



(Bio)Energiedorf-Coaching im Landkreis Birkenfeld

Regionale Wertschöpfung durch (Bio)Energiedörfer

Dr. Alexander Reis
Projektmanager Bioenergiesysteme IfaS

Das Institut der Ideen.

Nach seiner Gründung im Jahr 2001 konnte sich das Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) nicht nur als feste Größe in der Forschungslandschaft von Rheinland-Pfalz etablieren, sondern hat sich einen Namen und Anerkennung in der gesamten Bundesrepublik erarbeitet.

Deutschland
Land der Ideen
Ausgewählter Ort 2011

Change Management
Regionale Wertschöpfung
Sustainable financing
Energie und Rohstoffe
Mehrwert vom Hektar
Carbon Trading
Null-Emissions-Campus

IMAT
Stoffstrommanagement
Klimaschutz

Angewandte Forschung
Next Practice
Biomasse
Stoffkreisläufe
Interdisziplinarität
Energiemanagement
Erneuerbare Energien
Carbon Footprint
Sustainable Business
turn-key solution

Sustainable development
Teilhabe
Reisende Hochschule
Umwelt
Geschäftsmodelle
Sustainable Business
turn-key solution

Kreislaufwirtschaft
Bildung für Nachhaltigkeit
Wirtschaftsförderung
Fundraising
Elektromobilität
Biomasse-Tagung
Netzwerk
Kulturlandschaftsmanagement

HOCHSCHULE TRIER
Umwelt-Campus Birkenfeld
Umwelt macht Karriere.



Inhalte

- Technologien im Bioenergiedorf
- Heizkostenvergleich unterschiedlicher Technologien
- Methodik Wärmebedarfsermittlung



Auswertung der Karten

Vorstellungen/ Ideen

- **Wärmenetz auf Holzbasis**
 - Heizen im Alter ohne Last
 - Bei Umsetzung viel Eigenleistung einbringen
- **Güllenanlage**
- **Eigenversorgung des Dorfes mit Strom**
 - unabhängig von RWE
 - PV bei Netzausfall als Notstromversorgung

Chancen

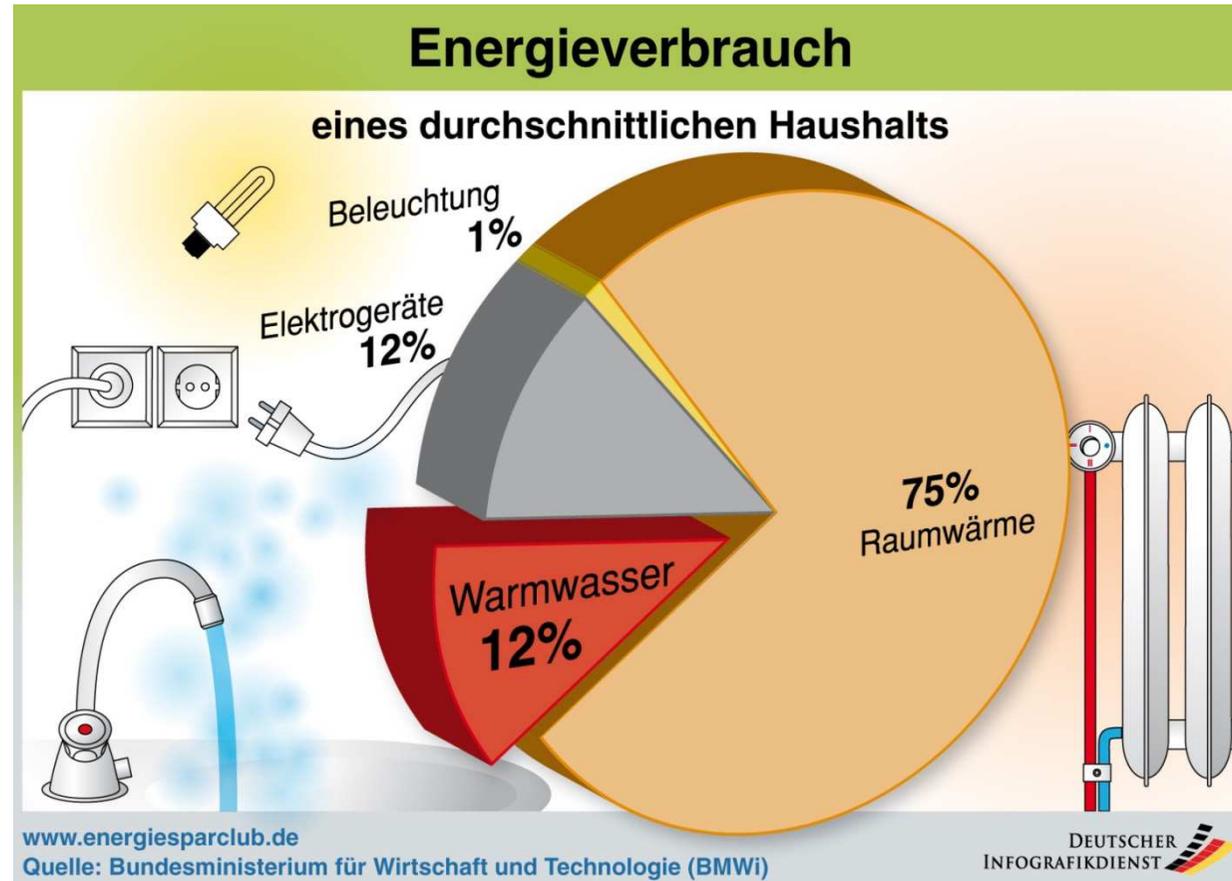
- **Eigener Wald**
- **Entwicklung der Gemeinde**
- **Kleine Gemeinde**
- **Autarkie und Mitbestimmung im Energiebereich**
- **regionale Wertschöpfung**

Hemmnisse

- **Akzeptanz in der Bevölkerung**
- **Schon viel umgesetzt in der Gemeinde**
- **Demographischer Wandel**
- **Hohe Kosten**



Energieverbrauch im Einfamilienhaus





Endwert jährlicher Aufwendungen für Heizkosten

Laufzeit

30 Jahre

Heizkosten Preissteigerung	1.000 €	1.500 €	2.000 €	2.500 €	3.000 €	Vervielfachung
1%	34.785 €	52.177 €	69.570 €	86.962 €	104.355 €	1,16
2%	40.568 €	60.852 €	81.136 €	101.420 €	121.704 €	1,35
3%	47.575 €	71.363 €	95.151 €	118.939 €	142.726 €	1,59
4%	56.085 €	84.127 €	112.170 €	140.212 €	168.255 €	1,87
5%	66.439 €	99.658 €	132.878 €	166.097 €	199.317 €	2,21
6%	79.058 €	118.587 €	158.116 €	197.645 €	237.175 €	2,64
7%	94.461 €	141.691 €	188.922 €	236.152 €	283.382 €	3,15
8%	113.283 €	ca. 80.000 €			339.850 €	3,78
9%	136.308 €				408.923 €	4,54
10%	164.494 €				493.482 €	5,48
11%	199.021 €				597.063 €	6,63
12%	241.333 €	361.999 €	482.665 €	603.332 €	723.998 €	8,04



Einsparpotenziale im Gebäude

Wärmeverbrauch private Haushalte

- Einsparpotenzial bei energetischer Sanierung der Gebäudehülle



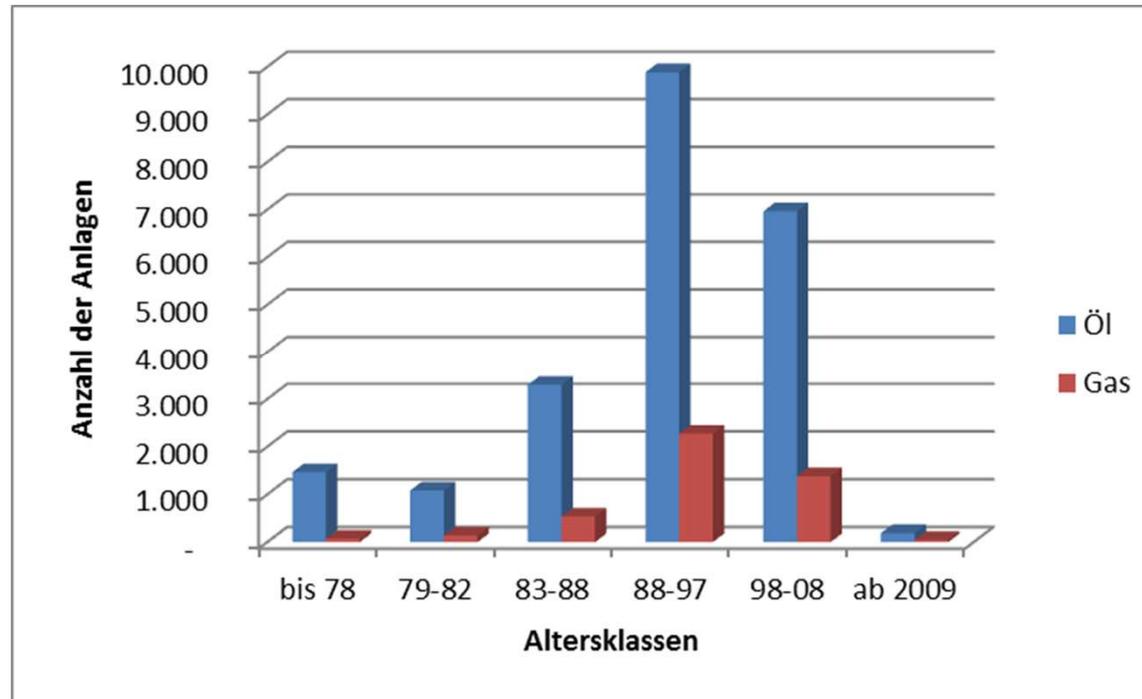
Baujahr	Einsparpotenzial
bis 1918	78%
1919 - 1948	78%
1949 - 1978	70%
1979 - 1990	55%

Quelle: Energieeffizienz durch Altbausanierung in Rheinland-Pfalz

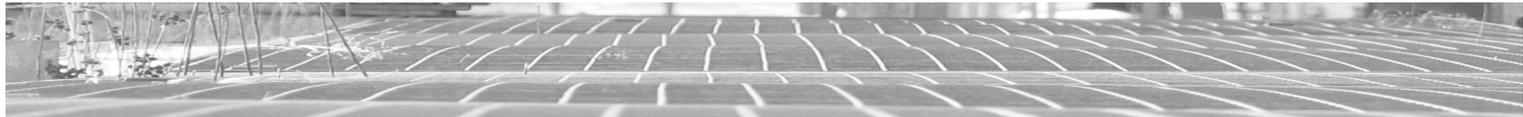
- Austausch von Öl- und Gasfeuerungsanlagen (älter 1990)



Verteilung der Heizungsanlagen



- 27.343 Öl- und Gasheizungen, davon 84% Öl
- 46% der Heizungsanlagen sind älter als 20 Jahre
- 24% der Heizungsanlagen sind älter als 25 Jahre
- Ca. jede fünfte kWh entweicht durch den Schornstein
- Entspricht ca. 3.800 MWh und 275.000 €



Leistungsgeregelte Pumpen/Rohrleitungsdämmung

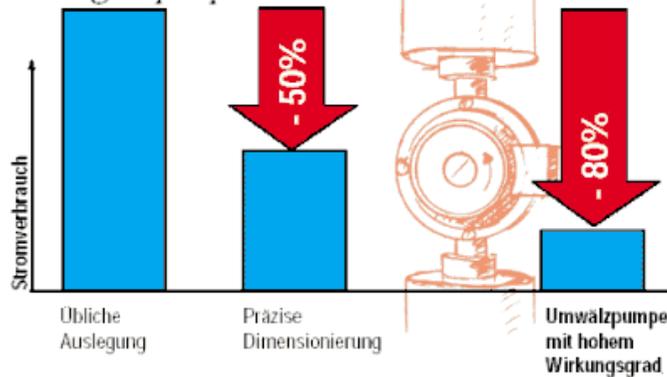
Energie		Kühlschrank
Hersteller		Logo ABC 123
Modell		
Niedriger Energieverbrauch 		A+
Hoher Verbrauch Energieverbrauch kWh/Jahr (Auf der Grundlage von Festmessungen am Nennleistung über 24 h) Der tatsächliche Energieverbrauch hängt von der Nutzung und vom Standort ab.		123
Nutzinhalt Kühlteil I		123
Nutzinhalt Gefrierfach I		123
Geräusch dB(A) re 1 pW		12
<small>Bitte beachten: Die Angaben sind nur für die in den Prospekten aufgeführten Modelle gültig.</small>		



Quelle: Grundfos



Riesige Sparpotentiale



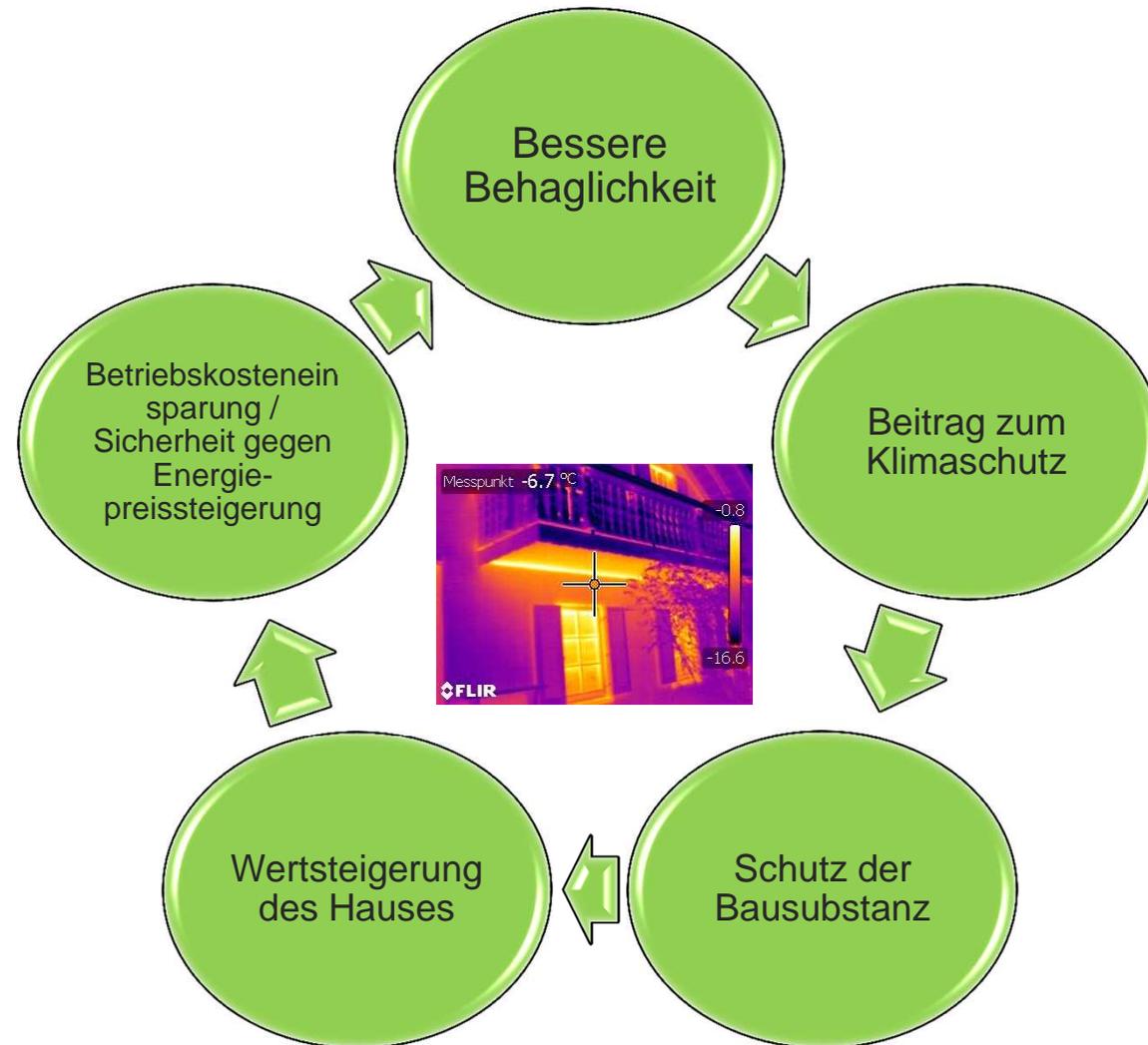
Quelle: www.heiz-tipp.de



1m nicht isolierte Heizungsleitung entspricht ca. 13-15 l Heizöl/a

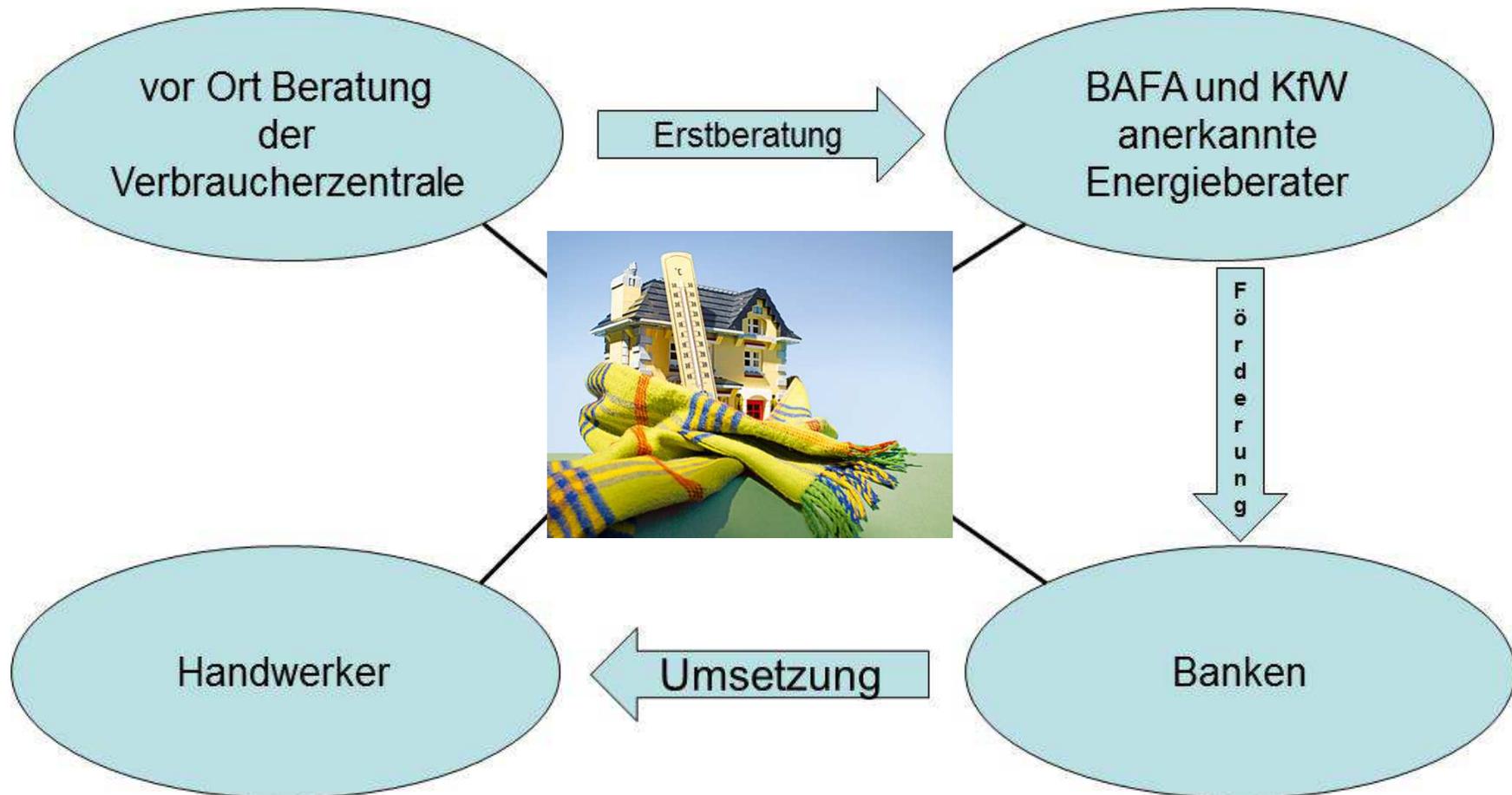


Gründe der energetischen Sanierung





Der Weg zur Sanierung des Eigenheims





Technik - Effiziente Beleuchtung (LED)



- Vorteile:
 - Geringerer Energieverbrauch (30 – 75 %)
 - Lange Lebensdauer (50.000 h), Wartungsarm
 - Leistungsreduzierung (Dimmung möglich)
 - Verminderter Insektenflug (bis zu 70 % verringert)
 - Lichtfarbe i. d. R. wählbar (i. d. R. 3500 – 6000 K)
- Nachteile:
 - Höhere Investitionskosten (ca. 30 – 50 % mehr)
 - Herstellerabhängigkeit (keine Normierung)
 - Hohe Qualitätsunterschiede bei Herstellern





Vielfalt vergärbarer Biomasse





Stückholzkessel

- Scheitholzgrößen von 0,25 bis 1,0 m
- Holzvergasung
- Hoher Kesselwirkungsgrad über 90 %
- Kostengünstig in Anschaffung und Betrieb (10.000-12.000 €)
- Zuschuss BAFA
- Leistungsbereich der Kessel in Wohngebäuden 10 – 50 kW
- Großanlagen bis mehrere MW möglich



Quelle: <http://www.koeb-schaefer.com>



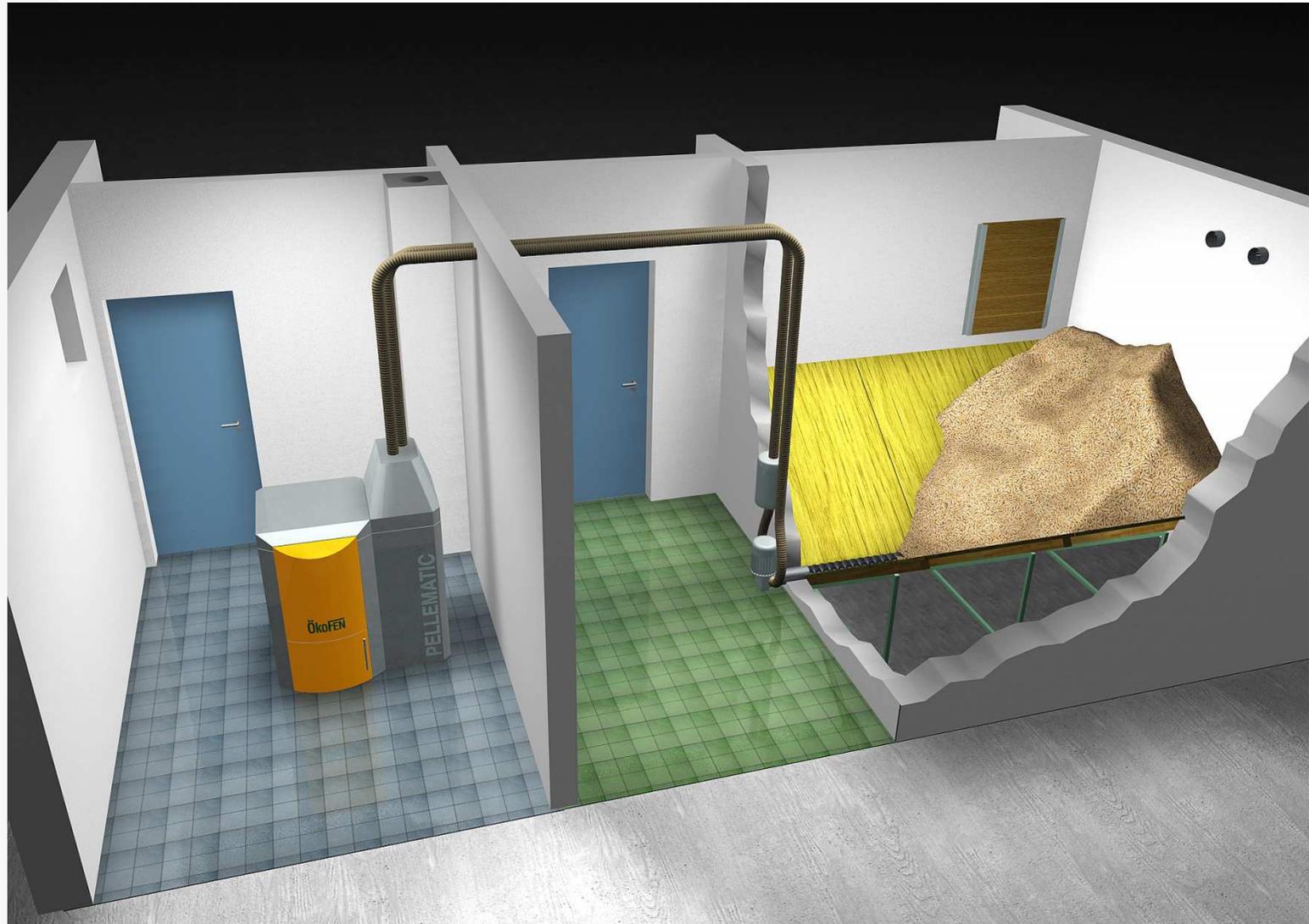
Heizungssysteme für Holzpellets

- Pelletöfen ohne / mit Wassertasche zum Aufstellen in Wohnräumen
- Halbautomatische Pellet-Zentralheizungen (mit Vorratsbehälter)
- Vollautomatische Pellet-Zentralheizungen (mit Saug- oder Schneckenförderung aus dem Lagerraum / Silo)





Raumaustragung - Saugförderung





Die Pelletanlieferung

- Bequeme
Anlieferung
im Tankwagen



- Einblasung der Pellets per Schlauchsystem in den
Lagerraum



Hackschnitzelkessel



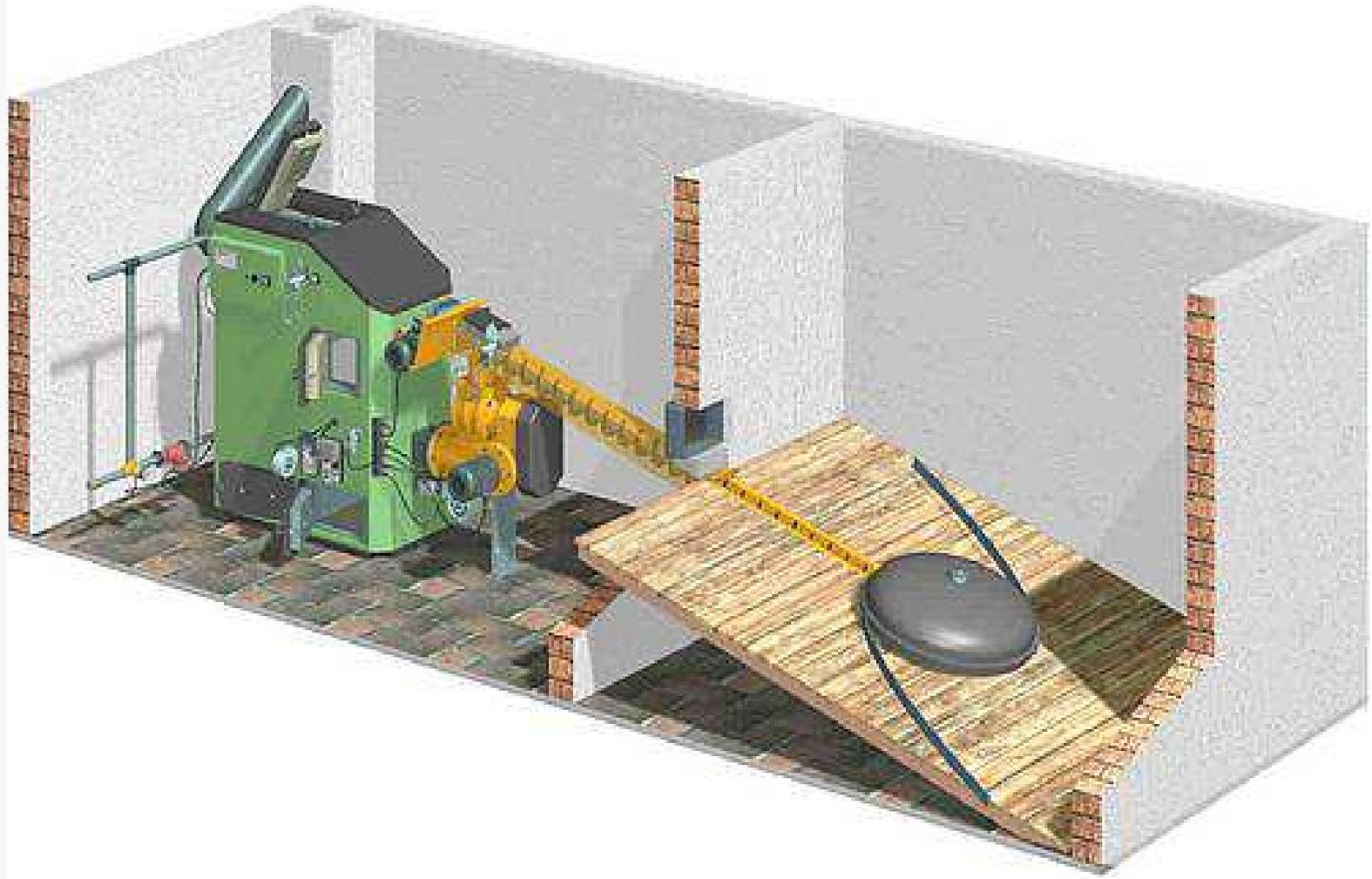
- | | |
|--|---|
| 1 Heizkessel | 9 Antriebsmotor Einschubschnecke |
| 2 Gebläse | 10 Antriebsmotor Austragungsschnecke |
| 3 Primärluft | 11 Austragungsschnecke |
| 4 Sekundärluft vorgewärmt | 12 Bodenrührwerk mit Federn |
| 5 Automatische Zündung | 13 Rührwerkgetriebe |
| 6 Einschubschnecke aus NIROSTA | 14 Elektronische Steuerung |
| 7 Fallschacht mit Brandschutzklappe | 15 Sicherheitsdeckel |
| 8 Stellmotor für Brandschutzklappe | |

- Raumbedarf höher
- Brennstoff günstiger

Quelle: hargassner



Kessel mit Rührwerk-Raumaustragung



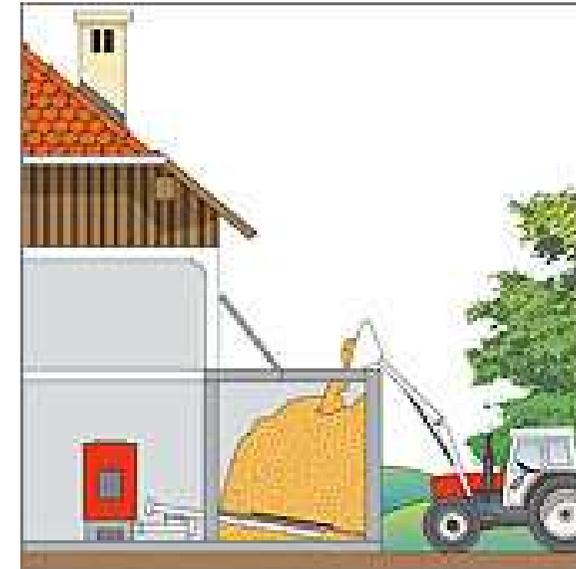
<http://www.hdg-bavaria.com/?id=18>



Lagerung der Holzhackschnitzel



**Offene" Hackgutaustragung
– z.B. Scheune wird
maschinell beschickt.**



**Hackgutaustragung baulich
getrennt. Beschickung von
oben über Falltüre.**

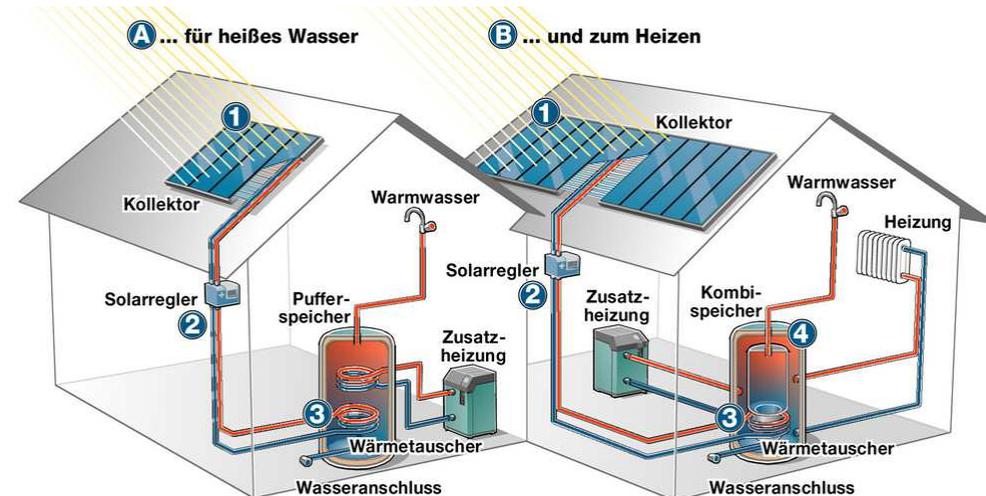
Quelle: www.hargassner.at



Technik - Solarthermie



- Zentrale und dezentrale Anlagen möglich
- Warmwasser, Heizwärme, Nutzwärme (Gewerbe)
 - Deckung von 50-70 % des Wärmebedarfs zur Warmwasserbereitung
 - Kollektorfläche zur Warmwasserbereitung: 1 bis 1,5 m² pro Person
 - Unterstützung zur Heizwärmebereitstellung
- Vermeidung der Legionellenproblematik (Frischwasserstationen)



① Sonnenstrahlen erwärmen den Kollektor und die darin enthaltene Wärmeträgerflüssigkeit.

② Die bis zu 90° C heiße Flüssigkeit zirkuliert zwischen Kollektor und Puffer-speicher.

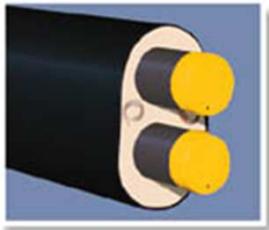
③ Der Wärmetauscher gibt Solarwärme an das Wasser im Puffer-speicher ab.

④ Der Pufferspeicher stellt die Wärme auch nachts und an kalten Tagen zur Verfügung.

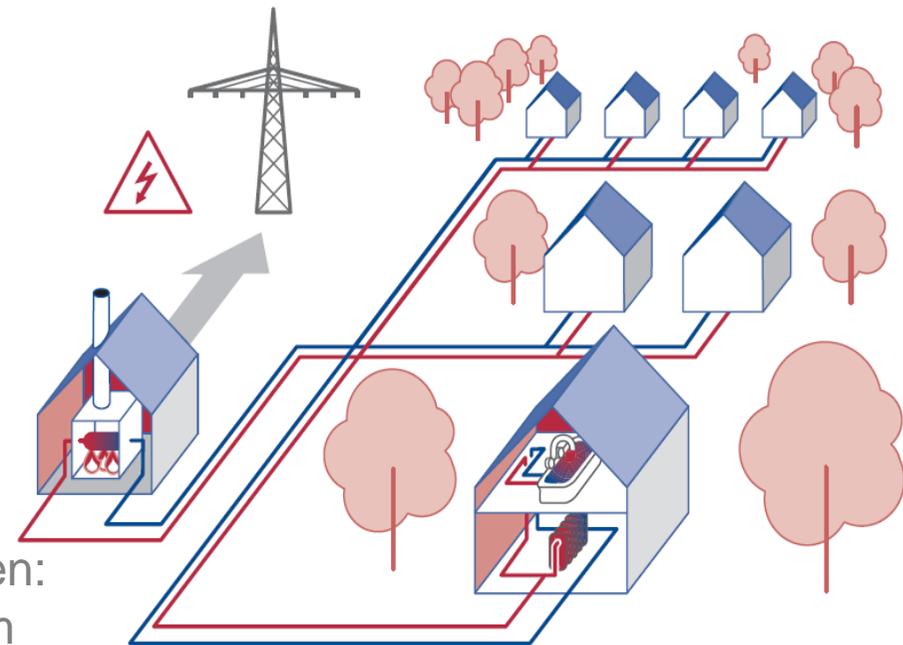




Technik - Wärmeverteilung



- Wärme wird in Heizzentrale erzeugt und durch ein Rohrleitungsnetz an die Verbraucher verteilt
- Indirekte Auslegung: hydraulisch getrennte Systeme
- Rohrleitungsnetz: Wärmeverteilung an Hausübergabestation
- Hausübergabe-Stationen: Wärmeübertragung vom Rohrnetz zum Hauswärmenetz (Verbraucher)



Ratgeber zur Planung und Errichtung von Nahwärmenetzen, 2006



Nahwärme



Stahlrohr
PU-Schaum
PE-Mantelrohr



Vorlauf (80 – 90 °C)
Rücklauf (40 – 60 °C)





Nahwärmenetz

- Investitionskosten Netz (je m)
 - 250 € (DN 20)
 - 500 € (DN 125)

- Leistung
 - 40 kW (DN 20)
 - 2.500 kW (DN 125)

- Hausübergabestationen
 - ca. 2.500 €

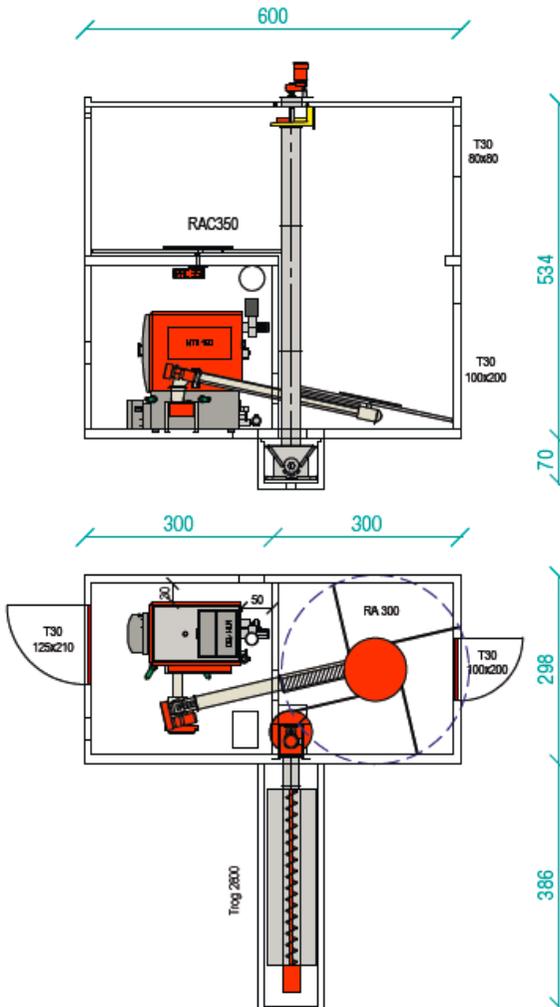
- Hausanschlusskosten
 - ca. 2.500 €





Holzhackschnitzelheizwerke im Container

- Optimierter Flächenbedarf
- Belieferung per Einblasssystem
- Optisch ansprechende Verkleidung



Öffentliches Gebäude: Gemeinde Weng

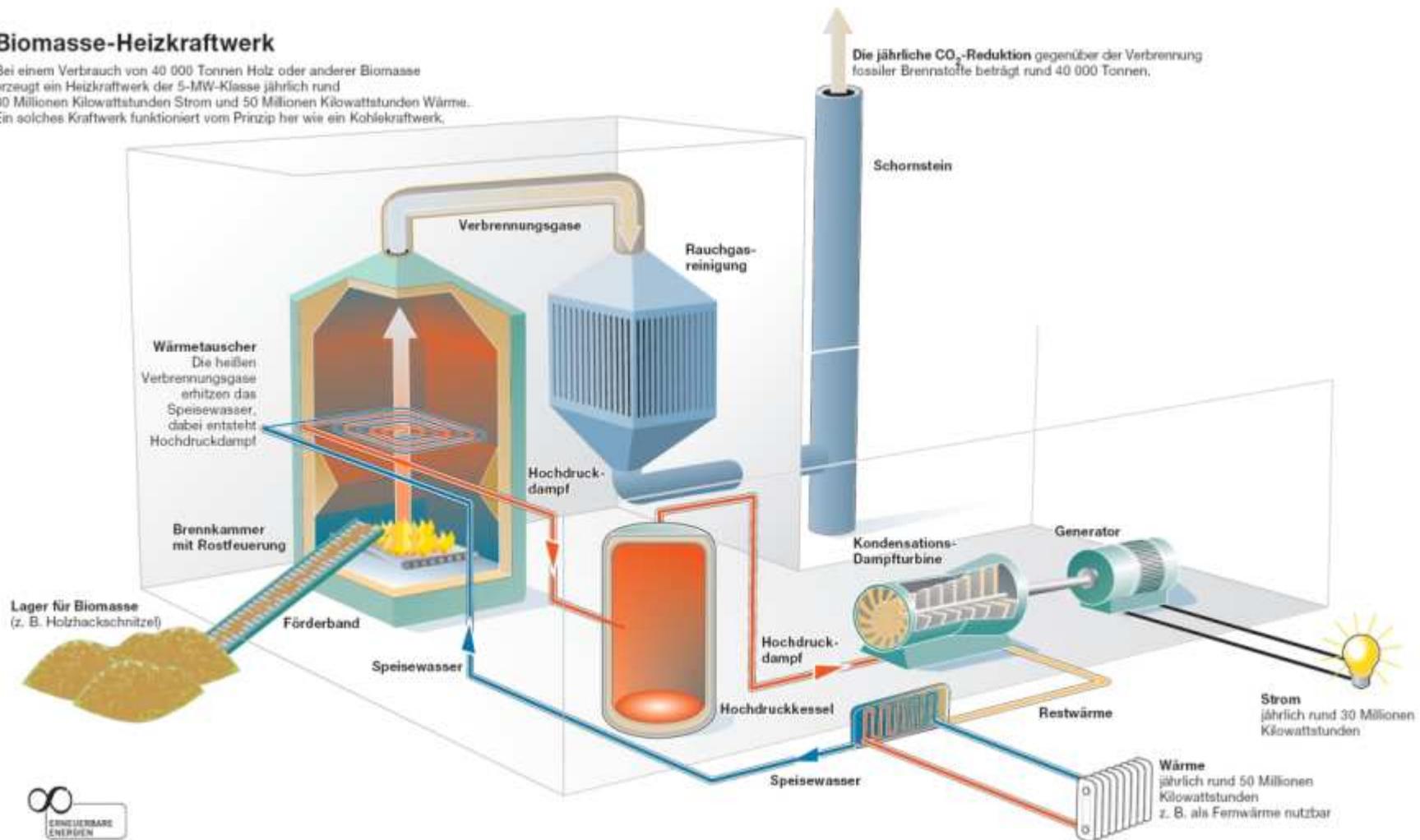
- Beheizung von Kindergarten, Volksschule, Turnsaal & Wohnungen
- Doppelstock-Container mit versenktem Befüllsystem seitlich
- Hackgutkessel WTH 150 kW mit Raumaustragung
- Wärmecontracting über den Maschinenringservice ÖÖ



Biomasse-HKW mit Wasserdampfturbine

Biomasse-Heizkraftwerk

Bei einem Verbrauch von 40 000 Tonnen Holz oder anderer Biomasse erzeugt ein Heizkraftwerk der 5-MW-Klasse jährlich rund 30 Millionen Kilowattstunden Strom und 50 Millionen Kilowattstunden Wärme. Ein solches Kraftwerk funktioniert vom Prinzip her wie ein Kohlekraftwerk.





Holzhackschnitzelheizkraftwerke

- Typische Parameter
 - Wirbelschichtverbrennung
 - > 2 MW elektrisch
 - > 7 MW thermisch
 - Wirkungsgrade
 - ca. 20 - 25% el.
 - ca. 65 - 70% th.
 - Fernwärmeversorgung

→ Wärmenutzungskonzept entscheidet über Effizienz und Wirtschaftlichkeit!

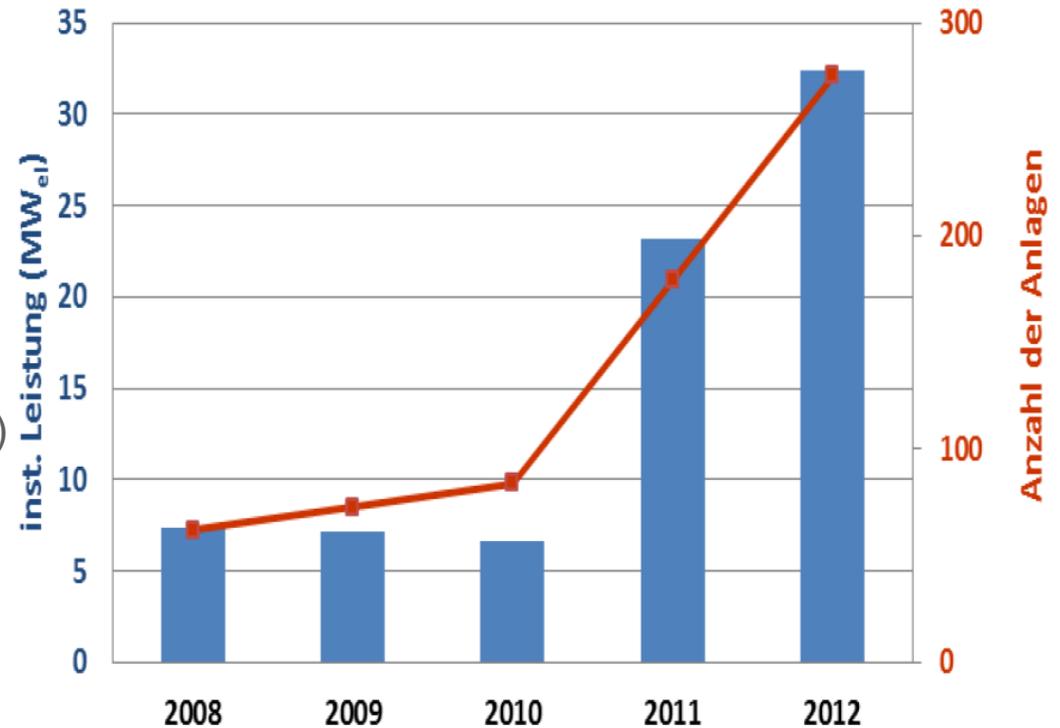


Fotos: OIE AG



Holzvergaser- BHKW - Entwicklung der Anlagenzahl seit 2008

- Anlagenzahl steigt kontinuierlich
 - Lineares Wachstum seit 2 Jahren
 - Über 50 Hersteller auf dem deutschen Markt
 - Aber Wachstum hauptsächlich auf zwei Hersteller zurückzuführen
 - Firma Spanner Re² (30 kW_{el} und 45 kW_{el})
ca. 200 verkaufte Anlagen
 - Firma Burkhardt (180 kW_{el})
ca. 100 verkaufte Anlagen
- Fazit: Holzvergaser-BHKW funktionieren und haben die Serienreife erlangt



Quelle: FEE



Holzvergaser- BHKW



Spanner Re²



Burkhardt



Urbas

Bildquelle: Firma Spanner,
Burkhardt, Urbas

Leistung

- Anlagenverfügbarkeit: 6.000 - 8000 Bh
- elektrische Leistung: 25 kW bis 200 kW
- thermische Leistung : 70 kW bis 300 kW

Brennstoffeinsatz

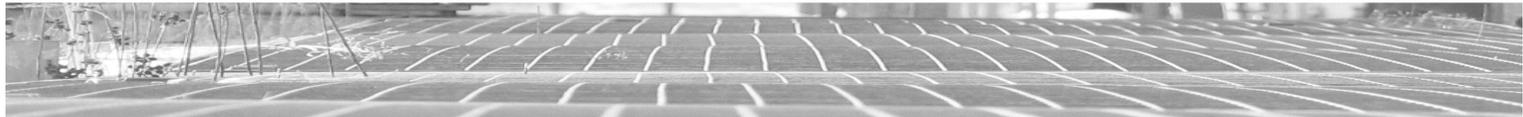
- Holz-Hackschnitzel oder Pellets (Herstellerabhängig)
- Hohe Brennstoffqualität erforderlich (geringer Wassergehalt, geringer Feinanteil, definierte Stückigkeit)

Reststoffe

- Asche und Kondensat → Entsorgungspflichtig!

Wirtschaftlichkeit

- Spezifische Investitionen 3.000 bis 6000 €/kW_{el}
- Mindestwärmenutzung 60% (nach EEG 2012)
- Keine Wirtschaftlichkeit ohne sinnvolles Wärmekonzept
- Wartungskosten verhältnismäßig hoch
- Einhaltung von Wartungsintervallen unerlässlich zum Erreichen der Anlagenverfügbarkeit → meist tägliche Kontrollen notwendig

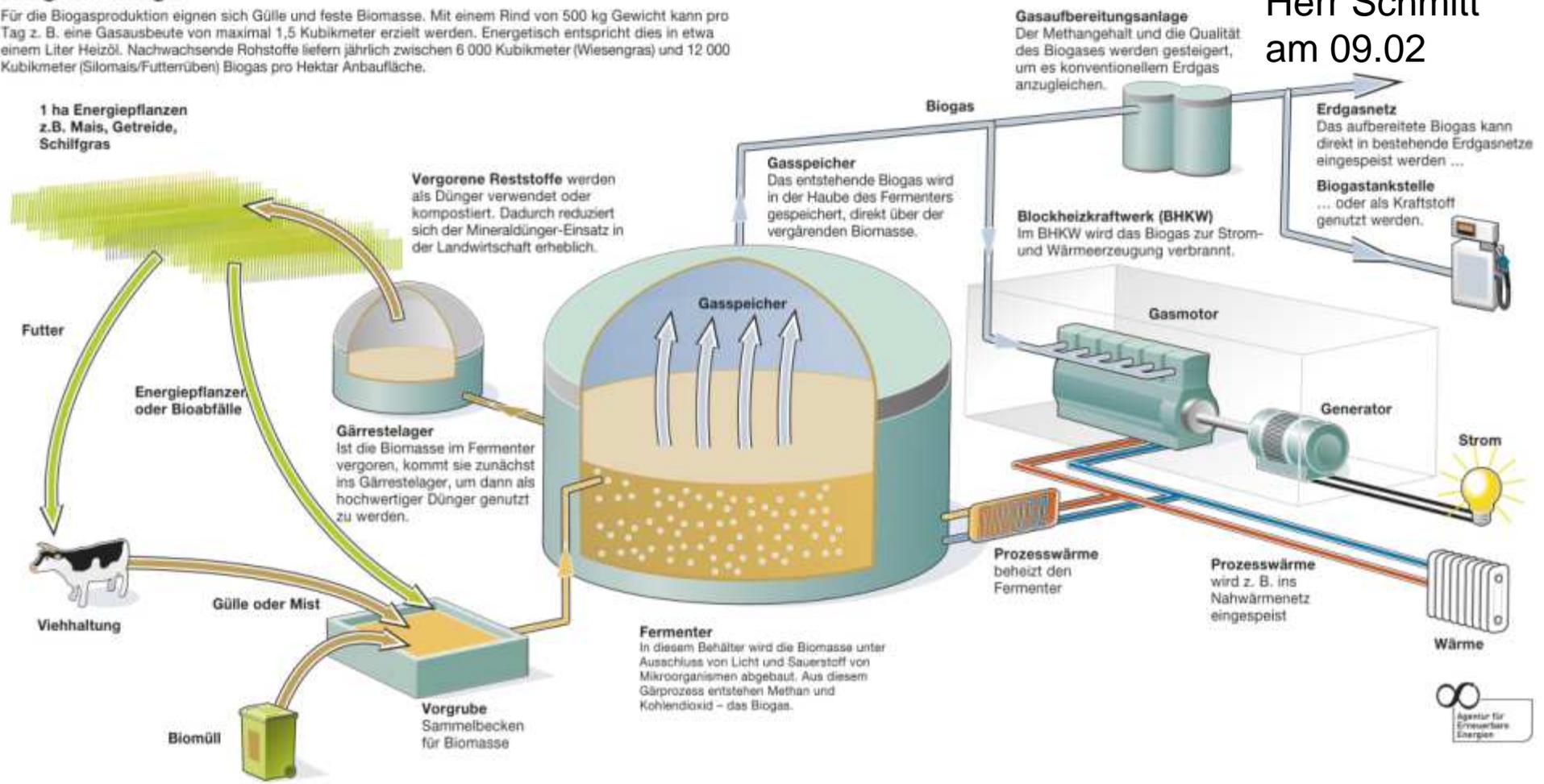


Biogasanlage

Biogas-Anlage

Für die Biogasproduktion eignen sich Gülle und feste Biomasse. Mit einem Rind von 500 kg Gewicht kann pro Tag z. B. eine Gasausbeute von maximal 1,5 Kubikmeter erzielt werden. Energetisch entspricht dies in etwa einem Liter Heizöl. Nachwachsende Rohstoffe liefern jährlich zwischen 6 000 Kubikmeter (Wiesengras) und 12 000 Kubikmeter (Silomais/Futterrüben) Biogas pro Hektar Anbaufläche.

Herr Schmitt
am 09.02



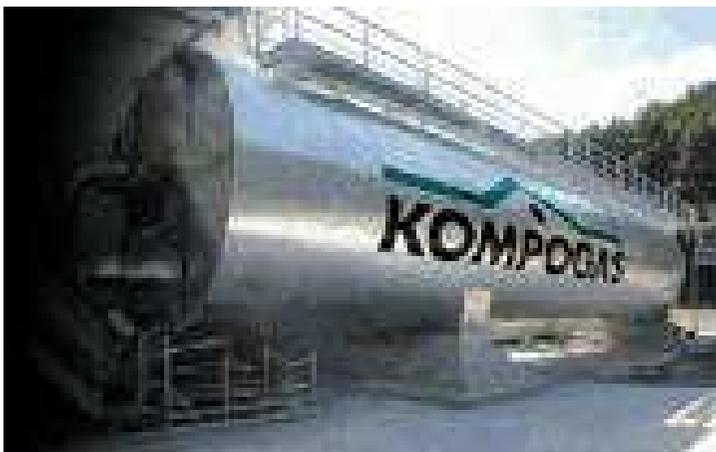


Unterscheidungskriterien Biogasanlage

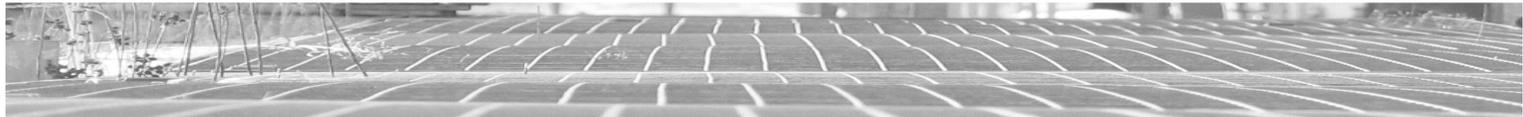
- Wassergehalt der Substrate
 - Nassfermentation: Gülle, Maissilage
 - Trockenfermentation: Festmist, Grünschnitt, Grassilage, Kräuter
- Herkunft der Substrate
 - Landwirtschaft: Gülle, Nachwachsende Rohstoffe (NawaRo)
 - Organischer Abfall: Kommunen, Gewerbe
- Fermenterbauweise
 - Zylindrische Fermenter mit Rührwerk → Nassfermentation, kontinuierlich, landw. Anlagen, häufigste Bauform
 - Garagenfermenter → Trockenfermentation, diskontinuierlich
 - Pfropfenstrom-Fermenter → Bioabfall, kontinuierlich



Biogasanlagen

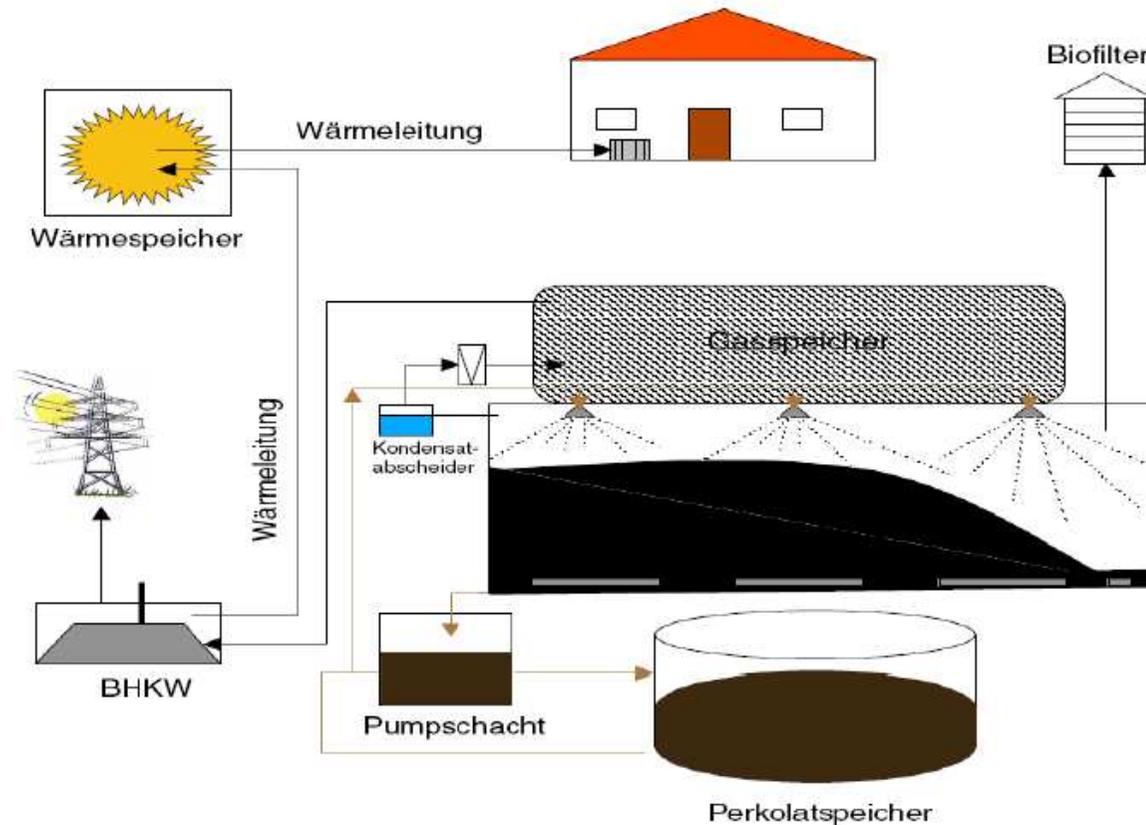


- Inputstoffe:
 - Landwirtschaftl. Reststoffe
 - Anbaubiomasse (z.B. Mais)
 - Bioabfälle



Trockenfermentation

Verfahren Trockenfermentation,
Batch-Verfahren



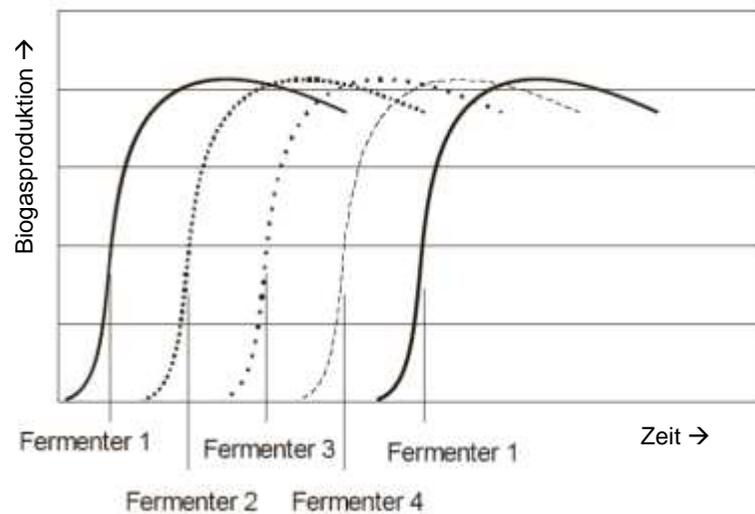
- Auch „Trocken“fermentation geschieht nass!



Trockenfermentation



Bilderquelle: AGR Envicon Gbr



Quasi-kontinuierliche Biogaserträge
Quelle: www.bekon.eu

- Vergärung von Materialien ohne Rührfähigkeit (Grünschnitt, Gras)
- Chargenweise Vergärung des feuchten Materials
- ➔ Diskontinuierlicher Betrieb



Biogas- Kleinstanlagen

- Standortversorgung auf Basis von:
 - Trockenfermentationsanlage im Batch Verfahren (Vergärung nicht rührfähiger Biomasse)
 - HHS Heizanlage u. Ölspitzenlastkessel
 - Anstieg spezifischer Kosten nach Kapazität 3.500 – 5.000 €/kW



- 1 drei Trockenfermenter als erste Vergärungsstufe
 - 2 Batch-Reaktor als zweite Vergärungsstufe
 - 3 Gasspeicher
 - 4 BHKW
 - 5 Maschinencontainer m. Pumptechnik und Anlagensteuerung
 - 6 Silo- und Mischplatte
- (Quelle: <http://www.enbea.de/enbeabots.php>)





BHKW-Motoren





Biogasnahwärme

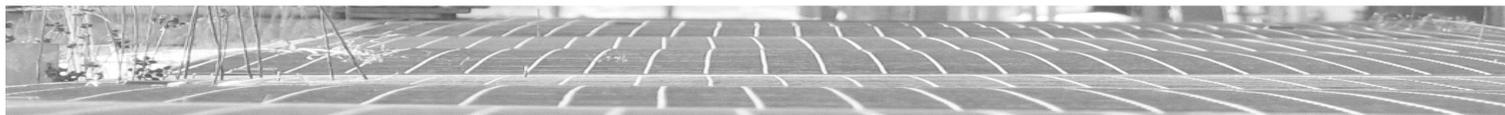


Quelle: OAG mbH / Rehau AG



Heizkosten - Vollkostenrechnung

Grundlage:		Heizöl-Nieder- temperaturkessel	
<p>Älteres, (teil)saniertes Einfamilienhaus mit 160m² Wohnfläche und einem spezifischen Wärmebedarf von 150 kWh/(m² a) für Raumheizung und Trinkwassererwärmung bzw. ein energetisch gut saniertes Mehrfamilienhaus mit 240 m² bei 100 kWh/(m² a) repräsentieren</p>	Jahreswärmebedarf (kWh)	24.000	
	Jahresnutzungsgrad (%)	84,2%	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Abgasverlust, Kesselverlust, Stillstandsverluste, Verluste von Warmwasserspeichern und Verteilungsverluste </div>
	Energieeinsatz (kWh)	28.493	
	Energieinhalt, Heizwert (Hi) des Brennstoffs	10,06 kWh/l	
	Brennstoffmenge	2.832 l	
	Brennstoffpreis	83,70 ct/l	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Tagespreis laut TESCON 26.11.2013 </div>
	Spezifische Brennstoffkosten/Jahr	2.371 €	
	Betriebsgebundene Kosten /Jahr (u.a. Wartung,/Reparatur, Schornsteinfeger, Hilfsstrom)	230 €	
	Investition incl. Kessel, Regelung, Brauchwasserspeicher	8.389 €	
	Förderung (Öl/Gasheizung: 7,5% KfW-Zuschuss, MAP-Förderung für Holzheizungen)	629 €	
	Kapitalkosten bei 20-jähriger Nutzungsdauer und 2,5% Zins (€/Jahr)	498 €	
	Gesmtkosten/Jahr incl. Wartung, Reparatur etc.	3.098 €	
	Spezifische Wärmekosten (netto)	0,129 €	



Vergleich Heizkosten - Vollkostenrechnung

	Heizöl-Nieder- temperaturkessel	Heizöl-Brennwert- kessel	Erdgas-Brennwert- kessel	Pellet-Brennwert- kessel	Pelletheizung (konventionell)	Scheitholzvergaser- kessel	Nahwärmeanschluss
Jahreswärmebedarf (kWh)	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000
Jahresnutzungsgrad (%)	84,2%	94,7%	98,4%	93,8%	82,4%	79,4%	100,0%
Energieeinsatz (kWh)	28.493	25.349	24.393	25.600	29.112	30.246	24.000
Energieinhalt, Heizwert (Hi) des Brennstoffs	10,06 kWh/l	10,06 kWh/l	8,82 kWh/m ³	4,90 kWh/kg	4,90 kWh/kg	4,15 kWh/kg	0,11 ct/kWh
Brennstoffmenge	2.832 l	2.520 l	2.766 m ³	5.224 kg	5.941 kg	7.288 kg	
Brennstoffpreis	83,70 ct/l	83,70 ct/l	6,88 ct/kWh	247,2 €/t	247,2 €/t	800 €/m	
Spezifische Brennstoffkosten/Jahr	2.371 €	2.109 €	1.807 €	1.291 €	1.469 €	1.458 €	2.640 €
Betriebsgebundene Kosten /Jahr (u.a. Wartung,/Reparatur, Schornsteinfeger, Hilfsstrom)	230 €	230 €	254 €	506 €	506 €	345 €	0 €
Investition incl. Kessel, Regelung, Brauchwasserspeicher	8.389 €	8.790 €	8.615 €	19.315 €	17.315 €	10.641 €	5.000€
Förderung (Öl/Gasheizung: 7,5% KfW- Zuschuss, MAP-Förderung für Holzheizungen)	629 €	659 €	646 €	3.000 €	2.500 €	1.000 €	1.800 €
Kapitalkosten bei 20-jähriger Nutzungsdauer und 2,5% Zins (€/Jahr)	498 €	522 €	511 €	1.047 €	950 €	618 €	205 €
Gesmtkosten/Jahr incl. Wartung, Reparatur etc.	3.098 €	2.861 €	2.572 €	2.844 €	2.925 €	2.421 €	2.845 €
Spezifische Wärmekosten (netto)	0,129 €	0,119 €	0,107 €	0,119 €	0,122 €	0,101 €	0,119 €



Wärmekataster / Nahwärmenetz





Wärmekataster – Methodik



- Ziel
 - Großflächige Analyse der Wärmebedarfsstruktur
 - Ableitung von Wärmeversorgungsmaßnahmen

- Methode
 - Wärmebedarf der Gebäude kann über Baualter, Kennzahlen und Gebäudegrundflächen ermittelt und gebäudescharf dargestellt werden

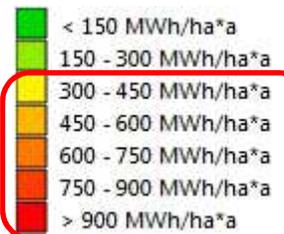
- Positiver „Nebeneffekt“: Anhand des Wärmekatasters sind direkt Bereiche mit hohem Wärmebedarf ablesbar. Hieraus lassen sich unmittelbar Maßnahmen formulieren

Quelle: www.lvermgeo.rlp.de/
eigene Darstellung IfaS



Wärmekataster – Methodik

- Wärmekataster
Gitternetzbezogene
Wärmemenge der Gebäude
Wärmebedarfsdichte



Alternativ:
Gebäudescharfe Darstellung

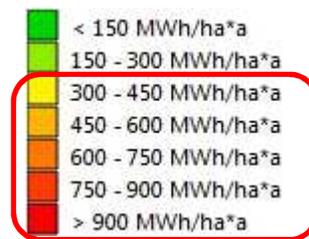


Quelle: www.lvermgeo.rlp.de/
eigene Darstellung IfaS



Wärmekataster – Methodik

- Identifikation von Bereichen mit hohem Wärmebedarf



- Bereich mit hohem Wärmebedarf
- Auslegung von Wärmenetzen

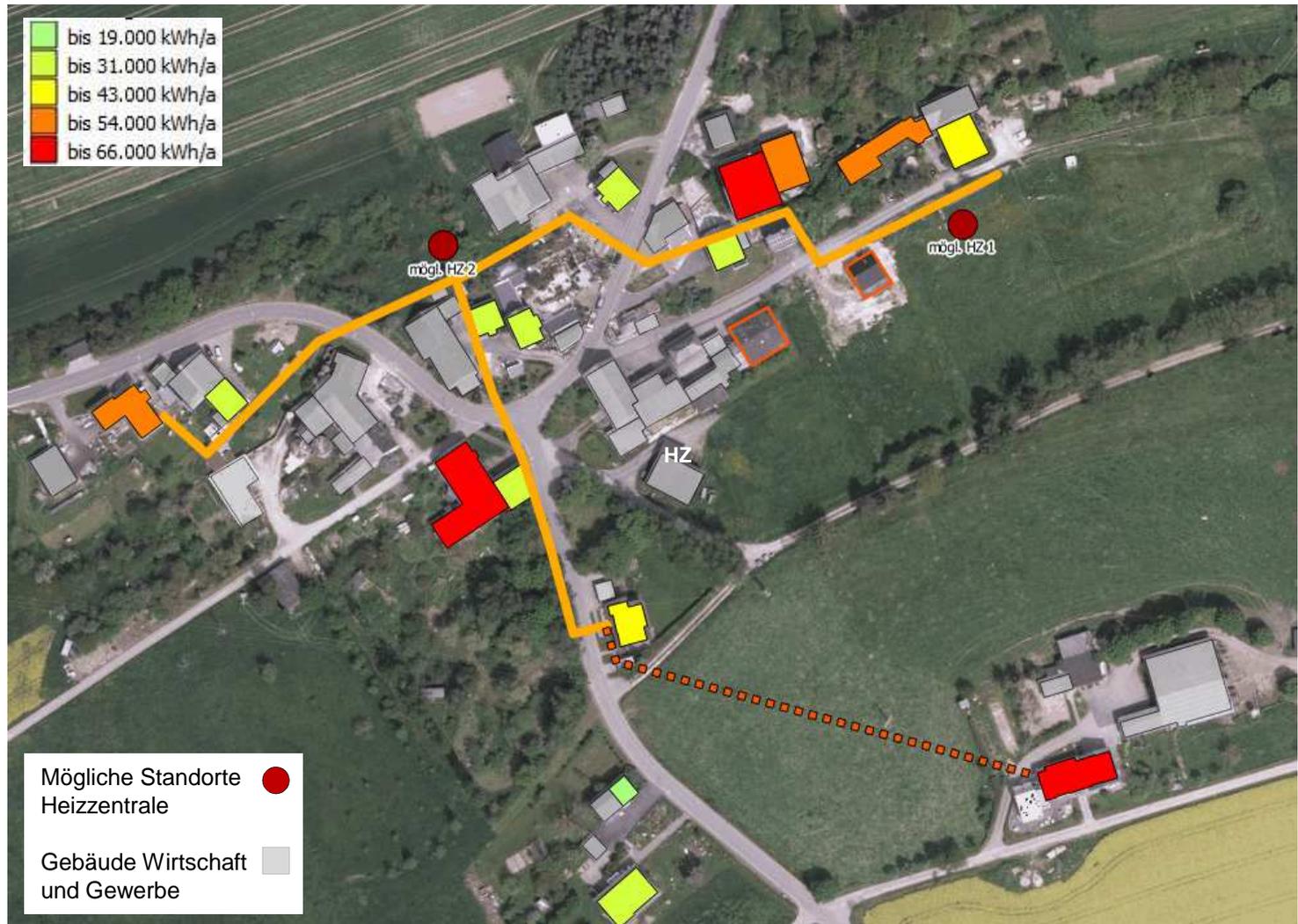


Quelle: www.lvermgeo.rlp.de/
eigene Darstellung IfaS



Mögliche Wärmenetze Gemeinde Schwerbach

Variante 1
Jahres-
verbrauch



Quelle: www.lvermgeo.rlp.de/
eigene Darstellung IfaS



Wärmebedarf Schwerbach

- 16 Gebäude in Schwerbach
- Durchschnittlicher Wärmeverbrauch jährlich pro Gebäude ca. 3.000 Liter Heizöl
- => ca. 500.000 kWh = ca. 500 MWh
- Heizleistung pro Gebäude ca. 16 kW
- => ca. 256 kW
- Wärmebedarf im Wohngebäude:
In Altbauten kann man von einem Anteil der Brauchwassererwärmung von etwa 10-15 % des gesamten Heizwärmebedarfs, in einem Neubau von rund 20 % und mehr ausgehen.



Entwicklung des ländlichen Raumes eine Frage des **lokalen/regionalen** Engagements



Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)
Hochschule Trier / Umwelt-Campus Birkenfeld
Postfach 1380, D- 55761 Birkenfeld
Tel.: 0049 (0)6782 / 17 - 1221
Fax: 0049 (0)6782 / 17 - 1264

Internet: www.stoffstrom.org