

Vergleich der Wärmenutzung verschiedener Biobrennstoffe

Christian Leuchtweis

C.A.R.M.E.N.-Forum „Landwirtschaftliche Flächen im Umbruch“

Straubing, 22. März 2010



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



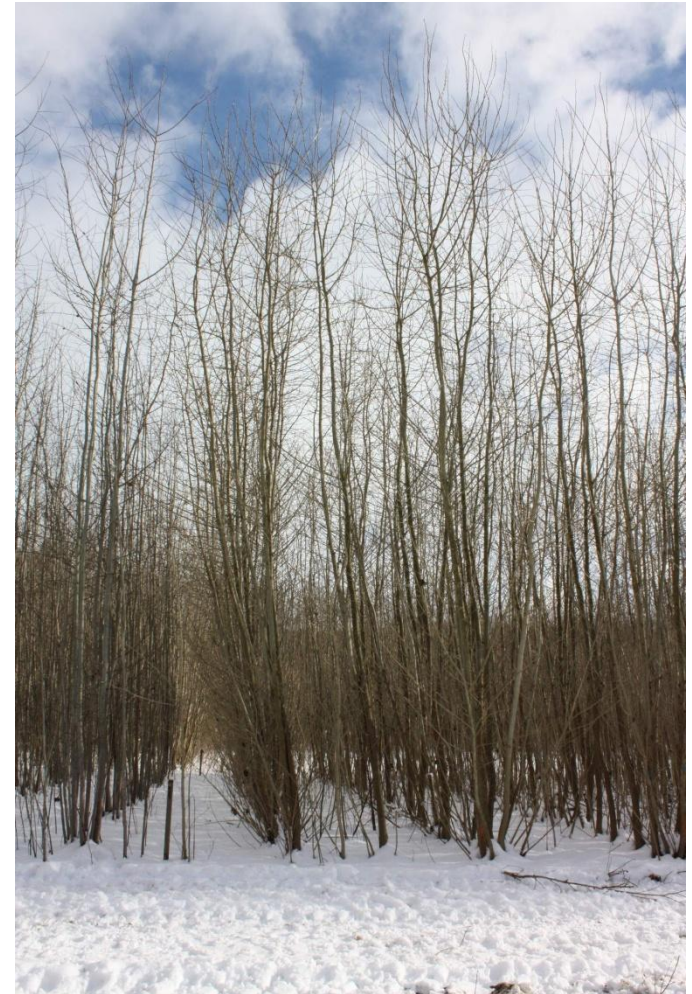
Vergleich der Wärmenutzung verschiedener Biobrennstoffe



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

Gliederung

- Motivation
- Planungssoftware
WDesign
- Vergleichsrechnung
 - 30 kW
 - 250 kW
 - 2.000 kW
- Zusammenfassung
und Fazit



Motivation



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

- Fläche für Bioenergie ist begrenzt
- Möglichst großer Anteil an Primärenergie soll ersetzt werden
- Wirkungsgrade in der Wärmebereitstellung um 90 %
- 1 MWh Wärme aus Biomasse (1 Srm Pappelhackschnittel mit 30 % Wassergehalt) ersetzt direkt 110 Liter Heizöl
- Erlösbare Wärmepreise abhängig von konventioneller Wärmebereitstellung – Kosten dafür tendenziell steigend
- Unterschiedliche Biobrennstoffe erfordern unterschiedliche Technik und verursachen damit unterschiedliche Kosten
- Vergleichsrechnung: **Was darf der Biobrennstoff frei Anlage kosten**, damit konkurrenzfähige Kosten zu konventioneller Wärmebereitstellung bestehen?

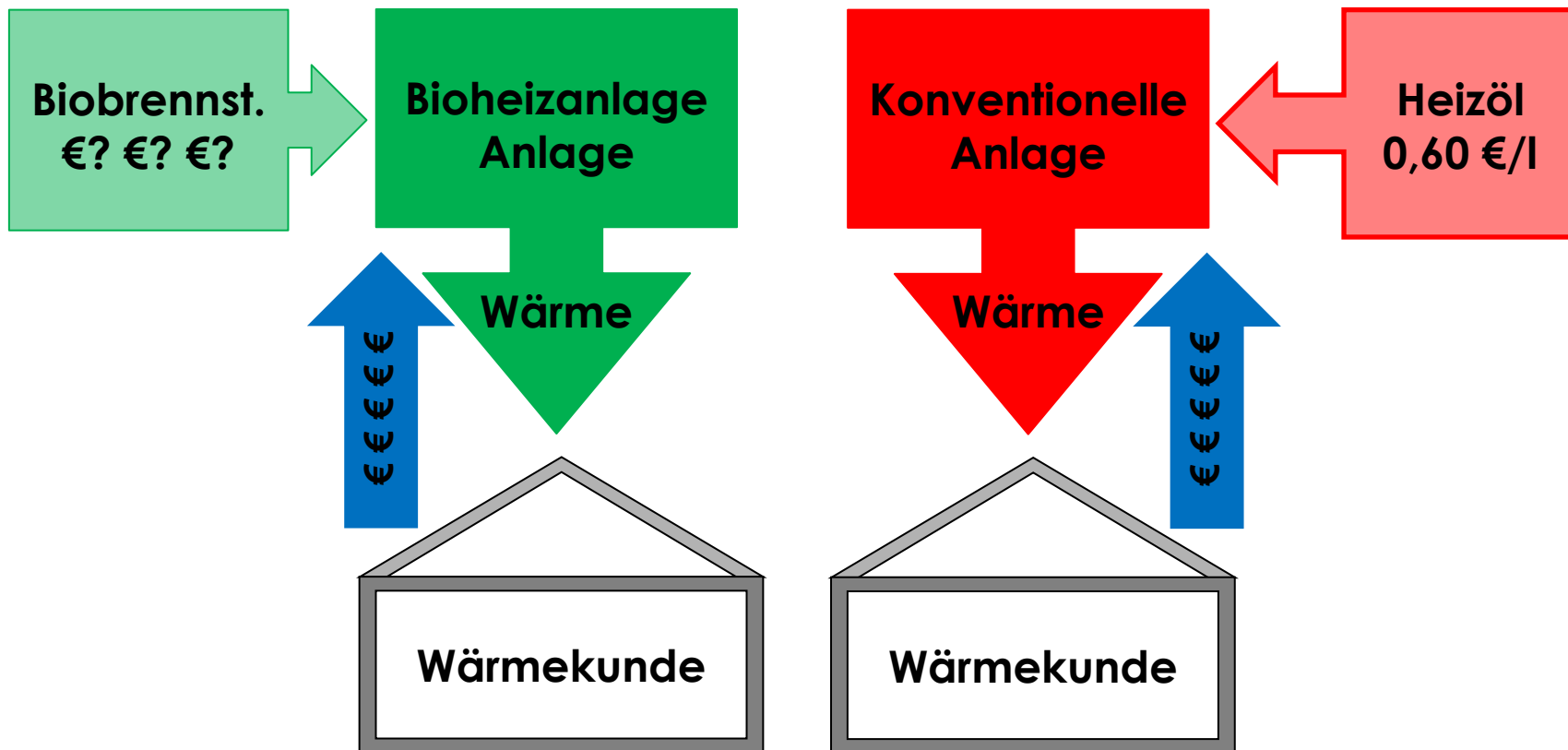


Motivation



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

Prinzip Vergleichsrechnung



Vergleich der Wärmenutzung verschiedener Biobrennstoffe



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

Gliederung

- Motivation
- **Planungssoftware
WDesign**
- Vergleichsrechnung
 - 30 kW
 - 250 kW
 - 2.000 kW
- Zusammenfassung
und Fazit



Planungssoftware WDesign



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

**Forschungsprojekt (gefördert durch EUInterreg II und ByStMELF)
ZAE Bayern und der BIOS Bioenergiesysteme GmbH**

wDesign

→ Berechnung von Heizwerken (Wärmedesign-Kleinversion)

WDesign

→ Berechnung von Heiz(kraft)werken (Wärmedesign)

®Design & ®Baum

→ Dimensionierung von Nahwärmenetzen (Rohrdesign)

Gesamtziele des Projektes:

- optimierte Dimensionierung von dezentralen Fernwärmenetzen vorantreiben
- schnelle Erstellung von Konzeptstudien zur Wärmeversorgung mit Bioenergieanlagen

Planungssoftware WDesign



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

Die Planungssoftware WDesign dient der Auslegung von Wärmeerzeugern zur Nahwärmebedarfsdeckung

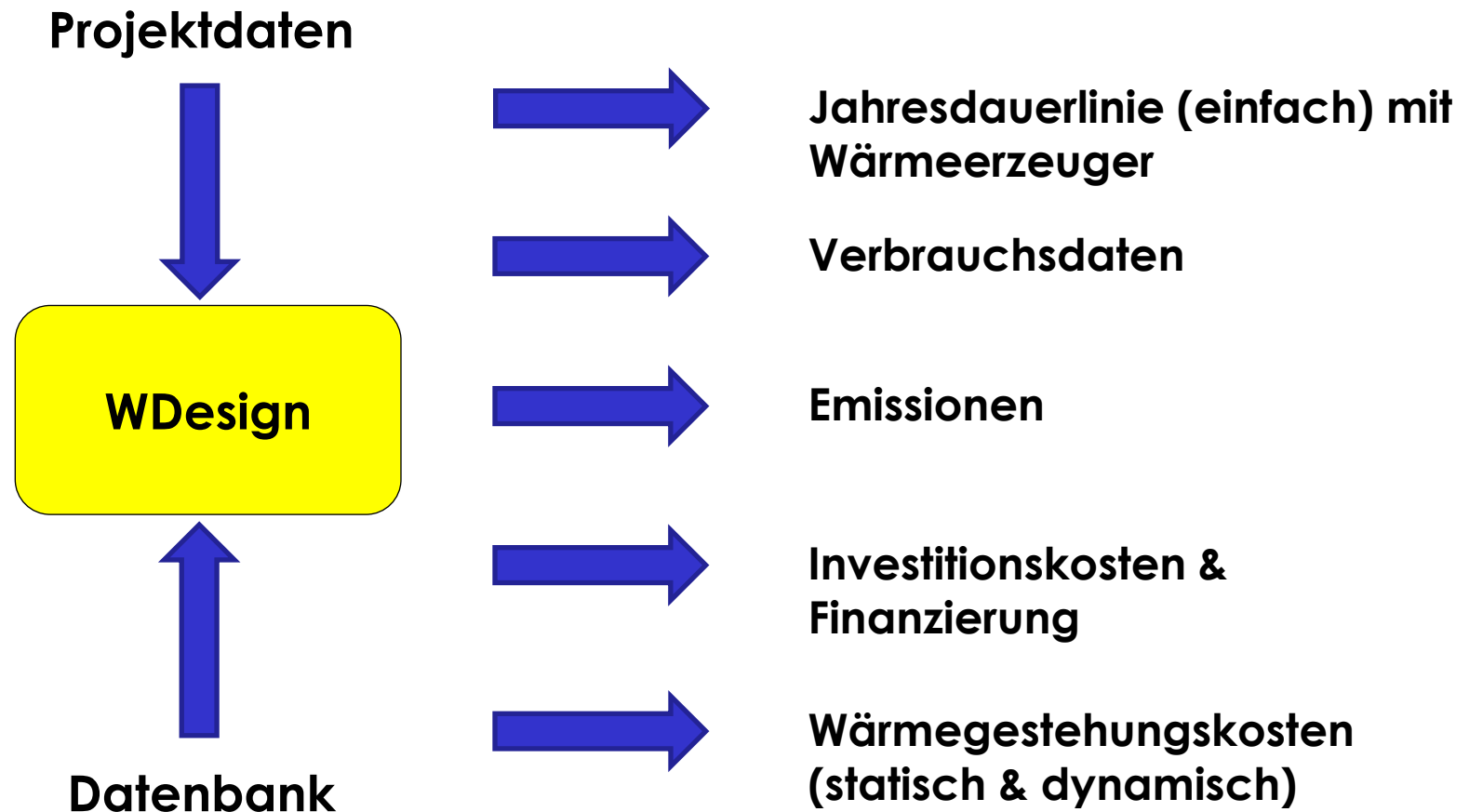
Folgende Wärmeerzeuger können maximal definiert werden:

- 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



Planungssoftware WDesign

Prinzip von WDesign



Planungssoftware WDesign



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

Netzdaten und Jahresdauerlinie Definieren

Jahresdauerlinie und Netzdaten ohne Design: 250kW OEL.xls

Abbrechen/Schließen Übernehmen Fehler 0

Art der Erstellung der geordneten Jahresdauerlinie auswählen:

- Mit Klimadaten, minimaler und maximaler Leistung erstellen.
- Mit Klimadaten, Jahresenergieverbrauch, minimaler und maximaler Leistung erstellen.
- Vereinfachte Erstellung mit der Sochinsky-Beziehung.

Geordnete Jahresdauerlinie ab Heizhaus (HH) mit Klimadaten, maximaler Leistung und Jahresenergieverbrauch erstellen. Heizgrenztemperatur und Leistung kann berücksichtigt werden. Die Methode entspricht der Methode in RDesign. Eine bereits bestehende Jahresdauerlinie wird dabei ersetzt.

Nahwärmenetz Rücklauftemperatur Klimadaten

Klimadaten

<<< Klasse B >>>

Bundesland: Bayern STRAUBING
Seehöhe: 350 m
Datenbasis: 7 Jahre
Datenquelle: ZAMG Österreich, DWD
Deutschland, Empfehlung:
Normaußentemperaturen in Stadtkernen um bis zu 2°C höher ansetzen.

Ort: STRAUBING

Normaußentemperatur: -18,0 [°C] ?

Heizgrenztemperatur: 15 [°C] ?

Min. Temp. Mittl. Temp. Max. Temp.

Tag 1: -18,5 -4,9 -1,8 [°C]

Tag 365: 14,5 20,1 26,7 [°C]

Höhenkorrektur: 0 °C
Dies entspricht ca. 0 Höhenmeter
Theoretische Seehöhe: 350 m

Jahresdauerlinie und Netzdaten ohne Design: 250kW OEL.xls

Abbrechen/Schließen Übernehmen Fehler 0

Art der Erstellung der geordneten Jahresdauerlinie auswählen:

- Mit Klimadaten, minimaler und maximaler Leistung erstellen.
- Mit Klimadaten, Jahresenergieverbrauch, minimaler und maximaler Leistung erstellen.
- Vereinfachte Erstellung mit der Sochinsky-Beziehung.

Geordnete Jahresdauerlinie ab Heizhaus (HH) mit Klimadaten, maximaler Leistung und Jahresenergieverbrauch erstellen. Heizgrenztemperatur und Leistung kann berücksichtigt werden. Die Methode entspricht der Methode in RDesign. Eine bereits bestehende Jahresdauerlinie wird dabei ersetzt.

Nahwärmenetz Rücklauftemperatur Klimadaten

Investitionskosten Nahwärmenetz (alle Kosten zzgl. MWSt.)
(leeres Feld = auto. Berechnung)

Netzleitungen inkl. Montage, Verlegung, Datenkabel, ... [EUR]

Hausübergabestationen inkl. Montage, Inbetriebnahme, ... [EUR]

Grabung inkl. Oberflächenwiederherstellung [EUR]

Netz-Pumpen ohne Montage [EUR]

Technische Angaben zum Nahwärmenetz HH ... Heizhaus, HÜS ... Hausübergabestation

Maximale Netzleistung ab HH bei Nennauslegungstemperatur [kW]: 250

Netzleistung bei angegebener Heizgrenztemperatur ab HH [kW]: 10

Jahreswärmeverlust in % der Wärme ab HH [%]: 0

Anschlussleistung ab HÜS (Abnehmer-Nennleistung ohne GF) [kW]: 250

Verkaufte Nahwärme ab HÜS bei Vollausbau [kWh]: 450000

Netzlänge (Trassenlänge) [m] (Eingabe für Investitionskosten erf.): 0

Hausübergabestationen [Anzahl] (Eingabe für Investitionskosten erf.): 0

Jahres-Pumpenenergiebedarf [kWh el] (leeres Feld = auto. Berechnung): 2925

Gleichzeitigkeitsfaktor (GF) berechnet gemäß Angaben [-]: 1

Planungssoftware WDesign



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

Kosteneinstellungen

Kosten-Einstellungen WDesign-Projekt: 250kW DEL.xls

Invest- u. Betriebskosten | Invest- u. Betriebskosten | Invest- u. Betriebskosten | Finanzierung u. Erlöse

Steigerung Investitionskosten zum Vergleichsjahr 2004

Investitionskostenindex zum Vergleichsjahr 2004 = 100 [%] ?

Jährliche Investitionskostensteigerung [%] ?

Instandhaltung

		?	Steigerung pro Jahr [%]
Instandhaltung ANLAGEN, MASCHINEN, FAHRZEUGE (Pos. A, B, C, E, F, G, I)	von Jahresinvestition [%]	<input type="text" value="2,5"/>	<input type="text" value="2"/>
Instandhaltung NAHWÄRMENETZ (Pos. D)	von Jahresinvestition [%]	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>
Instandhaltung GEBÄUDE (Pos. H)	von Jahresinvestition [%]	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>

Personal

			Steigerung pro Jahr [%]
Betriebsleiter/Meister Brutto ohne Gemeinkosten	[EUR/h]	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="2"/>
Bedienung/Anlage Brutto ohne Gemeinkosten	[EUR/h]	<input type="text" value="22"/>	<input type="text" value="2"/>
Verwaltung/Büro Brutto ohne Gemeinkosten	[EUR/h]	<input type="text" value="18"/>	<input type="text" value="2"/>

		Feststoffkessel	Gas-/Ölkessel	BHKW
Betriebsleiter/Meister	[h/MWh Brst. Hu]	<input type="text" value="0,15"/>	<input type="text" value="0,1"/>	<input type="text" value="0,12"/>
Bedienung/Eigenwartung	[h/MWh Brst. Hu]	<input type="text" value="0,1"/>	<input type="text" value="0,07"/>	<input type="text" value="0,07"/>
Verwaltung/Büro	[h/MWh Brst. Hu]	<input type="text" value="0,05"/>	<input type="text" value="0,05"/>	<input type="text" value="0,05"/>

Übernehmen Laden Abbrechen/Schließen

Planungssoftware WDesign

Definition der Kessel und der Brennstoffe

Gas- oder Ölbrennstoffkessel 1 Grundlast definieren 250kW OEL.xls

Abbrechen/Schließen Kessel übernehmen ins Projekt Leistung ungedeckt 0 kW Fehler/Info 0

Gas-Ölbrennstoffkessel Abgasemissionen Brennstoffe

Gas- oder Ölbrennstoffkessel 1

Kessel-Bezeichnung Öl-Kessel 250 kW ? Kessel aus Projekt anzeigen Economiser Ja/Nein ?

Maximal zul. (geprüfte) Wärmeleistung 250 [kW] ? Kessel aus Datenbank anzeigen Rauchgaskondensation Ja/Nein ?

Eingestellte Nennwärmeleistung PK 250 [kW] ? Kessel speichern in Datenbank Stromerzeugung Ja/Nein ?

Leistung modular bis 50 [%] der eingestellten Nennwärmeleistung ? Gewählten Kessel löschen

Kesselbetrieb bis 0 [%] Kesselteillast oder 25 [°C] mittlere Stundenaußentem. ?

Abgastemperatur Austritt Kessel 170 [°C] bei eingestellter Nennleistung ? Inbetriebnahme im 1 -ten [Jahr] des Betriebes ?

Lufttemperatur 25 [°C] Eintritt Kessel ?

Bemerkungen und Beschreibung bitte angeben.

WDesignDatenbanken.xls

Gas- oder Ölbrennstoffkessel 1 Grundlast definieren 250kW OEL.xls

Abbrechen/Schließen Kessel übernehmen ins Projekt Leistung ungedeckt 0 kW Fehler/Info 0

Gas-Ölbrennstoffkessel Abgasemissionen Brennstoffe

Gas- oder Ölbrennstoffkessel 1

Herbst und Winter ? ? ?

[%] der Brennstoffmasse im Herbst u. Winter Brennstoffkostenverlauf Doppelclick

Brennstoff 1 Heizöl-EL 100 Gew.-Anteil [%] 0,2 [%] Wassergehalt 60 EUR/Mwh Hu

Brennstoff 2 Brennstoff aus Datenbank wählen Gew.-Anteil [%] [%] Wassergehalt EUR/Mwh Hu

Brennstoff 3 Brennstoff aus Datenbank wählen 0 Gew.-Anteil [%] [%] Wassergehalt EUR/Mwh Hu

Temperatur des Brennstoffes 25 [°C] im Herbst u. Winter bei Brennaufzufuhr ?

Frühjahr und Sommer

[%] der Brennstoffmasse im Frühjahr u. Sommer

Brennstoff 4 Heizöl-EL 100 Gew.-Anteil [%] 0,2 [%] Wassergehalt 60 EUR/Mwh Hu

Brennstoff 5 Brennstoff aus Datenbank wählen Gew.-Anteil [%] [%] Wassergehalt EUR/Mwh Hu

Brennstoff 6 Brennstoff aus Datenbank wählen 0 Gew.-Anteil [%] [%] Wassergehalt EUR/Mwh Hu

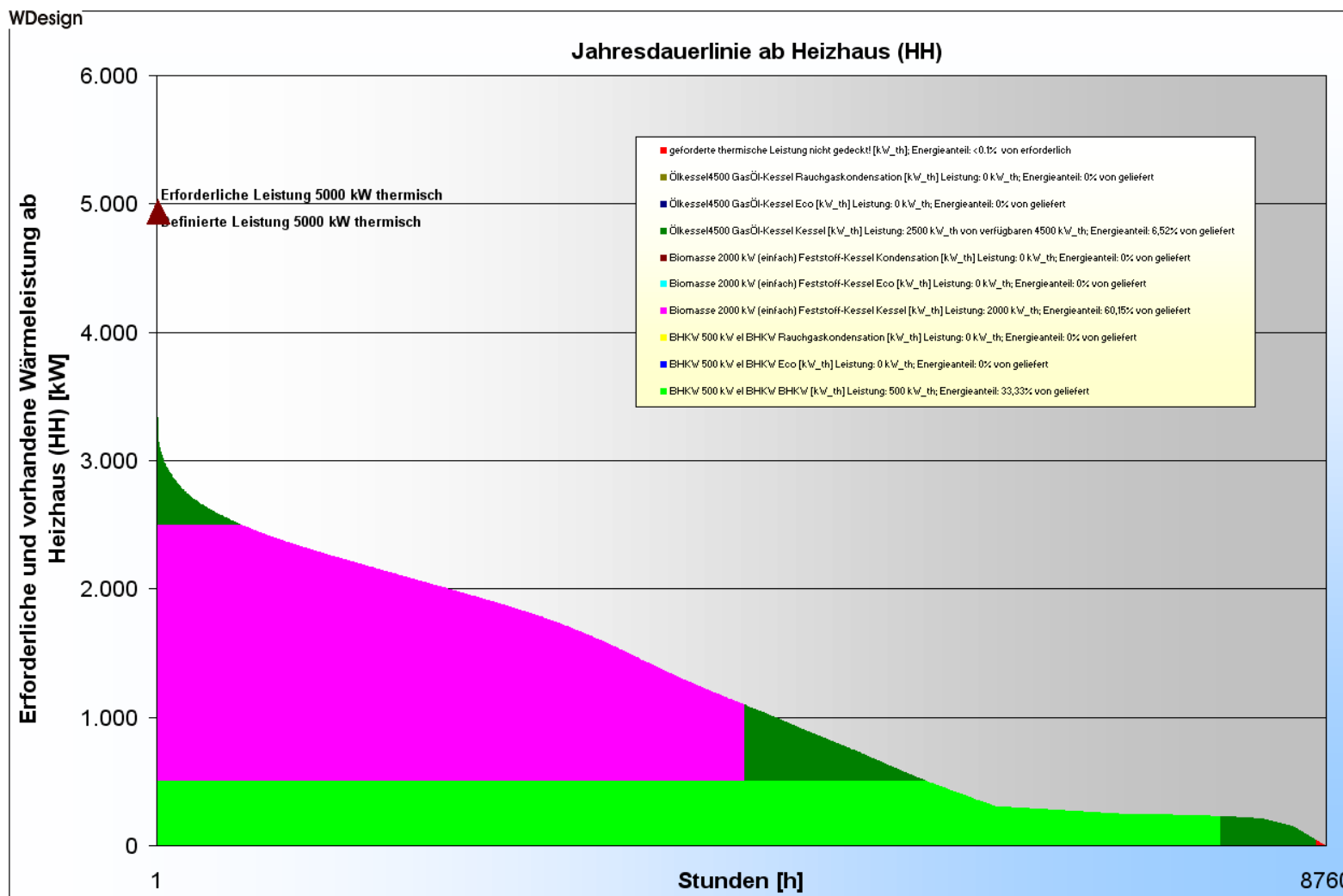
Temperatur des Brennstoffes 25 [°C] im Frühjahr u. Sommer bei Brennaufzufuhr

Planungssoftware WDesign

Jahresdauerlinie



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

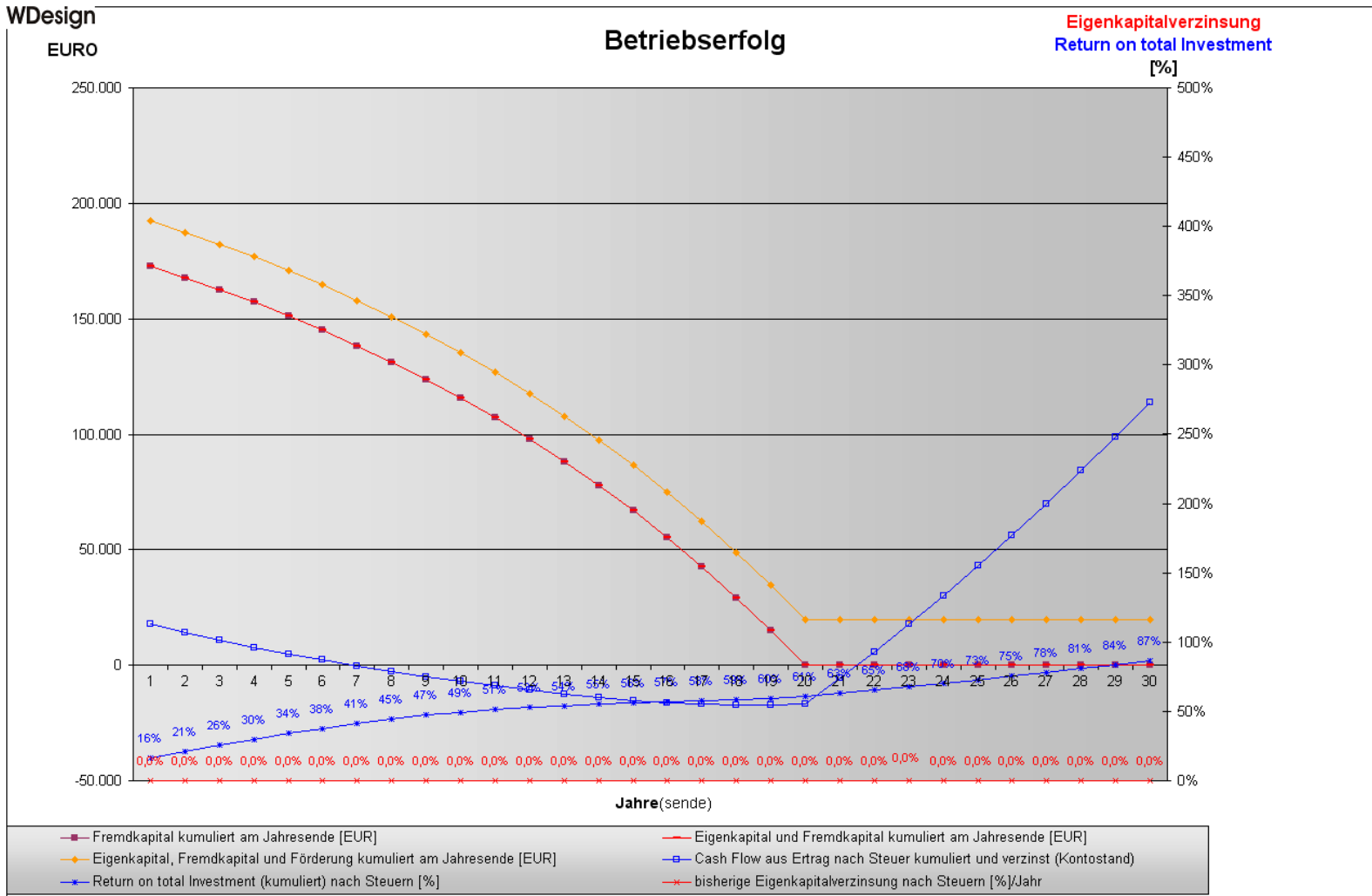


Planungssoftware WDesign

Betriebserfolg



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



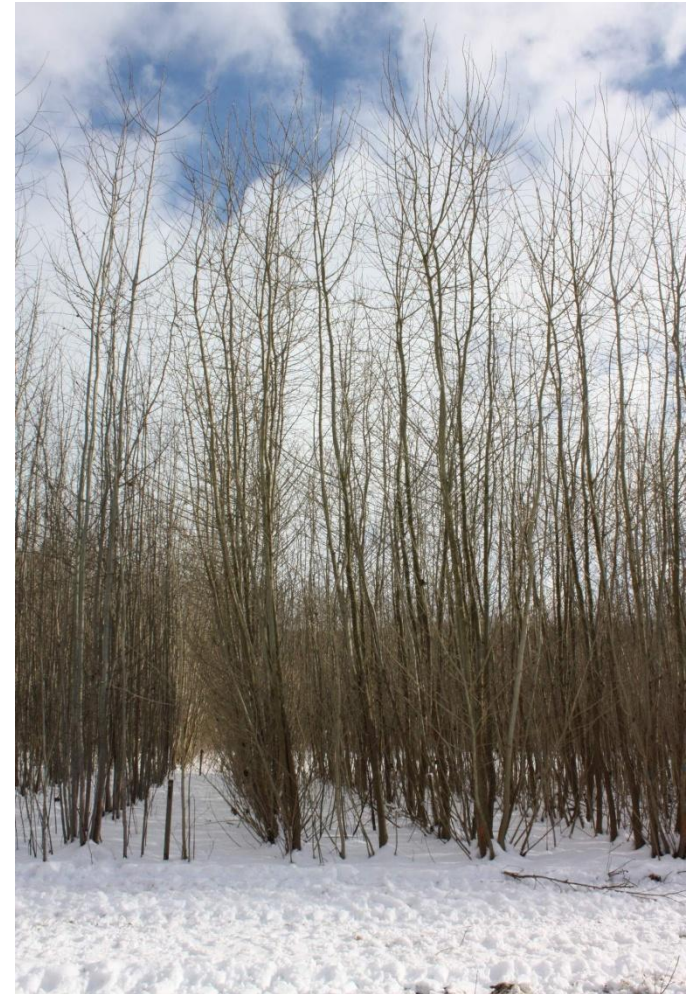
Vergleich der Wärmenutzung verschiedener Biobrennstoffe



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

Gliederung

- Motivation
- Planungssoftware
WDesign
- **Vergleichsrechnung**
 - 30 kW
 - 250 kW
 - 2.000 kW
- Zusammenfassung
und Fazit



Vergleichsrechnung Biogene Brennstoffe



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



Hackschnitzel (Wald 80 €/t; Pappel-KUH 100 €/t)

Wassergehalt: 35 %
Heizwert: 3,2 MWh/t



Holzpellets (220 €/t)

Wassergehalt: 10 %
Heizwert: 4,9 MWh/t



Stroh (100 €/t)

Wassergehalt: 15 %
Heizwert: 4,0 MWh/t



Rapsöl (1,00 €/l)

Wassergehalt: 0,1 %
Heizwert: 9,7 kWh/l



Biomethan (1,05 €/m³)

Wassergehalt: 0,0 %
Heizwert: 9,97 kWh/m³

Vergleichsrechnung Besonderheiten



Hackschnitzel

Investition für KU-Hölzer + 5 % gegenüber HHS-Anlagen



Holzpellets

Günstigere Investitionskosten gegenüber HHS bereits in WDesign berücksichtigt



Stroh

Investition + 50 % gegenüber HHS-Anlagen



Rapsöl

Investition + 5 % gegenüber Heizöl-Anlagen



Biomethan

Entsprechen Erdgas-/Heizölanlagen

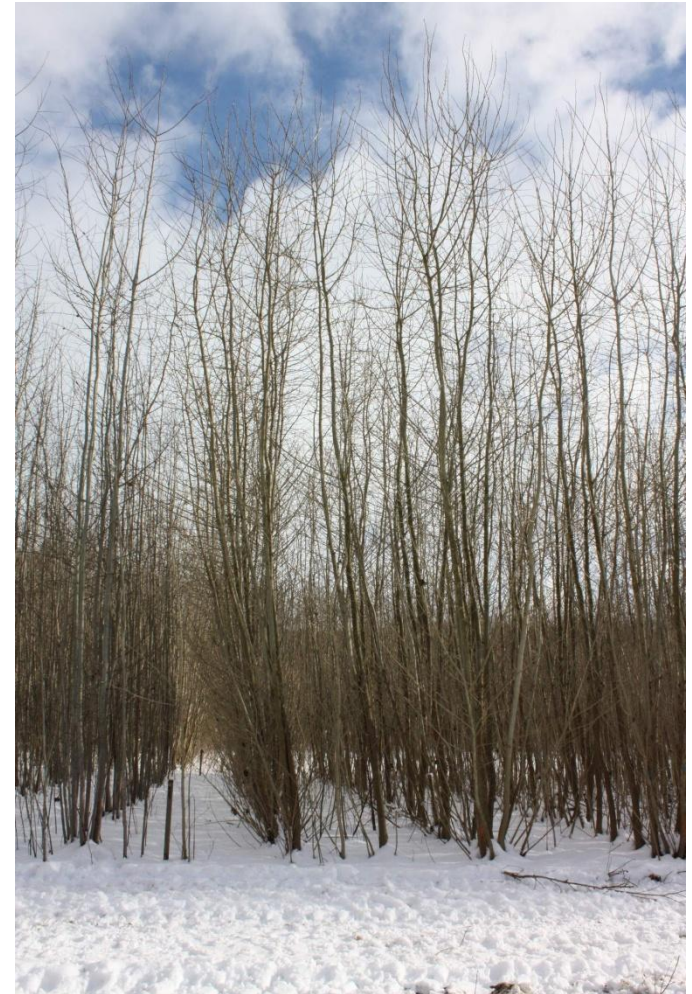
Vergleich der Wärmenutzung verschiedener Biobrennstoffe



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

Gliederung

- Motivation
- Planungssoftware
WDesign
- **Vergleichsrechnung**
 - **30 kW**
 - 250 kW
 - 2.000 kW
- Zusammenfassung
und Fazit

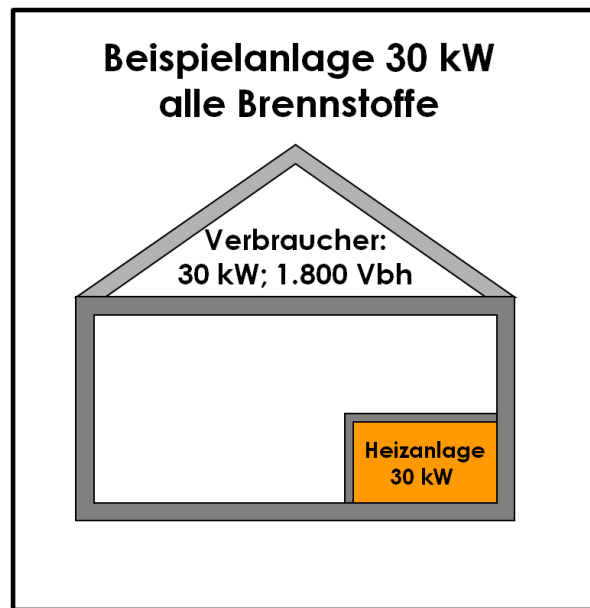


Vergleichsrechnung 30 kW



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

Festlegung der betrachteten Anlagen



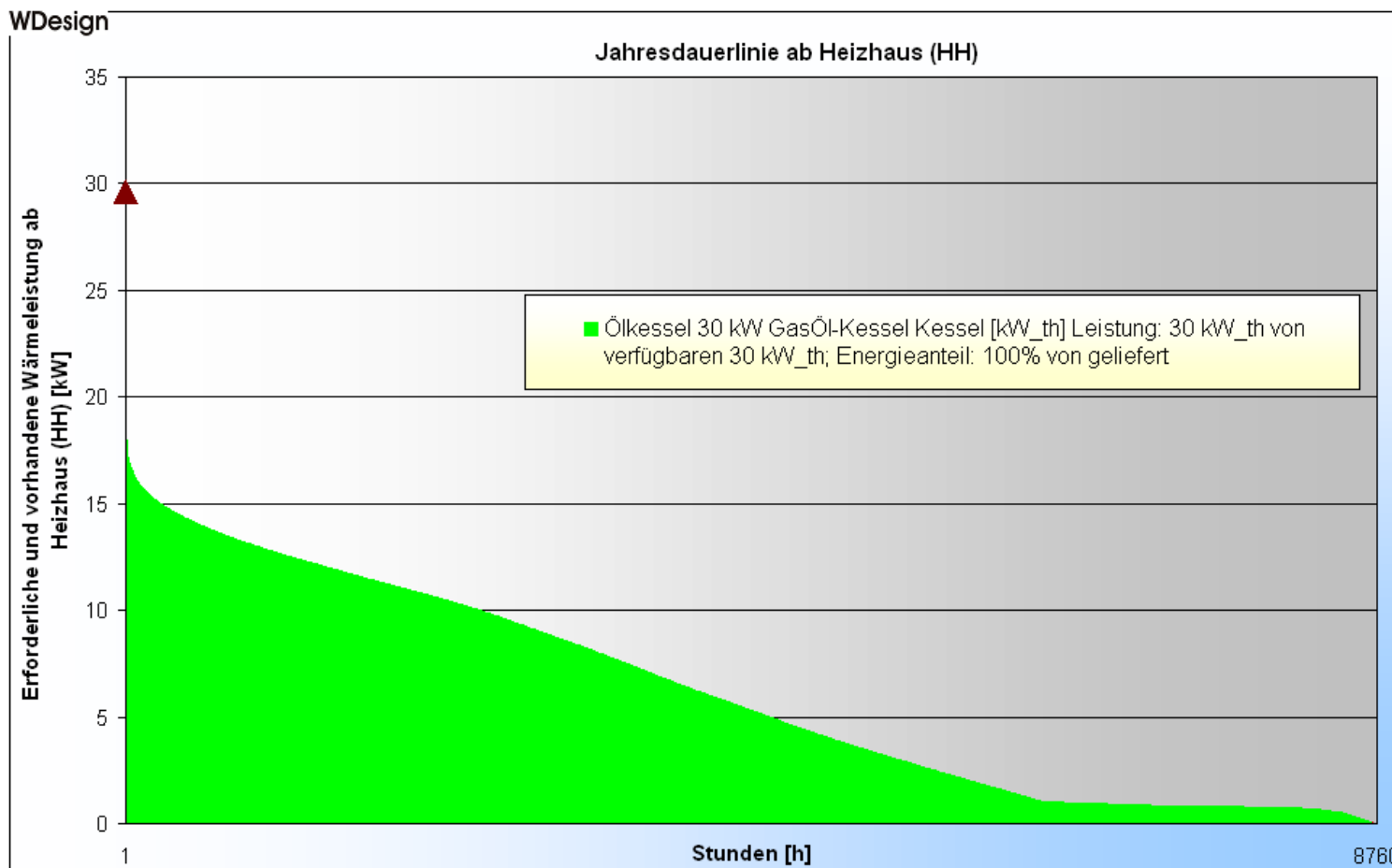
Referenzsystem zur Bestimmung der üblichen Wärmepreise:
Heizölanlage

Vergleichsrechnung 30 kW



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

Jahresdauerlinie alle Brennstoffe

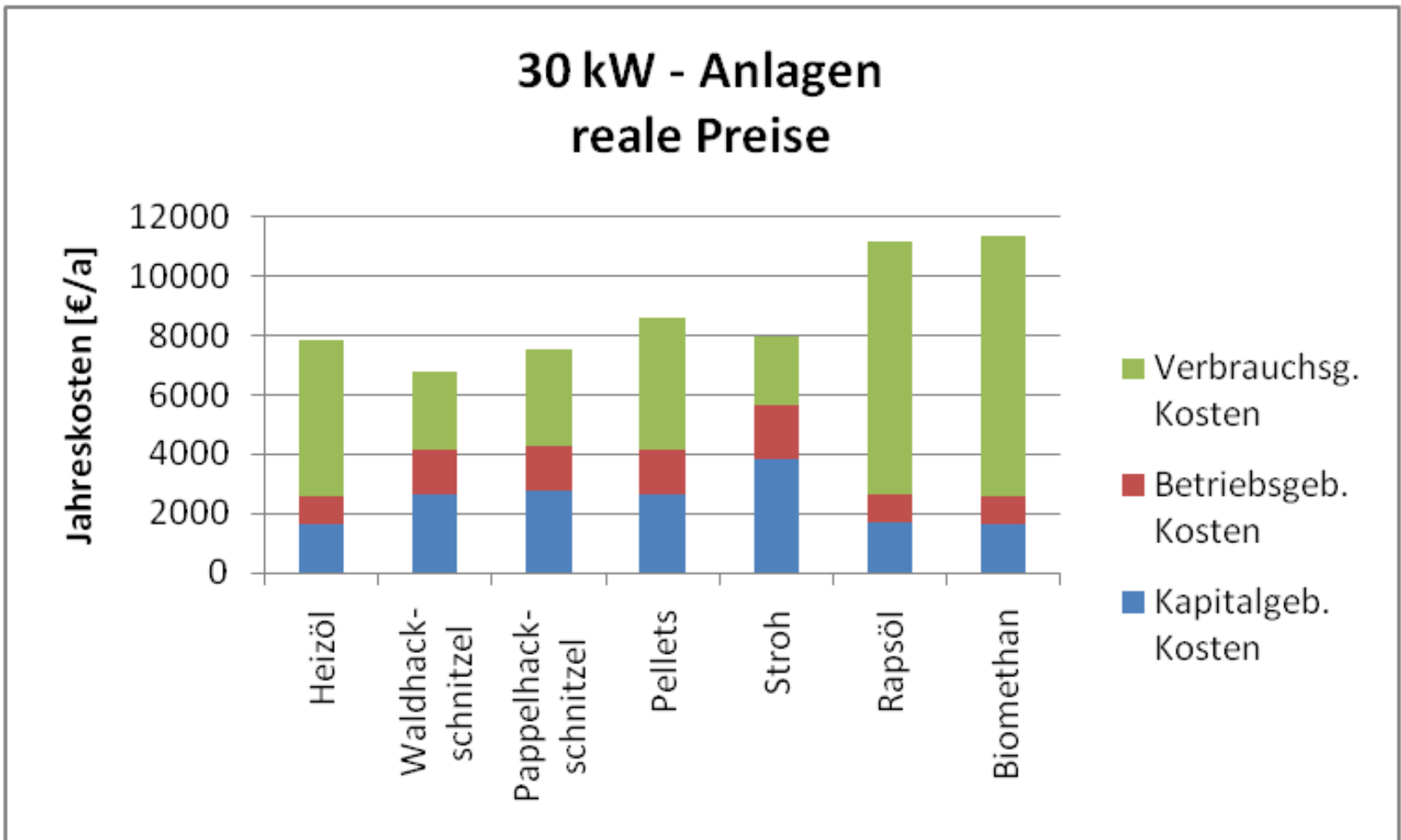


Vergleichsrechnung 30 kW



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

Jahreskosten

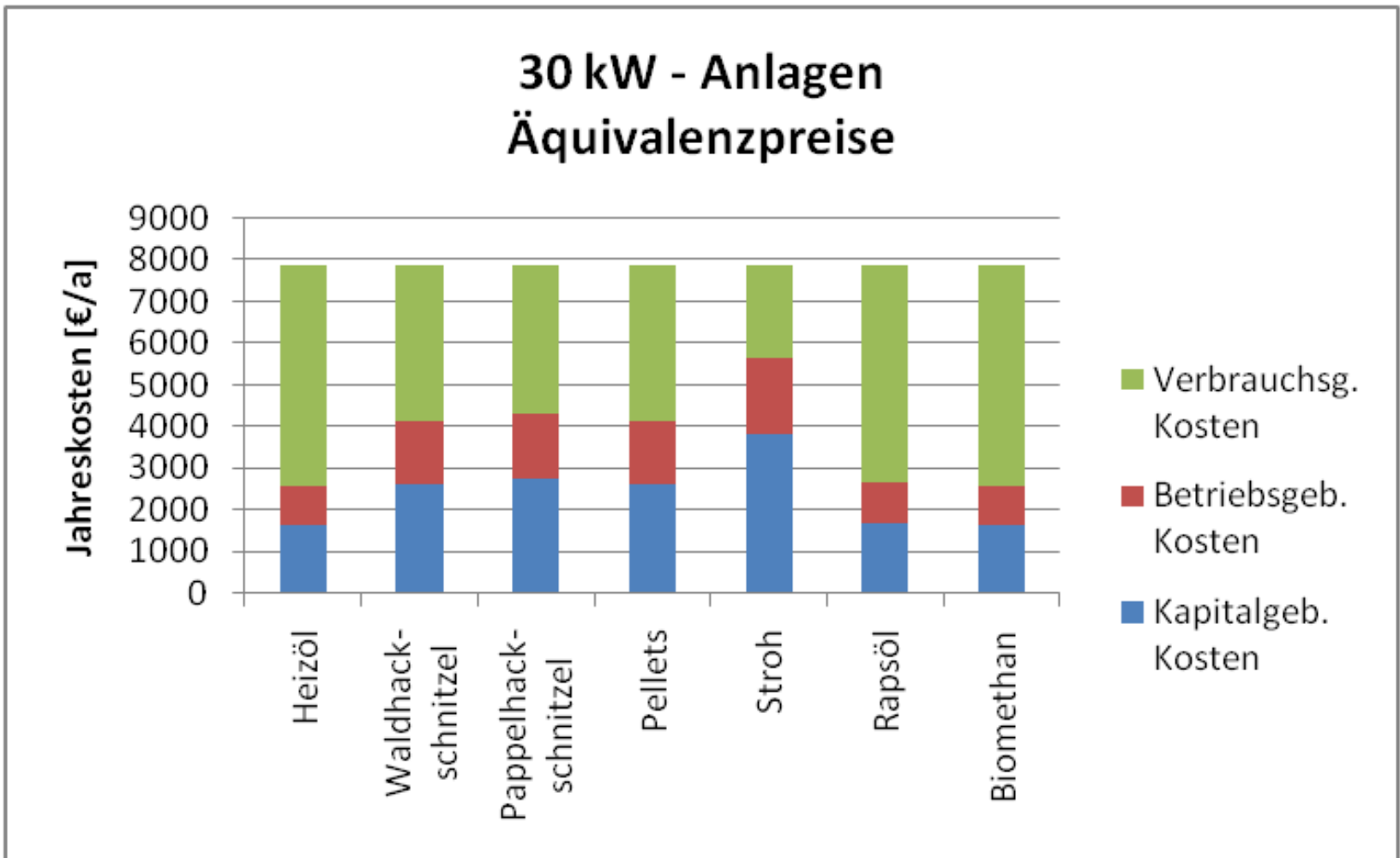


Vergleichsrechnung 30 kW



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

Jahreskosten



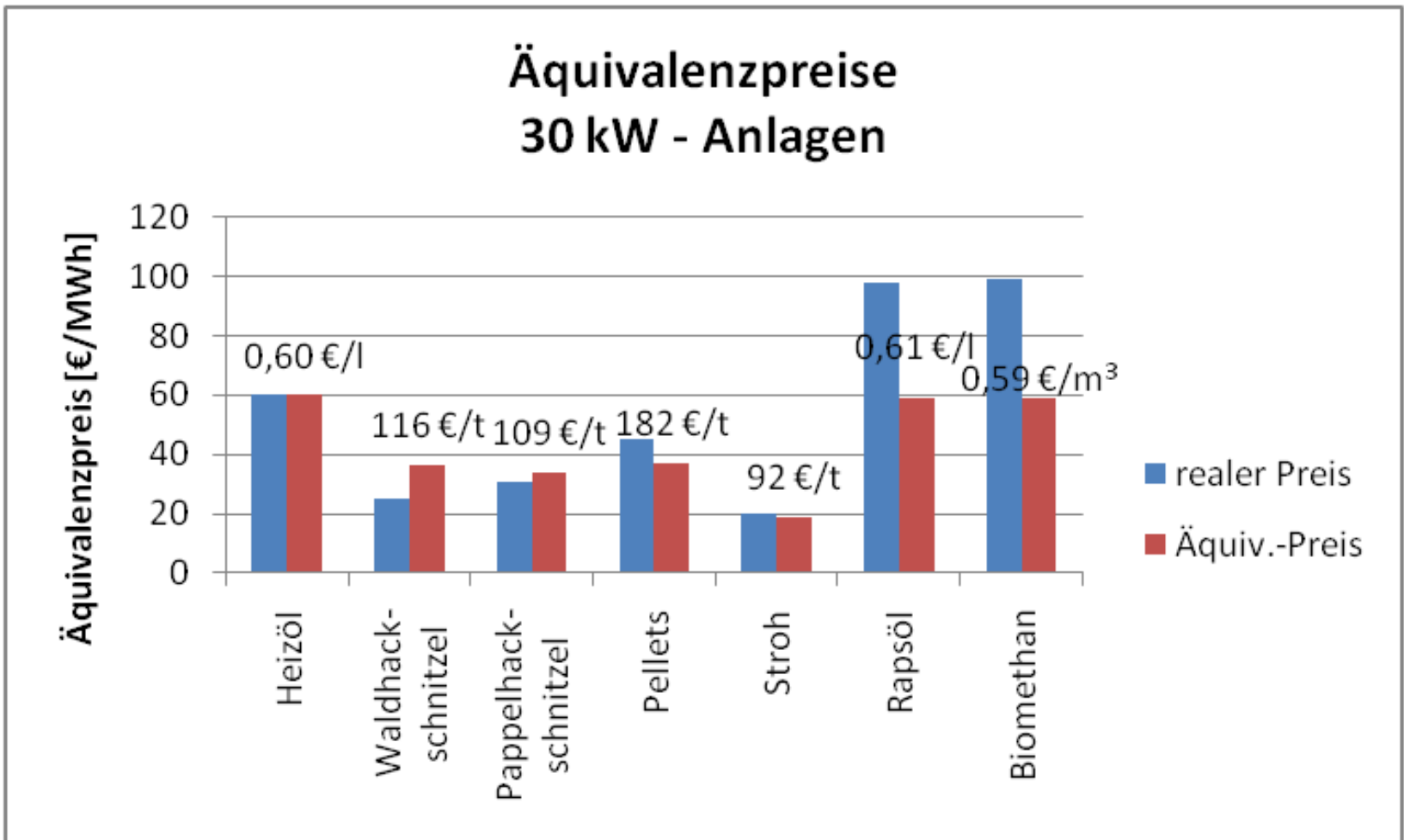
Vergleichsrechnung

30 kW



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

Äquivalenzpreise



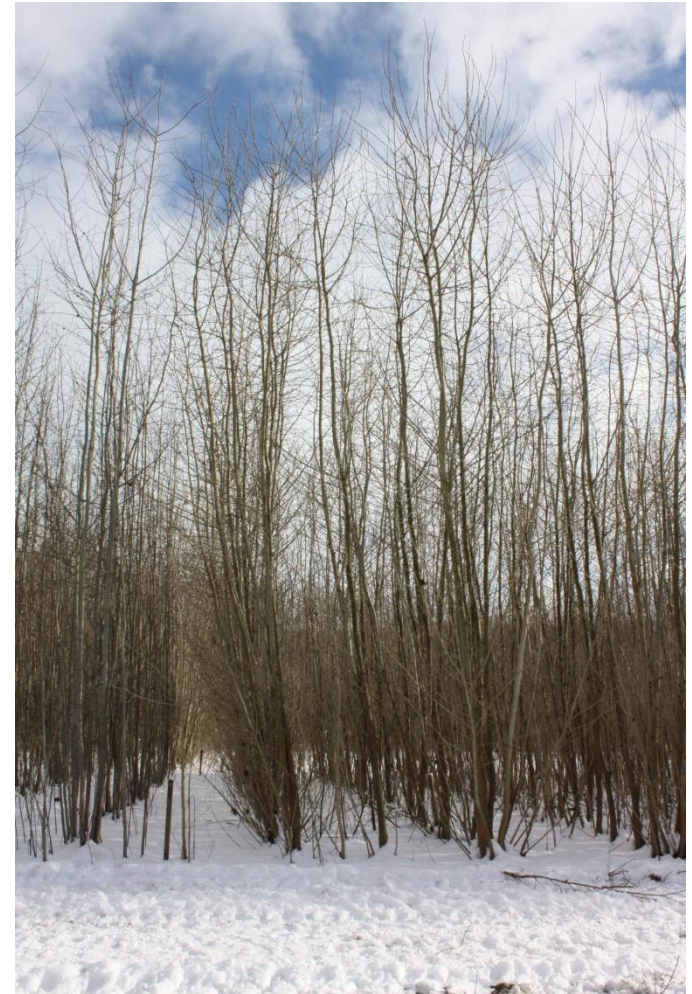
Vergleich der Wärmenutzung verschiedener Biobrennstoffe



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

Gliederung

- Motivation
- Planungssoftware
WDesign
- **Vergleichsrechnung**
 - 30 kW
 - **250 kW**
 - 2.000 kW
- Zusammenfassung
und Fazit



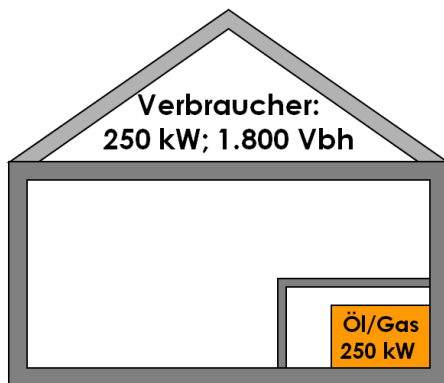
Vergleichsrechnung 250 kW



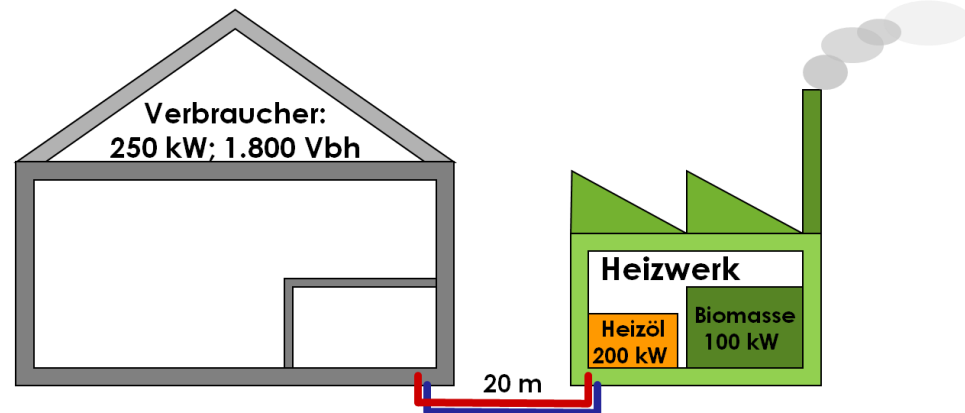
C.A.R.M.E.N.

Festlegung der betrachteten Anlagen

Beispielanlage 250 kW
Heizöl, Rapsöl, Biomethan



Beispielanlage 250 kW
Waldhackschnitzel, Kurzumtriebshölzer, Pellets, Stroh



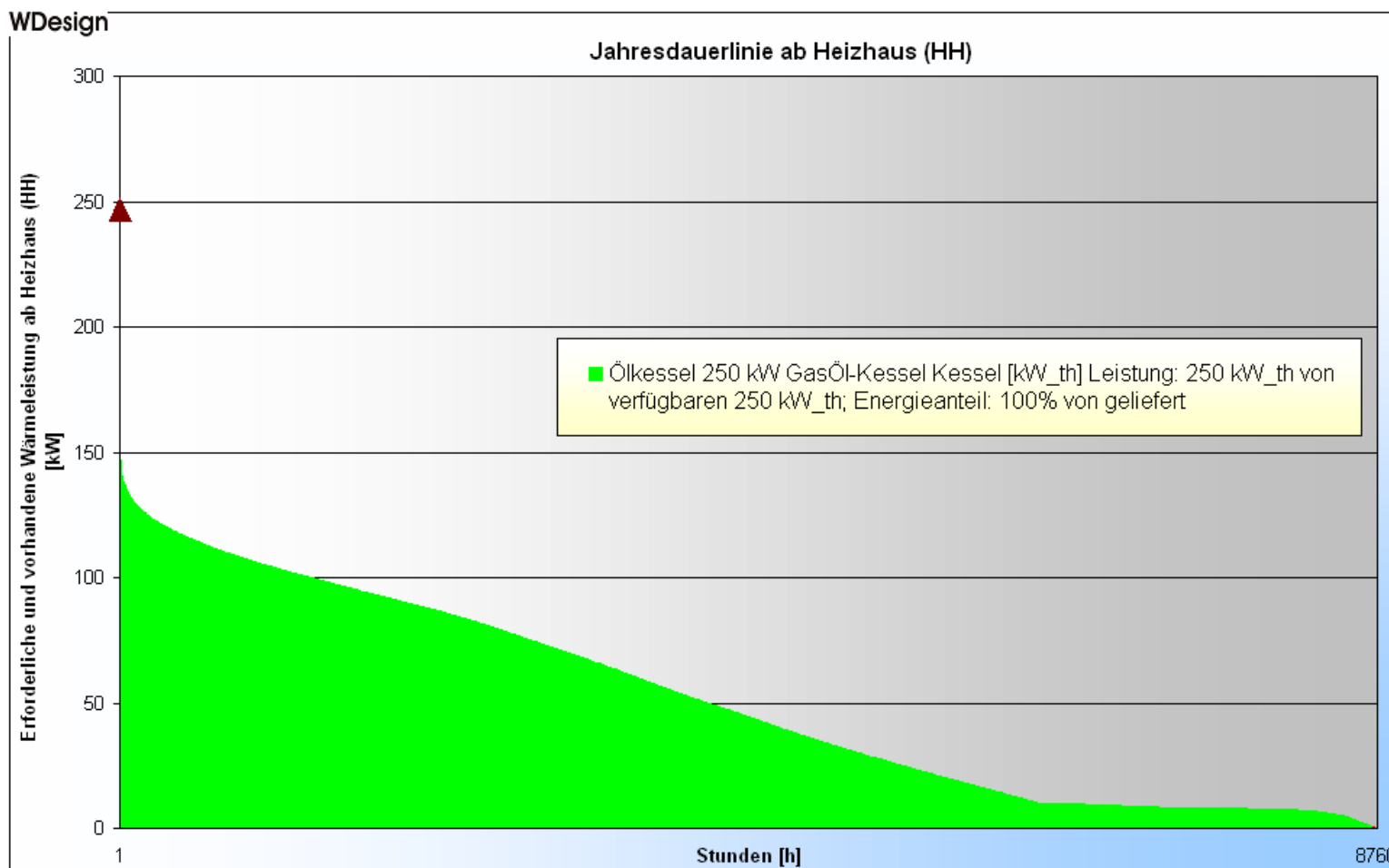
Referenzsystem zur Bestimmung der üblichen Wärmepreise:
Heizölanlage

Vergleichsrechnung 250 kW



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

Jahresdauerlinie Heizöl, Rapsöl, Biomethan

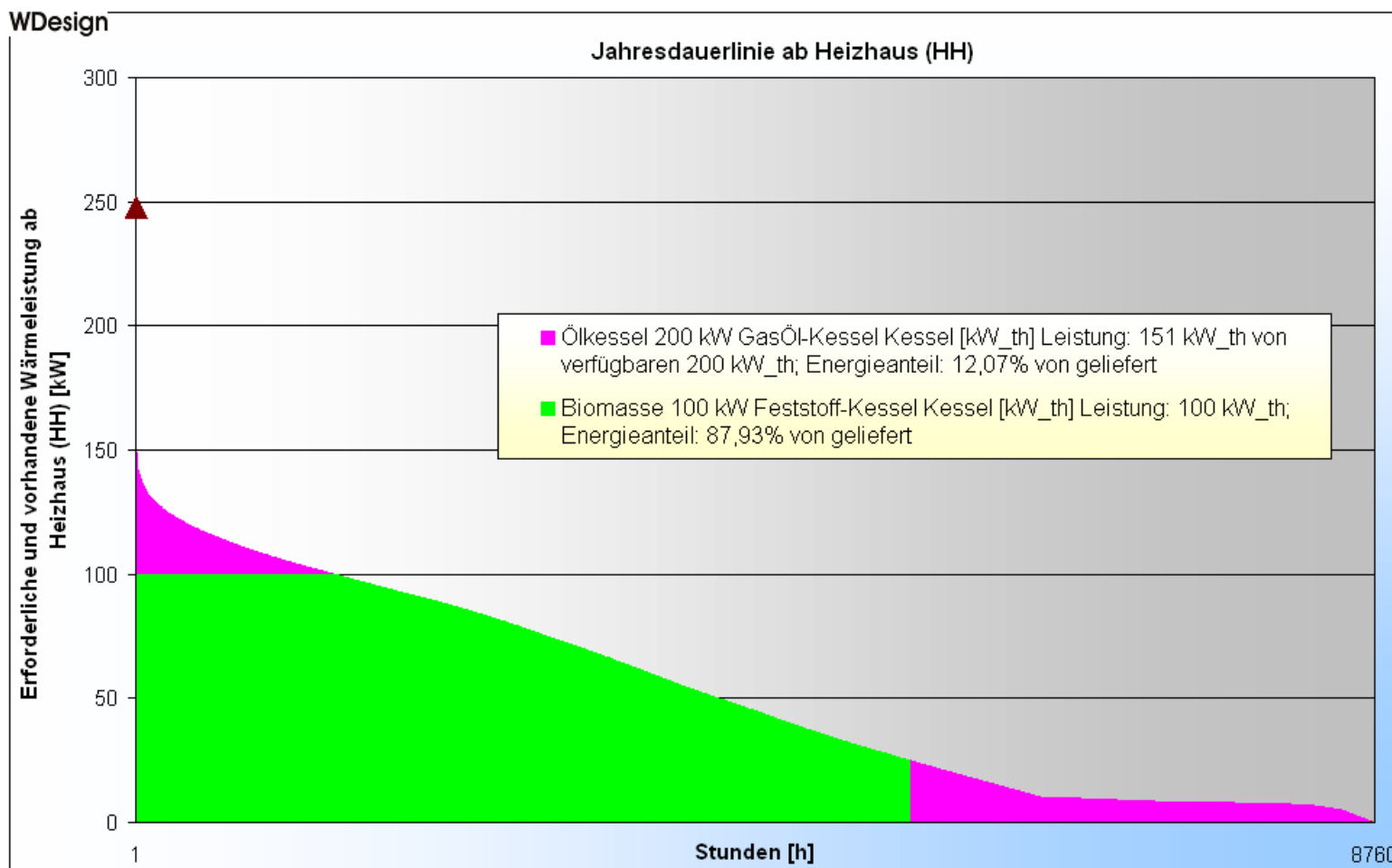


Vergleichsrechnung 250 kW



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

Jahresdauerlinie Waldhackschnitzel, KUP, Pellets, Stroh

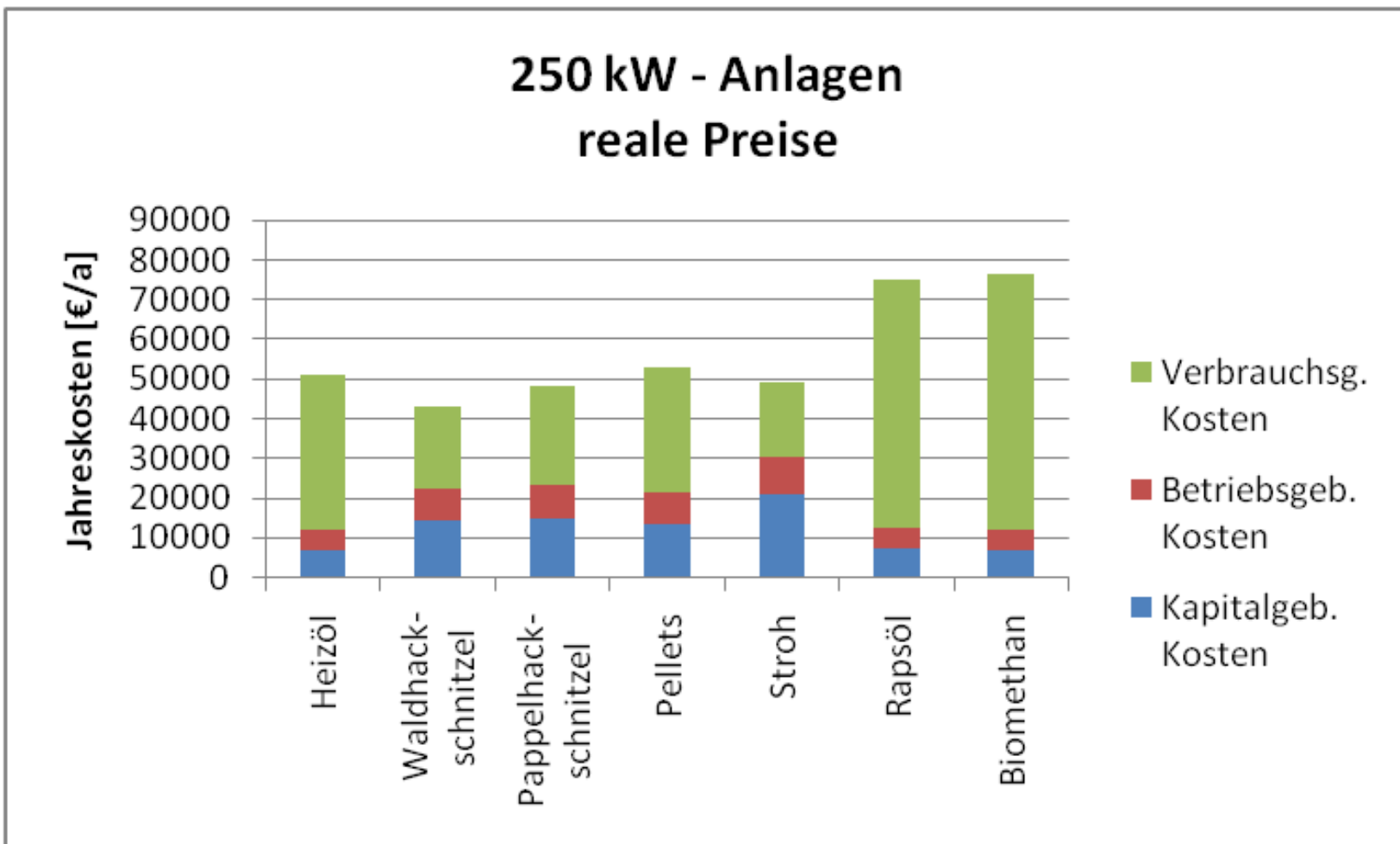


Vergleichsrechnung 250 kW



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

Jahreskosten

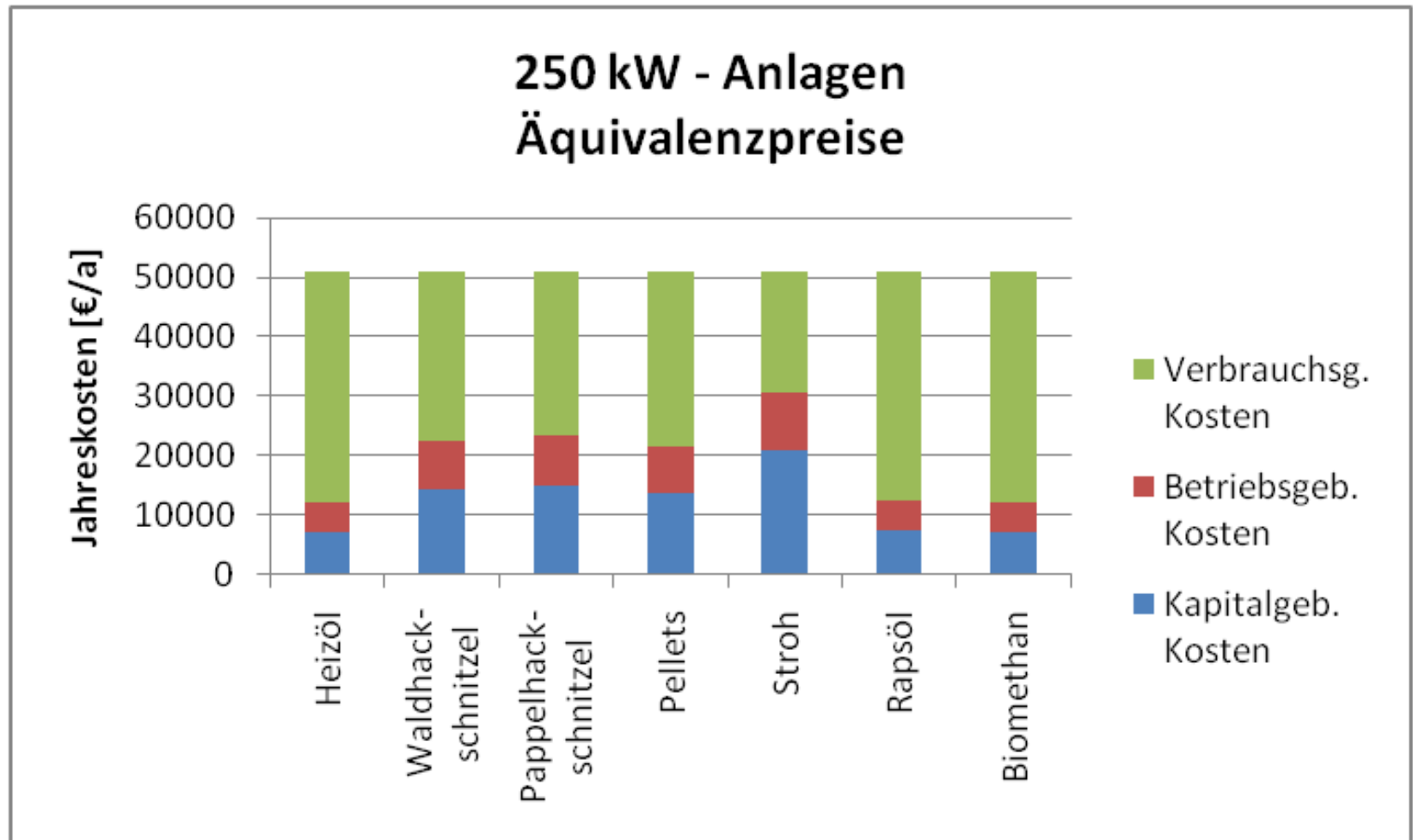


Vergleichsrechnung 250 kW



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

Jahreskosten

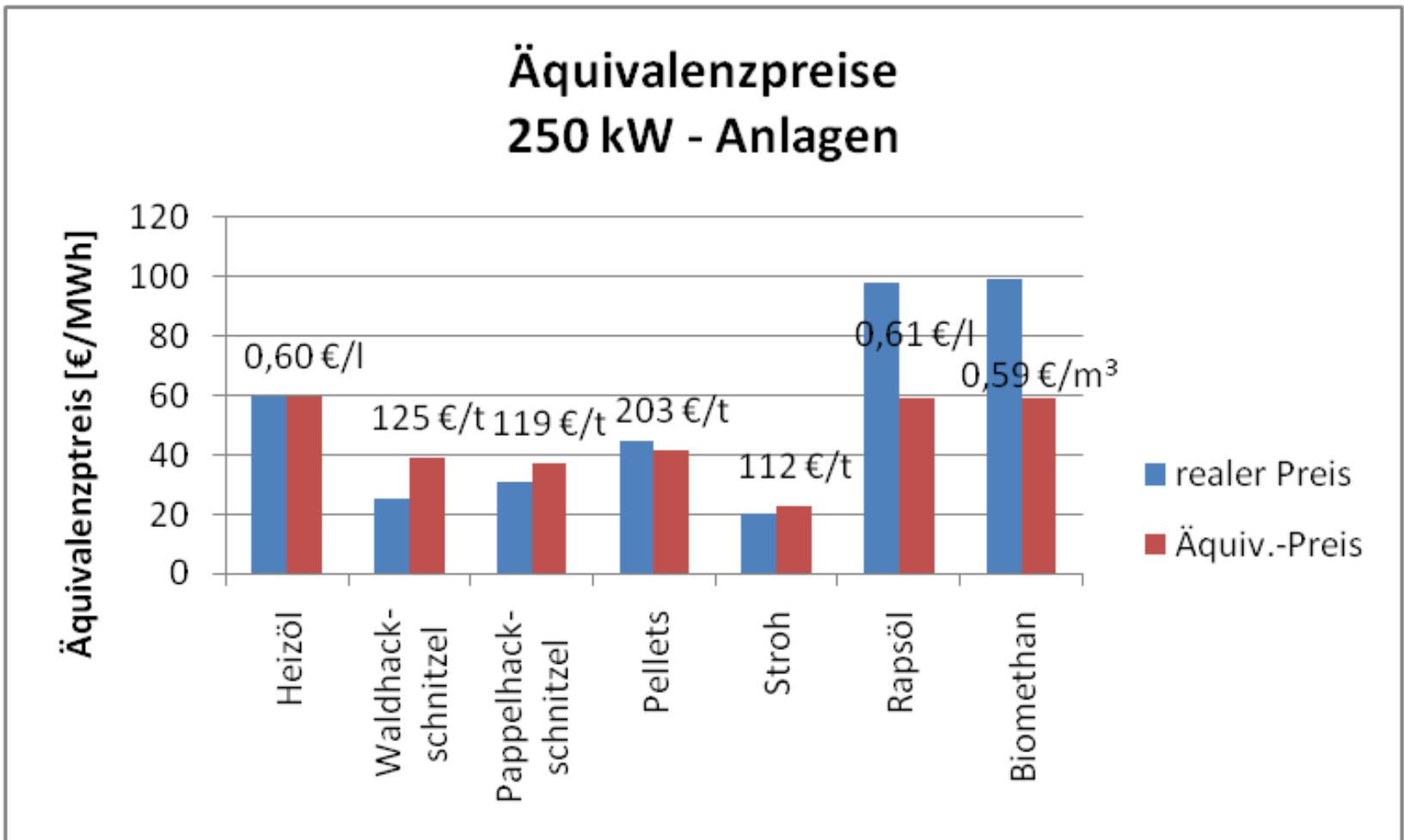


Vergleichsrechnung 250 kW



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

Äquivalenzpreise



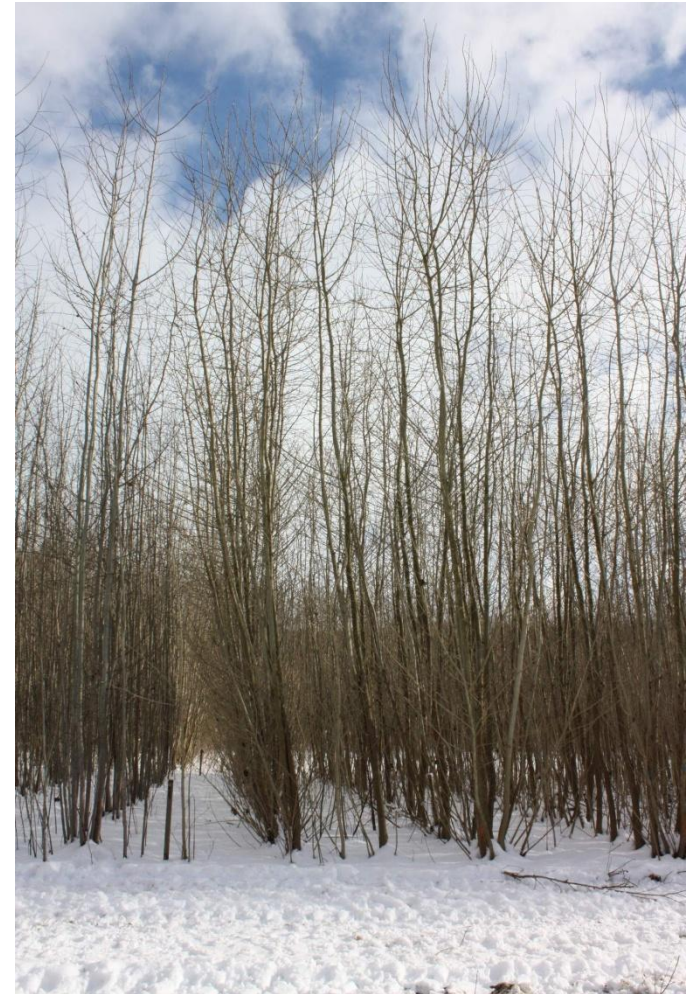
Vergleich der Wärmenutzung verschiedener Biobrennstoffe



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

Gliederung

- Motivation
- Planungssoftware
WDesign
- **Vergleichsrechnung**
 - 30 kW
 - 250 kW
 - **2.000 kW**
- Zusammenfassung
und Fazit

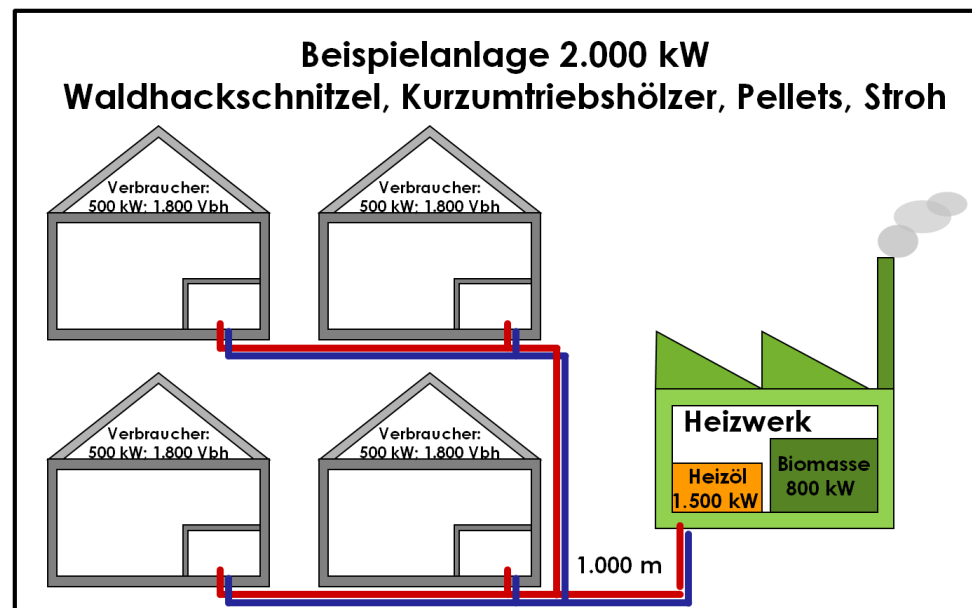
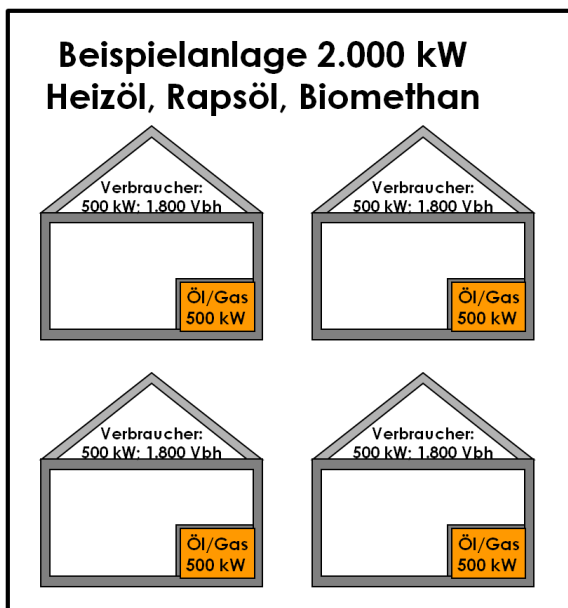


Vergleichsrechnung 2.000 kW



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

Festlegung der betrachteten Anlagen



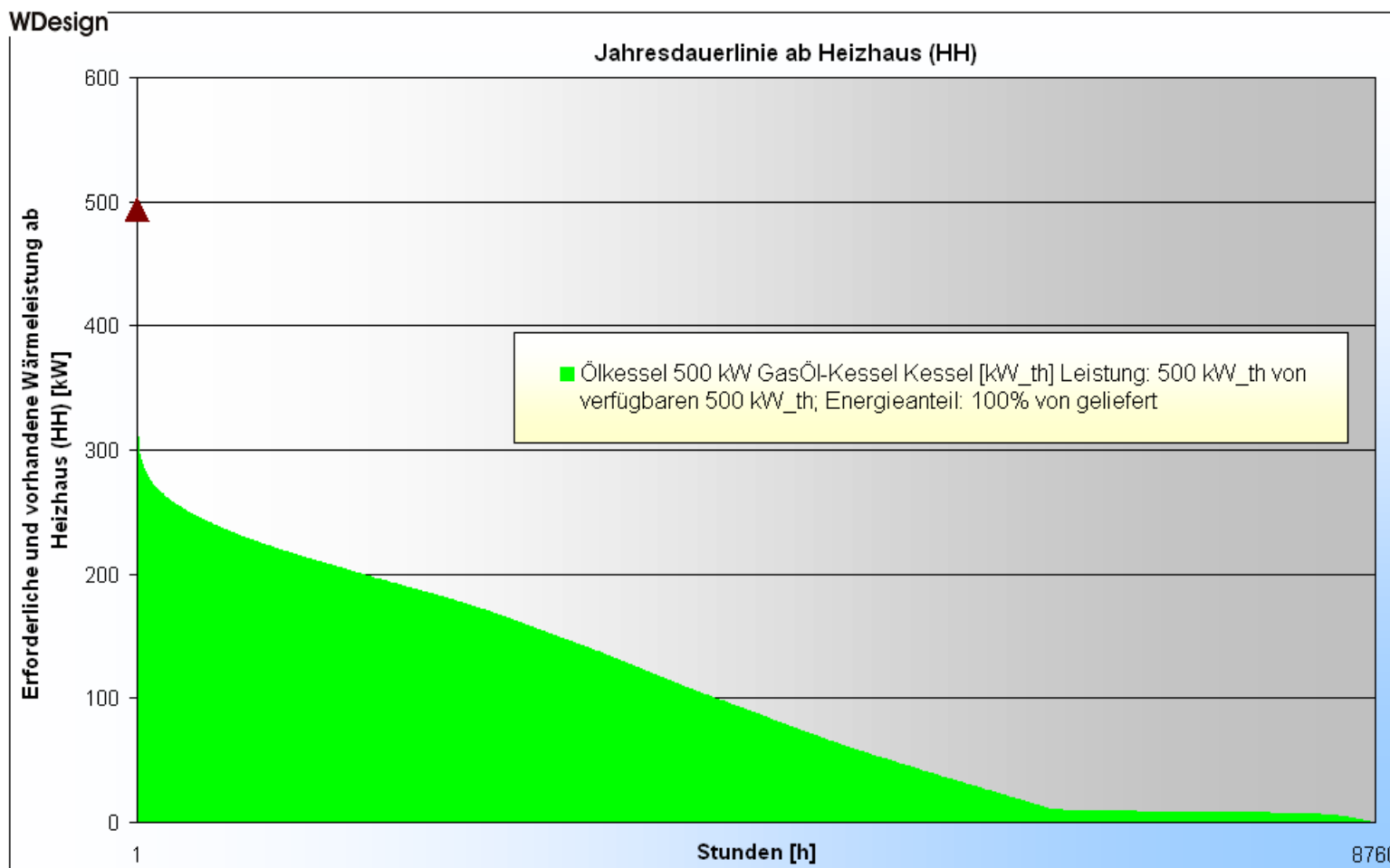
Referenzsystem zur Bestimmung der üblichen Wärmepreise:
Heizölanlage

Vergleichsrechnung 2.000 kW



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

Jahresdauerlinie Heizöl, Rapsöl, Biomethan

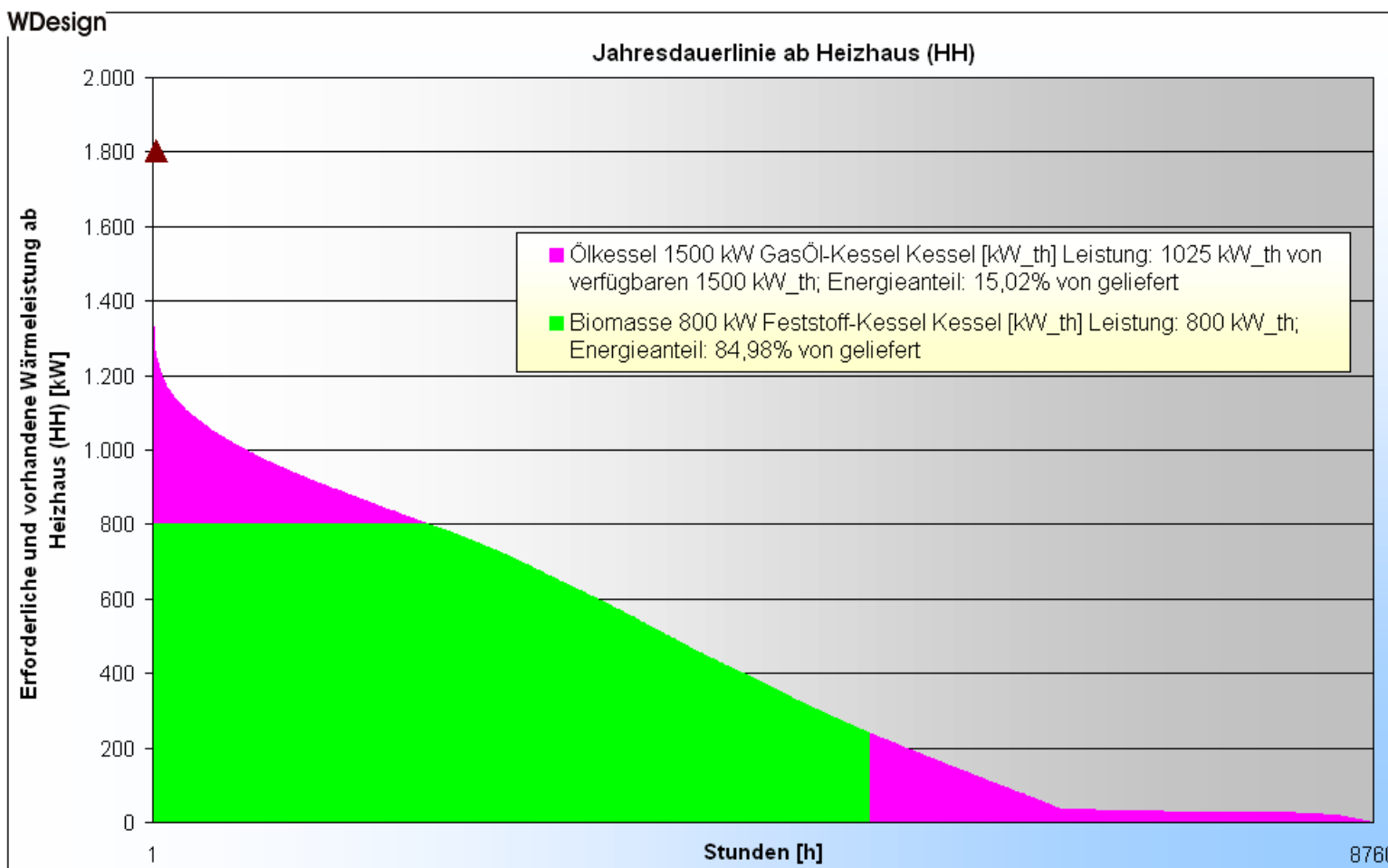


Vergleichsrechnung 2.000 kW



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

Jahresdauerlinie Waldhackschnitzel, KUP, Pellets, Stroh

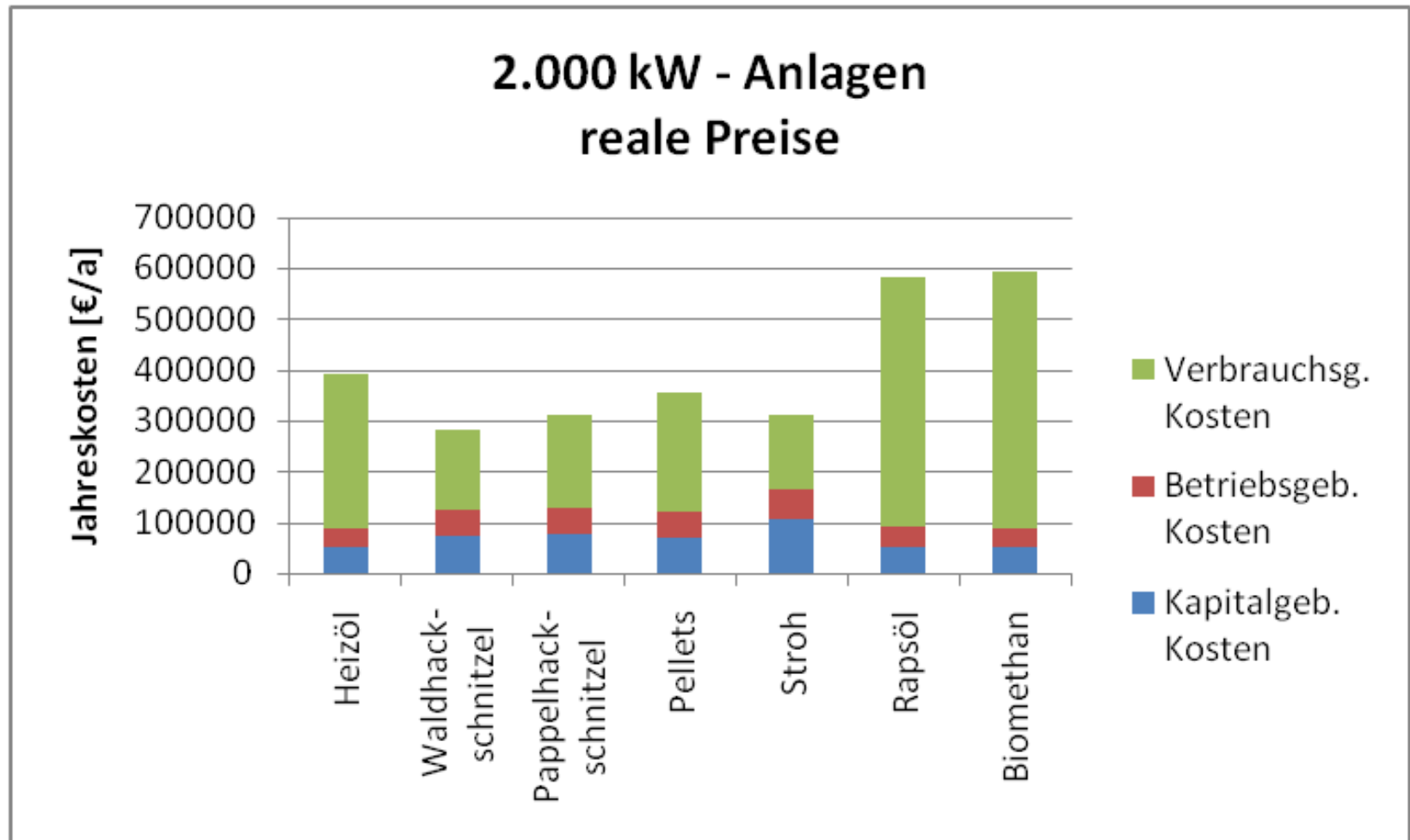


Vergleichsrechnung 2.000 kW



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

Jahreskosten

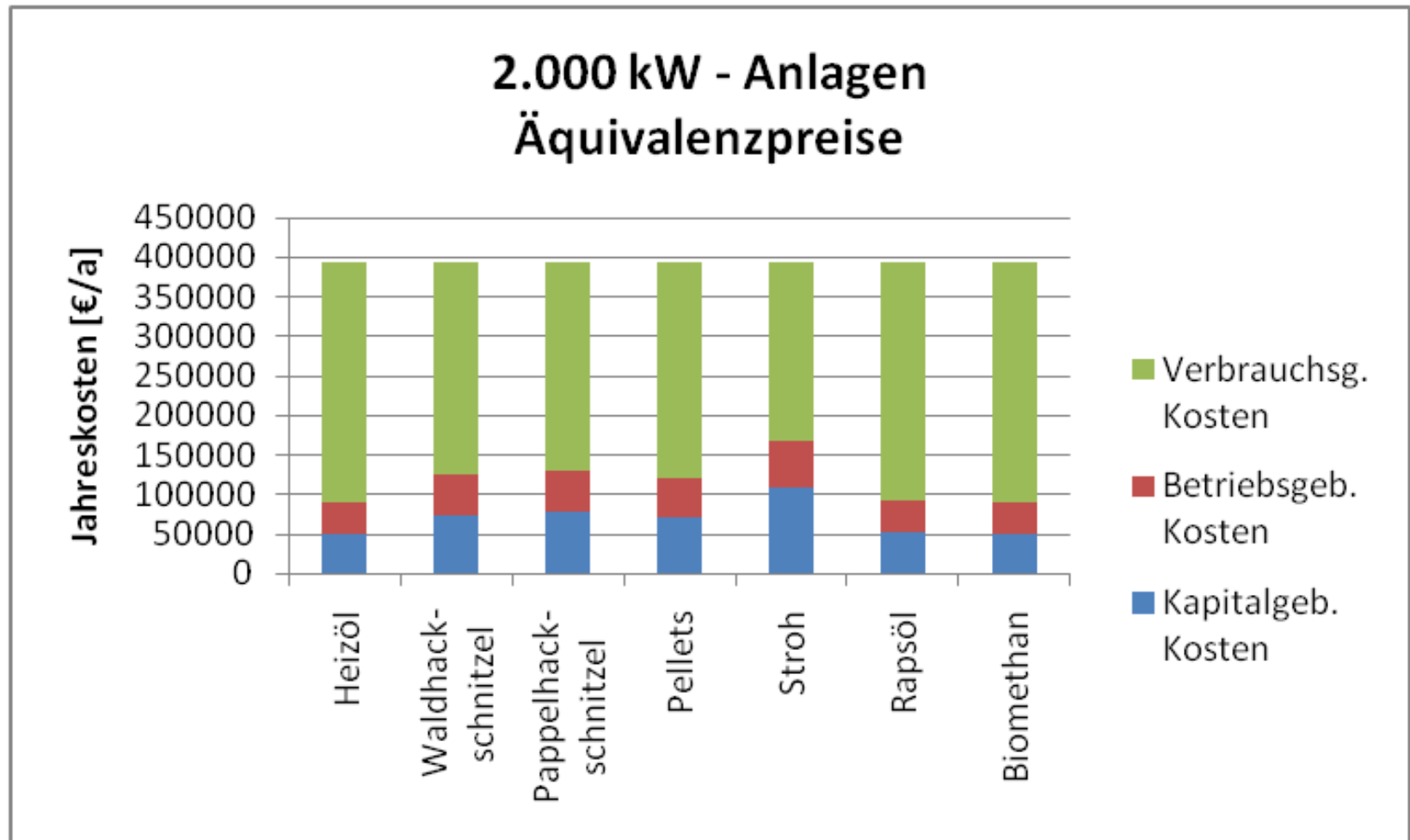


Vergleichsrechnung 2.000 kW



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

Jahreskosten

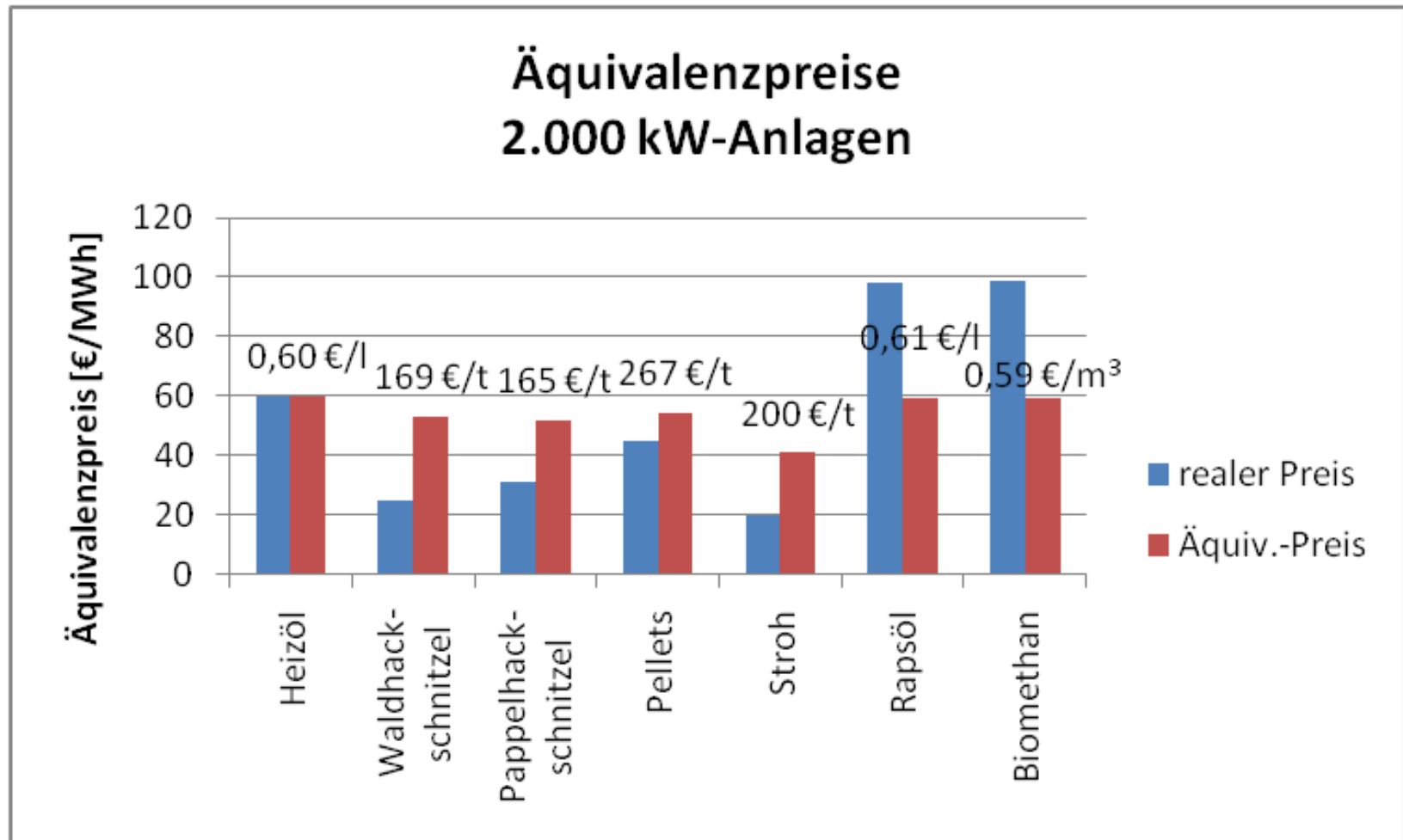


Vergleichsrechnung 2.000 kW



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

Äquivalenzpreise



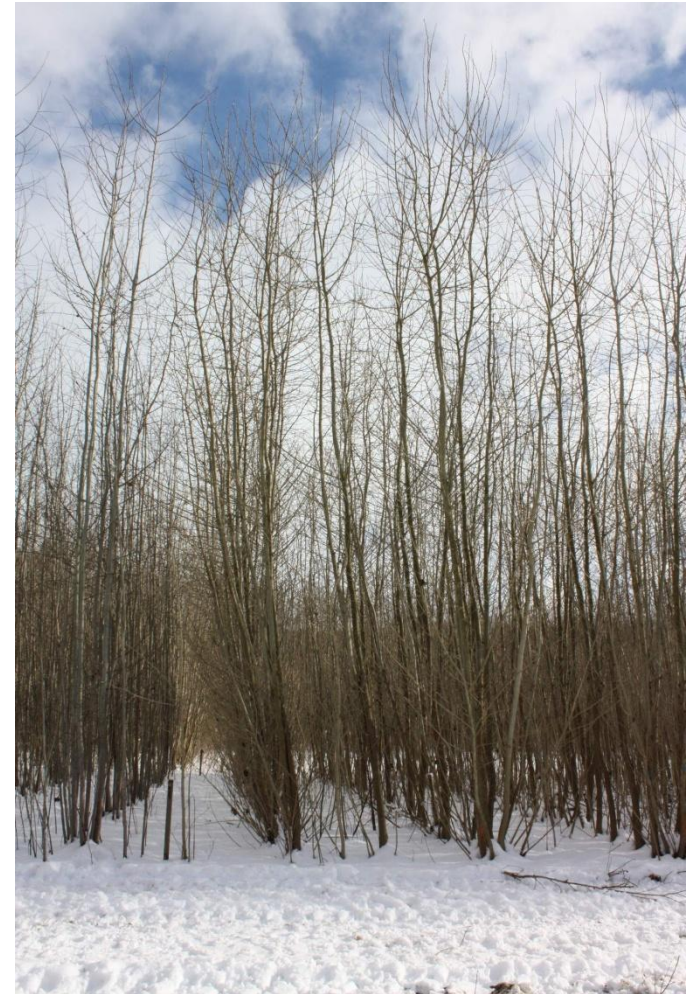
Vergleich der Wärmenutzung verschiedener Biobrennstoffe



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

Gliederung

- Motivation
- Planungssoftware
WDesign
- Vergleichsrechnung
 - 30 kW
 - 250 kW
 - 2.000 kW
- Zusammenfassung
und Fazit

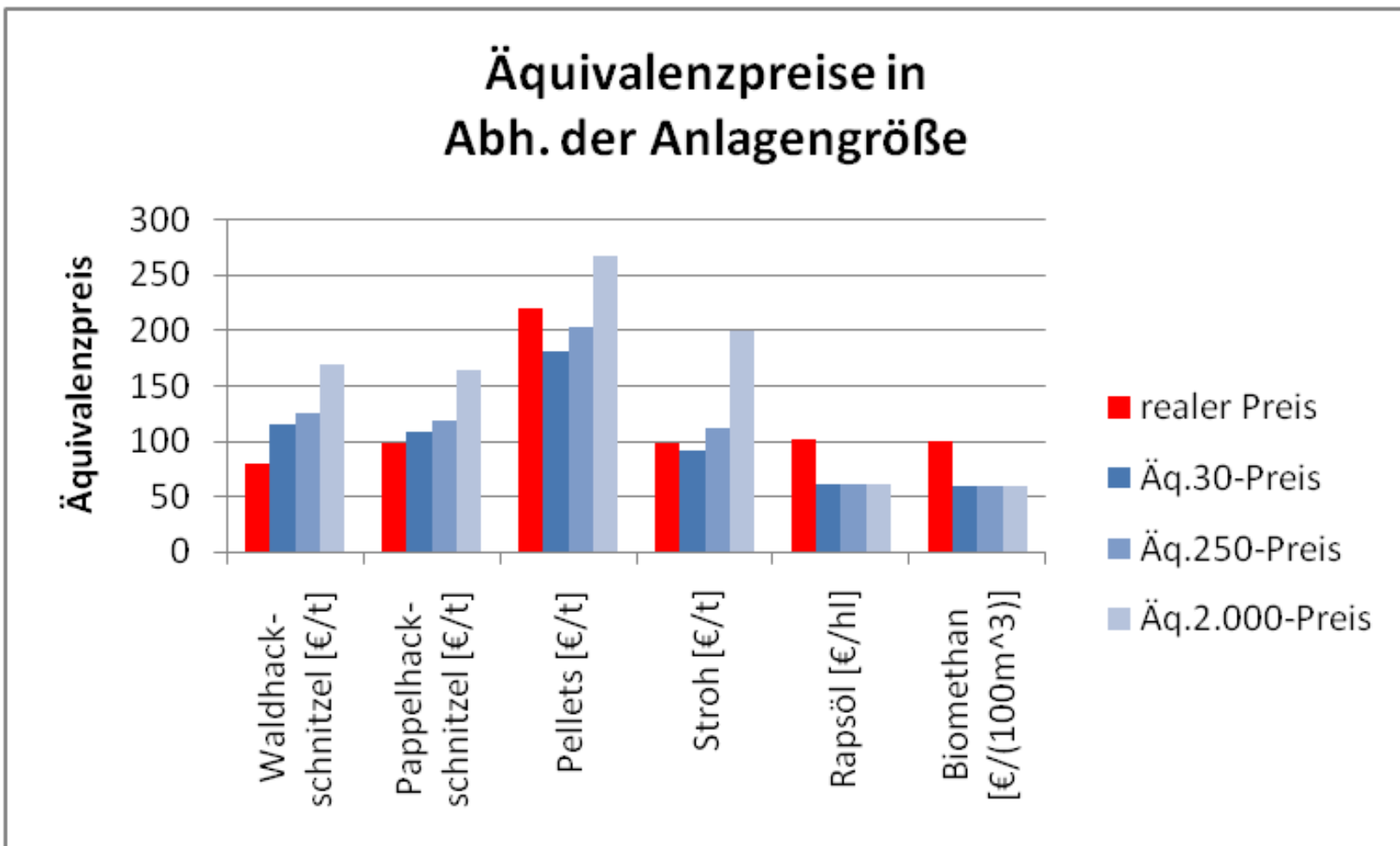


Zusammenfassung und Fazit



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

Äquivalenzpreise im Überblick



Zusammenfassung und Fazit



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

Spezifischer Energieertrag je Fläche

Pappel-Kurzumtriebsholz:

15 t/ha/a; 35 % H₂O; Heizw.: 3 MWh/t =>

45 MWh/ha/a

Getreide-Ganzpflanzen:

14 t/a/ha; 13 % H₂O; Heizwert: 4 MWh/t =>

56 MWh/ha/a

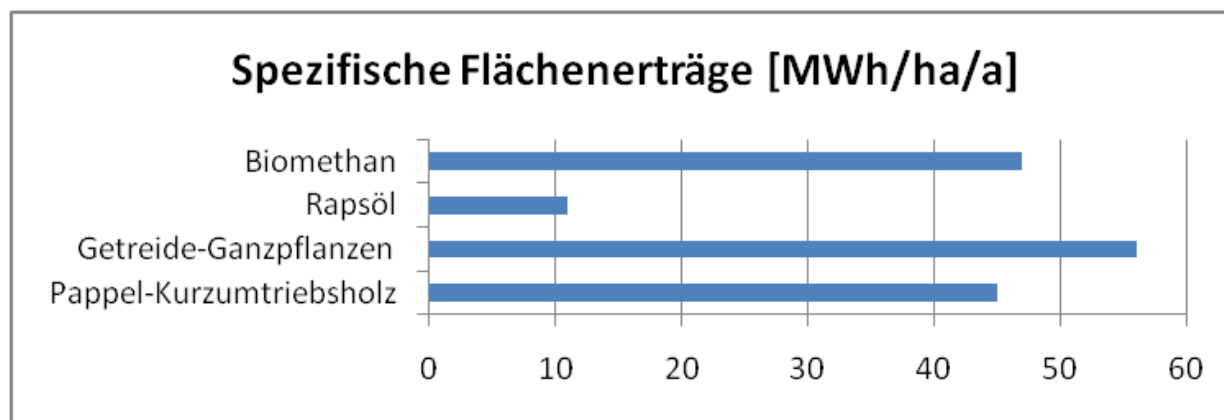
Rapsöl:

1.100 l/ha/a Heizwert: 9,7 kWh/l =>

11 MWh/ha/a

Biomethan:

Methanertrag: 4.700 m³/ha; 9,97 kWh/m³ => **47 MWh/ha/a**



Zusammenfassung und Fazit



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

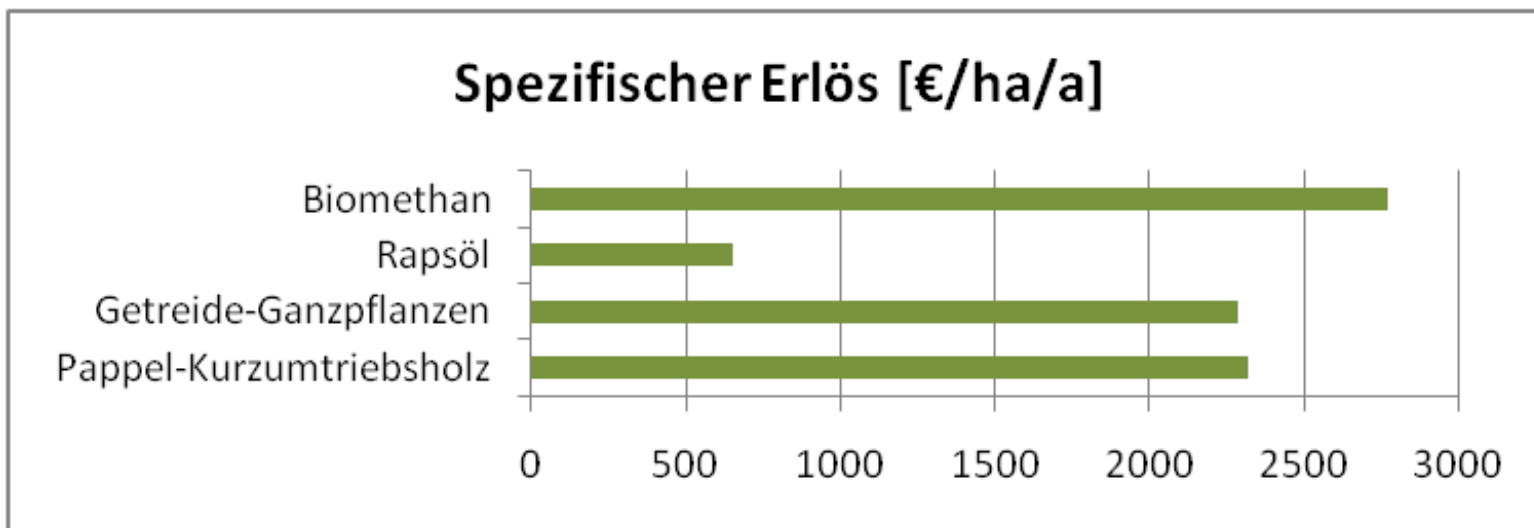
Spezifischer Erlös je Fläche (Basis Äq._{2.000}-Preis)

Pappel-KUH.: $45 \text{ MWh/ha/a} * 51,6 \text{ €/MWh} = 2.322 \text{ €/ha/a}$

Getreide-Gp.: $56 \text{ MWh/ha/a} * 40,8 \text{ €/MWh} = 2.285 \text{ €/ha/a}$

Rapsöl: $11 \text{ MWh/ha/a} * 59,4 \text{ €/MWh} = 653 \text{ €/ha/a}$

Biomethan: $47 \text{ MWh/ha/a} * 59,0 \text{ €/MWh} = 2.773 \text{ €/ha/a}$



Zusammenfassung und Fazit



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

Fazit

- Der Einsatz Wärmemarkt bietet interessanten Einblick in Zusammenhänge bei der Energiebereitstellung
- Reststoffe (Waldrestholz, Stroh) wirtschaftlich am interessantesten
- Agrarbrennstoffe (Stroh und GP) profitieren wegen der teuren Anlagentechnik stark von Degressionseffekten großer Anlagen
- Biomethan trotz hoher Erträge o. EEG z.Zt. nicht wirtschaftlich
Rohbiogas ist deutlich günstiger, aber schlecht speicherbar
- Ohne Berücksichtigung der Beiprodukte ist Rapsöl chancenlos
- Pappel-Kurzumtriebsbshölzer bieten als extensive Landnutzung interessante Alternative mit hohen Flächenerträgen
- Effizienz (Kosten, CO₂, Fläche, ...) bei der Biomassenutzung wird zukünftig noch wichtiger werden



Danke!
Fragen?



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

