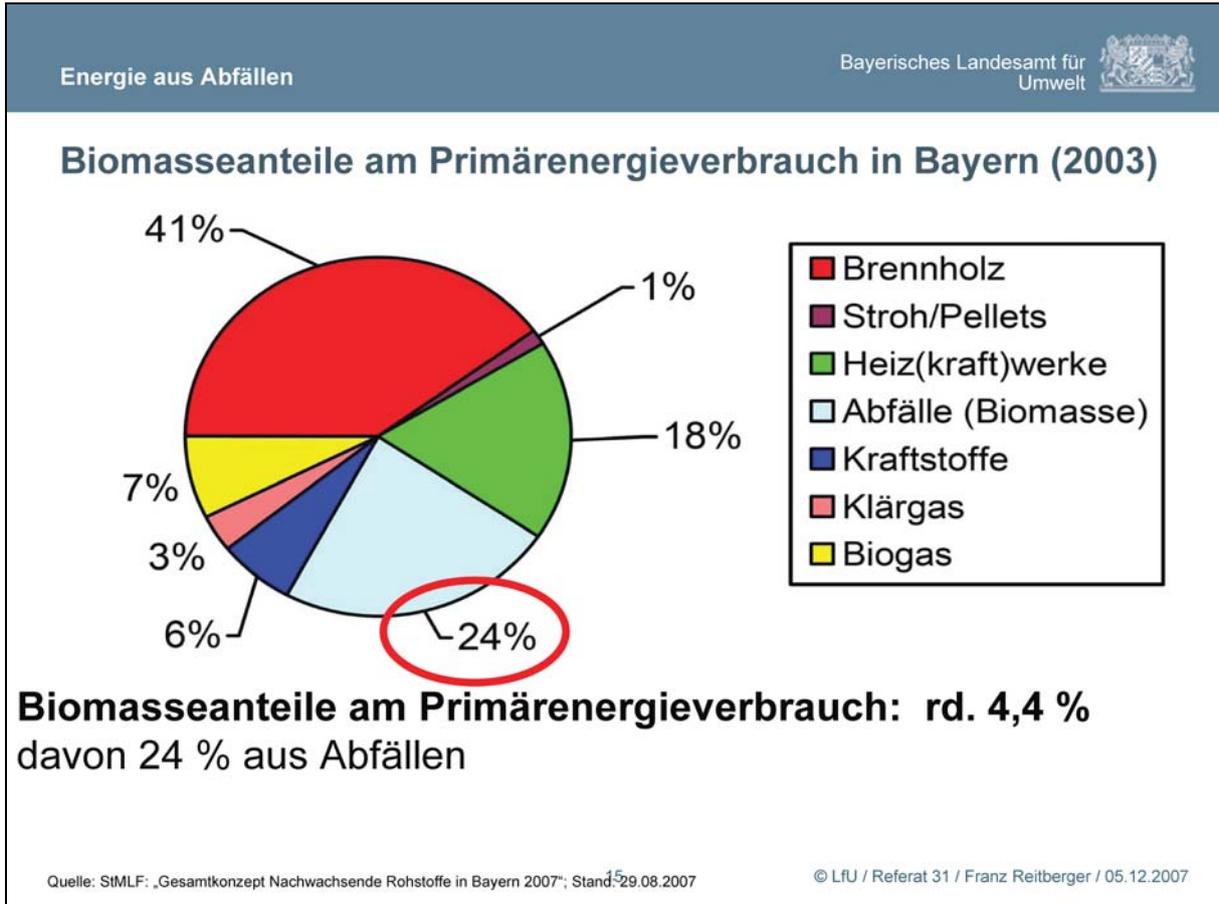
Fraktion	regenerativer Masseanteil der Fraktionen	mittlerer Heizwert H _u gesamt	regenerativer Energieanteil am Gesamt-Energiegehalt der Fraktion
Einheit	Ma. %	MJ/Mg	%
Bio- und Grünabfälle	100	4.000	100
Papier, Pappe, Karton	100	12.000	100
Glas	0	0	--
Metalle	0	0	--
Kunststoffe	0	30.000	0
Verbunde	25	13.500	22
Holz	100	14.000	100
Textilien, Leder, Gummi	50	12.000	38
Windeln, Inkontinenzabfall	85	5.500	36
Sonstige Abfälle (incl. mineralische Abfälle)	10	4.000	10
Feinmüll >8 mm	55	2.500	100

Quelle: Abb. aus LfU „Zusammensetzung und Schadstoffgehalt von Siedlungsabfällen“; Abschlussbericht (2003)
Tab. aus K. Wiemer, M. Kern: „Abfallwirtschaft und Klimaschutz vor dem Hintergrund des Biomassepotenzials in Abfällen aus Industrie und Haushalten“, Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH, 2002

10
© LfU / Referat 31 / Franz Reitberger / 05.12.2007







Energie aus Abfällen Bayerisches Landesamt für Umwelt 

Gliederung

Abfallströme zur energetische Nutzung:

- Stoffstrom Bioabfälle und Grüngut zur Kompostierung/Vergärung
- Stoffstrom Restabfall zur thermischen Behandlung
- Strom- und Wärmeanteile aus biogenen Abfällen an den erneuerbaren Energien

Aktuelle Forschungsergebnisse:

- Ökoeffizienzanalyse von Stoffströmen der Papierindustrie
- Energiebericht der bayerischen thermischen Abfallbehandlungsanlagen 2005
- Abfallwirtschaft und Klimaschutz

16 © LfU / Referat 31 / Franz Reitberger / 05.12.2007

Bayerisches Landesamt für Umwelt 

Energie aus Abfällen

Weitere Abfallströme mit hohen biogenen Anteilen in Bayern 2005

EAV	Abfallart	in Mio. t
02	Abfälle aus Landwirtschaft, Gartenbau, Teichwirtschaft, Forstwirtschaft, Jagd und Fischerei sowie der Herstellung u. Verarbeitung von Lebensmitteln	1,5
03	Abfälle aus der Holzbearbeitung und der Herstellung von Platten Möbeln, Zellstoffen, Papier und Pappe	2,3
1501	Verpackungen, davon Anteile aus Papier, Pappe, Karton, Holz	0,8
17	Bau und Abbruchabfälle, davon Anteile aus Holz, Glas, Kunstst.	0,6
19	Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke	2,9
20	Siedlungsabfälle (Haushaltsabfälle und ähnliche gewerbliche und industrielle Abfälle, sowie Abfälle aus Einrichtungen) einschließlich getrennt gesammelter Fraktionen	6,2

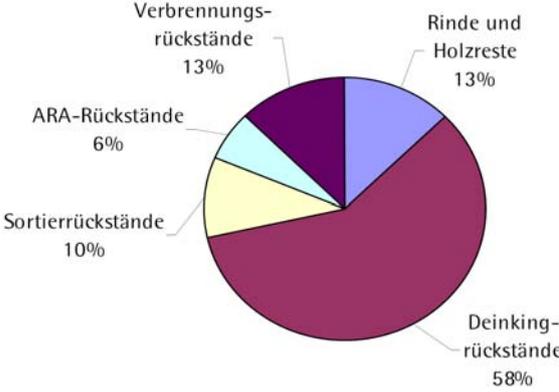
Quelle: LfStAD: Abfallwirtschaft in Bayern 2005; Herausgegeben im Sept. 2007 17 © LfU / Referat 31 / Franz Reitberger / 05.12.2007

Bayerisches Landesamt für Umwelt 

Energie aus Abfällen

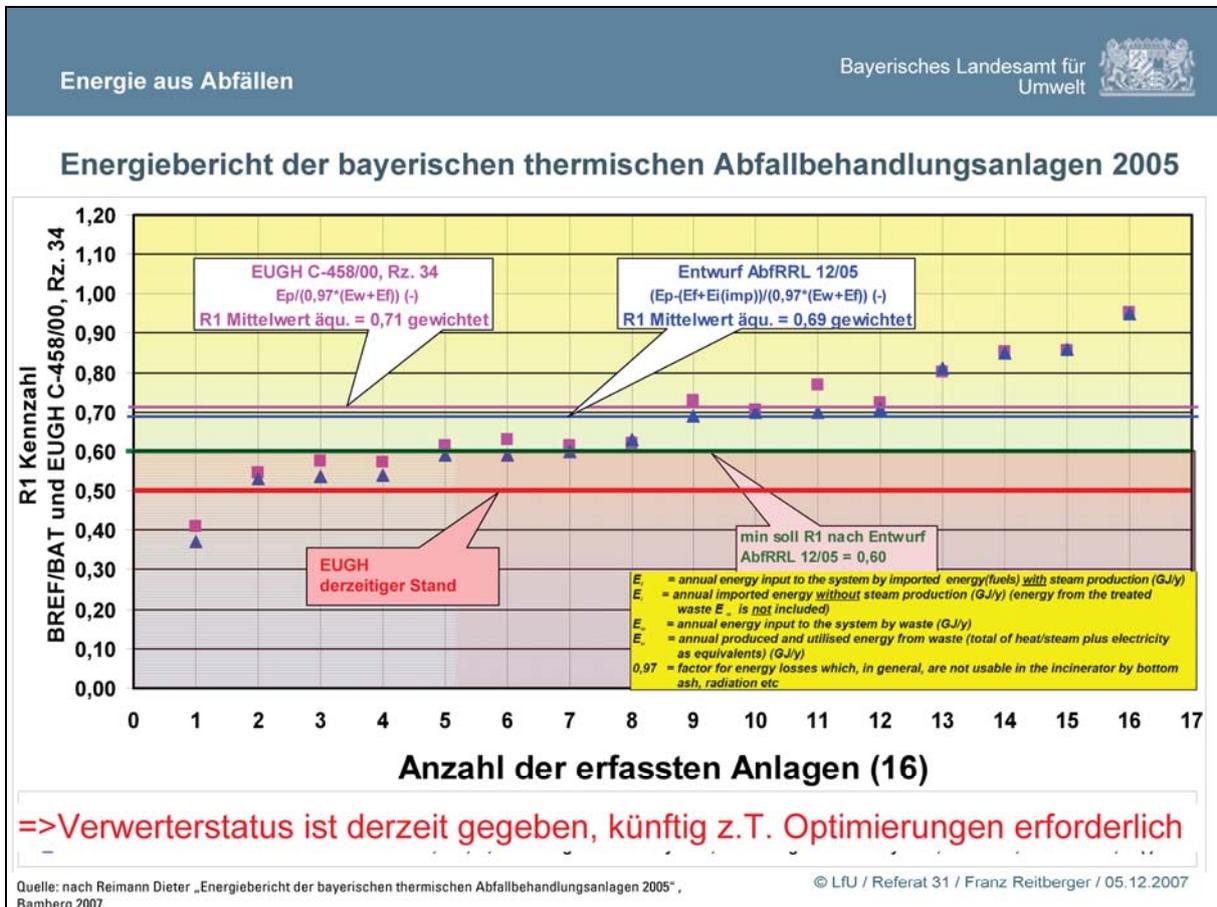
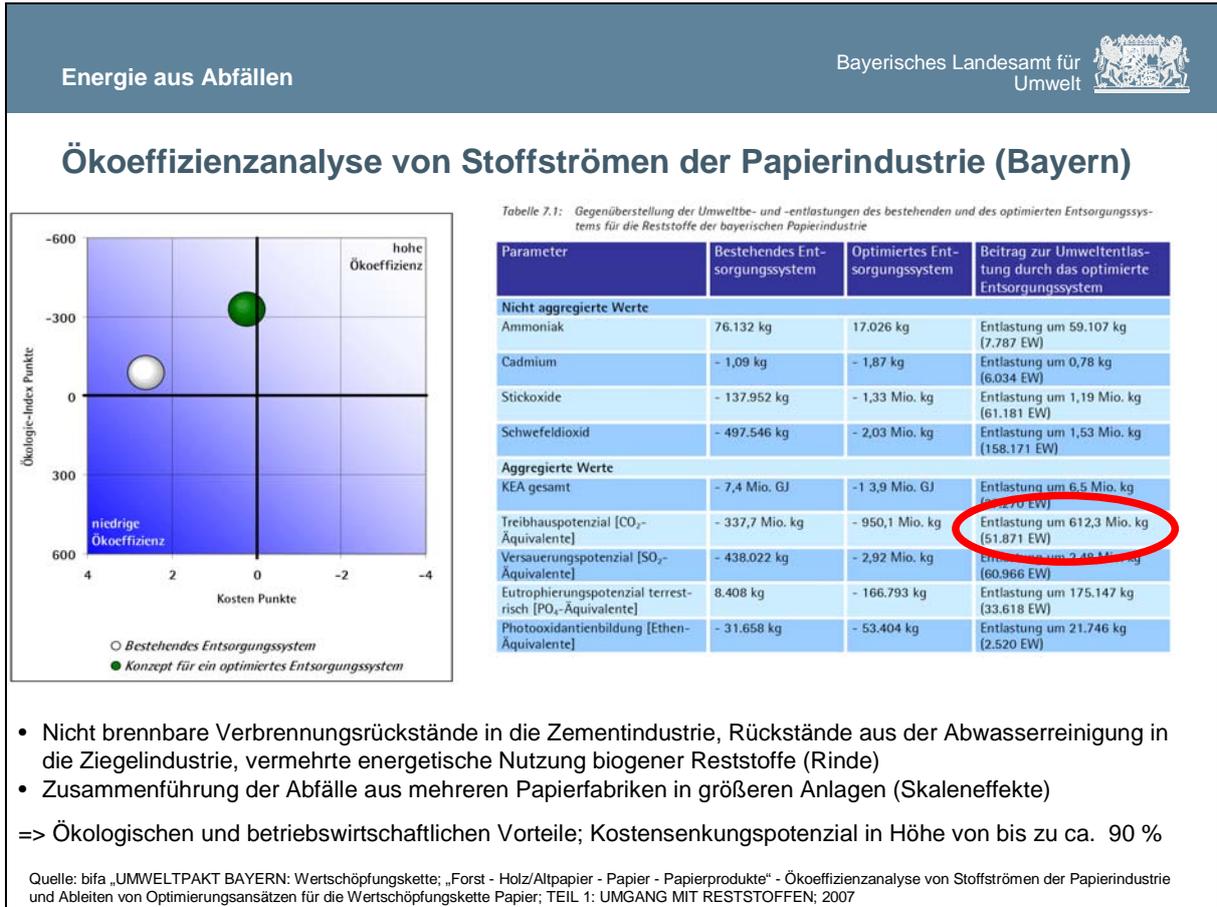
Ökoeffizienzanalyse von Stoffströmen der Papierindustrie (Bayern)

Entsorgungsweg	Menge	Anmerkungen
Deinkingrückstände		
innerbetriebliche energetische Verwertung	627.795 t	inkl. 30.581 t nicht berücksichtigte Deinkingrückstände
externe energetische Verwertung	184.257 t	inkl. 8.975 t nicht berücksichtigte Deinkingrückstände Annahme: jeweils 50 % in Müllverbrennungsanlagen und Zementwerke
Rinde/Holzreste		
innerbetriebliche energetische Verwertung	103.358 t	
sonstige biologische Verwertung	57.298 t	Herstellung von Rindenmulch
Kompostierung	18.699 t	Annahme: jeweils 50 % in offene und geschlossene Kompostierung
Verbrennungsrückstände		
sonstige Verwertung	36.811 t	Bekannt: 10 % Deponieabdeckung Annahme: jeweils 45 % Deponieabdeckung und Straßenbau
Deponie	36.617 t	
Ziegelindustrie	34.544 t	
sonstige baustoffliche Verwertung	34.535 t	Bekannt: 4 % Bergversatz Annahme: jeweils 48 % Bergversatz und Straßenbau
Zementindustrie	33.168 t	
Sortierrückstände aus der Altpapieraufbereitung (Sortierrückstände)		
innerbetriebliche energetische Verwertung	54.489 t	inkl. 3.238 t nicht berücksichtigte Sortierrückstände
Ziegelindustrie	45.063 t	inkl. 2.678 t nicht berücksichtigte Sortierrückstände
externe energetische Verwertung	38.711 t	inkl. 2.300 t nicht berücksichtigte Sortierrückstände
Rückstände aus der Abwasserreinigung (ARA-Rückstände)		
Ziegelindustrie	26.025 t	inkl. 393 t nicht berücksichtigte ARA-Rückstände
innerbetriebliche energetische Verwertung	25.273 t	inkl. 381 t nicht berücksichtigte ARA-Rückstände
Kompostierung	22.028 t	inkl. 332 t nicht berücksichtigte ARA-Rückstände Annahme: jeweils 50 % in offene und geschlossene Kompostierung
externe energetische Verwertung	12.418 t	inkl. 187 t nicht berücksichtigte ARA-Rückstände
SUMME	1.391.089 t	



insgesamt 1,4 Mio. t Reststoffe/Abfälle

Quelle: bifa „UMWELTPAKT BAYERN: Wertschöpfungskette; „Forst - Holz/Altpapier - Papier - Papierprodukte“ - Ökoeffizienzanalyse von Stoffströmen der Papierindustrie und Ableiten von Optimierungsansätzen für die Wertschöpfungskette Papier; TEIL 1: UMGANG MIT RESTSTOFFEN; 2007



Optimierungsmöglichkeiten

Beispiele:

- Optimierung der Verfahrenstechnik, einschl. Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit durch z.B. Verkürzung der Revisionszeiten soweit möglich
- Erhöhung der Stromproduktion durch z.B. den Einsatz von Turbinen mit hohem Wirkungsgrad (z.B. mit Dampfzwischenüberhitzung)
- Erhöhung der Wärmenutzung durch z.B. die Vergrößerung der Fernwärmeversorgungsleistung
- Verringerungsmöglichkeiten von Fremdenergiebedarf durch z.B. den Ersatz bisher verwendeter Primärenergien durch eigen erzeugten Dampf (z.B. Wiedererwärmung von Rauchgasen)

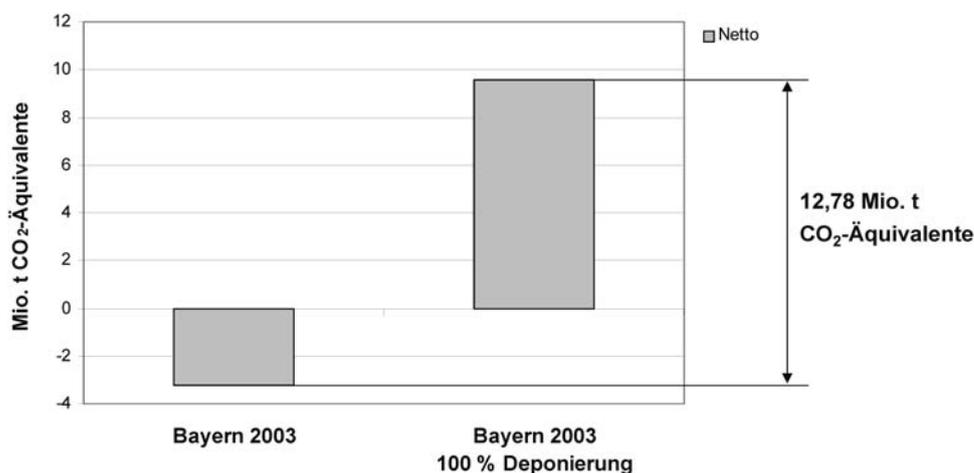
Abfallwirtschaft und Klimaschutz

- **energiebedingter CO₂-Ausstoß in Bayern:** 82 Mio. t (2003)
- Moderne **Abfallwirtschaft** in Bayern spart **13 Mio. t CO₂-Äquivalente**
- **Deutschlandweit** spricht man von Einsparung von **46 Mio. t CO₂-Äquivalenten**



Szenario „Bayern 2003 - 100 % Deponierung“

Zusammenfassung



Wäre die in Bayern 2003 angefallene Abfallmenge vollständig deponiert worden, hätte das eine Belastung der Umwelt mit treibhauswirksamen Gasen von 9,58 Mio. t CO₂-Äquivalenten zur Folge gehabt.

Quelle: BfA Abfallwirtschaft und Klimaschutz

23

© LfU / Referat 31 / Franz Reitberger / 05.12.2007



Abfallwirtschaft und Klimaschutz

- **effiziente Materialnutzung** spart Abfall und Energie
- **stoffliche Verwertung** ist energieeffiziente Ressourcengewinnung; insb. Altmetalle
- Einsparung fossiler Energieträger durch Nutzung **energetischer Potentiale** des Abfalls
 - Energetische Verwertung in **MVA** (waste to energy)
 - Biogasgewinnung
- Vermeidung/Verwertung von **Deponiegas**
 - durch Verbot der Ablagerung unbehandelter Abfälle
Methan 21-fache Wirkung
 - aktive Entgasung und energetische Nutzung der Deponiegasen bei Deponien mit biol. abbaubaren Abfällen (aus bisheriger Ablagerung)

24

© LfU / Referat 31 / Franz Reitberger / 05.12.2007



Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung:

- Der biogene Anteil des Restmülls (aus z.B. Papier, Pappe, Textilien, Speiseresten, Bioabfällen, ...) liegt in der Größenordnung von 50 %
- biogene Abfälle werden bereits in großem Umfang verwertet und tragen in bedeutendem Umfang zur Energiegewinnung bei
- Stoffströme werden weiter optimiert (IPP-Papierindustrie)
- Anlagen werden zunehmend effizienter
- Die Abfallwirtschaft trägt zu einem großen Anteil an der Treibhausgasminderung bei

Ausblick:

- Weitere Forschung im Bereich Bioabfälle und Materialeffizienz

Tagungsleitung / Referenten

Prof. Dr.-Ing. Göttle
Präsident des LfU
Bayer. Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: (0821) 90 71 – 50 01
E-Mail: Albert.Goettle@lfu.bayern.de

Dr. Michael Rössert
Bayer. Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: (0821) 90 71 – 52 00
E-Mail: Michael.Roessert@lfu.bayern.de

Frank Schlösinger
Bayer. Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: (0821) 90 71 – 52 40
E-Mail: Frank.Schloesinger@lfu.bayern.de

Erwin Attenberger
Bayer. Landesamt für Umwelt
Dienststelle Hof
Hans-Högn-Str. 12
95030 Hof
Tel.: (09281) 18 00 – 49 22
E-Mail: Erwin.Attenberger@lfu.bayern.de

Gerald Ebertsch
Bayer. Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: (0821) 90 71 – 52 07
E-Mail: Gerald.Ebertsch@lfu.bayern.de

Prof. Dr.-Ing. Martin Faulstich
Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) /
Technische Universität München, Lehrstuhl für
Rohstoff- und Energietechnologie
Petersgasse 18
94315 Straubing
Tel.: (09421) 18 71 01
E-Mail: Martin.Faulstich@wzw.tum.de

Matthias Gaderer
Bayerisches Zentrum für Angewandte Energie-
forschung e. V. (ZAE Bayern)
Walther Meissner Straße 6
85748 Garching b. München
Tel.: (089) 32 94 42 – 85
E-Mail: Gaderer@muc.zae-bayern.de

Dr. Josef Hochhuber
Bayer. Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: (0821) 90 71 – 52 39
E-Mail: Josef.Hochhuber@lfu.bayern.de

Werner Rehklaue
Bayer. Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: (0821) 90 71 – 51 04
E-Mail: Werner.Rehklau@lfu.bayern.de

Franz Reitberger
Bayer. Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: (0821) 90 71 – 53 76
E-Mail: Franz.Reitberger@lfu.bayern.de

Gerhard Schmoeckel
Bayer. Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: (0821) 90 71 – 52 04
E-Mail: Gerhard.Schmoeckel@lfu.bayern.de

Dr. Ewald Sticksel
Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
IPZ 4a
Am Gereuth 4
85354 Freising-Weihenstephan
Tel.: (08161) 71 – 43 10
E-Mail: Ewald.Sticksel@lfl.bayern.de

Dr. Helmut G. Theiler
Bayerisches Staatsministerium für Umwelt,
Gesundheit und Verbraucherschutz
Abteilung Technischer Umweltschutz
Referat Grundsätze, Innovation, Energie- und
Ressourceneffizienz
Rosenkavalierplatz 2
81925 München
Tel.: (089) 92 14 – 36 09
E-Mail: Helmut.Theiler@stmugv.bayern.de

