

"Brennstoffzellentechnik – Was lange währt, wird endlich gut? "

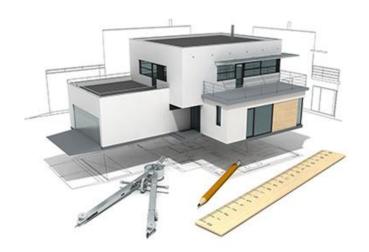
23. Januar 2020 Fachtagung "Energie Umwelt Zukunft"

Dipl. -Ing. Jürgen Stefan Kukuk



Gliederung:

- 1. Vorstellung der ASUE
- 2. Technik und Funktion einer Brennstoffzelle
- 3. Wettbewerber der Brennstoffzelle
- 4. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen
- 5. Erfüllung der EnEV/ Gebäudeenergiegesetz/KfW









- ✓ BHKW, Brennstoffzellen, Gaswärmepumpen, Gasturbinen, Gasbrennwertgeräte, Wasserstoff
- ✓ Broschüren und Fachinformationen
- ✓ KWK-Anmelde-Service
- ✓ Arbeitskreise und Netzwerke
- ✓ Newsletter und Presseinformationen
- ✓ Energiepolitik und Kommunikation

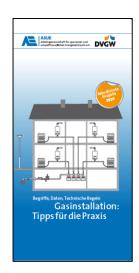


Wichtige Broschüren der ASUE











- ✓ Brennstoffzellen für die Hausenergieversorgung
- ✓ Wirtschaftliches Sanieren mit Brennstoffzellen
- ✓ Gasinstallation Tipps für die Praxis
- ✓ Leitfaden zur Anmeldung und steuerlichen Behandlung von kleinen BHKW



Wichtige Broschüren der ASUE











- ✓ Biogas / Biomethan erneuerbare Energie aus der Leitung
- ✓ Über die Wirtschaftlichkeit von Blockheizkraftwerken in Hotels
- ✓ Das KWK-Gesetz 2017
- ✓ EEG-Umlage auf eigenerzeugte Strommengen



Der KWK-Anmeldeservice der ASUE



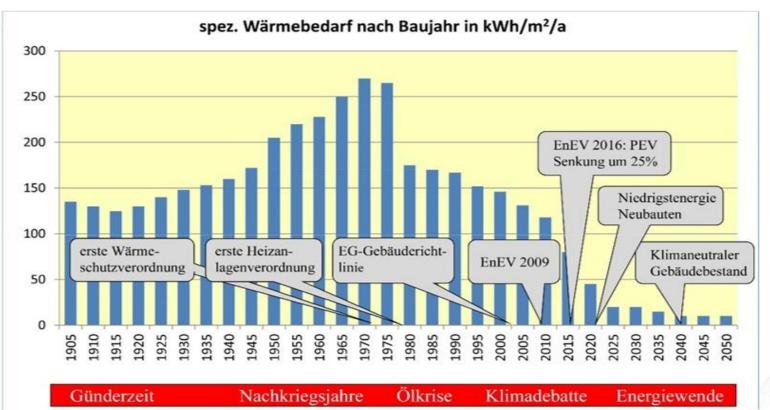


- ✓ Startberatung
- ✓ Anmeldung nach dem KWK G
- ✓ Abstimmung mit dem Strom-Netzbetreiber
- ✓ KfW- und BAFA Förderung
- ✓ Jahresmeldungen
- ✓ Hilfe bei Erschwernissen



Auf dem Weg zum klimaneutralen Gebäudestand gibt es Nachholbedarf!

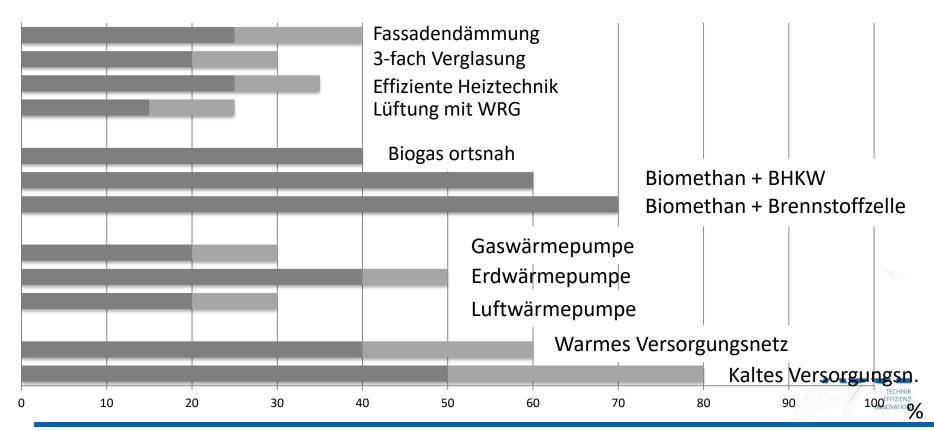






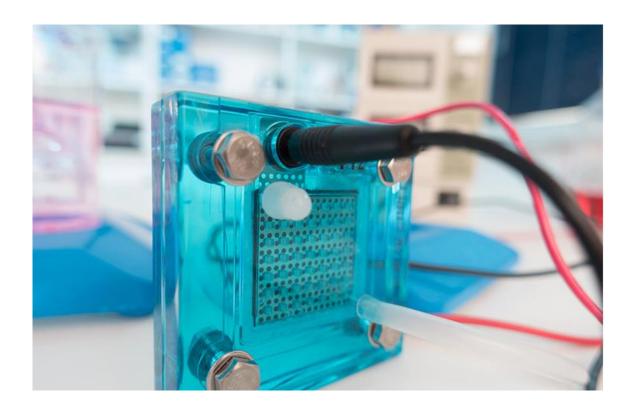
Einsparung von Primärenergie durch Maßnahmen





Kann eine Brennstoffzelle die Lösung sein?

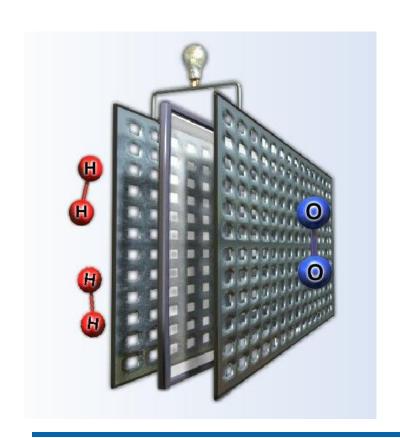


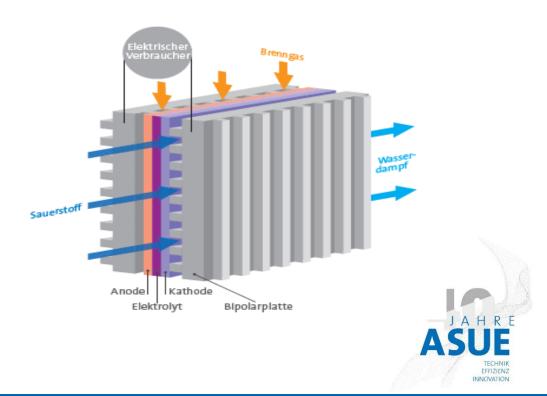




Chemischer Prozess in einer PEM-Brennstoffzelle

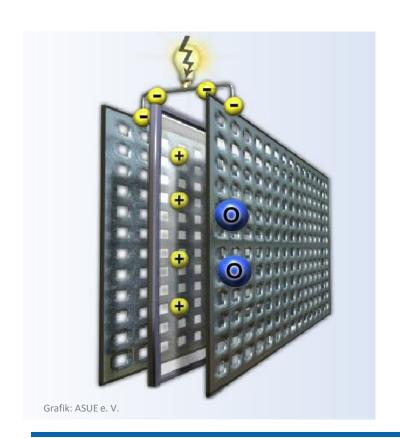


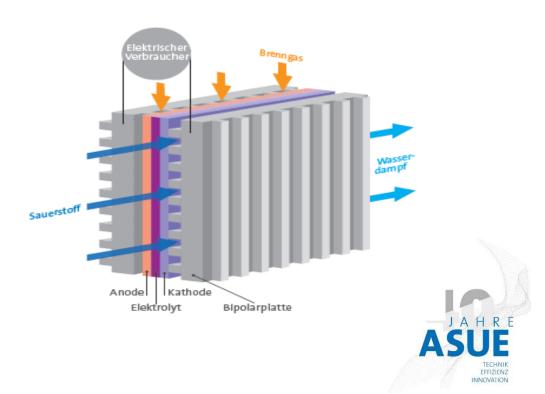




Chemischer Prozess in einer PEM-Brennstoffzelle

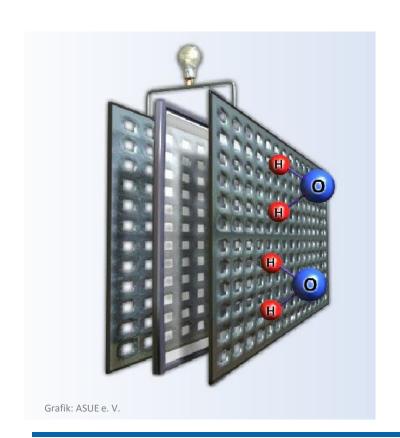


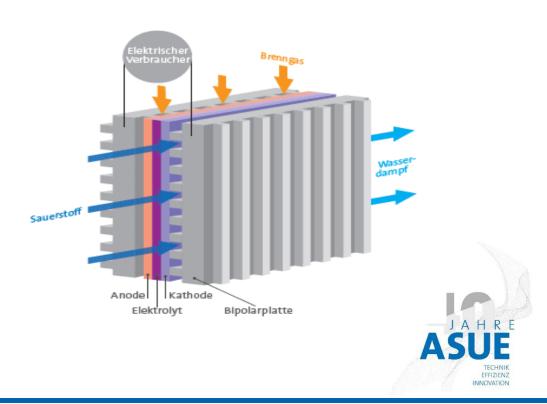




Chemischer Prozess in einer PEM-Brennstoffzelle

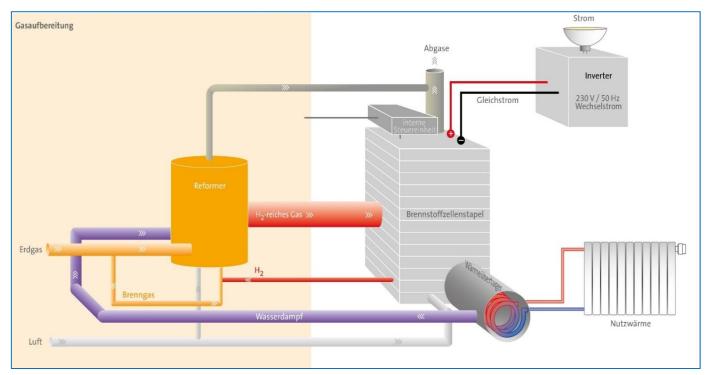






Funktionsprinzip einer Brennstoffzellenheizung



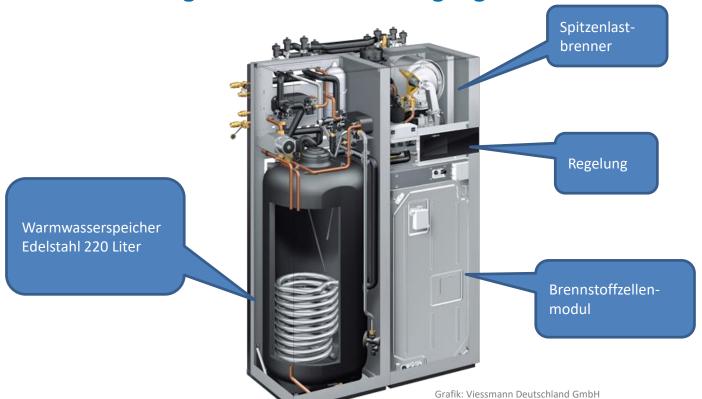




Grafik: ASUE e. V.

Mit integriertem Spitzenlastgerät übernimmt die Brennstoffzelle die gesamte Wärmeversorgung





JAHRE ASUE TECHNIK EFFIZIENZ INNOVATION

Inzwischen gibt es 7 Anbieter von Brennstoffzellen, zum teil aber mit gleichem BZ-Stack





+ Sunfire Home 750















	Buderus BlueGen BG-0	SenerTec Dachs 0,8	SOLIDpower BlueGen BG-15	Viessmann Vitolator PT2	Remeha eLecta 300	Freudenberg NEX 2400 Energiesysteme	
Anlage	Brennstoffzellen- Einzelgerät	Brennstoffzelle mit integriertem Brenn- wertgerät und Warm- wasserspeicher	Brennstoffzellen- Einzelgerät	Brennstoffzelle mit integriertem Brenn- wertgerät und Warm- wasserspeicher	Brennstoffzelle mit Zusatzheizgerät und Speichersystem (erhältlich ab Som- mer 2019)	Brennstoffzelle mit Zusatzheizgerät und Warmwasser- speicher	
Typ Brennstoffzelle	SOFC	PEMFC	SOFC	PEMFC	PEMFC	PEMFC	
Maße nur Grundgerät ohne Speichermodule (T x B x H)	660 x 600 x 1.100 mm	1.070 x 1.500 x 1.850 mm	800 x 550 x 1.200 mm	600 x 600 x 1.800 mm	1.070 x 1.500 x 1.850 mm	550 x 600 x 950 mm	
Elektrische Leistung	1.500 W	750 W	500-1.500 W	750 W	750 W	205-325 W	
Thermische Leistung	600 W	1.100 W	bis zu 850 W	1.100 W	1.100 W	440-740 W	
Elektrischer Wirkungsgrad	60 %	37 %	55 %	37 %	37 %	34 %	
Thermischer Wirkungsgrad	25 %	55 %	33 %	55 %	55 %	71 %	
Gesamtwirkungsgrad	85 %	92 %	88 %	92 %	92 %	105 %	
Pufferspeicher Heizungswasser	extern	3001	extern	2201	3001	ab 560 I	
KfW-Festbetrag	5.700 €	5.700 €	5.700 €	5.700 €	5.700 €	5.700 €	
Leistungsabhängiger Zusatzbetrag	6.750 €	3.600 €	6.750 €	3.600€	3.600€	1.800 €	
Pauschaler KWK- Zuschlag	1.800€	1.800€	1.800€	1.800€	1.800 €	1.800 €	
Gesamtförderung	14.250 €	11.100 €	14.250 €	11.100 €	11.100 €	9.300€	







SUNFIRE-HOME 750	
Elektrische Nennleistung	max. 750 W (230 V _{AC})
Elektrische Kapazität pro Tag	18 kWh/Tag
Elektrische Kapazität pro Jahr	6.570 kWh/Jahr
Jahreszeitbedingte Effizienz gemäß Ökodesign-Richtlinie	125% (A++)
Thermische Leistung	max. 1.250 W
Thermische Kapazität pro Jahr	10.950 kWh/Jahr
Gaszufuhr	LPG/Propan oder Erdgas
Gewicht	150 kg
Abmessungen	670×670×1.150 mm
Wasser-/Schmierstoffverbrauch	keiner
Geräuschemissionen	<45 dB(A) @ 1 m Abstand

Panasonic stellt die Brennstoffzelle für reine H₂-Anwendung und hohem Wirkungsgrad vor





 $700 \, \mathrm{W_{el}}$

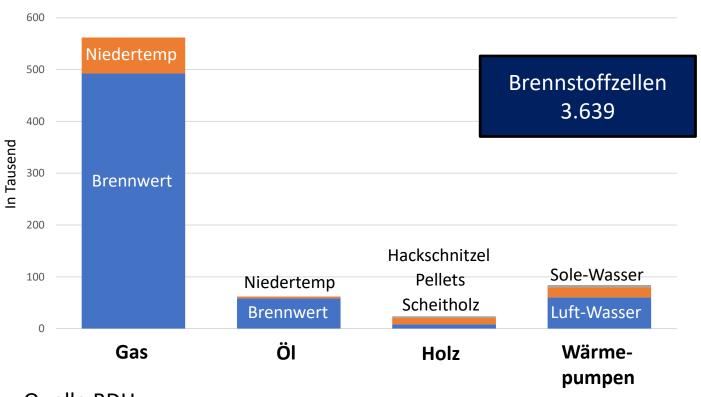
5 kWel, η_{el} 57 %

Quelle: Panasonic Stand IFA 2019 in Berlin



Verbreitung der anderen Heizgeräte in 2018







Quelle BDH

Eine Sanierung mit Brennstoffzelle kann die Betriebskosten senken, eine Geldanlage ist sie allerdings nicht...



Einfamilienhaus Altbau				
Jährliche Kosten (brutto)	Brennstoffzelle	Ist-Zustand (Gas-Bestandsgerät)		
Jahreswärmebedarf (A _N =250 m²)	23.000 kWh/a	23.000 kWh/a		
Gaseinsatz (H _s)	33.100 kWh	31.900 kWh		
Brennstoffkosten	1.700 €/a	1.600 €/a		
Wartung	300 €/a	200 €/a		
Vergütung Strom	-1.155 €/a	-		
Energiesteuererstattung	-70 €/a	-		
Summe jährliche Kosten	775 €/a	1.850 €/a		
Differenz	1075 €/a	-		
Investitionskosten (brutto)				
Brennstoffzelle + Installation	30.000€	-		
Förderung KfW 433 + KWK-Gesetz	-11.100 €	-		
Summe	18.900€	-		
ROI (statisch)	17, 6 Jahre	-		



19

Der Einsatz einer Brennstoffzelle mit hohem Wirkungsgrad verbessert die Wirtschaftlichkeit



Einfamilienhaus Altbau				
Jährliche Kosten (brutto)	Brennstoffzelle (Vitovalor)	Brennstoffzelle (BlueGEN)		
Jahreswärmebedarf (A _N =250 m²)	23.000 kWh/a	23.000 kWh/a		
Gaseinsatz (H _s)	33.100 kWh	43.700 kWh		
Brennstoffkosten	1.700 €/a	2.200 €/a		
Wartung	300 €/a	600€		
Vergütung Strom	-1.155€/a	-2.300 €/a		
Energiesteuererstattung	-70 €/a	-90 €/a		
Summe jährliche Kosten	1075 €/a	590 €/a		
Investitionskosten (brutto)				
Brennstoffzelle + Installation	30.000€	32.000		
Förderung KfW 433 + KWK-Gesetz	-11.100 €	-13.170		
Summe	18.900€	18.830		
ROI (statisch)	17,6 Jahre	13 Jahre		



Kostenvergleich im Einfamilienhaus Bestand



Einfamilienhaus Altbau				
Jährliche Kosten (brutto)	Brennstoffzelle	Sanierung mit Gasbrennwertgerät		
Jahreswärmebedarf (A _N =250 m²)	23.000 kWh/a	23.000 kWh/a		
Gaseinsatz (H _s)	33.100 kWh	26.000 kWh		
Brennstoffkosten	1.700 €/a	1.300 €/a		
Wartung	300 €/a	250€		
Vergütung Strom	-1.155€/a	-		
Energiesteuererstattung	-70 €/a	-		
Summe jährliche Kosten	775 €/a	1.600 €/a		
Differenz	825 €/a	-		
Investitionskosten (brutto)				
Brennstoffzelle + Installation	30.000€	8.000€		
Förderung KfW 433 + KWK-Gesetz	-11.100€	-		
Summe	18.900€	8.000€		
ROI (statisch)	13,2 Jahre	-		



Kostenvergleich im Einfamilienhaus Neubau



Einfamilienhaus Neubau, EnEV -Erfüllung



	<u> </u>		
Jährliche Kosten (brutto)	Brennstoffzelle	Gasbrennwertgerät + ST + KWL	
Jahreswärmebedarf (A _N =250 m²)	12.800 kWh/a	12.800 kWh/a	
Gaseinsatz (H _s)	21.800 kWh	14.500 kWh	
Brennstoffkosten	1.100 €/a	720 €/a	
Wartung	300 €/a	250€	
Vergütung Strom	-1.000 €/a	-	
Energiesteuererstattung	-70 €/a	-	
Summe jährliche Kosten	775 €/a	970 €/a	
Differenz	460 €/a	-	
Investitionskosten (brutto)			
Brennstoffzelle + Installation	30.000€	5.000€	
Förderung KfW 433 + KWK-Gesetz	-11.100€	-	
Summe + Effizienzmaßnahmen	18.900€	18.000€	
ROI (statisch)	2 Jahre		
ROI (statisch)	2 Jahre		



Der Vergleich mit einer elektrischen Wärmepumpe sieht besser aus!



Einfamilienhaus Altbau

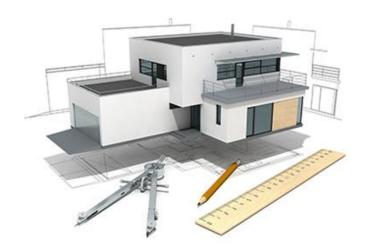
Jährliche Kosten (brutto)	Brennstoffzelle Vitavalor P2	Sole-Wasser- Wärmepumpe mit zwei Geo- thermiebohrungen JAZ = 4,0	Luft-Wasser- Wärmepumpe JAZ = 3,5	Luft-Wasser- Wärmepumpe JAZ = 3,0
Investment	25.000€	36.000€	17.000€	14.000€
Einbau	5.000€	5.000€	2.000€	2.000€
Schornsteinsanierung	900€	-	-	-
Heizkörpertausch	-	3.000€	3.000€	3.000€
Förderung	-11.100€	-6.750€	-4.500€	
Annuität (15 Jahre, 3 % Zinsen)	1.659€	3.100€	1.466€	1.543€
Wartung	300€	150€	150€	150€
Gaseinsatz	1.700€	-	-	-
Stromkosten	-	1.050€	1.400€	1.600€
Stromerlös	1.000€	-	-	-
Jahreskosten	2.659 €	4.300 €	3.016 €	3.493 €





Gliederung:

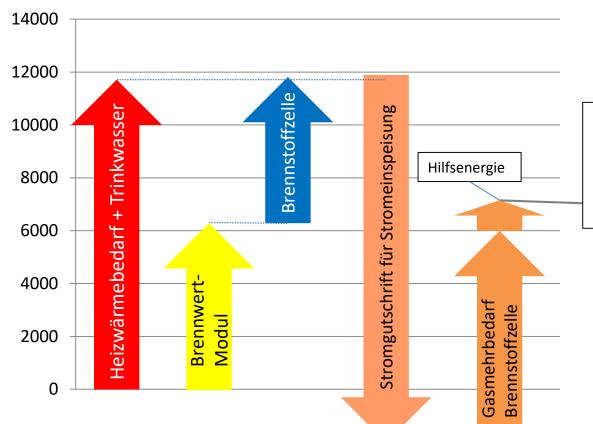
- 1. Vorstellung der ASUE
- 2. Technik und Funktion einer Brennstoffzelle
- 3. Wettbewerber der Brennstoffzelle
- 4. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen
- 5. Erfüllung der EnEV/ Gebäudeenergiegesetz/KfW





5. Brennstoffzelle (PEM-Viessmann) mit Gasbrennwert-Modul + Warmwasserspeicher + Abluftanlage





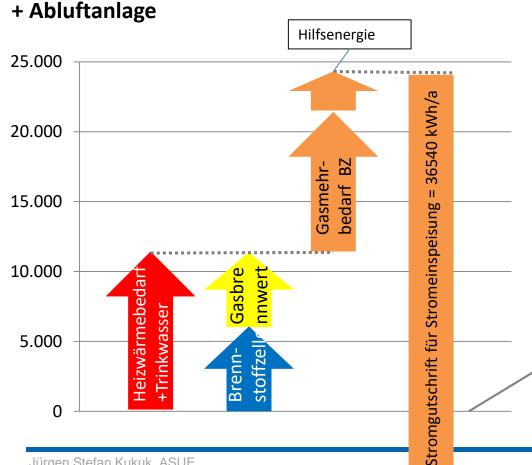
Primärenergiebedarf

- = 7162 kWh/a
- = 43,70 kWh/m²*a erfüllt knapp KfW 55

JAHRE ASUE
TECHNIK
EFFIZIENZ
INNOVATION

6. Brennstoffzelle (BlueGen) mit Gasbrennwertgerät, Warmwasserspeicher



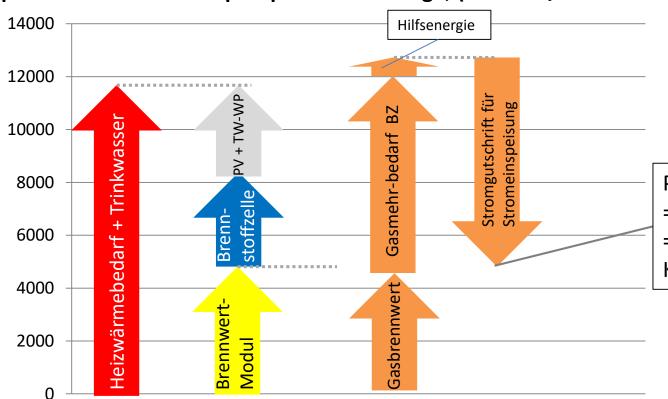


Primärenergiebedarf < 0 kWh/a < 0,0 kWh/m²*a **KfW 40**



7. Brennstoffzelle (PEM-Viessmann) mit Gasbrennwert-Modul + PV-Anlage 4 kWp + Trinkwasserwärmepumpe + Abluftanlage; (Sommer/Winter-Betrieb)





Primärenergiebedarf = 5268 kWh/a

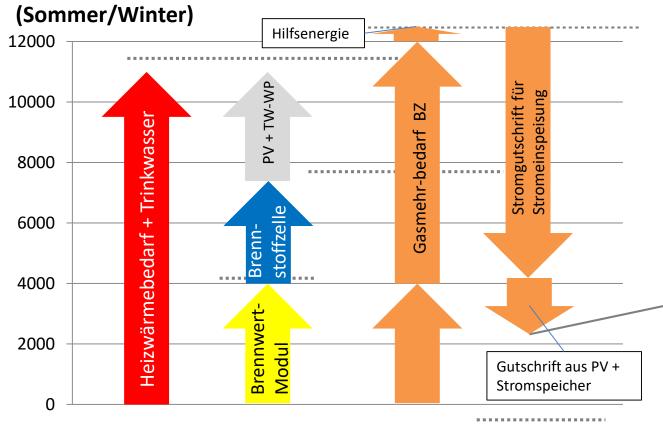
= 32,14 kWh/m²*a KfW 55, fast KfW 40



8. Brennstoffzelle (PEM-Viessmann) mit Gasbrennwert-Modul +

PV Anlage 4 kWp + Stromspeicher + Trinkwasserwärmepumpe + Abluft





Primärenergiebedarf

= 3714 kWh/a

= 22,66 kWh/m²*a

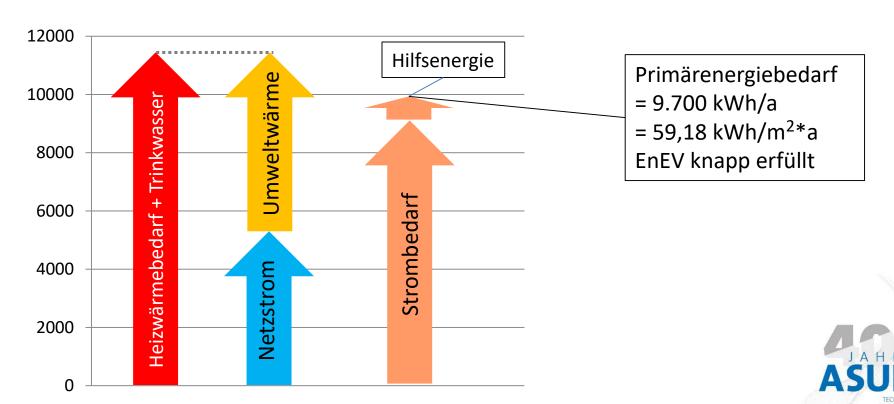
KfW 40



9. Elektrische Luft/Wasser-Wärmepumpe + Abluftanlage

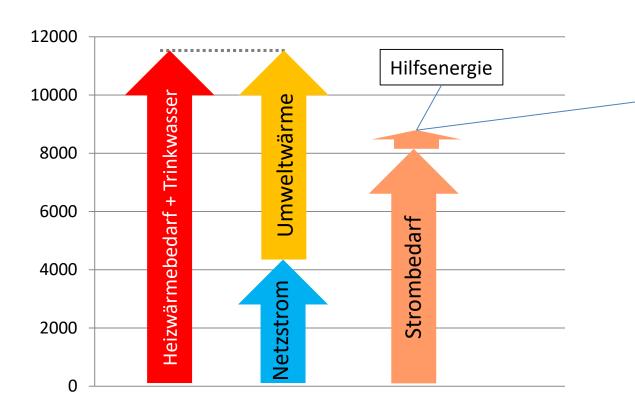


INNOVATION



10. Elektrische Sole/Wasser-Wärmepumpe + Abluftanlage





Primärenergiebedarf

= 8.440 kWh/a

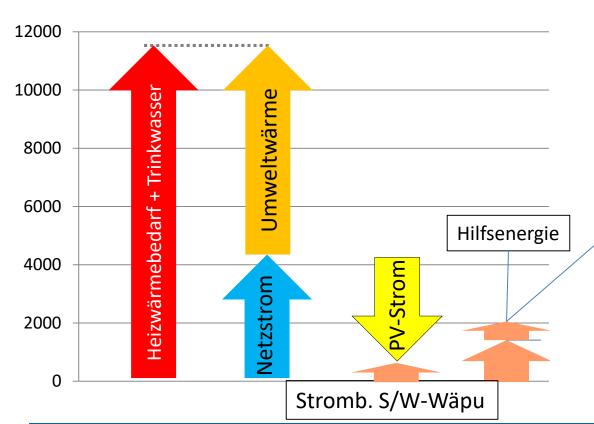
 $= 51,46 \text{ kWh/m}^{2*}a$

EnEV erfüllt



10. Elektrische Sole/Wasser-Wärmepumpe + PV-Anlage (4 kWp) + Stromspeicher 6 kWh + Abluftanlage



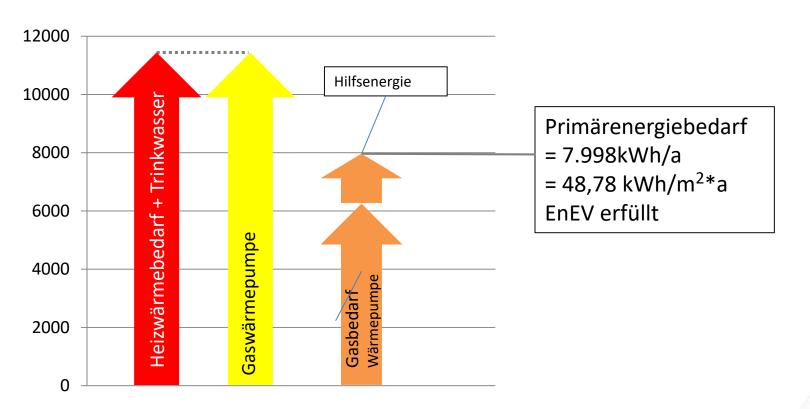


Primärenergiebedarf = 1.921 kWh/a = 11,72 kWh/m²*a KfW 40 erfüllt



4. Gas-Wärmepumpe BoostHEAT + Warmwasserspeicher + Abluftanlage

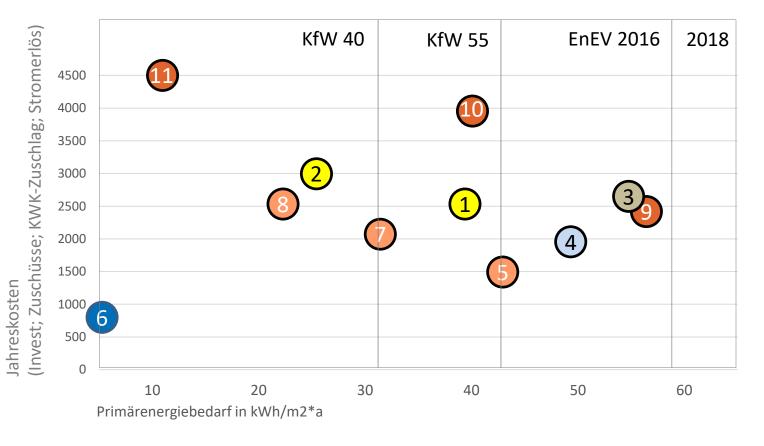






Übersichtsschema der Vergleichsvarianten



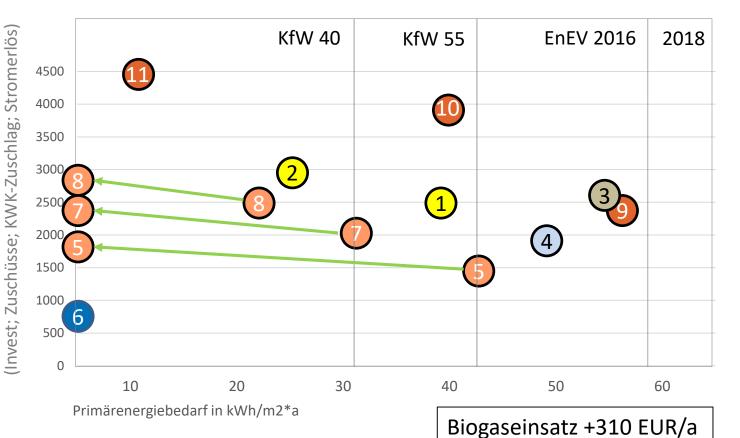


- Gasbrennwert + PV
- (3) Hybrid
- 4 Gaswärmepumpe
- Brennstoffzelle 0,75
- 6 Brennstoffzelle 1,5
- 9 Luft/Wasser WP
- Sole/Wasser WP

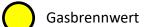


Übersichtsschema der Vergleichsvarianten mit Biogas in BZ



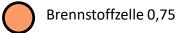


Jahreskosten

















Innovatives Quartierskonzept mit 43 individuellen Brennstoffzellen (Vitavalor P2) = KfW Effizienzhaus 40





Beispiel Erdgas Schwaben – Wohnanlage Langweid



ASUE

Bewertung:

- Trotz aller Aufwendungen in die Dämmung und Wärmerückgewinnung eines NZEB = Niedrigst Energie Hauses besteht weiter Energiebedarf für hygienischen Luftaustausch, Warmwasser und elektrischer Energie.
- Als erneuerbare Energien können im wesentlichen Biomethan, Photovoltaik und Geothermie herangezogen werden.
- Hocheffiziente Brennstoffzellen-Lösungen führen durch den zusätzlichen Stromertrag zu guten wirtschaftlichen Ergebnissen
- Sie entsprechen hinsichtlich Ihrer Investition den elektrischen Wärmepumpen, bieten aber einen zusätzlichen Stromertrag
- Sie erfüllen ohne Zusatzaufwand die KfW 55, mit PV auch die KfW 40.
- Sie unterliegen der Bagatellgrenze für EEG-Abgabe, Stromsteuer und werden von der Energiesteuer entlastet.

TECHNIK EFFIZIENZ INNOVATION

Zu weiteren Fragen stehe ich gerne zur Verfügung

Kontaktdaten: Jürgen Kukuk, kukuk@asue.de, 030/221 913 490

