



NeuLand 20. bis 22. Mai Hemer

**Energieeffiziente und regenerative  
Wärmeversorgung von Wohn- /  
Nutzgebäuden**

Referent  
Dipl.-Ing. Björn Gropengießer  
Viessmann Werke GmbH & Co. KG

## ■ Energiesituation in Deutschland

- Rolle des Wärmesektors
- Substitutionspotential durch erneuerbare Energien

## ■ Energieeffiziente und regenerative Wärmeversorgung

- Öl / Erdgas: Brennwertechnik
- Erdgas / Biogas: Kraft-Wärme-Kopplung
- Sonne: Solarthermie
- Naturwärme: Wärmepumpen
- Biomasse: Scheitholz-, Hackschnitzel- und Pelletkessel, Biogasanlagen

## ■ Effizienz Plus

- das Modellprojekt für Energieeffizienz sowie erneuerbare Energien

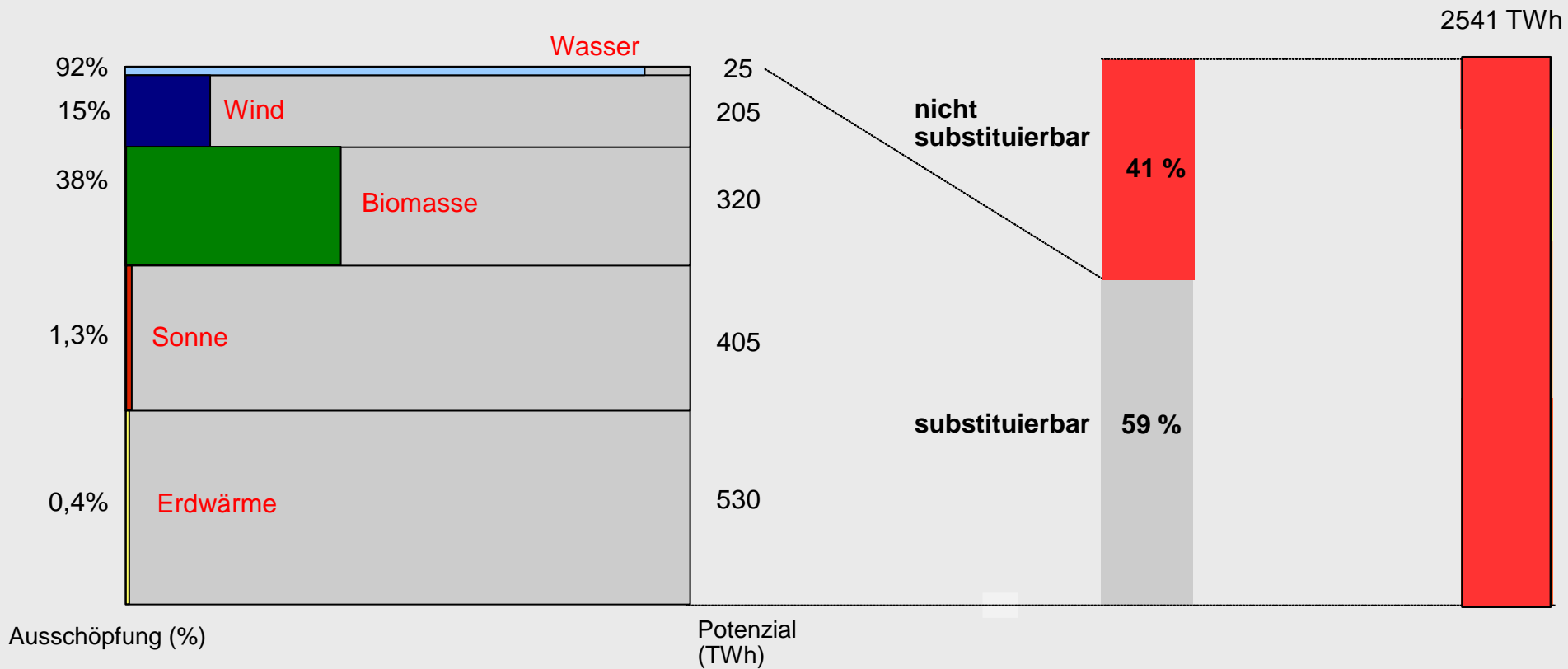
# Energiesituation in Deutschland

Doppelstrategie: Effizienzsteigerung und Substitution. Wärmesektor größter Verbraucher.

**Substitutionspotenzial**  
- Potenziale bis 2050, Ausschöpfungsgrade 2006

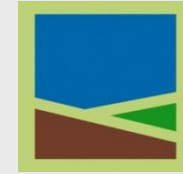
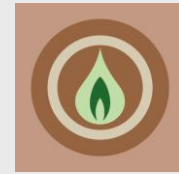
**Substitutionsanteil**  
bis 2050

**Endenergieverbrauch**  
2006



Quelle: BMU/Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien (AGEE) "Entwicklung der erneuerbaren Energien im Jahr 2006 in Deutschland", Verband der dt. Elektrizitätswirtschaft (VDEW)/Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien (AGEE), Energieeffizienzstudie Prof. Dr. Kleemann (Januar 2007), Viessmann Analyse

# Der Wärmesektor - Energieträger und Anwendungsgebiete



# Effizienzsteigerung der Wärmeerzeugung durch Brennwerttechnik

Geringer Invest, einfaches handling, hohe Effizienz



## Der Nutzen

- Nutzungsgrade bei 98%, "Stand der Technik"
- Pluspunkte beim Energiepass

## Charakteristische Anwendungsmerkmale

- hohe Leistung, hohe Temperatur, schnell verfügbar
- tiefe Heizungsrücklauftemperaturen erhöhen Effizienz  
>>> witterungsgeführte Regelung



## Umsetzung

- einfache Einbindung in bestehende Systeme, etabliert
- häufig in Kombination mit Solarthermie

## "Knackpunkte"

- hydraulischer Abgleich erforderlich

# Effizienzsteigerung der Wärme- und Stromerzeugung durch KWK

Neues Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz forciert den Einsatz, Trend zur Mikro-KWK



## Der Nutzen

- verlustarme Stromerzeugung mit hoher Vergütung
- günstige Stromgestehungskosten
- Pluspunkte beim Energiepass

## Charakteristische Anwendungsmerkmale

- gleichzeitige Strom- und Wärmeerzeugung in festgelegtem Verhältnis
- hohes Temperaturniveau

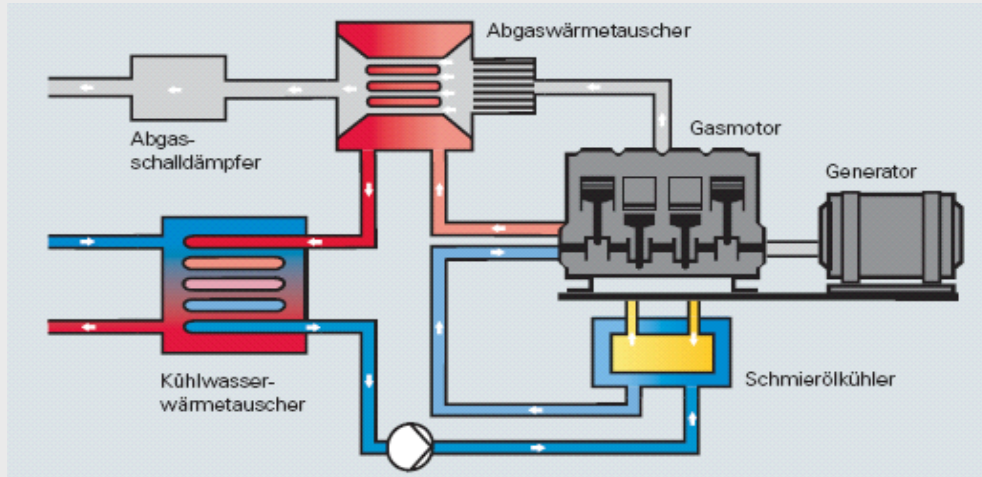
## Umsetzung

- bisher beschränkt auf größere Leistungsbereiche, auch als Grundlastversorgung in Nahwärmenetzen
- wärmegeführte Betriebsweise, daher bivalente Anlagen (10-30 % BHKW, Rest Spitzenlastkessel)

## “Knackpunkte“

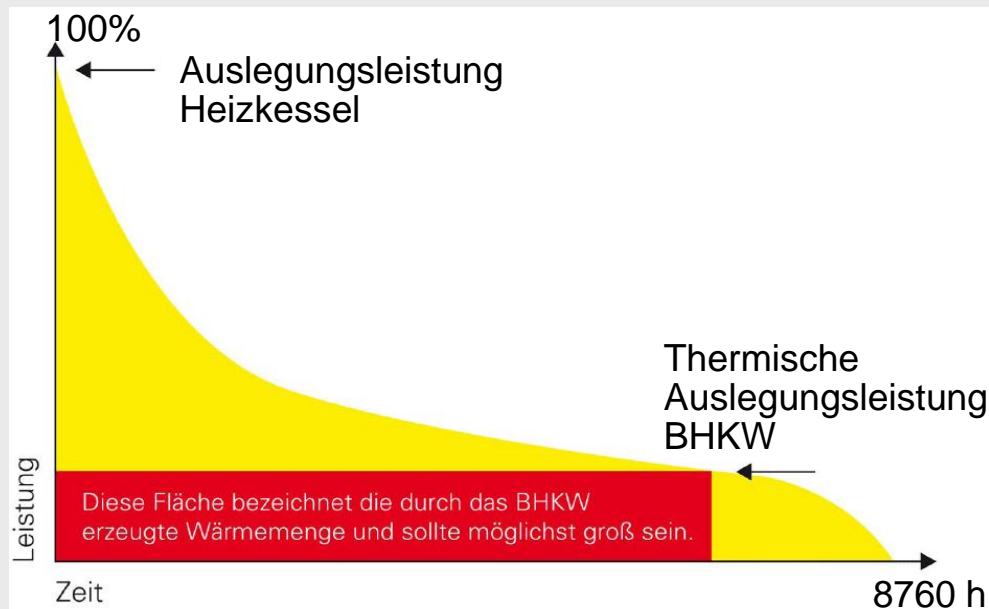
- lange Laufzeiten (>4500h)

# Einige Grundlagen...



## Prinzip

Ein gasbetriebener Verbrennungsmotor treibt einen Generator zur Stromerzeugung an. Die dabei entstehende Wärme wird dem Kühlwasser und dem Abgas über Wärmetauscher entzogen



## Auslegung

Laufzeiterhöhung durch bivalenten Betrieb mit zusätzlichem Spitzenlastkessel

# Substitution fossiler Energie durch Solarthermie

Emotional besetztes Produkt mit hohen Sympathiewerten in der Bevölkerung



## Der Nutzen

- Nutzung kostenloser Umweltenergie
- mit jedem Heizsystem kombinierbar
- Pluspunkte beim Energiepass

## Charakteristische Anwendungsmerkmale

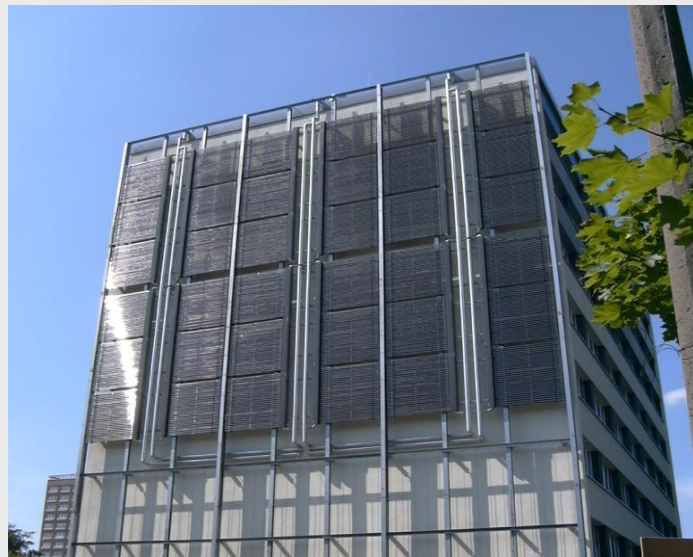
- relativ kleine witterungsabhängige variable Leistung
- temporär begrenzt verfügbar
- Wärme kann nicht angefordert werden, steht unabhängig vom Bedarf zur Verfügung  
>>> Speicherung erforderlich

## Umsetzung

- Unterstützung der Warmwasserbereitung, zunehmend auch zur Heizungsunterstützung

## “Knackpunkte“

- optimale Dimensionierung, ggf. Platzbedarf für Speicherung, Leitungsführung

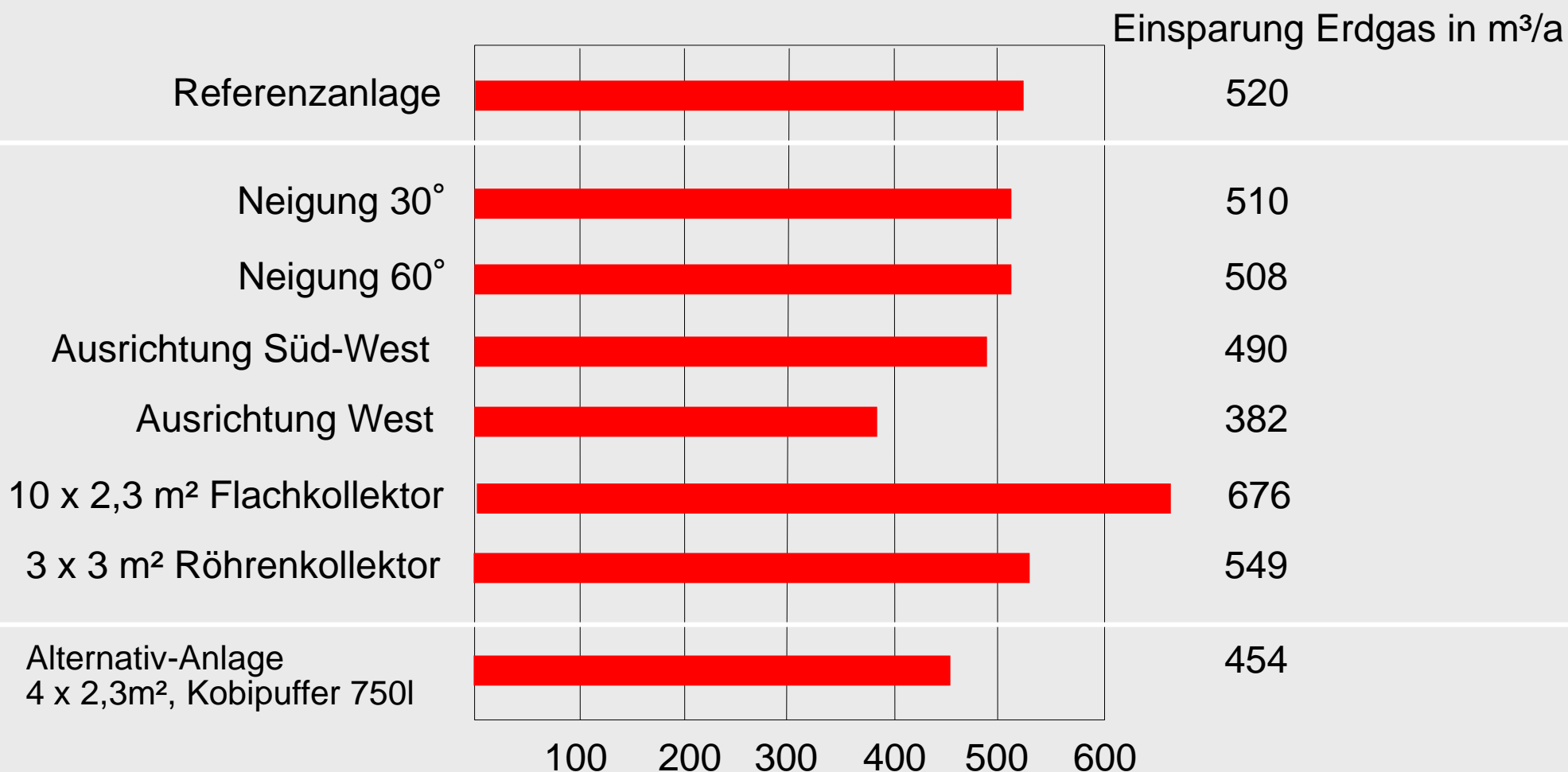


# Substitution fossiler Energie durch Solarthermie

Ein Beispiel: solare Heizungsunterstützung mit Warmwassererwärmung in Hemer



Standort Hemer, EFH 150m<sup>2</sup> Baustandard WSchV `84 mit Radiatorheizkreis, WW-Tagesverbrauch 160l (4 Pers.), 45° Dachneigung, Süd-Ausrichtung, 6 x 2,3 m<sup>2</sup> Vitosol 200 Flachkollektor, Kombipuffer 1000l



Quelle: Viessmann Solarsimulation ESOP 4.0

# Substitution fossiler Energie durch Wärmepumpen

75% Umweltwärme + 25% Elektrische Arbeit = 100% Heizwärme



## Der Nutzen

- günstige Verbrauchs- und Betriebskosten
- wartungsarm
- Pluspunkte beim Energiepass

## Charakteristische Anwendungsmerkmale

- exakte Auslegung, rel. niedrige Temperaturen (55-65° C)
- Heizungs-Vorlauftemperatur: +1K senkt Effizienz um 2,5%
- Wärme-Quellentemperatur: +1K erhöht Effizienz um 2,7%

## Umsetzung

- Wärmequellen: Erdreich vor Luft und Wasser
- größere Leistungen häufig bivalent inkl. Kühlfunktion

## “Knackpunkte“

- aufwändige Erschließung der Wärmequelle, ggf. Systemtemperatur

# Wärmequellen

Hoher Erschließungsaufwand bei Erdreich und Grundwasser



## Wärmequelle Erdreich

- Effizienz bei COP 4,7 \*), sicher
- Erschließungskosten linear zur Anlagengröße
  - Erd-Sondenentzugsleistung = 50 W / m
  - Erd-Kollektorentzugsleistung = 25 W / m<sup>2</sup>

## Wärmequelle Grundwasser

- effizienteste Wärmequelle, COP 5,7
- hoher Anspruch in der Ausführung
- ab ca. 30 kW kostengünstiger als Sondenfeld

## Wärmequelle Luft

- Effizienz bei COP 3.8, geringer Aufwand

\*) COP = Leistungskennzahl unter Prüfbedingungen.  
COP 4,7 bedeutet: aus 1kW Pel werden 4,7kW Heizwärme erzielt

# Substitution fossiler Energie durch feste Biomasse

Zunehmende Marktbedeutung durch geringe Brennstoffkosten und "Trendy-Image"



## Der Nutzen

- top Primärenergieeigenschaften (nahezu CO<sub>2</sub>-neutral)
- günstige Verbrauchskosten
- nachwachsender, heimischer Brennstoff
- Pluspunkte beim Energiepass

## Charakteristische Anwendungsmerkmale

- Leistung und Temperatur vglw. verzögert verfügbar (träge)

## Umsetzung

- manuell beschickte Anlagen nur für "Holzfans", sonst automatisch beschickte Anlagen (Pellets, Hackschnitzel),
- größere Leistungen häufig bivalent, auch als Grundlastversorgung in Nahwärmenetzen

## "Knackpunkte"

- Platzbedarf (Brennstofflagerung, Wärmespeicher),  
höherer Reinigungsaufwand im Vgl. zu Öl/Gas/WP



## Brennstoffe

- Pellets und Hackschnitzel sind “mobil“ und flächen-deckend verfügbar, sowie aus automatischer Beschickung

## Brennstoffbezugspreise

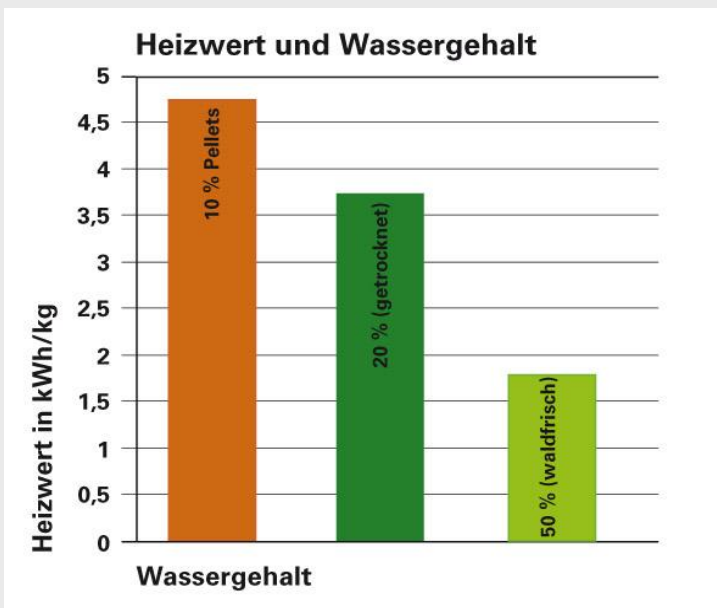
- Hackschnitzel: 70 €/t (>>> 10kWh = 21 Cent)
- Pellets: 230 €/t (>>> 10kWh = 48 Cent)

## Brennstoffqualität

- Heizwert stark abhängig vom Feuchtegehalt,
- bei Hackschnitzeln zus. sog. “G“-Wert relevant

## benötigte Infrastruktur

- Lagerfläche:
  - Pellets: Faktor 3 zu Öl (Volumen-/Heizwert bereinigt)
  - Hackschnitzel: Faktor 12 zu Öl
- Aufstellfläche: WEZ und Pufferspeicher (25-55 l/kW)



# Landschaft als Ressource: feste Biomasse aus Kurzumtriebsplantagen

Jährlicher Energie-Ertrag aus Pappelfeldern: 3500-5000l Heizöläquivalent / h



2 Wochen



6 Wochen



12 Wochen



20 Wochen



Forschung, Entwicklung und Know-how-Transfer

Anbau

Brennstoff-  
aufbereitung

Nutzung

# Landschaft als Ressource: Substitution durch gasförmige Biomasse

Biogas – ein Multitalent unter den erneuerbaren Energien



## Der Nutzen

- Strom-, Wärme-, Kraftstoff- und Gasproduktion
- günstige Stromgestehungskosten, förderfähig
- Energie aus heimischer Produktion

## Charakteristische Anwendungsmerkmale

- kontinuierlich verfügbar, speicherfähig

## Umsetzung

- Nass- oder Trockenfermentation
- direkte Nutzung durch Einsatz von KWK-Anlagen  
grund- und spitzenlastfähige Stromerzeugung  
„on demand“ (ab 200 kW<sub>PEI</sub>), oder
- Aufbereitung des Biogases zur Einspeisung in das Erdgasnetz (nur größere Leistungen)

## “Knackpunkte“

- Initiative / Akzeptanz



## Substrate

- Gülle / Mist / Gras / Energiepflanzen
- Trend zur Verwertung von Bioabfällen

## Biogasausbeute ist stark abhängig von Substraten

- Mist 45-80 m<sup>3</sup> Biogas / t Frischmasse
- Bioabfall 100 m<sup>3</sup> Biogas / t Frischmasse
- Grassilage 170 m<sup>3</sup> Biogas / t Frischmasse

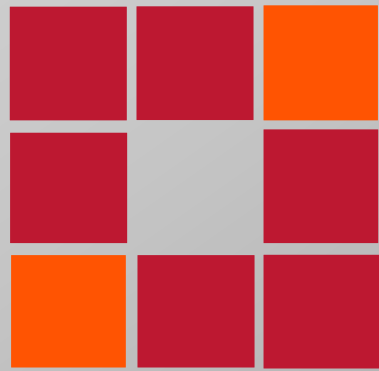
## Energiegehalt

- 1 m<sup>3</sup> Biogas enthält 5,5-7,5 kWh \*),  
entspricht ca. 0,55-0,75 Liter Heizöl

\*) abhängig vom Methangehalt

## benötigte Infrastruktur

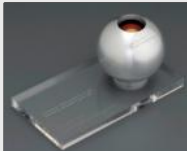
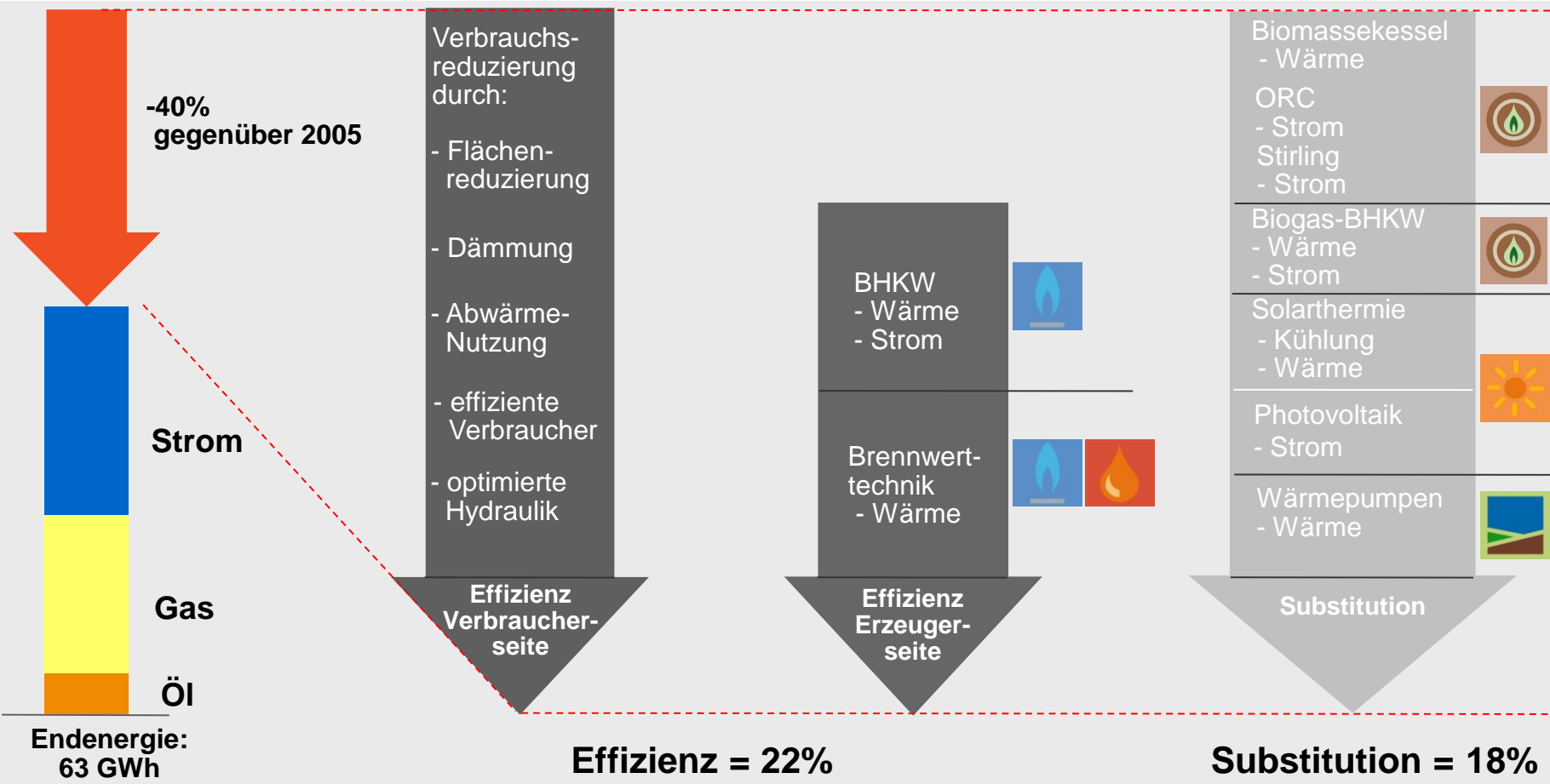
- Platzbedarf für Substratlager/Fermenter/Gärrestlager
- Flächenbedarf für den Anbau von NawaRo
- Anlagenbetrieb mit Fachpersonal



# Das Projekt Effizienz **Plus**

# Das Projekt Effizienz Plus

Umsetzung der Doppelstrategie am Standort Allendorf spart 40% fossile Energie



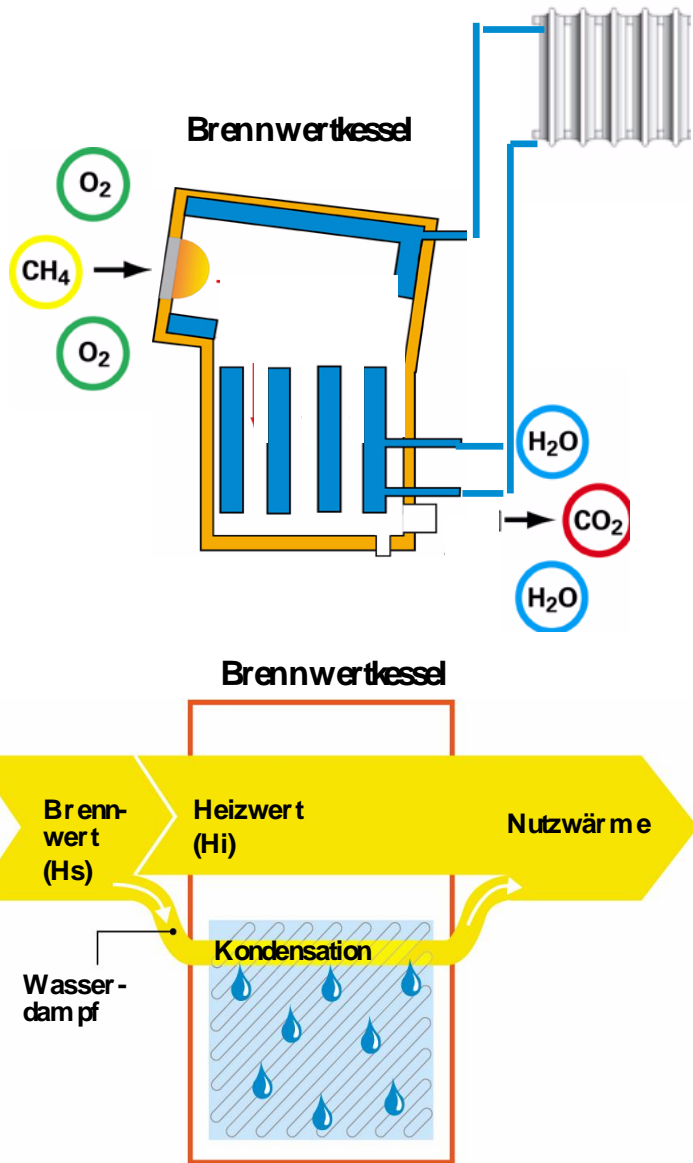
Die Viessmann Werke wurden mit dem Deutschen Nachhaltigkeitspreis in der Rubrik „Deutschlands nachhaltigste Produktion 2009“ ausgezeichnet, sowie dem “Energy Efficiency Award“ der Deutschen Energie Agentur



**Vielen Dank!**

# Anhang

# Einige Grundlagen...



## Prinzip

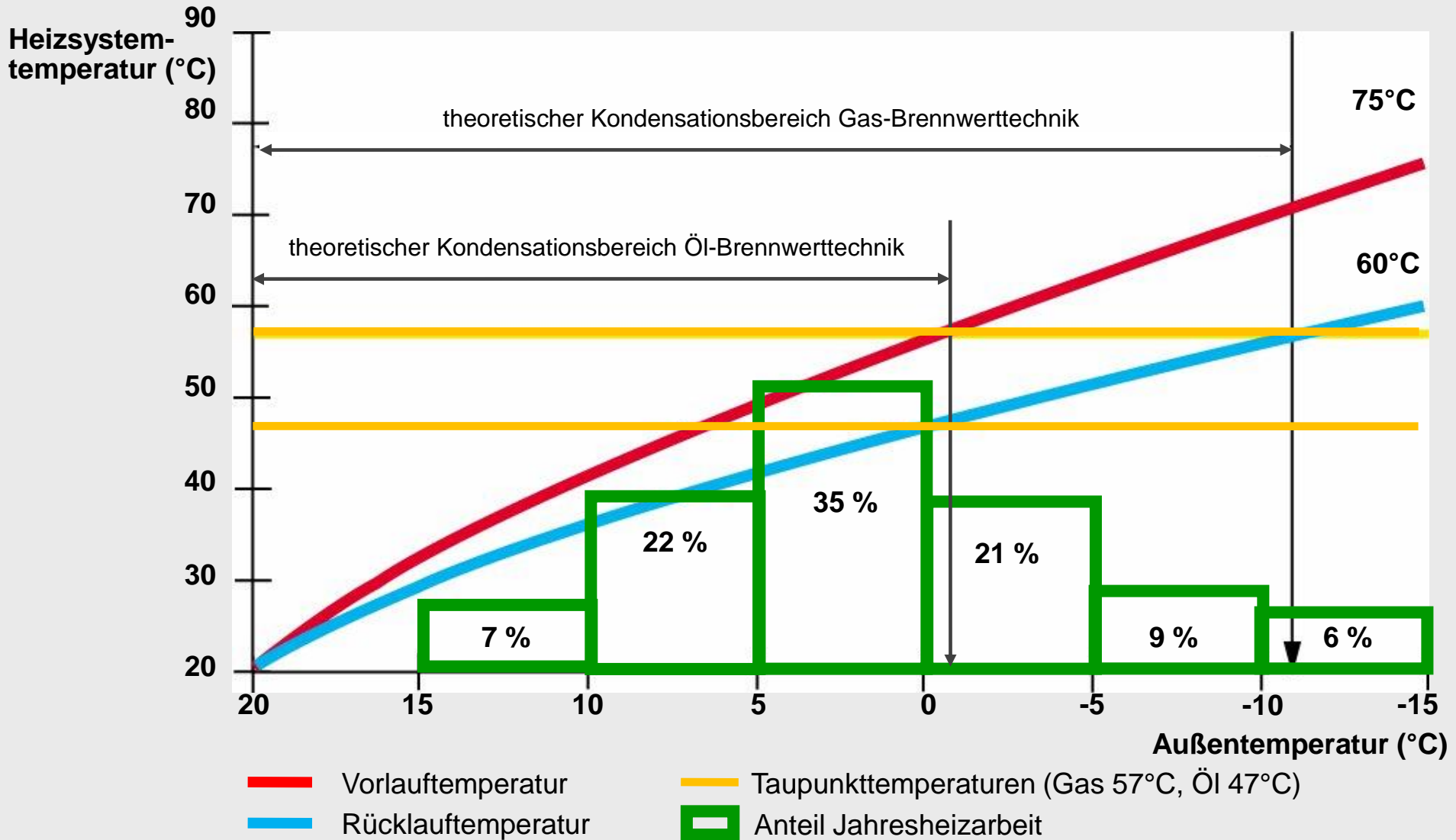
Der bei der Verbrennung entstehende Wasserdampf wird im Brennwertkessel unter die Taupunkttemperatur von  $57/47^\circ \text{C}$  abgekühlt. Die dabei freiwerdende Wärme steht dem Heizsystem zusätzlich nutzbar zur Verfügung.

## Zusätzlicher Wärmegewinn gegenüber konventioneller Heizwerttechnik

- Gas Praxiswert ca. 9 - 12 %
- Öl Praxiswert ca. 6 - 8 %

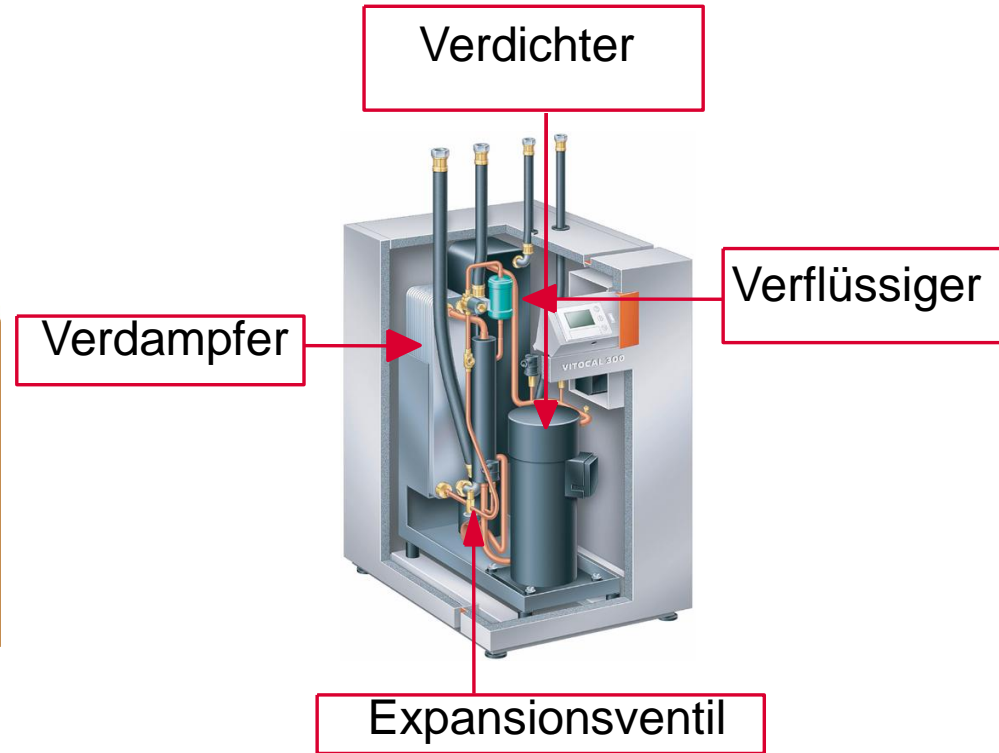
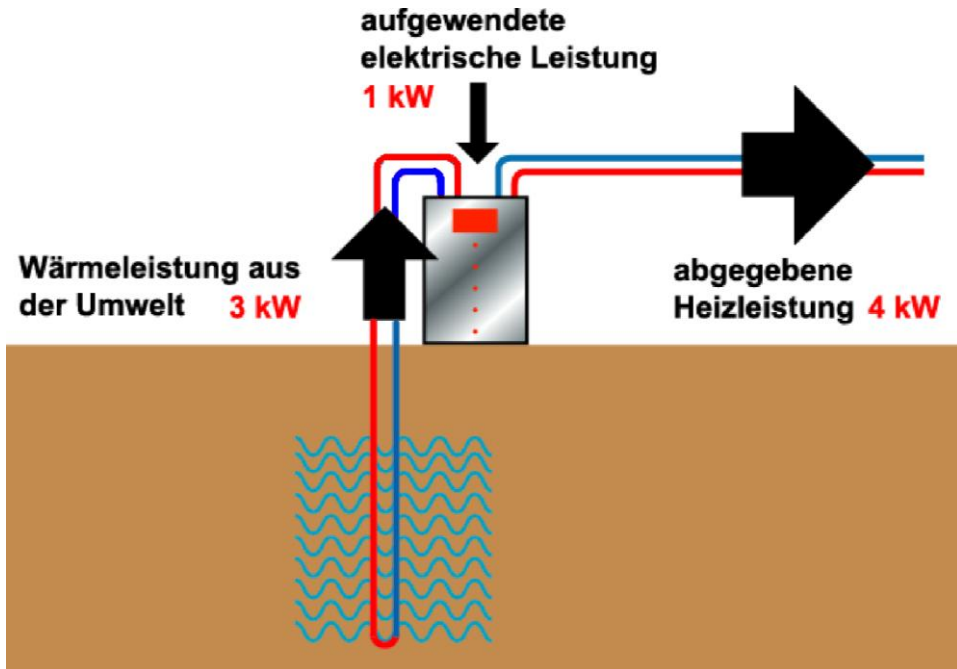
# Brennwerttechnik in der Modernisierung

Hoher Kondensationsanteil auch bei Einsatz von Radiatoren durch Einsatz witterungsgeführter Regelung und hydraulischem Abgleich

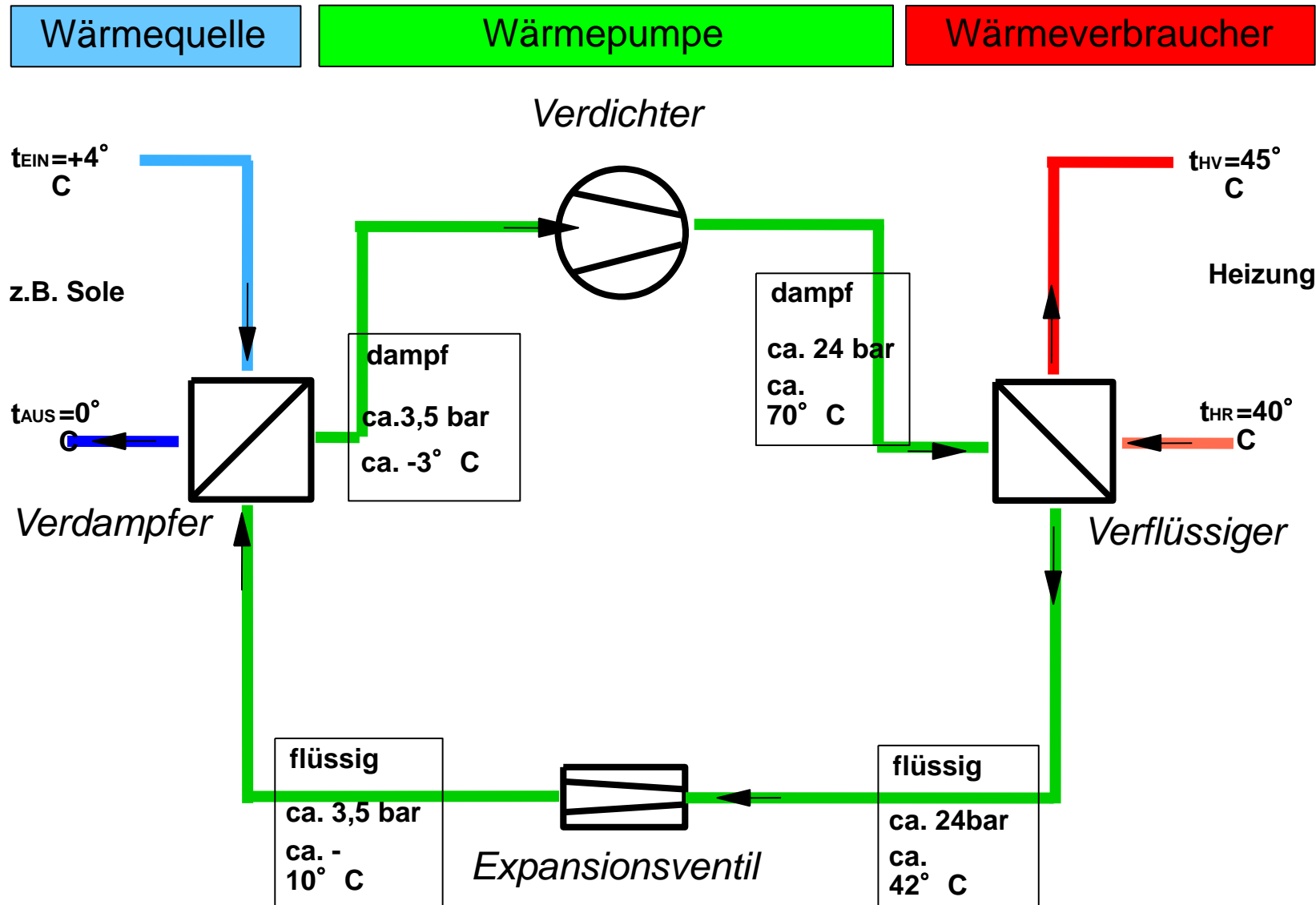


# Funktionsprinzip Wärmepumpe

## Vier wichtige Bauteile



# Funktionsprinzip Wärmepumpe



# Wärmequellen im größeren Leistungsbereich

Relevante Wärmequellen: Sole vor Wasser und Luft, Abwärme und Abwasser



## ▪ Wärmequelle Grundwasser

- Effizienteste Wärmequelle (COP 5,7)
- hoher Anspruch: Verfügbarkeit und Ausführung

## ▪ Wärmequelle Luft

- Effizienz bei COP 3.5, geringer Aufwand,
- Geräusche! >>> splitten "Keller/Dach"

## ▪ Wärmequelle Erdreich

- Effizienz bei COP 4,7, sicher. Erschließungskosten linear zur Anlagengröße
- Ideal bei gleichzeitigem Kühlbedarf (natural-cooling über Betonkernaktivierung)

## ▪ Umsetzung Solequellen-Erschließung

- ab ca. 30 kW ingenieurmäßige Berechnung
- Einsatz von "Response-Test" .

# Einsatz von Groß- u. Spezialwärmepumpen sowie Kaltwassermaschinen

## Ausführungsbeispiele



Freibad Genf  
Wärmequelle: Genfer See



“Oberschule Heerbrugg“  
Wärmequelle: Sonden  
Kälte-/Heizleistung: 95/130kW  
Kältemittel R134 A



Wohngebäude „Dennlerstrasse“  
Wärmequelle: Sonden  
Kälte-/Heizleistung: 205/291kW  
Kältemittel 407C



Kaltwasseranlage “Roche“  
Kälte-/Heizleistung: 35/43kW  
Kältemittel Propan

Wohnanlage Köln  
Kälte-/Heizleistung: 18/74kW  
Gas-Brennwertkessel 105kW

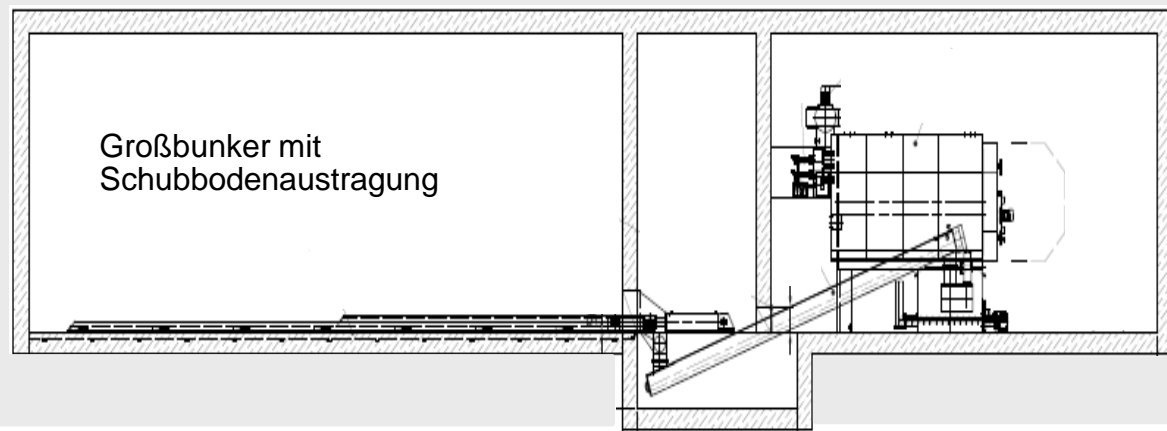


# Biomasse im größeren Leistungsbereich

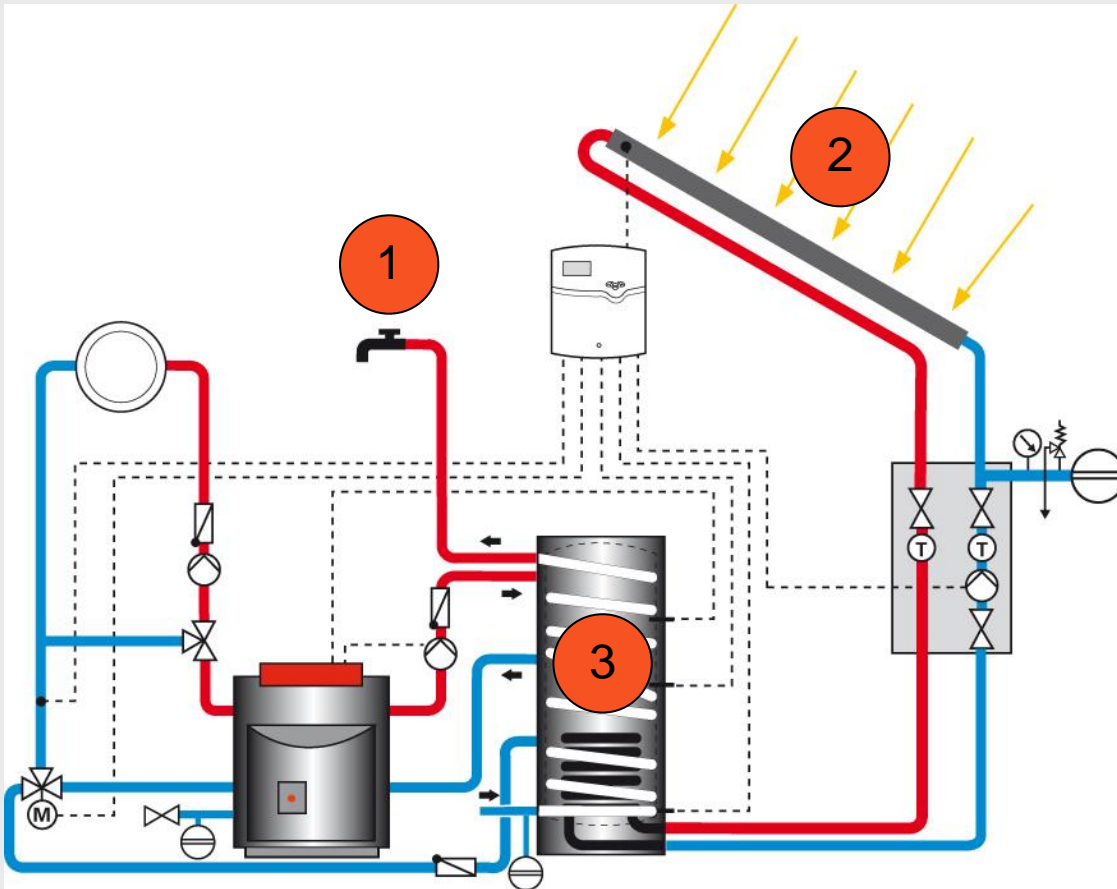
## Hinweise zur Umsetzung



Checkliste	Pellets	Hackschnitzel
Brennstoffwahl / Leistung		
Brennstoff ganzjährig lieferbar	✓	vor Ort prüfen
Brennstoffqualität	DIN-Plus	Angabe "W" und "G"-Werte
Anlieferung per LKW möglich?	vor Ort prüfen	vor Ort prüfen
Puffervolumen vorsehen	10-30l/kW	10-30l/kW
Geräusche	✓	vor Ort prüfen
Auswahl Wärmeerzeuger	✓ (häufig monovalent)	✓ (häufig bivalent)
Bedienkomfort	✓	✓ ("Hausmeister")



# Einige Grundlagen...



## Prinzip:

Die Sonnenstrahlung trifft in Flach- oder Röhrenkollektoren auf eine selektiv wirkende Absorberschicht und wird dabei in Wärme umgewandelt. Ein Wärmeträgermedium transportiert die gewonnene Wärme zu einem Wärmespeicher.

## Auslegung

Aus dem Warmwasserbedarf (1) und der Dachausrichtung/Neigung folgt die Kollektorgröße (2).

Bei solarer Heizungsunterstützung wird die ermittelte Fläche mit Faktor 2-2,5 multipliziert, hieraus folgt die Kombi-Pufferspeichergröße (3)

## Substitution fossiler durch erneuerbare Energien (Biogas)



- Verfahren: Trockenfermentation (BioFerm System)
- Substrat: Grünabfälle aus Landwirtschaft und Landschaftspflege (4.500 t /a)
- 1,5 Mio. KWh Wärmeenergie pro Jahr
- 1,2 Mio. KWh Strom pro Jahr
- Blockheizkraftwerk von ESS:  
Leistung von 190 KW<sub>elektrisch</sub> und 238 KW<sub>thermisch</sub>