

# Auswertung des Energieverbrauchs von Mietwohngebäuden für unterschiedliche Dämmstandards

**Tobias Loga**

**IWU – Institut Wohnen und Umwelt GmbH**

## Fragestellungen

**(1) Wie genau ist die Verbrauchsschätzung der MOBASY-Realbilanzierung im Mittel?**

- Vergleich Verbrauch und Bedarf für unterschiedliche energetische Standards
- Sind Korrekturen oder Kalibrierungen nötig?

**Prognose-  
instrument**

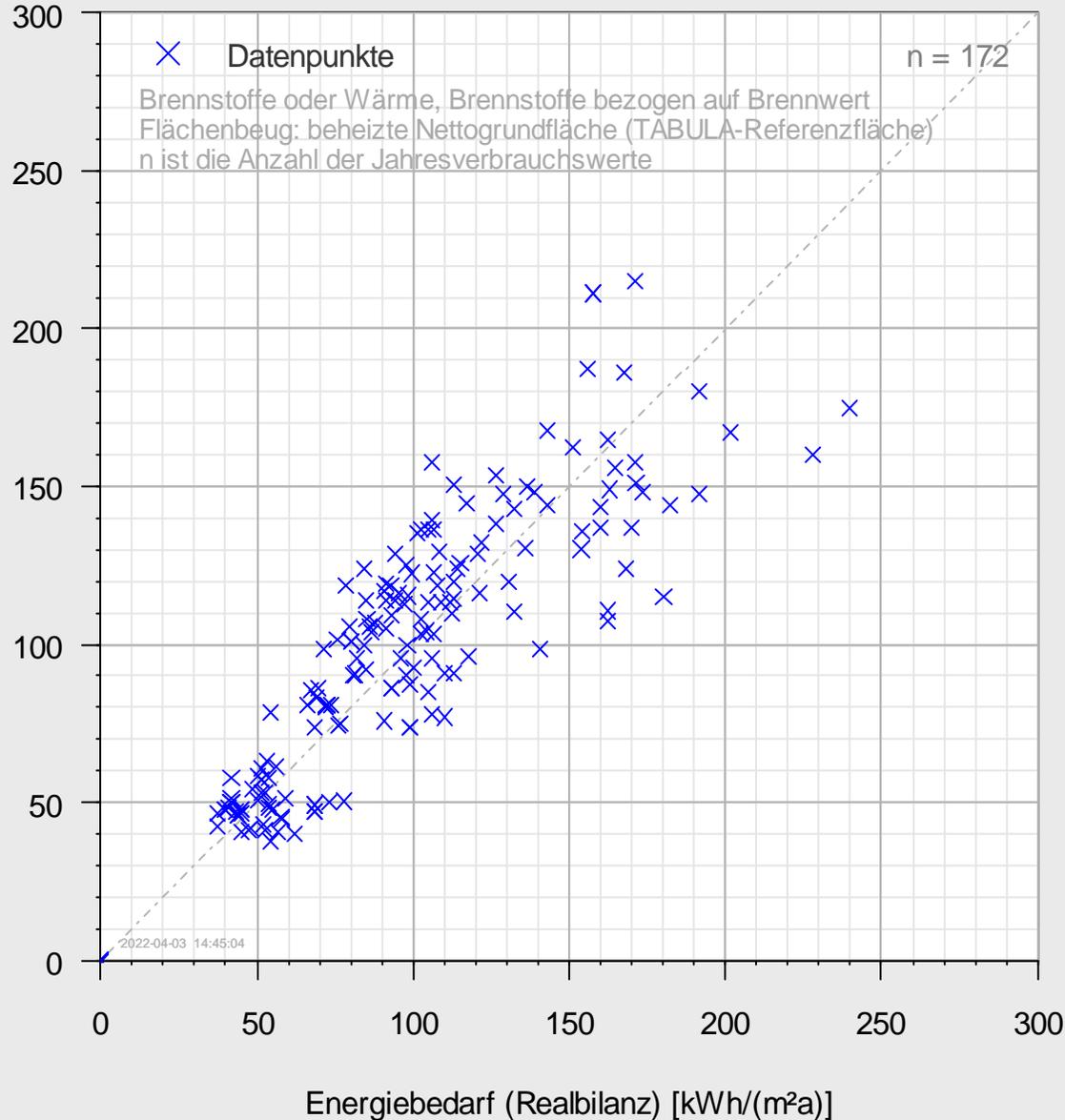
**(2) Welchen mittleren Verbrauch haben Mehrfamilienhäuser unterschiedlicher Dämmstandards?**

- Bildung von Kategorien entsprechend der rechnerischen Wärmeverluste der Gebäudehülle
- Mittelung des Energieverbrauchs je Kategorie

**praxistaugliche  
Vergleichswerte  
(Benchmarks)**

## Verbrauch über Bedarf Realbilanz

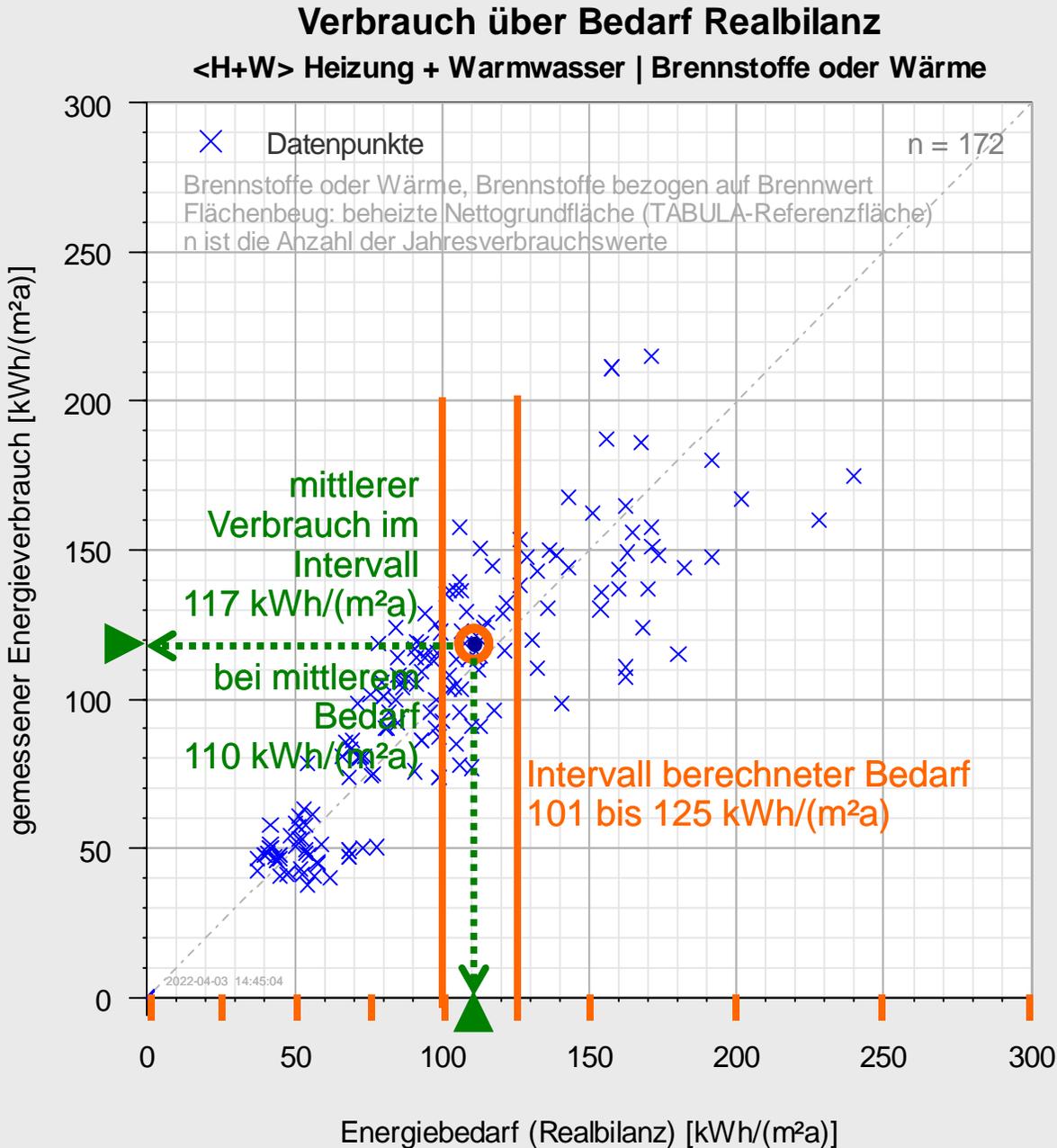
<H+W> Heizung + Warmwasser | Brennstoffe oder Wärme



Wie gut bildet das Modell die  
Realität ab?

<H+W> Heizung und Warmwasser  
Diagramm Verbrauch über Bedarf

▶ Datenpunkte Jahresverbrauch



## Wie gut bildet das Modell die Realität ab?

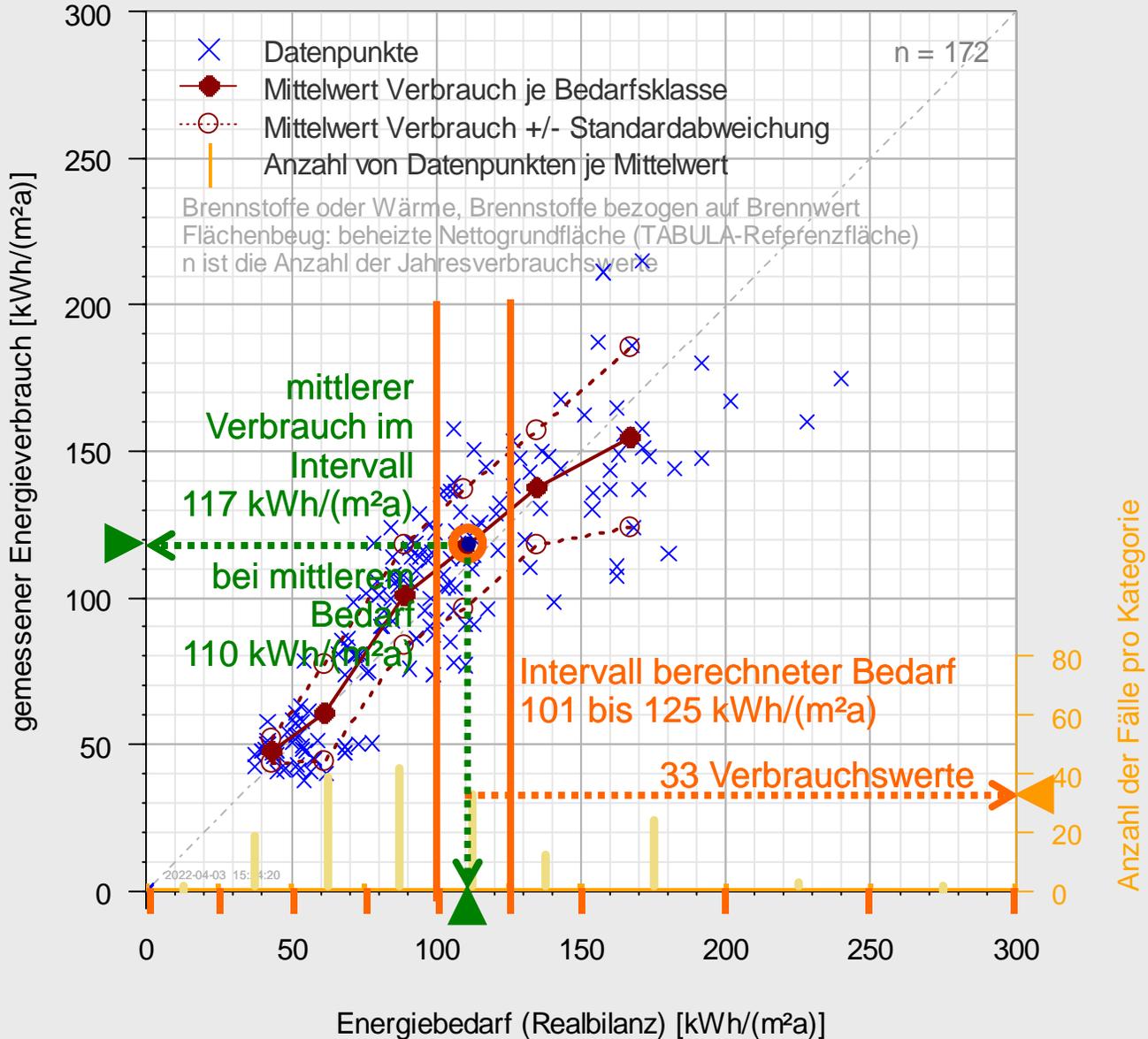
<H+W> Heizung und Warmwasser

Diagramm Verbrauch über Bedarf

- ▶ Datenpunkte Jahresverbrauch
- ▶ Mittelwerte für verschiedene Energiebedarfsklassen

## Verbrauch über Bedarf Realbilanz

<H+W> Heizung + Warmwasser | Brennstoffe oder Wärme



## Wie gut bildet das Modell die Realität ab?

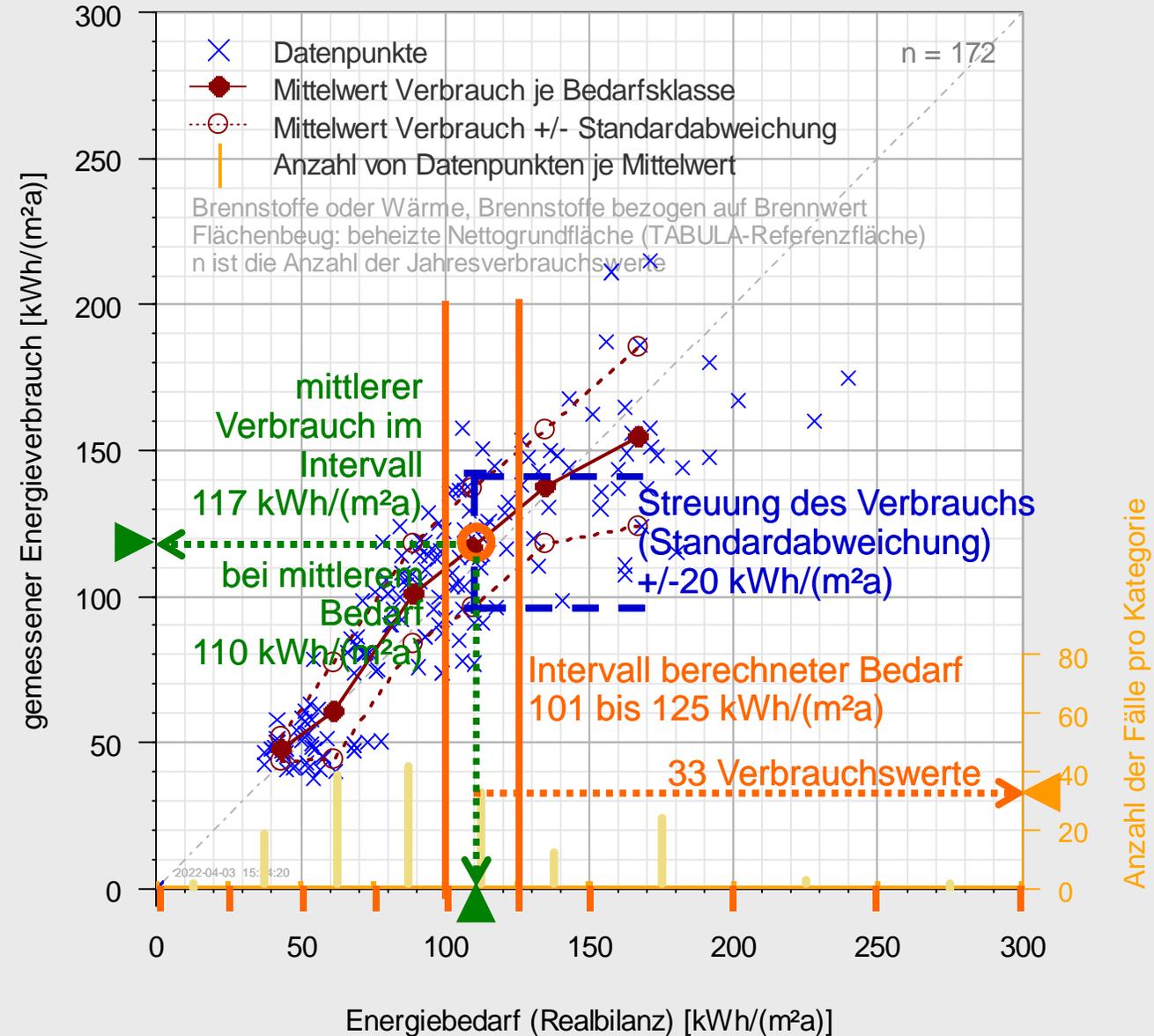
<H+W> Heizung und Warmwasser

Diagramm Verbrauch über Bedarf

- ▶ Datenpunkte Jahresverbrauch
- ▶ Mittelwerte für verschiedene Energiebedarfsklassen

## Verbrauch über Bedarf Realbilanz

<H+W> Heizung + Warmwasser | Brennstoffe oder Wärme



## Wie gut bildet das Modell die Realität ab?

<H+W> Heizung und Warmwasser

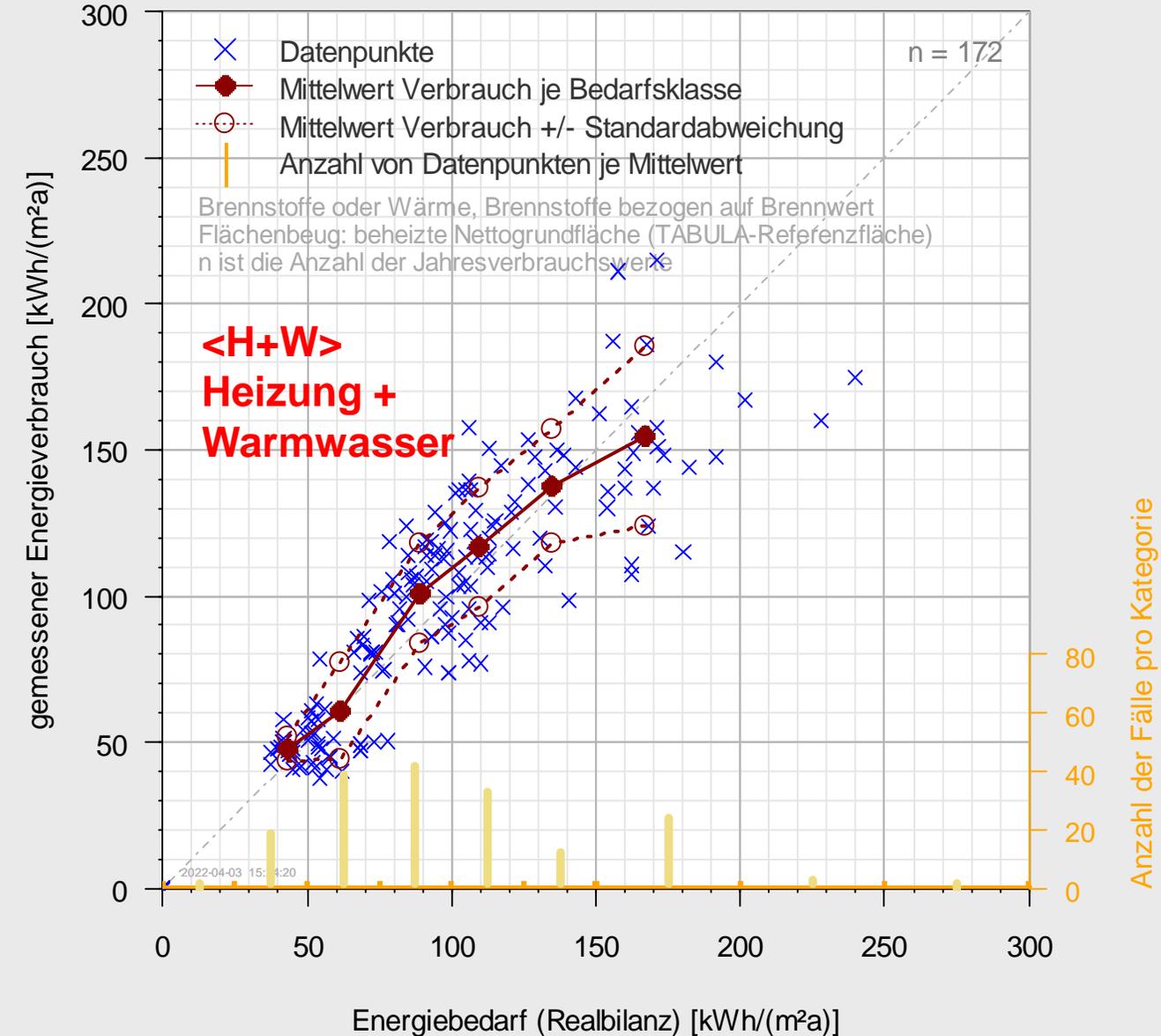
Diagramm Verbrauch über Bedarf

- ▶ Datenpunkte Jahresverbrauch
- ▶ Mittelwerte und Streuungen für verschiedene Energiebedarfsklassen



## Verbrauch über Bedarf Realbilanz

<H+W> Heizung + Warmwasser | Brennstoffe oder Wärme



## Wie gut bildet das Modell die Realität ab?

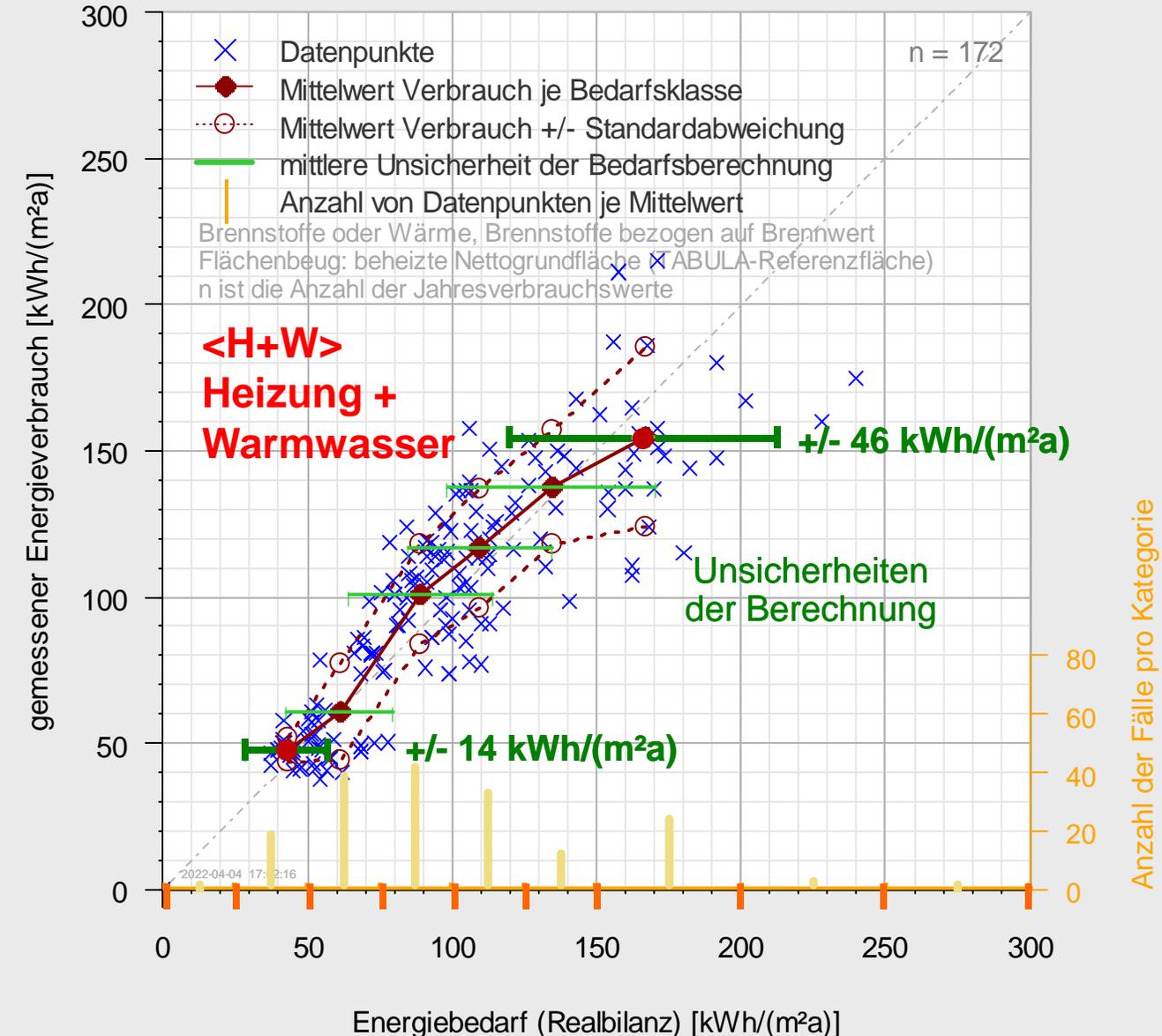
<H+W> Heizung und Warmwasser

Diagramm Verbrauch über Bedarf

- ▶ Datenpunkte Jahresverbrauch
- ▶ Mittelwerte und Streuungen für verschiedene Energiebedarfsklassen

## Verbrauch über Bedarf Realbilanz

<H+W> Heizung + Warmwasser | Brennstoffe oder Wärme



## Wie gut bildet das Modell die Realität ab?

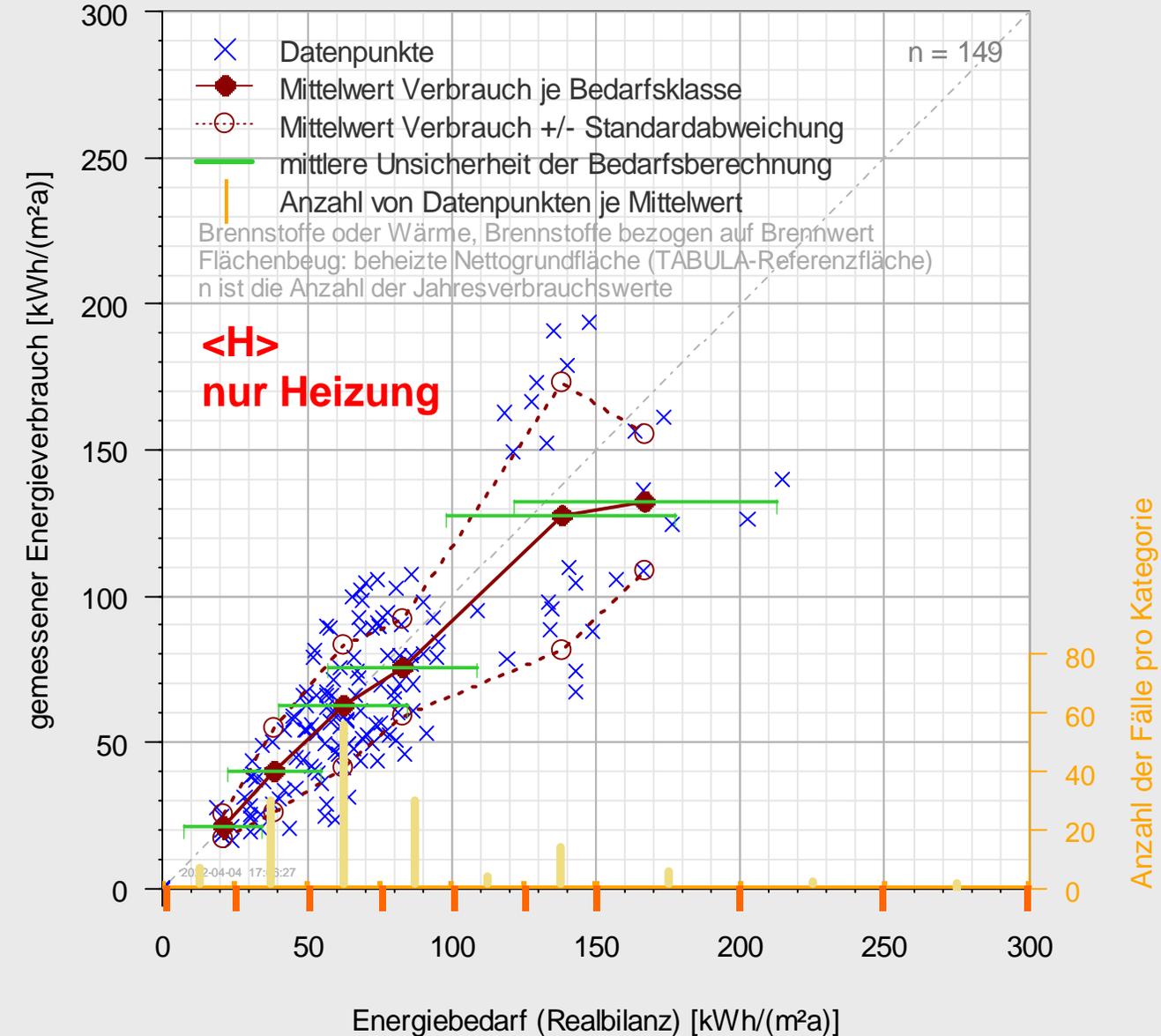
<H+W> Heizung und Warmwasser

Diagramm Verbrauch über Bedarf

- ▶ Datenpunkte Jahresverbrauch
- ▶ Mittelwerte und Streuungen für verschiedene Energiebedarfsklassen
- ▶ mittlere Unsicherheit des Bedarfs (Einzelgebäude)
- ➔ **Modellunsicherheit ist konsistent zur Streuung des Verbrauchs**

## Verbrauch über Bedarf Realbilanz

<H> Heizung | Brennstoffe oder Wärme



## MOBASY- Realbilanzierung



### Wie gut bildet das Modell die Realität ab?

<H> nur Heizung

Diagramm Verbrauch über Bedarf

- ▶ Datenpunkte Jahresverbrauch
- ▶ Mittelwerte und Streuungen für verschiedene Energiebedarfsklassen
- ▶ mittlere Unsicherheit des Bedarfs (Einzelgebäude) und Zusammenhang mit Streuung des Verbrauchs

# Wärmedämmung von Mietwohngebäuden – Welchen Energieverbrauch erreichen wir?

## Fragestellung

**Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem gemessenen Heizenergieverbrauch und der Dämmwirkung der Gebäudehülle?**

## Ansatz

Bildung von Verbrauchsbenchmarks für unterschiedliche Niveaus der Dämmung (in der Praxis einfach anwendbar / ohne Energiebilanz-Berechnung)

## Vorgehen

- ▶ Einteilung in Klassen entsprechend der “Wärmegüte” der thermischen Hülle
- ▶ Zuordnung der Energieverbrauchswerte zu den Klassen und Bildung von Mittelwerten
- ▶ statistische Auswertung Dämmstärken, Fenster-U-Werte und Lüftungstyp je Klasse

## Definition

**Wärmegüte** der thermischen Hülle  
= Wärmeverluste\* in W/K pro m<sup>2</sup>  
Wohnfläche

„Welchen Wärmeentzug erfährt ein Quadratmeter Wohnfläche je Grad Temperaturdifferenz zwischen innen und außen?“

## Ermittlung

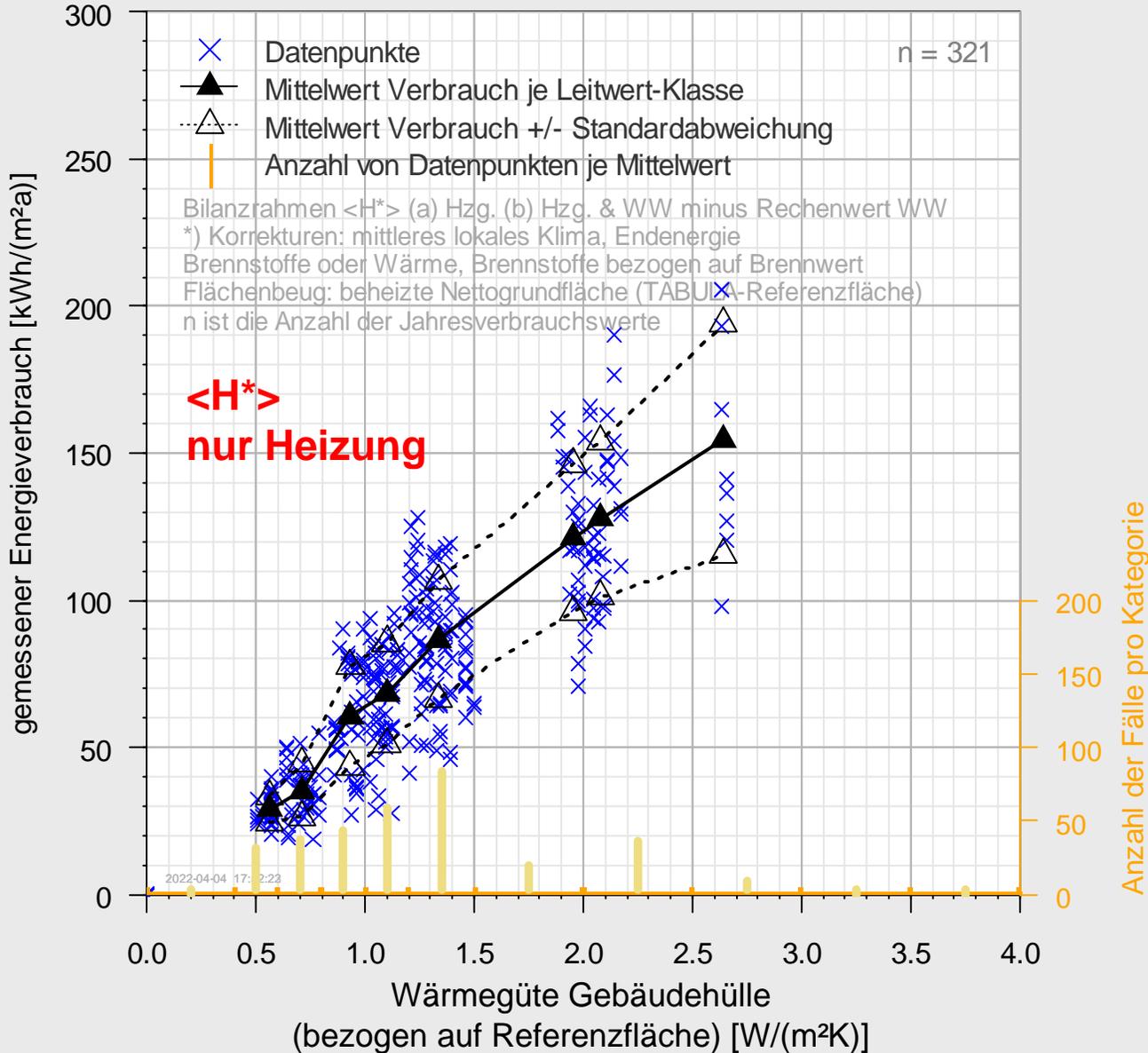
Multiplikation: Flächen x U-Werte\*\*

+ konstanter Zuschlag für Luftaustausch;  
falls Lüftungsanlagen vorhanden:  
reduziert um (pauschalen) Anteil der zurückgewonnenen Wärme

\*) Wärmetransferkoeffizient Transmission + Lüftung

\*\* ) Schätzverfahren Hüllfläche (geometrische Indikatoren) und Schätzung U-Wert (Baualter und nachträgliche Dämmung)

## Verbrauch über Wärmeleitwert <H\*> Heizung | Brennstoffe oder Wärme



## Überblick Verbrauchsbenchmarks

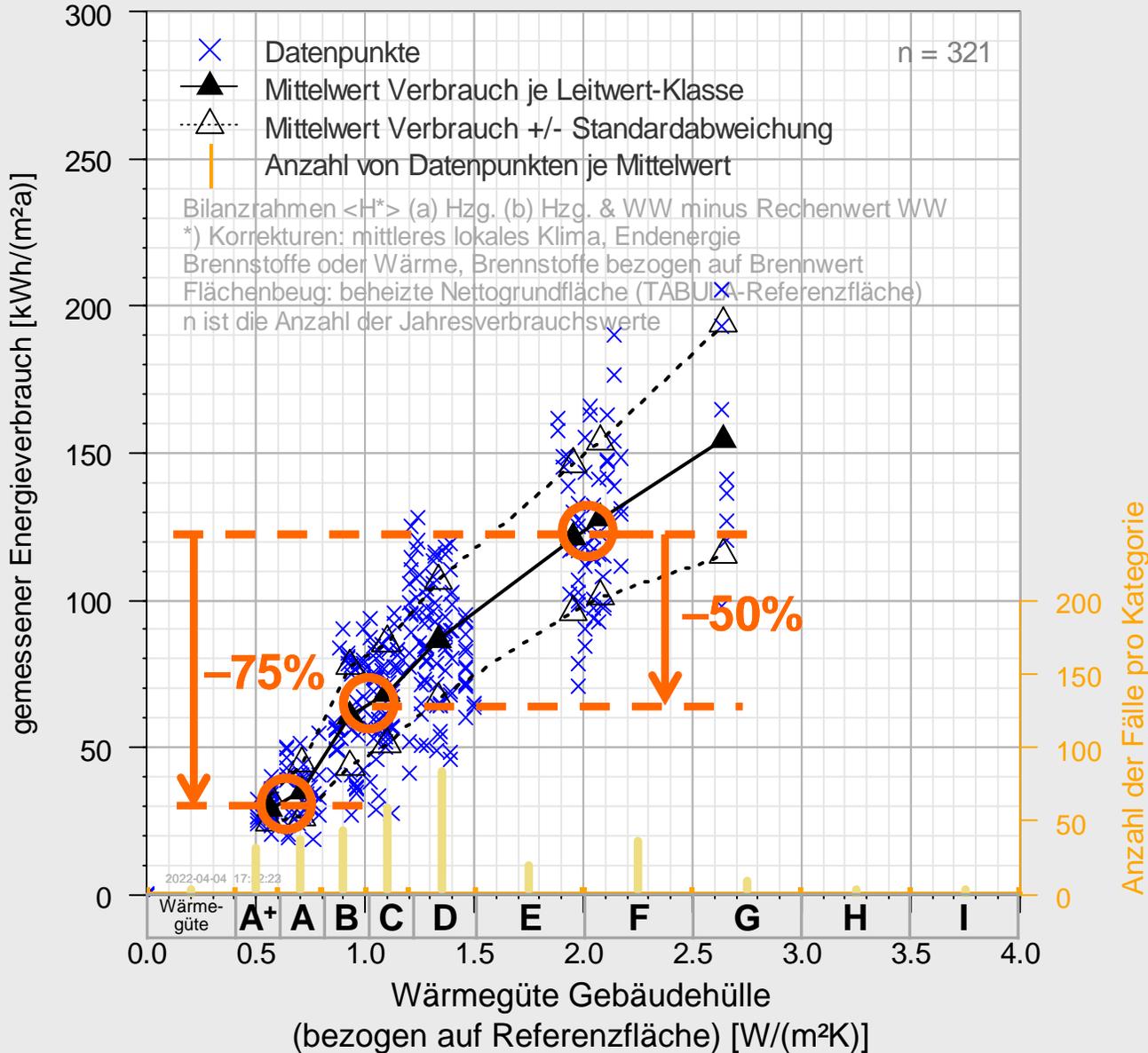


## Verbrauchskennwerte Heizung\* über der Wärmegüte der Gebäudehülle (Wärmeleitwert pro m² Referenzfläche)

<H\*> = gemeinsame Betrachtung der  
Messwerte <H> und <H+W>

\*) Zusammenführung <H> und <HW > im Diagramm:  
<H+W> um einen Betrag entsprechend  
Energiebedarf WW nach unten geschoben)

## Verbrauch über Wärmeleitwert <H\*> Heizung | Brennstoffe oder Wärme



## Überblick Verbrauchsbenchmarks



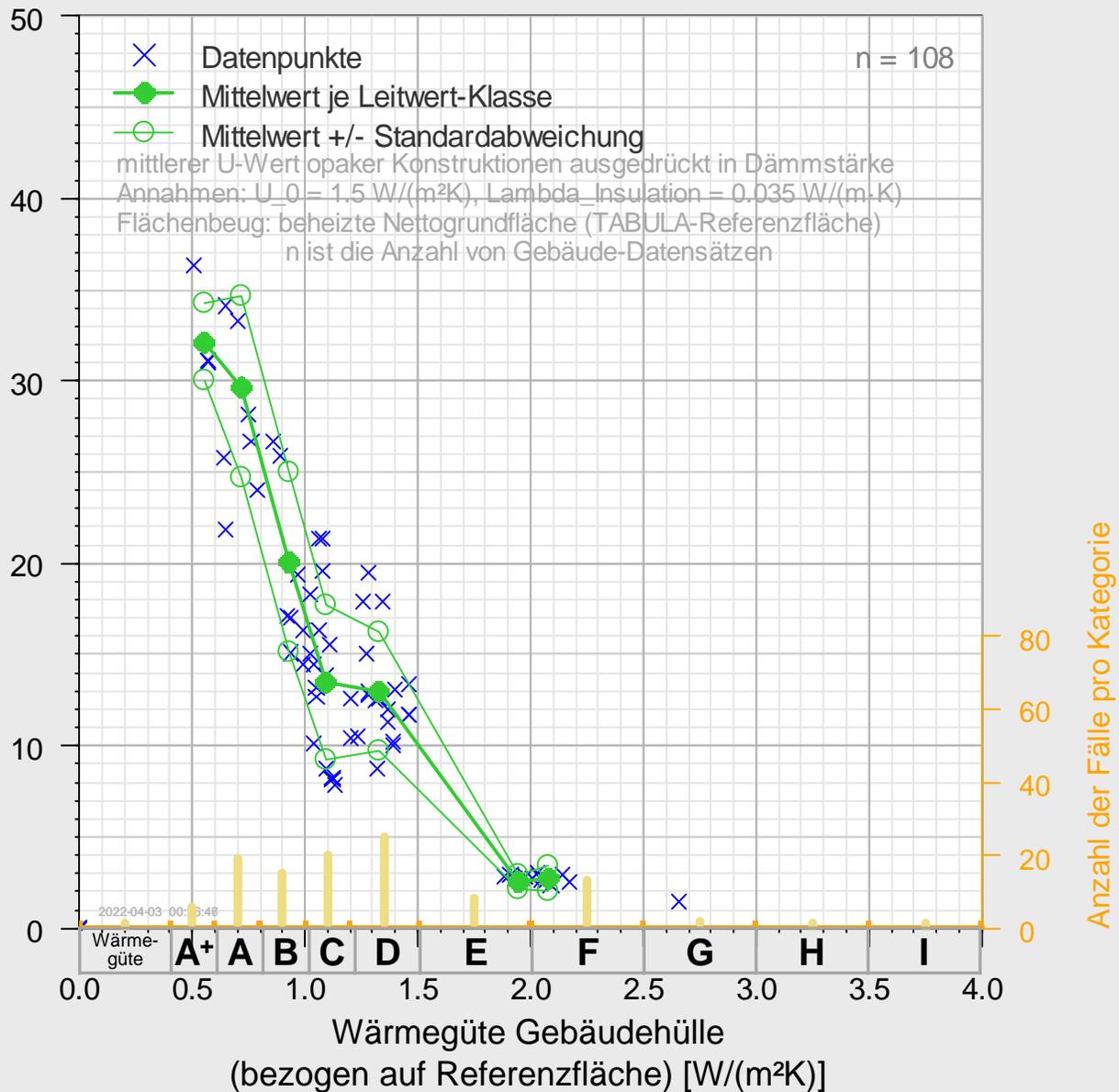
## Verbrauchskennwerte Heizung\* über der Wärmegüte der Gebäudehülle (Wärmeleitwert pro m² Wohnfläche)

- ▶ Klassen für die Wärmegüte
- ▶ Häufungen:  
unsaniert: E/F  
teilmodernisiert: D  
Modernisierung Standard: B/C  
Passivhaus-Komponenten: A+/A
- ▶ Unterschiede Energieverbrauch

\*) Zusammenführung <H> und <HW > im Diagramm:  
<H+W> um einen Betrag entsprechend  
Energiebedarf WW nach unten geschoben)

## Dämmstärke über Wärmeleitwert Gebäude

### Äquivalente Dämmstärke opaker Bauteile



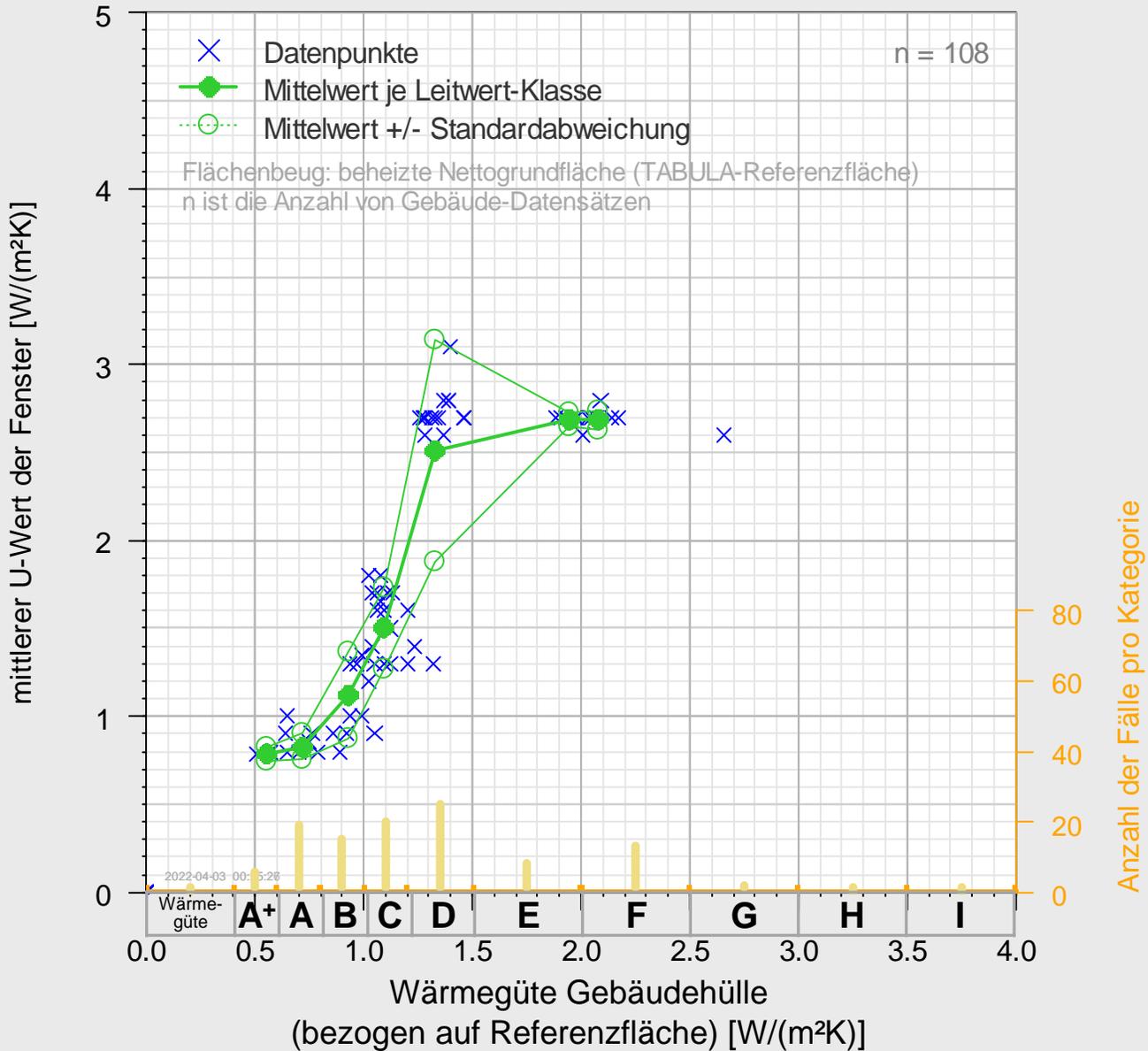
Bildung von  
Verbrauchsbenchmarks



## Statistische Auswertung der Dämmstärken opaker Elemente je Wärmegüte-Klasse

„äquivalente Dämmstärke“  
= Maß für den Wärmedurchgangswiderstand der Bauteile; Dicke einer Dämmung mit gleicher Wirkung, bei Ansatz einer einheitlichen Wärmeleitfähigkeit von  $0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

# Fenster-U-Wert über Wärmeleitwert Gebäude



Bildung von  
Verbrauchsbenchmarks

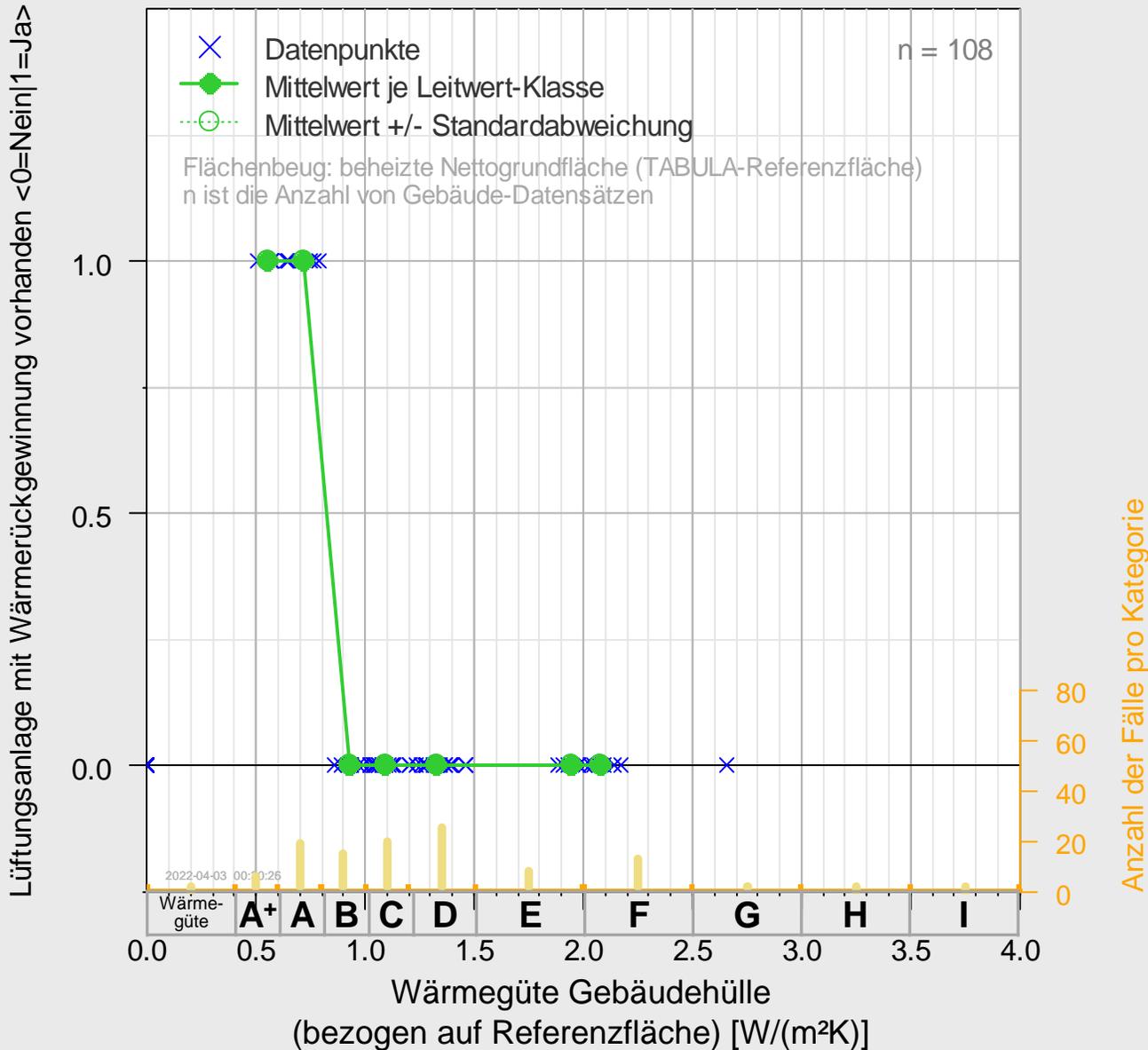


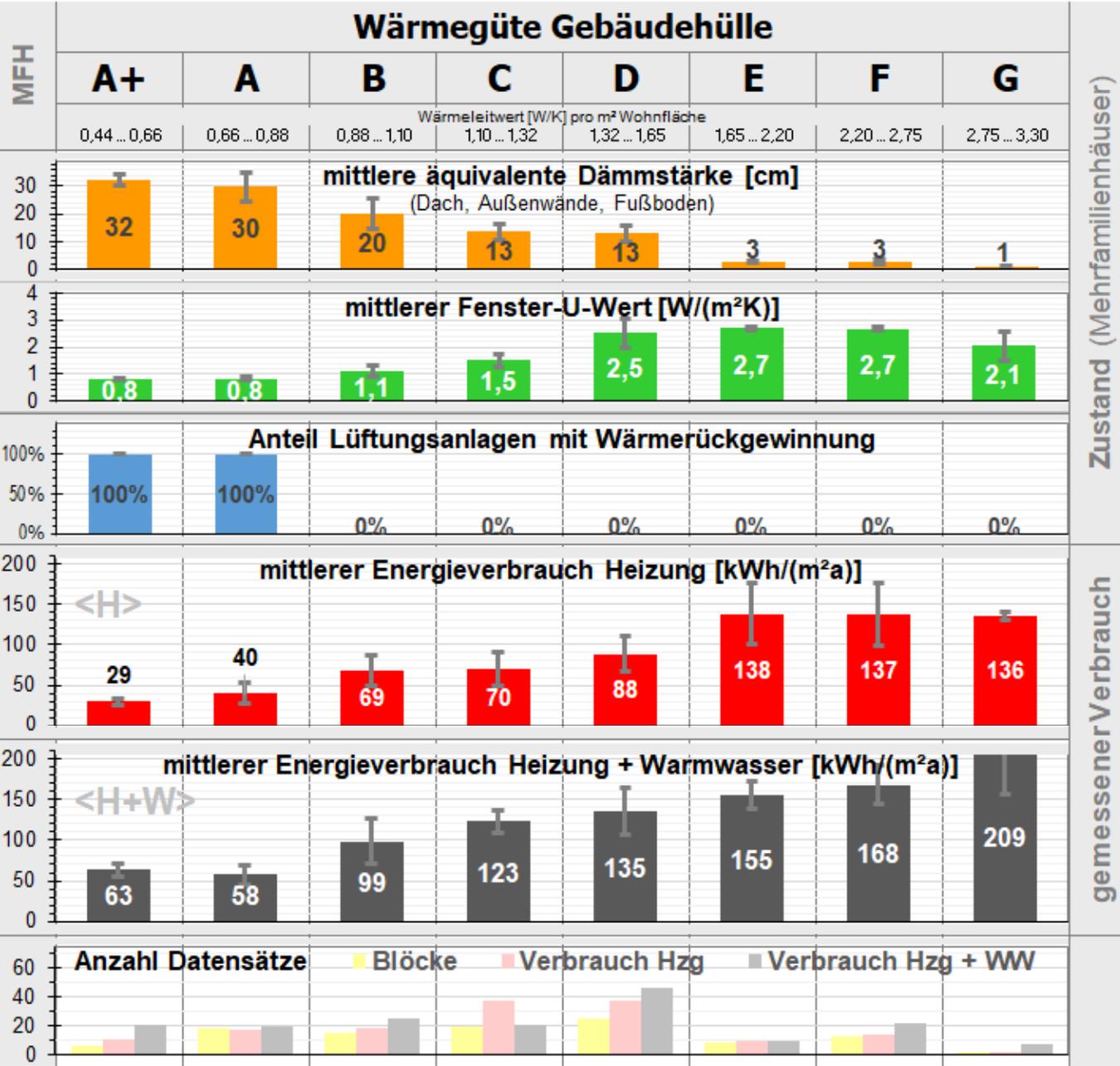
## Statistische Auswertung der Fenster-U-Werte je Wärmegüte-Klasse

## Statistische Auswertung der Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung je Wärmegüte-Klasse

Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung vorhanden:  
0 = nein  
1 = ja

### Vorhandensein WRG-Lüftungsanlage über Wärmeleitwert Gebäude





## Verbrauchs- benchmarks



### Statistische Auswertung der Zustands- und Verbrauchsdaten der MOBASY-Gebäudestichprobe, differenziert nach Wärmegüte\* der Gebäudehülle

Mehrfamilienhäuser mit konventioneller Wärmeversorgung (Fernwärme, fossile Brennstoffe)

Gesamtzahl Datensätze:  
108 Gebäudeblöcke  
Anzahl Jahresverbrauchswerte  
<H+W> 172  
<H> 149

\*) Wärmegüte:  
Wärmetransferkoeffizient  
Transmission + Lüftung  
("Wärmeleitwert"), bezogen  
auf die Wohnfläche

### Aufgaben für die Zukunft:

- ▶ Ausdehnung der Stichprobe MFH
- ▶ weitere Anlagentechniken:  
thermische Solaranlagen  
Elektrowärmepumpen
- ▶ Erweiterung auf Einfamilienhäuser

MOBASY-MFH-Stichprobe; Kennwerte bezogen auf beheizte Wohnfläche; Wärmeleitwert Gebäude [W/K] = Wärmetransferkoeffizient Transmission + Lüftung (rechnerische Wärmeverluste je Grad Temperaturdifferenz zwischen innen und außen); äquivalente Dämmstärke ermittelt aus dem mittleren U-Wert der opaken Bauteile, bei Annahme einer Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(mK) und einem Ausgangs-U-Wert von 1,5 W/(mK), für Fußboden/Kellerdecke wird der U-Wert mit einem Faktor 0,5 gewichtet; gemessener Verbrauch: Endenergie Brennstoffe (bezogen auf Brennwert) oder Fernwärme, Flächenbezug: beheizte Wohnfläche

# Rückfragen und Diskussion 😊

# Resümee

### Statistische Auswertung:

#### ▶ **erfolgreiche Modernisierungspraxis**

Die durch die Wohnungsunternehmen umgesetzten Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes funktionieren. Das theoretisch erwartete Verbrauchsniveau wird in der Praxis erreicht.

#### ▶ **Verbrauchsbenchmarks**

Für unterschiedliche Niveaus des Wärmeschutzes gibt es nun empirisch ermittelte Energieverbrauchswerte, die als Vergleichswerte herangezogen werden können.

#### ▶ **Ausblick**

Ausdehnung Datenbasis / Stichprobengröße; Erweiterung um Gebäude mit Wärmepumpen, thermischen Solaranlagen; Einbeziehung EFHs ...

## Schritte für den Einstieg in die Verfolgung der Maßnahmen

- ▶ **„Monitoring-Tabelle“**: Erstellen einer Excel-Tabelle mit einer Zeile je Gebäude (Hauseingang oder Gebäudeblock, je nach vorliegenden Daten), Eintrag von Grunddaten (Adresse, Anzahl Wohnungen, Wohnfläche, ...)
- ▶ **„Änderungserfassung“**: Nach Ablauf eines Kalenderjahres Eintrag der in dem Zeitraum umgesetzten Maßnahmen in den betreffenden Datensätzen:
  - Dämmstärke und Flächenanteil je Bauteil
  - Installation von Anlagentechnik (Wärmeerzeuger, Lüftungsanlagen, thermische Solaranlagen, PV) mit fester Codierung
  - Eintrag des Umsetzungsjahres als Startzeitpunkt für den Zustand; bei Modernisierung wird eine Kopie des alten Datensatzes erzeugt mit Angaben des Endes der Gültigkeit.

## Integration der Energieausweise im Energie-Monitoring:

- ▶ **Statistikblatt:** Bereitstellung einer Erfassungstabelle für Energieausweis-Ersteller (Datenfelder entsprechend der Monitoring-Tabelle; zusätzlich Berechnungsergebnisse Nutzwärmebedarf und Endenergiebedarf differenziert nach Energieträger, separat für Heizung und Warmwasser); verbindliche Vorgabe, dass bei jedem Nachweis dieses Blatt zusätzlich zum Energiebedarfsausweis und zum Energieverbrauchsausweis auszufüllen ist
- ▶ **Energieausweis-XML-Dateien:**
  - Sammeln der Energieausweis-XML-Dateien aller Nachweise an einer Stelle
  - Zusammenführen der Daten in eine auswertbare Tabelle
  - Überführung dieser Informationen in die Monitoring-Tabelle

## Schritte für den Einstieg in die Verfolgung des Energieverbrauchs

- ▶ **Abrechnungsdatenbank:** Programmierung einer Exportfunktion mit Aggregation auf Gebäude oder Block-Ebene, entsprechend dem Schlüssel (Gebäude-ID) der Monitoring-Tabelle. Dabei beachten:
  - Indikator / Codierung für Messeinrichtung verwenden  
(z.B. muss klar erkennbar sein, ob die Wärmemenge Warmwasser gemessen oder per HeizKostenV geschätzt wurde → als Abzugsbetrag erhebliche Auswirkungen auf den Heizenergieverbrauch)
  - Indikator für Leerstand im Verbrauchsjahr verwenden  
(Mittelung über alle Wohnungen im Gebäude: Prozentanteil Leerstand für WW im Verbrauchszeitraum, für Heizung gewichtet mit Standardwerten der monatlichen Gradtagzahl)
- ▶ **im Fall von Lieferverträgen zwischen Energieversorger und Mieter:** Klärung inwiefern gebäudeaggregierte Werte zur Verfügung gestellt werden können
- ▶ **Personal-Ressourcen** und Zuständigkeiten für Energie-Controlling

### ▶ **Energiebedarfsausweis:**

- Anzeige von Werten im Ausweis, die mit Verbrauch vergleichbar: Wärmebedarf ohne und mit Verteilverlusten, Endenergiebedarf nach Energieträger ohne Verrechnung; differenziert nach Heizung und WW
- bei Neubau + Modernisierungsplanung: Nachweispflicht Verbrauch (ähnlich wie in Luxemburg)

### ▶ **Energieverbrauchsausweis:**

- verbindliche Festlegung der Angabe von Energieprofil-Monitoring-Indikatoren als Zusatzinformationen zum Energieverbrauch

### ▶ **Energieausweis-XML-Dateien:**

- Aufnahme wichtiger Indikatoren und Kategorisierung über Codes (analog zur ersten Energieausweis-Datenbank der dena, erstellt im Rahmen des „dena-Gütesiegel-Energieausweis“)
- öffentliche Bereitstellung einer Software-Lösung zum Import von XML-Dateien → Nutzbarmachung für die statische Auswertung eigener XML-Dateien im Wohnungsunternehmen

**Herzlichen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit!**

**Die Präsentationen werden in wenigen Tagen  
als PDF zur Verfügung gestellt.**

# Anhang

- **Referenzen / Literaturhinweise**
- **Energieprofil-Formulare Gebäude und Anlagentechnik**
- **Details der statistischen Auswertungen  
differenziert nach Klassen der Wärmegüte Gebäude**
- **Beispiele für statistische Auswertungen der beiden Erhebungen im  
Wohngebäudebestand 2009 und 2016  
(Zufallsstichproben)**
- **tabellarische Übersicht über Methoden der MOBASY-Realbilanzierung**

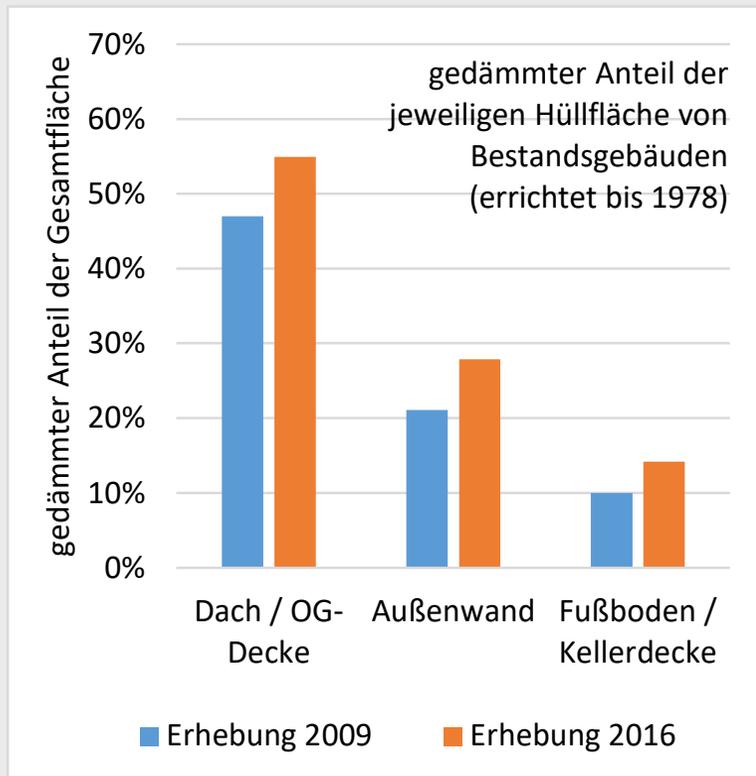
# Referenzen / Literaturhinweise

[Diefenbach et al. 2010]	Diefenbach, Nikolaus; Cischinsky, Holger; Rodenfels, Markus; Clausnitzer, Klaus-Dieter: Datenbasis Gebäudebestand. Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand; IWU - Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt 2010 <a href="http://www.iwu.de/forschung/gebäudebestand/sanierungsrate/">www.iwu.de/forschung/gebäudebestand/sanierungsrate/</a>	<b>Stichprobenerhebungen im Wohngebäudebestand 2009 und 2016, Ermittlung von Modernisierungsraten</b>
[Cischinsky / Diefenbach 2018]	Cischinsky, Holger; Diefenbach, Nikolaus: Datenerhebung Wohngebäudebestand 2016; IWU - Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt 2018. <a href="http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/Endbericht_Datenerhebung_Wohngeb%C3%A4udebestand_2016.pdf">www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/Endbericht_Datenerhebung_Wohngeb%C3%A4udebestand_2016.pdf</a>	<b>Ermittlung bedarfsdifferenzierte Verbrauchsbenchmarks, Kalibrierungsfunktionen für DIN V 4108-6 / 4701-10 und für DIN V 18599 / Empfehlungen Energieeffizienzmonitoring im Gebäudebereich</b>
[Loga et al. 2019]	Loga, Tobias; Stein, Britta; Hacke, Ulrike; Müller, André; Großklos, Marc; Born, Rolf; Renz, Ina; Cischinsky, Holger; Hörner, Michael; Weber, Ines: Berücksichtigung des Nutzerverhaltens bei energetischen Verbesserungen; Hrsg.: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR); BBSR-Online-Publikation 04/2019; Bonn, März 2019; ISSN 1868-0097 <a href="https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSROnline/2019/bbsr-online-04-2019-dl.pdf">https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSROnline/2019/bbsr-online-04-2019-dl.pdf</a>	<b>bedarfsdifferenzierte Verbrauchsbenchmarks für Verbrauchcontrolling in einem Wohnungsunternehmen</b>
[Loga / Stein 2020]	Loga, Tobias; Stein, Britta: Prognose des Heizenergieverbrauchs von Wohngebäuden auf Basis des EnEV-Nachweises. Tagungsband der 12. EffizienzTagung Bauen + Modernisieren 2020 (13. + 14.11.2020, Online-Tagung). <a href="https://www.researchgate.net/publication/350710335_Prognose_des_Heizenergieverbrauchs_von_Wohngebäuden_auf_Basis_des_EnEV-Nachweises">https://www.researchgate.net/publication/350710335_Prognose_des_Heizenergieverbrauchs_von_Wohngebäuden_auf_Basis_des_EnEV-Nachweises</a>	<b>Realbilanzierung auf der Basis von Energieprofil-Indikatoren; Verbrauchsbenchmarks nach Gebäudezustand</b>
[Loga et al. 2020a]	Loga, Tobias; Swiderek, Stefan; Grafe, Michael: Modellprojekt Energieverbrauchsbenchmarks. Soll-/Ist-Vergleich des Energieverbrauchs zur Evaluierung und Steigerung der Effizienz von Energiesparmaßnahmen im Praxisalltag eines Wohnungsunternehmens; Institut Wohnen und Umwelt (IWU), Darmstadt 2020 <a href="https://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/gebäudebestand/prj/2019_IWU_LogaSwiderekGrafe_ModellprojektEnergieverbrauchsbenchmarks_NHW.pdf">https://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/gebäudebestand/prj/2019_IWU_LogaSwiderekGrafe_ModellprojektEnergieverbrauchsbenchmarks_NHW.pdf</a>	
[Loga et al. 2020b]	Loga, Tobias; Repp, Monika; Swiderek, Stefan: Verbrauchsbenchmarks – ein Soll-Ist-Vergleich für Wohnungsunternehmen; Tagungsband der 12. EffizienzTagung Bauen + Modernisieren 2020 (13. + 14.11.2020, Online-Tagung). <a href="http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.25524.78724">http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.25524.78724</a>	
[Loga et al. 2021]	Loga, Tobias; Großklos, Marc; Müller, André; Swiderek, Stefan; Behem, Guillaume: Realbilanzierung für den Verbrauch-Bedarf-Vergleich (MOBASY Teilbericht). Realistische Bilanzierung und Quantifizierung von Unsicherheiten als Grundlage für den Soll-Ist-Vergleich beim Energieverbrauchscontrolling; IWU- Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt 2021; ISBN 978-3-941140-67-7; <a href="http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.22472.24328">http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.22472.24328</a>	
[Loga / Behem 2021]	Loga, Tobias; Behem, Guillaume: Target/actual comparison and benchmarking used to safeguard low energy consumption in refurbished housing stocks; Proceedings of the eceee Summer Study 2021. <a href="https://www.researchgate.net/publication/355124720_Targetactual_comparison_and_benchmarking_used_to_safeguard_low_energy_consumption_in_refurbished_housing_stocks">https://www.researchgate.net/publication/355124720_Targetactual_comparison_and_benchmarking_used_to_safeguard_low_energy_consumption_in_refurbished_housing_stocks</a>	
[Loga 2022]	Loga, Tobias: Verlässliche Energieverbrauchsprognosen durch MOBASY-Realbilanzierung; IWU – Institut Wohnen und Umwelt – Auszug aus dem Wissenschaftlichen Jahresbericht 2021; IWU, Darmstadt 2022 <a href="https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/energie/mobasy/2021_Loga_MOBASY_Realbilanzierung_Ueberblick">https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/energie/mobasy/2021_Loga_MOBASY_Realbilanzierung_Ueberblick</a>	

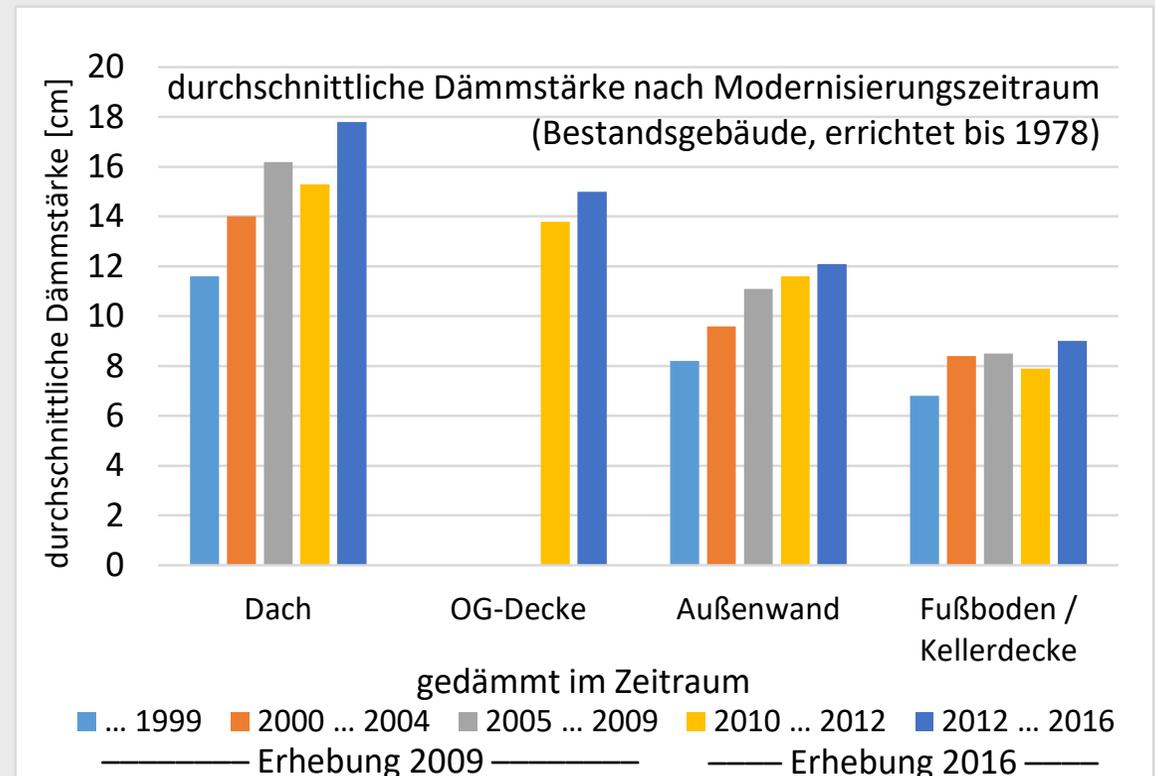
# Beispiele für statistische Auswertungen der beiden Erhebungen im Wohngebäudebestand 2009 und 2016

(Zufallsstichproben) [Diefenbach et al. 2010] und [Cischinski / Diefenbach 2018]

## gedämmter Anteil der Hüllfläche von Altbauten



## durchschnittliche Dämmstärke nach Modernisierungszeitraum



\*) Unsicherheiten der Mittelwerte: gedämmter Anteil  $\pm 0,8\%$  to  $\pm 1,5\%$ ; Dämmstärke  $\pm 0,2$  ...  $\pm 0,9$  cm

(eigene Darstellung der Zahlen aus den beiden Veröffentlichungen)

# Energieprofil-Formulare Gebäude + Anlagentechnik

Download PDF: [http://www.iwu.de/fileadmin/tools/energyprofile/EnergyProfile\\_Forms\\_BuildingSystem GER.pdf](http://www.iwu.de/fileadmin/tools/energyprofile/EnergyProfile_Forms_BuildingSystem GER.pdf)

## Energieprofil Fragebogen Gebäude

Gebäude-Einheit  Anzahl Häuser   
 Variante  Anzahl Blöcke   
 beheizte Wohnfläche  m<sup>2</sup> Baujahr   
 Anzahl Wohnungen  Jahr des hier dargestellten Zustands   
 Anzahl Vollgeschosse  lichte Raumhöhe   
 (ohne Dach- und Kellergeschoss) (Eintrag nur wenn < 2,30 m oder > 2,70 m)

direkt angrenzende Nachbargebäude  
 keins (freistehend)   
 auf einer Seite   
 auf zwei Seiten   
 keine Angabe / unbekannt 

Dach  
 Flachdach oder flach geneigtes Dach   
 Dachgeschoss unbeheizt   
 Dachgeschoss teilweise beheizt   
 Dachgeschoss voll beheizt   
 keine Angabe / unbekannt   
 Dachgauben oder andere Dachaufbauten vorhanden 

Grundriss  
 kompakt   
 normal   
 komplex / langgestreckt   
 keine Angabe / unbekannt 

Keller  
 nicht unterkellert   
 Kellergeschoss unbeheizt   
 Kellergeschoss teilweise beheizt   
 Kellergeschoss voll beheizt   
 keine Angabe / unbekannt   
 Kellerboden und -wände gedämmt 

Thermische Hülle (nicht-transparente Elemente)

	Konstruktionsart		Dämmung						
	massiv	Holz	keine	original	Modernisierung keine Angabe / unbekannt	Jahr der Modernisierung	Innen- oder Außen- dämmung der Wände	Dämmstärke	% der Fläche
Dach	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2016		30 cm	100 %
oberste Geschossd.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	#NV		#NV cm	100 %
Außenwände	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2016		30 cm	100 %
Fußboden	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2016		12 cm	100 %

bei ungedämmten Außenwänden: Dämmung von außen möglich?  ja  teilweise  nein  k.A. / unbekannt

Fenster

	% der Fensterfläche	Verglasung				Rahmen	gedämmter Rahmen (bei 3-fach-WS-Vergl.)	Jahr des Einbaus (ca.):
		1 Scheibe	2 Scheiben	3 Scheiben	keine Angaben / unbekannt			
Haupttyp Fenster		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		2016
weiterer Typ Fenster	0 %	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		#NV

(Rest = Haupttyp Fenster) (U≤0.8W/(m<sup>2</sup>K))

## Energieprofil Fragebogen Wärmeversorgung

Gebäude  Standort Wärmezeugung überwiegend  Quartier/Stadt  Wohnung  Block  Raum  Gebäude  k.A.  
 Variante  Nutzung für Installation (grob / geschätzt)  Gesamtes System

Wärmeerzeugung - Zentralheizung Gebäude oder Wohnung  
 Wärmeerzeuger, die über ein Wärmeverteilssystem mehrere Räume mit Wärme versorgen

Kessel (Öl oder Gas)  
 Brennstoff:  Erdgas  Heizöl  Flüssiggas  k.A.  
 Kesseltyp:  Konstanttemperatur  Niedertemperatur  Brennwert  k.A.

Holzkessel / Feststoffkessel  
 Brennstoff:  Scheitholz  Holzpellets  Holzhackschnitzel  Kohle  andere  k.A.

Wärmepumpe  
 zusätzlich direkt elektrisch  
 Wärmequelle:  Außenluft  Abluft  Erdreich/Grundwasser  Kellerluft  k.A.

Direkt-elektrisch zentral (ein System für mehrere Räume)

thermische Solaranlage

Kraft-Wärme-Kopplung (KW)  
 Brennstoff:  Erdgas  Heizöl  Bio  andere  k.A.

Fern-/ Nahwärme  
 Brennstoff:  fossil  Biomasse  
 Wärmezeugung:  Heizwerk (Kessel)  Heizkraftwerk / BHKW

Wärmespeicher

Pufferspeicher für Heizung  
 inklusive elektrischem Heizstab  
 Heizungspufferspeicher innerhalb der thermischen Hülle

Heizwärmeverteilung  
 teilweise außerhalb der thermischen Hülle (in unbeheiztem Keller oder Dachgeschoss)  
 Nur mäßige oder unvollständige Leitungsdämmung  
 Fußbodenheizung / niedrige Verteilnetztemperatur

Warmwasserspeicher  
 inklusive elektrischem Heizstab  
 Warmwasserspeicher innerhalb der thermischen Hülle

Warmwasserverteilung  
 mit Zirkulationsleitung  
 teilweise außerhalb der thermischen Hülle (in unbeheiztem Keller oder Dachgeschoss)  
 Nur mäßige oder unvollständige Leitungsdämmung

Dezentrale / raumweise Heizung  
 Einzelöfen  Holz  Gas  Heizöl  Kohle  k.A.

Elektro-Heizgeräte / Elektro-Ofen  
 elektrische Nachtspeicherheizung  
 elektrische Wärmepumpen (raumweise)

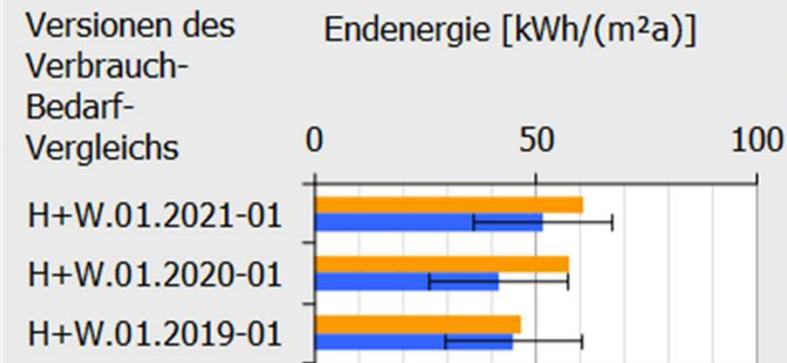
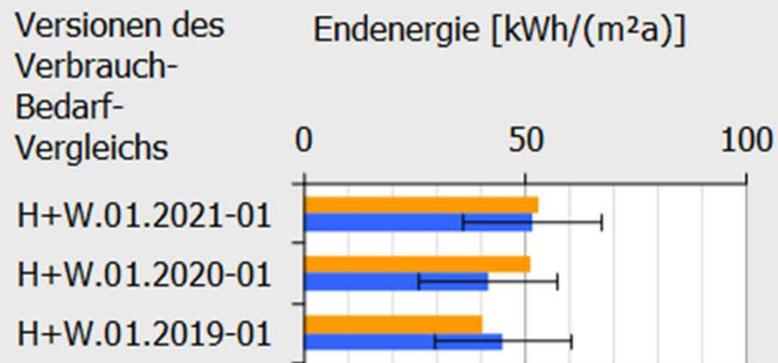
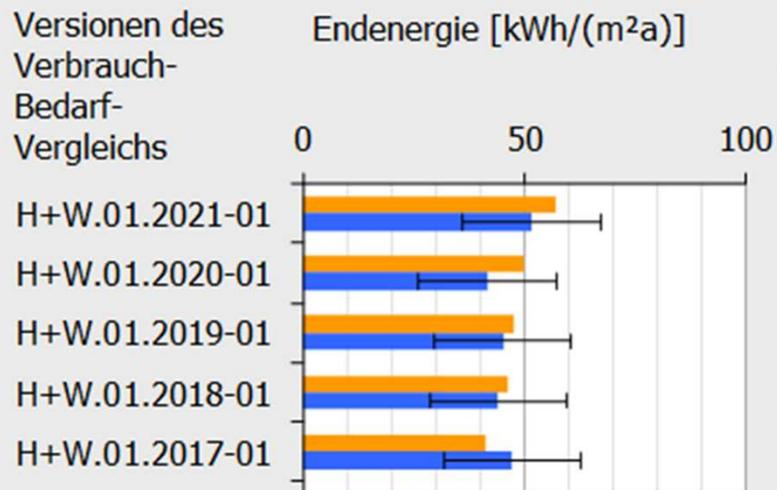
Extra-dicke Dämmung von Komponenten  
 Dämmstärke von Leitungen (doppelter Leitungsdurchmesser) und Speicher entsprechend Passivhaus-Empfehlungen

Weitere Systeme  
 Lüftungsanlage  
 mit Wärmerückgewinnung  
 Photovoltaik-Anlage (Solarstrom)  
 mit Batterie-Speicher

# Verbrauch-Bedarf-Vergleich baugleich modernisierter Hochhäuser: Heizung + Warmwasser nach Modernisierung



## Eichgärtenallee 110, 108, 106



■ Verbrauchsmessung V  
■ Bedarfsberechnung B

# Untersuchte Gebäudesammlung

Gruppe	Abkürzung	Wohnungsunternehmen	Datensätze (Wirtschaftseinheiten)	Gebäudeblöcke	Häuser*	Wohnungen	Wohnfläche
A	„BV upgraded“	Bauverein AG	53	63	156	1 376	91 308 m <sup>2</sup>
B	„WBG upgraded“	Wohnbau Gießen	35	35	58	718	47 041 m <sup>2</sup>
C	„NHW upgraded“	Nassauische Heimstätte	41	41	85	822	53 735 m <sup>2</sup>
D	„NHW original“	Wohnstadt	26	26	42	413	27 023 m <sup>2</sup>
Gesamt			155	165	341	3 329	219 106 m <sup>2</sup>
davon Datensätze mit Messdaten		Mess-Bilanzraum**					
		<H+W>	85	94	196	2 080	132 667 m <sup>2</sup>
		<H>	82	90	176	1 958	128 348 m <sup>2</sup>

\*) „Haus“ = Gebäudeeinheit mit separatem Eingang, Treppenhaus und/oder Adresse (Straße + Hausnummer)

\*\*\*) Abkürzung für Mess-Bilanzraum: <H+W> = Heizung + Warmwasser; <H> = nur Heizung

# Statistische Auswertung differenziert nach Wärmegüte Gebäude – Kennwerte auf Wohnfläche bezogen

Datenstand: 09.04.2022

		Klasse	A+	A	B	C	D	E	F	G	
Wärmeleitwert	Bereich	W/(m²K)	0,44 ...	0,66 ...	0,88 ...	1,10 ...	1,32 ...	1,65 ...	2,20 ...	2,75 ...	
			0,66	0,88	1,10	1,32	1,65	2,20	2,75	3,30	
Anzahl Datensätze	Gebäudeblöcke		6	19	15	20	25	8	13	2	
thermische Hüllfläche pro m²	Mittelwert	m²/m²	1,41	1,59	1,57	1,55	1,63	1,66	1,90	2,13	
Referenzfläche	Std.-Abw.	m²/m²	± 0,11	± 0,21	± 0,17	± 0,22	± 0,19	± 0,10	± 0,16	± 0,07	
U-Wert opaker Elemente	Mittelwert	W/(m²K)	0,10	0,11	0,16	0,24	0,24	0,72	0,70	1,00	
	Std.-Abw.	W/(m²K)	± 0,01	± 0,02	± 0,03	± 0,06	± 0,05	± 0,06	± 0,08	± 0,10	
<b>Äquivalente Dämmstärke opaker Elemente **</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>cm</b>	<b>32,1</b>	<b>29,7</b>	<b>20,1</b>	<b>13,5</b>	<b>13,0</b>	<b>2,6</b>	<b>2,7</b>	<b>1,2</b>	
<b>U-Wert Fenster</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>W/(m²K)</b>	<b>0,78</b>	<b>0,83</b>	<b>1,12</b>	<b>1,50</b>	<b>2,51</b>	<b>2,69</b>	<b>2,68</b>	<b>2,05</b>	
<b>Lüftungsanlagen mit WRG</b>	<b>Anteil installiert</b>		<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	
<b>Heizung + WW</b>	<b>Realbilanzierung: Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser ***</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>kWh/(m²a)</b>	<b>56,8</b>	<b>61,6</b>	<b>91,7</b>	<b>107,2</b>	<b>126,2</b>	<b>164,2</b>	<b>184,2</b>	<b>210,4</b>
		Std.-Abw.	kWh/(m²a)	± 5,7	± 2,8	± 11,9	± 12,1	± 17,5	± 25,2	± 22,4	± 21,7
		mittl. Unsicherh.	kWh/(m²a)	± 15,6	± 18,7	± 22,0	± 24,3	± 30,0	± 42,4	± 47,1	± 60,4
	<b>Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser ****</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>kWh/(m²a)</b>	<b>63,4</b>	<b>57,6</b>	<b>98,6</b>	<b>123,3</b>	<b>135,3</b>	<b>154,9</b>	<b>168,1</b>	<b>209,1</b>
		Std.-Abw.	kWh/(m²a)	± 7,4	± 11,5	± 28,4	± 13,9	± 28,4	± 17,0	± 23,9	± 53,7
	Verhältnis Verbrauch zu Bedarf			1,12	0,94	1,07	1,15	1,07	0,94	0,91	0,99
	Anzahl Datensätze	Jahresverbrauchswerte		21	20	25	21	46	10	22	7
<b>Heizung</b>	<b>Realbilanzierung: Endenergiebedarf für Heizung ***</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>kWh/(m²a)</b>	<b>31,3</b>	<b>39,8</b>	<b>62,0</b>	<b>74,6</b>	<b>92,6</b>	<b>152,9</b>	<b>155,3</b>	<b>213,2</b>
		Std.-Abw.	kWh/(m²a)	± 2,4	± 4,1	± 7,7	± 9,5	± 13,8	± 18,7	± 14,1	± 0,0
		mittl. Unsicherh.	kWh/(m²a)	± 15,1	± 17,0	± 19,9	± 24,6	± 28,4	± 44,1	± 44,6	± 63,8
	<b>Energieverbrauch für Heizung ****</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>kWh/(m²a)</b>	<b>29,3</b>	<b>39,8</b>	<b>68,6</b>	<b>69,7</b>	<b>88,5</b>	<b>138,1</b>	<b>136,9</b>	<b>136,1</b>
		Std.-Abw.	kWh/(m²a)	± 4,7	± 12,4	± 18,7	± 21,0	± 22,0	± 37,1	± 38,4	± 4,7
	Verhältnis Verbrauch zu Bedarf			0,94	1,00	1,11	0,93	0,96	0,90	0,88	0,64
Anzahl Datensätze	Jahresverbrauchswerte		11	17	19	38	38	10	14	2	

# Statistische Auswertung differenziert nach Wärmegüte Gebäude – Kennwerte auf TABULA-Referenzfläche (Nettogrundfläche) bezogen

Datenstand: 09.04.2022		Klasse	A+	A	B	C	D	E	F	G	
Wärmeleitwert	Bereich	W/(m²K)	0,40 ...	0,60 ...	0,80 ...	1,00 ...	1,20 ...	1,50 ...	2,00 ...	2,50 ...	
			0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	2,00	2,50	3,00	
Anzahl Datensätze	Gebäudeblöcke		6	19	15	20	25	8	13	2	
thermische Hüllfläche pro m² Referenzfläche	Mittelwert	m²/m²	1,29	1,44	1,43	1,41	1,48	1,51	1,72	1,93	
	Std.-Abw.	m²/m²	± 0,10	± 0,19	± 0,15	± 0,20	± 0,17	± 0,09	± 0,15	± 0,07	
U-Wert opaker Elemente	Mittelwert	W/(m²K)	0,10	0,11	0,16	0,24	0,24	0,72	0,70	1,00	
	Std.-Abw.	W/(m²K)	± 0,01	± 0,02	± 0,03	± 0,06	± 0,05	± 0,06	± 0,08	± 0,10	
<b>Äquivalente Dämmstärke opaker Elemente **</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>cm</b>	<b>32,1</b>	<b>29,7</b>	<b>20,1</b>	<b>13,5</b>	<b>13,0</b>	<b>2,6</b>	<b>2,7</b>	<b>1,2</b>	
<b>U-Wert Fenster</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>W/(m²K)</b>	<b>0,78</b>	<b>0,83</b>	<b>1,12</b>	<b>1,50</b>	<b>2,51</b>	<b>2,69</b>	<b>2,68</b>	<b>2,05</b>	
<b>Lüftungsanlagen mit WRG</b>	<b>Anteil installiert</b>		<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	
<b>Heizung + WW</b>	<b>Realbilanzierung: Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser ***</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>kWh/(m²a)</b>	<b>51,6</b>	<b>56,0</b>	<b>83,4</b>	<b>97,5</b>	<b>114,7</b>	<b>149,3</b>	<b>167,5</b>	<b>191,3</b>
		Std.-Abw.	kWh/(m²a)	± 5,2	± 2,5	± 10,8	± 11,0	± 15,9	± 22,9	± 20,3	± 19,8
		mittl. Unsicherh.	kWh/(m²a)	± 14,2	± 17,0	± 20,0	± 22,1	± 27,3	± 38,5	± 42,8	± 54,9
	<b>Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser ****</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>kWh/(m²a)</b>	<b>57,6</b>	<b>52,4</b>	<b>89,6</b>	<b>112,1</b>	<b>123,0</b>	<b>140,8</b>	<b>152,8</b>	<b>190,1</b>
		Std.-Abw.	kWh/(m²a)	± 6,7	± 10,5	± 25,8	± 12,6	± 25,8	± 15,5	± 21,7	± 48,8
	Verhältnis Verbrauch zu Bedarf			1,12	0,94	1,07	1,15	1,07	0,94	0,91	0,99
	Anzahl Datensätze	Jahresverbrauchswerte		21	20	25	21	46	10	22	7
<b>Heizung</b>	<b>Realbilanzierung: Endenergiebedarf für Heizung ***</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>kWh/(m²a)</b>	<b>28,5</b>	<b>36,2</b>	<b>56,3</b>	<b>67,8</b>	<b>84,2</b>	<b>139,0</b>	<b>141,2</b>	<b>193,8</b>
		Std.-Abw.	kWh/(m²a)	± 2,2	± 3,7	± 7,0	± 8,6	± 12,5	± 17,0	± 12,8	± 0,0
		mittl. Unsicherh.	kWh/(m²a)	± 13,7	± 15,5	± 18,1	± 22,4	± 25,9	± 40,1	± 40,5	± 58,0
	<b>Energieverbrauch für Heizung ****</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>kWh/(m²a)</b>	<b>26,6</b>	<b>36,2</b>	<b>62,3</b>	<b>63,4</b>	<b>80,4</b>	<b>125,6</b>	<b>124,4</b>	<b>123,7</b>
		Std.-Abw.	kWh/(m²a)	± 4,3	± 11,3	± 17,0	± 19,1	± 20,0	± 33,8	± 35,0	± 4,3
	Verhältnis Verbrauch zu Bedarf			0,94	1,00	1,11	0,93	0,96	0,90	0,88	0,64
Anzahl Datensätze	Jahresverbrauchswerte		11	17	19	38	38	10	14	2	