
Stationäres exergetisches Bewertungsverfahren

Herena Torío
Marlen Schurig



- Definition
- Ansatz: LowEx-Konzept
- Methode zur stationären Exergieberechnung
- Zusammenfassung

Definition

- Was ist Exergie?**
- EXERGIE ist der in ARBEIT umwandelbare Anteil eines Energieflusses (Nutzbarkeit)
 - EXERGIE ist vom Zustand des Systems und dessen Umgebung abhängig

ENERGIE \Rightarrow QUANTITÄT

EXERGIE \Rightarrow QUANTITÄT + QUALITÄT

Ansatz: LowEx-Konzept

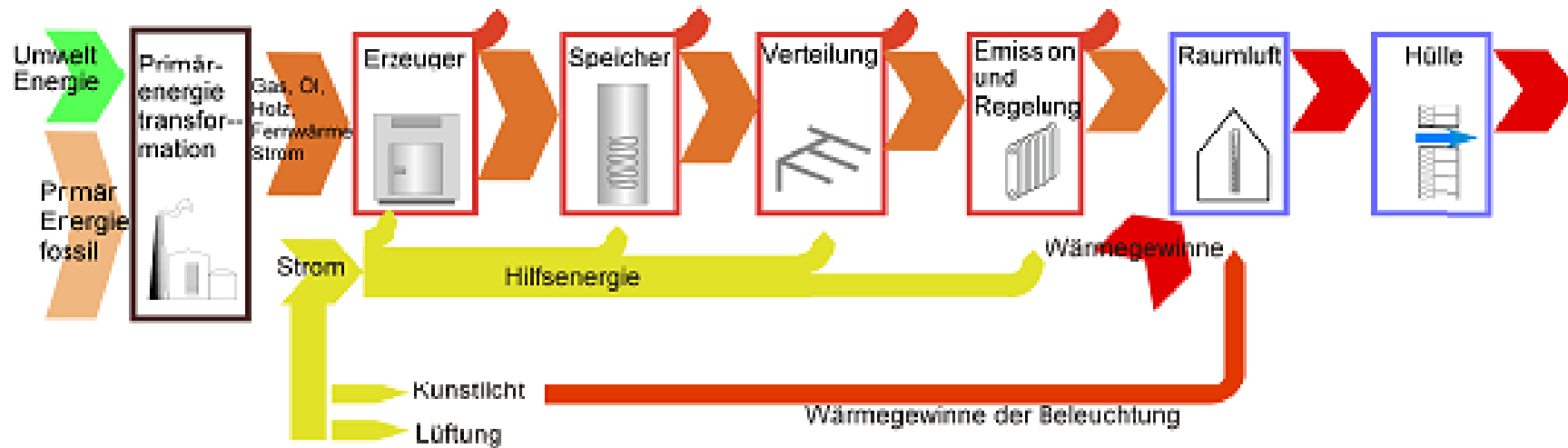
Anpassung des **Quantitäts-** UND **Qualitätsniveaus** an das Angebot und die Nachfrage

Quantität ⇒ Energieeinsparung

Qualität ⇒ Nutzung von „Niedrig-Qualitätsquellen“
z.B. thermische Solarwärme,
Erdwärme oder Umgebungswärme

Methode zur stationären Exergieberechnung

Modulare Ansatz

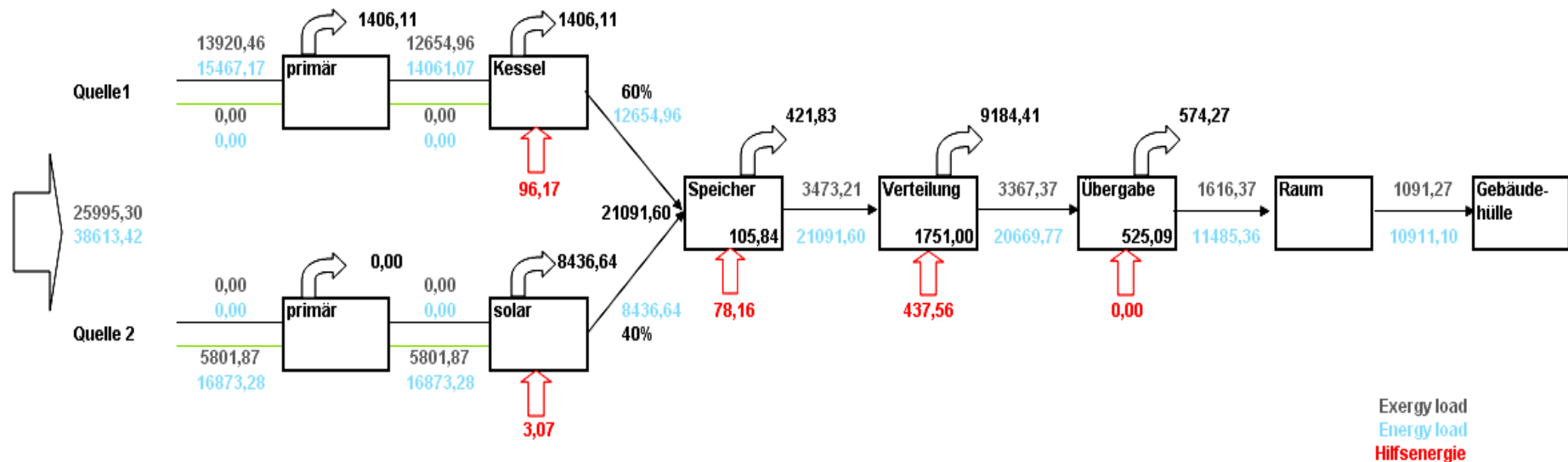


Methode zur stationären Exergieberechnung


Implementierung ins „LowEx“ Berechnungswerkzeug

- Exergetisch-energetische stationäre Analyse
- Bewertung ALLER Exergieflüsse anhand der Energieflüsse im Gebäude (fossil & **erneuerbar**)

Erzeugung




Methode zur stationären Exergieberechnung



Fraunhofer
Institut
Bauphysik

Berechnungsblatt
Exergiebedarf zur Wärme-
versorgung von Gebäuden
Heizperiodenbilanz-Verfahren
(in Anlehnung an IEA Annex 37)



Verbundvorhaben **LowEx**
Heizen und Kühlen mit Niedrig-Exergie

Objekt: EFH_E_1958_bis_1968

1. Gebäudedaten, Randbedingungen

2	Volumen (aussen) [m³]	$V_e =$	934.2	$V_1 =$	710.0	$V_2 =$
3	Nutzfläche [m²]	$A_M =$	298.9			
4	Anzahl der Heiztage (10°C)	$d_{HP} =$	211	Region 5 Braunschweig ▾		
5	Lufttemperatur innen [°C]	$\theta_i =$	21			
6	Lufttemperatur mittl., HP [°C]	$\theta_e =$	5.2	= $\theta_{e,1}$ Referenztemperatur		

2. Wärmeverluste

2.1 Transmissionsverluste \dot{H}_T [W/K]

9	Gebäudeteile	Symbole	Fläche A_i [m²]	Wärmedurchgangskoeffizient U_i bzw. $\Delta U_{i,WS}$ [W/m²K]	Temperaturkorrekturfaktor $F_{i,T}$ [-]	$U_i \cdot A_i \cdot F_{i,T}$ [W/K]
10	Außenwand	AW 1	185.33	1.44	1	266.88
11		AW 2				
12		AW 3				
13		AW 4				
14	Fenster (Rohbaumaße)	W 1 (Nord)	10.29	2.9	1	29.84
15		W 2 (Süd)	10.02	2.9	1	29.06
16		W 3 (Ost)	18.24	2.9	1	52.90
17		W 4 (West)				
18	Tür	T 1	6.60	3.60	1	23.76
19	Dach	D 1	180.9	1.11	1	200.80
20		D 2				
21		D 3				
22	oberste Geschossdecke	D 4				
23		D 5				
24	Wand zum Dachgeschoss (Abseitenwand)	AbW 1				
25		AbW 2				
26	Wand- und Deckenflächen zu unbeheizten Räumen	uhW 1	145.00	0.97	0.8	112.52
27		uhW 2				
28	Flächen der Kellerräume zum Erdreich	G 1	51	1.7	0.5	43.35
29		G 2				
30		G 3				
31		G 4				
32		G 5				
33	Gesamtfläche	$\Sigma A_i = A =$	607.38			
34	Wärmebrücken	$H_{WB} =$	$A \cdot \Delta U_{WB}$	0.1		60.74

GEBÄUDEGRÖÖRE bitte auswähl

EFH und MFH bis 3 Vollgeschosse Formular löscher

Gebäude > 3 Vollgeschosse (übrige)

Einfamilienhaus		Reihenhaus	
EFH_A vor 1918	EFH_B vor 1918		
EFH_C 1918 bis 1948	EFH_D 1949 bis 1957	RH_C 1918 bis 1948	RH_D 1949 bis 1957
EFH_E 1958 bis 1968	EFH_F 1969 bis 1978	RH_E 1958 bis 1968	RH_F 1969 bis 1978
EFH_G 1979 bis 1983	EFH_H 1984 bis 1994	RH_G 1979 bis 1983	RH_H 1984 bis 1994
EFH_I 1995 bis 2001	EFH_J 2002 bis heute	RH_I 1995 bis 2001	RH_J 2002 bis heute

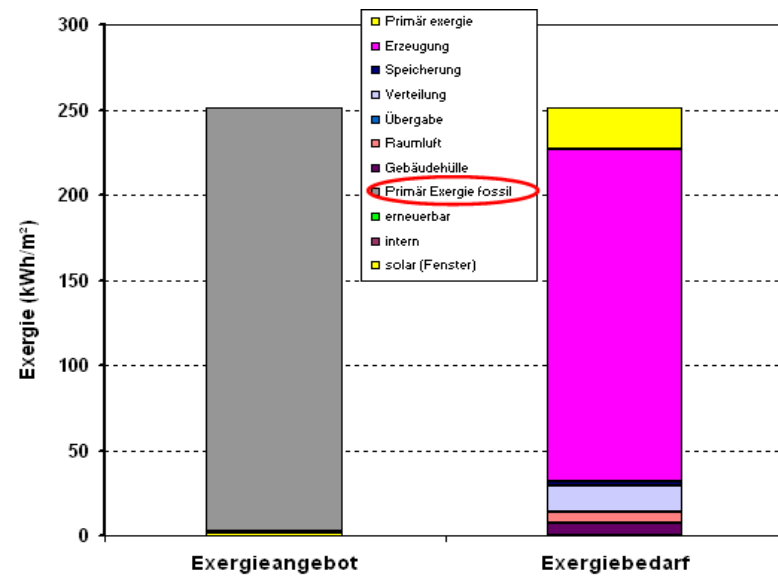
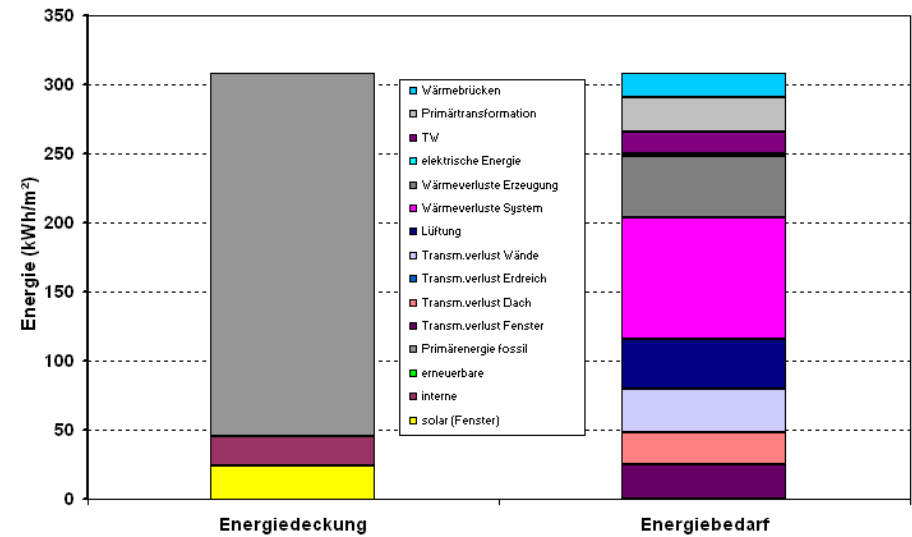
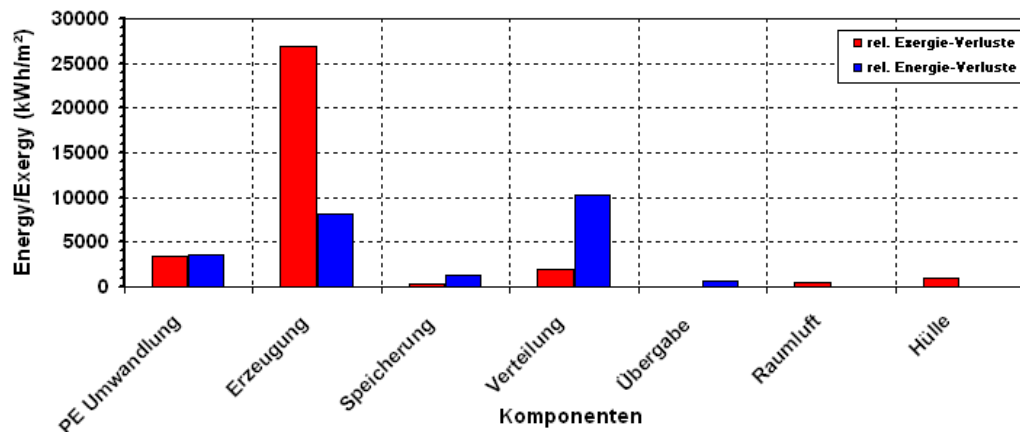
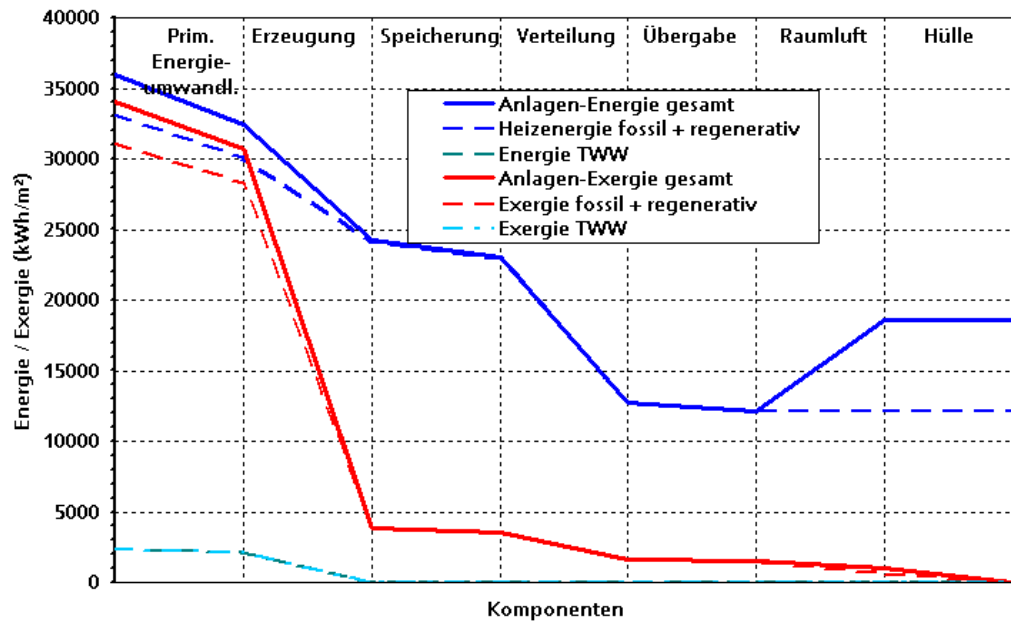
WÄRMEBRÜCKEN bitte auswähl

pauschal - ohne Berücksichtigung DIN 4108 Bbl. 2

pauschal - mit Berücksichtigung DIN 4108 Bbl. 2

detailliert - gem. DIN EN ISO 10211-2

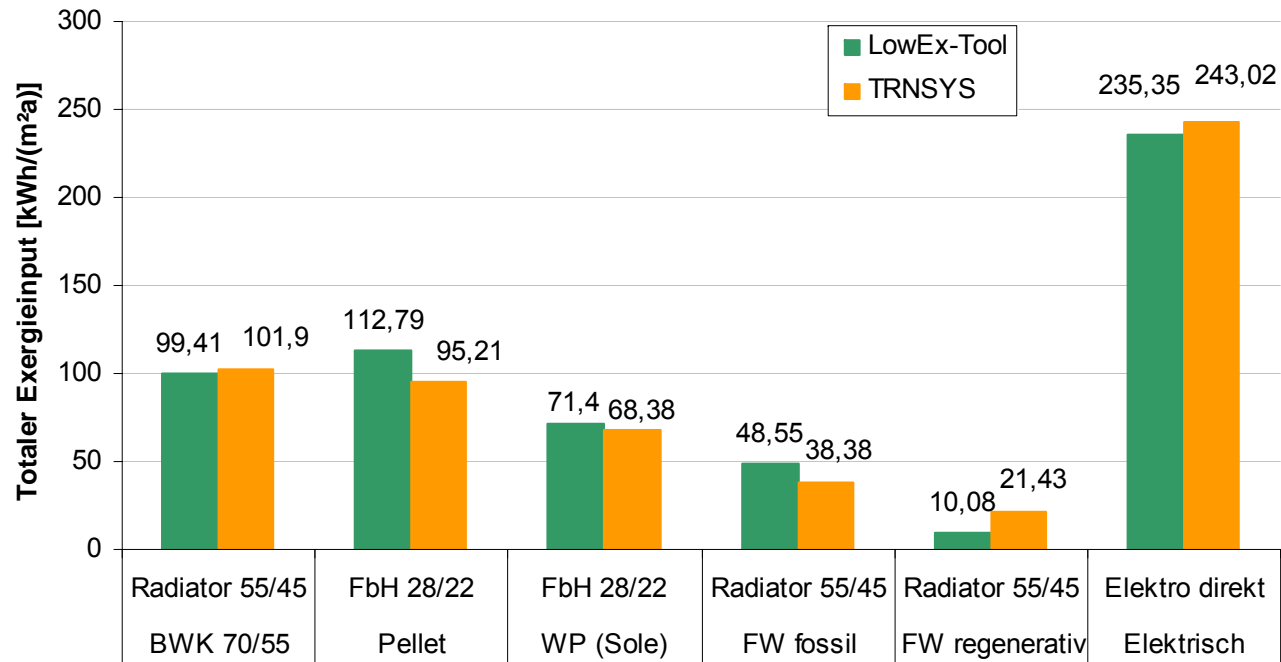
Methode zur stationären Exergieberechnung



Methode zur stationären Exergieberechnung

Validierung des „LowEx“ Berechnungswerkzeugs

Totaler Exergieinput bei verschiedenen Anlagentypen
- Gegenüberstellung statioäre (LowEx-Tool) und dynamische Bewertung (TRNSYS)



Annahmen: LowEx-Tool

- Mitteltemperatur der Heizperiode 5,2°C für Braunschweig
- EFH-EnEV

TRNSYS

- Temperatur-Jahresverlauf
- EFH-EnEV

Methode zur stationären Exergieberechnung

Untersuchung eines Fallbeispiels

EFH_I aus IWU Studie



Gebäudedaten und Rahmenbedingungen

- Raumlufttemperatur: 21°C
- Referenztemperatur: 5.6°C
- Gebäudeart: Wohngebäude
- Lüftung: Fensterlüftung
 $n=0,6 \text{ h}^{-1}$

- Transmissionswärmeverlustkoeffizient: $H_T' = 0,56 \text{ W/m}^2\text{K}$

Methode zur stationären Exergieberechnung

Untersuchung eines Fallbeispiels

EFH_I aus IWU Studie

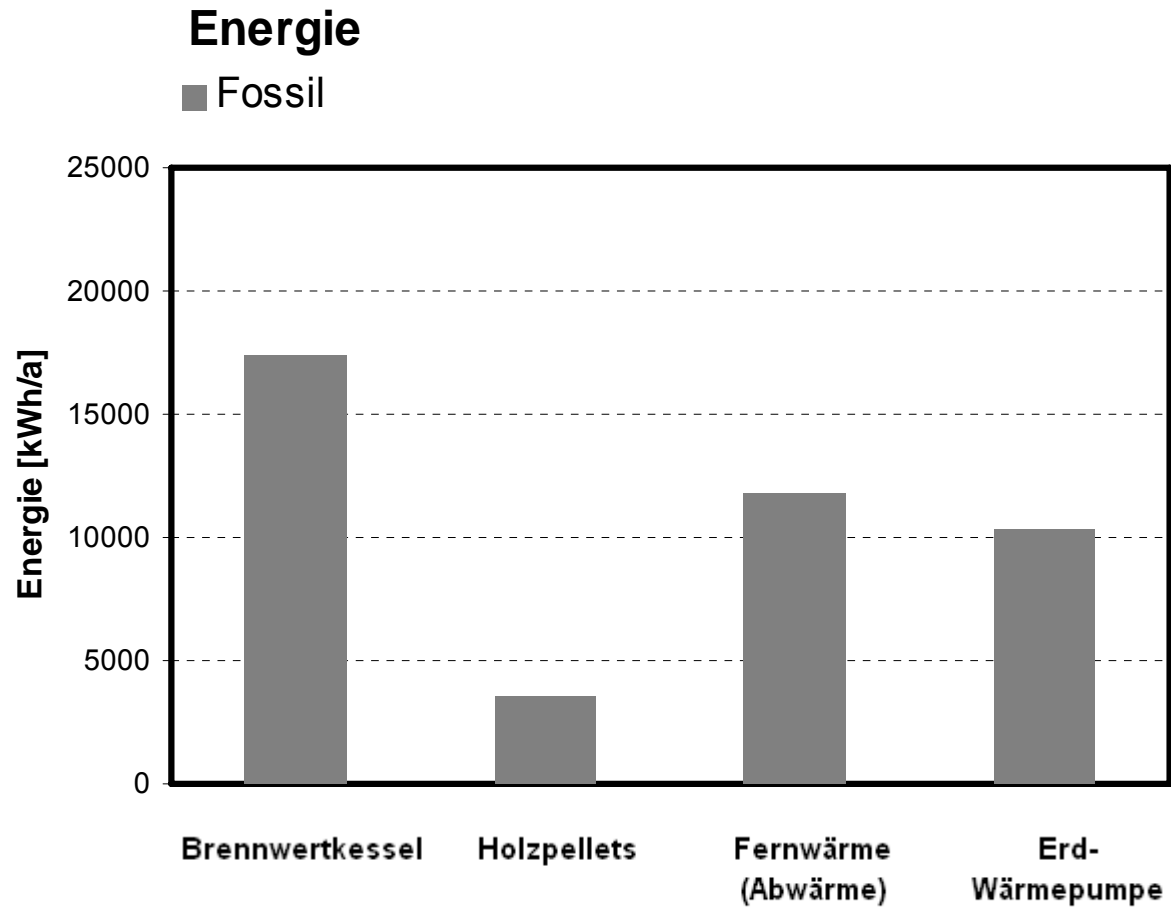


Anlagenvarianten

1. Brennwertkessel ($\eta=0.95$) und 28/22 Fußbodenheizung (FbH)
2. Biomasse/Pelletkessel ($\eta=0.85$) und 28/22 FbH
3. Fernwärme (Abwärme, $\eta=0.89$) fossil und 28/22 FbH
4. Erdwärmepumpe (JAZ=4) und 28/22 FbH

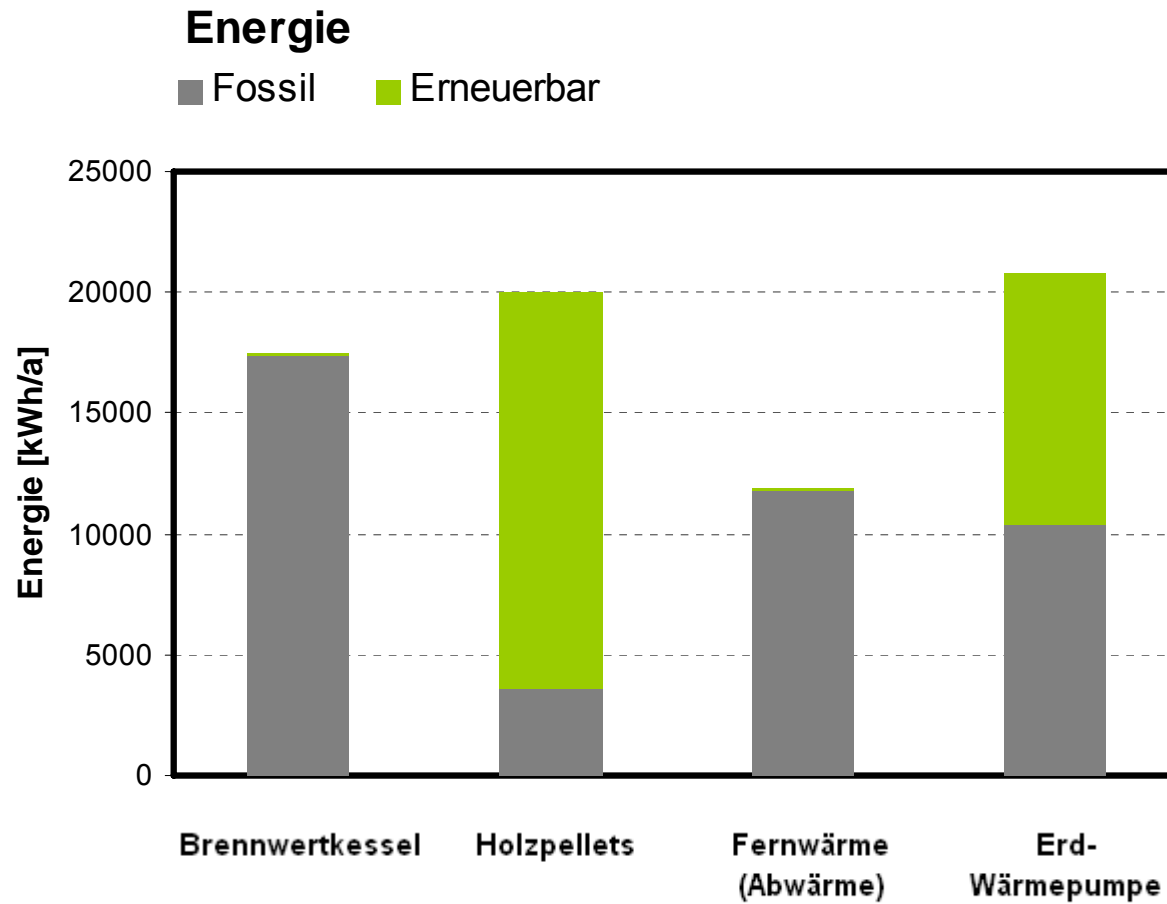
Methode zur stationären Exergieberechnung

Untersuchung eines Fallbeispiels



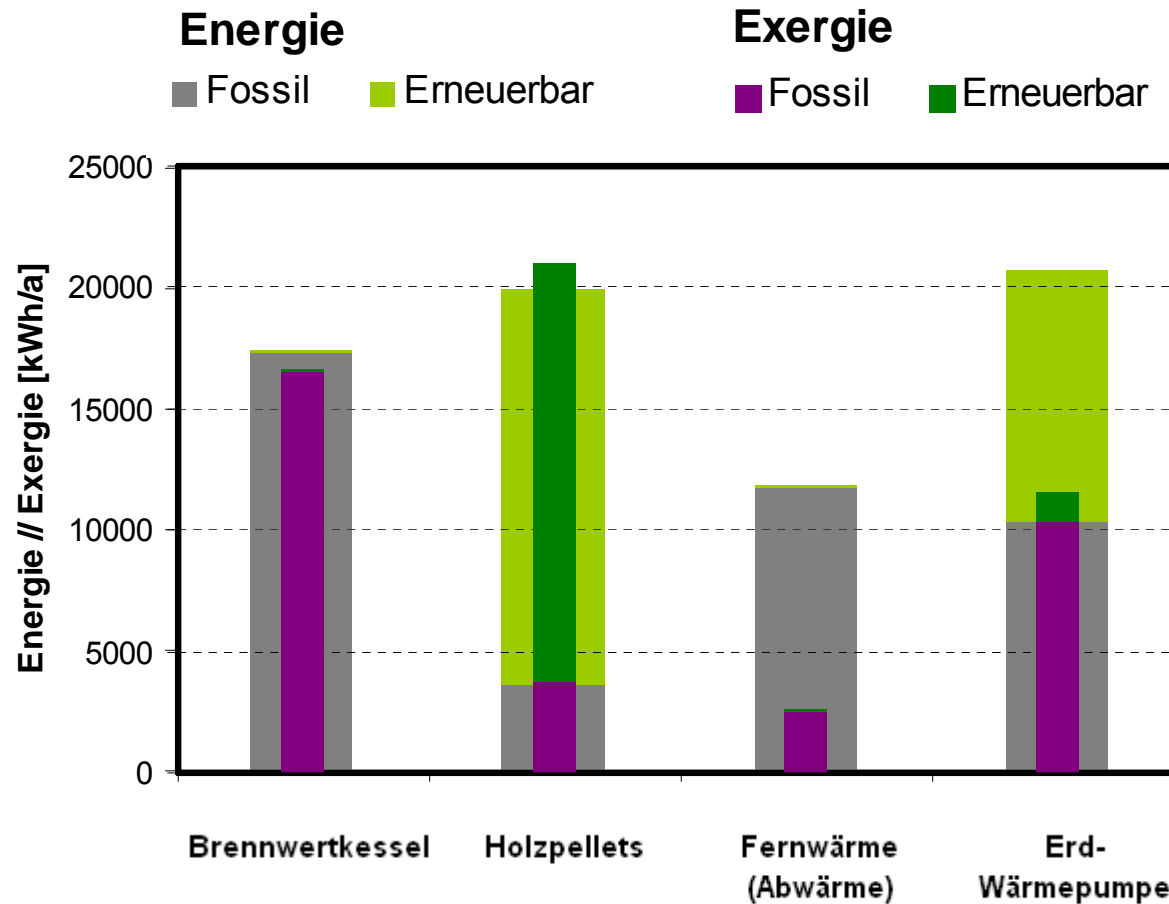
Methode zur stationären Exergieberechnung

Untersuchung eines Fallbeispiel



Methode zur stationären Exergieberechnung

Untersuchung eines Fallbeispiels



Zusammenfassung

Schlussfolgerungen kombinierte energetische und exergetische Analyse:

1. Reduktion des fossilen-Primärenergiebedarfs (Energetische Betrachtung)
2. Energiepotenzial optimal nutzen: Exergetischen Anteil des gesamten Primärenergiebedarfs (fossil und regenerativ) minimieren

➔ *Nutzung von „Niedrig-Qualitätsquellen“
z.B. thermische Solarwärme, Erdwärme oder Umgebungswärme*

Energie + Exergie:

MAXIMIERUNG erneuerbare Energien +
EFFIZIENTE NUTZUNG der verfügbaren Ressourcen