



Nahwärmenetze und Heizwerke - Erfolgsfaktoren und Erfahrungen

**Fachtagung:
„Wärme aus Biomasse – Stand der
Technik und Perspektiven“**

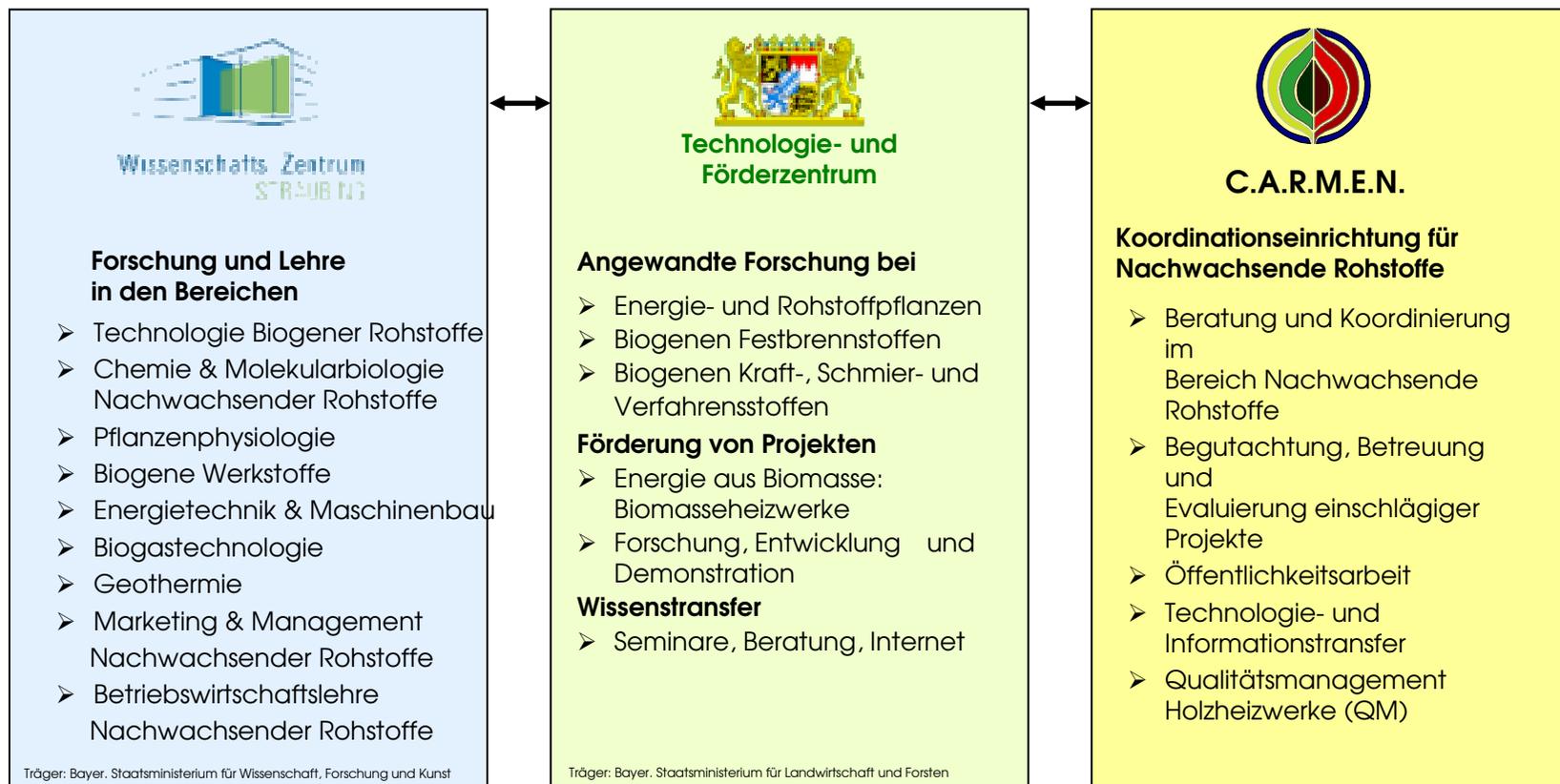
Dipl. Ing. Bernhard Pex (FH)



C.A.R.M.E.N.

KONARO

Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe



Schulungs- und Ausstellungszentrum für Nachwachsende Rohstoffe

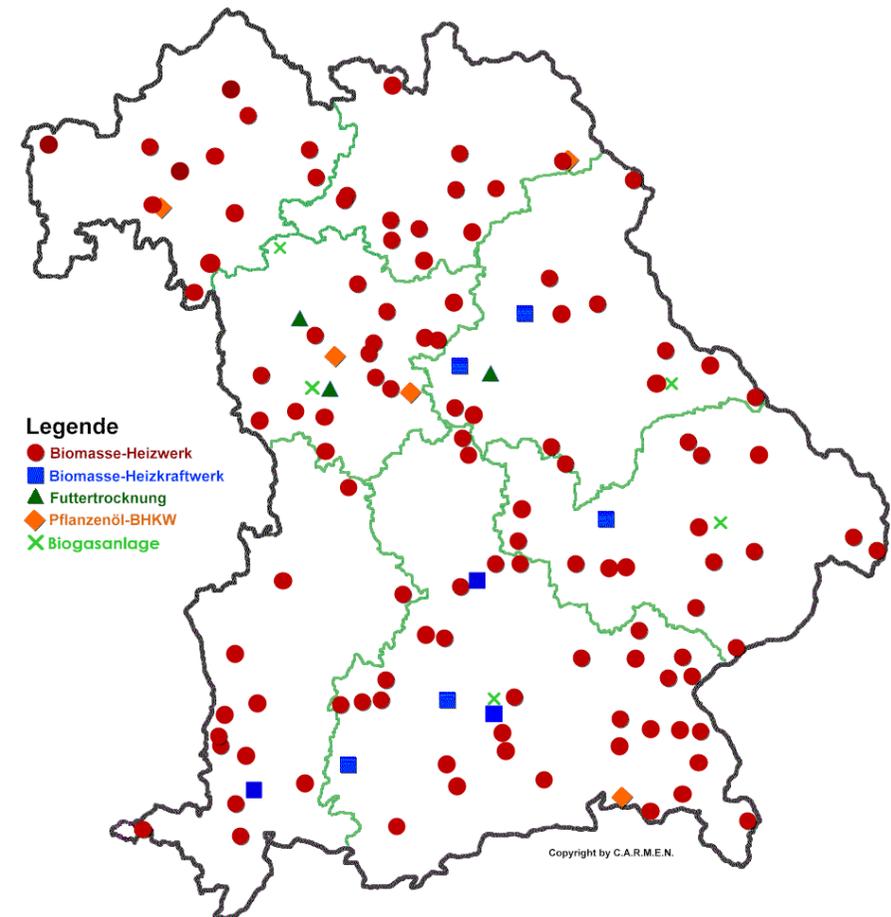


C.A.R.M.E.N. e.V.



Projekte

- Über 450 Biomasse-Heizwerke
200 kW bis 10 MW,
Futtertrocknungen bis 15 MW
- 9 Biomasse-Heizkraftwerke
40 kW_{el} bis 13 MW_{el}
- 7 Pflanzenöl-BHKWs
16 kW_{el} bis 190 kW_{el}
- 5 Biogasanlagen
15 kW_{el} bis 225 kW_{el}
- 2994 Kleinfeuerungen





Aktivitäten von C.A.R.M.E.N.



- Beratung
- Projektinitiierung
- Projektbegutachtung
- Projektmanagement
- Evaluierung
- Technologietransfer
- Fachvorträge
- Fachgespräche
- Fachpublikationen
- Marktstudien
- Entwicklung von Förderprogrammen





Energetische Verwertung



Biogene Kraftstoffe

- Bio-Ethanol
- Biodiesel
- Biomass to Liquid (BtL)
- Pflanzenöl-BHKW's
- Umesterungsanlagen





Energetische Verwertung



Biogas

- Stellungnahmen
- Gutachten
- Beratungen
- Betreiberstammtisch





Gliederung



Datengrundlage

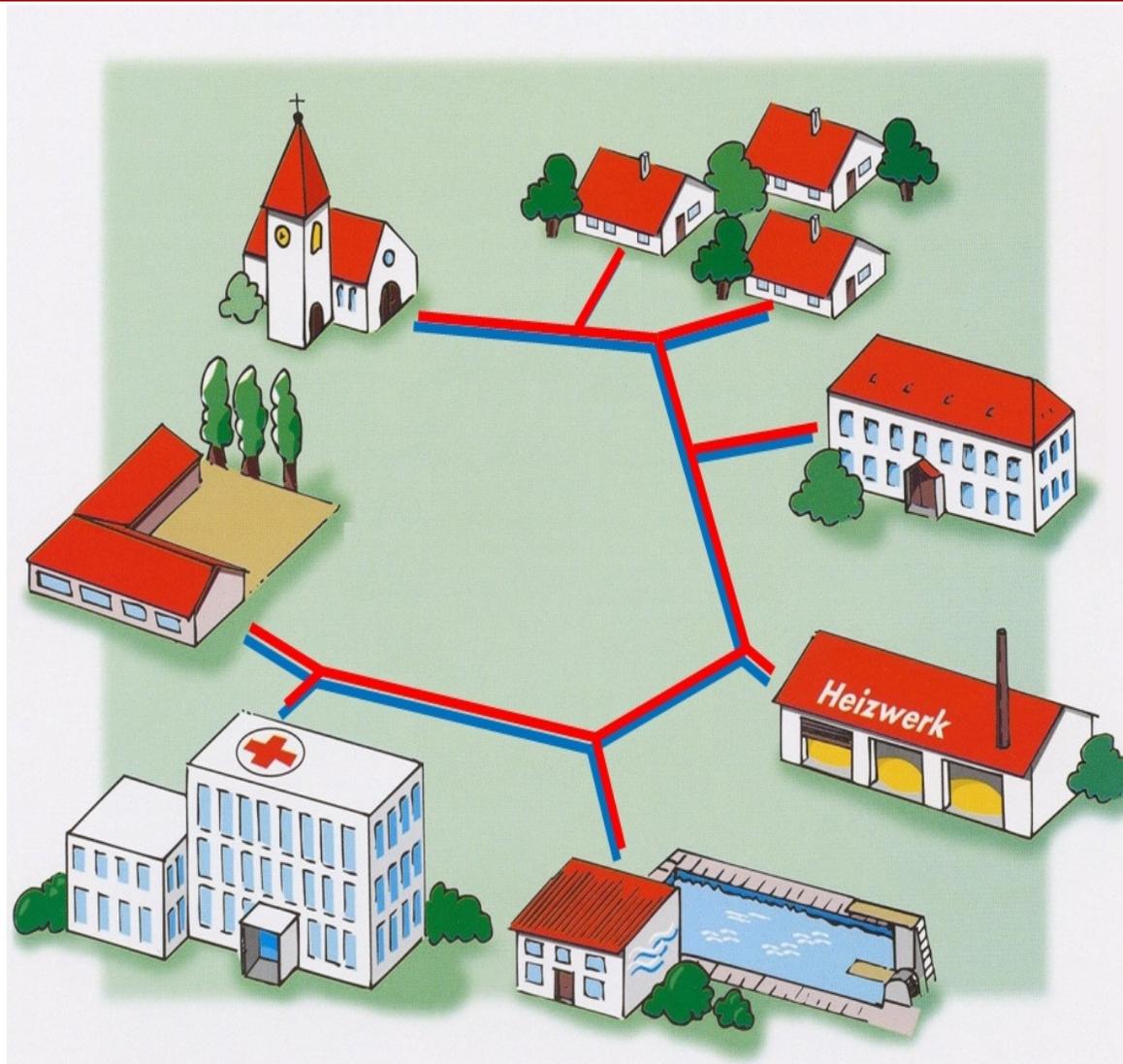
- **Wärmebedarfsermittlung**
 - **bedarfsgebundene – verbrauchsgebundene Ermittlung**
 - **Jahresdauerlinie**
 - **Lageplan/Wärmenetz**

WDesign

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung als Entscheidungshilfe



Datengrundlage / Wie viel Wärme für was?



Wärmebedarfsermittlung

Bedarfsgebundene Ermittlung DIN 4701-10

Über die Hüllflächen des Gebäudes und den Luftaustausch wird ermittelt, wie hoch die Heizlast bei -16°C Außentemperatur ist.

Verbrauchsgebundene Ermittlung

Über den durchschnittlichen Brennstoffbezug, Leistung und Alter der bestehenden Heizungsanlage wird der Wärmebedarf ermittelt.

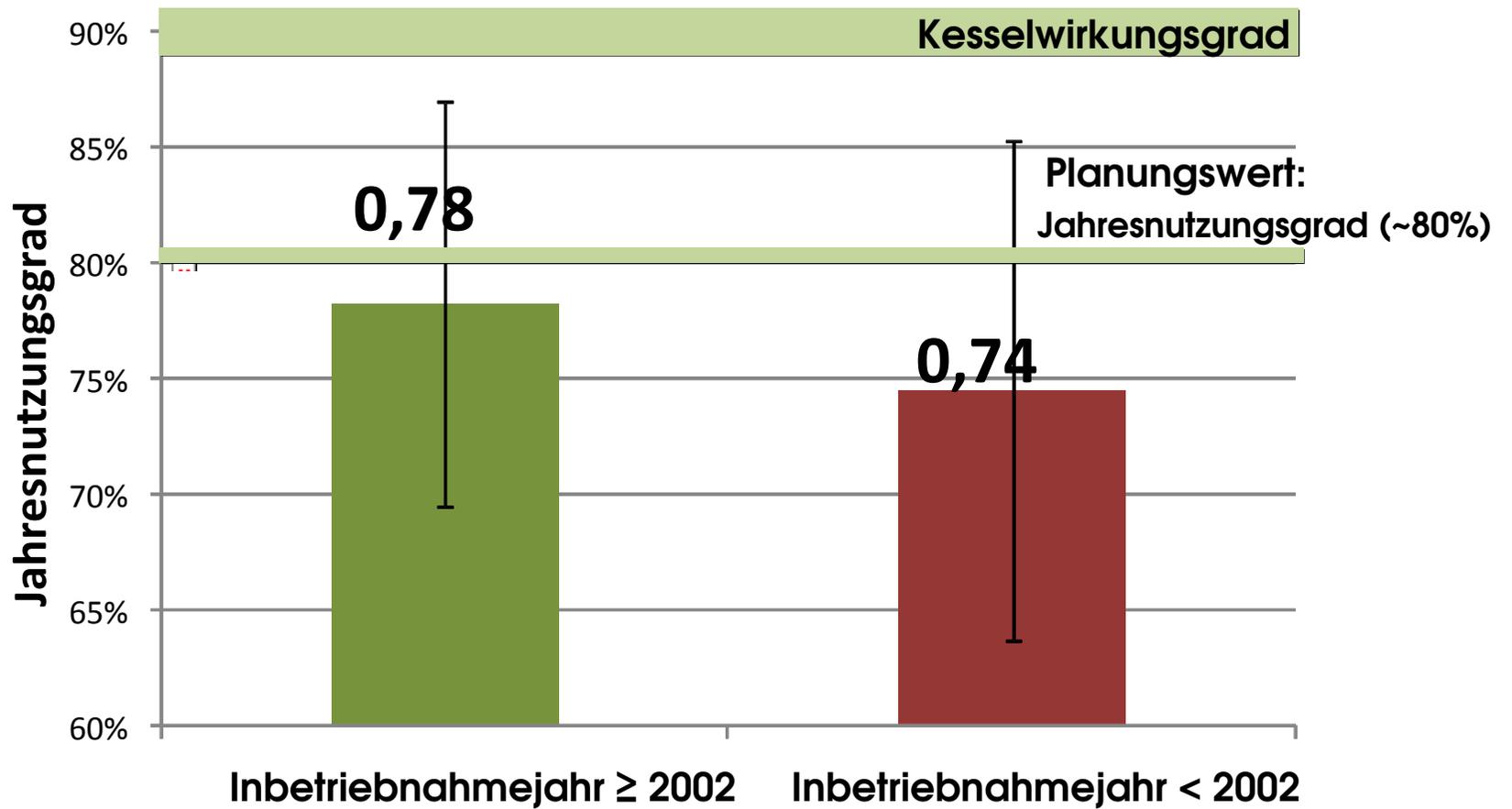
(Nutzungsgrad und Wirkungsgrad nächste Folie)

- genaue Daten erleichtern die Weiterarbeit
- Art der Gebäude
- vorhandene Kessel
- Temperaturen





Wirkungsgrad und Jahresnutzungsgrad





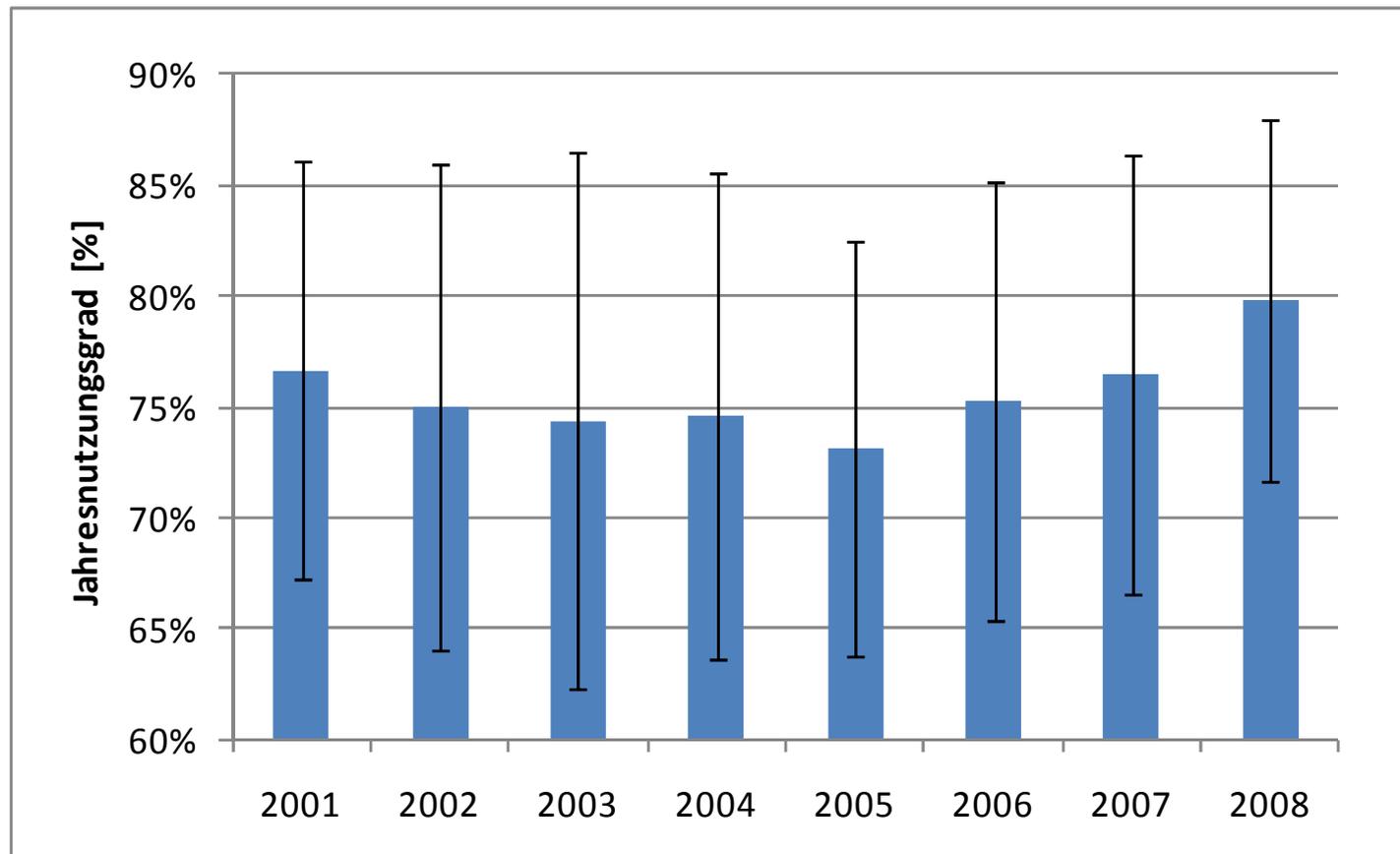
Nahwärmenetze und Heizwerke

Effizienz der Wärmebereitstellung

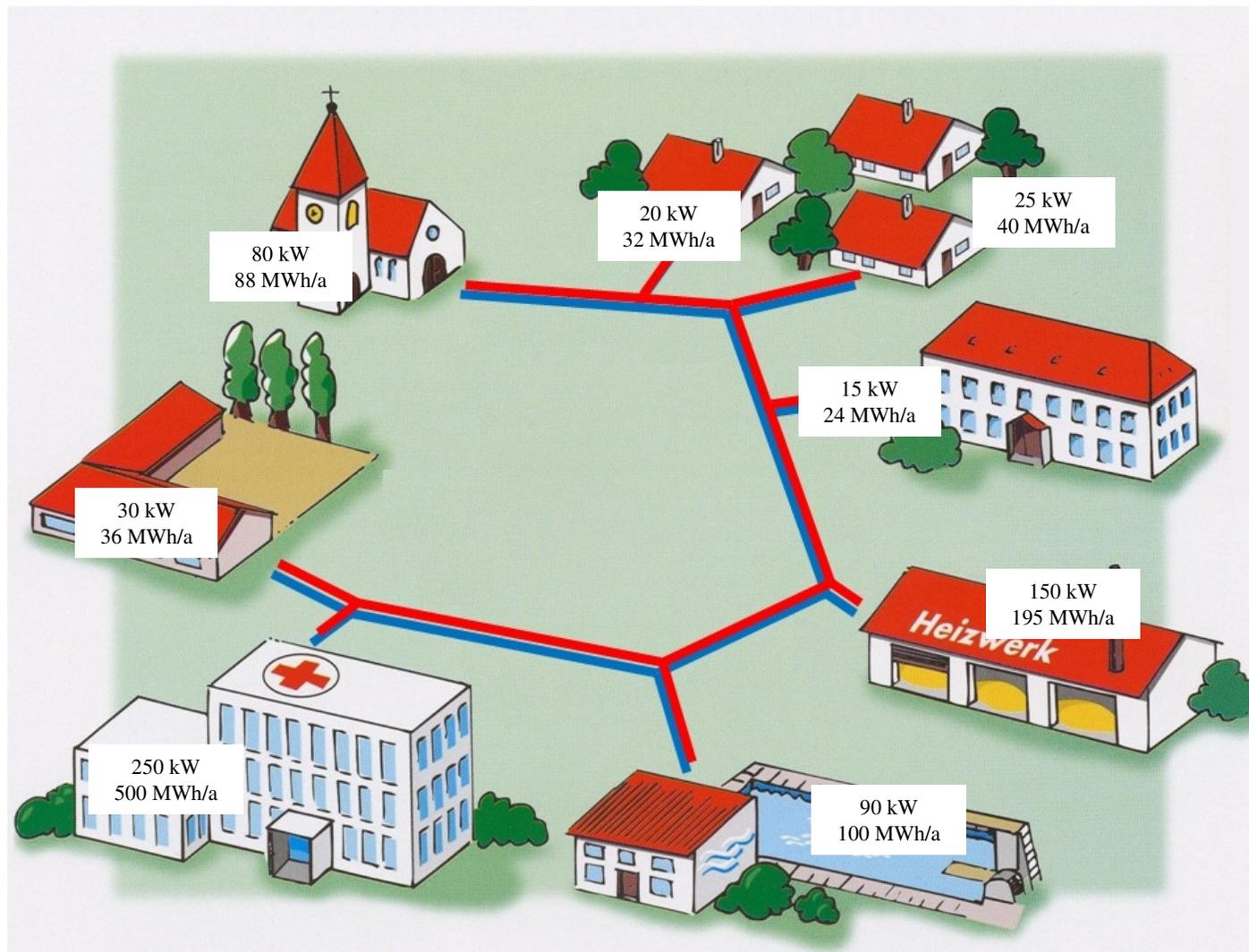


Jahres-Nutzungsgrad des Holzheizkessels [%]

bei Biomasseheizwerken in Bayern



Datengrundlagen Wärmebedarf





Gliederung



Datengrundlage

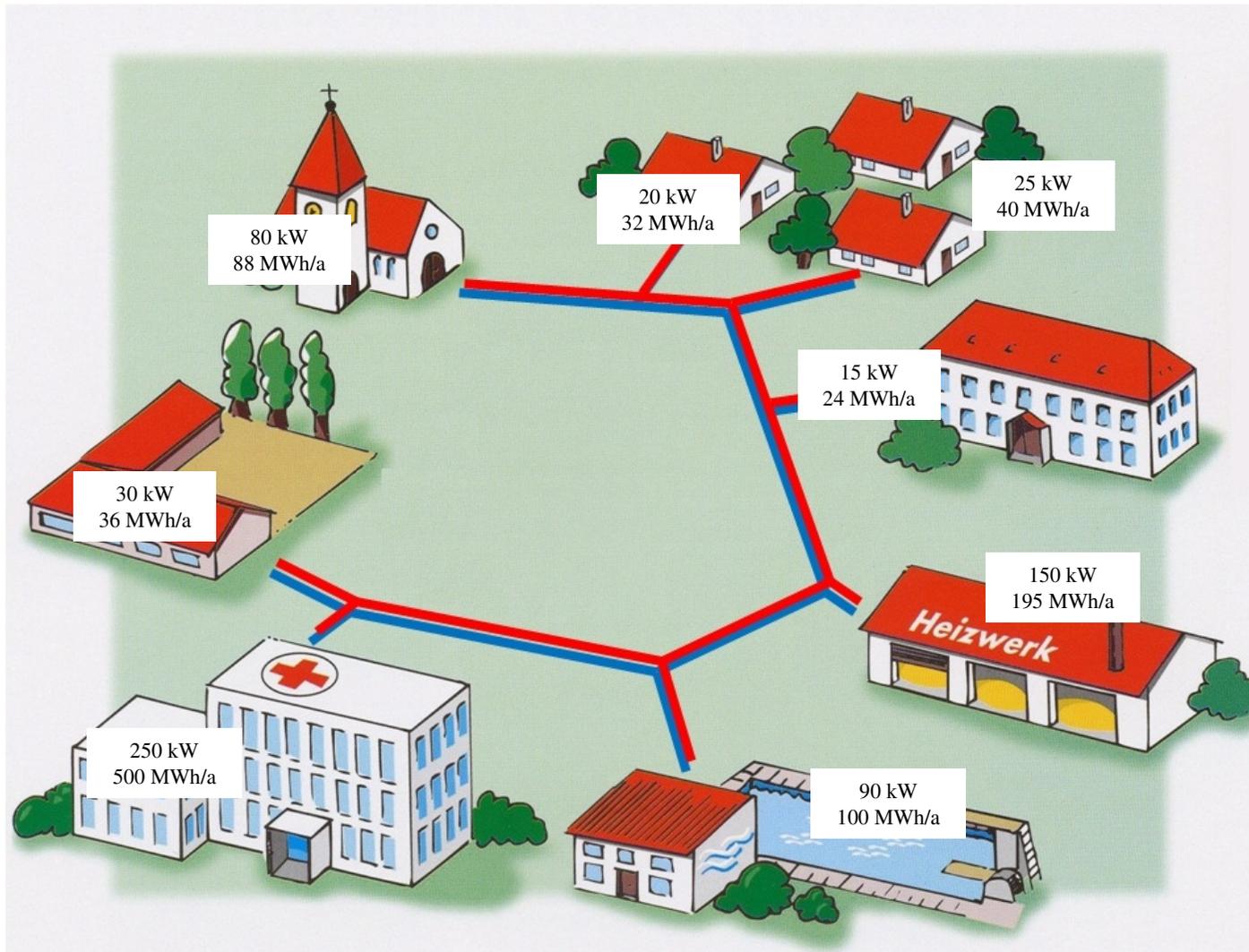
- Wärmebedarfsermittlung
 - bedarfsgebundene – verbrauchsgebundene Ermittlung
 - **Jahresdauerlinie**
 - Lageplan/Wärmenetz

WDesign

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung als Entscheidungshilfe

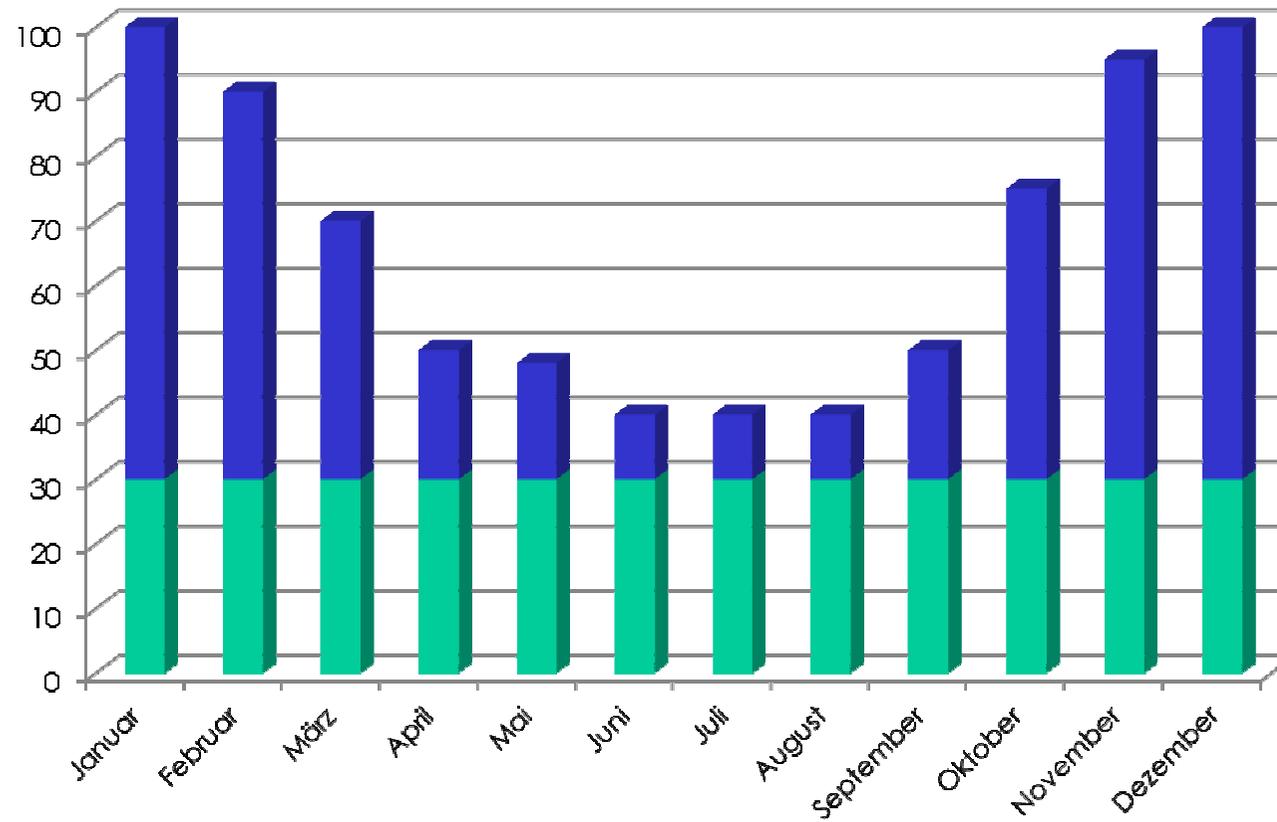


Erfolgsfaktoren Nahwärmenetz Wärmebelegungsichte



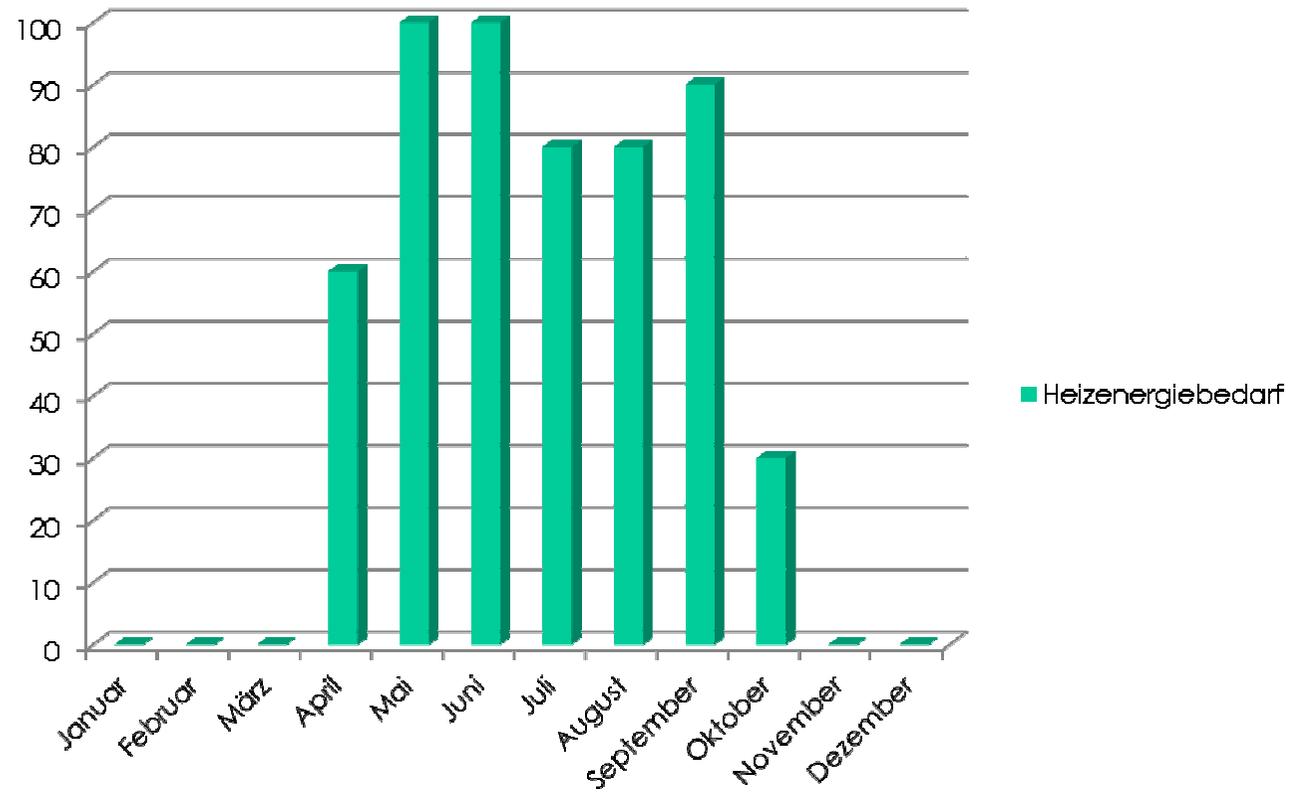


Gasthaus



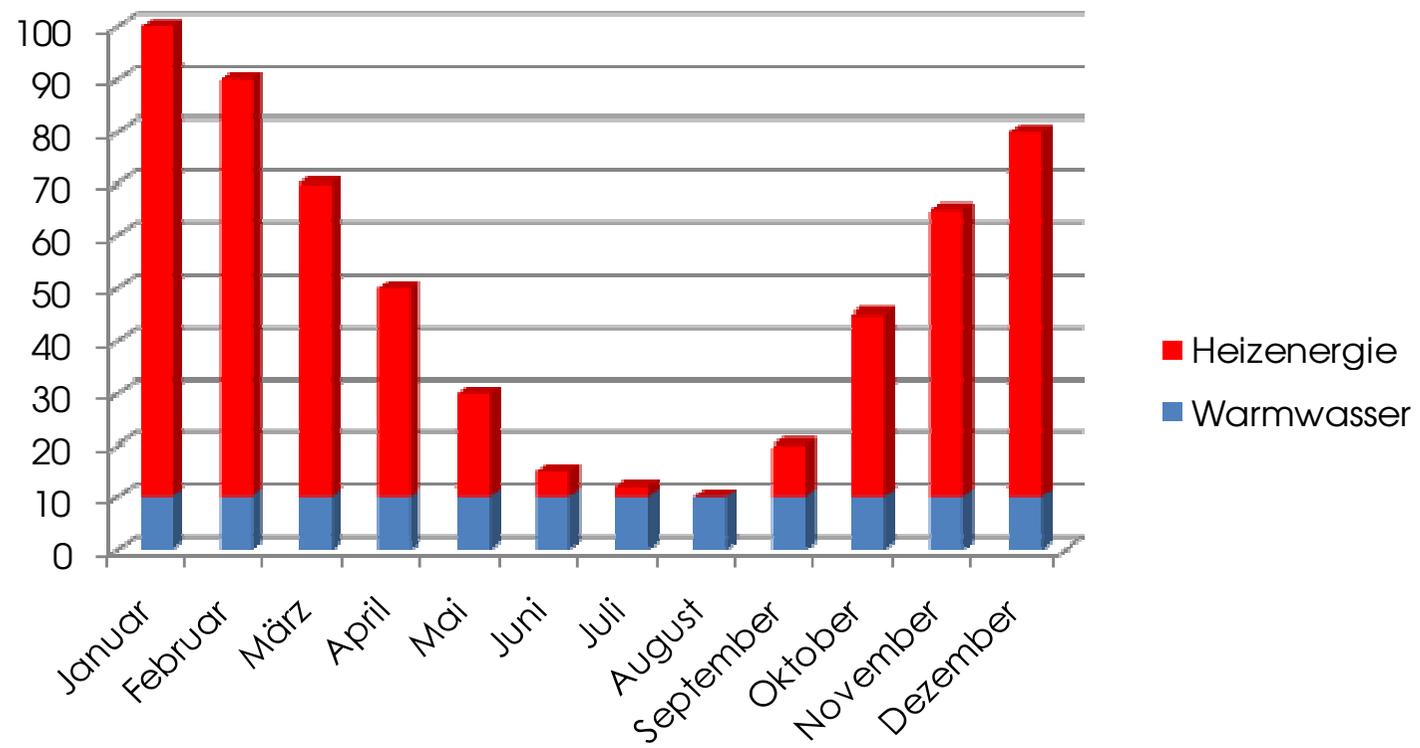


Freibad



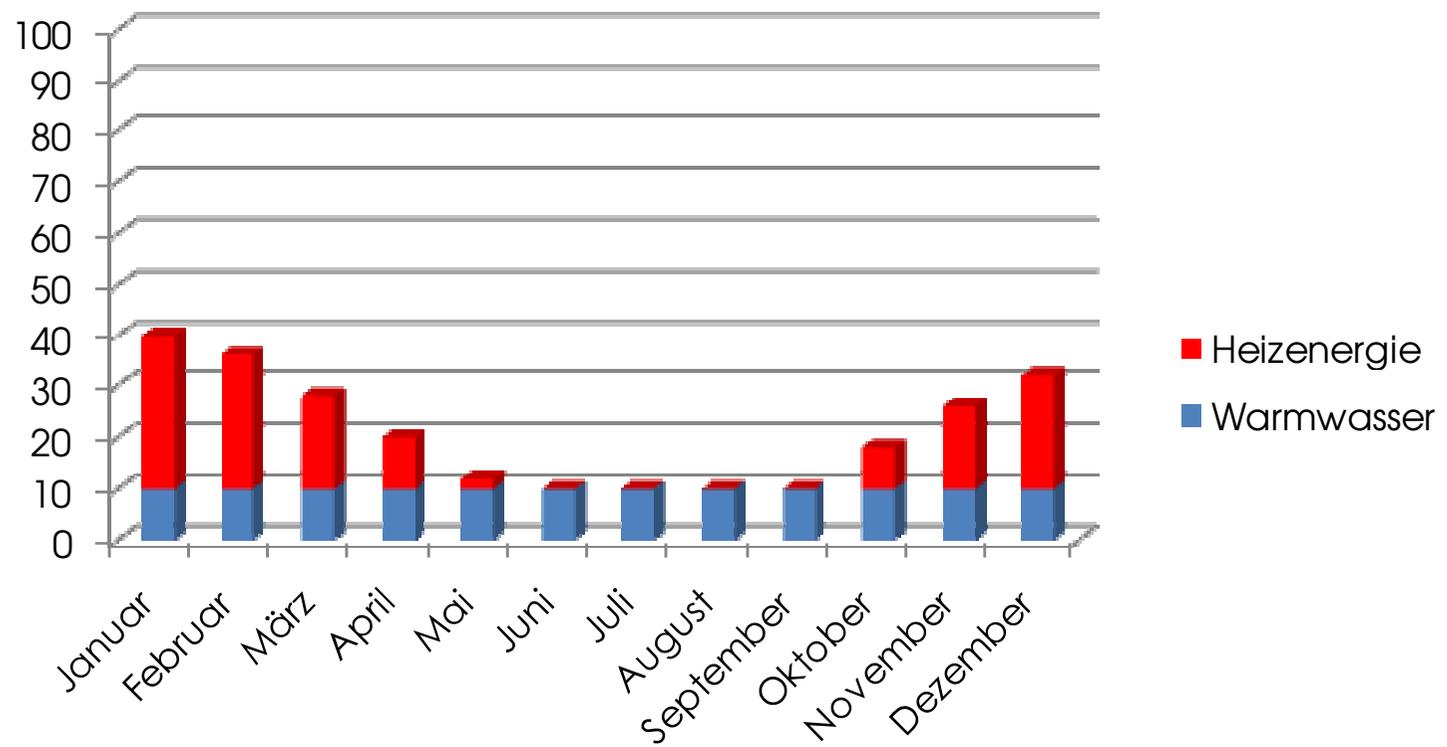


Altbau / Kirche



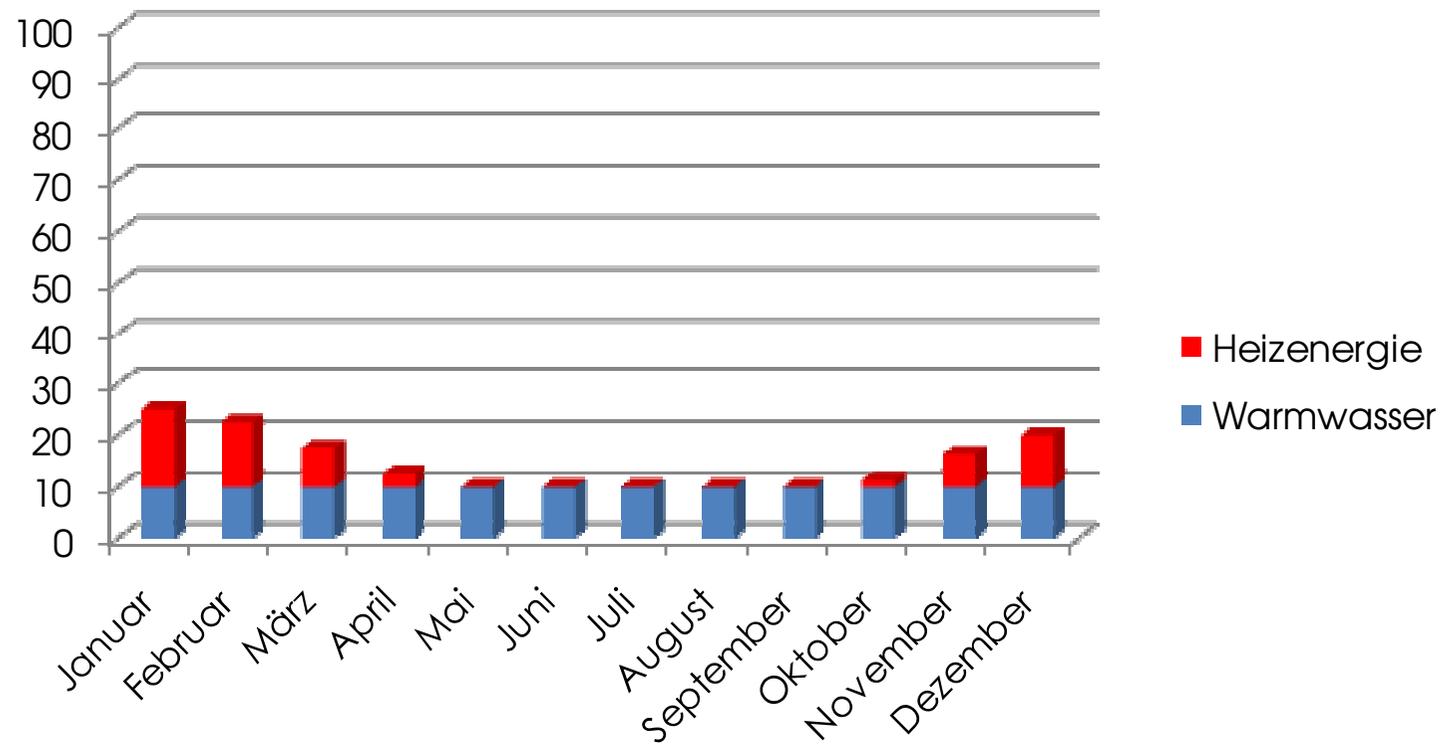


EnEV

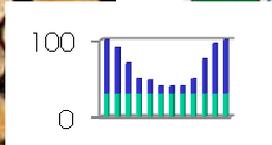
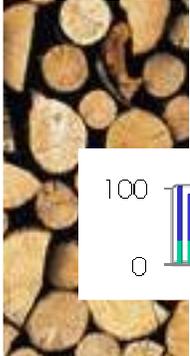
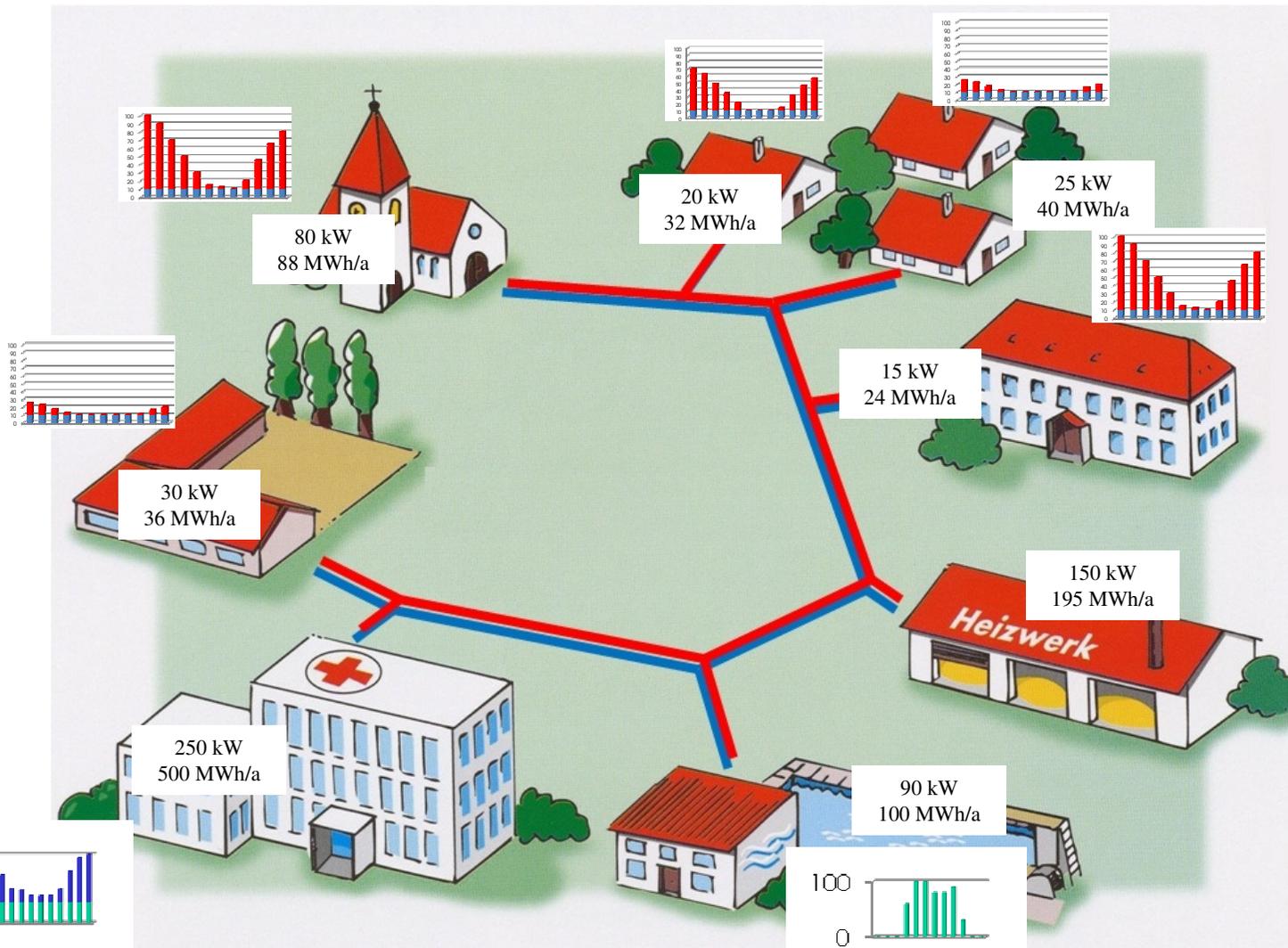




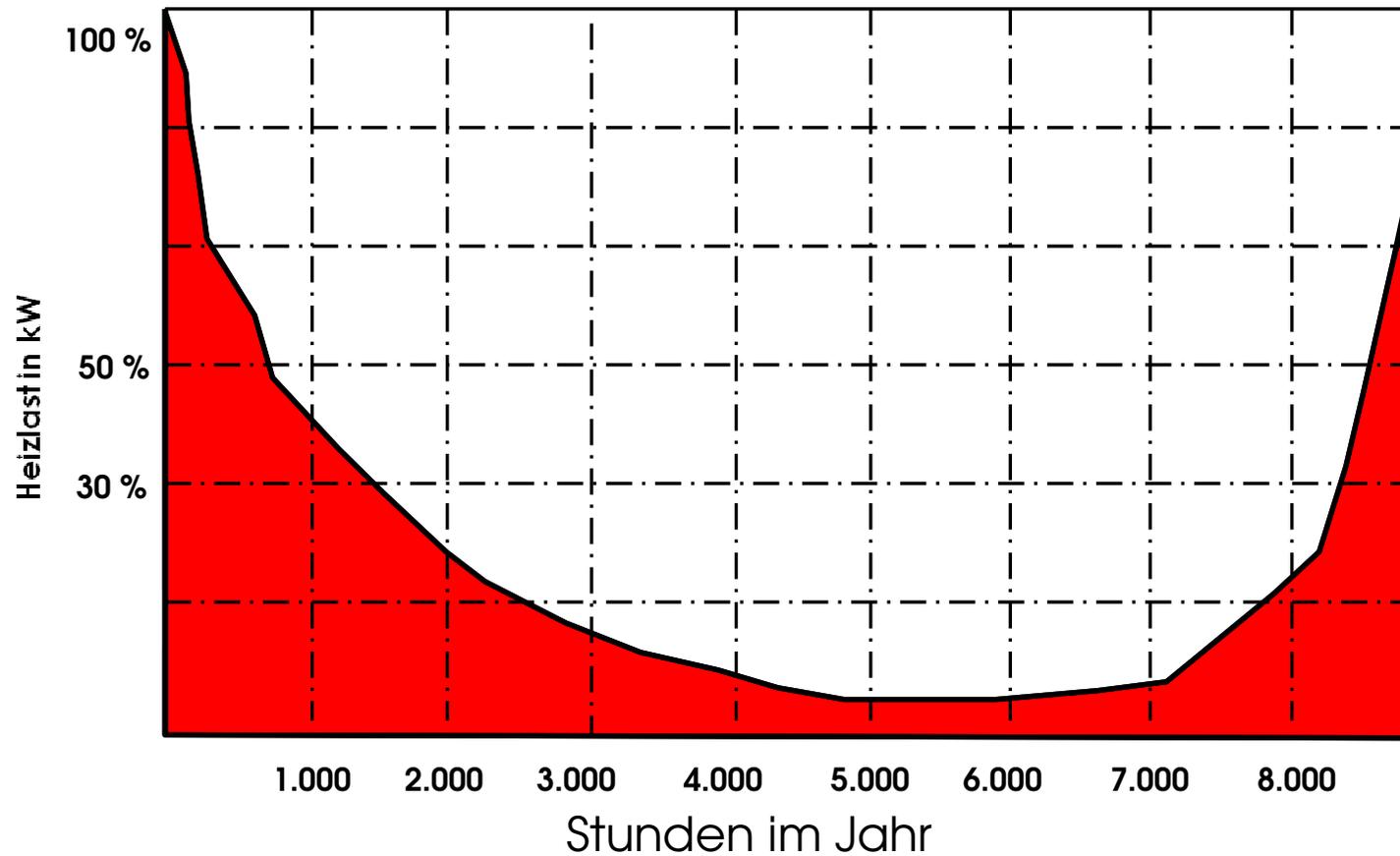
EnEV – 15% (KfW 40; Passivhaus)



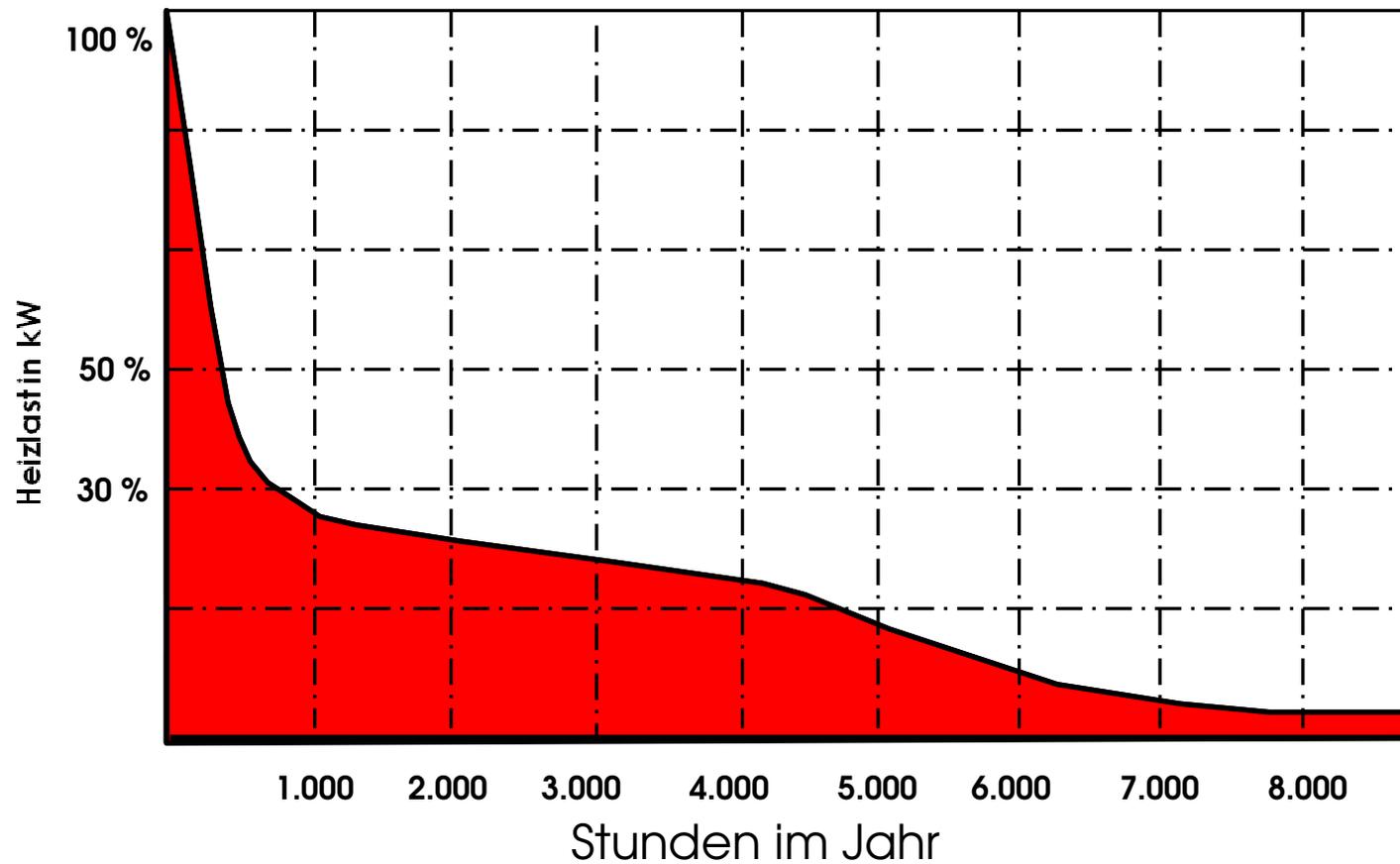
Datengrundlagen Wärmebedarf



Datengrundlagen Jahresdauerlinie



Datengrundlagen Jahresdauerlinie



Holzverbrennung

Die Verbrennung von Holz läuft in 3 Phasen ab:

1. Phase „Trocknung“ (bis 150°C)

- Das im Holz gebundene Wasser wird verdampft.
- Wärme wird verbraucht.

2. Phase „Pyrolyse“ (150 bis 600°C)

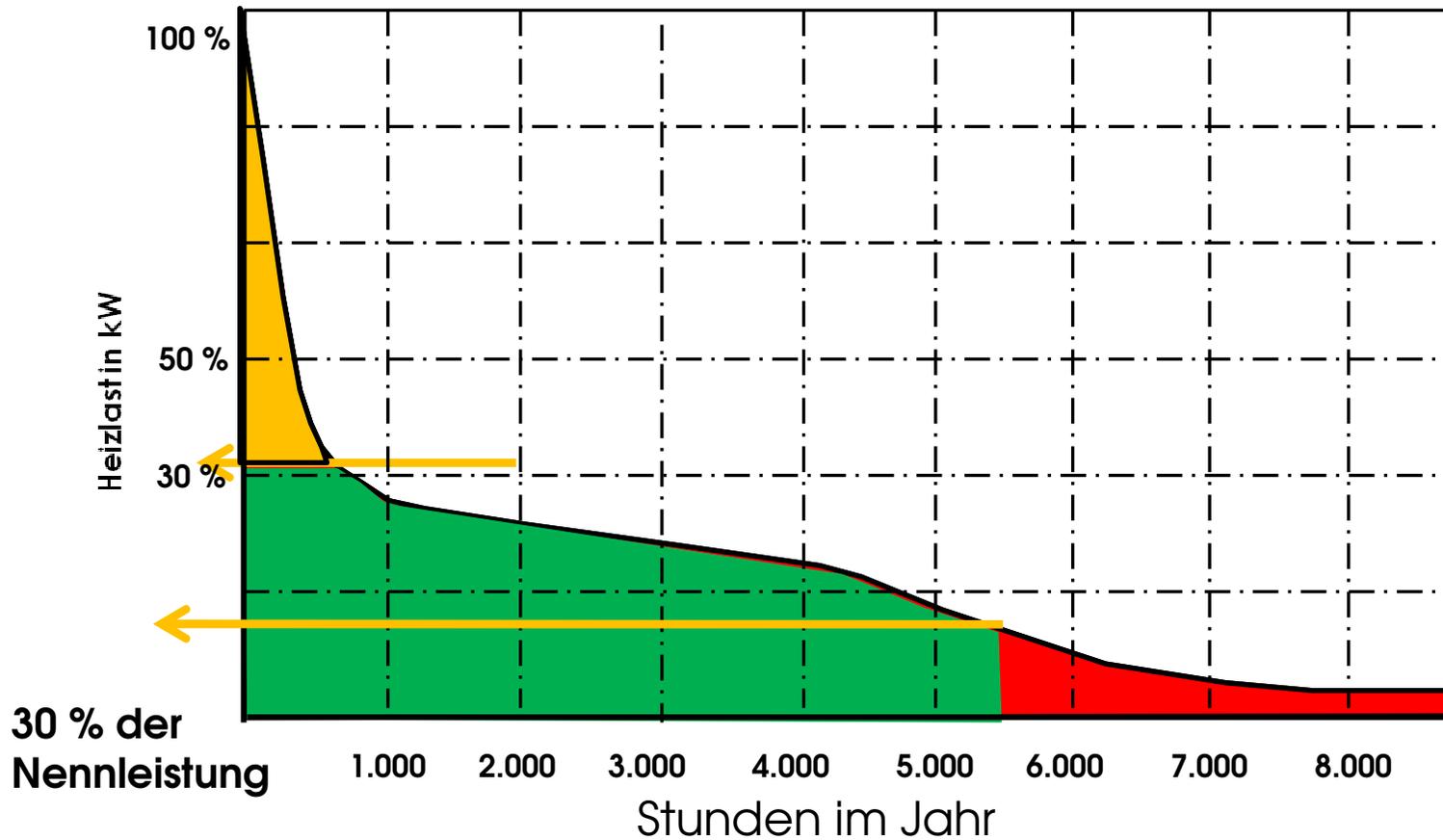
- Die brennbaren Holzbestandteile (ca. 85 %) werden freigesetzt.
- Übrig bleibt Holzkohle (ca. 14 %).
- Wärme wird *verbraucht*.

3. Phase „Oxidation“ (400 bis 1.300°C)

- Die freigesetzten Gase werden verbrannt (Sauerstoffzufuhr).
- Die Holzkohle wird verbrannt (Sauerstoffzufuhr).
- Wärme wird *freigesetzt*.
- Asche bleibt übrig (ca. 1%).

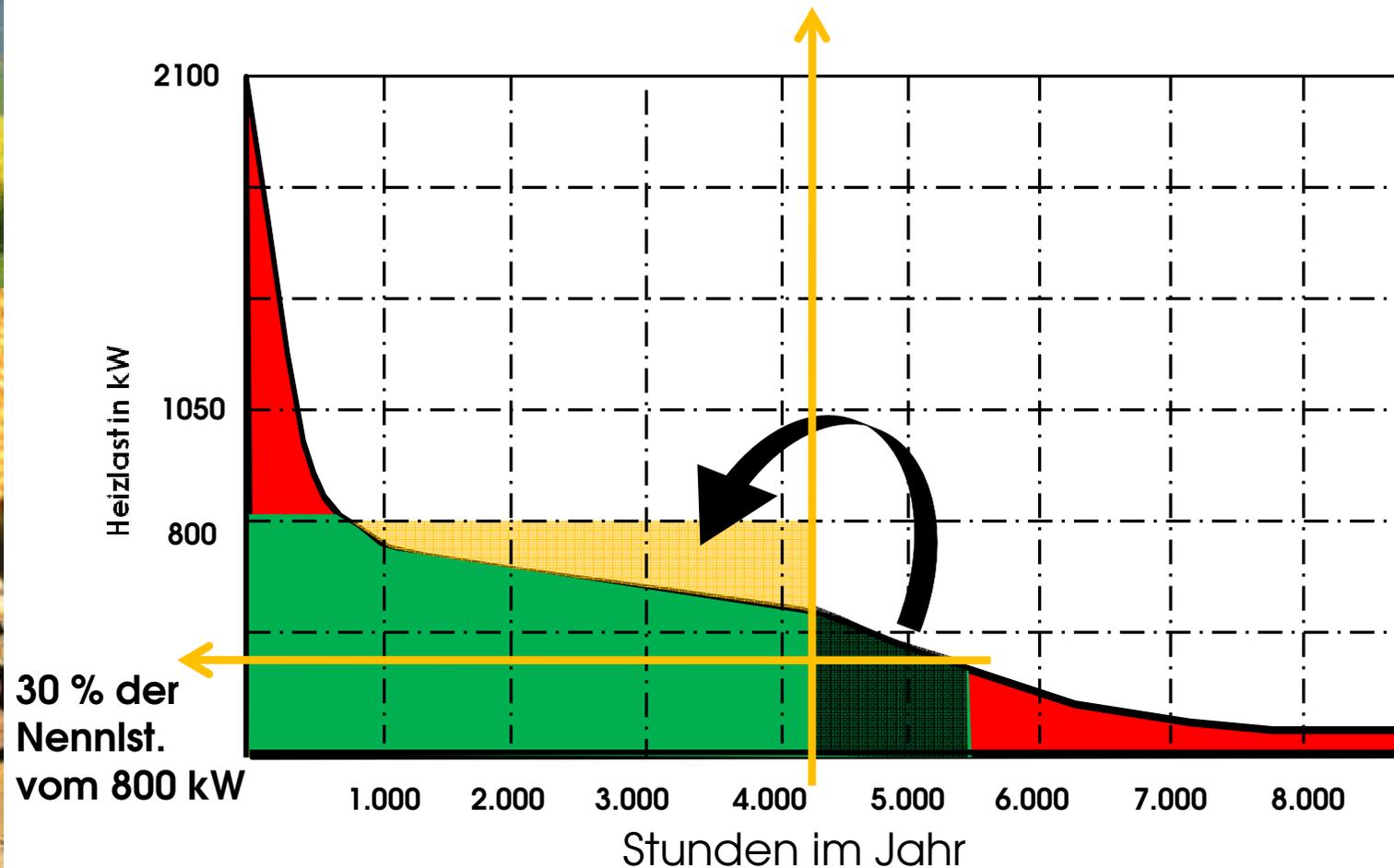


Jahresdauerlinie

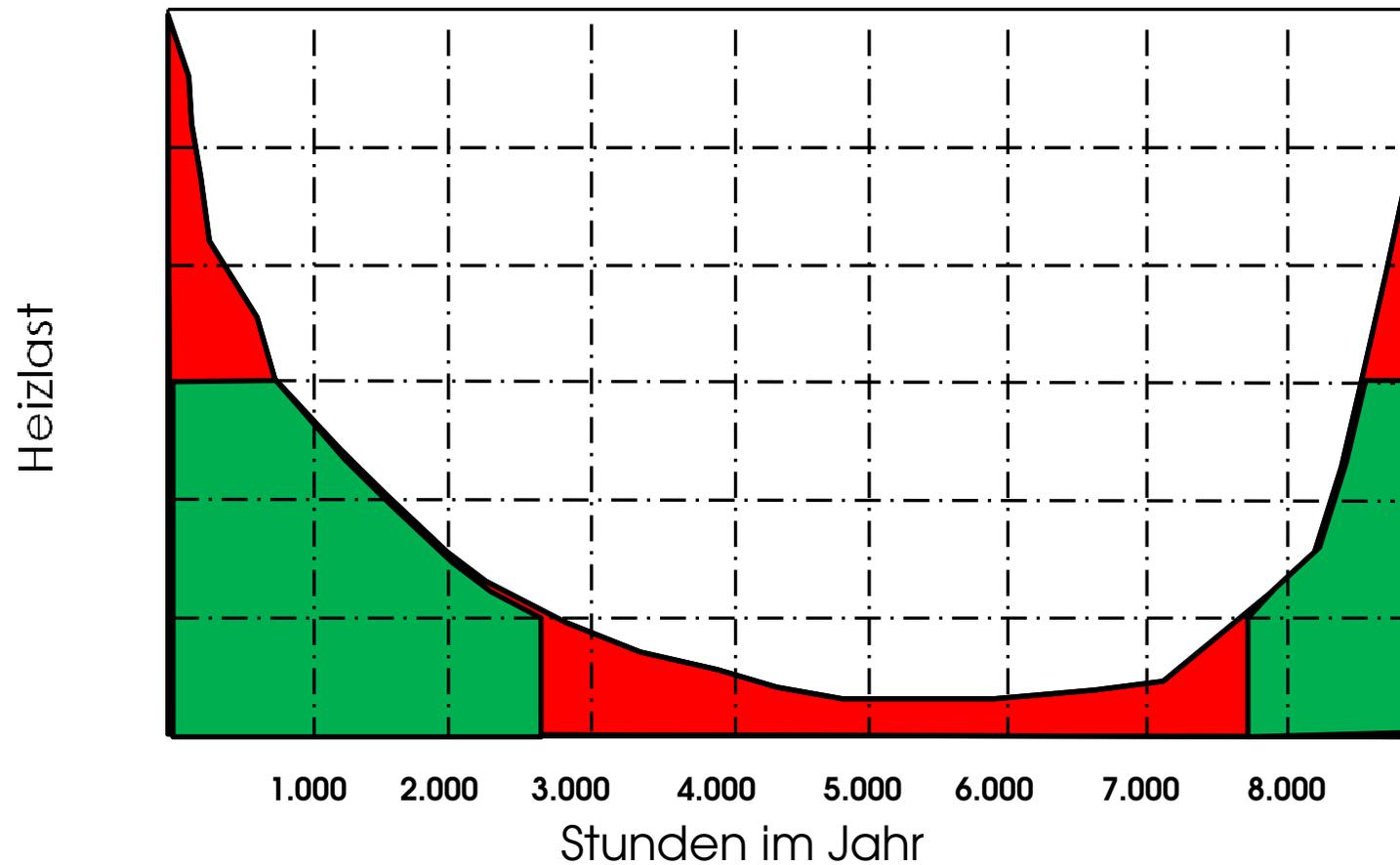


Datengrundlagen Jahresdauerlinie

→ ca. 4.200 Vbh/a
mit einem 800 kW BM Kessel



Jahresdauerlinie



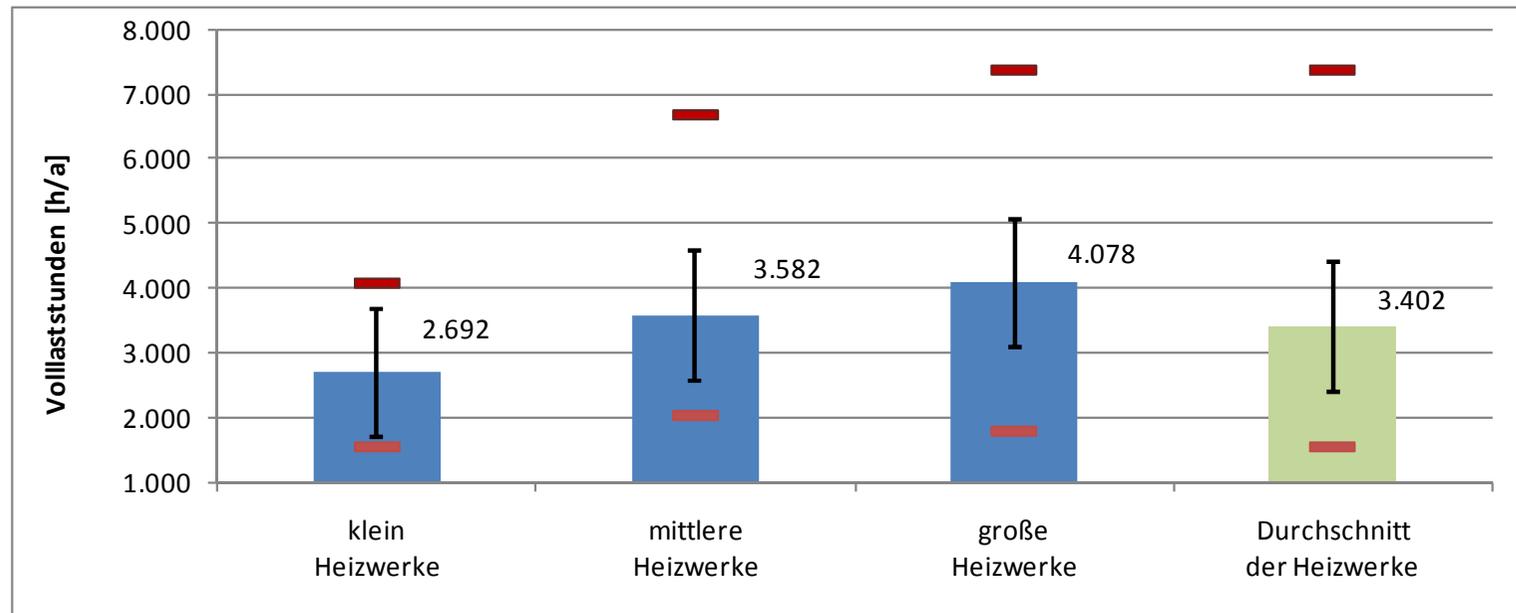


Nahwärmenetze und Heizwerke

Auslastung der Biomasseanlage



Auslastung des Holzheizkessels

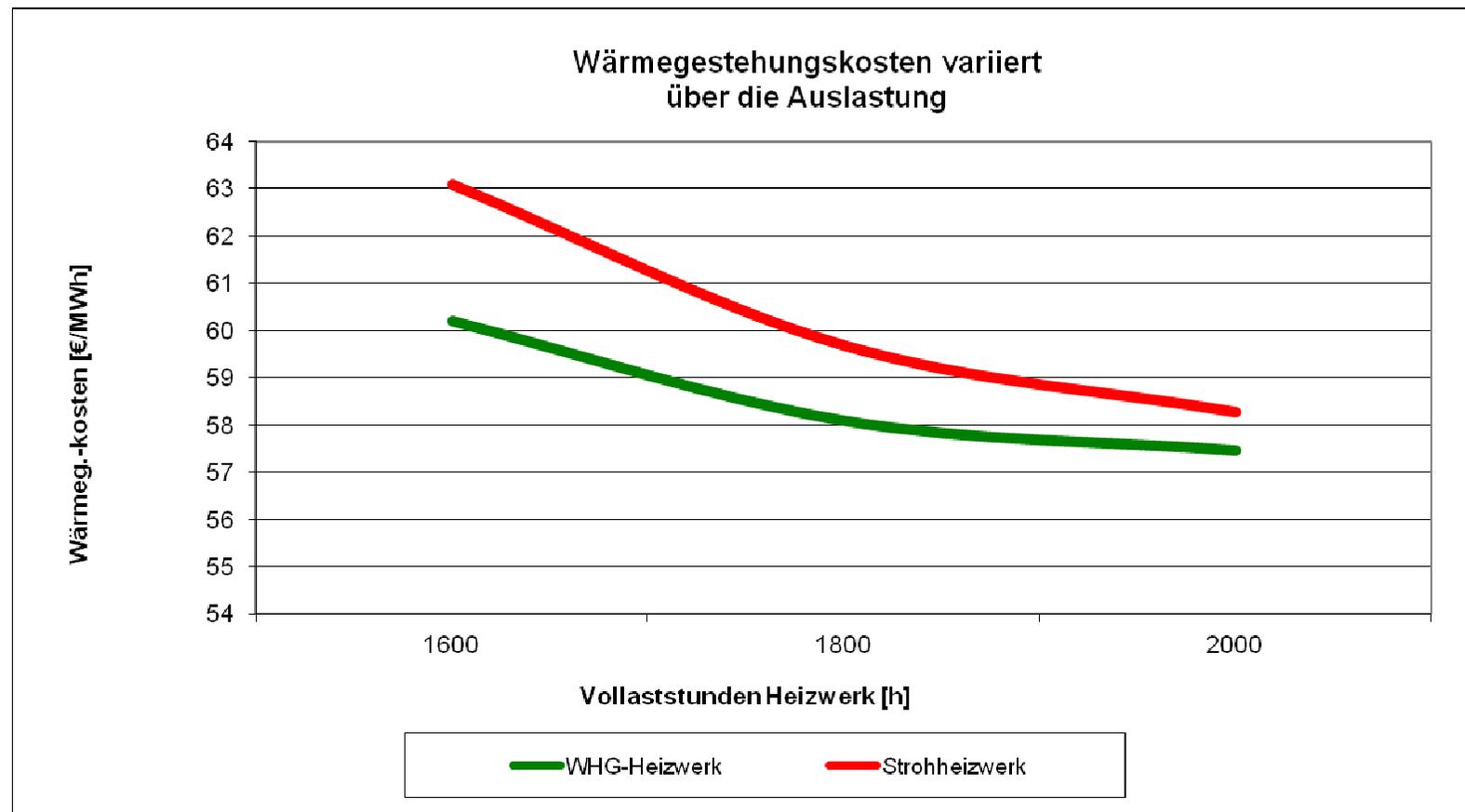




Nahwärmenetze und Heizwerke

Effizienz der Wärmebereitstellung

Auslastung und Wärmegestehungskosten

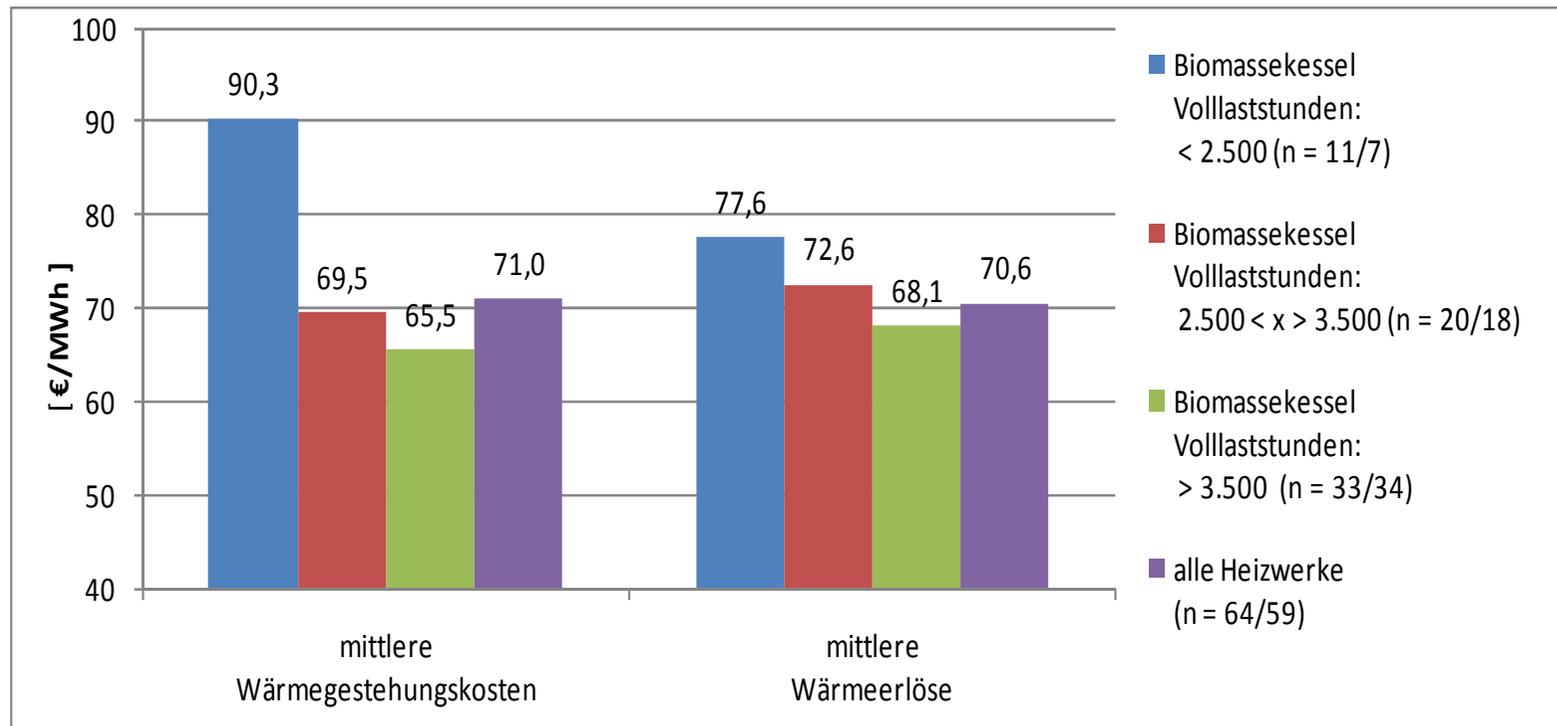




Nahwärmenetze und Heizwerke

Effizienz der Wärmebereitstellung

Auslastung und Wärmegestehungskosten





Nahwärmenetze und Heizwerke

Konzeption und Ausführung



Wärmeerzeugung:

- Biomassebrennstoff: i.d.R. Holzhackschnitzel**
seltener: Holzpellets, Stroh, Ganzpflanzen, Energiekorn
- mono- oder bivalente Wärmeerzeugung
Mindestauslastung Biomasseanlage: 2.000 bzw. 2.500 Vbh/a;
ggf. Einspeisung von Abwärme
- mit oder ohne Wärmespeicher
- Basis für die Auslegung: Situationserfassung

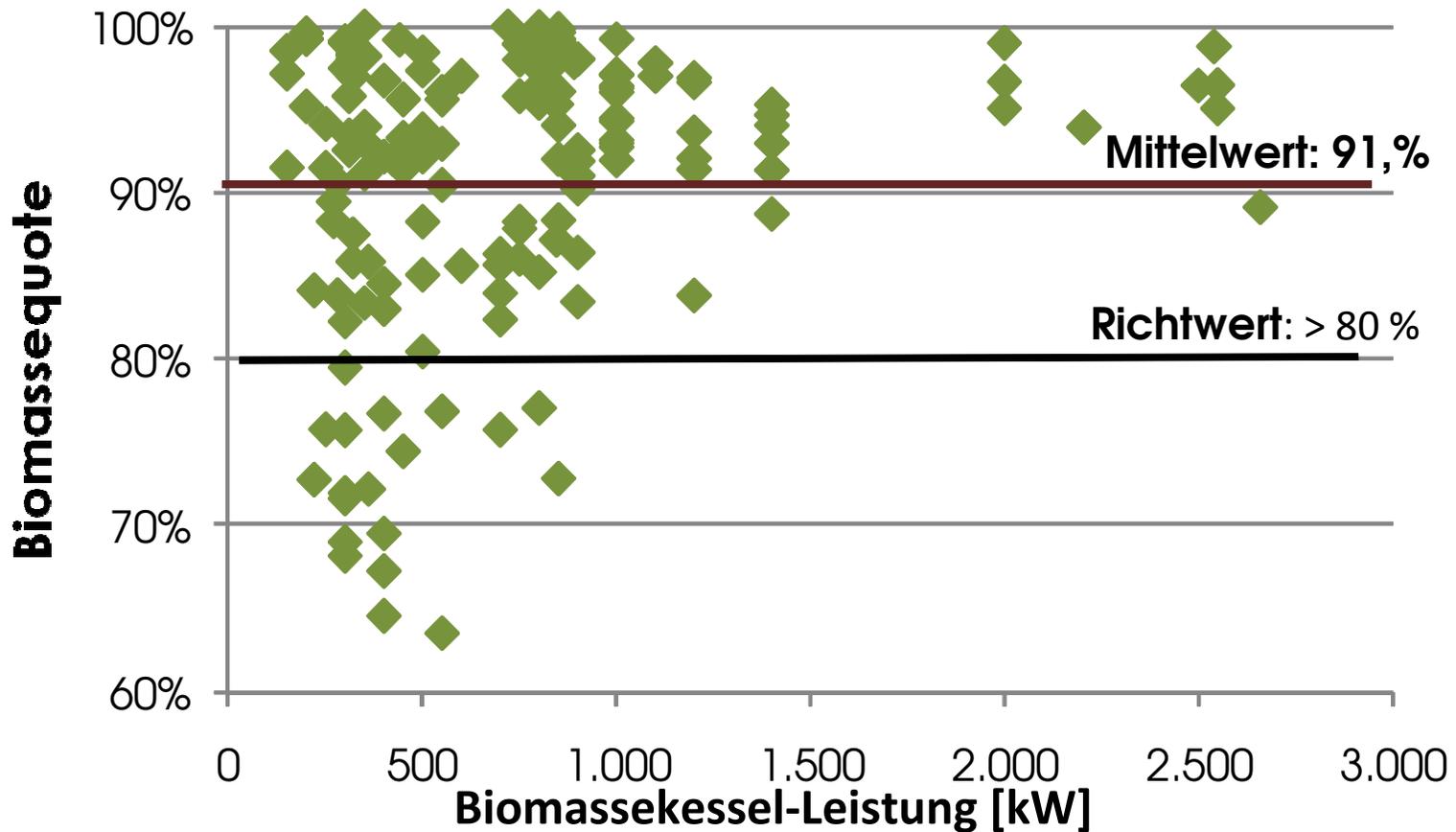


Bildquelle: QM Holzheizwerke



Anteil Holzenergie bivalente Anlagen

Datenbasis: 2006-2008; ohne erstes Berichtsjahr; neuere Heizwerke; (n = 175)





Gliederung



Datengrundlage

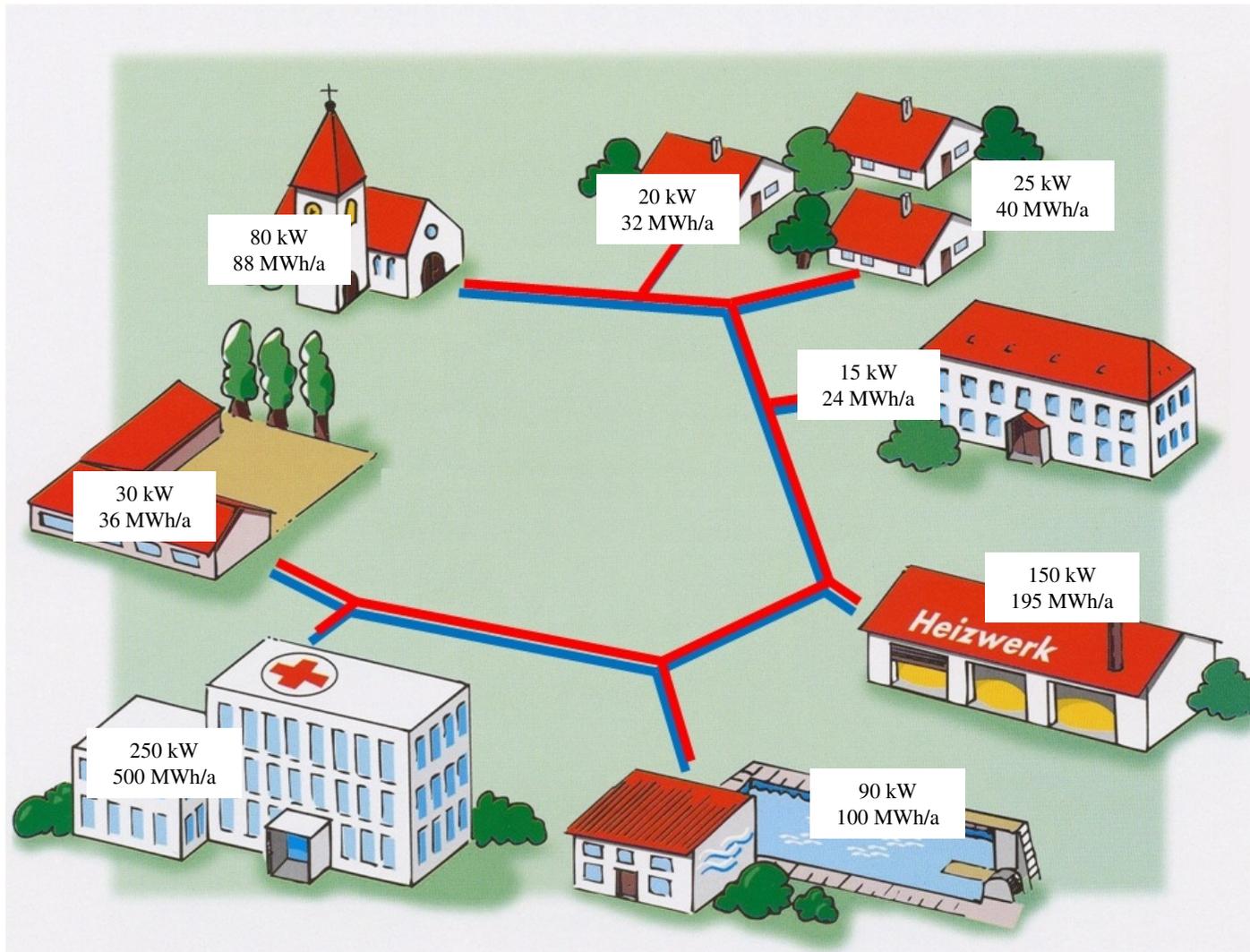
- Wärmebedarfsermittlung
 - bedarfsgebundene – verbrauchsgebundene Ermittlung
 - Jahresdauerlinie
 - **Lageplan/Wärmenetz**

WDesign

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung als Entscheidungshilfe



Erfolgsfaktoren Nahwärmenetz Wärmebelegungsichte





Wärmeverluste

Bei neuen erdverlegten Wärmenetzen und moderaten Vor- und Rücklauftemperaturen kann man von einer Verlustleistung je Meter Wärmetrasse von ca. 25 Watt ausgehen. Wird das Netz das ganze Jahr über betrieben errechnen sich hieraus Verluste von

$(25 \text{ W/m} \cdot 8.760 \text{ Stunden/a}) = 219.000 \text{ Wh/(m} \cdot \text{a)} =$

$219 \text{ kWh/(m} \cdot \text{a)} = 0,219 \text{ MWh/(m} \cdot \text{a)}$

$21,9 \text{ Liter Heizöl /Meter Verlegung!!!}$

was bei der empfohlenen Wärmebelegungsdichte von $1,5 \text{ MWh/(m} \cdot \text{a)}$ 14,6 % entspricht.

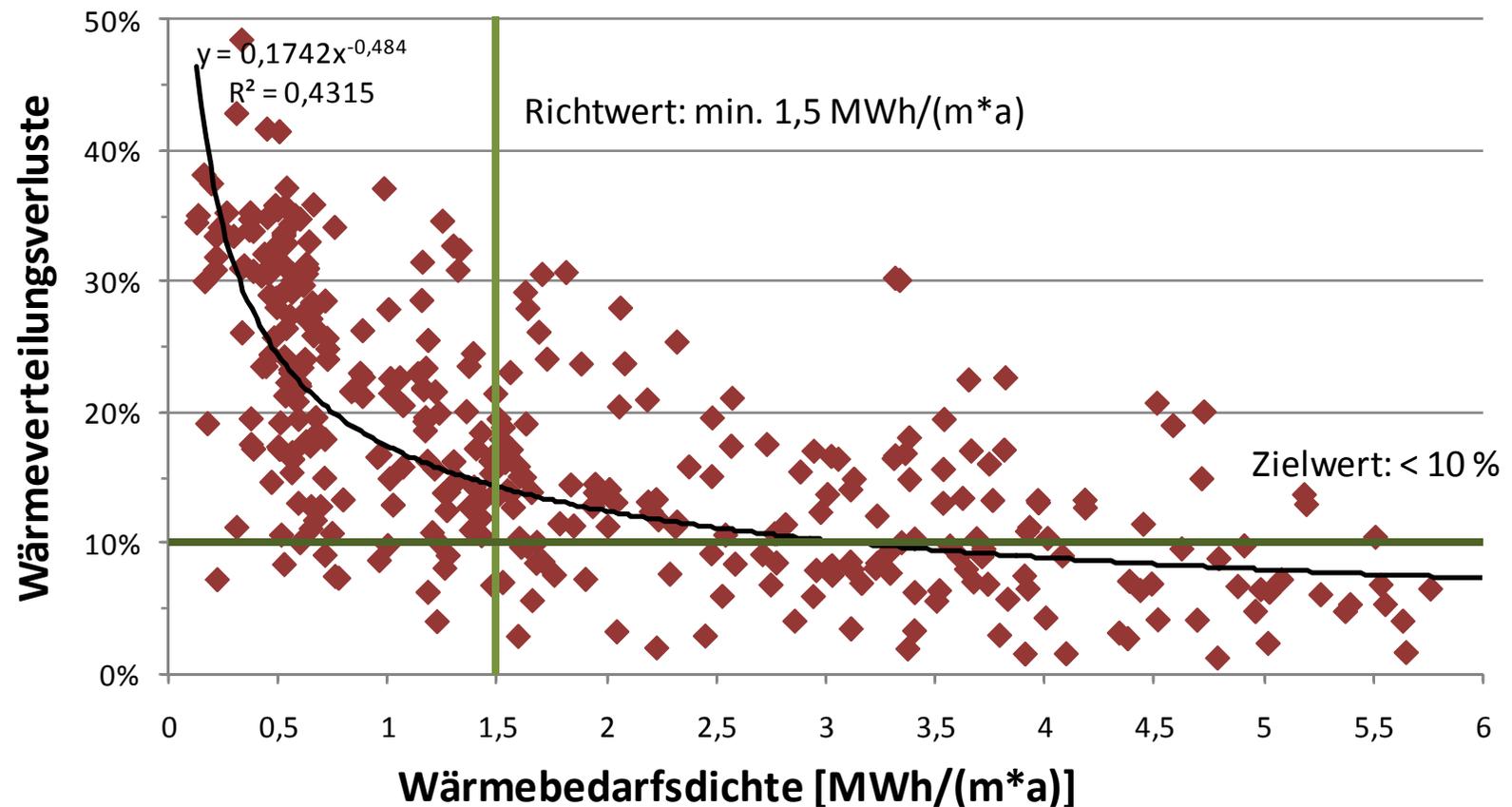
Bei KfW Belegungsdichte von $0,5 \text{ MWh/(m} \cdot \text{a)}$ 43,8% Verluste!

Es bleibt nur die Möglichkeit über die Nutzungsdauer die Verluste zu minimieren (externe Puffer ...)



Wärmeverteilungsverluste

Wärmeverteilungsverluste in Abhängigkeit der Wärmebedarfsdichte
(Datenbasis: Heizwerke mit Wärmenetz > 200 m und mehr als 2
Hausübergabestationen; n = 377)

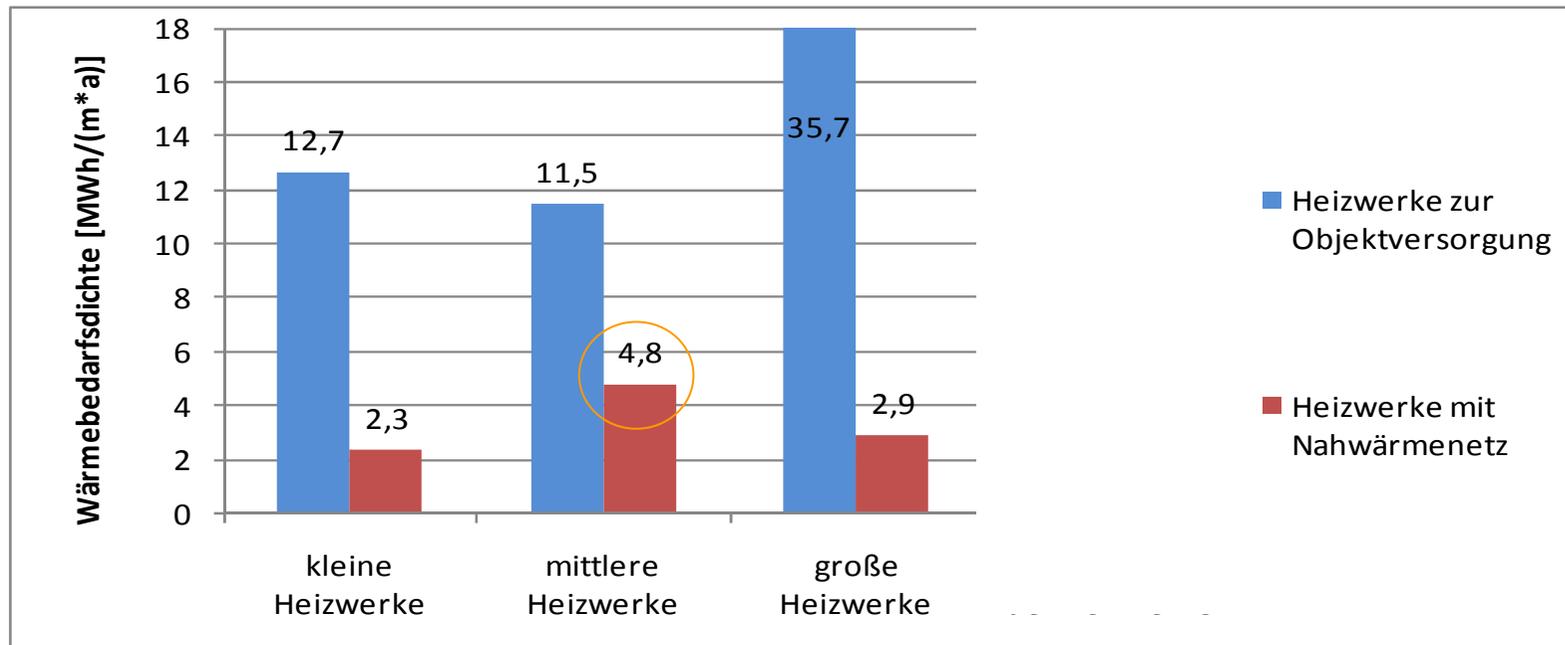




Nahwärmenetze und Heizwerke

Effizienz der Wärmebereitstellung

Wärmebelegungsichte



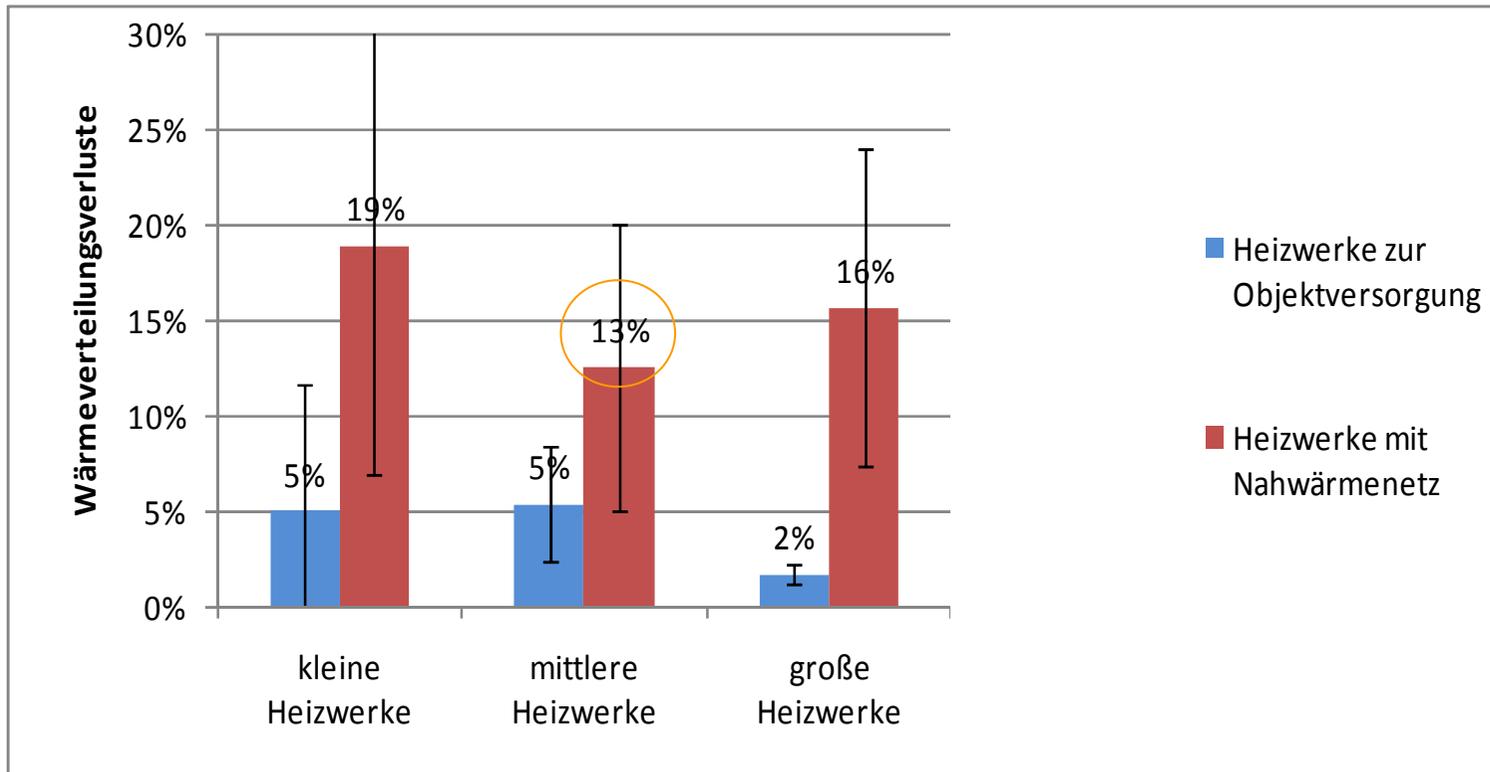


Nahwärmenetze und Heizwerke

Effizienz der Wärmebereitstellung

Verluste der Wärmeverteilung [%]

bei Biomasseheizwerken in Bayern





Gliederung

Datengrundlage

- Wärmebedarfsermittlung
 - bedarfsgebundene – verbrauchsgebundene Ermittlung
 - Jahresdauerlinie
 - Lageplan/Wärmenetz

WDesign

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung als Entscheidungshilfe

Planungssoftware WDesign



Die Planungssoftware WDesign dient der Auslegung von Wärmeerzeugern zur Nahwärmebedarfsdeckung

Folgende Wärmeerzeuger können maximal definiert werden:

- 5 Biomassefeuerungen (Wärme&Strom, Eco, RGK, Luvo)
- 5 Gas/Ölfeuerungen (Wärme&Strom, Eco, RGK)
- 5 BHKW (Eco, RGK, Brennstoff: Pöl, BG, Hel, Gas, usw.)
- 1 Solaranlage
- 3 sonstige Wärmeerzeuger





Gliederung



Datengrundlage

- Wärmebedarfsermittlung
 - bedarfsgebundene – verbrauchsgebundene Ermittlung
 - Jahresdauerlinie
 - Lageplan/Wärmenetz

WDesign

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung als Entscheidungshilfe



Kosten Heizung

kapitalgebundene Kosten (Annuität)

- **Bauliche Investition (Heizraum, Lagerraum, Kamin)**
- **Feuerungsanlage komplett mit Regelung und Raumaustragung**
- Pufferspeicher
- Installationsteile (Druckausgleichsgefäß, Speicherladepumpe usw.)
- Lieferung, Montage, Inbetriebnahme
- **Nutzungsdauer** stark schwankend => Einzelfallbetrachtung

verbrauchsgebundene Kosten

- +
- **Brennstoffkosten**
 - **Hilfsenergie** stark schwankend => Einzelfallbetrachtung

betriebsgebunden Kosten

- +
- Instandsetzung/Wartung
 - **Arbeitskosten für Reinigung und Betrieb**
 - Kaminkehrer **kaum beeinflussbar => Erfahrungswerte**

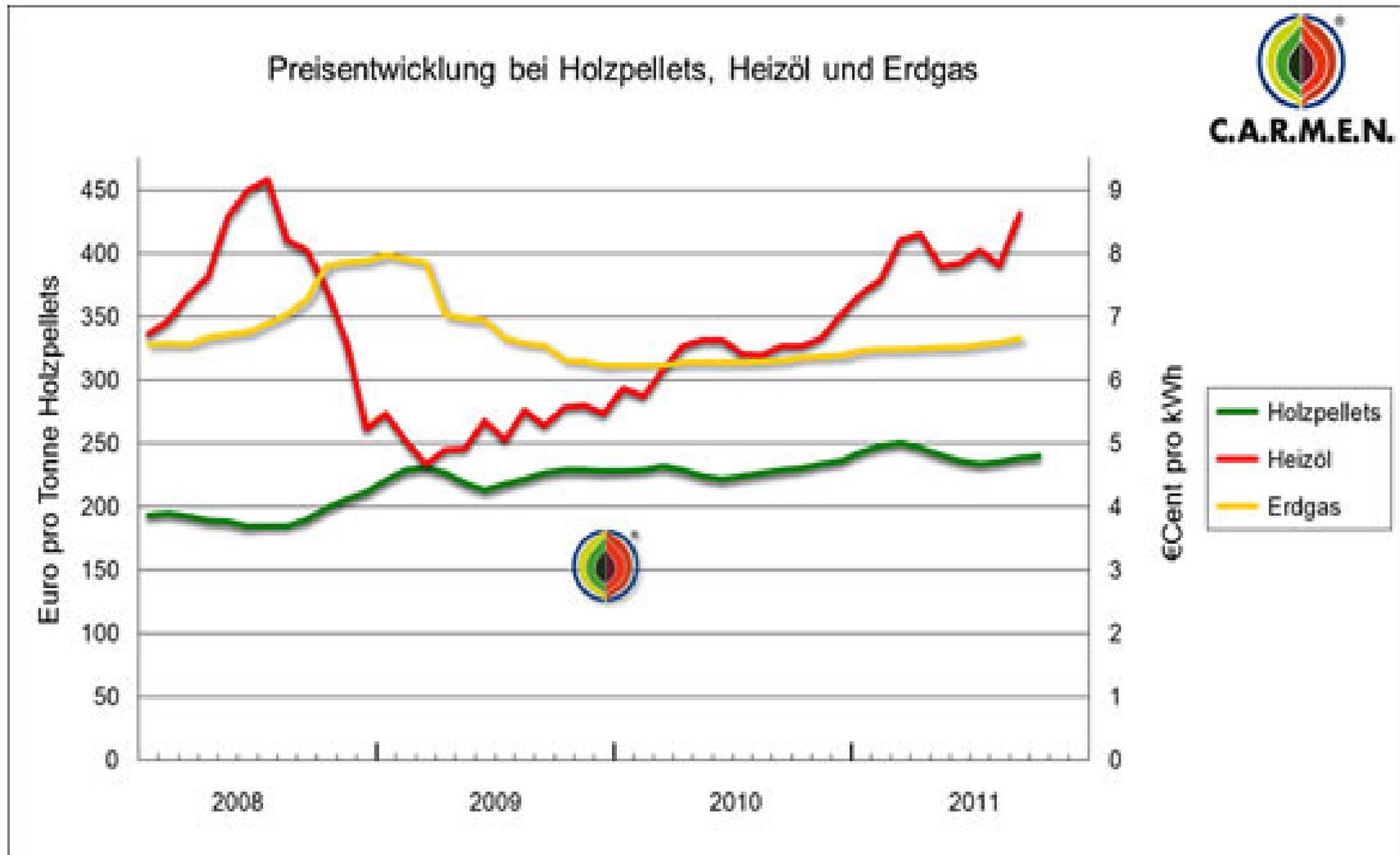
sonstige Kosten

- +
- Versicherung, Steuern, Verwaltung **kaum beeinflussbar => Erfahrungswerte**

= **Jährliche Gesamtkosten**



Verbrauchsgebundene Kosten – Heizung



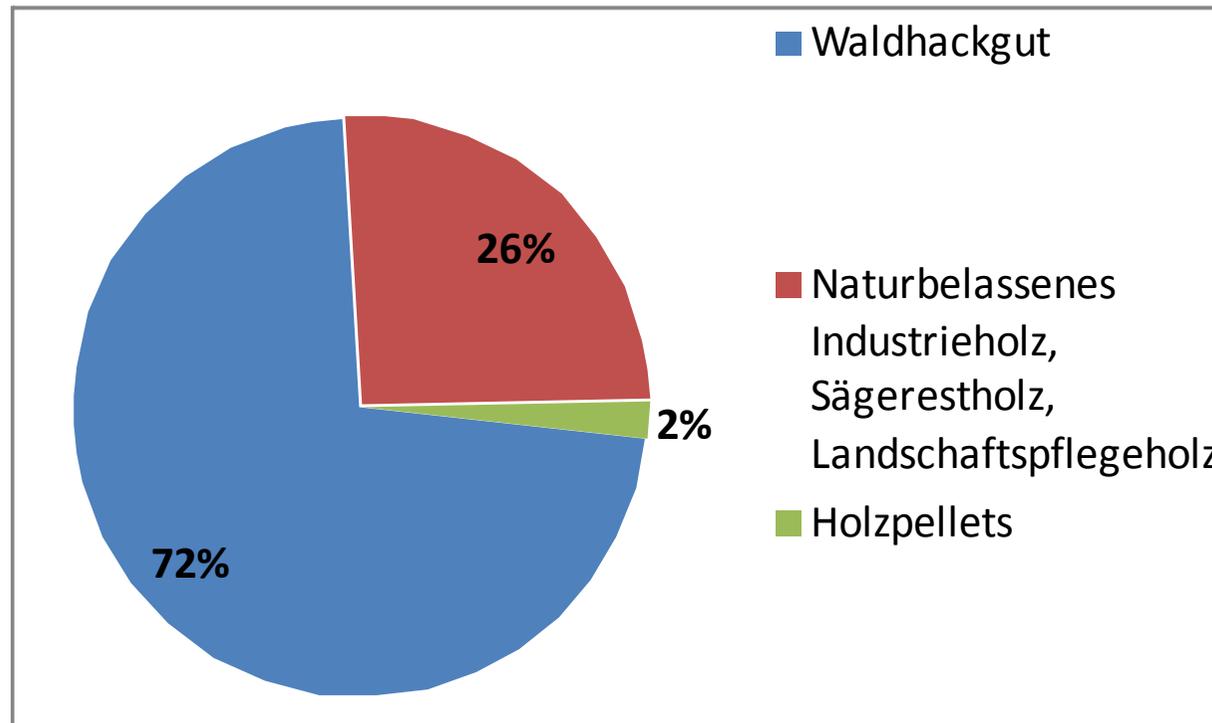


Nahwärmenetze und Heizwerke

Biomassebrennstoffe



Anteil der Biomassefraktionen am Biomasseeinsatz bei Biomasseheizwerken in Bayern



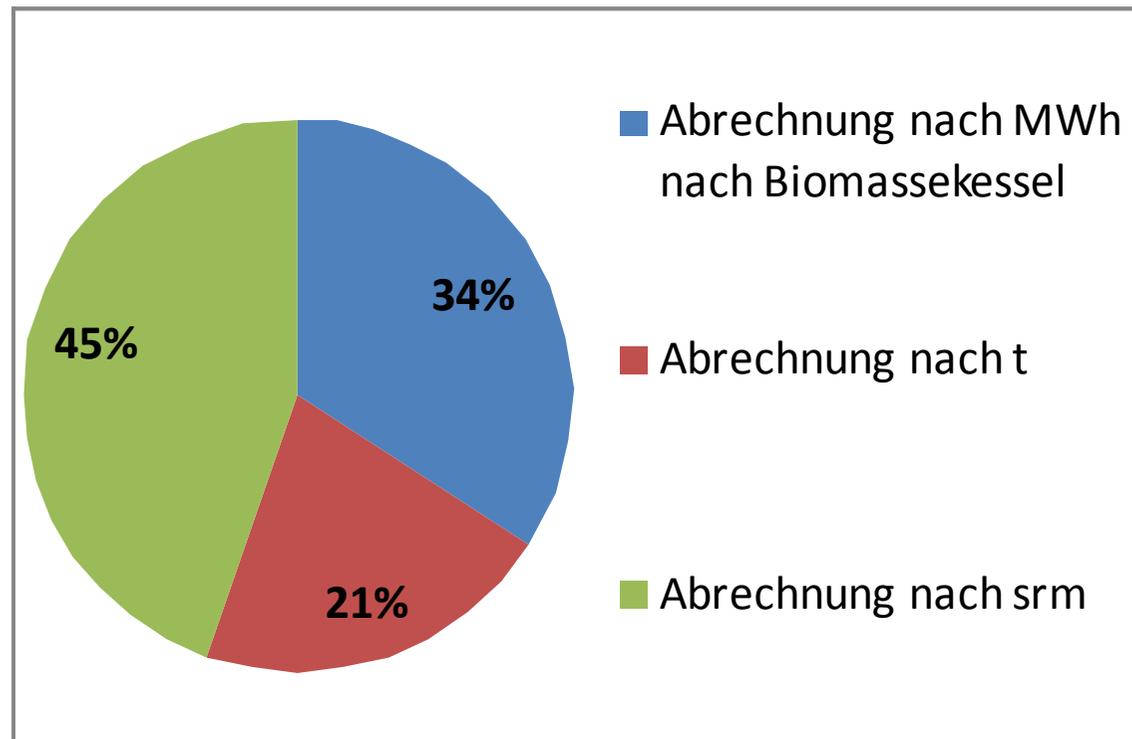
**Datenbasis: 111
Biomasseheizwerke**



Nahwärmenetze und Heizwerke Biomassebrennstoffe



Abrechnung der Biomasselieferung bei Biomasseheizwerken in Bayern

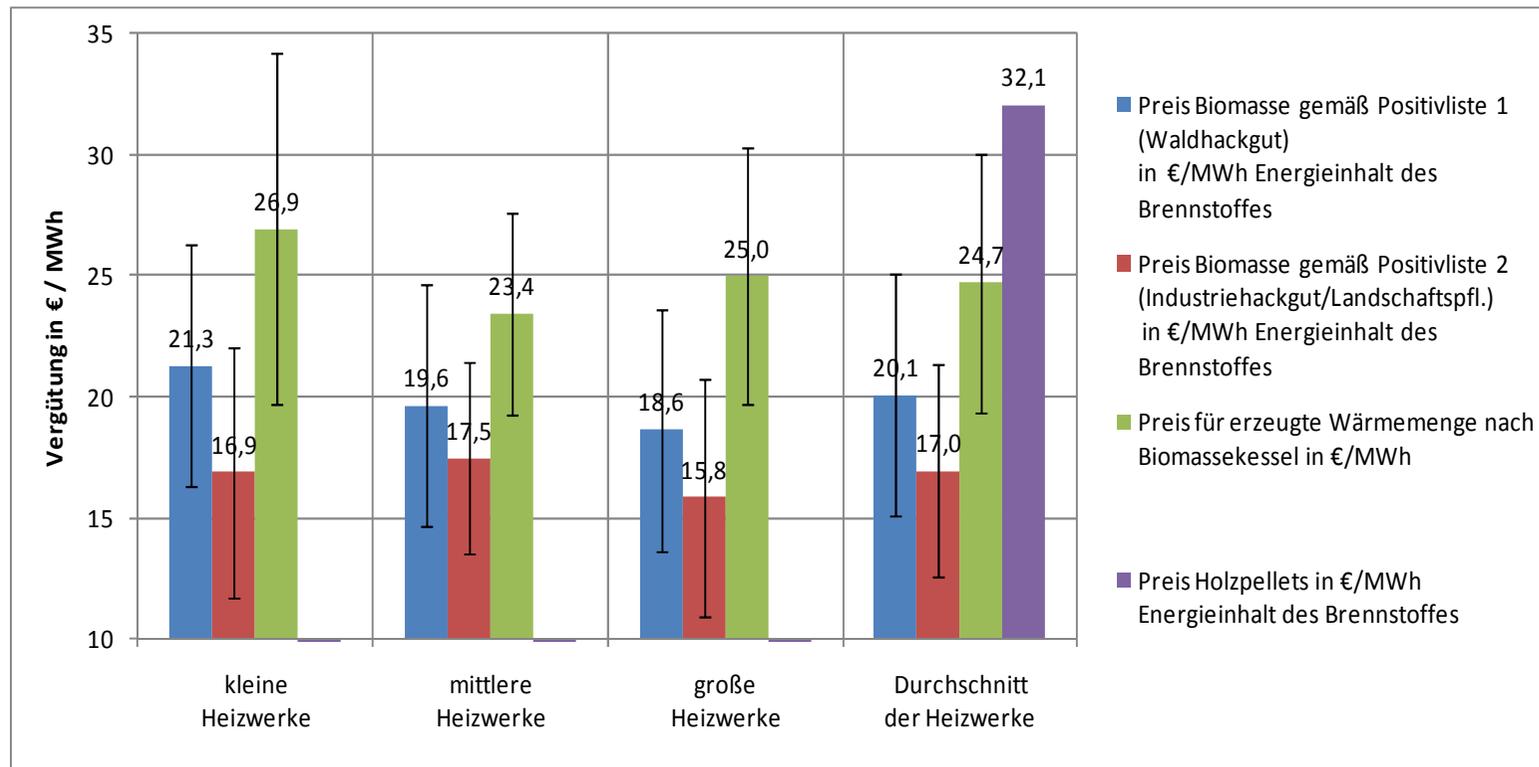


**Datenbasis: 111
Biomasseheizwerke**

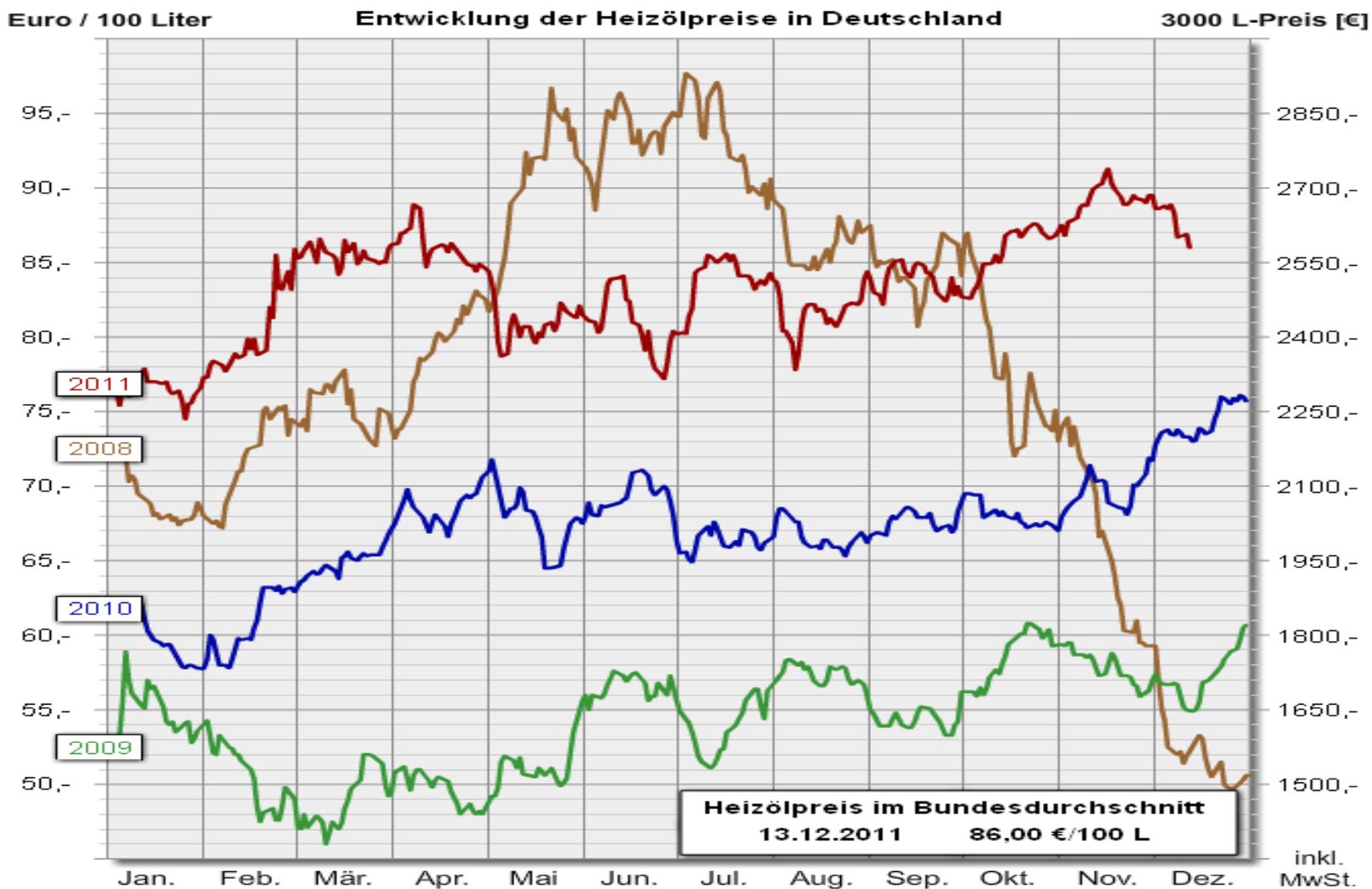


Nahwärmenetze und Heizwerke Biomassebrennstoffe

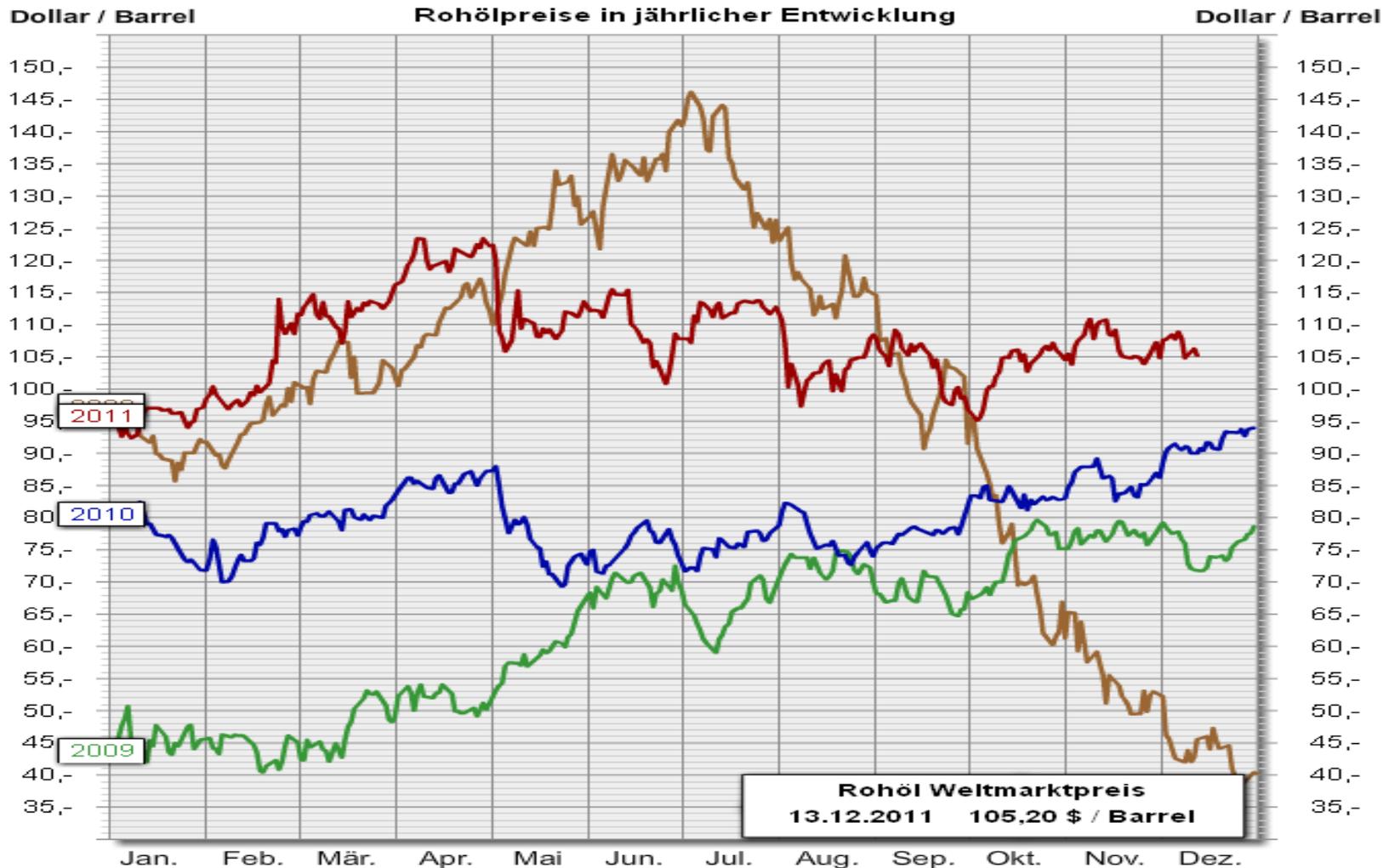
Preise der Holzbrennstoffe [€/MWh] bei Biomasseheizwerken in Bayern



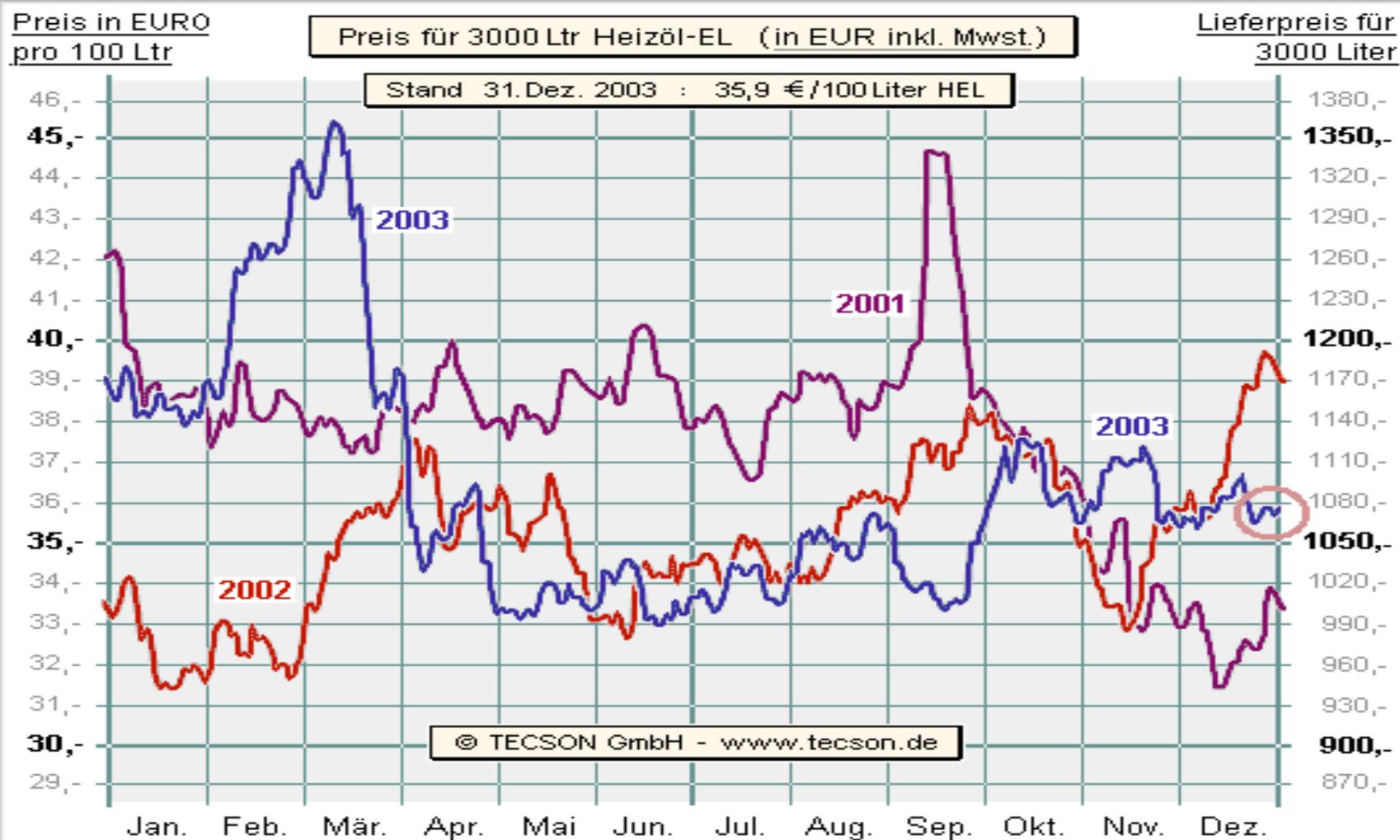
Verbrauchsgebundene Kosten – Heizung



Verbrauchsgebundene Kosten – Heizung



Verbrauchsgebundene Kosten – Heizung



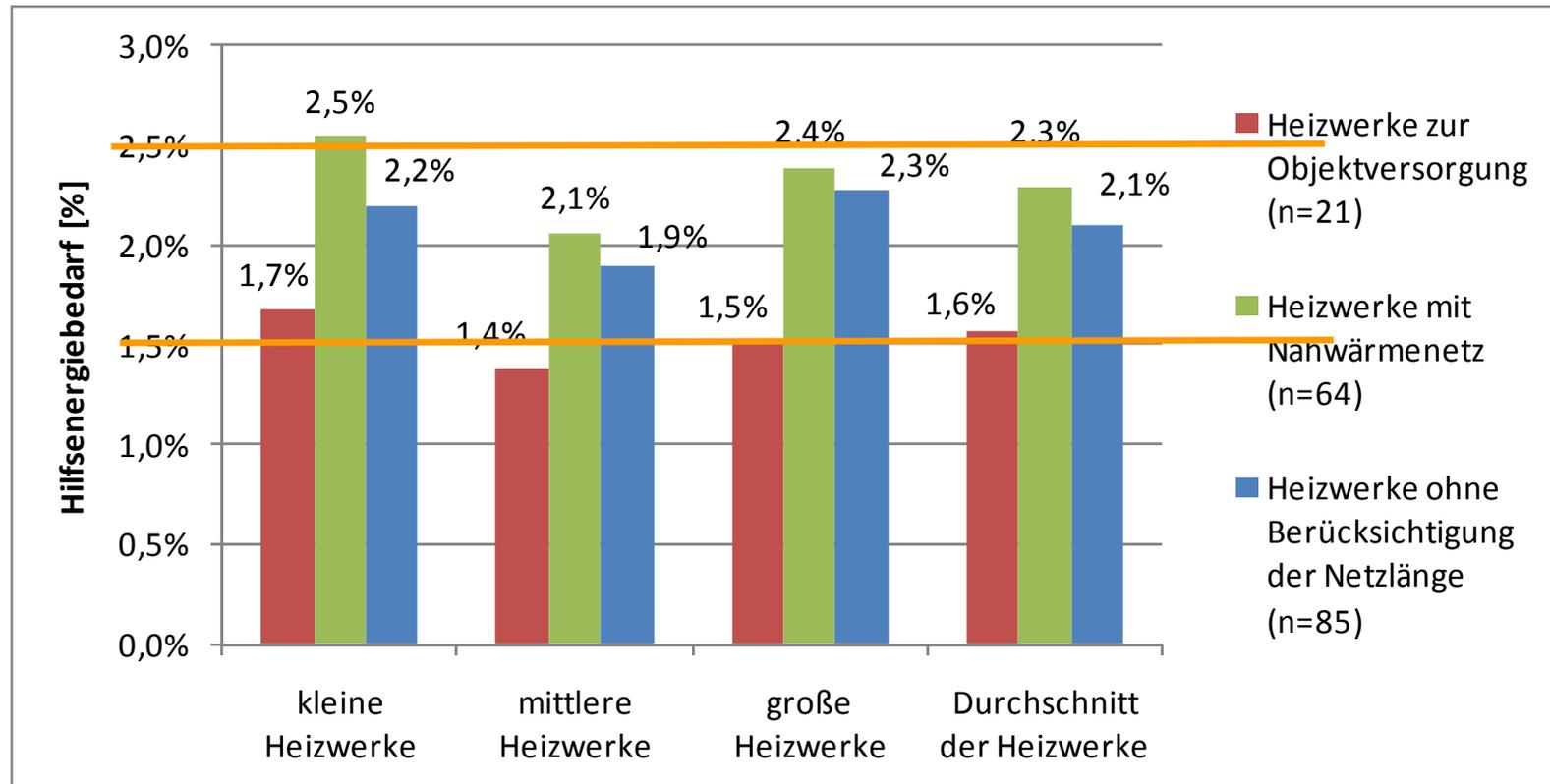


Nahwärmenetze und Heizwerke

Effizienz der Wärmebereitstellung

Hilfsenergiebedarf [%]

bei Biomasseheizwerken in Bayern





Kosten Heizung

kapitalgebundene Kosten (Annuität)

- **Bauliche Investition (Heizraum, Lagerraum, Kamin)**
- **Feuerungsanlage komplett mit Regelung und Raumaustragung**
- Pufferspeicher
- Installationsteile (Druckausgleichsgefäß, Speicherladepumpe usw.)
- Lieferung, Montage, Inbetriebnahme
- **Nutzungsdauer** stark schwankend => Einzelfallbetrachtung

verbrauchsgebundene Kosten

- +
- **Brennstoffkosten**
 - **Hilfsenergie** stark schwankend => Einzelfallbetrachtung

betriebsgebundenen Kosten

- +
- Instandsetzung/Wartung
 - **Arbeitskosten für Reinigung und Betrieb**
 - Kaminkehrer kaum beeinflussbar => Erfahrungswerte

sonstige Kosten

- +
- Versicherung, Steuern, Verwaltung kaum beeinflussbar => Erfahrungswerte

= **Jährliche Gesamtkosten**



Kosten Heizung

kapitalgebundene Kosten (Annuität)

- **Bauliche Investition (Heizraum, Lagerraum, Kamin)**
- **Feuerungsanlage komplett mit Regelung und Raumaustragung**
- Pufferspeicher
- Installationsteile (Druckausgleichsgefäß, Speicherladepumpe usw.)
- Lieferung, Montage, Inbetriebnahme
- **Nutzungsdauer** stark schwankend => Einzelfallbetrachtung

verbrauchsgebundene Kosten

- +
- **Brennstoffkosten**
 - **Hilfsenergie** stark schwankend => Einzelfallbetrachtung

betriebsgebunden Kosten

- +
- Instandsetzung/Wartung
 - **Arbeitskosten für Reinigung und Betrieb**
 - Kaminkehrer kaum beeinflussbar => Erfahrungswerte

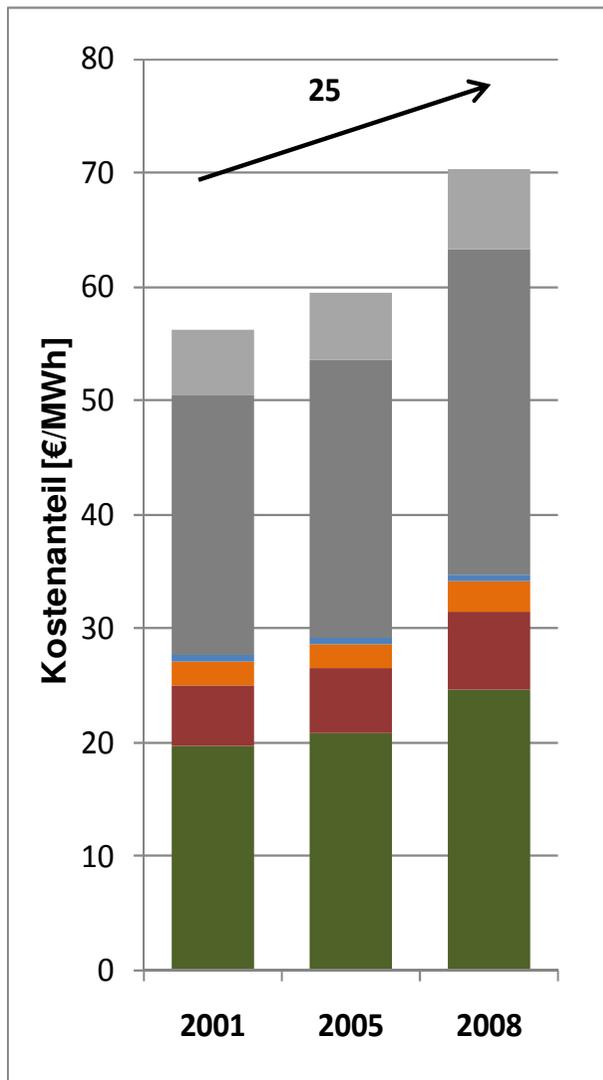
sonstige Kosten

- +
- Versicherung, Steuern, Verwaltung kaum beeinflussbar => Erfahrungswerte

= **Jährliche Gesamtkosten**



Auswertung - Bilanzdaten: Aufwandsstruktur



Aufwandstruktur relativ konstant

Verbrauchsgebundene Kosten: ~ 49 %

- Biomassebrennstoffkosten: ~ 35 %
- fossile Brennstoffkosten: ~ 9,5 %
- Stromkosten: ~ 3,5 - 4 %
- Ascheentsorgung: ~ 0,8 %
- kapitalgebundene Kosten: ~ 41 %
- betriebsgeb. und sonstige Kosten: ~ 10%

Rahmenbedingungen

- Brennstoffpreise stärker gestiegen
- Mittlere Förderquoten stark gesunken

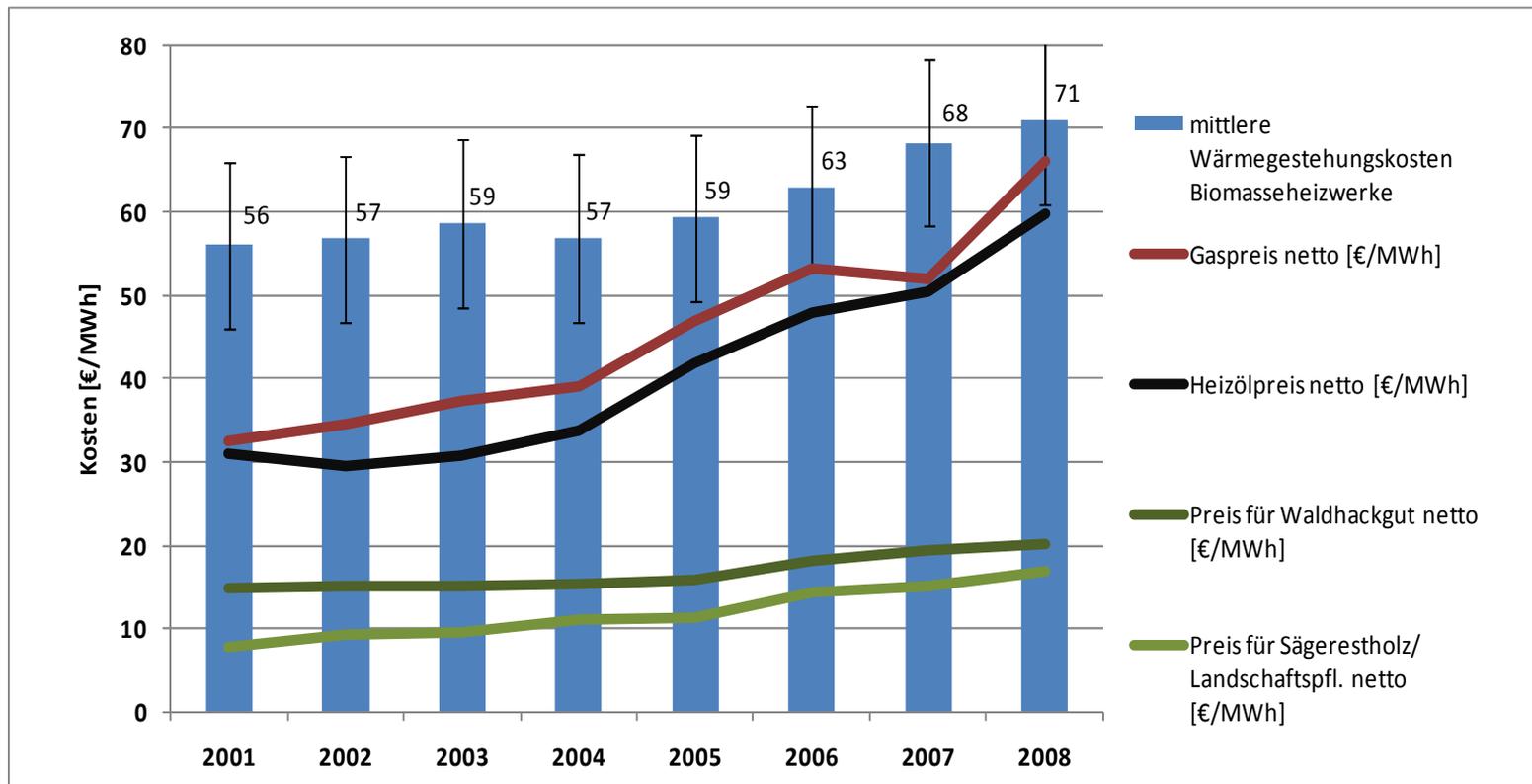
=> Effizienzsteigerung



Nahwärmenetze und Heizwerke

Effizienz der Wärmebereitstellung

Wärmegestehungskosten [€/(MWh*a)] bei Biomasseheizwerken in Bayern

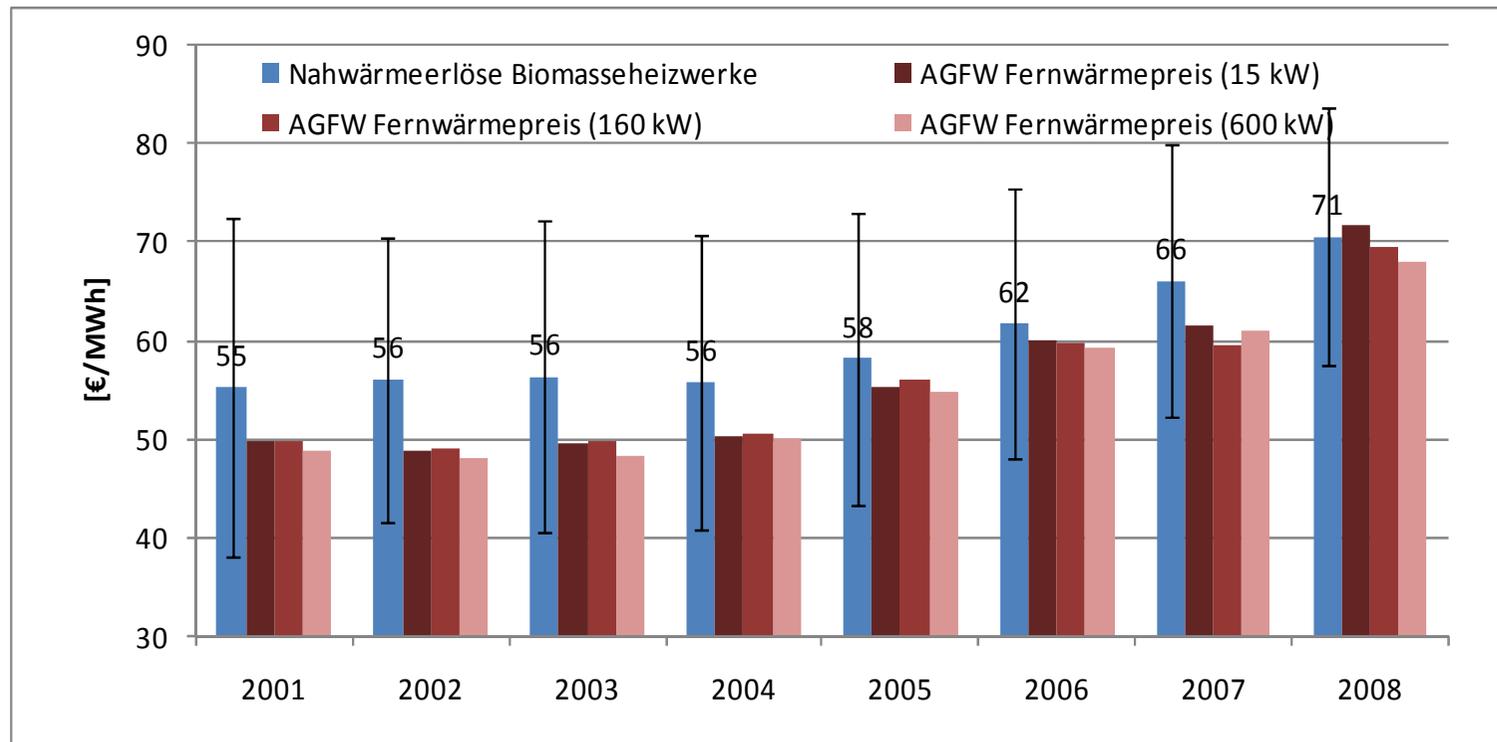




Nahwärmenetze und Heizwerke

Effizienz der Wärmebereitstellung

Wärmepreise [€/ (MWh*a)] bei Biomasseheizwerken in Bayern





Fazit und Ausblick



- Eine Wärmebereitstellung mittels Biomasseheizwerk ist machbar, hat aber ihre Grenzen!
- Preise für Holzbrennstoffe gestiegen (2006 - 2010), Lieferung erfolgt zuverlässig.
- Auslastung und Effizienz der neuen Anlagen besser, dadurch nur moderat erhöhte Wärmegestehungskosten.
- Wärmepreise auf akzeptablem Niveau.
- Anlagen nach wie vor an der Grenze der wirtschaftlichen Rentabilität.
- Ältere Heizwerke profitieren von langfristigen Lieferverträgen.
- Größere Heizwerke weisen tendenziell größere Auslastung der Biomasseanlage auf, teils aber größere Wärmeverluste.
- einzelne Probleme: Brennstoffqualität, tatsächlicher Wärmebedarf, tatsächlicher Wärmeverlust, Wärmeliefervertrag (PGK).



Fazit und Ausblick



- Es sind zahlreiche qualitativ hochwertige Anlagen entstanden
 - > akzeptable Wärmepreise
 - > erhöhte Effizienz gleicht Kostensteigerungen teilweise aus
- Nur hocheffiziente Anlagen realisieren!
Effizienz, Kosteneinsparungen, Versorgungssicherheit, Vorbildfunktion
- **Die qualitätsorientierte Konzeption und Ausführung ist...**
...auch ein Beitrag zur effizienten Nutzung der
in begrenztem Umfang zur Verfügung stehenden
Bioenergie.



Qualitätsforderungen allgemeine Zielwerte



- Vollbetriebsstunden Holzheizkessel**
 - min. 2.000 h/a bei monovalenten Anlagen
 - min. 2.500 h/a bei bivalenten Anlagen
 - min. 3.000 h/a bei bivalenten Anlagen mit Wärmespeicher
- Anteil Holzenergie**
 - min. 80 %
- Spezifische Investition Wärmeerzeugung**
 - max. 600 €/kW bei Anlagen um 1 MW; max. 400 €/kW um 3 MW
- Anschlussdichte**
 - min. 1,5 MWh pro Trassenmeter und Jahr
- Wärmeverlust der Wärmeverteilung**
 - max. 30 % (Zielwert: max. 10 %)
- QM Holzheizwerke – www.qmholzheizwerke.de**



C.A.R.M.E.N.

**Ich bedanke mich
für Ihr Interesse
und stehe Ihnen
für Fragen gerne
zur Verfügung.**