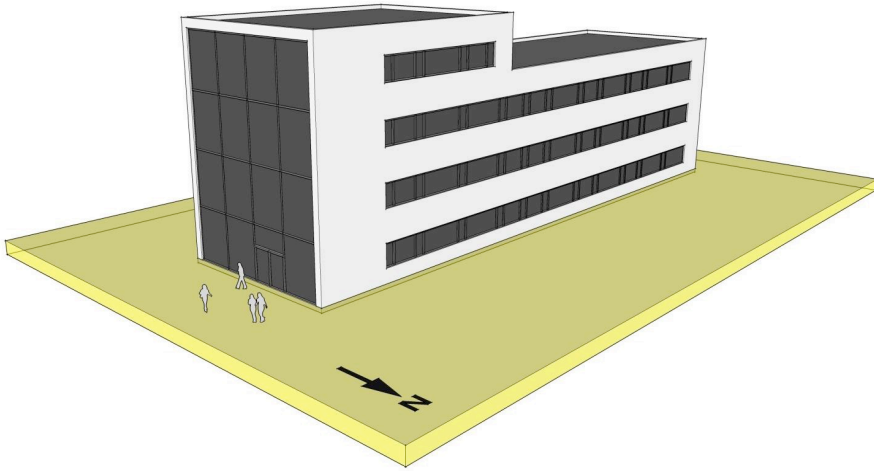
TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERGAKADEMIE FREIBERG
Die Ressourcenuniversität. Seit 1765.

zwanzig20 PARTNERSCHAFT FÜR INNOVATION

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

HYPOS

Gebäudeenergieversorgung mit Wasserstoff - Sackgasse oder realistische Zukunftsoption?

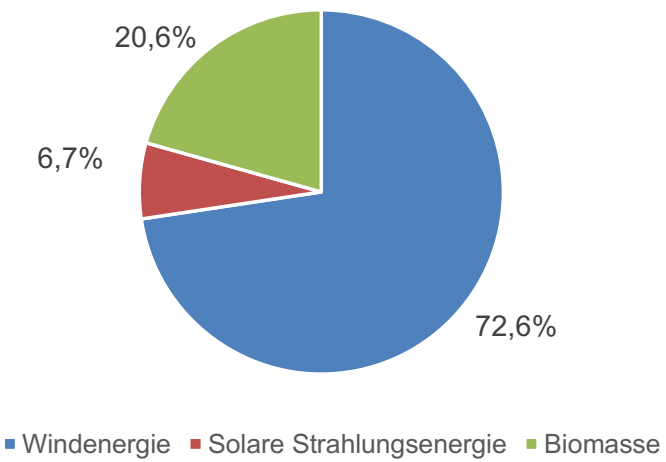


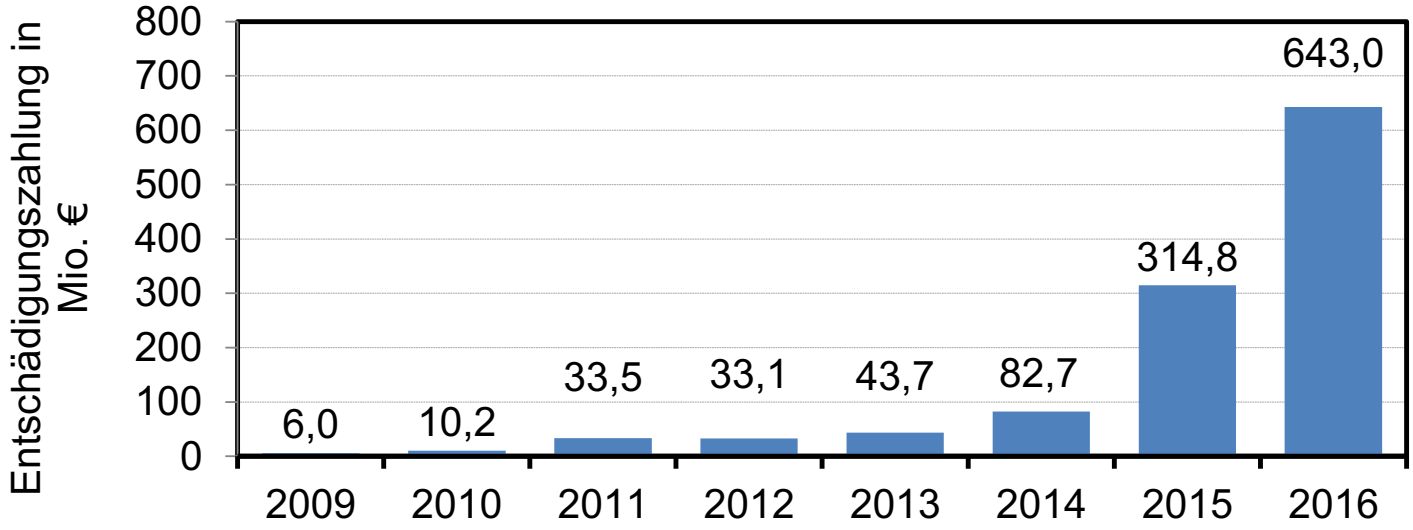
Dipl.-Ing. Andreas Herrmann, TU Bergakademie Freiberg, Deutschland

15. Symposium Energieinnovation EnInnov2016, Graz/ Österreich, 14.-16.02.2018

Entschädigungszahlungen durch Abregelung der erneuerbaren Energien

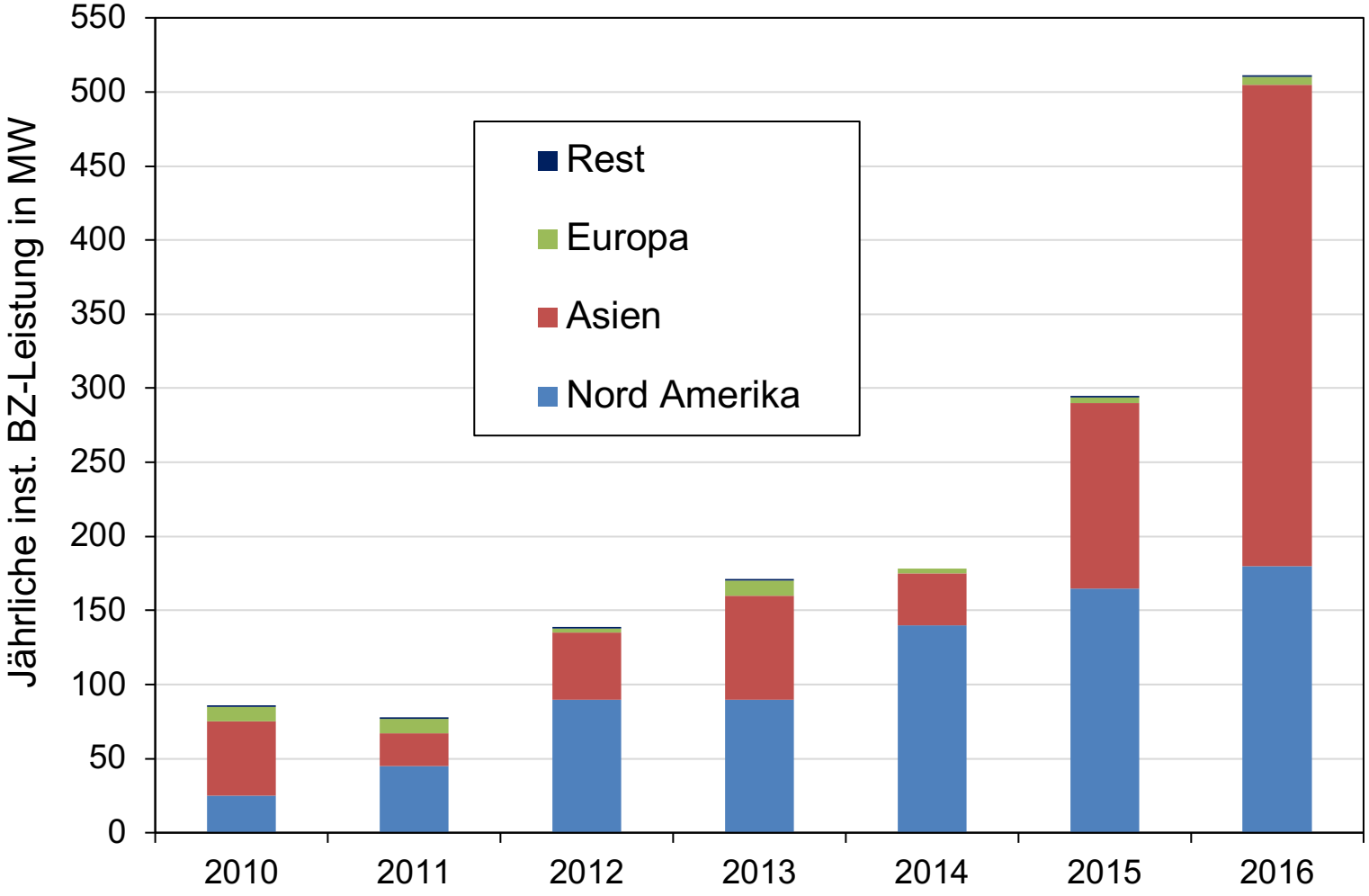
- Entschädigungszahlungen in D. im Jahre 2016: ca. 640 Mio. Euro
- Anteil Windkraft: ca. 70%
- Folgen:
  - Lokale / regionale Netzengpässe
  - Negative Strompreise
  - Regelenergiemarkt





Quelle: Bundesnetzagentur; EEG in Zahlen 2016

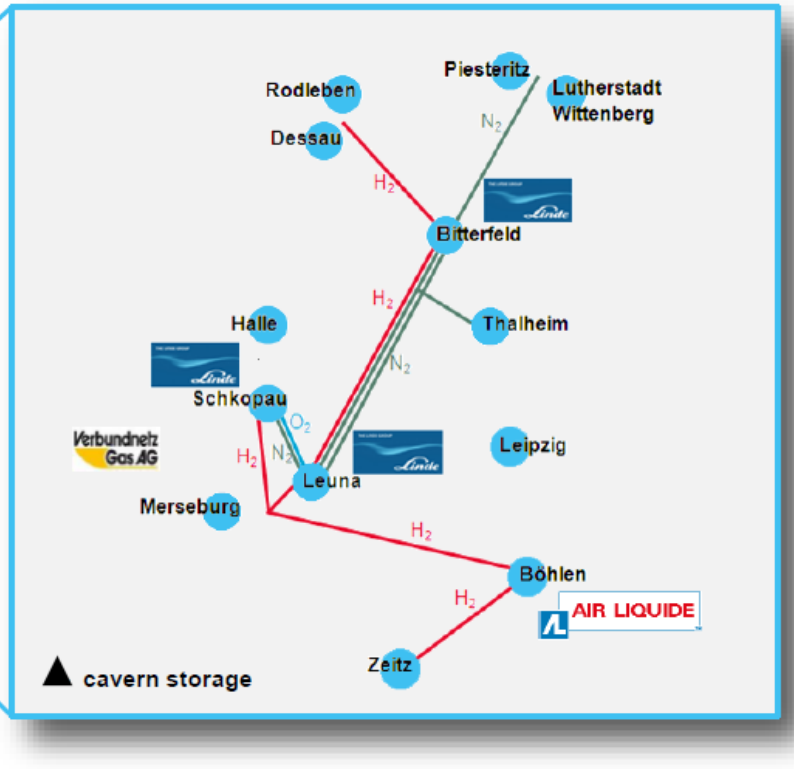
Kumulierte Leistung der verkauften Brennstoffzellen-Systeme



Quelle: U.S. Department of Energy; 2016 Renewable Energy Data Book

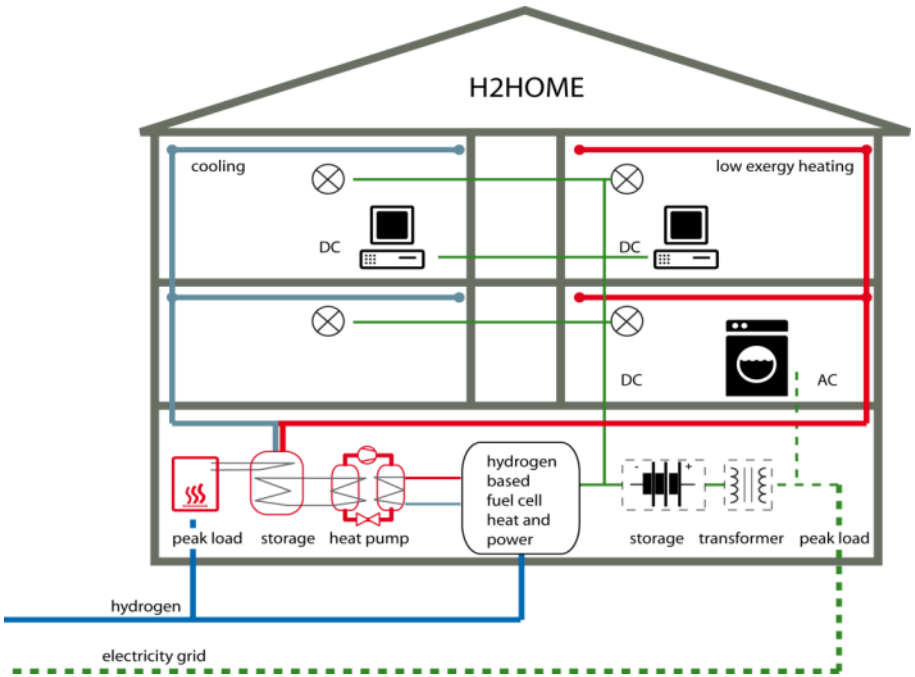
HYPOS (Hydrogen Power Storage & Solutions East Germany)

- Zweitgrößtes Wasserstoffpipelinenetz von Deutschland (150 km)
- Kavernenspeicher in der näheren Umgebung
- Hohes Potential für Stromerzeugung aus Photovoltaik und Windenergie
- **Anschluss von Gebäuden an H_2-Netz prinzipiell möglich**
- **Energiebedarf private Haushalte: 27%**



- Diskrepanz zwischen Erzeugung und Verbrauch / Speicherung von erneuerbarer Energie notwendig
- Grundlegende Voraussetzungen der Infrastruktur bestehen bereits

H2home: Dezentrale Energieversorgung mit H2-Brennstoffzellen



Projektziele

- Gebäudeenergieversorgung mit „grünen“ Wasserstoff
- Nutzung von elektrischer Energie in AC und DC Netzen
- Niedertemperaturheizung und Kühlung (Nutzung von Flächenheizungen)
- Optimierte Speicherauslegung (thermisch & elektrisch)
- Invest.-kosten der Brennstoffzelle: 4.000 €/$kW_{el.}$
- Hohe elektrische Wirkungsgrade

Kenngrößen: *inhouse engineering* H_2-BZ-BHKW

Zelltyp	Niedertemperatur - PEM
Brennstoff	Wasserstoff
Nennleistung elektrisch	ca. 5 kW
Nennleistung thermisch	ca. 4.75 kW
Gesamtwirkungsgrad	ca. 95%
Nettowirkungsgrad el.	ca. 50 %
Heizkreis (Vorlauf/Rücklauf)	50 °C / 70 °C
Kaltstart	ca. 1 min
Modulation 25 % bis 100 %	ca. 3 min
Abmessungen (b x l x h)	(740 x 1,550 x 1,159) mm
Betrieb	netzgekoppelt
H_2-Spitzenlastbrenner	ja (ca. 20 - 50 kW)
Lebensdauer PEM Stack	40.000 h
Lebensdauer System	> 10 Jahre

Vorgehensweise: Untersuchung eines Referenzgebäudes

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

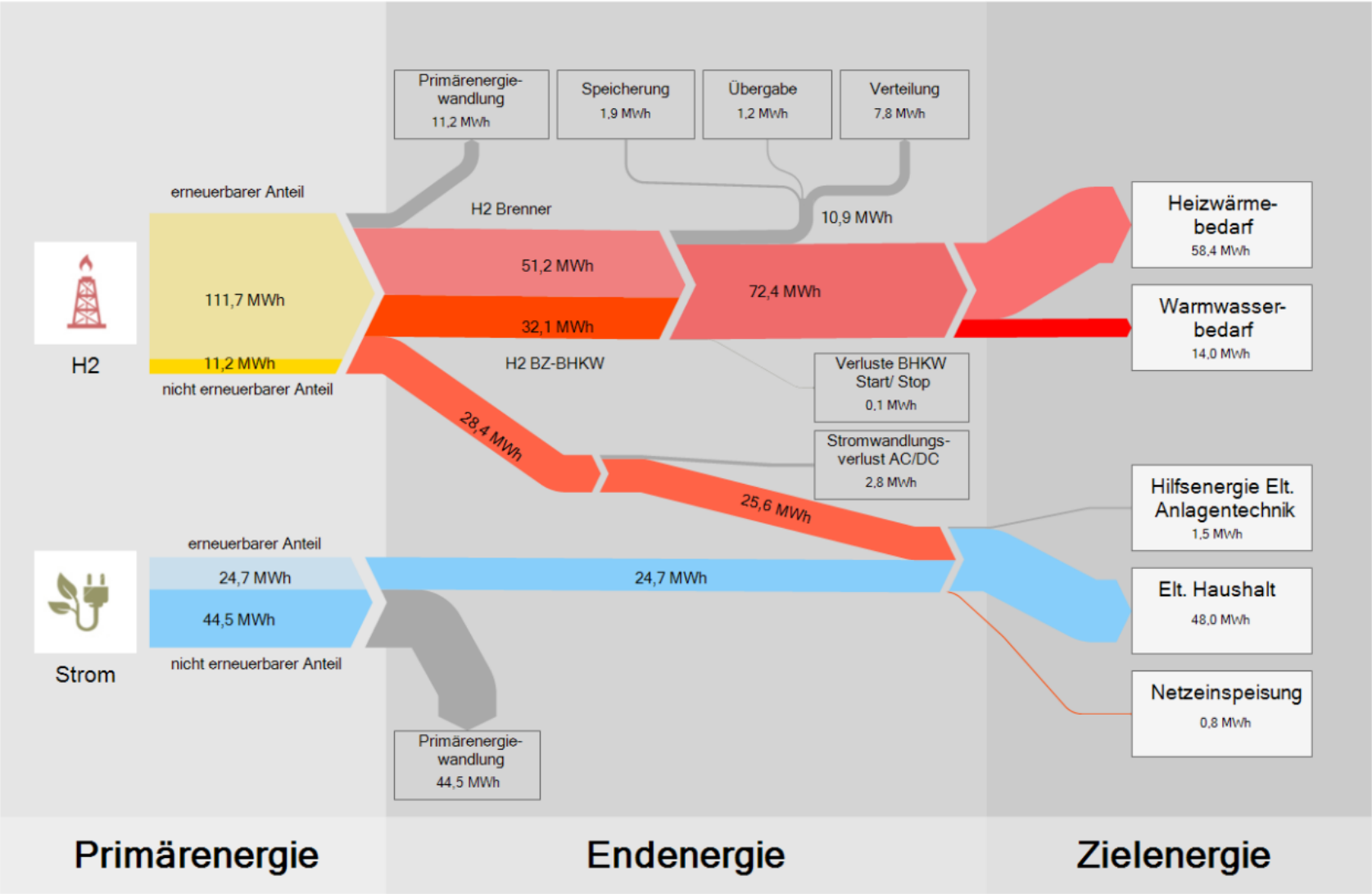
U – Wärmedurchgangskoeffizient in W/(m²*K)

g – Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung

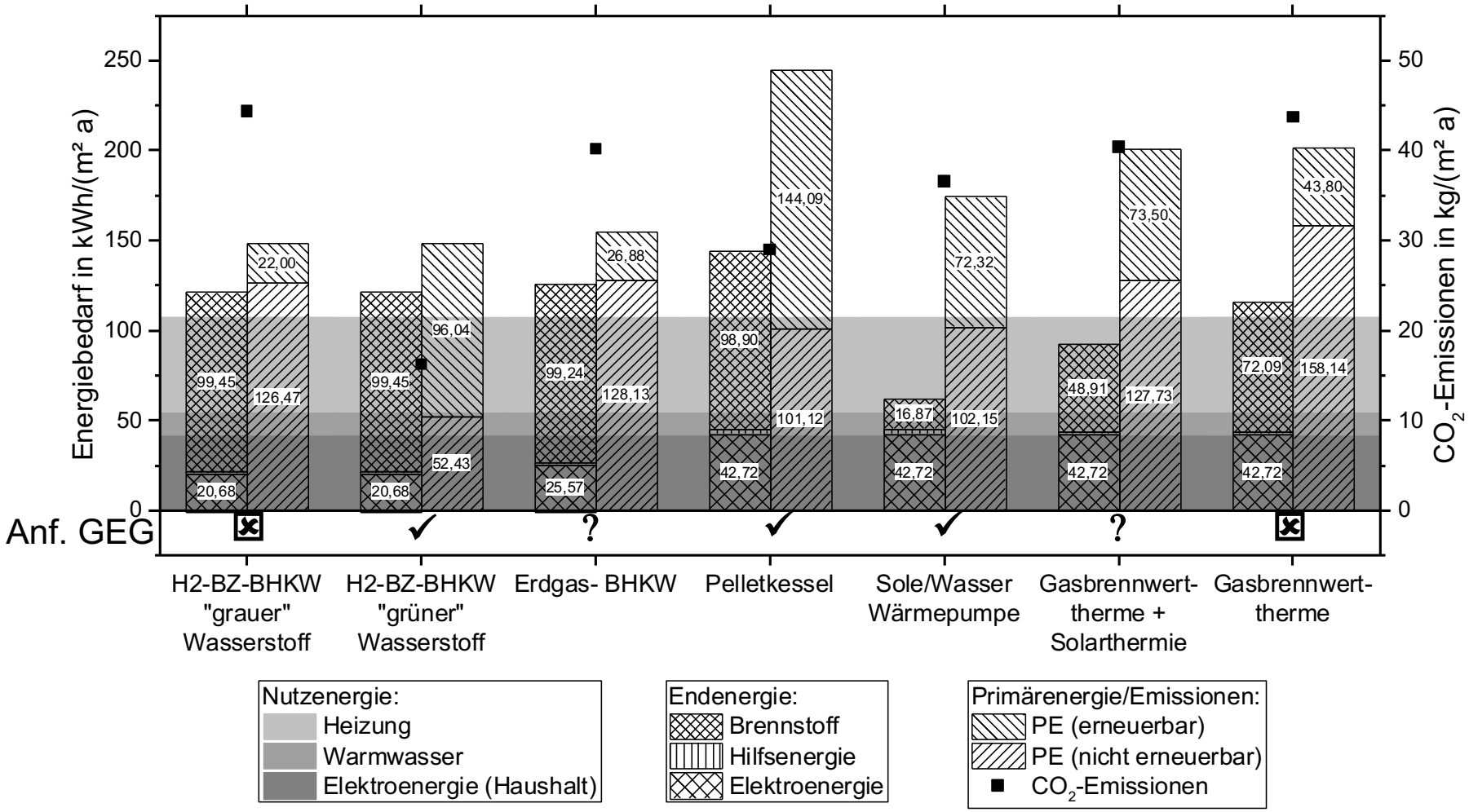
*zu unbeheizten Räumen

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

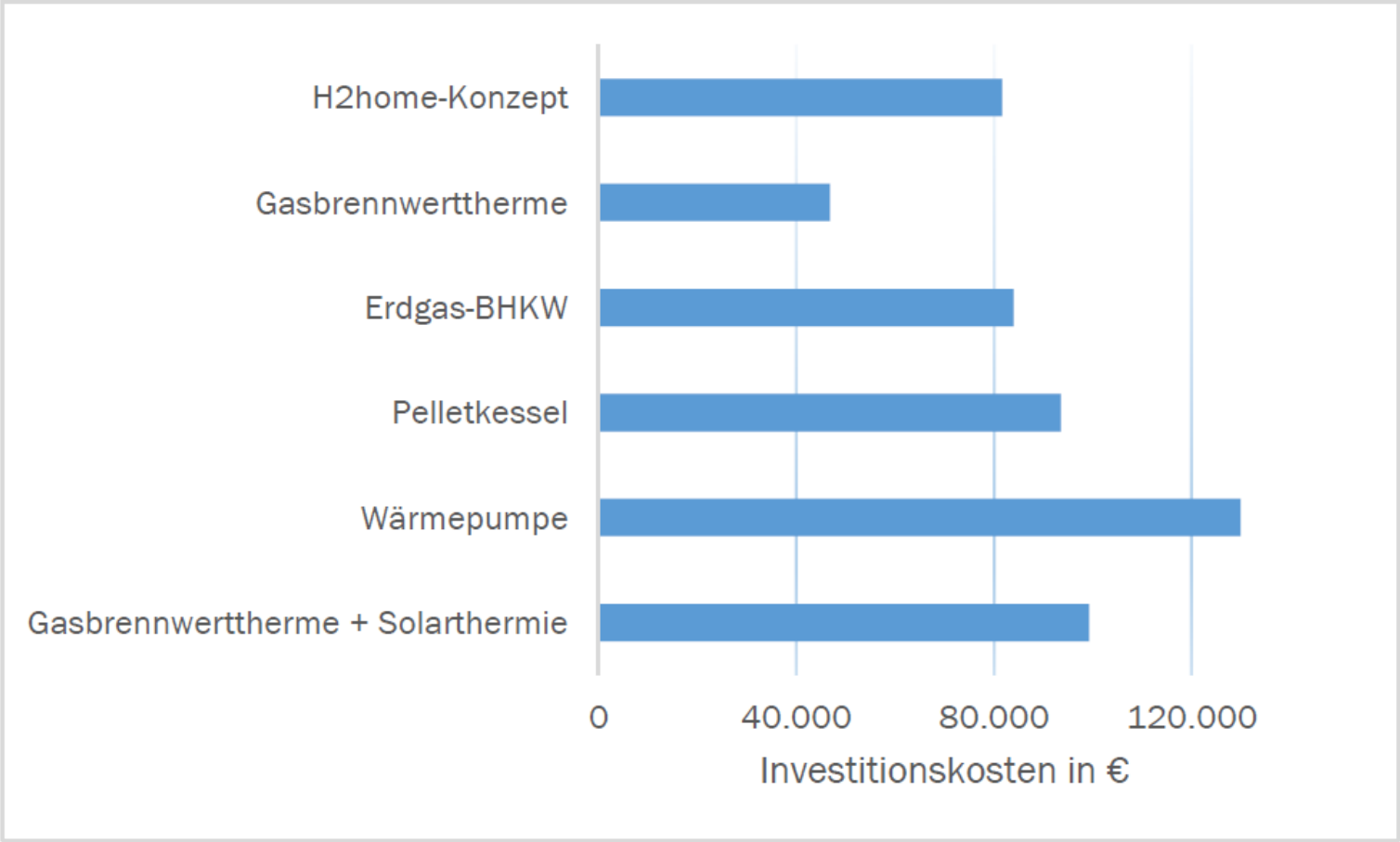
Energieflüsse im Sankey - Diagramm



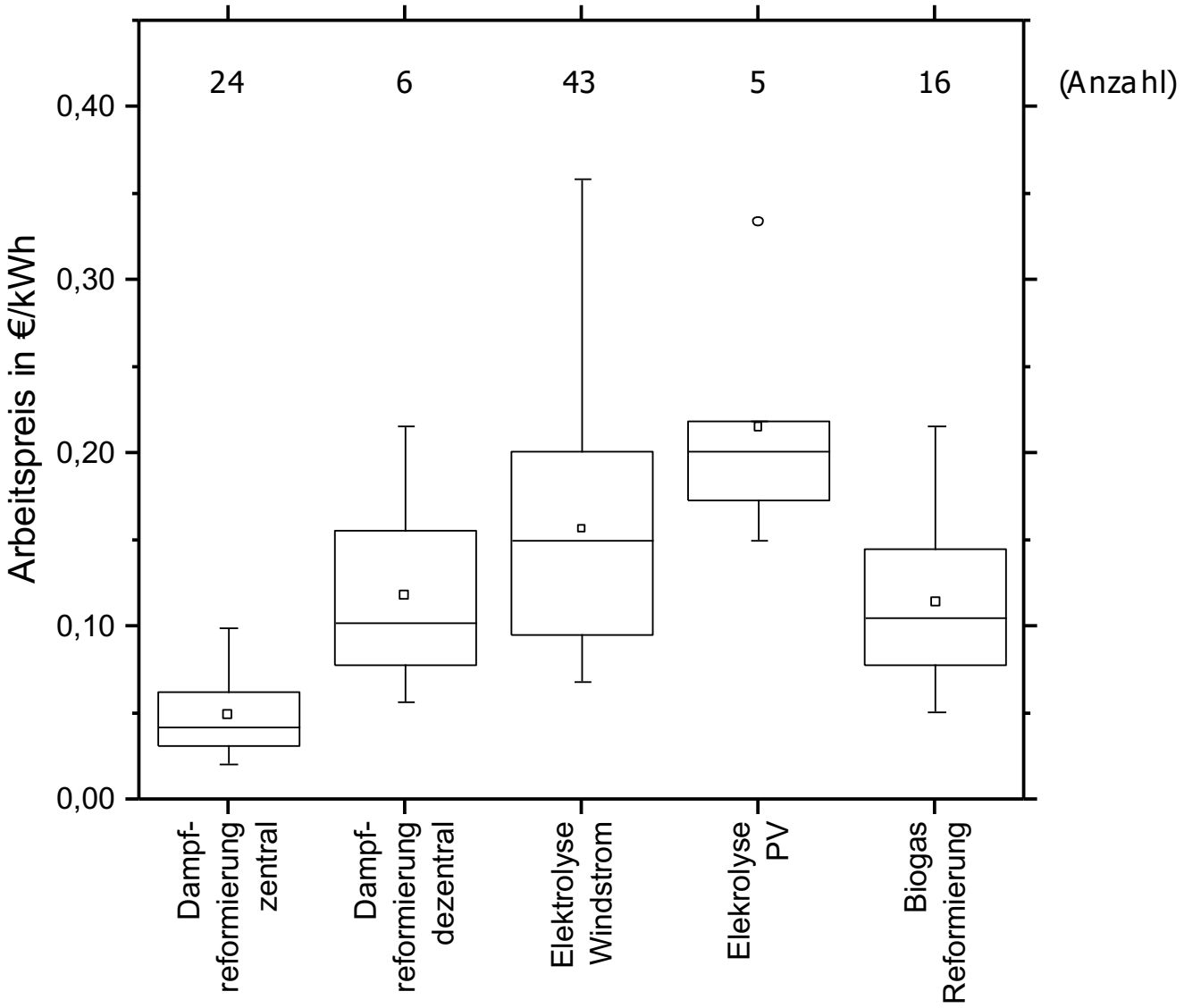
Nutz-, End- und Primärenergiebedarf sowie CO_2-Emissionen



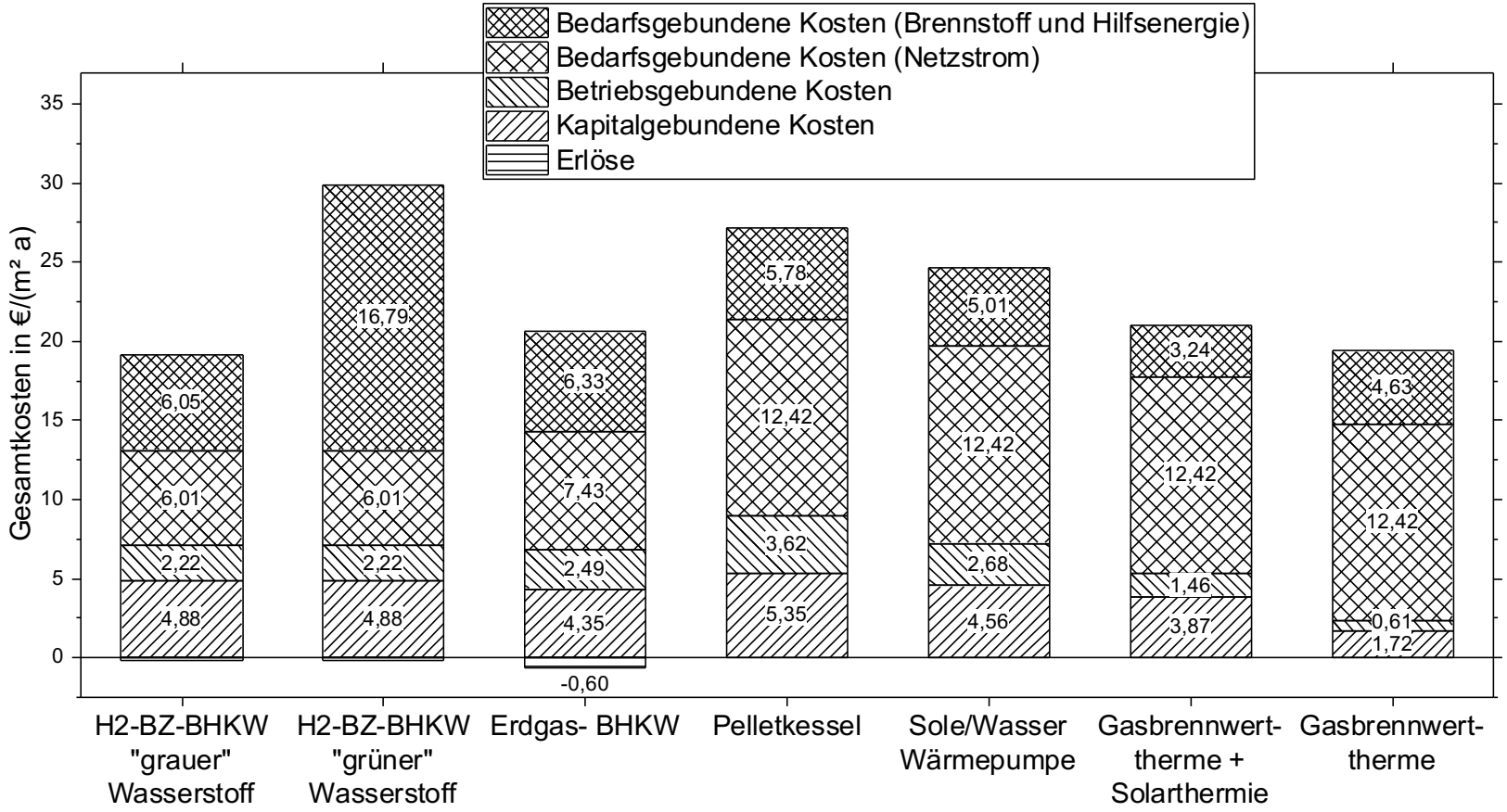
Invest.-kosten für verschiedene Energieversorgungskonzepte



Wirtschaftliche Bewertung - Herstellungskosten von Wasserstoff



Gesamtkostenvergleich



- Reduktion der Strombezugskosten durch H_2-BZ-BHKW um 50% möglich
- Bedarfsgebunde Kosten überwiegen

Zusammenfassung

- Voraussetzungen für energetisch, wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll Gebäudeenergieversorgung mit „grünem“ Wasserstoff:
  1. Optimale Anlagen- und Speicherauslegung (NT-Heizsystem wegen Brennwertnutzung, optimale Speichergrößen)
  2. H_2-BZ-BHKW mit hohem elektrischen Wirkungsgrad
  3. Volllaststunden: mind. 5.000 h
  4. Hoher Eigennutzungsanteil der erzeugten Elektroenergie (Mieterstrommodelle für BHKW‘s)
  5. H_2-BZ-BHKW und H_2-Spitzenlastkessel: vergleichbare Invest.-kosten wie motorische BHKW‘s bzw. Gaskessel
  6. Leitungsgebundenes Wasserstoffnetz vorhanden
  7. Wasserstoffkosten vergleichbar mit Kosten für Erdgas
- Ergebnisoffener Wettbewerb mit anderen Gebäudeenergieversor-gungskonzepten (NT-Nahwärmenetz in Verbindung mit BHKW, Power to heat, Photovoltaik und Solarthermie; Photothermie; Wärmepumpe; Biogas; Holz; Heizen ohne Heizung)

Vielen Dank!

Dipl.-Ing. Andreas Herrmann

TU Bergakademie Freiberg
Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik
Gustav-Zeuner-Str. 7
09599 Freiberg

Andreas.Herrmann@iwtt.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.