

## Brennstoffzellensystem



Technik, Anwendungsgebiete,  
Wirtschaftlichkeit



**inhouse engineering GmbH**

Köpenicker Straße 325 Haus 41

12555 Berlin

Telefon +49 (0)30 6576 2581

Telefax +49 (0) 30 6576 2582

E-Mail [info@inhouse-engineering.de](mailto:info@inhouse-engineering.de)

Internet [www.inhouse-engineering.de](http://www.inhouse-engineering.de)

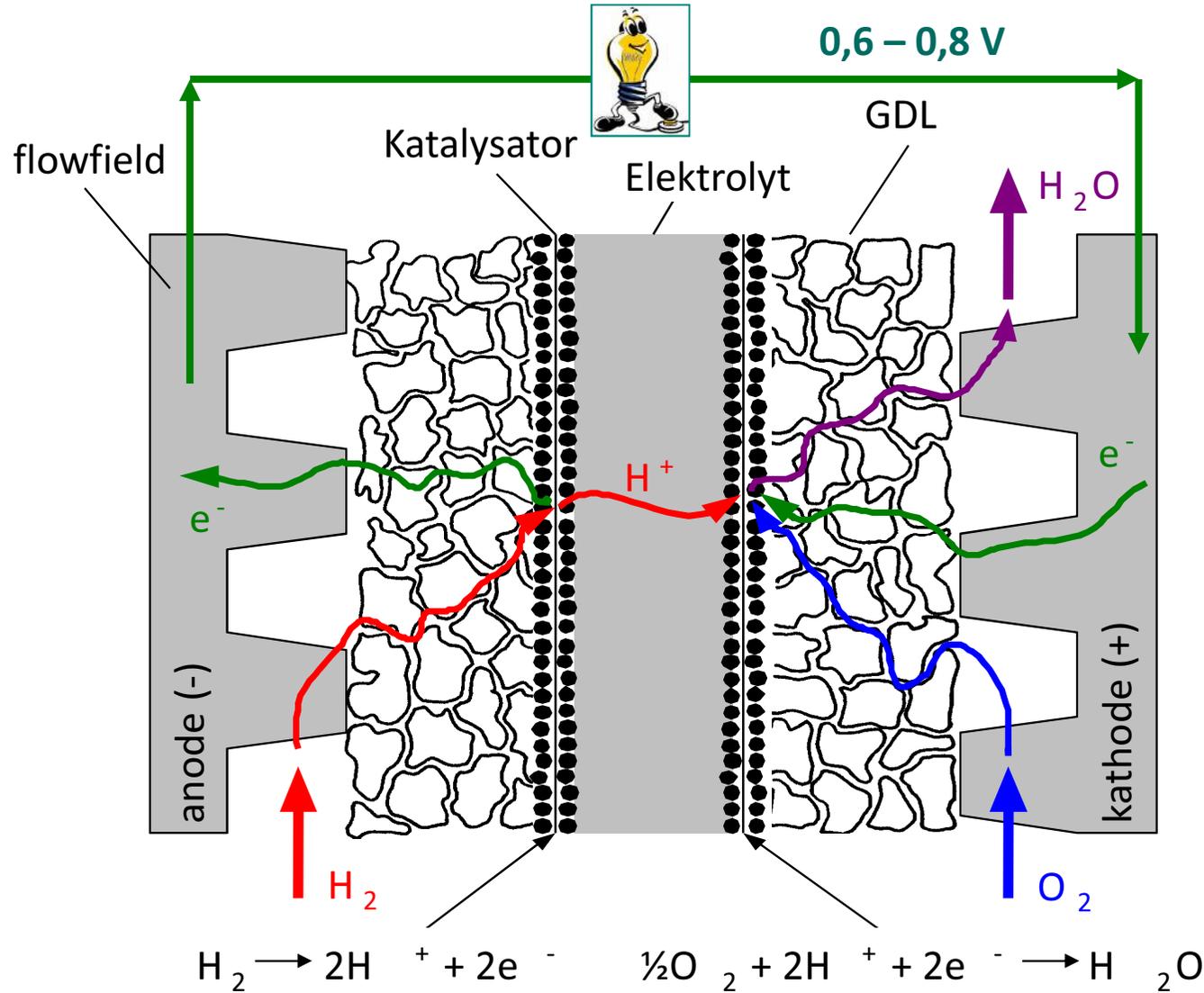
## Firmenprofil

### Firmenprofil

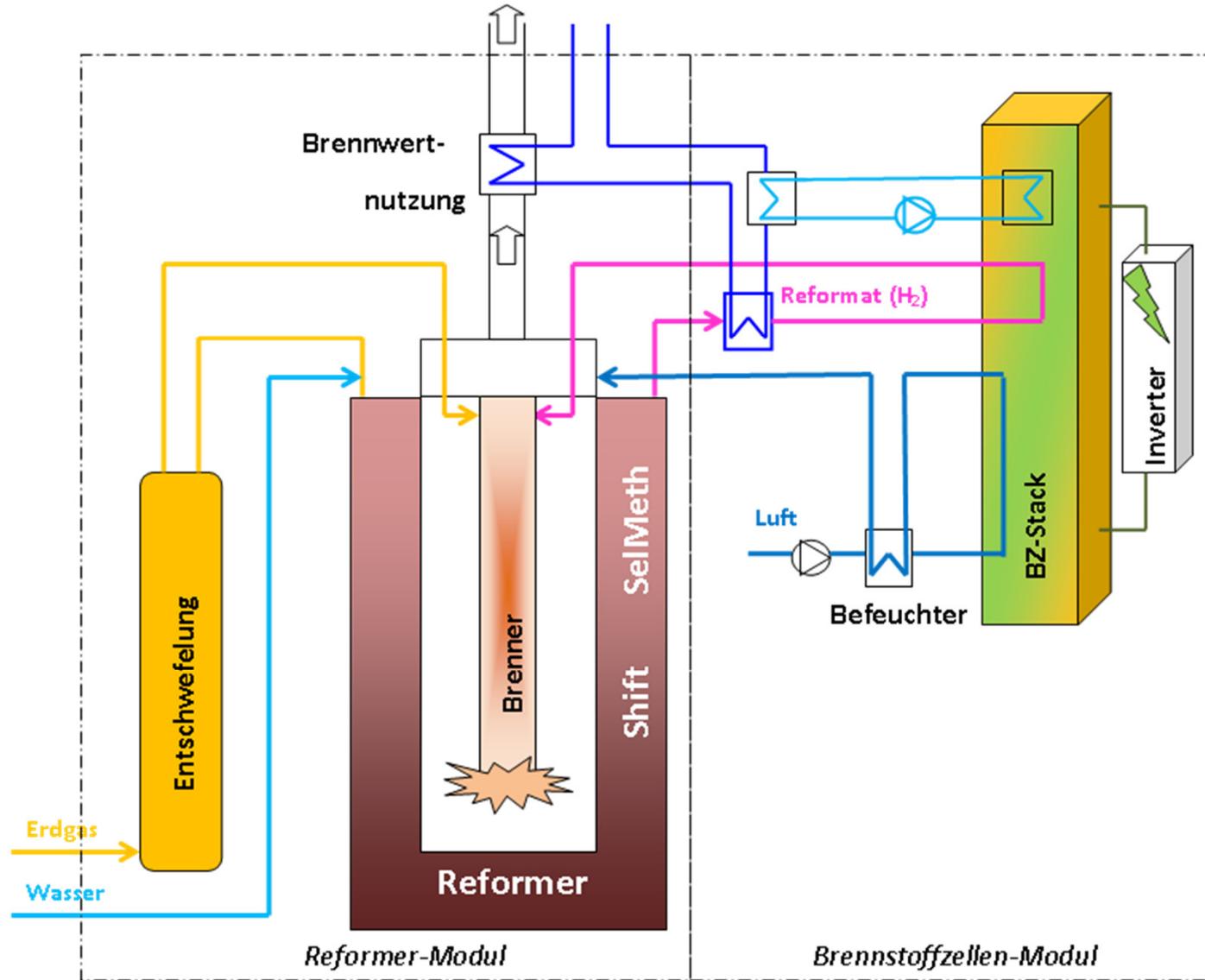
- Gründung der inhouse engineering GmbH 1991 in Berlin
  - *Geschäftsfeld Gebäudeautomation/ Gebäudeleittechnik*
    - Projektierung und Umsetzung Gewerke übergreifender Gebäudeautomationslösungen und intelligenter Gebäudeleittechnik
  - *Geschäftsfeld Brennstoffzellensysteme*
    - Entwicklung von PEM-Brennstoffzellen/ -modulen im Bereich 1 – 5 kW für die stationäre Energieversorgung
- 22 Mitarbeiter
- flexible und kundenorientierte Unternehmensphilosophie
- langfristige Wachstumsstrategie und Nutzung von Synergien der beiden Geschäftsbereiche
- eigenfinanzierte kontinuierliche Umsetzung der Entwicklung vom Labor zum Produkt



Funktion einer Brennstoffzelle



Brennstoffzellen BHKW – prinzipieller Aufbau



## Brennstoffzellen BHKW - Spezifikationen

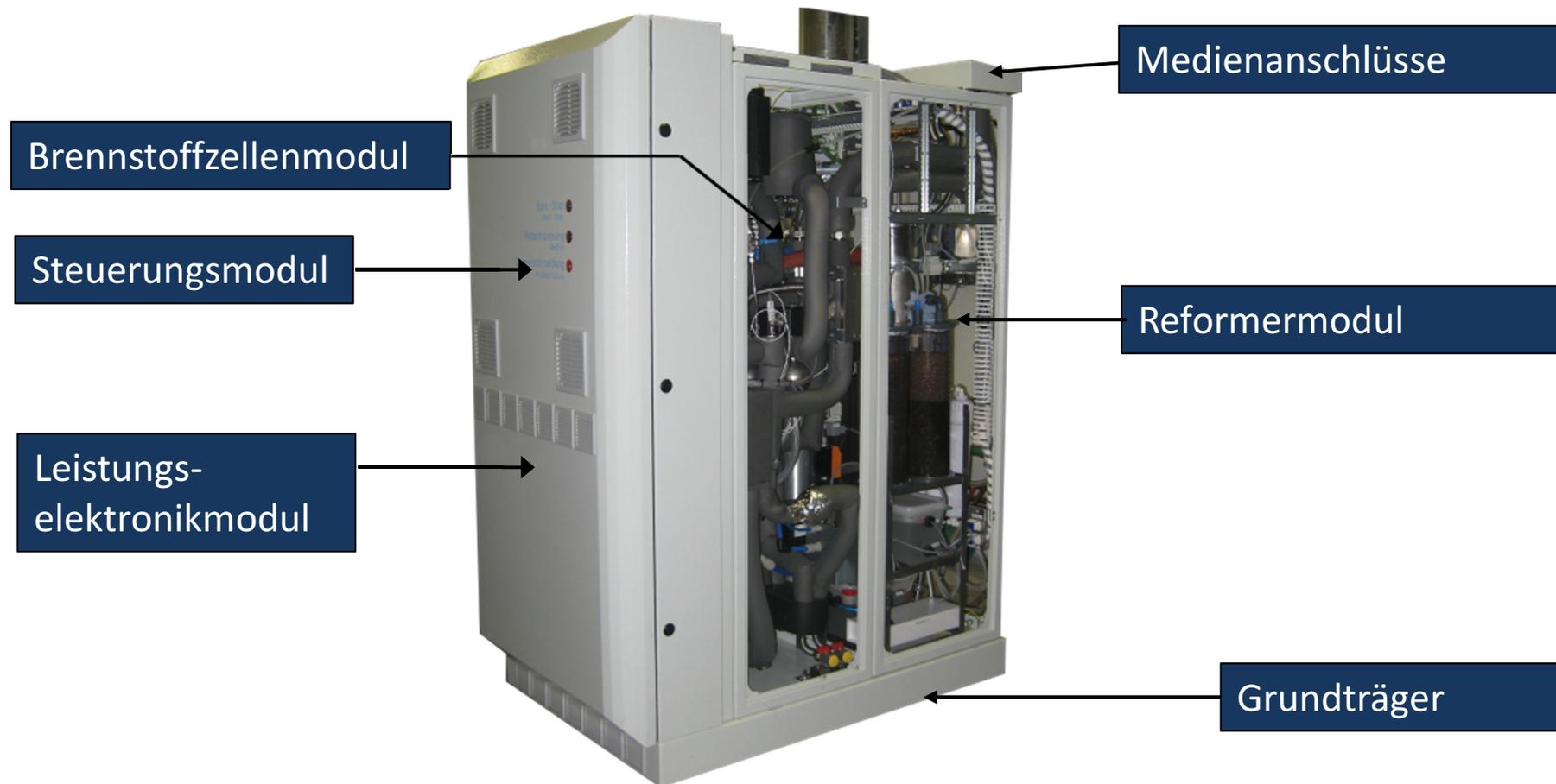
### Spezifikationen Brennstoffzellen-BHKW inhouse5000+\*

Brennstoffzellentyp	NT – PEM
Brenngas	Erdgas, Bioerdgas, Wasserstoff, (LPG)
Nennleistung elektrisch	4 kW (5 kWbrutto)
Nennleistung thermisch	ca. 7,5 kW
Gesamtwirkungsgrad	85 - 92%
elektr. Nettowirkungsgrad	30 - 34%
Heizkreis	max. 50°C / 70°C
Kaltstartdauer	ca. 1 h
Modulation 50% bis 100%	ca. 15 min
Abmessungen (B x L x H in mm)	(740 x 1550 x 1159) mm
Betrieb	netzgekoppelt

\*unter Standardtestbedingungen



## Brennstoffzellen BHKW – prinzipieller Aufbau



- Modularer Aufbau
- Einfacher und schneller Transport
- Installation auch an schwer zugänglichen Stellen ohne schwere Maschinen möglich

# Brennstoffzellen BHKW - Bedienung

Close menu

Electrical parameters

Thermal parameters

Alarm

History

User interface

Settings

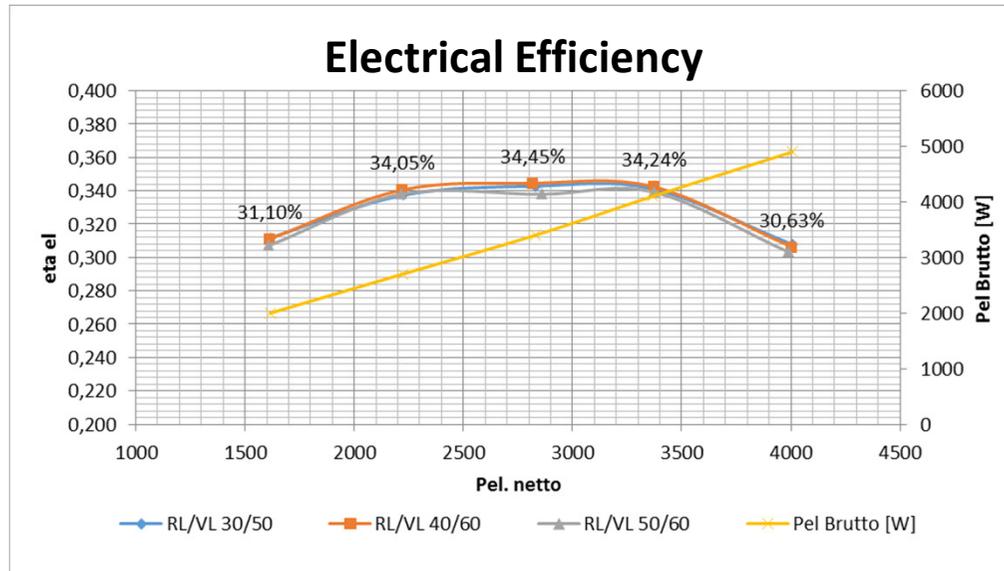
Load profile

Service

PCD3.M5340 1.22.28 ...

- einfache Bedienbarkeit mittels Webinterface
- Einbindung in übergeordnete Leitsysteme
- Prozessvisualisierung f. Service
- Alarmhistorie mit Email Messagingsystem
- stromorientierte Fahrweise mittels automatisierter oder manueller Lastprofile

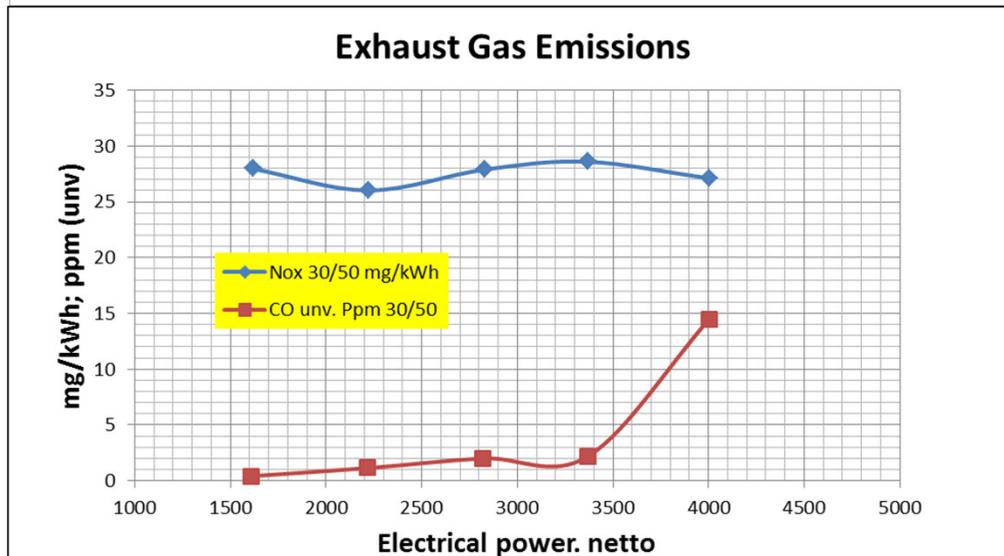
Brennstoffzellen BHKW - Betriebsverhalten



- Vermessung der Effizienz und Emissionen gemäß EN 50465 (Standardprüfnorm für Brennstoffzellenheizgeräte bis 70 kW) im zertifizierten DVGW Prüflabor

**Ergebnis**

- Geringste Emissionen
- Homogene Effizienz über den Arbeitsbereich des Systems



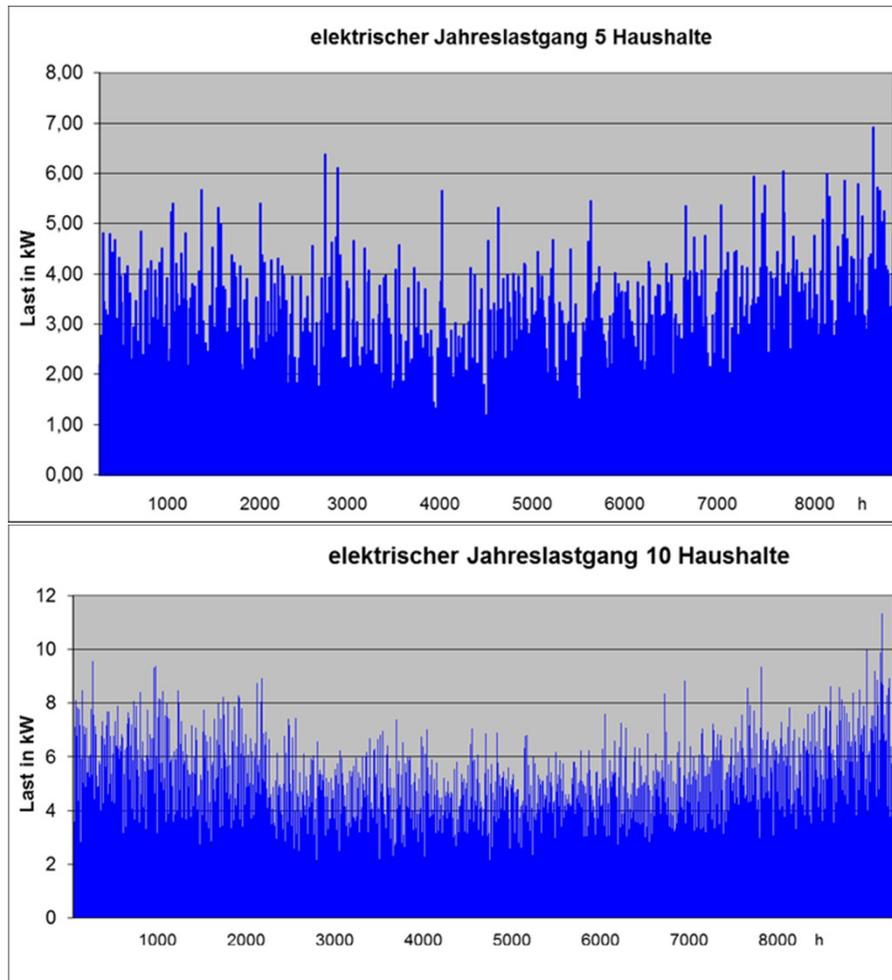
## Brennstoffzellen BHKW – einfach und vorteilhaft



- **geringere laufende Betriebskosten**
  - *hohe Effizienz*
  - bedarfsgerechte dezentrale Bereitstellung von Strom und Wärme (Modulation/ Start-Stopp Fähigkeit)
  - keine Übertragungsverluste
- **CO<sub>2</sub> – Einsparung von ca. 8 t/ a pro System\***
- **Umweltfreundliche KWK Technologie mit besten Abgaswerten**
  - *kein Ruß oder Feinstaub*
  - *geringste Stickoxid- und Kohlenmonoxidemissionen*
- **zukunftssichere Technologie (Erdgas, Bioerdgas, H<sub>2</sub>, LPG)**
- **hoher Betriebskomfort**
- *keine Geräuschbelästigung, keine Vibrationen*
- *geringe Installationskosten*
  - *einfache Installation durch modulare Bauweise*
  - *keine Schwingungsdämpfung oder Schallentkopplung*
- **geringe Wartungskosten**
  - *jährlicher Wechsel der Verbrauchsmaterialien*

\*deutscher Strommix, 6.000 Betriebsstunden; Pnetz = 4 kW

## Brennstoffzellen-BHKW - Anwendung



- Bündelung & Vergleichmäßigung des Bedarfs
- Weitere Optimierung der Nachfrage durch Smart-Meter Strukturen

### Fazit

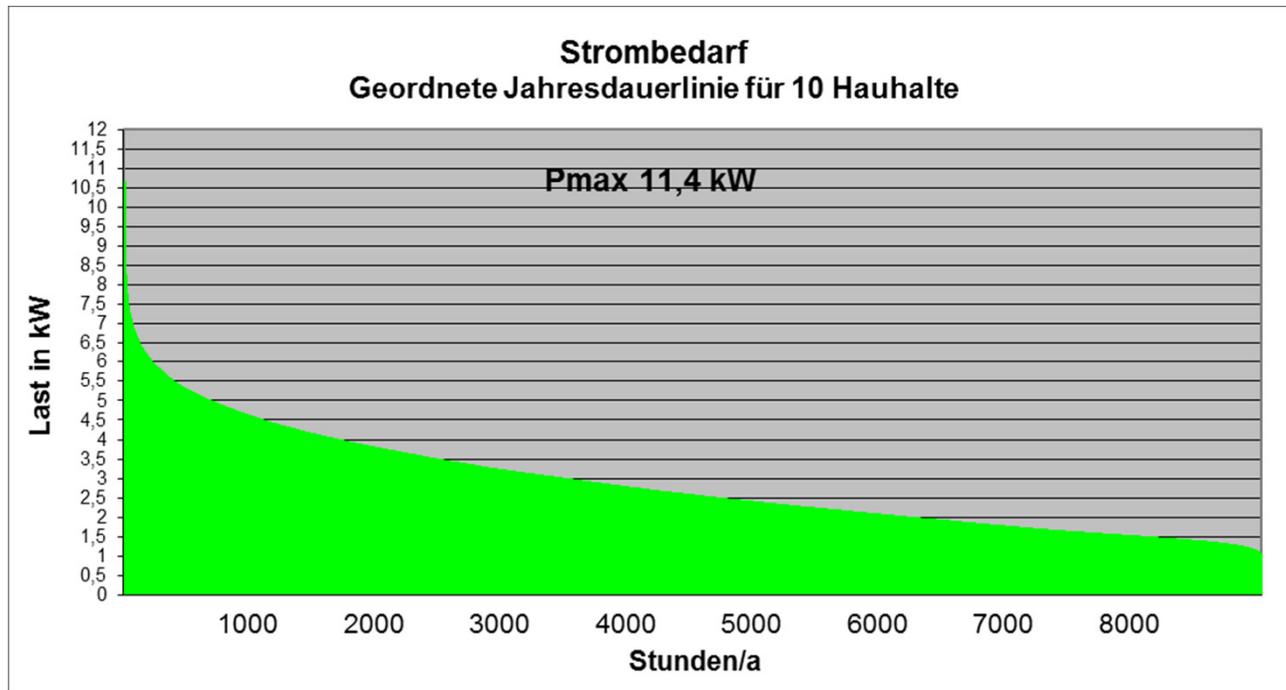
**„Jeder macht das gleiche, aber nicht zur gleichen Zeit“**

### Weitere Vorteile

- Einsatz bei Neubau oder Sanierung als Alternative zu EE gemäß EnEV
- schnelle Ausbaufähigkeit der Erzeugungskapazitäten, da keine Behinderung durch langsamen Netzausbau

Quelle: Studie inecs „Klassifizierung von Wohngebäuden für den Einsatz von Brennstoffzellensystemen“ (2011)

## Brennstoffzellen BHKW - Anwendung



- Deckung der Grund und Mittellast ( bis 4 kW (35%) in ca. 6900 h/a)  
d.h. Deckung Bedarfs an Elektroenergie in ca. 80 % der Zeit

Quelle: Studie inecs „Klassifizierung von Wohngebäuden für den Einsatz vom Brennstoffzellensystemen“ (2011)

**Brennstoffzellen BHKW - Anwendung**

**Handwerk**

Bäckereien, Fleischereien, Werkstätten

**Mehrfamilienhäuser** - Mehrfamilienhäuser, klimatisierte Objekte



**Handel und Dienstleistung** - Supermärkte, Fitness-Center, Banken, Autohäuser



**Übernachtungsgewerbe**

Hotels, Gast- & Raststätten, Jugendherbergen

**Öffentliche Einrichtungen**

Rathäuser, Ämter, Polizeidienststellen, Schulen, Sporthallen



**Gesundheitswesen**

Kur- und Seniorenheime

**Landwirtschaft**

Tierzucht, Hofversorgung

Einsatz des  $\mu$ BHKW inhouse5000+ möglich ab  
Wärme > 35.000 kWh/a  
elektrische Energie > 18.000 kWh/a

## Brennstoffzellen BHKW - Marktpotenzial

### Kunden

#### Gewerbliche Endkunden

- Energieversorger (regional /überregional)
- Wohnungsbaugesellschaften
- Hotels, Restaurants, Pflegeeinrichtungen
- KMU/ Industrie
- Contractoren

#### Private Endkunden

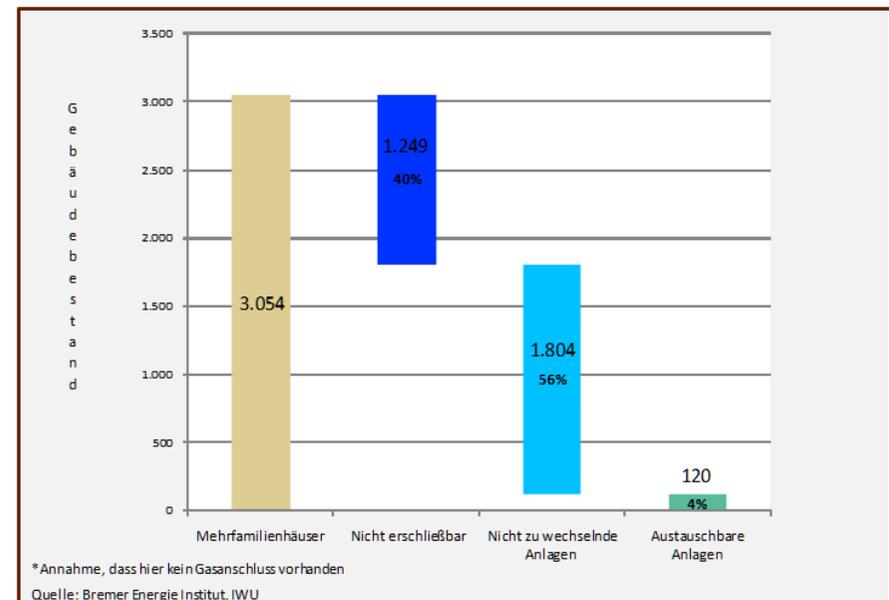
- Mehrfamilienhausbesitzer
- Einfamilienhäuser (ab 400 m<sup>2</sup>)

#### öffentliche Endkunden

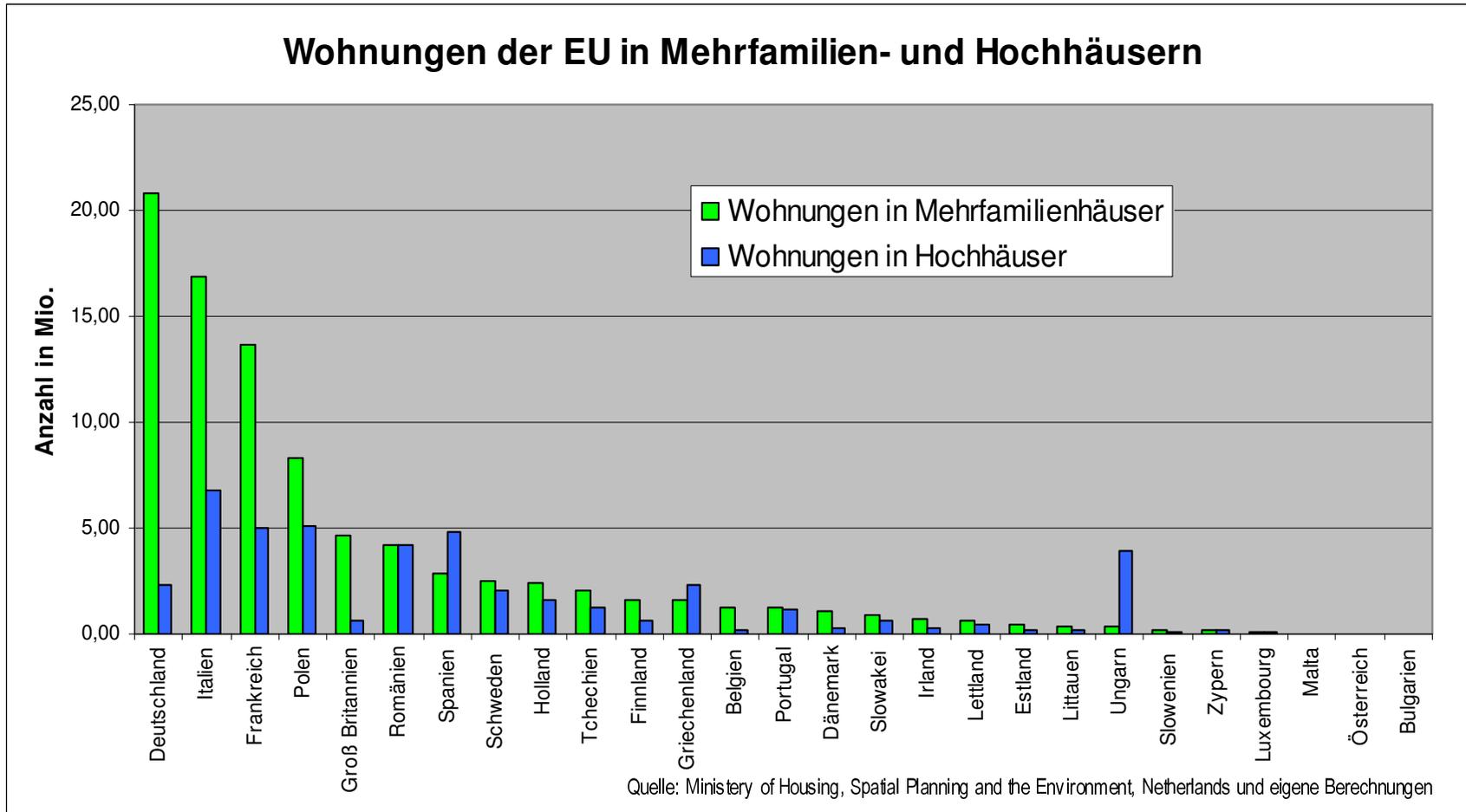
- Behördengebäude
- Schulen/ Kitas
- Schwimmbäder

### Anforderungen

- hohe Primärenergienutzung & langfristig stabile geringere Energiekosten
- geringe Wartungskosten
- lange Wartungsintervalle
- emissionsarm
- hohe Versorgungssicherheit



Marktpotenzial



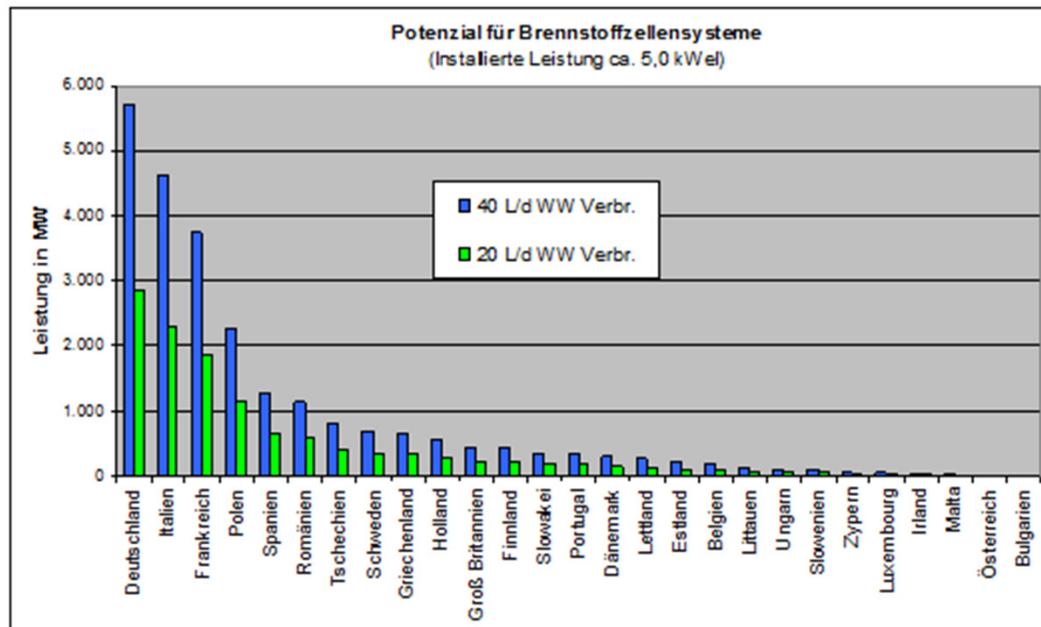
Insgesamt ist in Deutschland von über 20 Mio. Wohnungen in Mehrfamilienhäusern auszugehen. Für Italien, Frankreich und Polen belaufen sich die Zahlen auf 17 Mio., 14 Mio. und 8 Mio. Wohneinheiten.

# Marktpotenzial

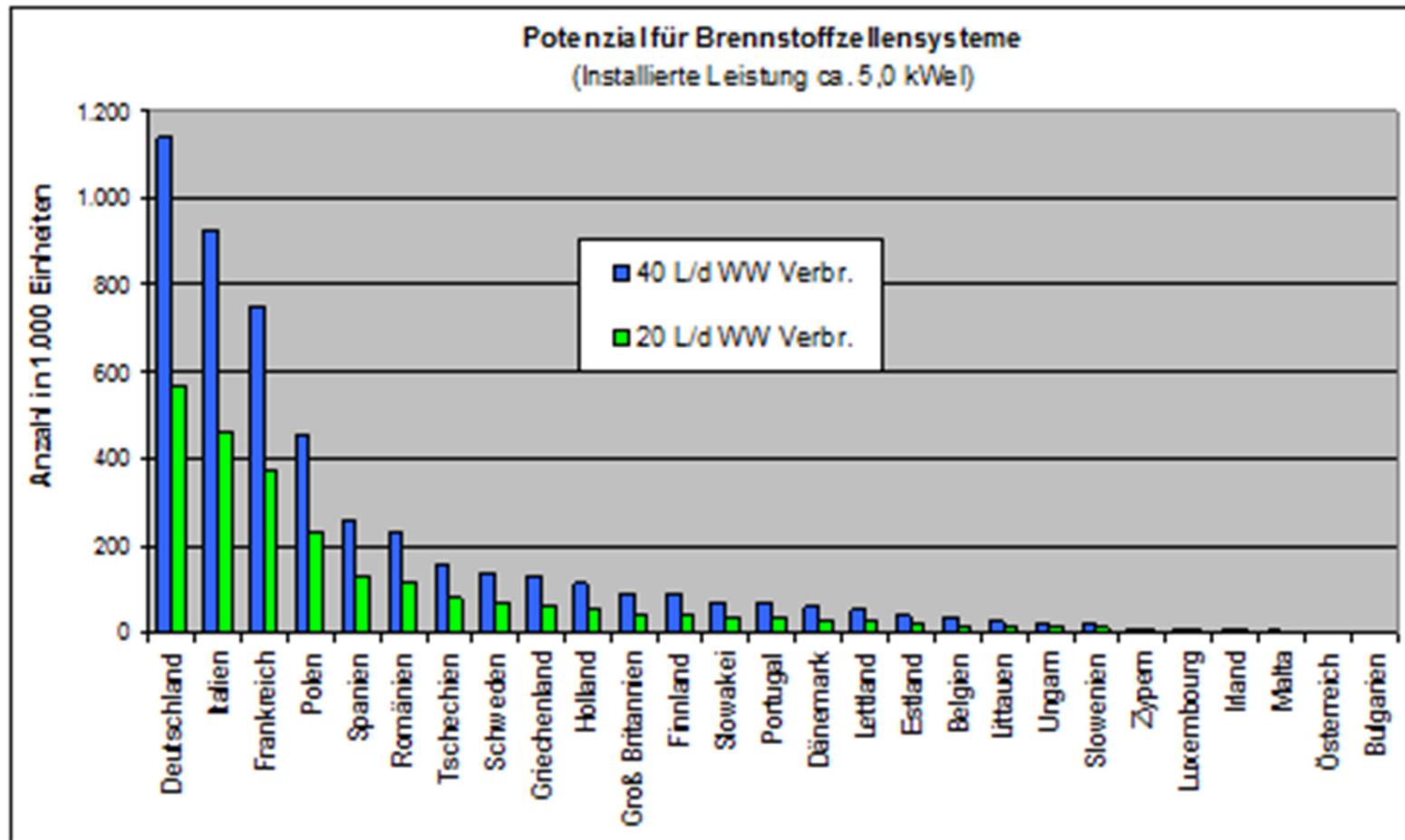
## Annahme

Wirkungsgrad elektr.	30%	
Wirkungsgrad therm.	55%	
Installierte erl. Leistung	5,0 kW	
Installierte th. Leistung	10,0 kW	
Benutzungsdauer	5000 h/a	
	<b>Bandbreite</b>	
Wasserverbrauch	<b>40 L/d</b>	<b>20 L/d</b>
Wärmeverbrauch/Pers.d	2 kWh/Pers.d	1 kWh/Pers.d
Wärmeverbrauch/Pers..a.	628 kWh/Pers.d	314 kWh/Pers.d
Anzahl Pers./WE	4	4
Wärmeverbrauch/WE	2.512 kWh/WE.a	1.256 kWh/WE.a
Stromerzeugung/WE	1.370 kWh/WE.a	685 kWh/WE.a

In Verbindung mit den in der vorherigen Folie dargestellten Wohnungszahlen lassen sich die Leistungspotenziale für das Brennstoffzellensystem ermitteln. Für den deutschen Markt ist hiernach von einem Leistungspotenzial zwischen 2.850 MW und 5.703 MW auszugehen. Insgesamt ergibt sich für den EU-Bereich ein Gesamtpotenzial zwischen 12.000 MW und 24.000 MW



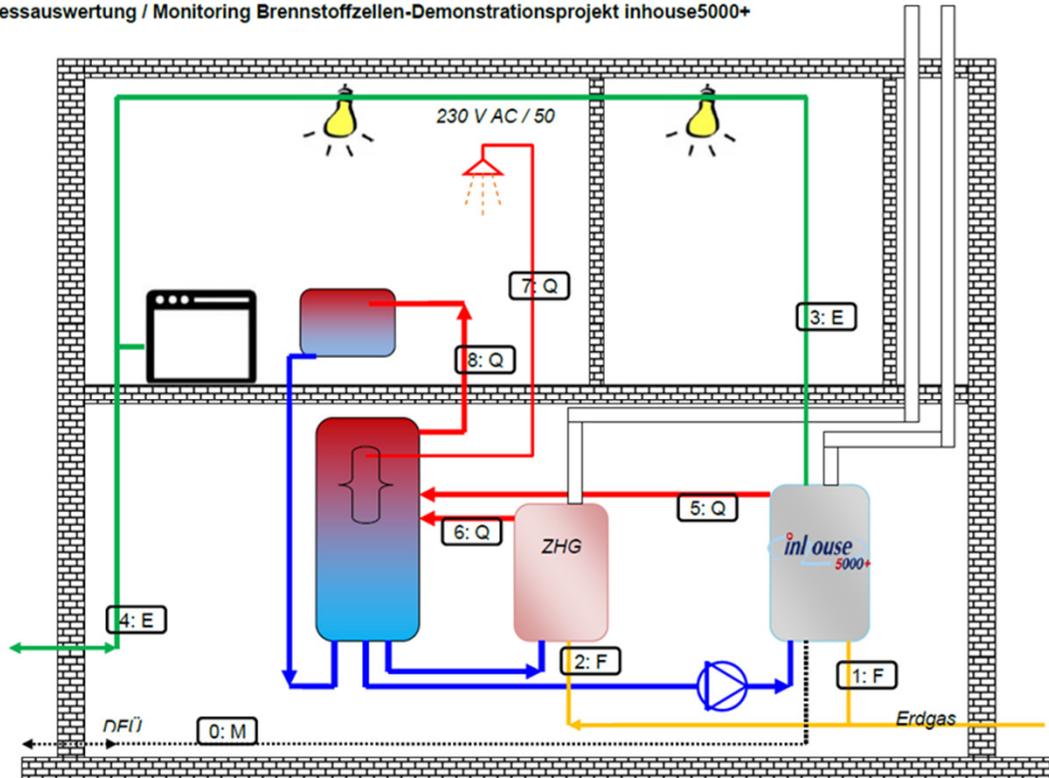
## Marktpotenzial



Die Ergebnisse zeigen, dass EU-weit theoretisch ein Gesamtpotenzial von 2,4 bis 4,9 Mio. Einheiten zur Verfügung steht. Bezogen auf die großen Mitgliedsländer Deutschland, Italien, Frankreich, Polen und Spanien beläuft sich das Potenzial allein auf 1,7 bis 3,5 Mio. Einheiten.

# Brennstoffzellen BHKW - Anwendung

Messauswertung / Monitoring Brennstoffzellen-Demonstrationsprojekt inhouse5000+



- Standardlösung für die Heizungsintegration das Mehrfamilienhaus/ Kleingewerbe existiert nicht
- Ziel gesicherte Wärmeversorgung erfordert angepasste Lösung für jedes Objekt

**Lösung:**

- Einsatz eines Zusatzheizgerät (ZHG)
- Anpassung an die jeweilige Anwendung und das Objekt
- Nutzung vorhandener Strukturen (wenn möglich)
- Verschiedenste Varianten für hydraulische Integration verfügbar

Wirtschaftlichkeit

Beispiel



- Mehrfamilienhaus Altbau
- 12 Wohneinheiten
- durchschnittliche Wohnungsgröße 65 m<sup>2</sup>
- Wärmebedarf ca. 100 kWh/ (m<sup>2</sup>\*a)
- Warmwasserbedarf 1000 kWh/ (WE\*a)

Wirtschaftlicher Betrieb ist möglich!



inhouse5000+ (eigen)

Projekt			
Name	Musterprojekt inhouse engineering	Bearbeiter	Max Mustermann
Strasse & Hausnummer	Musterstraße 1	Bearbeiter-Telefon	012-345678
PLZ & Ort	12555 Berlin	Bearbeiter-E-Mail	max@mustermann.de

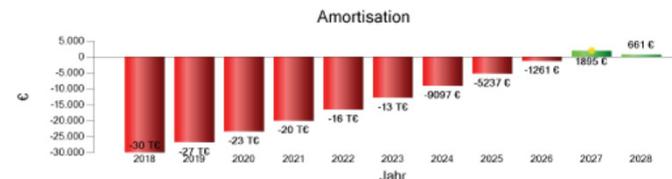
Bezugspreis	2018	2028	Ø	Steigerungsrate
Strompreis-Hochtarif	25,20 ct/kWh	30,72 ct/kWh	27,68 ct/kWh	2,0 %
Strompreis-Niedertarif	25,20 ct/kWh	30,72 ct/kWh	27,68 ct/kWh	2,0 %
Preis-Erdgas	4,50 ct/kWh	4,97 ct/kWh	4,72 ct/kWh	1,0 %

Energiebedarf			
Ø Wärmebedarf / Jahr	72.973 kWh	Ø Strombedarf / Jahr	30.000 kWh

BHKW-Kenndaten			
Simulationszeitraum	10 Jahre	Ø Wärmezeugung	49.621 kWh/a
Ø Vollbenutzungsstunden	6.616 h/a	Ø Stromerzeugung	27.788 kWh/a
Eigenstromanteil	81,6 %	Ø CO <sub>2</sub> -Einsparung	9,0 t/a

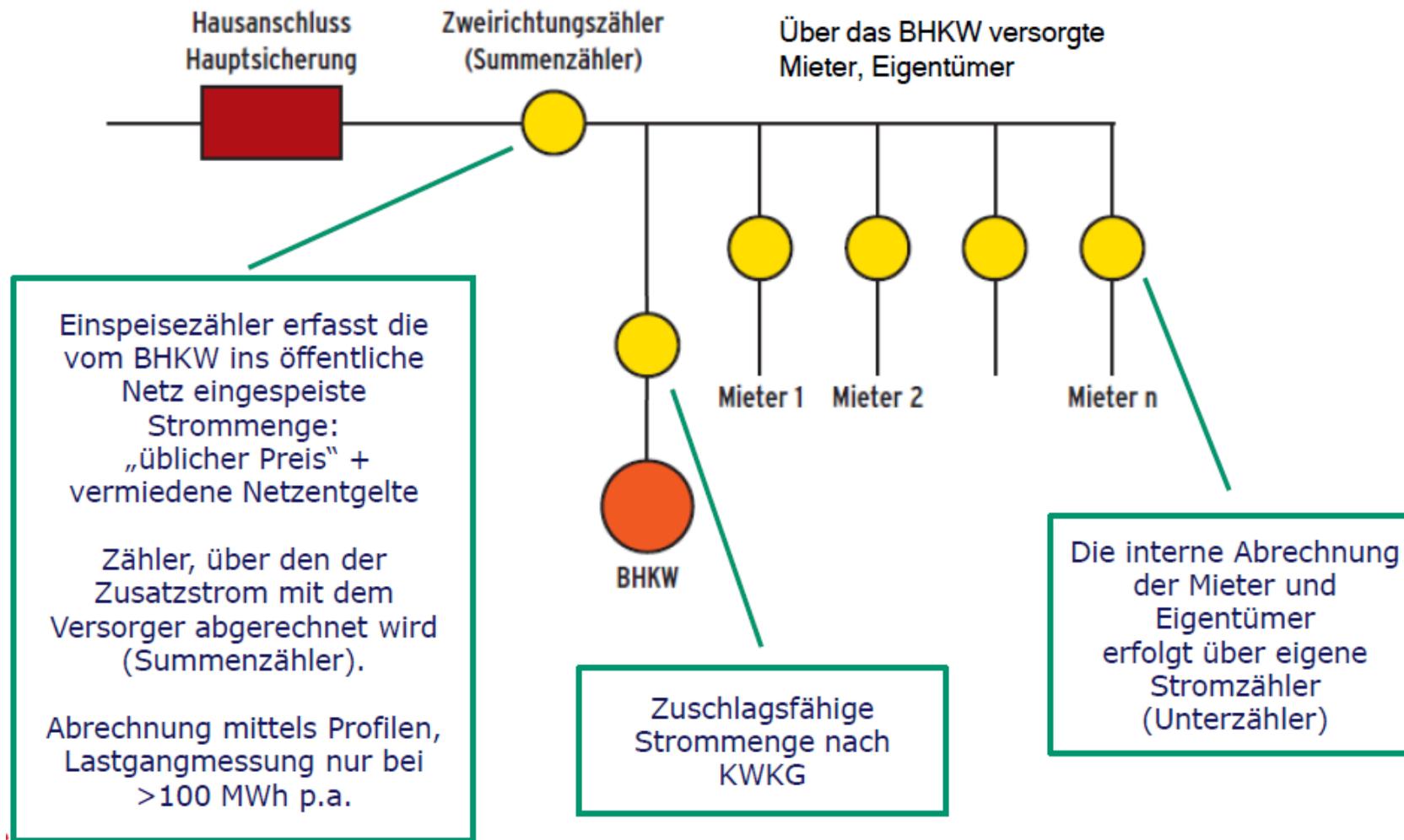
Förderungen und Abgaben			
Einspeisevergütung nach EEG-KWK-Index	1.674 €	BAFA Stromeffizienzbonus	1.692 €
Vermeidung-Netz-Nutzungs-Einzelgelte	256 €	KWK-Zuschlag (Eigenverbrauch)	8.221 €
Energiesteuerrückstattung	5.126 €	KWK-Zuschlag (Einspeisung)	3.717 €
BAFA Investitionsförderung	2.820 €	KfW-Zuschuss 433	24.600 €
BAFA Wärmeeffizienzbonus	705 €	EEG-Umlage ab 2018	-8.606 €

Kostenvergleich	ohne BHKW	ohne BHKW mit neuem Kessel	mit BHKW	mit BHKW mit neuem Kessel
Investitionskosten		5.000 €	64.095 €	69.095 €
Brennstoffkosten BHKW			43.970 €	43.970 €
Brennstoffkosten Kessel	42.493 €	42.493 €	13.791 €	13.791 €
Strom Fremdbezug	83.098 €	83.098 €	20.280 €	20.280 €
Wartungskosten-BHKW			23.000 €	23.000 €
Generallüberholungskosten-BHKW			0 €	0 €
./. Förderungen und Abgaben			40.205 €	40.205 €
Gesamtkosten	125.591 €	130.591 €	124.930 €	129.930 €
Ø Kosten mit	1.047 €	1.088 €	1.041 €	1.083 €
Einsparung gesamt		-5.000 €	661 €	-4.339 €



Das Ergebnis dieser Wirtschaftlichkeitsbetrachtung basiert auf Ihren Angaben. Es stellt eine prognostizierte Betrachtung dar, bei der witterungs- und nutzungbedingte Abweichungen möglich sind. Rechtsansprüche ergeben sich aus dieser Kalkulation nicht.

# Summenzählermodell gemäß KWKG



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**