



ASUE

Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und
umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

Wirtschaftliches Sanieren mit Brennstoffzellen – das Einfamilienhaus

Praxisdialog Zukunft Altbau, Freiburg

2. Februar 2018

Jürgen Stefan Kukuk



Über ASUE

Vorteile der Brennstoffzelle

Funktionsweise der Brennstoffzellen

Brennstoffzellen im Markt

Die Sanierungsoptionen

Anforderung der KfW

Kosten der Sanierungsmaßnahmen

Sanierungsoptionen

Energieeinsparung und Effizienzgewinn

Betriebskosten und Stromgutschriften

Gesamtwirtschaftlichkeit

Tipps zur Anmeldung

Schlußbetrachtung

ASUE – Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

- Seit mehr als 40 Jahren ist die ASUE Drehscheibe für innovative Energiespartechniken
- ASUE fördert die sparsame und effiziente Nutzung von Ressourcen
- ASUE veröffentlicht Broschüren und Informationen zu effizienten Energiesystemen
- Mitglieder der ASUE: 50 Unternehmen der deutschen Energiewirtschaft
- Über 130 ehrenamtlich engagierte Unterstützer in 5 Arbeitskreisen organisiert
- ASUE im Dialog mit Entscheidern aus: Wissenschaft, Politik, Technik, Medien, Wirtschaft und Interessenverbänden



- Broschüren und Fachinformationen
- Online-Informationen
- Arbeitskreise und Netzwerke
- Newsletter und Presseinformationen
- Energiepolitik und Kommunikation





Die Akzeptanz von Brennstoffzellen ist noch sehr übersichtlich:

- keine oder nur geringe wirtschaftliche Vorteile aus der Stromerzeugung
- umfangreicher Aufwand zur Anmeldung
- geringen Bekanntheitsgrad der Technologie

Ziele der ASUE:

- ✓ Anschaulicher Leitfaden über die praktische Anwendung
- ✓ Verständlich für Bauherren und Energieberater
- ✓ Erweiterbar auf Mehrfamilienhäuser
- ✓ Überzeugen mit den Gesamtvorteilen, insbesondere der Effizienzgewinn



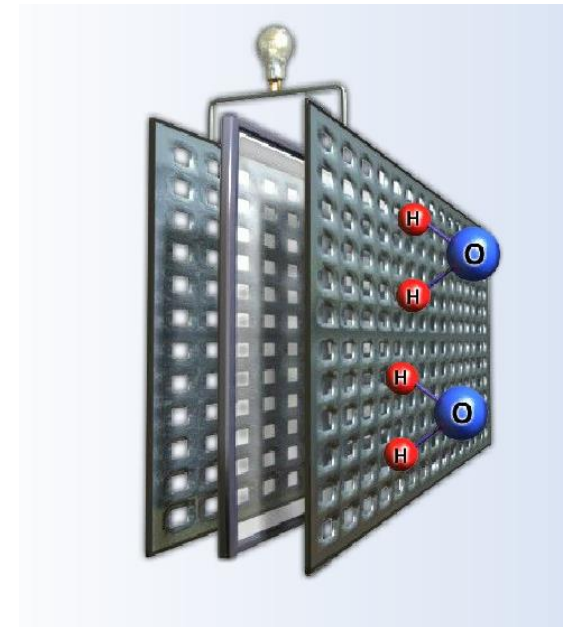
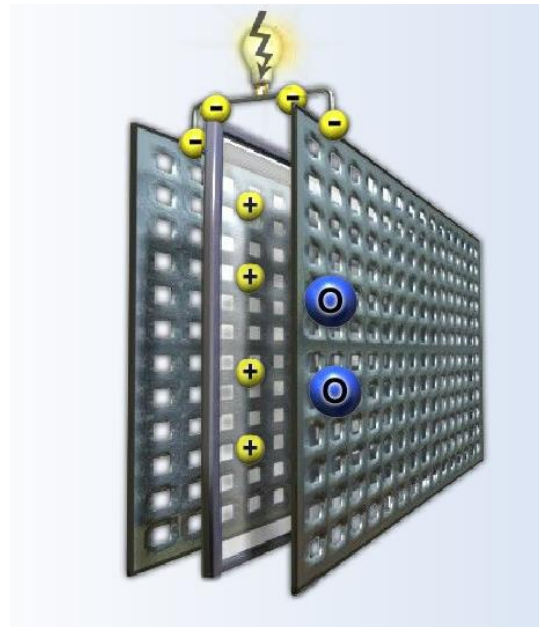
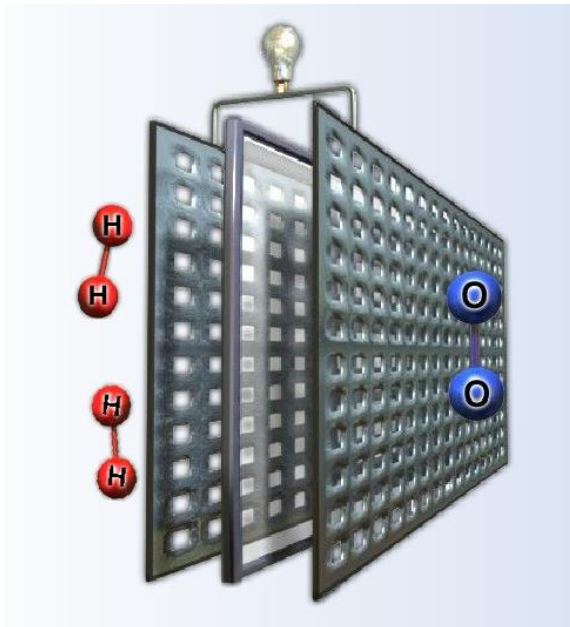
Vorteile der Verwendung der Brennstoffzelle

Dennoch hat die Brennstoffzelle durch einen hohen elektrischen Wirkungsgrad für die **primärenergetische Berechnung** große Vorteile:

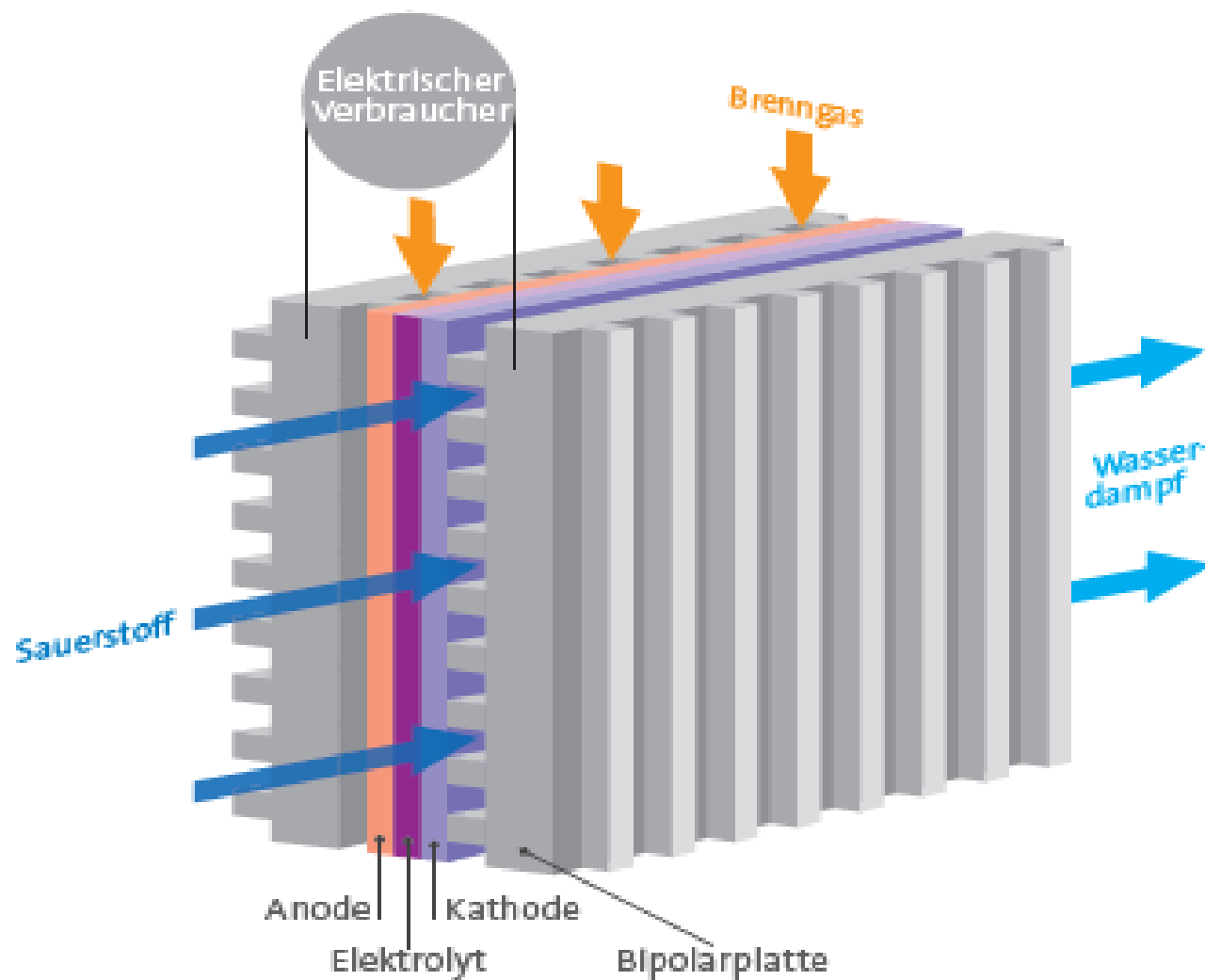
- Stromerzeugung mit hohem Wirkungsgrad
- Geräuschlos
- Interessante Größenordnung für die Hausversorgung
- Stromnutzung für die E-Mobilität

- Im Neubau zur Erfüllung der EnEV und KfW-Vorgaben
- Im Altbau bei der Sanierung zur Erfüllung der KfW-Vorgaben
- Erhöhung der Förderquote bis zu KfW 55 (30% oder 30.000 EUR)
- Kombinierbarkeit der Brennstoffzellenförderung mit den KfW-Programmen (40% der Invest., ca. 10.000 EUR)

Funktionsweise der Brennstoffzelle



Funktionsweise der Brennstoffzelle





Marktzahlen

Die Marktaussichten der Brennstoffzelle verbessern sich:

- 2017 werden voraussichtlich 1.500 Brennstoffzellen eingebaut
- Ab dem Jahr 2023 rechnet Zukunft ERDGAS mit jährlich rund 75.000 Brennstoffzellen, was einem Marktanteil von 10 % entspräche

Auch die Förderstatistik der KfW bestätigt diesen Trend:

Anzahl geförderte Brennstoffzellen pro Jahr	Neubau	Sanierung	Gesamt	Fördervolumen
2016	102	241	343	4 Mio. €
2017*	194	801	995	15 Mio. €

* Stichtag: 30. September 2017

Quelle: Förderreport KfW Bankengruppe 2016 + 2017, S. 149 / S. 152.

Abgrenzung zum Mini-BHKW

- Der Markt für motorische Klein-BHKW ist begrenzt
 - Vaillant eco-Power 1.0 (nicht mehr im Markt)
 - Stirling-BHKW von Brötje und REMEHA 1,0 kW_{el}
 - RMB Neotower mit 2,0 kW_{el} und 5,0 kW_{el}
 - A-tron 2 kW_{el} und 3 kW_{el}
 - Vaillant eco-Power 3.0 mit 3 kW_{el}
 - Giese GB4 mi 4 kW_{el}
 - Senertec Dachs mit 5,2 kW_{el}

- Geringerer η_{el} beim Mini-BHKW = 0,25 – 0,3
- Sehr schlechter η_{el} bei Stirling-BHKW = 0,12 – 0,18
- Höhere Wartungskosten des BHKW im kleinen Leistungsbereich
- Geringere Investition, lange Lebensdauer





Viessmann
Vitavalor 300 P (PEM)



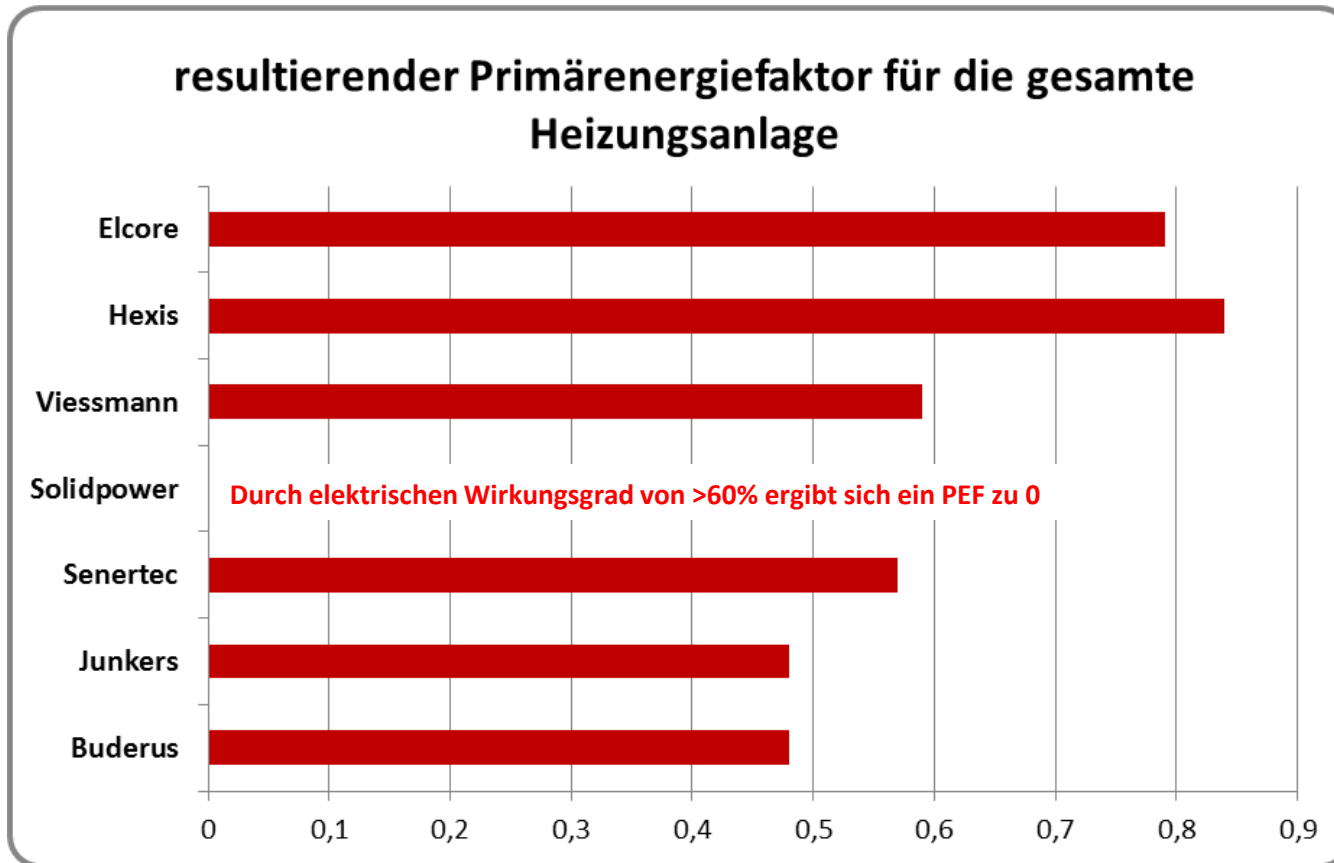
Senertec
Dax – Innogen (PEM)



Solid-Poer
Bluegen (SOFC)

Derzeit stehen 6 verschiedene Brennstoffzellentypen zur Verfügung
von 10.000 € bis 32.000 € - und einem Wirkungsgrad von 32 % bis 56 %

Effizienzvorteil der Brennstoffzelle



Durch die Anrechnung der Stromerzeugung reduziert sich der anrechenbare Primärenergiefaktor (PEF)

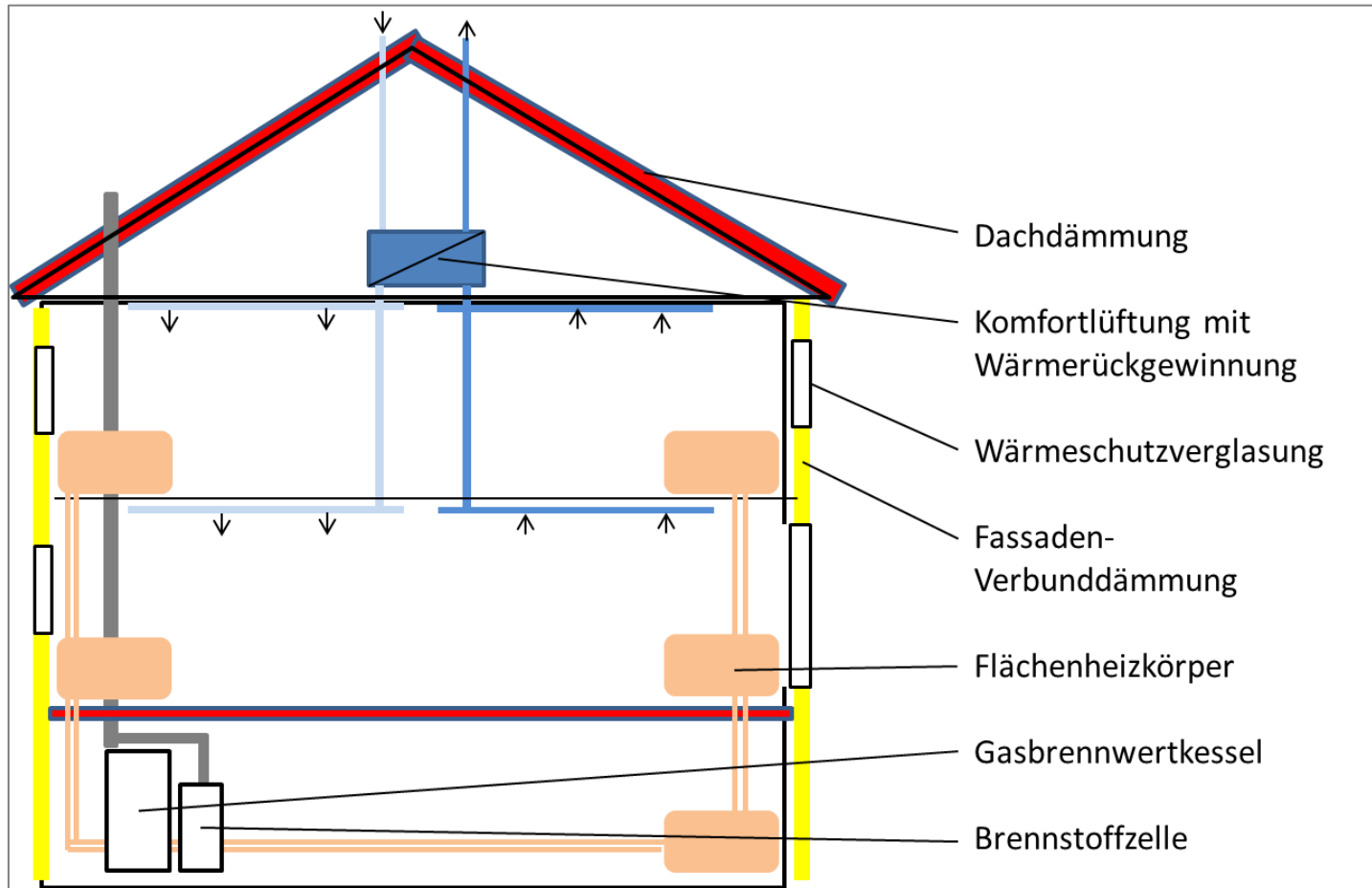


Heizwärmebedarf	193 kWh/m ² *a
Anlagenaufwandszahl	1,53
Primärenergiebedarf	315 kWh/m ² *a
Endenergiebedarf	282 kWh/m ² *a
CO ₂ -Emissionen	71 kg/m ² *a

EFH Baujahr 1928	1 Wohneinheit
beheizte Wohnfläche	161 m ²
Beheiztes Volumen	671 m ³
Hüllfläche	388.9 m ²
Heizlast	21 kW
NT-Gaskessel	

Jährlicher Brennstoffbedarf
45.400 kWh

Sanierungsoptionen



Sanierungsvorhaben sehen Arbeiten an der Bauhülle und Haustechnik vor



KfW-Programm 430

- Bis zu 30.000 € pro Wohnung
- Alternativ Kredit bis zu 100.000 € mit Tilgungszuschuß
- Für private Eigentümer
- Einbindung eines Energieexperten
- Einhalten der technischen Mindestanforderung bei

Komplettmaßnahmen (KfW 70 / KfW 55)

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| • Außenwand | 0,2 W/(m ² *K) |
| • Fenster, Terrassentüren | 0,95 W/(m ² *K) |
| • Hauseingangstüren | 1,3 W/(m ² *K) |
| • Kellerdecke | 0,25 W/(m ² *K) |



Neueinbau einer Brennwerttherme	6.150 Euro
Aufbau einer Solarthermieanlage	7.950 Euro
Dämmung der Kellerdecke	5.200 Euro
Dachdämmung einschließlich Dachfenster	36.630 Euro
Außenwanddämmung einschließlich Dreifachverglasung	30.500 Euro
Einbau einer Brennstoffzelle (Viessmann) mit Einbau und 10 jährigem Vollwartungsvertrag (nach Abzug der Förderung nach KfW 433)	25.700 Euro
Kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung	6.200 Euro



Variantenrechnung 1: Die Sparvariante

**Neueinbau einer
Gasbrennwerttherme**

Primärenergiebedarf: 184 kWh/m²/a

Aufbau einer Solarthermieanlage

Endenergiebedarf: 165 kWh/m²/a

Dämmung der Kellerdecke

**KfW-Programm:
Einzelmaßnahmen nach 430 oder 151**

Kosten: 19.300 €



Variantenrechnung 2: Der Wintermantel für das Haus

Neueinbau einer Gasbrennwerttherme	Primärenergiebedarf: 88kWh/m²/a
Aufbau einer Solarthermieanlage	Endenergiebedarf: 78 kWh/m²/a
Einbau neuer Fenster, Dreifachverglasung	KfW-Programm: KfW Denkmal
Außenwanddämmung	
Dämmung der Kellerdecke	
Kosten: 49.800 €	



Variantenrechnung 3: Ohne Solarthermie, aber mit Dachdämmung

Neueinbau einer Gasbrennwerttherme	Primärenergiebedarf: 60 kWh/m²/a
Dämmung der Kellerdecke	Endenergiebedarf: 52 kWh/m²/a
Einbau neuer Fenster, Dreifachverglasung	KfW-Programm: KfW 100
Außenwanddämmung (WDVS)	
Dachdämmung und Wärmeschutz-Dachfenster	
Kosten: 78.480 €	



Variantenrechnung 4: Oder doch beides?

Neueinbau einer Gasbrennwerttherme	Primärenergiebedarf: 39 kWh/m²/a
Aufbau einer Solarthermieanlage	Endenergiebedarf: 34 kWh/m²/a
Dämmung der Kellerdecke	KfW-Programm: KfW 70
Einbau neuer Fenster, Dreifachverglasung	
Außenwanddämmung (WDVS)	
Dämmung der Kellerdecke,	
Dachdämmung, Wärmeschutz- Dachfenster	
Kosten: 86.430 €	



Variantenrechnung 5: Mit Hightech zum Energiesparhaus

**Neueinbau einer kombinierten
Brennstoffzelle / GBW**

Primärenergiebedarf: 35 kWh/m²/a

**Einbau neuer Fenster,
Dreifachverglasung**

Endenergiebedarf: 56 kWh/m²/a

Dämmung der Kellerdecke

KfW-Programm: KfW 55

Außenwanddämmung (WDVS)

Dämmung der Kellerdecke

**Dachdämmung, Wärmeschutz-
Dachfenster**

**Kosten: 104.180 € (nach Abzug der Investitionsförderung aus dem
KfW 433, Brennstoffzellen-Förderung)**



Variantenrechnung 6:

Mit Hightech zum Energiesparhaus, mit Wohnraumlüftung und WRG

**Neueinbau einer kombinierten
Brennstoffzelle / GBW**

Primärenergiebedarf: 24 kWh/m²/a

**Einbau neuer Fenster,
Dreifachverglasung**

Endenergiebedarf: 52 kWh/m²/a

Dämmung der Kellerdecke

KfW-Programm: KfW 55

Außenwanddämmung (WDVS)

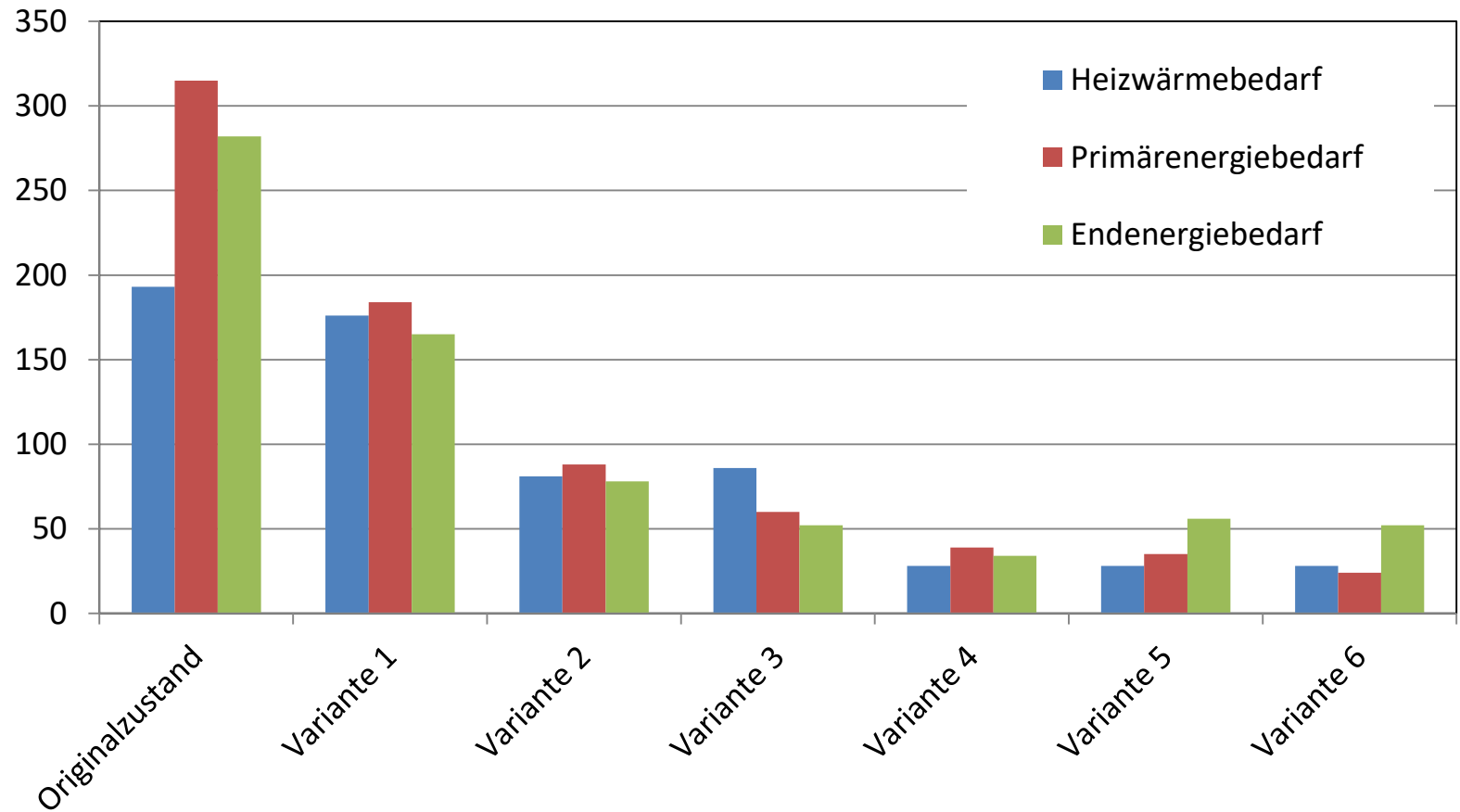
**Dachdämmung, Wärmeschutz-
Dachfenster**

**Wohnraumlüftung mit Wärmerück-
gewinnung**

**Kosten: 110.380 € (nach Abzug der Investitionsförderung aus dem
KfW 433, Brennstoffzellen-Förderung)**

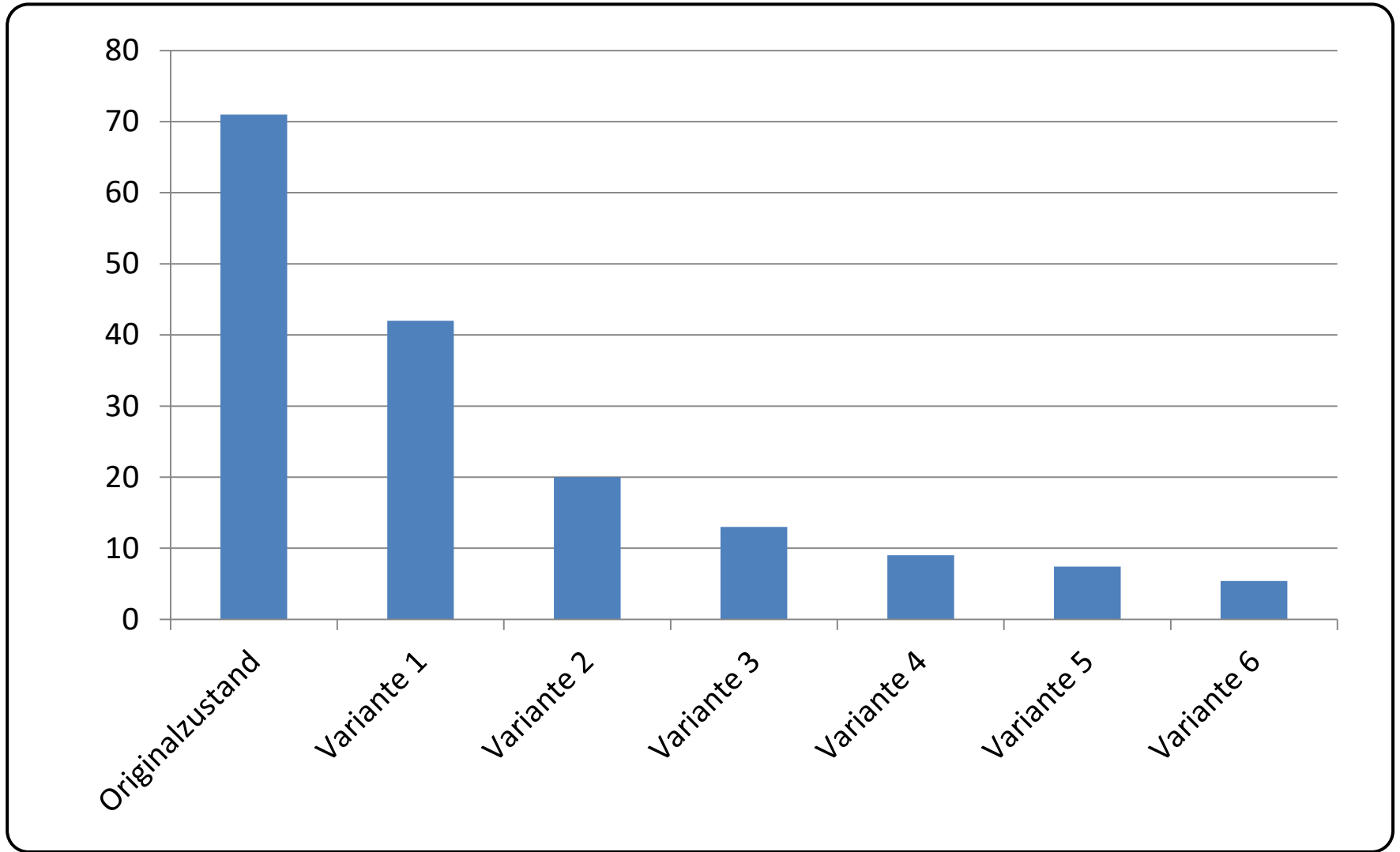


Energieeinsparung und Effizienzgewinn

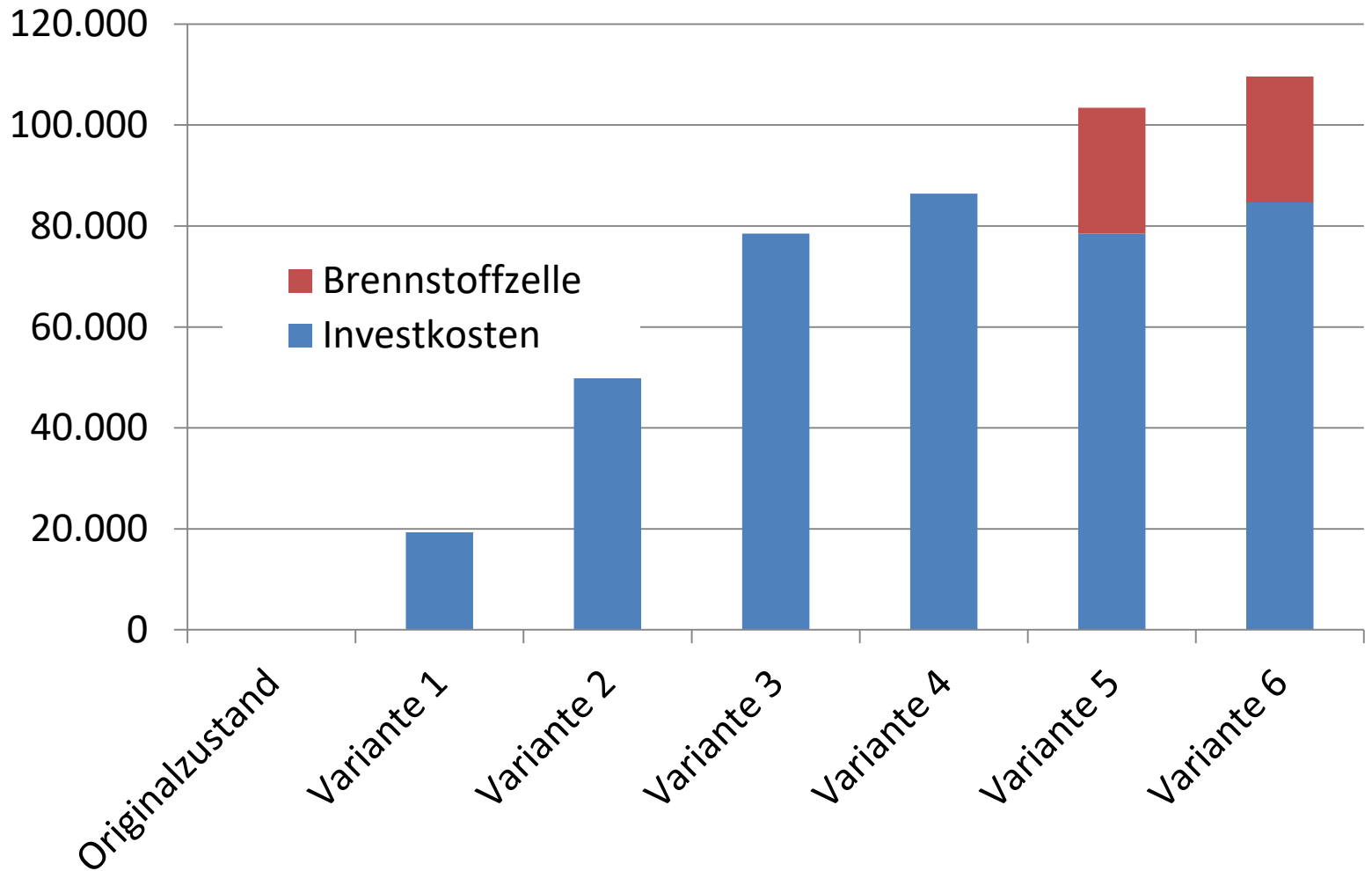




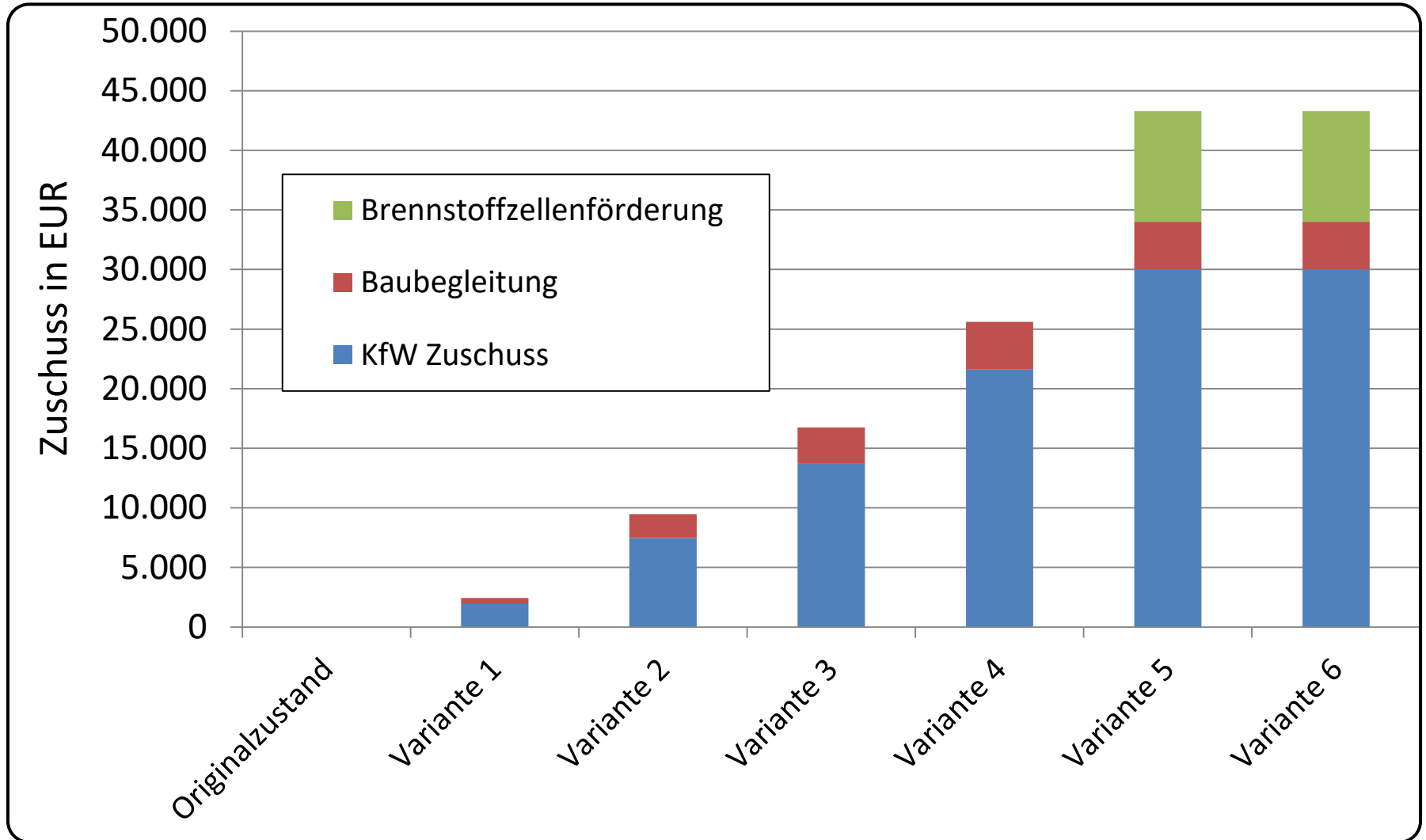
CO2 - Emission / a



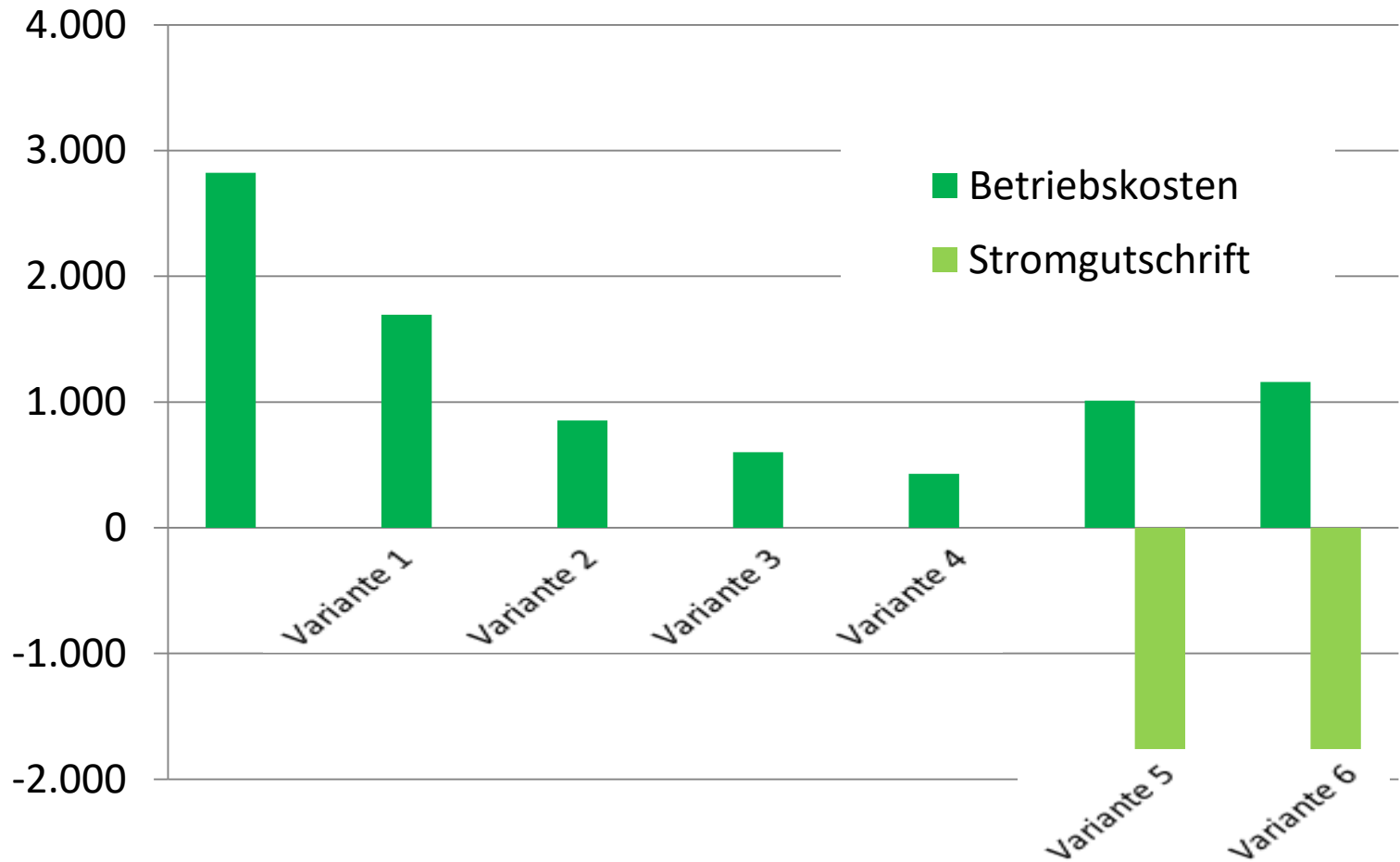
Kosten der Brennstoffzelle und der sonstigen Sanierung



Förderung durch die KfW



Betriebskosten und Stromgutschriften

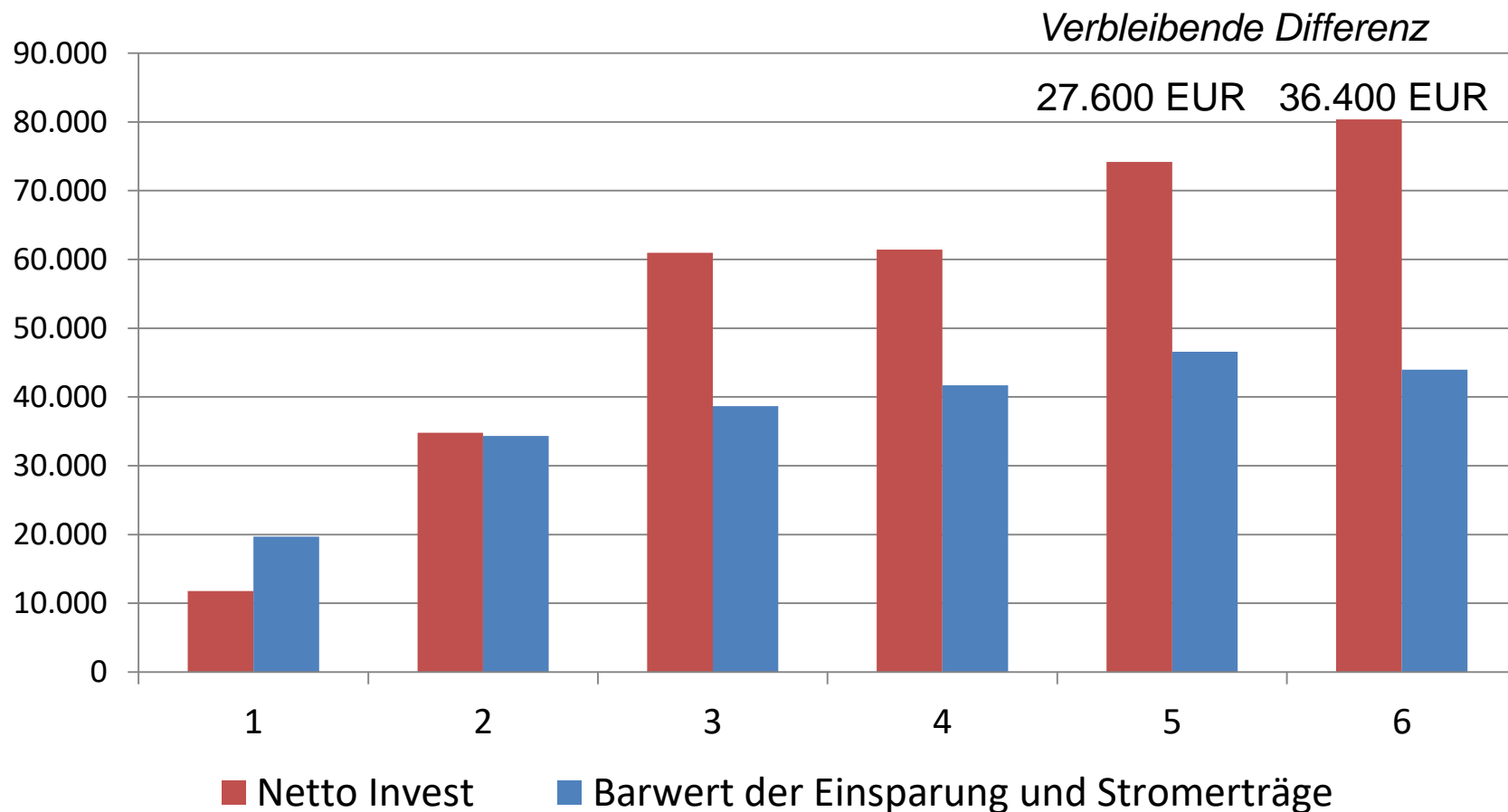




Barwert der Investitionen

Barwertermittlung für die Investitionen

Energiekosten = 25 Jahre, Stromerträge 10 Jahre, Zinsen 3%





- Investition:

Komplettsystem: ca. 24.000 €

Investitionszuschuss: - 11.000 € (KfW + KWKG)

Einbaukosten ca. 5000 €

→ 18.000 € brutto

- Betriebskosten:

Wartung: 500 €/a

Brennstoffmehrkosten: 100 €/a

- Erlöse

$7.300 \text{ VBh} \times 750 \text{ W}_{\text{el}} = 5.500 \text{ kWh/a}$

Bei 70 % Eigennutzung: $3.850 \text{ kWh} \times 30 \text{ ct/kWh} = \underline{1.150 \text{ €/a}}$

+ 30 % Einspeisung: $1.650 \text{ kWh} \times 4,5 \text{ ct/kWh} = \underline{75 \text{ €/a}}$

 Jährliche Einsparung von ca. 700 €!



1. Technisches Konzept zur Anlagengröße und Fahrweise festlegen
2. Betreibermodell festlegen
3. Steuerliche Ansparabschreibung prüfen
4. Finanzierung und Fördermöglichkeiten prüfen
 - keine Auftragserteilung vor Fördermittelbewilligung –
 - a. Förderantrag des Mini-KWK-Impulsprogramms
 - b. Landesförderprogramme
 - c. Zuschüsse des Energieversorgung
 - d. KfW-Förderung Sanierung oder 433 (Brennstoffzellen)
 - e. Steuerliche Abschreibungsmöglichkeiten
5. Anschluss an das Erdgasnetz klären – Preiskonditionen?
6. Anschluss an das Stromnetz klären –Netzverträglichkeitsprüfung -
 - Netzausbaumaßnahmen, Vorlaufzeit, Kosten –
7. Aufstellung und Abgasführung prüfen => Bezirksschornsteinfeger
8. Baugenehmigungspflicht klären
9. Umsatzsteuerliche Behandlung festlegen



1. Antrag auf einen Netzanschluss (ANA) beim Verteilnetzbetreiber stellen
2. Messkonzept abstimmen – Auswahl eines Messstellenbetreibers
3. Vergütungszahlung nach KWK regeln => Netzbetreiber, üblicher Preis
4. Planen der Inbetriebnahme
5. In Betrieb nehmen und Inbetriebnahme melden
6. Im Marktstammdatenanlageregister registrieren
7. Abgasführung abnehmen lassen
8. Inbetriebnahme an den Stromversorger melden
9. Verwendung der Fördermittel nachweisen
10. Stromsteuerliche Versorgererlaubnis beantragen => Hauptzollamt



1. Entlastung von der Energiesteuer beantragen
2. Einnahmen, Verluste und Abschreibungen in der Einkommenssteuererklärung darlegen
3. Umsatzsteuererklärung => regelbesteuert oder Kleinunternehmer
4. Erzeugte KWK-Nettomengen melden (wenn größer als 50 kW_{el})
5. Nicht förderfähige Strommengen melden (bei negativen Strompreisen an den Netzbetreiber)
6. EEG-umlagepflichtige Strommengen melden => Netzbetreiber
7. Heizkosten umlegen (nach VDI 2077 Blatt 3.1)
8. Stromlieferung und Strombezüge abrechnen
9. Stromsteuer anmelden und abführen



ASUE

Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

Leitfaden zur Anmeldung und steuerlichen Behandlung von kleinen Blockheizkraftwerken



Neuaufgabe ist erschienen im April 2017
Neue Aktualisierung in Vorbereitung !



- Das Erreichen des Wärmeschutzniveaus KfW 55 ist ein ambitioniertes Vorhaben in einem Bestandsbau, welches sich mit vertretbarem Aufwand nur durch eine Brennstoffzelle erreichen lässt.
- Neben den Zuschüssen der KfW profitiert der Bauherr von wesentlich niedrigeren Energiekosten, hohen Einsparungen im Strombezug und einem Zuschlag nach dem KWKG-Gesetz.
- Somit können mehrere wichtige Ziele erreicht werden:
 - das ansprechende Wohnen in einem stilvollen Eigenheim mit dem Charme der 30er-Jahre,
 - der Werterhalt des Hauses,
 - hohe Einsparungen an Energie- und Treibhausgasen
 - Anspruchsvolle Effizienzwerten und die Wirtschaftlichkeit eines Niedrigenergiehauses.



ASUE