Energiewende ER(H)langen e.V.

in Kooperation mit

Arbeitsgruppe Neue Energie (AGNE), BN Erlangen

Vortragender: Heinz Horbaschek,
Sprecher AGNE, Bund Naturschutz Erlangen

Themenüberblick:

Heutige Heizsysteme - Übersicht

Details der Systeme, Effizienz, Primärenergieverbrauch, Umweltbelastung

Energieeinsparung durch Optimierung der Systeme und des Betriebs

im eigenem Haus

als Mieter

Beispiele

Stichpunkte zum Webinar vom 17.Febr. 2021

Arbeiten Sie mit in der Gruppe NEUE ENERGIE!

Wir treffen uns (normalerweise) jeden dritten Donnerstag im Monat, um $20^{00,}$ in Erlangen, Isarstr.12, Kommunikationsraum

Email: erlangen@bund-naturschutz.de

Energiewende ER(H)langen e.V.

in Kooperation mit

Arbeitsgruppe Neue Energie (AGNE), BN Erlangen

Vortragender: Heinz Horbaschek,
Arbeitsgruppe Neue Energie, Bund Naturschutz Erlangen

Themenüberblick:

neu !

Unübliche Darstellung der Effizienz und des objektiven Primärenergieverbrauchs, dazu Umweltbelastung neben CO_2

Beispiele

Webinar 1.Juli 2020

Arbeiten Sie mit in der Gruppe NEUE ENERGIE!

Wir treffen uns jeden dritten Donnerstag im Monat, um $20^{00,}$ in Erlangen, Isarstr.12, Kommunikationsraum

Email: erlangen@bund-naturschutz.de

AKTUELLES
AKTIV BEIM BN
AG NEUE ENERGIE
Infomaterial
Kurzinfo Wärmepumpe
Zukunftsfähiges Bauen
Energieberatung
AG STREUOBSTWIESE
UMWELTSTAMMTISCH
BIOTOP- U. ARTENSCHUTZ
SPENDE
VERANSTALTUNGEN
ORTSGRUPPEN
KINDER + JUGEND
BRENNPUNKTE VOR ORT
NATUR VOR DER HAUSTÜR
SERVICE
ARCHIV
KONTAKT

INFOMATERIAL

Startseite der › **AG Neue Energie**

› **Heizsysteme im Vergleich**

eine völlig neue, überraschende Zusammenstellung
von Heinz Horbaschek

› **Infoblatt: Ziele der Arbeitsgruppe Neue Energie**

› **Infoblatt: Energiewende regional planen, lokal realisieren**

Plus-Energie-Haus in Erlangen, › **Konzept und Praxisergebnisse**

Blockheizkraftwerke für Wohngebäude

- › **BHKW, Technik**
- › **BHKW, Wirtschaftlichkeit**

› **Diesel und Umwelt: welches Auto kaufen? Überblick**
incl. E-Autos

› **Stoffliche Energiespeicher** - zukunftsweisende Entwicklung aus Erlangen

› **Infoblatt: Sonne für Warmwasserbereitung und Heizung**

› **Infoblatt: Strom von der Sonne**

Infos › **Energieeffiziente Beleuchtung**

Vortrag › **"Beleuchten aber wie"**

› **Infoblatt: Empfehlungen zum energiesparenden Bauen und Sanieren**

› **Infoblatt: So können Sie Ihr Haus energetisch aufwerten**

› **Infoblatt: Wärmepumpe richtig einschätzen!**

› **Präsentation zu physikalischen Grundlagen und Einsatzkriterien**, Vortrag v
Frohmader und H. Horbaschek

› **Infoblatt: Regenwasser nutzen**

Heizungsoptimierung, ein › **Vortrag (pptx-Datei)** von Heinz Horbaschek
› **Begleittext** (www.horbiradio.de/Begleittext.pdf)
› **Kurzfassung** (www.horbiradio.de/Kurzform.pdf)

Umwelt und Hausheizungen, ein › **Vortrag (pptx-Datei)** von Heinz Horbaschek
› **Begleittext** (www.horbiradio.de/Text U.u.Hzg .doc)
› **Infoblatt**: Ist Holzheizung bei uns noch ökologisch?

Infomaterial unter:

https://erlangen.bund-naturschutz.de/aktiv-beim-bn/ag-neue-energie/infomaterial
oder
www.horbiradio.de linke Spalte

Home / Aktiv beim BN / AG Neue Energie / Infomaterial

AKTUELLES
AKTIV BEIM BN
AG NEUE ENERGIE
Infomaterial
Kurzinfo Wärmepumpe
Zukunftsfähiges Bauen
Energieberatung
AG STREUOBSTWIESE
UMWELTSTAMMTISCH
BIOTOP- U. ARTENSCHUTZ
SPENDE
VERANSTALTUNGEN
ORTSGRUPPEN
KINDER + JUGEND
BRENNPUNKTE VOR ORT
NATUR VOR DER HAUSTÜR
SERVICE
ARCHIV
KONTAKT

INFOMATERIAL

Startseite der › **AG Neue Energie**

› **Heizsysteme im Vergleich**

eine völlig neue, überraschende Zusammenstellung von Heinz Horbaschek

› **Infoblatt: Ziele der Arbeitsgruppe Neue Energie**

› **Infoblatt: Energiewende regional planen, lokal realisieren**

Plus-Energie-Haus in Erlangen, › **Konzept und Praxisergebnisse**

Blockheizkraftwerke für Wohngebäude

- › **BHKW, Technik**
- › **BHKW, Wirtschaftlichkeit**

› **Diesel und Umwelt: welches Auto kaufen? Überblick incl. E-Autos**

› **Stoffliche Energiespeicher** - zukunftsweisende Entwicklung aus Erlangen

› **Infoblatt: Sonne für Warmwasserbereitung und Heizung**

› **Infoblatt: Strom von der Sonne**

Infos › **Energieeffiziente Beleuchtung**

Vortrag › **"Beleuchten aber wie"**

› **Infoblatt: Empfehlungen zum energiesparenden Bauen und Sanieren**

› **Infoblatt: So können Sie Ihr Haus energetisch aufwerten**

› **Infoblatt: Wärmepumpe richtig einschätzen!**

› **Präsentation zu physikalischen Grundlagen und Einsatzkriterien**, Vortrag Frohmader und H. Horbaschek

› **Infoblatt: Regenwasser nutzen**

Heizungsoptimierung, ein › **Vortrag (pptx-Datei)** von Heinz Horbaschek
› **Begleittext** (www.horbiradio.de/Begleittext.pdf)
› **Kurzfassung** (www.horbiradio.de/Kurzform.pdf)

Umwelt und Hausheizungen, ein › **Vortrag (pptx-Datei)** von Heinz Horbaschek
› **Begleittext** (www.horbiradio.de/Text U.u.Hzg .doc)
› **Infoblatt**: Ist Holzheizung bei uns noch ökologisch?

Infomaterial unter:

https://erlangen.bund-naturschutz.de/aktiv-beim-bn/ag-neue-energie/infomaterial

oder

www.horbiradio.de linke Spalte

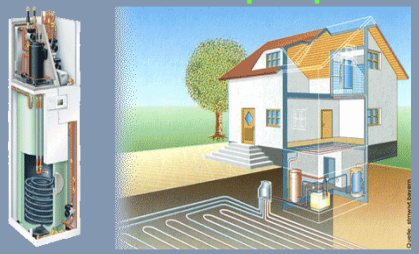
Alternativen für Heizungen – ein Überblick

Original Fa. Giese, modifiziert

Photovoltaik

Nur im Ausnahmefall
volle Alternative zur Heizung

Wärmepumpe

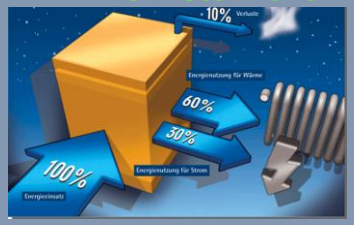


Neubauten, bei Altbauten
Eignung prüfen

Gebäudedämmung

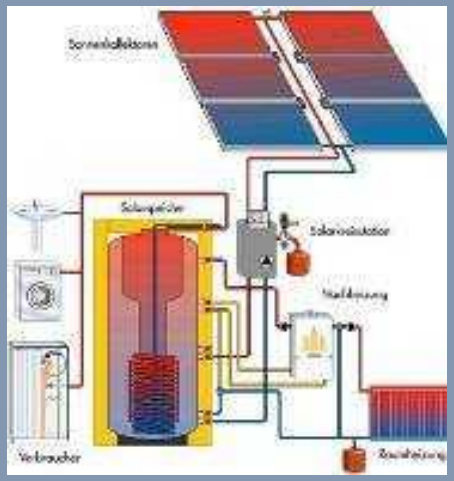
Relativ teuer, aber
grundsätzlich nachhaltig u.
sinnvoll

Brennstoffzelle



Guter Wirkungsgrad, aber
Gesamtbilanz?

Solarthermie



Sinnvoll bei bestehender Heizung,
ca. 20 % Heizungseinsparung,
großer Pufferspeicher nötig

Micro-BHKW

Oft schlechtes
Verhältnis
Strom- zu Wärme-
Erzeugung
Kostenrechnung?

Pelletskessel,

Hackschnitzel

Installationspreise relativ teuer,
Platzbedarf, Arbeitsaufwand
Umweltbelastend,
Holzimporte!

Von Fa. Giese, modifiziert

Betrachtete Heizungsanlagen

Ölheizung

Gasheizung

Elektroheizung

Blockheizkraftwerk (Öl, Gas, Brenn-stoffzelle)

Wärmepumpe

Fernwärme

Nahwärme

Pelletheizung

Zusatzheizung

autonome Alternativen

Saubere Verbrennung,
Einsparungspotential bei bestehenden Anlagen,
geringe Investitionen
Versorgung ohne Probleme,
jedoch im Moment noch fossiler Brennstoff mit der bekannten Problematik!

siehe: „Öl denkt weiter“ (u.a. synthetische Öle)
„Verbot von Ölheizungen???“
„Preisentwicklung“

Betrachtete Heizungsanlagen

Ölheizung

Neu ab 2026 nur noch in Kombination z.B. mit PV, Solarthermie ….

oder wenn Gas/Fernwärme oder reg. Energien nicht möglich sind

CO_2 Steuer ab 2021 7,5 ct bis 15 ct steigend

Bewährte Technik, geringer Wartungsaufwand, lange Lebensdauer

Verbrennung sehr sauber

Sehr gute Primärenergienutzung

rel. geringe Investitionskosten, Bezug kaum gefährdet

aber:

fossiler Brennstoff, Power to Liquid liegt noch fern

Betrachtete Heizungsanlagen

Ölheizung

Gasheizung

Elektroheizung

Blockheizkraftwerk (BHKW)

Wärmepumpe

Fernwärme

Nahwärme

Pelletheizung

Zusatzheizung

autonome Alternative

Erdgas
fossil, aber CO_2 geringer als bei Öl,
ESTW: Öko-Gas erhältlich
sauberste Verbrennung, aber:
Methanverlust bei Förderung und Transport führt zu höherer Klimabelastung!
kostengünstig in Anschaffung und Betrieb

Alternative zu Erdgas z.B. für Niedrigenergiehäuser:

Flüssiggas
weniger CO_2 als bei Öl,
kostengünstig,
sehr saubere Verbrennung
aber auch fossil

Betrachtete Heizungsanlagen

Ölheizung

Gasheizung

Elektroheizung

Blockheizkraftwerk (BHKW)

Wärmepumpe

Fernwärme

Nahwärme

Pelletheizung

Zusatzheizung

autonome Alternativen

noch nicht generell zu empfehlen

wenn heute, dann für selten beheizte Räume oder nur gewisse Orte im Raum, wie Dusche, Wickeltisch u.ä.

und dann möglichst als Infrarotstrahler

Betrachtete Heizungsanlagen

Ölheizung

Gasheizung

Elektroheizung

Blockheizkraftwerk (BHKW)

Wärmepumpe

Fernwärme

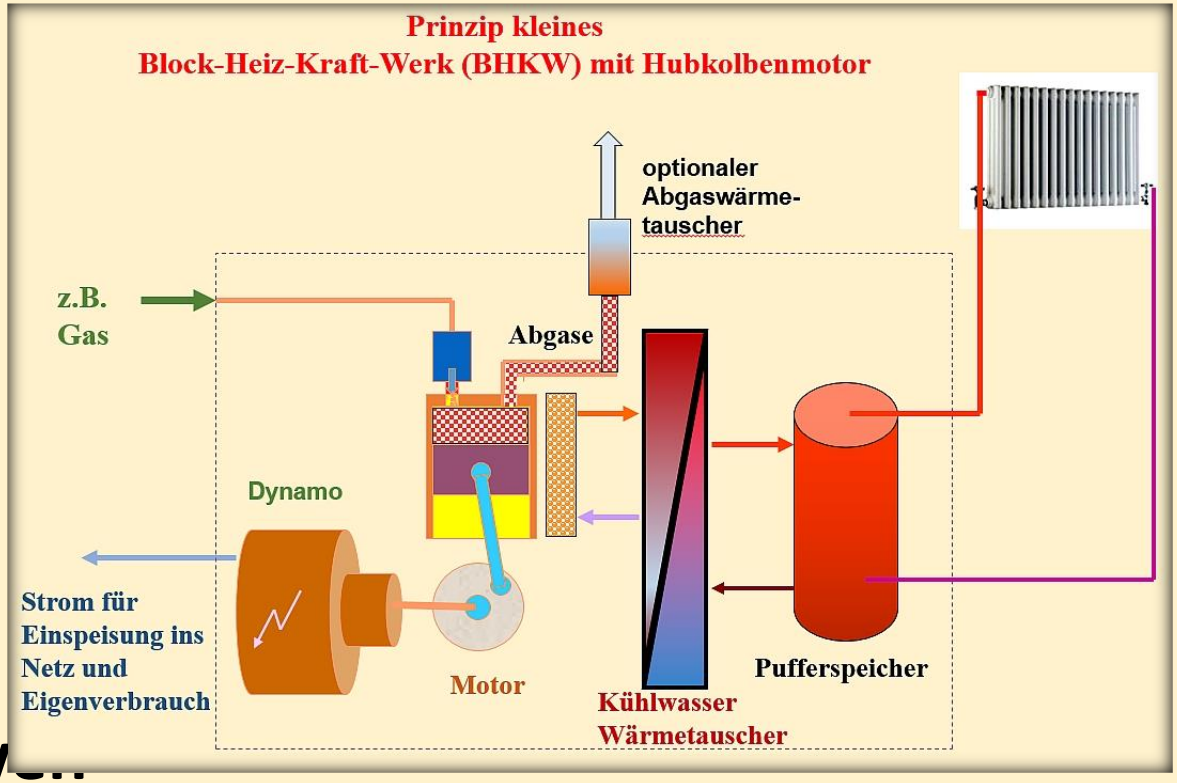
Nahwärme

Pelletheizung

Zusatzheizung

autonome Alternativen

Propagierter Vorteil: Generator erzeugt Strom und erspart damit i.A. höhere Emissionen und Verluste im zentralen Kraftwerk



Varianten von BHKW

Prinzipien:
Verbrennungsmotor mit Brennstoff Öl, Gas (desgl. in Bio…)
Stirlingmotor, Öl, Gas, (Holz)
Brennstoffzelle, Gasturbine

Sehr kleine Anlage „Nano-BHKW“ bis 2,5 kW Strom
Mittlere Anlagen bis ca. 50 kW, Verbrennungsmotoren, Mikrogasturbinen
Größere Anlagen, Gasturbinen, ca. 35 % Strom

grundsätzlich:
wärmegeführt, möglichst > 5000 h/Jahr
Zusatzheizung unabdingbar,
bei zusätzlicher PV sinkt Effizienz,

Wirkungsgrad bezogen auf den Brennwert H_o wird bewusst verschwiegen!

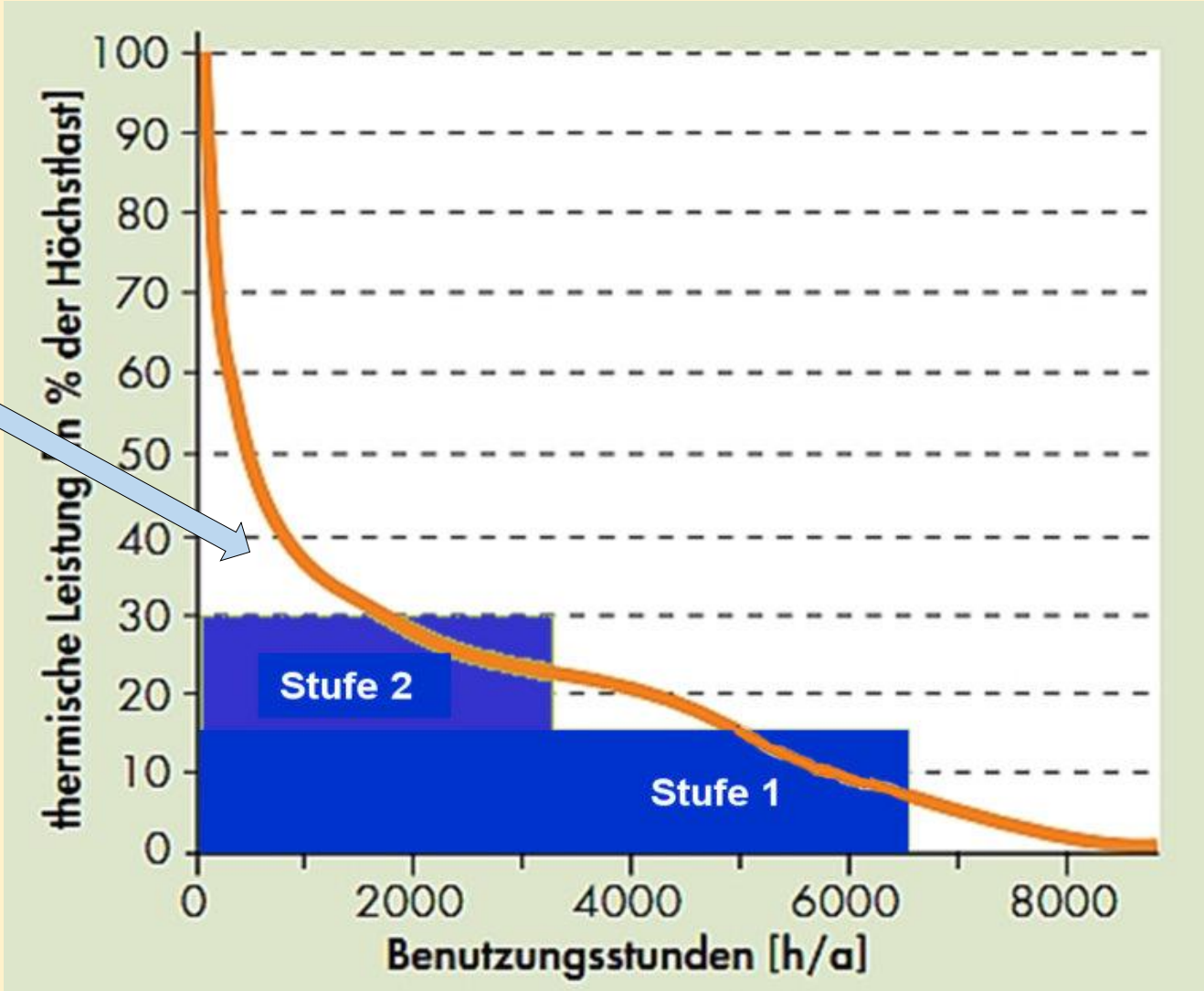
Bei den Bilanzen muss aber H_u (H_i) und H_o berücksichtigt sein !

Blockheizkraftwerke (BHKW)

Die Laufzeit pro Jahr sollte mindestens 5500 Std. betragen

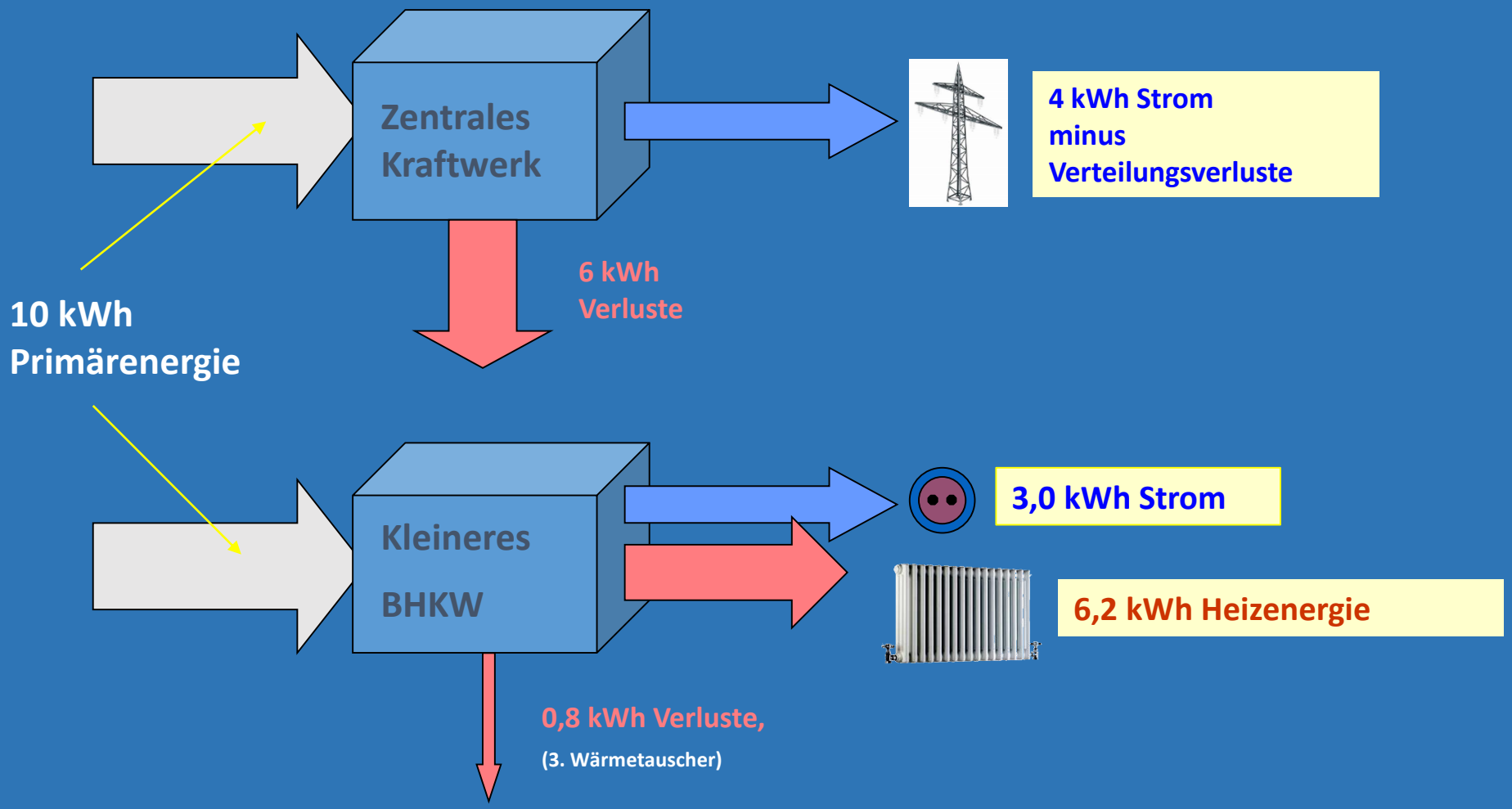
2 Leistungsstufen erlauben dabei längere Laufzeiten und erhöhen Eigenstromanteil

Spitzenlastkessel
(Gas, Öl,…)
ist unabdingbar



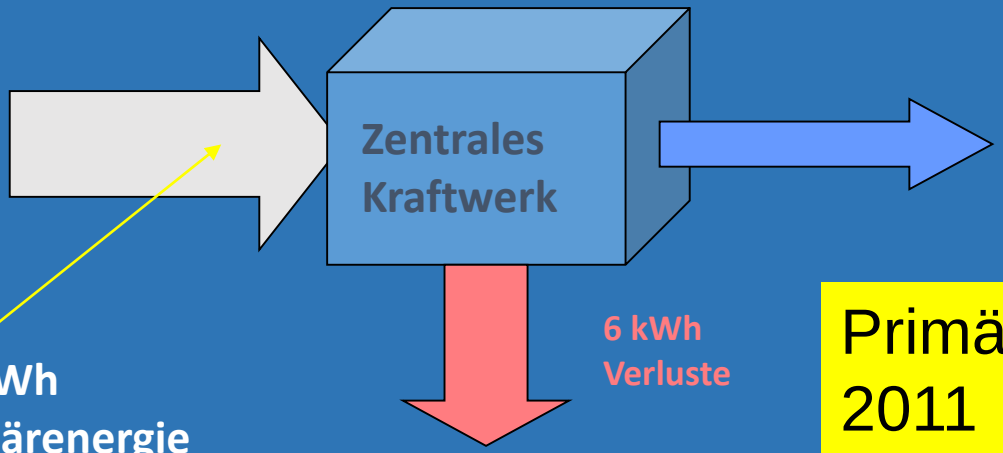
Anlageneffizienz und Energieeinsparung,

Beispiel für 10 kWh (1 m^3 Gas) Rückblick von 2011!



Anlageneffizienz und Energieeinsparung,

Beispiel für 10 kWh (1 m^3 Gas) Rückblick von 2011!

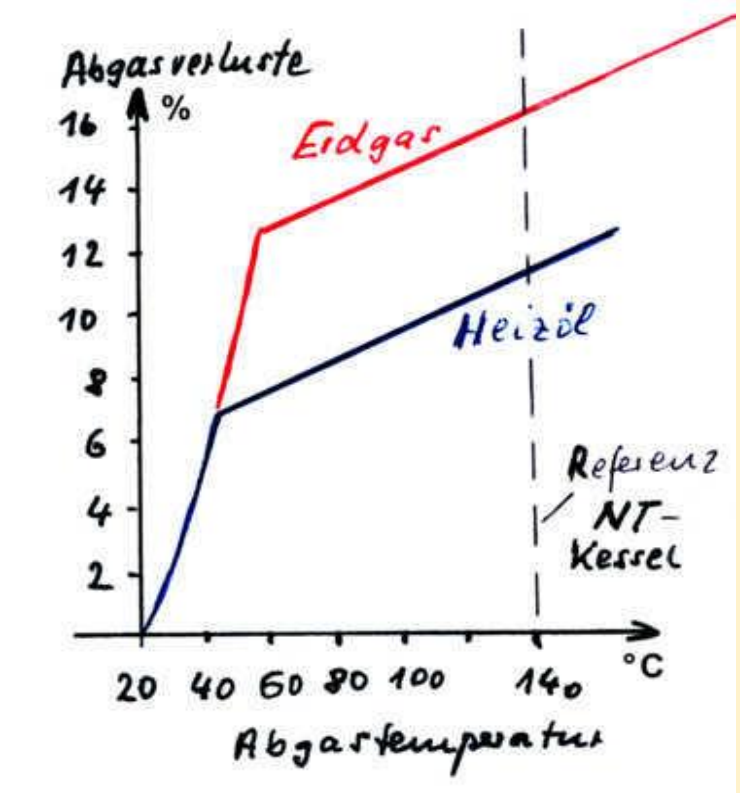


4 kWh Strom
minus
Verteilungsverluste

Primärenergiefaktor war
2011 = 2,5 !
Heute = 1,8

Heizwert, Brennwert, Abgasverluste, Wirkungsgrad

Abgasverluste bezogen auf H_o
bei 13,5% CO_2



Brennwertnutzung beginnt bei
Erdgas ab 56°C
Heizöl ab 47°C
im Abgas

Energieinhalte:

Heizöl	H_u (H_i)	ca. 10 kWh
	H_o	ca. 10,6 kWh
Erdgas	H_u (Hi)	ca. 10 kWh
	H_o	ca. 11,1 kWh

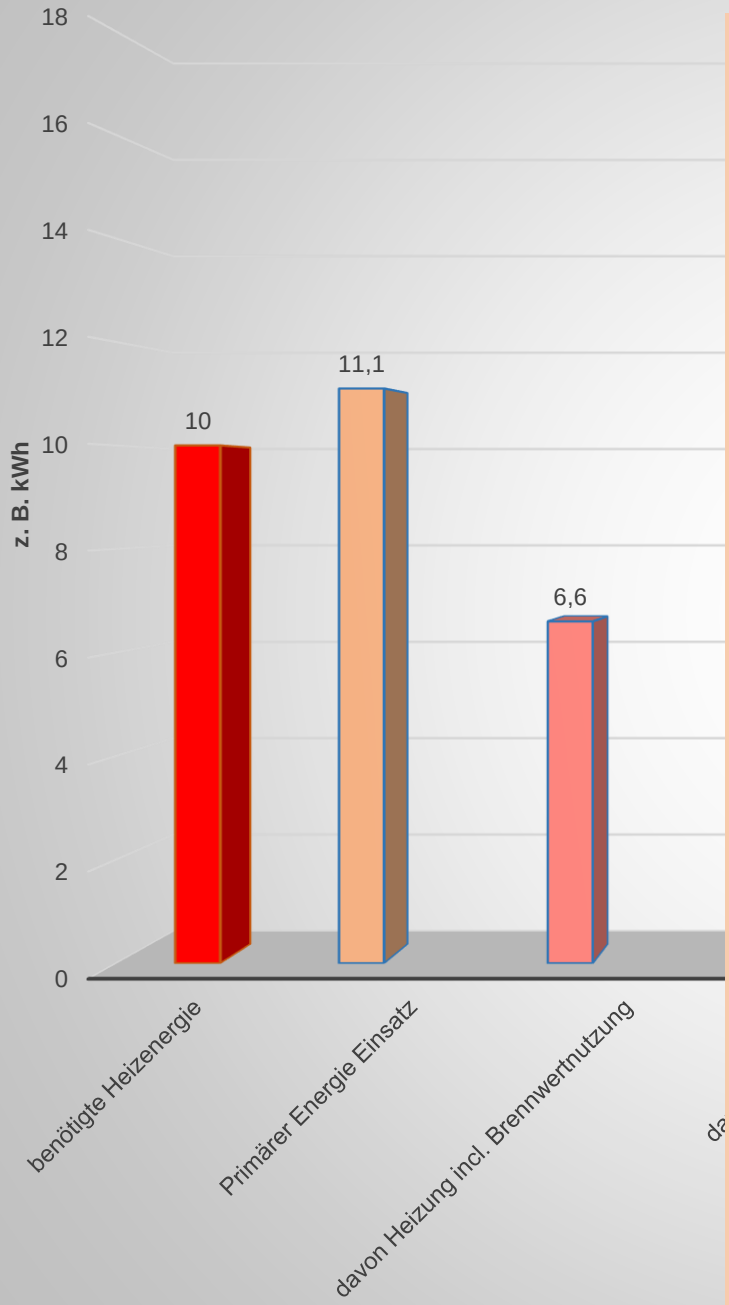
H_u als **Heizwert** bezeichnet

H_o als **Brennwert** bezeichnet

setzt die Verdunstungsenergie frei

Primärenergiefaktor:
Verhältnis
eingesetzter Brennstoff zu elektrischer Energie
bei der Stromerzeugung
zur Zeit 1,8

tatsächlicher Primärenergieverbrauch Gas-BHKW Heizung



Energieinhalte:

Heizöl H_u (H_i) ca. 10 kWh
H_o ca. 10,6 kWh

Erdgas H_u (Hi) ca. 10 kWh
H_o ca. 11,1 kWh

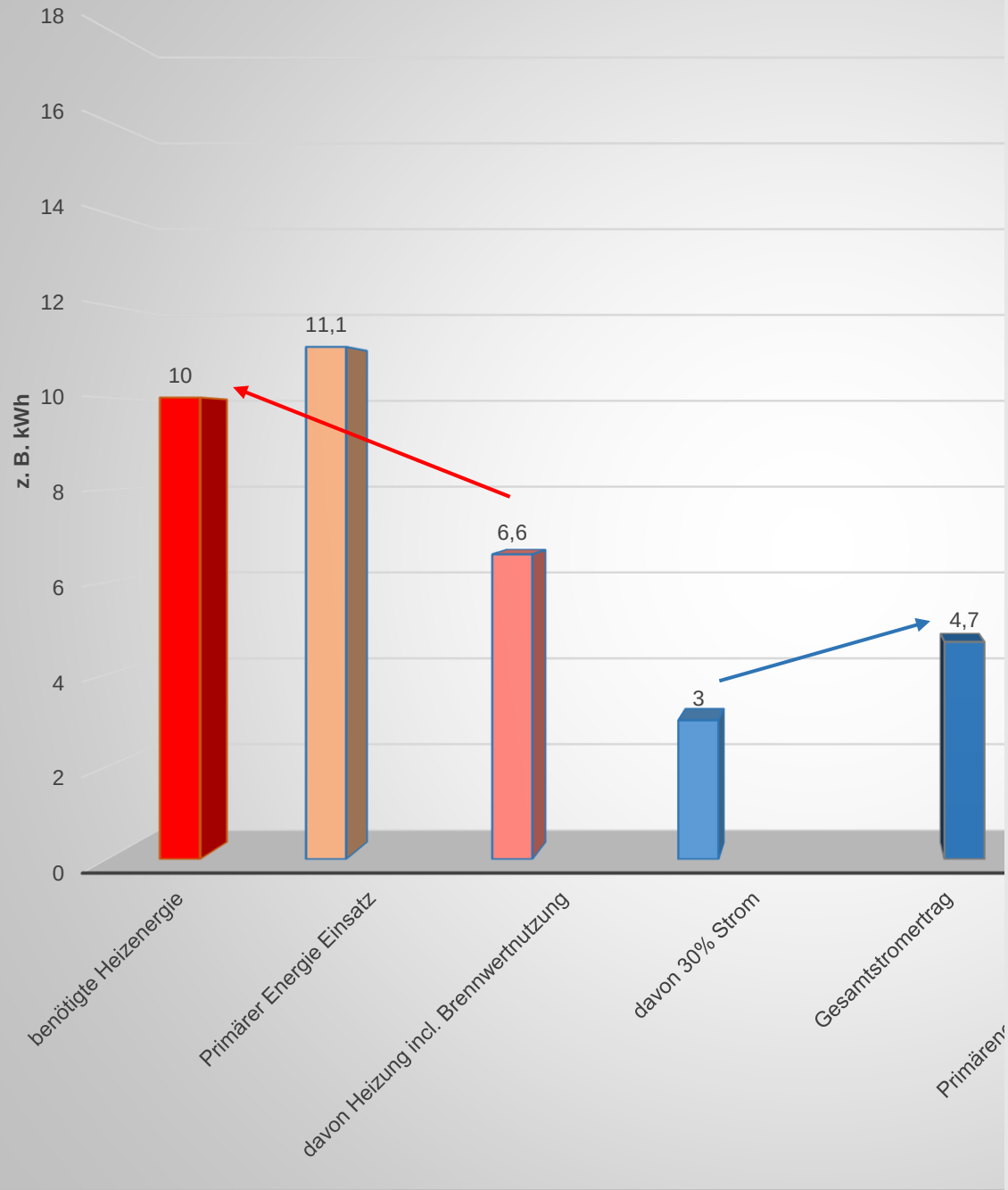
H_u als **Heizwert** bezeichnet

H_o als **Brennwert** bezeichnet

setzt die Verdunstungsenergie frei

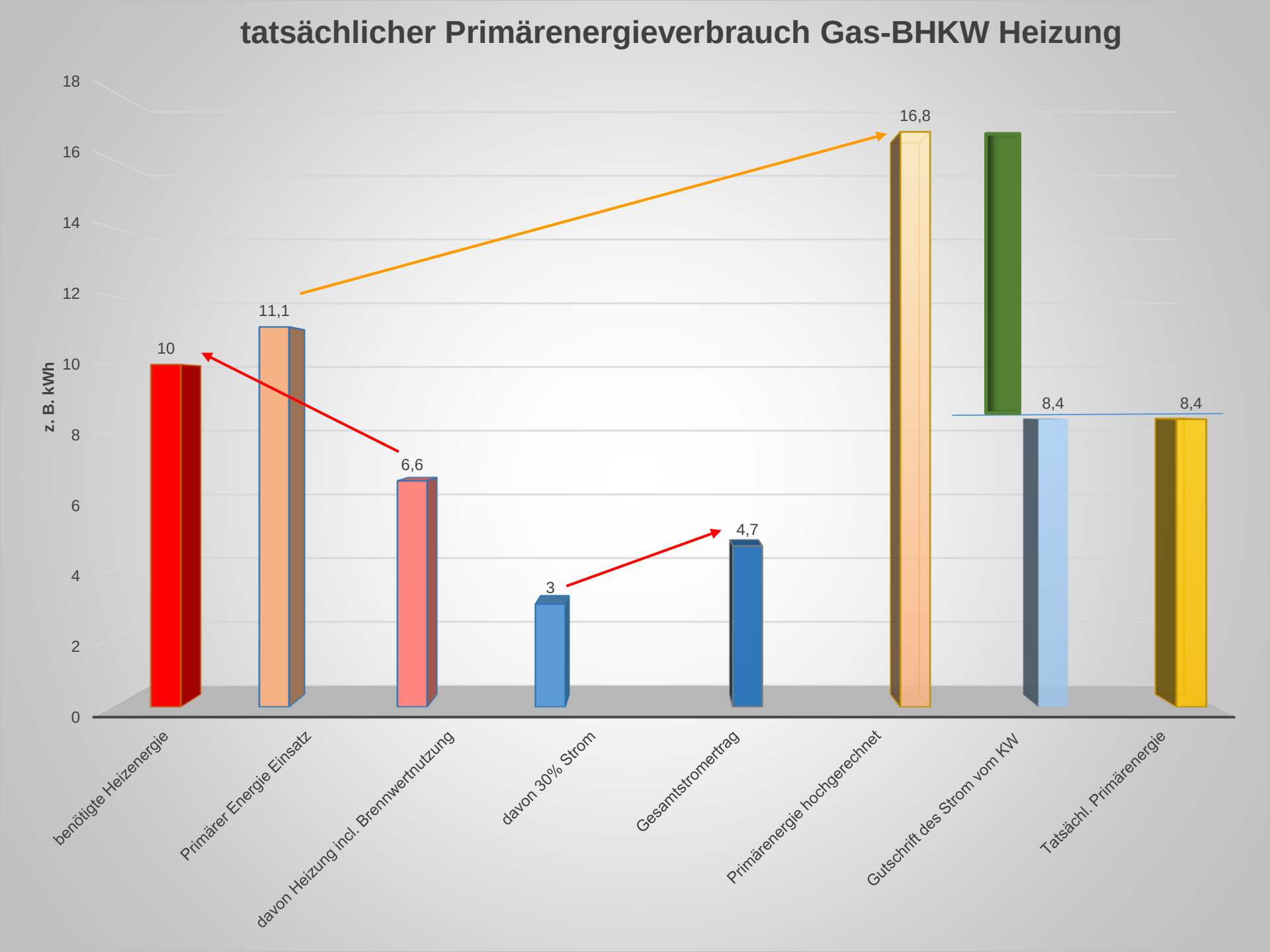
Primärenergiefaktor:
Verhältnis
eingesetzter Brennstoff zu elektrischer Energie
bei der Stromerzeugung
zur Zeit 1,8

tatsächlicher Primärenergieverbrauch Gas-BHKW Heizung



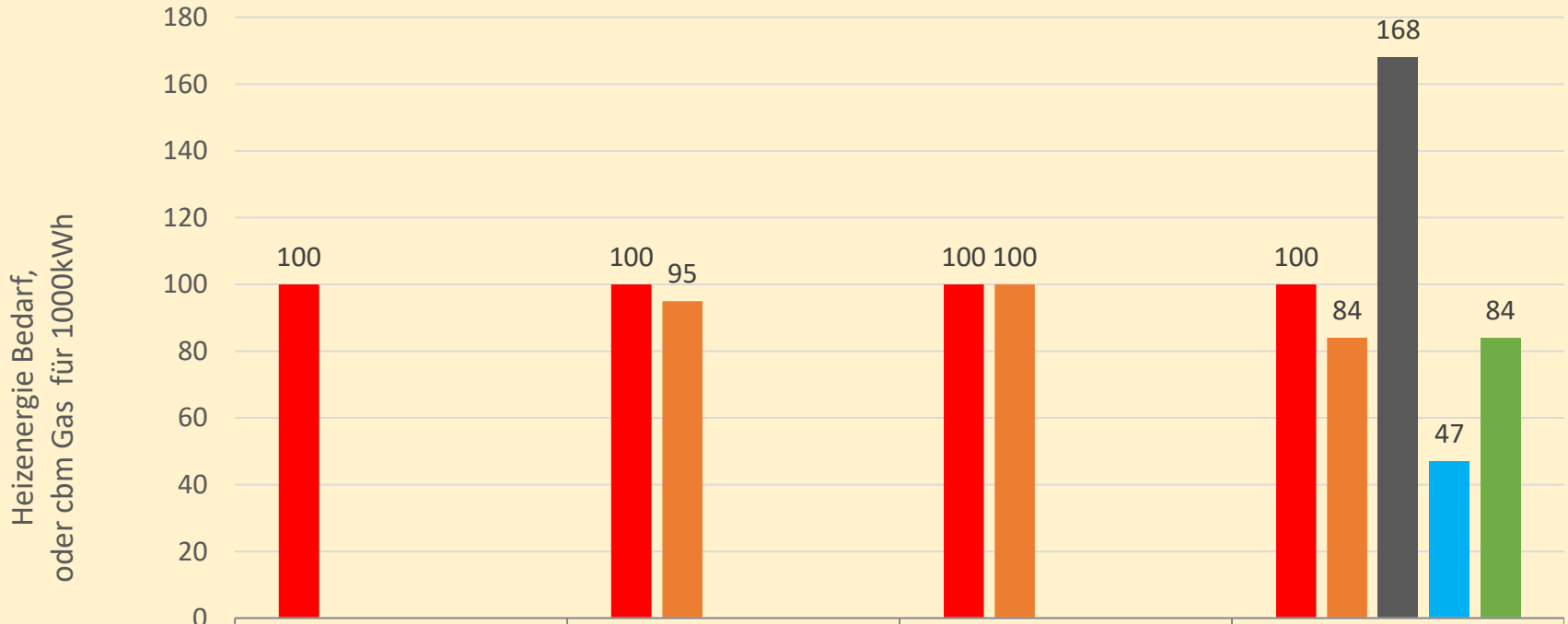
Hochrechnen auf die 10kWh Heizenergie

und auf die resultierende elektr. Energie


tatsächlicher Primärenergieverbrauch Gas-BHKW Heizung
z. B. kWh
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
10
11,1
6,6
3
4,7
16,8
8,4
8,4
benötigte Heizenergie
Primärer Energie Einsatz
davon Heizung incl. Brennwertnutzung
davon 30% Strom
Gesamtstromertrag
Primärenergie hochgerechnet
Gutschrift des Strom vom KW
Tatsächl. Primärenergie

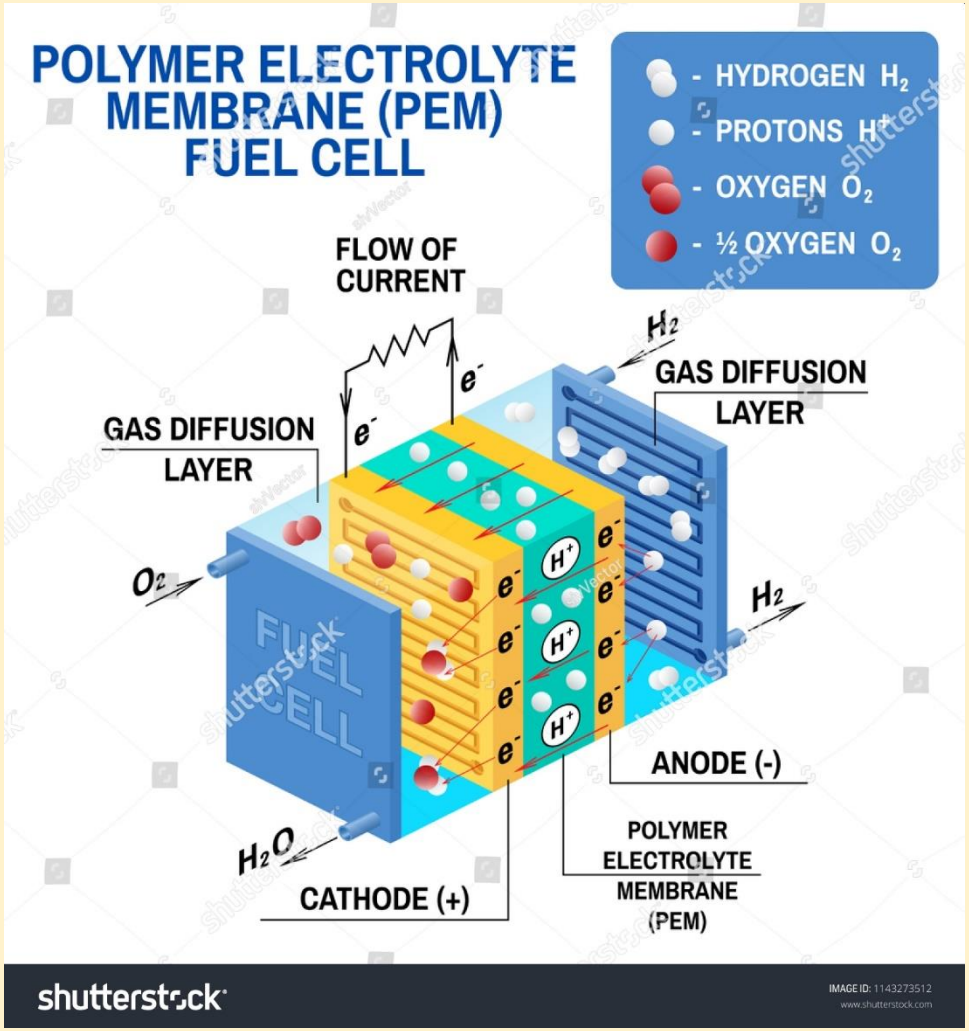
Blockheizkraftwerke (BHKW)

Wie sieht es heute bei einem Primärenergiefaktor bei der Stromerzeugung von 1,8 mit der Energiebilanz aus? Beispiel: 30% Stromerzeugung, 60% Wärme (Hi)



	Referenz: nötige Heizenergie	Gasheizung Brennwert	Ölheizung Brennwert	Gas BHKW, el. 30% v.Hi
Heizenergie 100%	100	100	100	100
tatsächl. Primarenergie Ho		95	100	84
Primärenergie Ho				168
Strom				47
Gutschrift :1,8				84

Brennstoffzellen-BHKW mit Brennwertmodul für Spitzenlastbetrieb



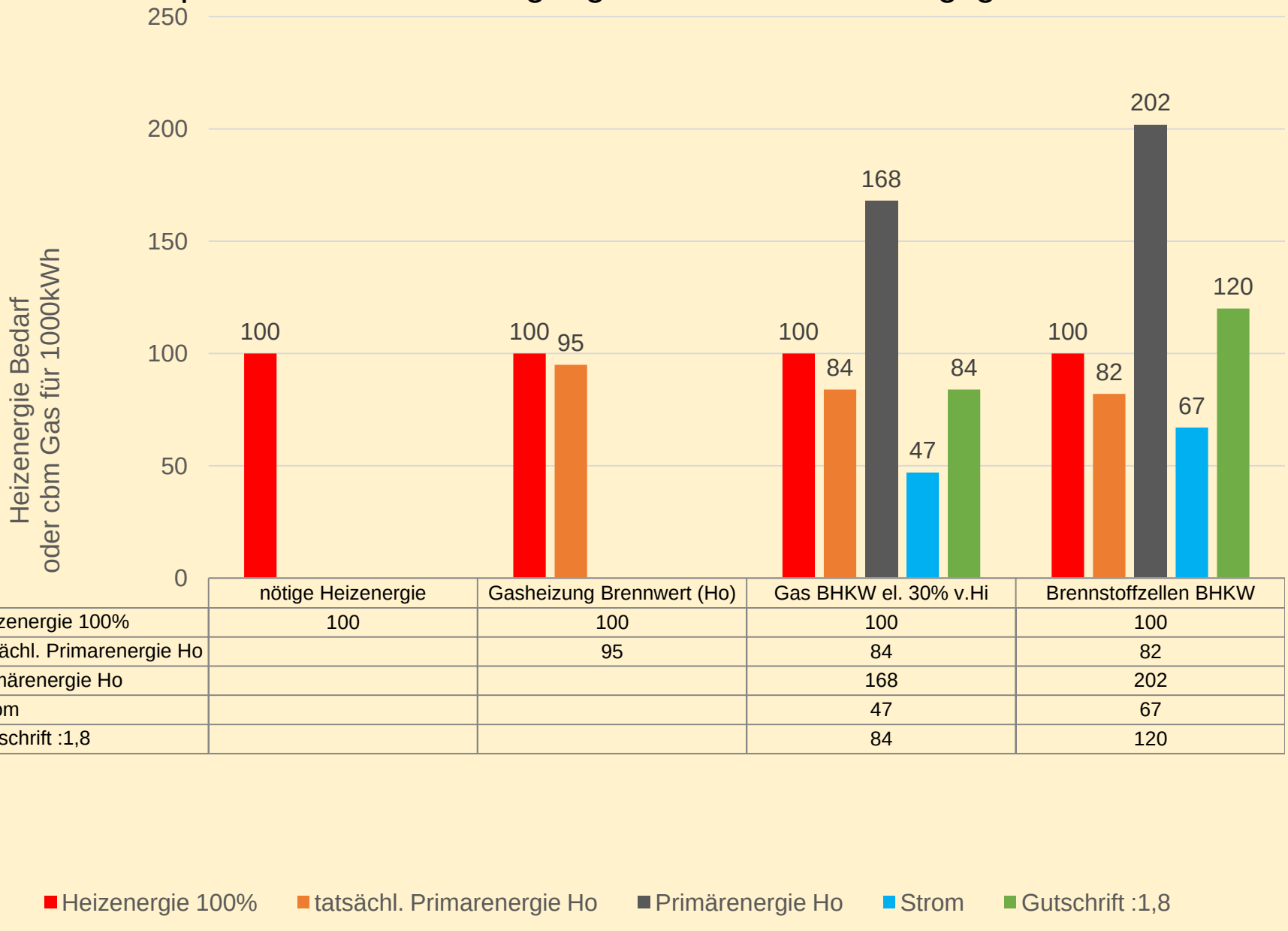
z.B.:
integriertes Gas-Brennwertmodul
von Viessmann
Vitovalor PT2

Original Angaben:
Wirkungsgrad 92% Hi, Strom 37% Hi;
also thermisch 55%

Spitzenlastkessel max. 98%.
also keine Brennwertnutzung!

Blockheizkraftwerke (BHKW) mit Brennstoffzelle

Beispiel: 37% Stromerzeugung, 92% Gesamtwirkungsgrad



	nötige Heizenergie	Gasheizung Brennwert (Ho)	Gas BHKW el. 30% v.Hi	Brennstoffzellen BHKW
Heizenergie 100%	100	100	100	100
tatsächl. Primarenergie Ho		95	84	82
Primärenergie Ho			168	202
Strom			47	67
Gutschrift :1,8			84	120

Blockheizkraftwerke (BHKW) mit Gas oder Öl und Brennwert- BHKW Primärenergieeinsatz

Prinzipiell zunehmend schlechtere Energiebilanz, da der Primärenergiefaktor weiter sinken wird!
Nur vor Jahren von der Umweltbilanz her recht sinnvoll

Motor BHKW: nur ca. 11% Einsparung von Primärenergie, bei PE-Faktor 1,4 später gleicher Primärenergieverbrauch wie Heizung (üblich gezeigte Kostenrechnung hat Schwachstellen!)

Brennstoffzellen BHKW: spart ebenfalls nur ca. 13% gegenüber reiner Heizung mit Gas.
Bei beiden heute noch gewisser CO_2 Vorteil, da Gas mit weniger CO_2 verbrennt als Kohle

Primärenergie- und CO_2-Vorteil reduziert sich aber noch durch Spitzenlastkessel!

CO_2 Vorteil wird deutlich geringer, wenn Braunkohle KW abgeschaltet werden

Rentabilität v.a. bei kleinen Systemen auch aufgrund begrenzter Lebensdauer u. hoher Wartungskosten nicht gegeben!
Argument der Stromlieferung in Wind/PV-Flautezeiten: unzutreffend da wärmegeführt!
Objektive Betrachtung notwendig auch bei
https://www.bund-hessen.de/klimaschutz-energiewende/kwk-infokampagne/

M.E. zukunftsfähiger Beitrag mehr zur Energiewende, warum hohe Förderungen?

Betrachtete Heizungsanlagen

Ölheizung

Gasheizung

Elektroheizung

Blockheizkraftwer

Wärmepumpe

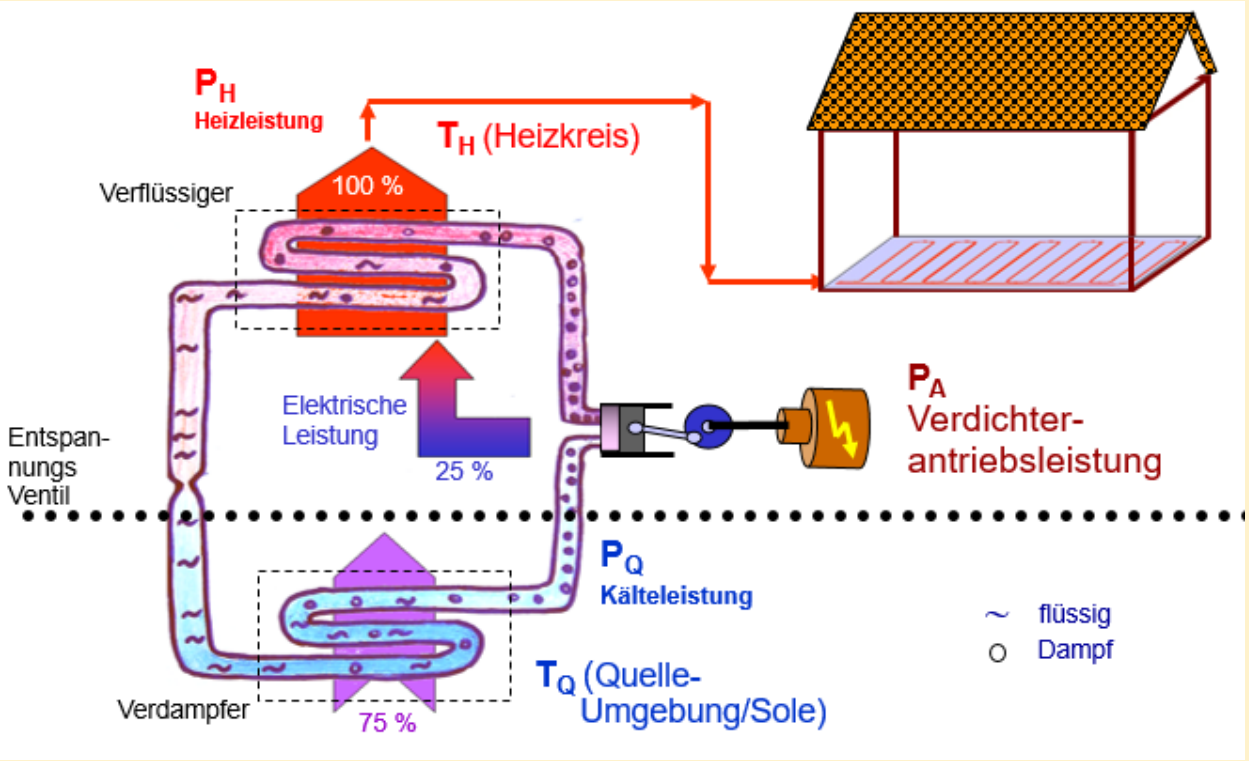
Fernwärme

Nahwärme

Pelletheizung

Zusatzheizung

autonome Alterna



Die Wärmepumpe entnimmt der Umwelt Energie und transportiert sie auf höherem Temperaturniveau ins Haus.

Dazu wird der Wärmepumpe elektrische Leistung für den Antrieb des Verdichters zugeführt.

Die Umweltwärme und elektr. Energie steht zur Heizung zur Verfügung.

Betrachtete Heizungsanlagen

Ölheizung

Gasheizung

Elektroheizung

Blockheizkraftwerk (BHKW)

Wärmepumpe

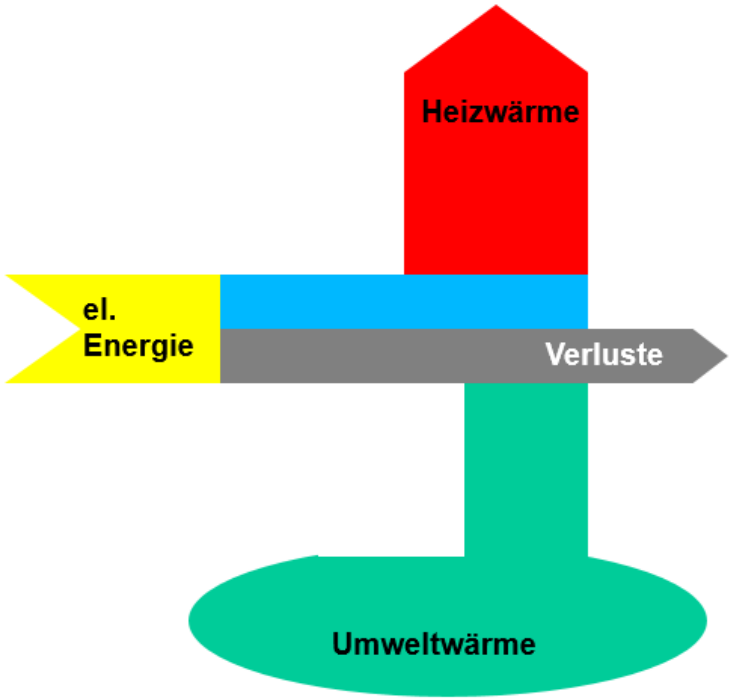
Fernwärme

Nahwärme

Pelletheizung

Zusatzheizung

autonome Alternativen



Heizsystem mit steigender Effizienz durch Zunahme des regenerativ erzeugten Stroms (Primärenergiefaktor sinkt weiter)

Voraussetzungen für Wärmepumpe und Gebäude müssen beachten werden. Problematischer bei Altbauten

Wärmepumpe

Arten für Wärmeentnahme:

1. **Tiefenbohrung:** 80-100m, kritisch, nicht überall erlaubt, Kosten! Höchste Effizienz

2. **Erdwärmen:** Soleleitungen in z.B. 3m Tiefe, Grundstücksfläche muss groß genug sein, mittlere Effizienz
3. **Wasser/Wasser WP:** 2 Brunnen nötig, Langzeiteffekte?

4. **Luft/Wasser WP:** holt die Wärme aus der Luft, geringere Effizienz, aber kostengünstig auch aufgrund steigender Temperaturen zunehmend attraktiv
5. **Kombi PV/Solarthermie**

Consolar

Gesamt-Effizienz wird über Jahresarbeitszahl **JAZ** gemessen, gibt das Verhältnis der erzielten Wärmemenge zum Stromverbrauch an, sollte über 3 Jahre gemittelt werden
JAZ nach DIN ist ungenügend aussagekräftig

entscheidend: vor dem Kauf garantieren lassen (Luft/Wasser z.B. ≥3,5) !!!!

bei Tests sehr große Streubreite bei der JAZ: 2,5 bis 5

Wärmequelle Luft: Luft / Wasser WP

Vorteile:

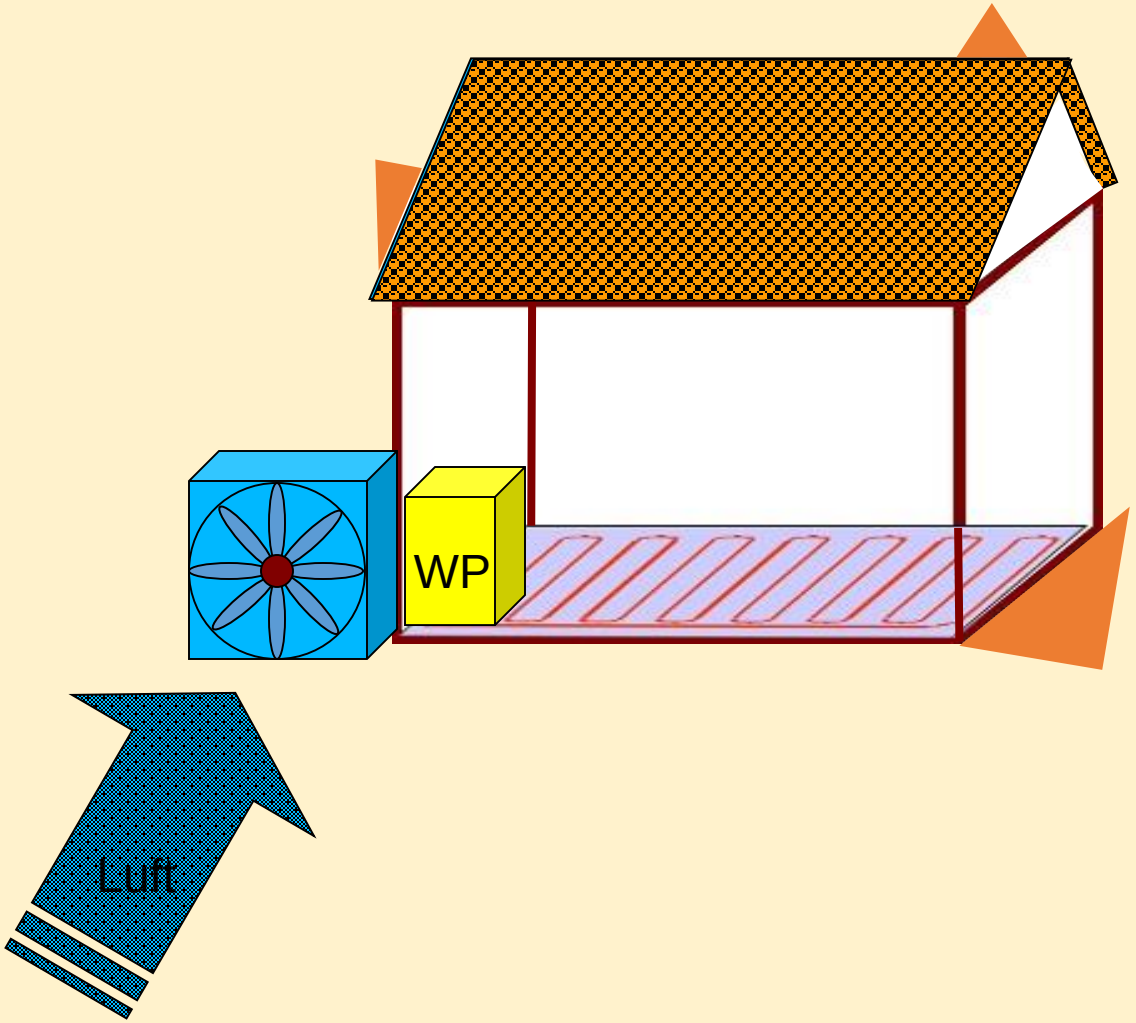
**Leicht zu installieren,
keine Grabungsarbeiten,
kostengünstig,
platzsparend,
Für Neu- u. Altbauten
einsetzbar**

Nachteile:

**i.A. Schlechtere Effizienz,
d.h. höherer
Stromverbrauch,**

**u.U. elektr. Nachheizen u.
Parallelbetrieb nötig,**

Schallemission beachten



Wärmequelle Erdwärme: Erdreich / Wasser WP

Vorteile:

besserer Wirkungsgrad,

geringere Betriebskosten, keine Zusatzheizung nötig

Nachteile:

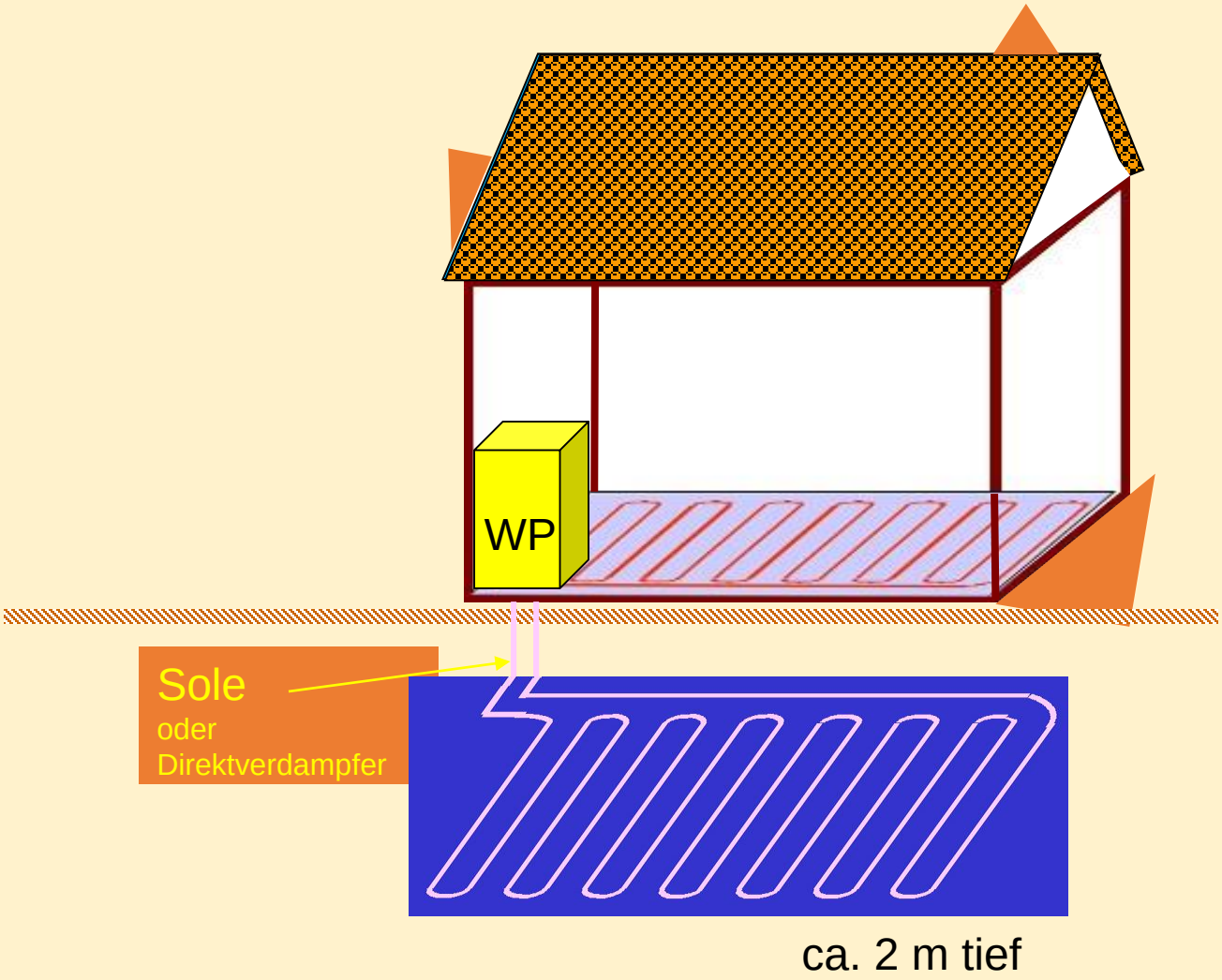
relativ teuer,

Bodengutachten nötig,

große Wärmequellen-Fläche nötig,

Anzeigepflicht,

Frostgefahr für benachbarte Wasserleitungen



Wärmequelle Grundwasser: Wasser / Wasser WP

Vorteile:

gute Effizienz,

niedrigere Betriebskosten,

Nachteile:

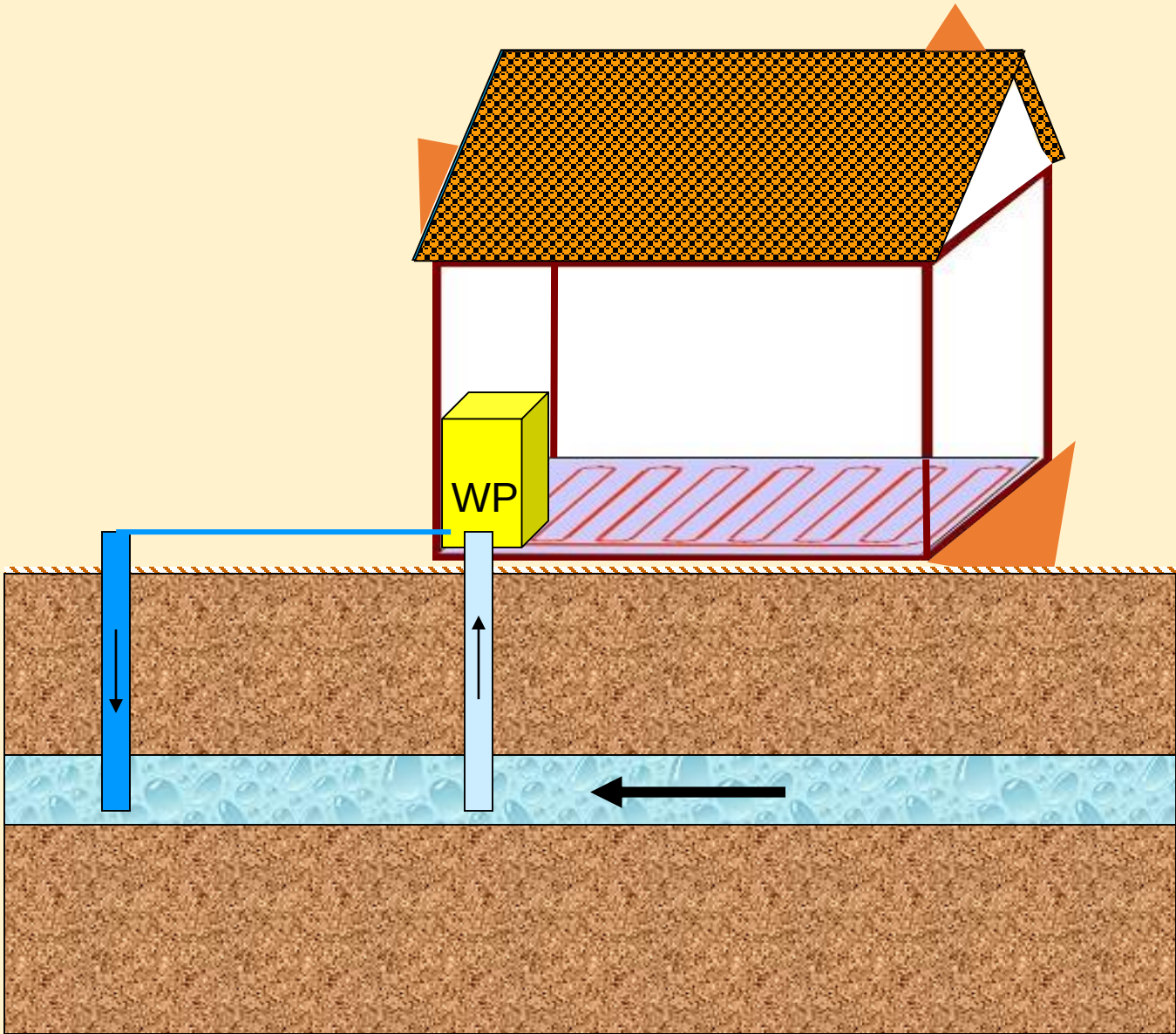
abhängig von stabilem Grundwasserspiegel,

teuere Brunnenbohrung,

Genehmigungspflicht,

Verschlammungs-gefahr,

nicht im Trinkwasserschutz-gebiet



Wärmequelle Tiefenbohrung: Sole/ Wasser WP

Vorteile:

Beste WP- Effizienz,

Niedrigste WP-Betriebskosten,

keine Zusatzheizung nötig,

Nachteile:

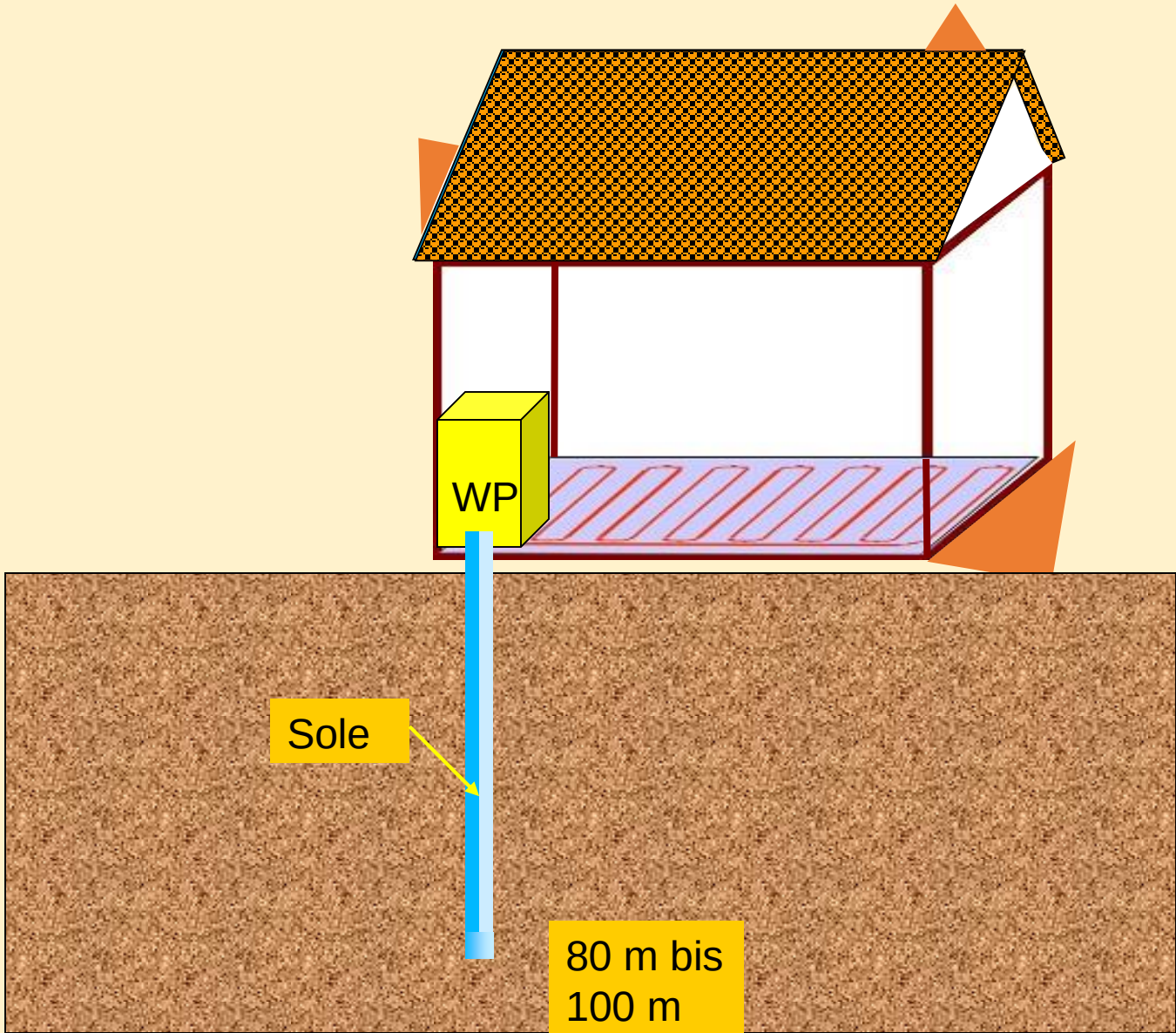
Bodengutachten !

Genehmigungspflicht,

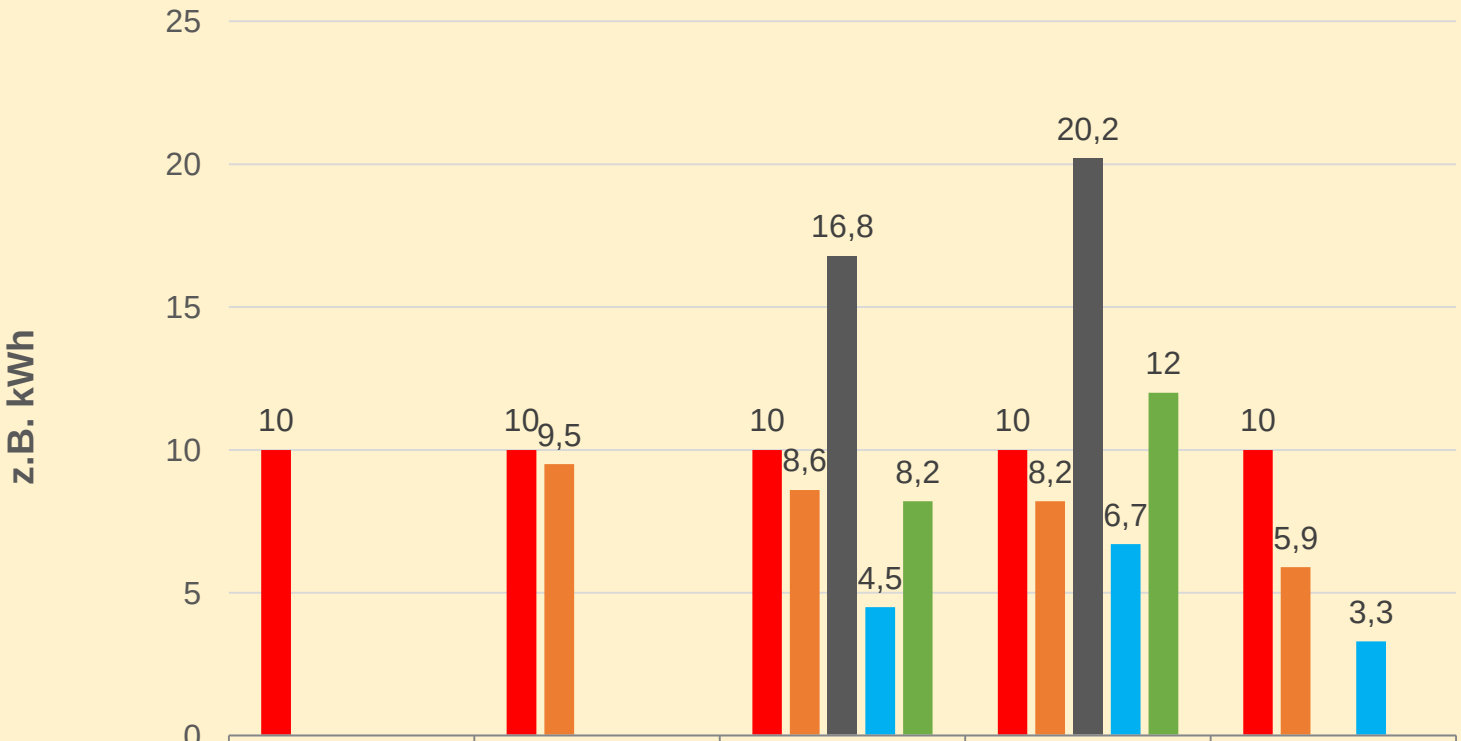
abhängig von Bodenqualität,

hohe Bohrkosten, Kosten der Bohrung schlecht kalkulierbar,

größte Gefahr der Fehlauslegung

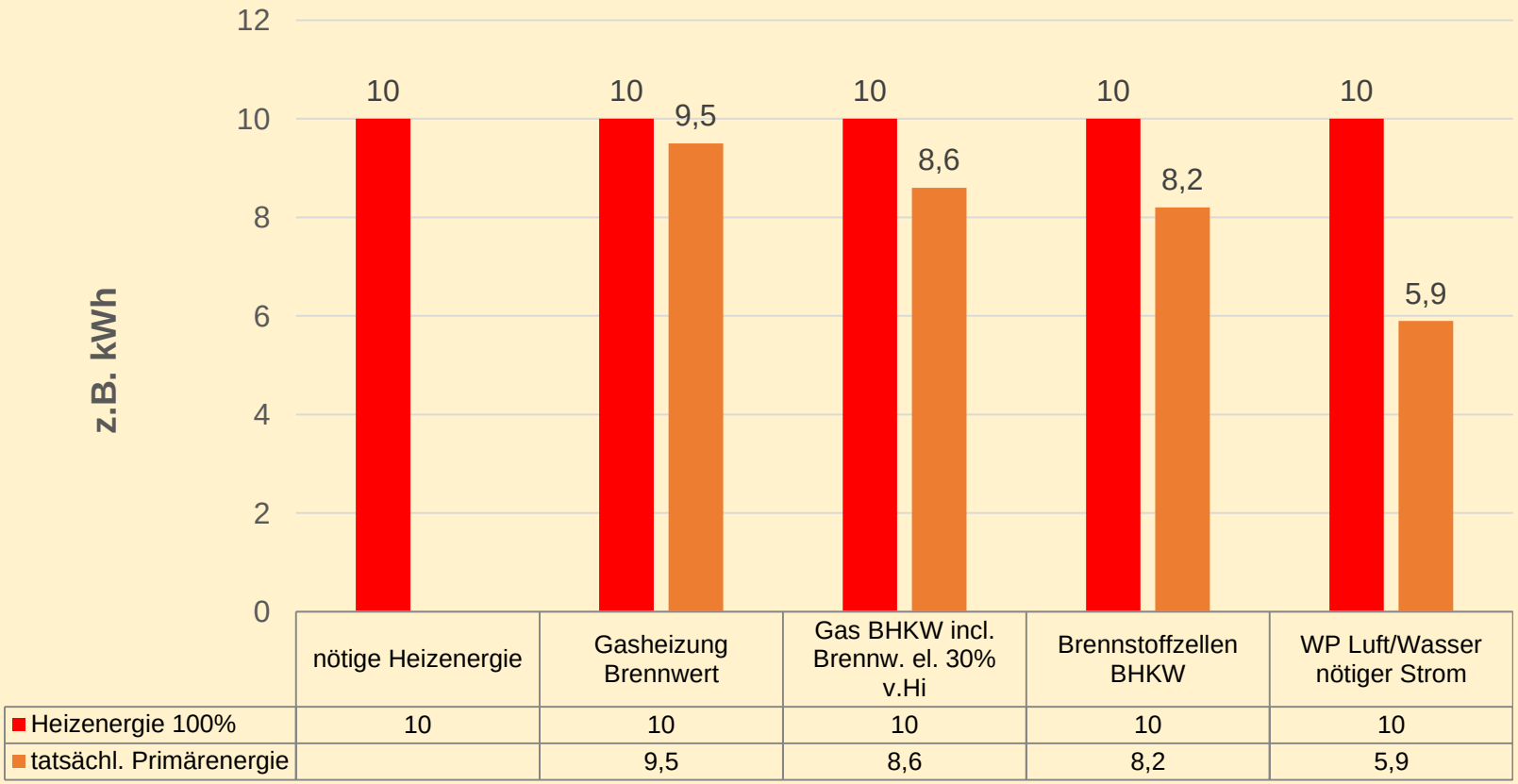


Wärmepumpe im Vergleich, geringster Primäerenergie Einsatz (bei JAZ von lediglich 3)



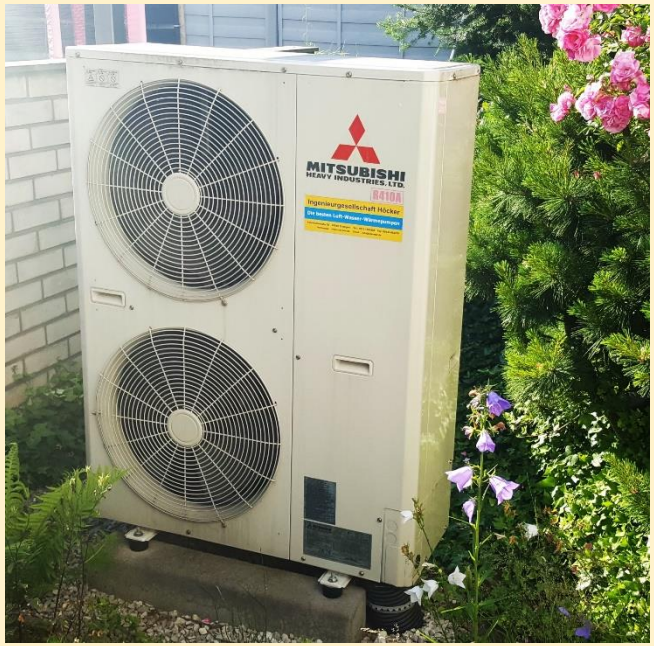
	nötige Heizenergie	Gasheizung Brennwert	Gas BHKW el. 30% v.Hi	Brennstoffzellen BHKW	WP Luft/Wasser nötiger Strom
Heizenergie 100%	10	10	10	10	10
tatsächl. Primarenergie		9,5	8,6	8,2	5,9
Primärenergie			16,8	20,2	
Strom			4,5	6,7	3,3
Gutschrift :1,8			8,2	12	

Wärmepumpe hat im Vergleich den geringsten Primäerenergie Einsatz (bei JAZ von lediglich 3)



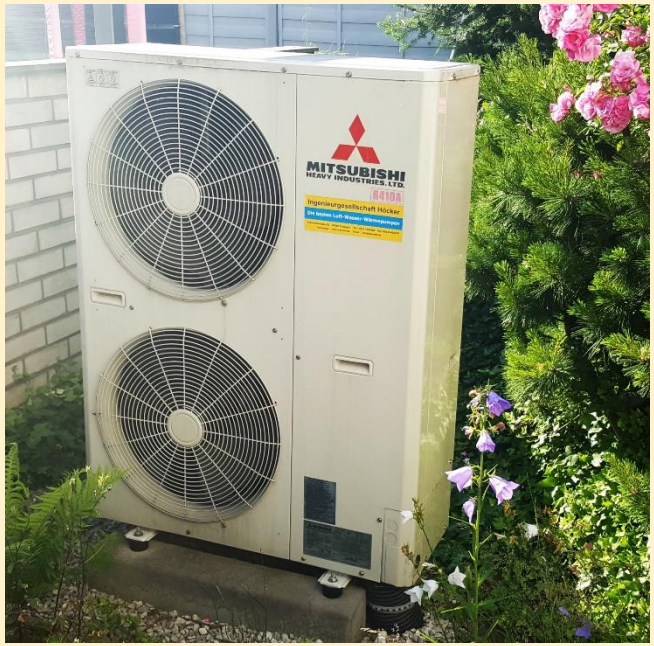
	nötige Heizenergie	Gasheizung Brennwert	Gas BHKW incl. Brennw. el. 30% v.Hi	Brennstoffzellen BHKW	WP Luft/Wasser nötiger Strom
Heizenergie 100%	10	10	10	10	10
tatsächl. Primärenergie		9,5	8,6	8,2	5,9

Beispiel einer Luft/Wasser Wärmepumpe und JAZ über 6 Jahre



Stromverbrauch incl. aller Verbraucher:
39513 kWh
Wärmeertrag:
135174 kWh
JAZ = 3,42 dazu noch PV-Strom Einsatz!

Beispiel einer Luft/Wasser Wärmepumpe und JAZ über 6 Jahre



Messwert 2021:
COP bei -11°C
9,018 kWh Wärme / 3,09 kWh Strom
= 2,92

PV-Strom Einsatz!

Betrachtete Heizungsanlagen

Ölheizung

Gasheizung

Elektroheizung

Blockheizkraftwerk, B

Wärmepumpe

Fernwärme

Nahwärme

Pelletheizung

Zusatzheizung

autonome Alternativen

ESTW:
KWK- (**K**raft-**W**ärme-**K**opplung)
Nahwärmenetz ER-West
Freibad, Hallenbad,
Wohnsiedlung; Gewerbe
962 kW Wärme, 130 kW Strom

Kosten ESTW bei 10kW Anschluss:
Leistungspreis 576 €/a
Arbeitspreis 0,65 € /10kWh

ESTW:

Fernheizung von Gas und Dampf- (GuD) KWK Anlagen,
sehr effizient mit 50 % Strom!

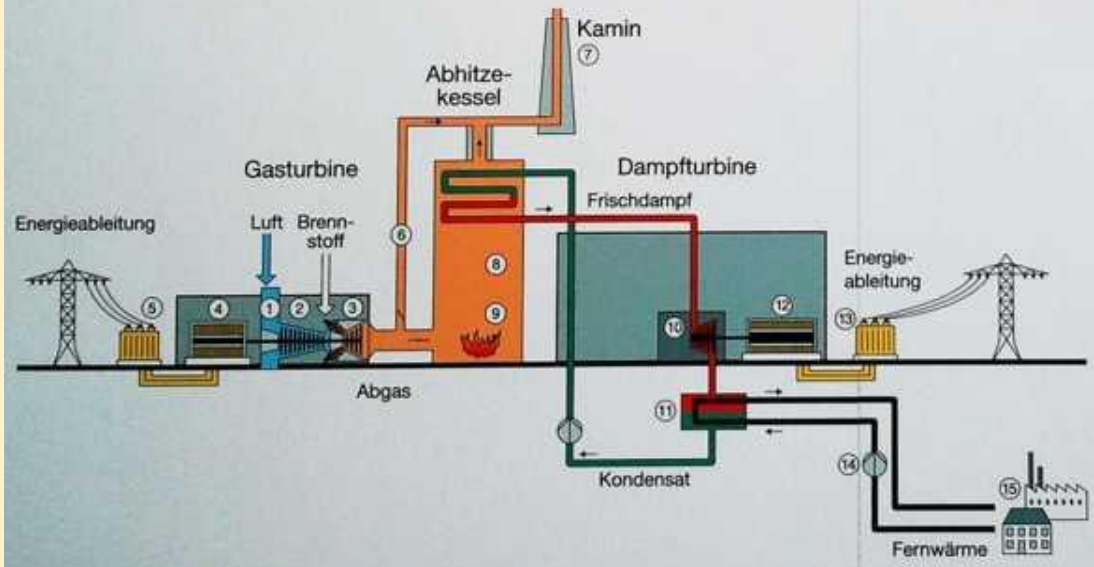
Kraft-Wärme-Kopplung

Wir produzieren Fernwärme und Strom für Erlangen

Anzahl der Kessel	
Heizkraftwerk	6
Heizwerk Frauenaurach	2
Brennstoffart	Kohle, Erdgas, Heizöl (HEL)
Installierte Kesselleistung	
Heizkraftwerk (HKW)	218 Megawatt (MW)
Heizwerk Frauenaurach	45 MW

Anzahl der Turbosätze	3
Installierte elektrische Leistung	39,7 MW
Anzahl der Kunden-Übergabestationen	rund 900
Wärmeverteilungsnetzlänge (Doppelleitung)	rund 60 km
Heizmedien	Wasser und Dampf
Max. Temperatur der Heizmedien	Wasser 130° C Dampf 200° C

Die Gas- und Dampfturbinen-Anlage im HKW



Gesamtleistung der GuD-Anlage

• Gesamtfeuerungswärmeleistung	45,5 MJ/s
• maximale elektrische Leistung	18,7 MW
• nutzbare Wärme	21,1 MW
• Netto-Brennstoffnutzungsgrad	ca. 87 %

Gasturbinenanlage:

1 Lufteintritt
2 Verdichter
3 Gasturbine
4 Generator
5 Transformator

Dampfturbinenanlage:

Abhitzekessel:

6 Bypass
7 Kamin
8 Abhitzekessel
9 Zusatzfeuerung
10 Dampfturbine
11 Kondensator
12 Generator
13 Transformator

Fernwärme:

14 Heizwasserumwälzpumpe
15 Fernwärmekunden

ESTW
ERLANGER STADTWERKE

Foto Heinz Horbaschek

Kraft-Wärme-Kopplung

Wir produzieren Fernwärme und Strom für Erlangen

Anzahl der Kessel	
Heizkraftwerk	6
Heizwerk Frauenaurach	2
Brennstoffart	K
Installierte Kesselleistung	
Heizkraftwerk (HKW)	2
Heizwerk Frauenaurach	4

	3
	39,7 MW
ationen	rund 900
opelleitung)	rund 60 km
	Wasser und Dampf
n	Wasser 130° C
	Dampf 200° C

Erzeugung 2011 ca. 170.000.000 kWh

Entsprach dem gesamten Stromverbrauch der Privathaushalte Erlangens,

seitdem weitere GuD-Anlagen installiert

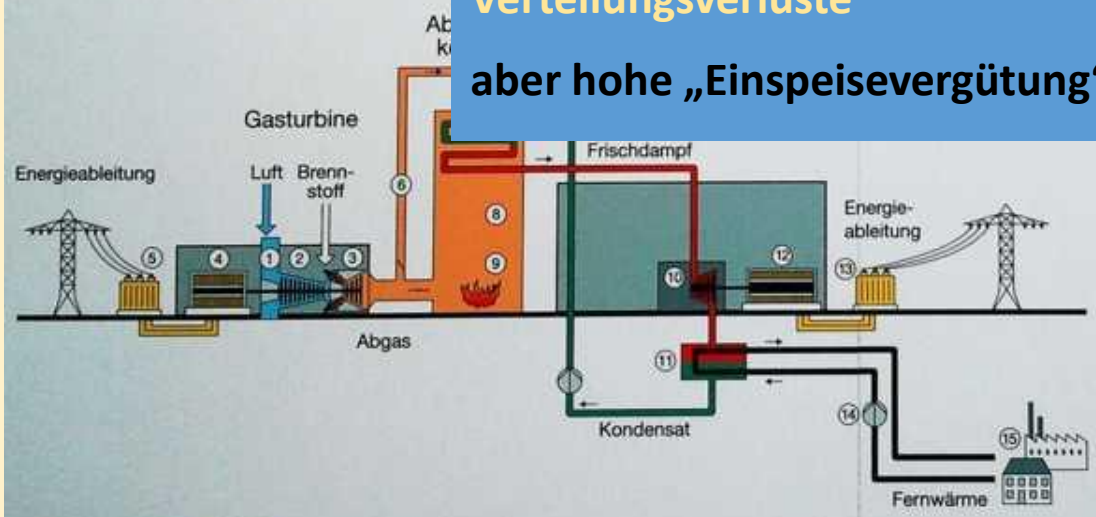
Effizienz ähnlich der beschriebenen kleinen BHKW, jedoch zusätzlich
Verteilungsverluste

aber hohe „Einspeisevergütung“

Die Gas- und Dam

g der GuD-Anlage

ungswärmeleistung	45,5 MJ/s
ktrische Leistung	18,7 MW
me	21,1 MW
stoffnutzungsgrad	ca. 87 %



Gasturbinenanlage:
1 Lufteintritt
2 Verdichter
3 Gasturbine
4 Generator
5 Transformator

Dampfturbinenanlage:
Abhitzekessel:
6 Bypass
7 Kamin
8 Abhitzekessel
9 Zusatzfeuerung
10 Dampfturbine
11 Kondensator
12 Generator
13 Transformator

Fernwärme:
14 Heizwasserumwälzpumpe
15 Fernwärmekunden

ESTW
ERLANGER STADTWERKE

Foto Heinz Horbaschek

Betrachtete Heizungsanlagen

Ölheizung

Gasheizung

Elektroheizung

Blockheizkraftwerk,

Wärmepumpe

Fernwärme

Nahwärme

Pelletheizung

Zusatzheizung

autonome Alternativen

Betrachtete Heizungsanlagen

Ölheizung

Gasheizung

Elektroheizung

Blockheizkraftwerk,

Wärmepumpe

Fernwärme

rel. kostengünstige Betriebskosten, hoher Investitionsaufwand, häufige Betriebsstörungen
Gilt als nachhaltig, aber:

Holzverbrauch in D wesentlich höher als heimischer Ertrag
für Importe werden ausländische, alte Waldbestände gerodet
schädliche Emissionen (insbesondere Feinststaub!) um **Größenordnungen höher** als bei Öl u. Gas ! Situation klar formuliert von der Leopoldina. (Seite 51) und viele TV Sendungen wie z:B.: https://www.zdf.de/politik/frontal-21/holzverbrennung-100.html
Neuerdings noch beunruhigende wissenschaftliche Zusammenhänge von Feinstaub und der Verbreitung des Corona-Virus!
Wenn überhaupt Holzverbrennung dann in Großanlagen mit entsprechenden Filtern.

Betrachtete Heizungsanlagen

Ölheizung

Gasheizung

Elektroheizung

Blockheizkraftwerk, BHKW

Wärmepumpe

Fernwärme

Nahwärme

Pelletheizung

Zusatzheizung

autonome Alternativen

Solarthermie:
nur mit Wasserspeicher zur Heizungsunterstützung sinnvoll

Photovoltaik (PV):
Ertrag das ganze Jahr, im Sommer kann eingespeist werden, günstige Investitionen, Gewinn bei Eigenverbrauch

Sehr vorteilhaft in Verbindung mit **WP** aber auch alleine

Betrachtete Heizungsanlagen

Copyright von Hoermann-Solar

Ölheizung

Gasheizung

Elektroheizung

Blockheizkraftwerk

Wärmepumpe

Fernwärme

Nahwärme

Pelletheizung

Zusatzheizung

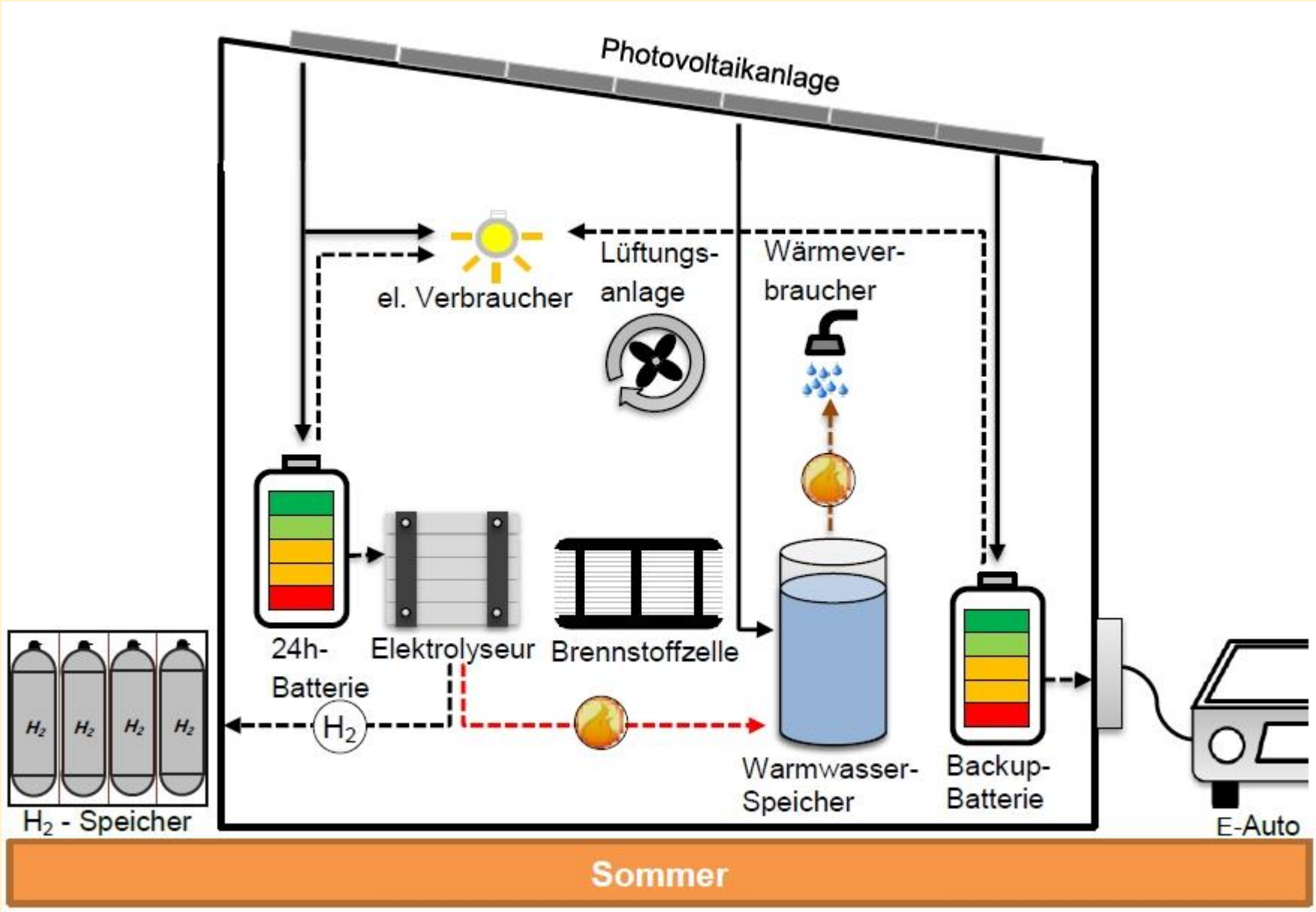
autonome Alternativen

Neuerdings möglich:

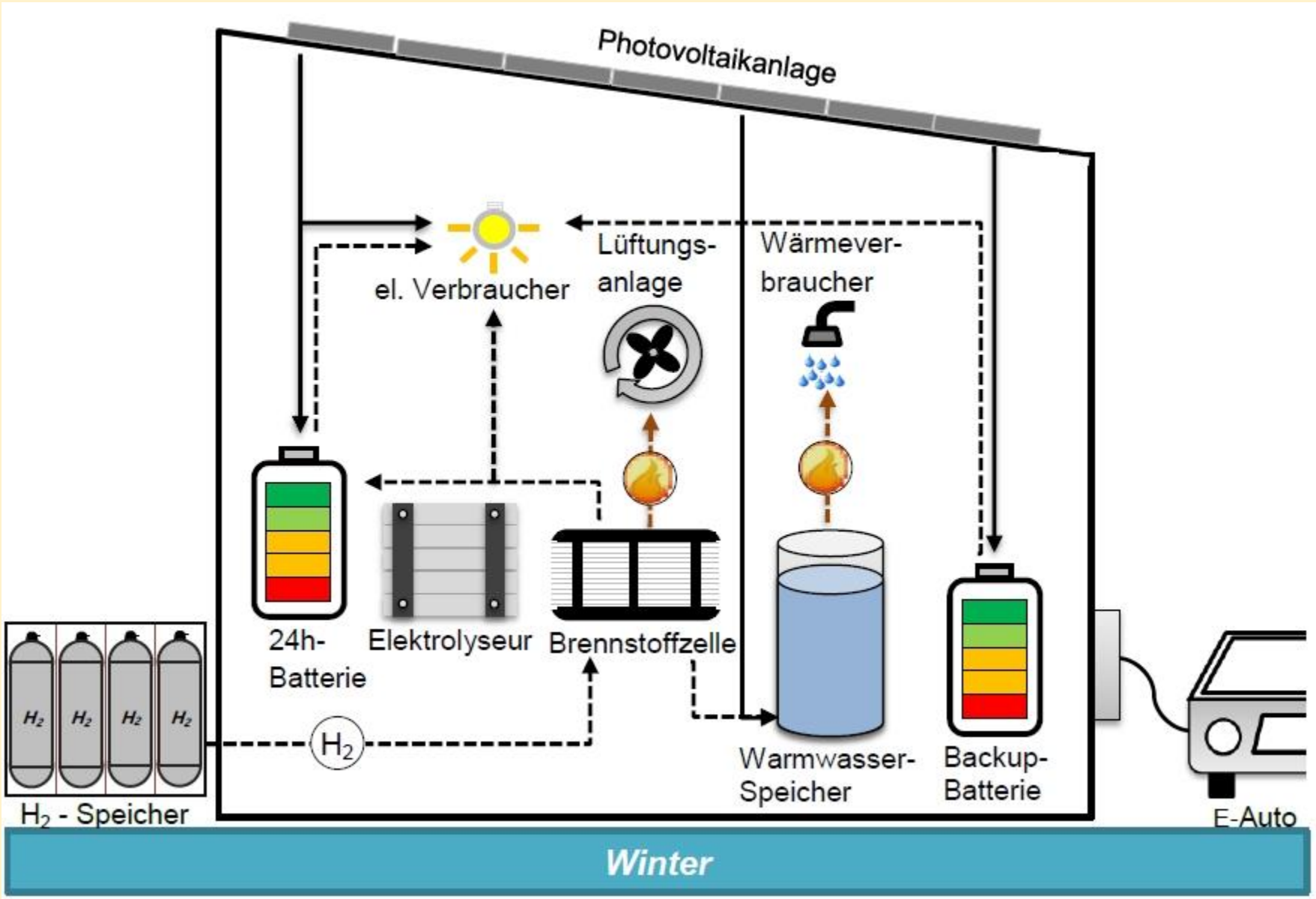
völlig autonome Energieversorgung im Haus durch Einsatz der Wasserstofftechnologie mit Elektrolyse, H_2-Speicherung und Brennstoffzellen, noch teuer, hoher Aufwand

https://www.youtube.com/watch?v=4ZgiXdgoliE

https://hoermann-solar.de/wasserstoffhaus/

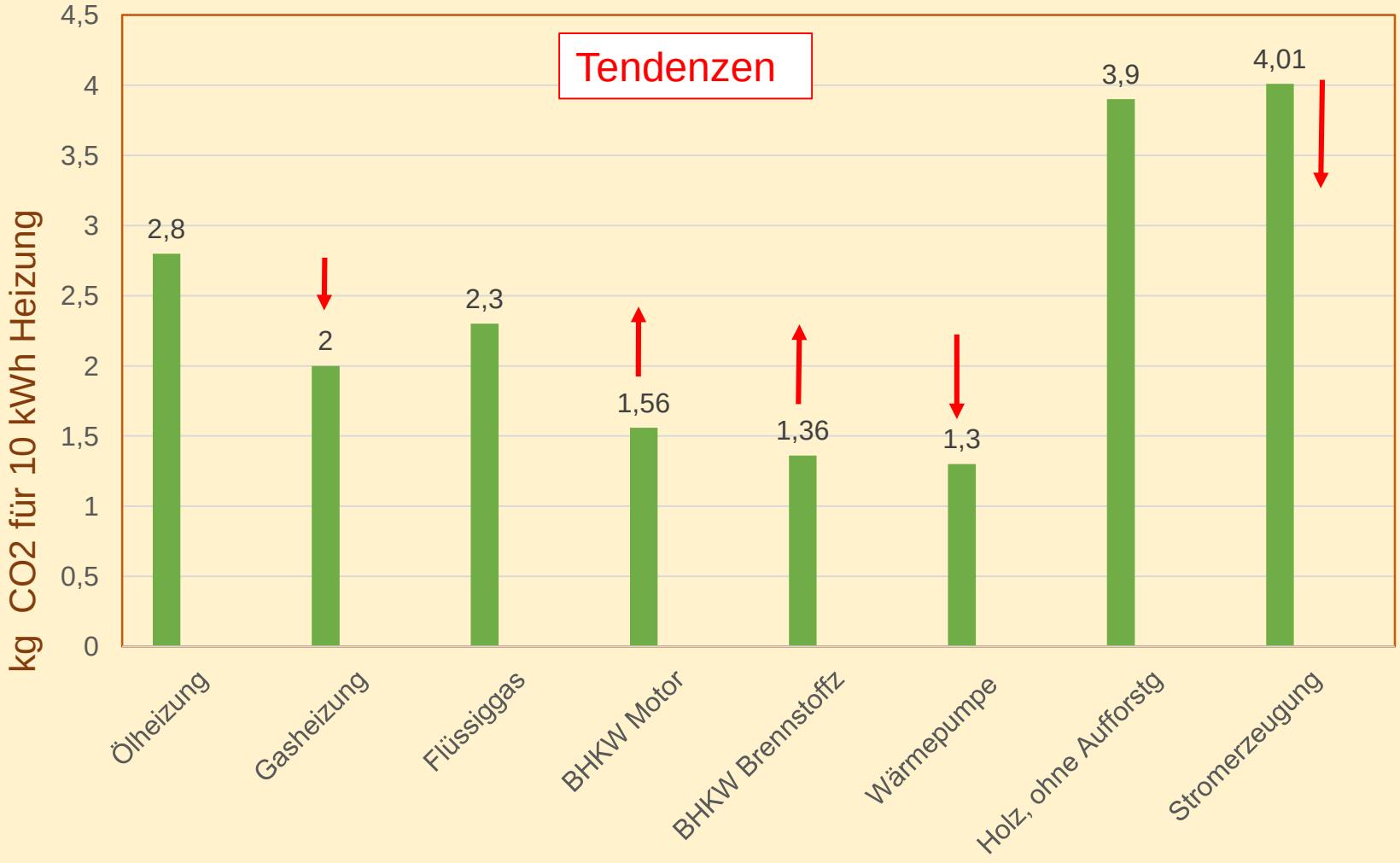


Copyright von Hoermann-Solar

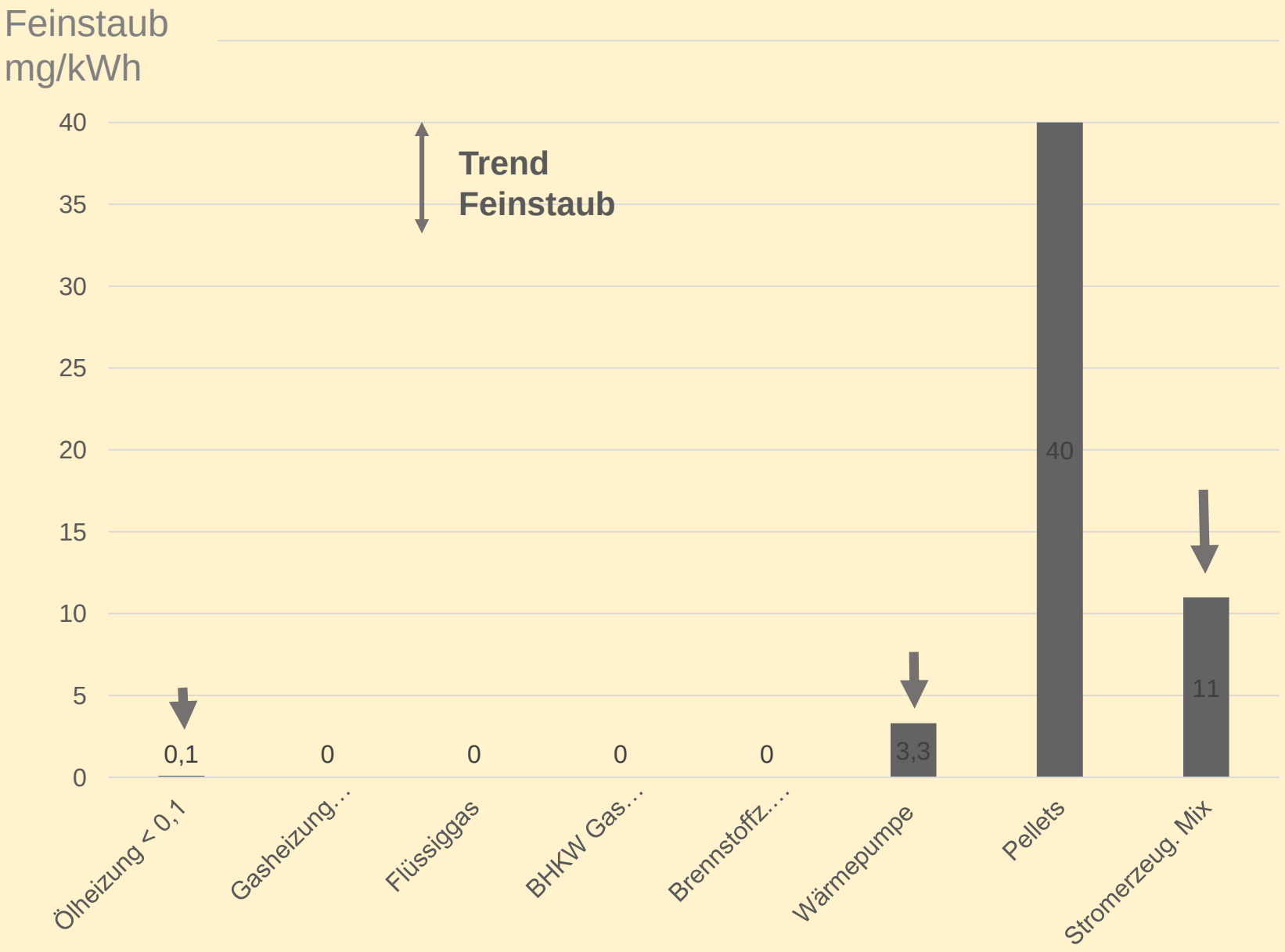


Copyright von Hoermann-Solar

kg CO_2 für 10kWh Heizenergie der verschiedenen Systeme/Brennstoffe



Feinstaub mg/kWh für verschiedene Anlagen/Brennstoffe



CO_2 Emissionen in D

Gesamt CO_2 in Deutschland: **805 Mill.** Tonnen /Jahr (2020)

davon ca. 15 % Hausheizungen also ca.

120 Mill. Tonnen/Jahr

allein Kohlekraftwerke **290 Mill.** Tonnen/Jahr !!!

davon Braunkohle 150 Mill. Tonnen, allein Neurath 32 Mill. Tonnen!

wo ist wohl das Einsparpotentional am größten, wo also primär ansetzen?

Überschlagsrechnung BHKW Kosten

Gaspreis ca. 6,7 ct/kWh
Strompreis ca. 30 ct/kWh
Einfamilienhaus: Wärmebedarf ca. 30000 kWh
Stromverbrauch ca. 3000 kWh

Erlös bei Einspeisung 11,6 ct/kWh, Einsparung bei Eigennutzung 34 ct/kWh

Mikro BHKW mit 5 kW thermisch, 2,5 kW elektrisch

nur **Heizen**: 30000kWh x 0,95 x 6,7 ct = **1910 €**

BHKW: Laufzeit 4000h, bei 5kW therm. x 4000h = 20000kWh Heizenergie,
Stromerzeugung 10000kWh,

- Eigenstromeinsparung 20% also 2000 mal 0,29 €/kWh = 578 € (Eigenstromverbrauch hoch!)
- Einspeisevergütung 8000 x 0,116 = 928 €
+ dazu Spitzenlastkessel 636 € (Brennwert)
+ Gasverbrauch 20000 x 1,68 x 0,067 = 2251 €

BHKW gesamt: 1381 €/a

Ersparnis **529 €/a** bei ca. **15.000 €** Mehrkosten, ohne Servicekosten und Lebens-dauerbetrachtung, Verzinsung, usw. – m.E. selbst bei hoher Förderung **unattraktiv** !

Resumee

Heizungssysteme

- deutliche Primärenergieeinsparung und CO_2 Einsparung im Moment nur bei der Wärmepumpe
- Gas bei weiterer Einspeisung von regenerativ erzeugtem Gas vorteilhaft, auch als reine Heizung
- Nicht nur auf CO_2 achten, Komplexität der Technik, alle Abgase, Ressourcen u. Relationen mit einbeziehen
- Ergänzung bestehender Anlagen durch Solarthermie u.v.a. durch PV, auch bei bestehenden Ölheizungen
- Fernheizung relativ umweltfreundlich (abhängig vom Brennstoff) mit wenig privaten Investitionen aber nicht besonders effizient, Preisvergleich?
- Feststoffheizungen umweltschädlich, CO_2 Einsparung ist Zweckbehauptung

Unabhängig vom Heizungssystem:

- Generell Heizungsenergie reduzieren durch Optimierung der Anlage
- Dämmmaßnahmen an den Gebäuden möglichst an allen nötigen und möglichen Stellen!
- Bewusstes Umgehen mit (Heiz-)Energie
- Eigene Erfahrungen – später Beispiele, wenn gewünscht

Optimierung von bestehenden Heizungsanlagen

- Sauberen, individuellen Abgleich der Heizungssteuerung auf das jeweilige Haus
- Beste Verbrennung bei möglichst niedriger Abgastemperatur
- bedarfskontrollierte Reinigung der Heizkessel
- Dämmung von allem was warm ist im Heizungsraum
- Einsatz hocheffizienter Umwälzpumpen
- Auskühlung des Heizraumes minimal halten
- Nachtabsenkung, besonders bei Häusern mit geringer Wärmespeicherung
- Warmwasserbereitung nachts abschalten
- Bei Heizkesselersatz realistisches Einsparpotential der Brennwertheizung richtig abschätzen (Vorlauftemperaturen beachten)
- System auf potentiellen Einsatz einer Wärmepumpe testen

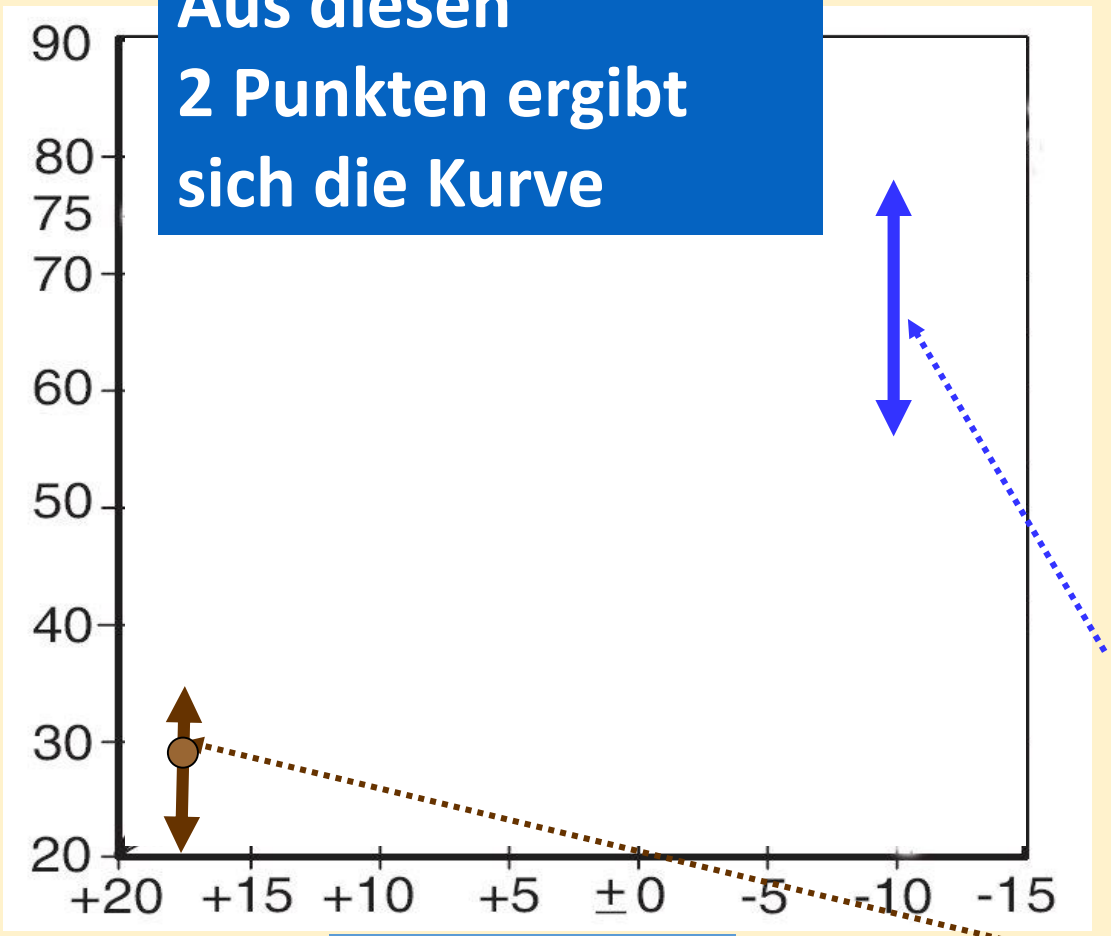
siehe auch „Heizungsoptimierung“

Optimierung von bestehenden Heizungsanlagen

Außentemperaturgesteuerte Kesseltemperatur, bzw. Heizkörpervorlauftemperatur anpassen

Viele Regelungen stehen auf der Werkseinstellung!!!

Aus diesen 2 Punkten ergibt sich die Kurve



Einstellung:

Kältester Raum (kleinster Heizkörper) ist Referenz

und legt Heizkurve fest!

Starker Frost, legt Steigung der Kurve fest

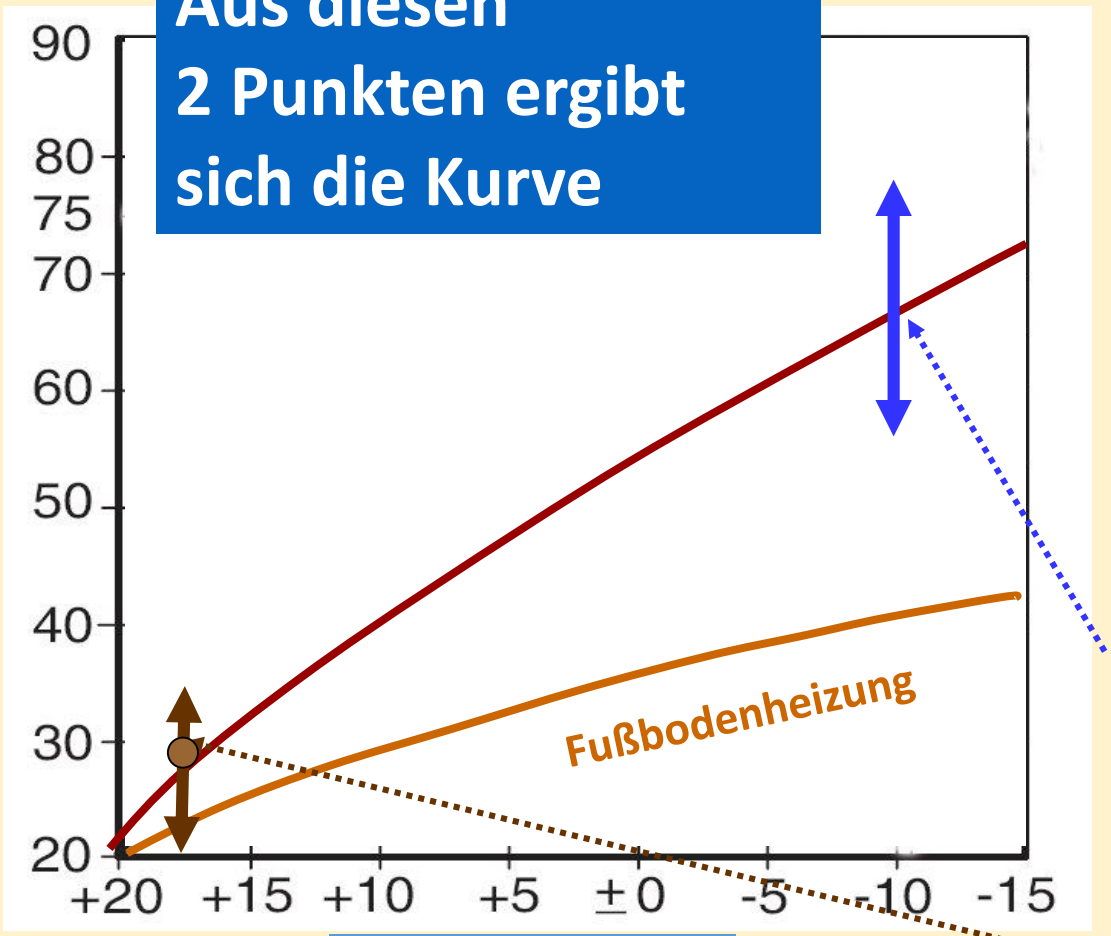
Übergangszeit: Offset oder Abhebung (Drehpunkt der Kurve)

Optimierung von bestehenden Heizungsanlagen

Außentemperaturgesteuerte Kesseltemperatur, bzw. Heizkörpervorlauftemperatur anpassen

Viele Regelungen stehen auf der Werkseinstellung!!!

Aus diesen 2 Punkten ergibt sich die Kurve



Einstellung:

Kältester Raum (kleinster Heizkörper) ist Referenz

und legt Heizkurve fest!

Starker Frost, legt Steigung der Kurve fest

Übergangszeit: Offset oder Abhebung (Drehpunkt der Kurve)

Grundsätzliche Voraussetzungen für Wärmepumpen bei Neubau und v.a. Bestand

- Qualifizierter Handwerksbetrieb zur Vermeidung häufiger Dimensionierungs- und Ausführungsfehler
- Garantie der minimalen Jahresarbeitszahl (z.B. JAZ ≥3,5) geben lassen, berechneter Wert (für die Förderung) nicht aussagekräftig genug Referenzanlagen analysieren
- immer gültig: Möglichst niedrige Temperatur der Heizelemente wie Heizkörper, Fußbodenheizung, Wandheizung u.ä. (auch Möglichkeiten bei bestehenden Heizkörpern!)
- Platz für die Wärmequelle wie Bohrung, Erdreich, Luft/Wasser- Wärmetauscher
- Beachten der Geräuschemission der Luft/Wasser WP
- Muss: Objektive Kalkulation des Gewinns in der JAZ bei Erdsonden gegenüber Luft/Wasser WP auf die Laufzeit

Maßnahmen zur Überprüfung der Tauglichkeit für WP Neubauinstallation oder Nachrüstung

Messung der max. nötigen Vorlauftemperatur für Heizungserneuerung:

- im kühlsten Raum bei mehrtägigen, niedrigen Außentemperaturen (unter minus 10°C)
- bei voll aufgedrehten Heizkörperventilen
- bei genügend Wasserdurchsatz für geringe Temperaturspreitzung
- Vorlauftemperaturkurve richtig eingestellt

Möglichkeiten zur Verbesserung der WP-Effizienz:

- Verzicht auf die Nachtabsenkung
- selten bewohnte Räume nicht ganz auskühlen lassen
- Wo möglich, zusätzliche oder effizientere Heizkörper einbauen
- Die Heizwirkung von zu kleinen Heizkörpern durch Lüfter erhöhen,
- oder sog. Tieftemperaturheizkörper installieren, ideal zusammen mit Fußbodenheizung
- PV- Anlage

Verringerung des Energiebedarfs für die Heizung als Mieter

- Für gute Wärmeabgabe der Heizkörper sorgen, auch wegen Wärmezählung
- Überprüfen der Vorlauftemperatur
- Thermostatventile freihalten
- bei mehren Heizkörpern pro Raum alle etwas aufdrehen
- Türen zu kühlen Räumen geschlossen halten
- individuelles Heizen der einzelnen Räume
- Schlafzimmer nur gering heizen
- Reflexionsfolien hinter den Heizkörpern anbringen
- Stoßlüftung statt gekippter Fenster
- beim Lüften Thermostatventile schließen
- Frühzeitiges Schließen der Rollos
- bei häufiger, längerfristiger Abwesenheit an funkgesteuerte Heizkörperventile denken

Vielen Dank für Ihr Interesse !

Entwicklung und Markt der Wärmedämmscheiben
bis 1974
ab 1974
heute Standard
heute empfohlen
Einfach-
scheibe
Thermopane
Wärmedämmscheibe
Dreifach-
Wärmedämmscheibe
Argon
Argon
Argon
U_g (W/(m²K))
5,8
3,0
1,1 – 1,2
0,6 – 0,8
Vergleichen Sie hier den Wärmedurchgang dieser beiden
Scheiben mit der Thermographiekamera
12:53 1/MAI/2016

weber.tec

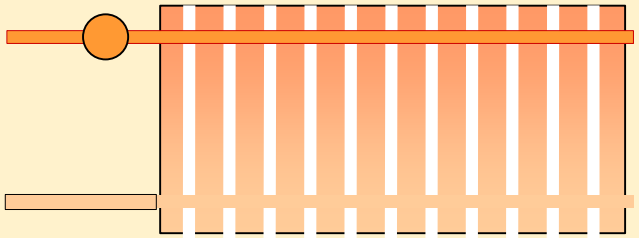
Einfluss der Spreizung der Heizkörpertemperatur

Genügende Durchflussmenge

Optimierte Heizkennlinie

Vorlauf
44°C

Rücklauf
40°C

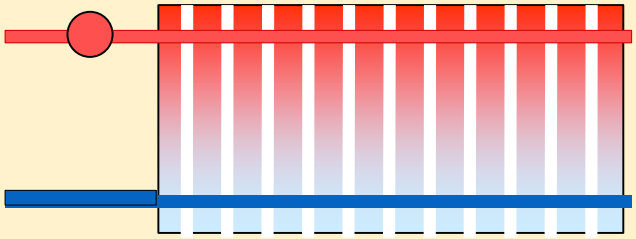


Geringe Luftzirkulation

Sehr starke Rücklaufabsenkung (oft zur Erhöhung des Brennwerteffektes realisiert, gut für Wärmepumpen mit großen Heizkörpern)

Vorlauf
54°C *

Rücklauf
32°C *

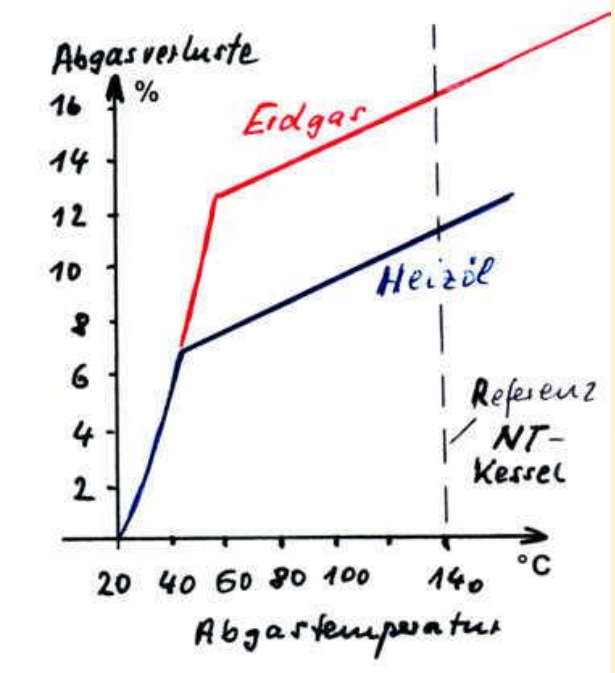


- **höhere Vorlauftemperatur,**
- **niedrige Rücklauftemp.**
- **höhere Luftbewegung**
- **u.U. schlechte Schnellaufheizung**

* Grobe Berechnung, tatsächlich Unlinearitäten vorhanden

Link zur kritischen Betrachtung des hydraulischen Abgleich , (am Ende der Präsentation)

Beispiel zum Nutzen des Brennwertbetriebs bei Heizöl



(Aus Buderus Brennwerttechnik)

Beispiel - oberer Heizwert von Öl als Referenz (CO_2 ca. 13,5%) :

Abgasverluste:

Niedertemperaturkessel bei Abgastemp 140 °C = **11,5 %**
bei Rücklauftemp. 56 °C, Abgastemp. Ca. 60 °C = **8 %**
bei Beginn des Brennwertbetriebs, Rücklauftemp. 40°C ;
Abgastemp. 46 °C = **7 %**
bei max. möglicher Brennwertbetrieb,
Rücklauf. 30 °C; Abgastemp. 35 °C = **4 %**

Also bringt hier ein Brennwertkessel unter Idealbedingungen gegenüber einem NT- Kessel max. 7,5 % Einsparung im feuerungstechnischen Wirkungsgrad.
Bei guter Kesseldämmung entspricht das auch weitgehend der Gesamteinsparung.

In der Praxis festgestellte, deutlich höhere Einsparungen bei Kesseltausch sind durch geringere Standverluste u.ä. bedingt, die mit dem Brennwertbetrieb nicht direkt zusammenhängen