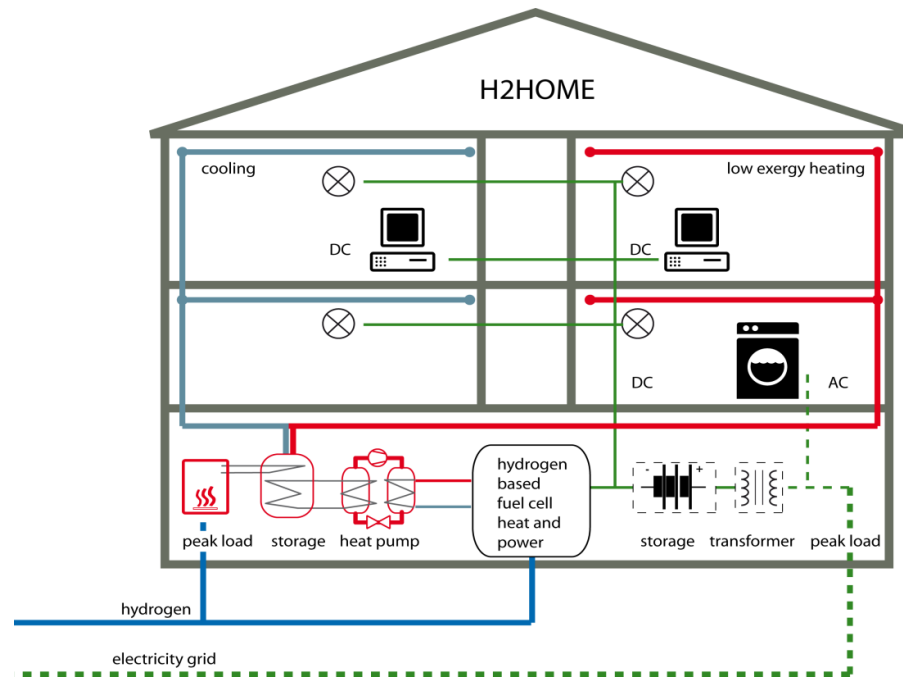


# Gebäudeenergieversorgung mit Wasserstoff - Möglichkeiten und Grenzen



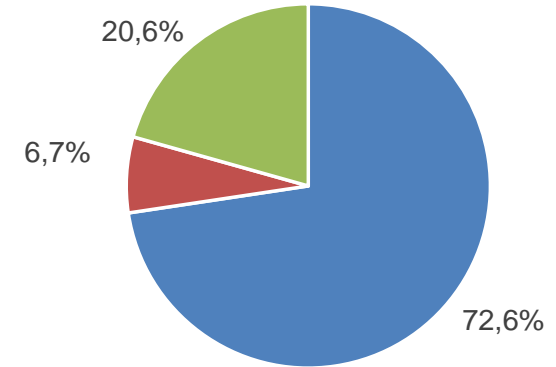
Andreas Herrmann, TU Bergakademie Freiberg, Deutschland

# Kosten für Abregelung der erneuerbaren Energien

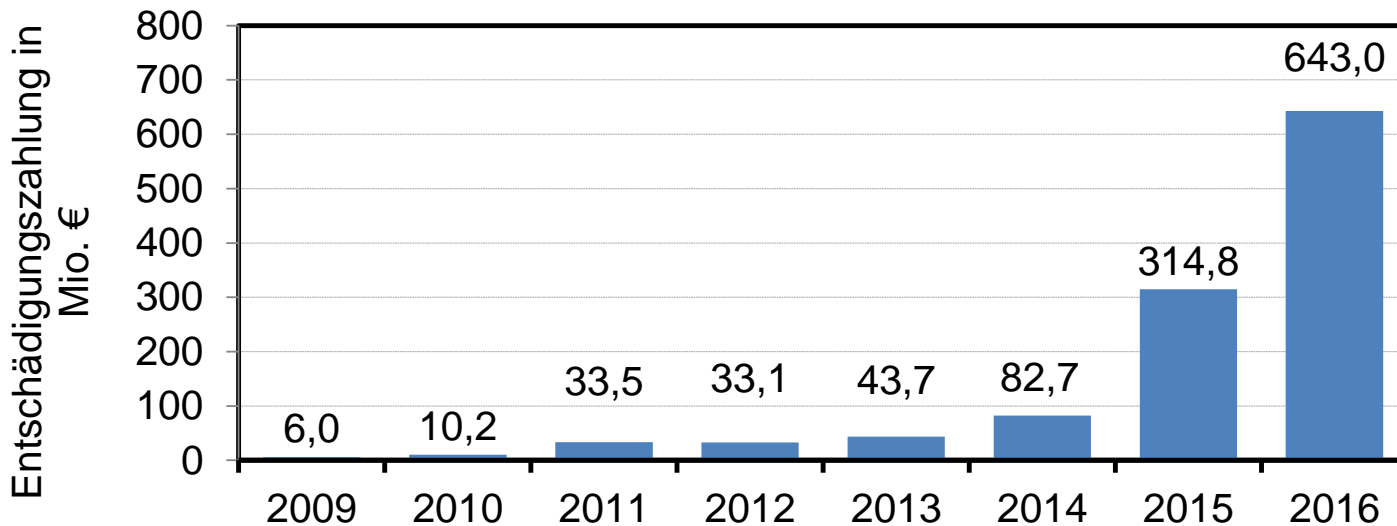
- Gesamtkosten für Netzstabilisierung in 2017: 1,4 Mrd. €
- Weiterer Anstieg der Kosten auf 2 bis 4 Mrd. € prognostiziert

## Ausweg

- Mehr Leitungstrassen zw. Erzeugern und Verbrauchern
- Mehr Flexibilität im Energiesystem
- Power to H<sub>2</sub> / Gas / Liquid / Heat / X



■ Windenergie ■ Solare Strahlungsenergie ■ Biomasse



Quelle: Bundesnetzagentur; EEG in Zahlen 2016

## Wann ist ein Haus energieautark?

Für das erste energieautarke Mehrfamilienhaus der Welt gilt:



Die Sonne ist die einzige externe Energiequelle.



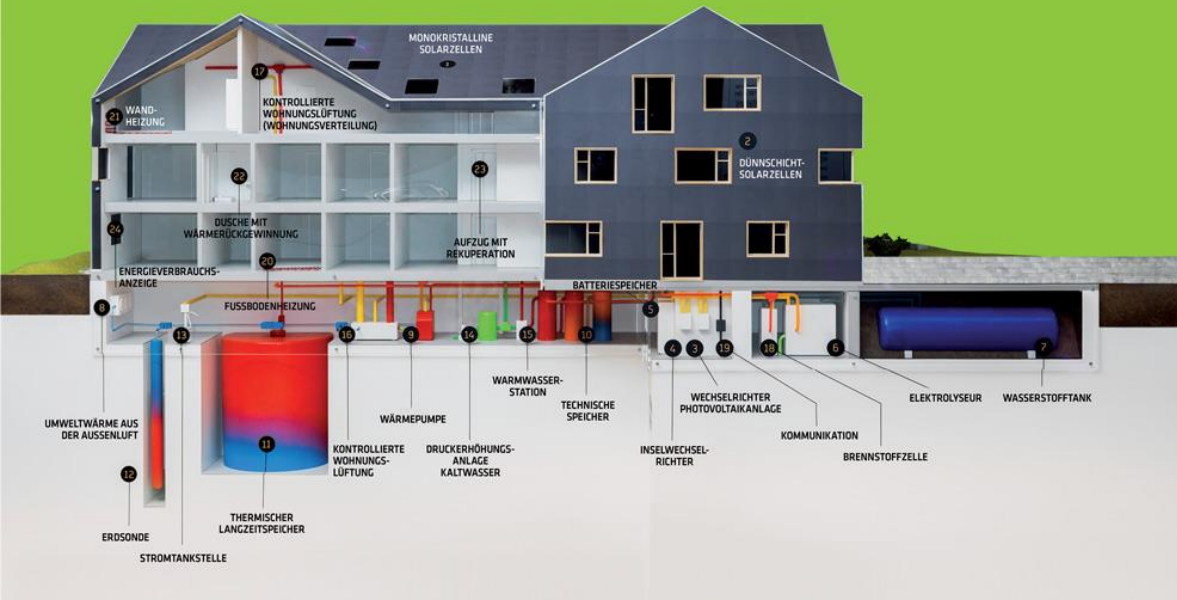
Dem Gebäude werden keine externen Energieträger zugeführt (also z.B. kein Heizöl, kein Strom, kein Erdgas, kein Holz).



Das Gebäude verfügt über keinen Anschluss ans öffentliche Stromnetz.



Den Bewohnern steht für ihr Leben im Haus (inkl. Haushalt und Mobilität) ganzjährig nur so viel Energie zur Verfügung, wie das Haus produziert und speichern kann.



Quelle : Umwelt Arena Schweiz

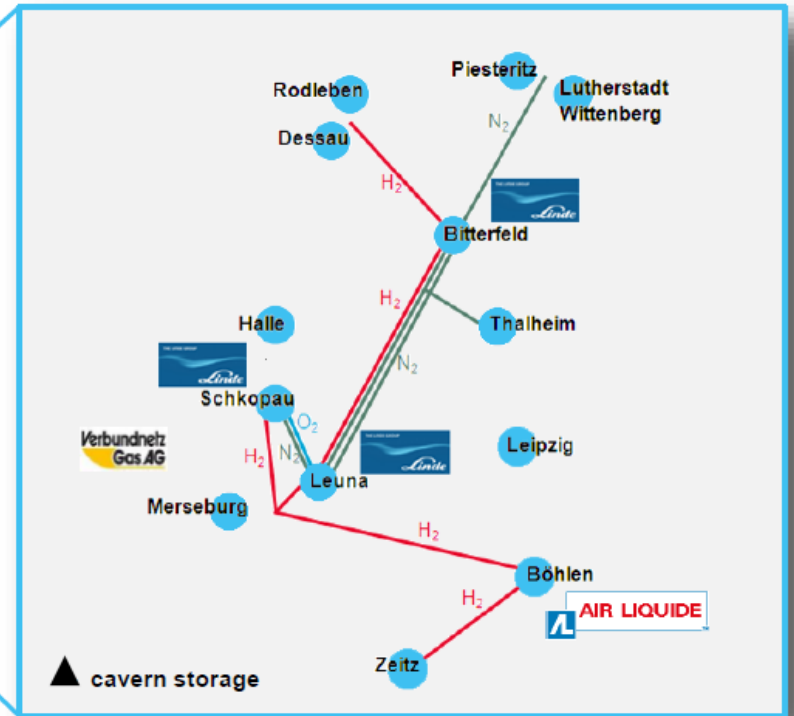
## Weitere Projekte:

- Wohnbauprojekt Phi Sea (Thailand)
- Wasserstoffhaus in New Jersey
- Olympisches Dorf (Japan 2020)
- Bau von Wasserstoffquartieren (Neue Weststadt in Esslingen, Rüdorfer Kamp in Heide)
- Verschiedene Projekte in Planung

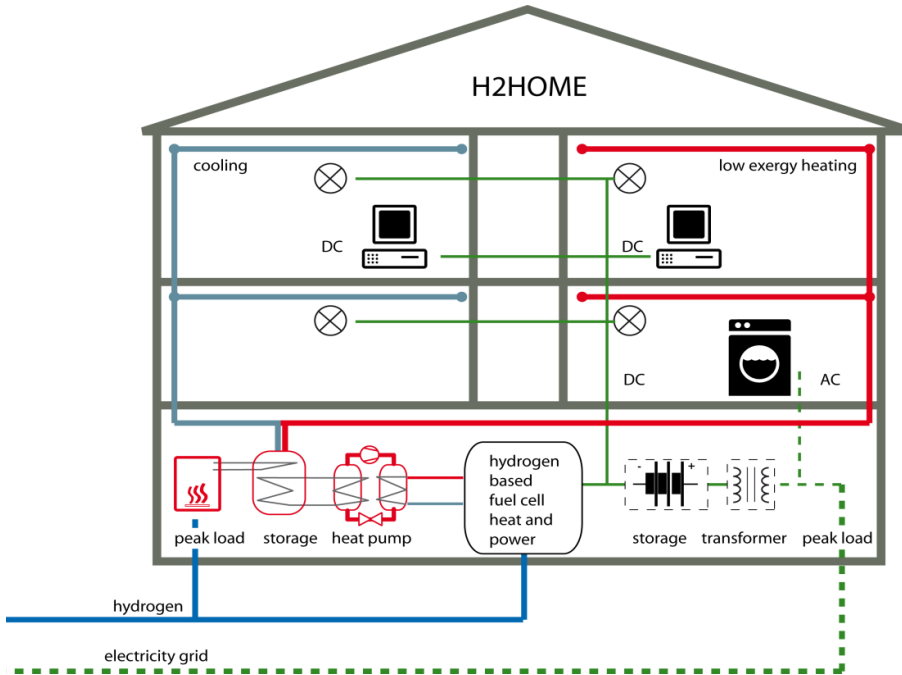
# Nutzung vorhandener Wasserstoffinfrastruktur

## HYPOS (Hydrogen Power Storage & Solutions East Germany)

- Zweitgrößtes Wasserstoffpipelinennetz von Deutschland (150 km)
- Kavernenspeicher in der näheren Umgebung
- Hohes Potential für Stromerzeugung aus Photovoltaik und Windenergie
- **Anschluss von Gebäuden an H<sub>2</sub>-Netz prinzipiell möglich**
- **Energiebedarf private Haushalte: 27%**
- Diskrepanz zwischen Erzeugung und Verbrauch / Speicherung von erneuerbarer Energie
- Grundlegende Voraussetzungen der Infrastruktur bestehen bereits



# Dezentrale Energieversorgung mit H<sub>2</sub>-Brennstoffzellen



## Ziele:

- Gebäudeenergieversorgung mit „grünen“ Wasserstoff
- Nutzung von elektrischer Energie in AC und DC Netzen
- Niedertemperaturheizung und Kühlung (Nutzung von Flächenheizungen)
- Kostenminderung und Effizienzsteigerung
- Invest.-kosten der Brennstoffzelle: 4.000 €/kW<sub>el.</sub>
- Hohe elektrische Wirkungsgrade (ca. 50%)

# Einsatz eines H<sub>2</sub>-BZ-BHKW im Mehrfamilienhaus



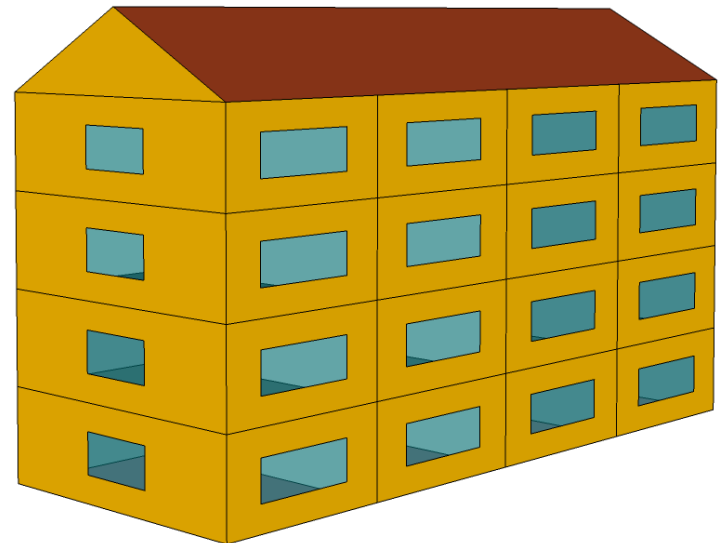
Bauteilausführung	Kennwert	Wert
Außenwand	U	0,28
Bodenplatte, Decke*	U	0,35
Fenster	U	1,3
Fenster	g	0,6

U – Wärmedurchgangskoeffizient in W/(m<sup>2</sup>\*K)

g – Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung

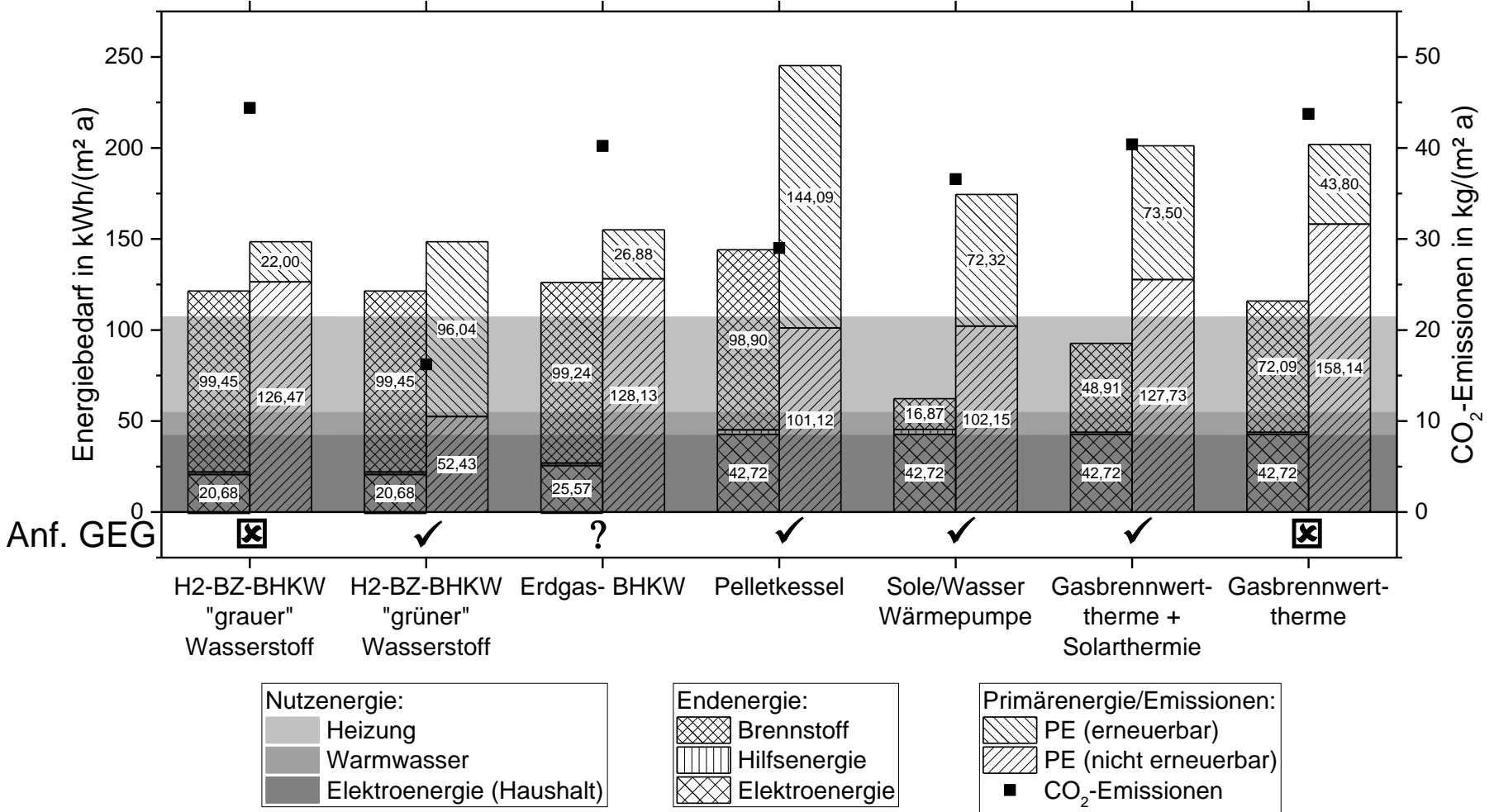
\*zu unbeheizten Räumen

Gebäudedaten	Einheit	Wert
Grundfläche	m <sup>2</sup>	311
Nutzfläche	m <sup>2</sup>	1123,6
Geschosshöhe	m	3,5
Länge	m	28
Breite	m	11
Wohneinheiten	-	16



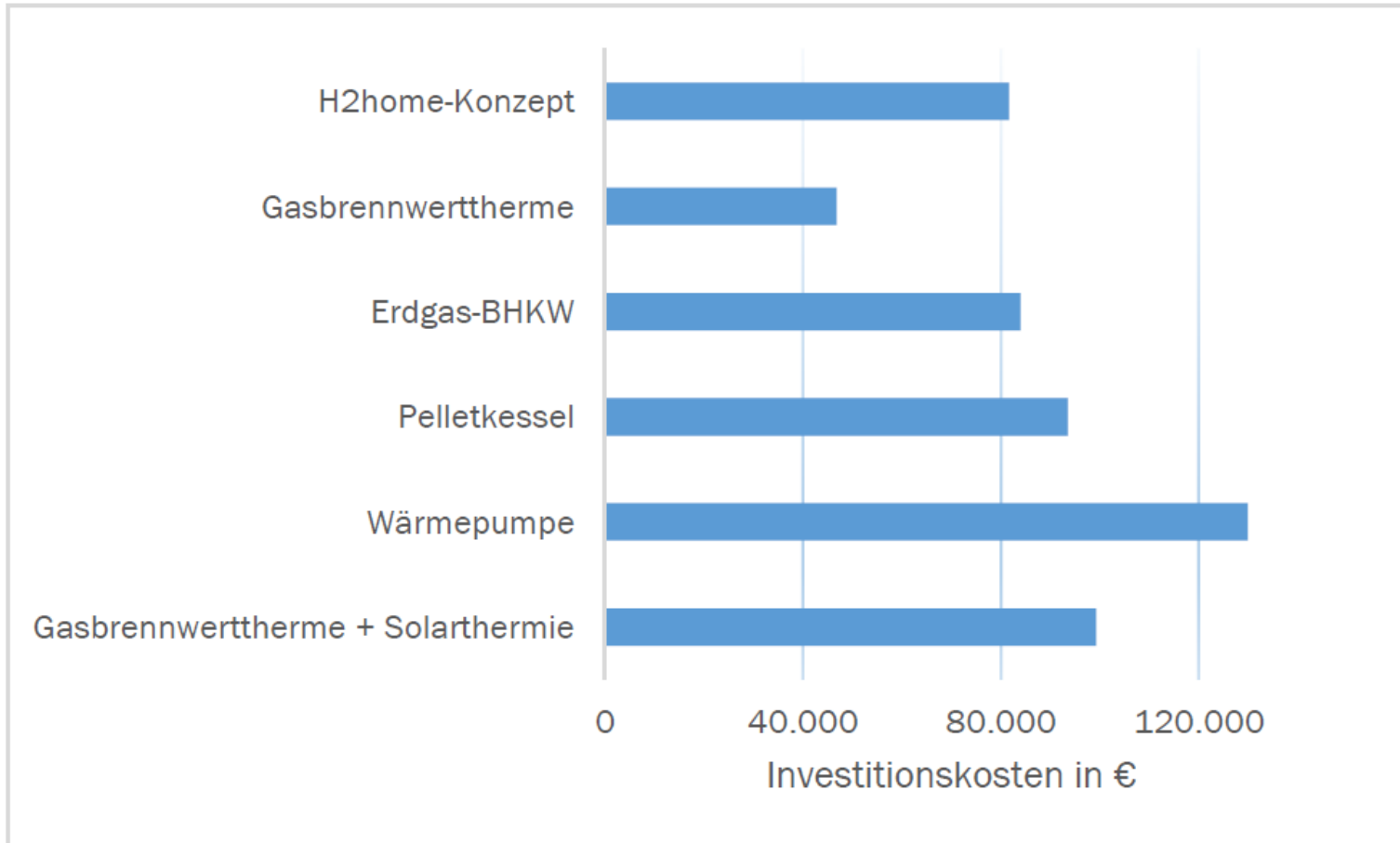
# Energetische / ökologische Bewertung

## Nutz-, End- und Primärenergiebedarf sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen



# Wirtschaftliche Bewertung I

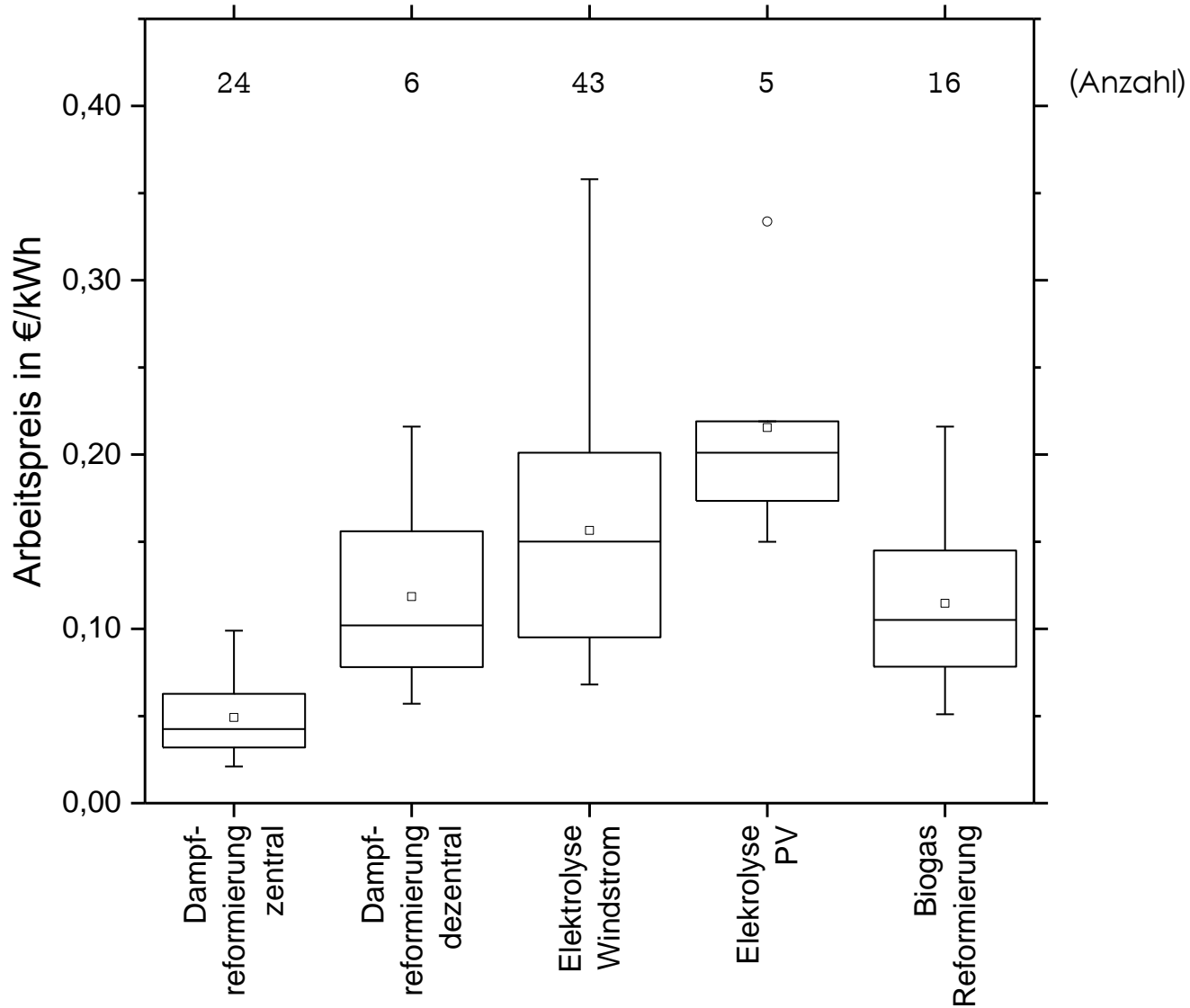
## Investitionskosten





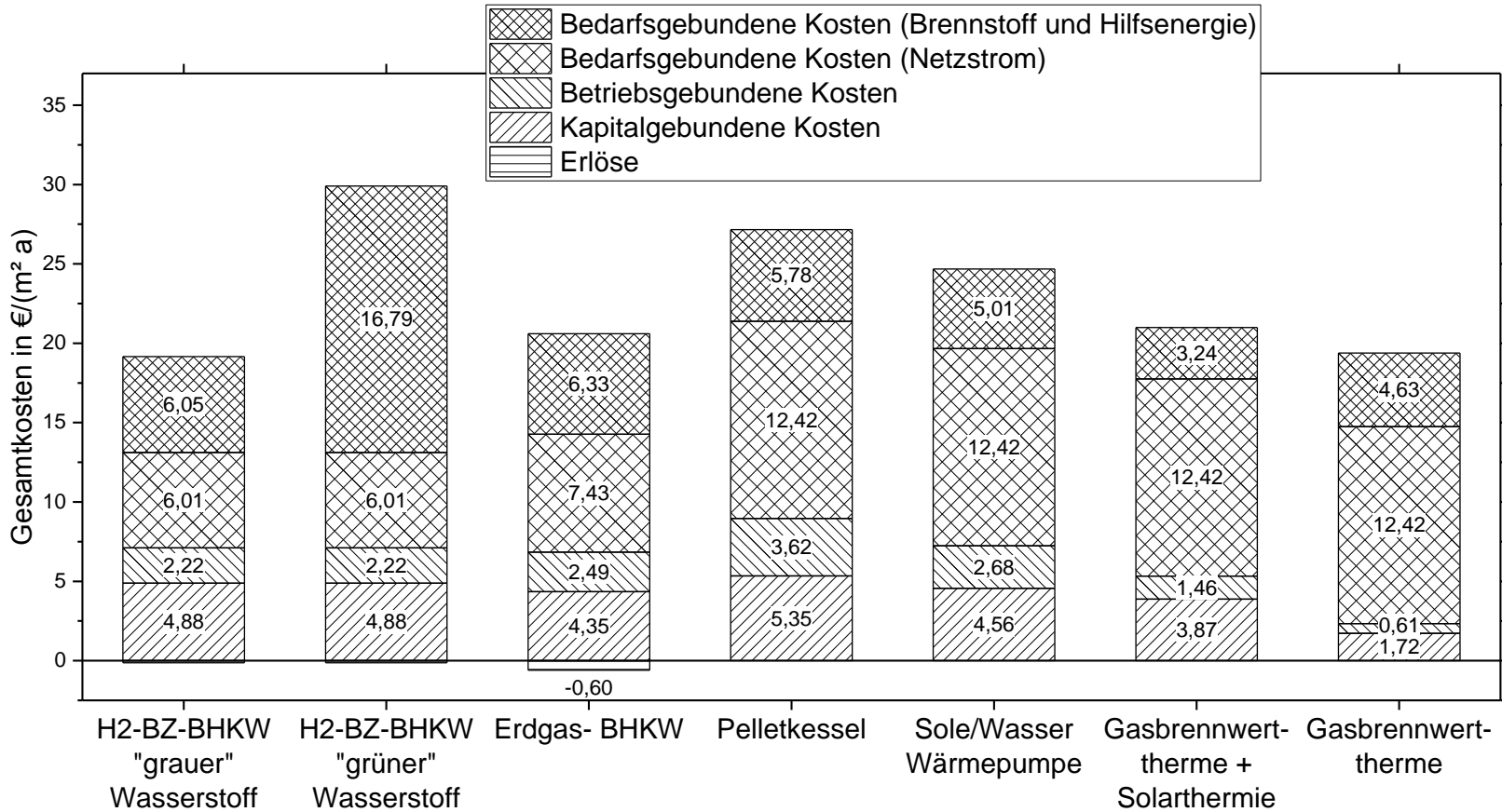
# Wirtschaftliche Bewertung II

## Herstellungskosten von Wasserstoff



# Wirtschaftliche Bewertung III

## Gesamtkostenvergleich



- Reduktion der Strombezugskosten durch H<sub>2</sub>-BZ-BHKW um 50% möglich
- Bedarfsgebundene Kosten überwiegen

# Zusammenfassung

- Gebäudeenergieversorgung mit Wasserstoff möglich
  - Variante 1: Dezentrale Konzepte
  - Variante 2: Nutzung vorhandener Wasserstoffinfrastruktur
- Voraussetzungen für energetisch, wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll Gebäudeenergieversorgung mit „grünem“ Wasserstoff:
  1. Optimale Anlagen- und Speicherauslegung (NT-Heizsystem wegen Brennwertnutzung, optimale Speichergrößen)
  2. H<sub>2</sub>-BZ-BHKW mit hohem elektrischen Wirkungsgrad
  3. Volllaststunden: mind. 5.000 h
  4. Hoher Eigennutzungsanteil der erzeugten Elektroenergie (Mieterstrommodelle für BHKW's)
  5. H<sub>2</sub>-BZ-BHKW und H<sub>2</sub>-Spitzenlastkessel: vergleichbare Invest.-kosten wie motorische BHKW's bzw. Gaskessel
  6. Leitungsgebundenes Wasserstoffnetz vorhanden
  7. Wasserstoffkosten vergleichbar mit Kosten für Erdgas

## Fazit

- Wesentlicher Beitrag zur Dekarbonisierung des Gebäudesektors
- Wasserstoffwirtschaft erfordert technische, rechtliche und politische Rahmenbedingungen
- Ergebnisoffener Wettbewerb mit anderen Gebäudeenergieversorgungskonzepten:
  - Solarisierungskonzepte
  - NT-Nahwärmenetze in Verbindung mit BHKW und Photovoltaik sowie Solarthermie
  - Wärmepumpen
  - Power to heat / Photothermie
  - Biogas, Holz, Stroh
  - Heizen ohne Heizung



**Dipl.-Ing. Andreas Herrmann**

**TU Bergakademie Freiberg**

**Andreas.Herrmann@extern.tu-freiberg.de**

**Danksagung:**

Das Vorhaben „H2home“ wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 03ZZ0709C im Förderbereich Zwanzig20 - Unternehmen Region - HYPOS gefördert. Die Autoren danken für die finanzielle Unterstützung.



GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



H Y P O S