

Modellprojekt

Energieverbrauchsbenchmarks: Datengrundlagen und Ergebnisse

Monika Repp (Nassauische Heimstätte)
Tobias Loga (Institut Wohnen und Umwelt)

- Nutzung des Energieprofils im Unternehmen
- Verbrauchserfassung / Abrechnungsdatenbank
- Vorstellung des Modellprojekts (Ziele, Arbeitsschritte)
- Ergebnis: bedarfsdifferenzierte Verbrauchsbenchmarks
- Resümee



Modellprojekt Energieverbrauchsbenchmarks

„Soll-/Ist-Vergleich des Energieverbrauchs zur Evaluierung und Steigerung der Effizienz von Energiesparmaßnahmen im Praxisalltag eines Wohnungsunternehmens“

Projektlaufzeit: Oktober 2017 bis Juni 2019

Projekt-Team

Nassauische Heimstätte (NH)	Monika Repp, Mathias Lupp, Alireza Afshar, Gunter Förster
MET Medien-Energie-Technik Versorgungs- und Betreuungsgesellschaft mbH	Jens Bartholmey
Institut Wohnen und Umwelt (IWU)	Tobias Loga, Stefan Swiderek, Michael Grafe

mit Unterstützung des Landes Hessen

HESSEN



Hessisches Ministerium
für Wirtschaft, Energie,
Verkehr und Wohnen

in Kooperation mit



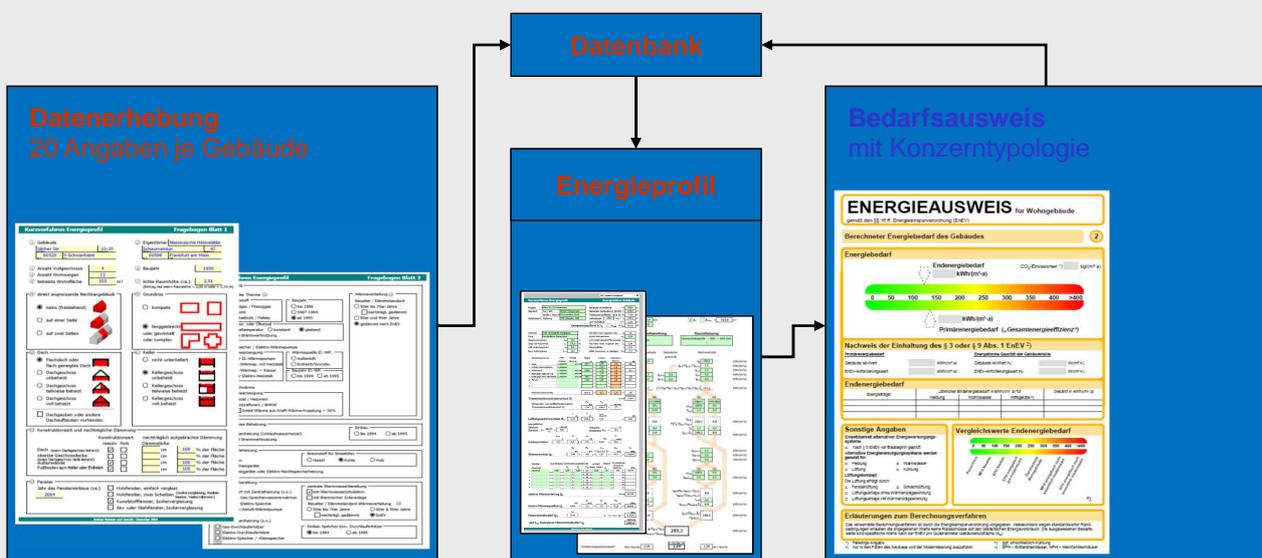
UNTERNEHMENSGRUPPE
NASSAUISCHE HEIMSTÄTTE
WOHNSTADT

Ausgangsbasis

- „Kurzverfahren Energieprofil“ (IWU 2005, gefördert durch BBSR): Basis-Monitoring-Indikatoren + vereinfachte energetische Bilanzierung
<https://www.iwu.de/forschung/energie/laufend/kurzverfahren-energieprofil/>
- EU-Projekt ESAM (IWU + NH + andere 2006-2008): praktische Umsetzung von Konzepten zum energetischen Portfolio-Management in Wohnungsunternehmen) → u.a. Anwendung der Energieprofil-Bilanzierung auf Bestände der NH
<https://www.iwu.de/forschung/handlungslogiken/esam/>
- Erfassung Energieprofil für gesamten NH-Bestand (NH 2008 + Excel-Tool vom IWU); Zusammenführung von verschiedenen Datenbanken; seitdem kontinuierliche Pflege der Daten durch NH

Nutzung des Energieprofils im Unternehmen

- Energieausweise (Einführung der Ausweispflicht ab Juli 2008)



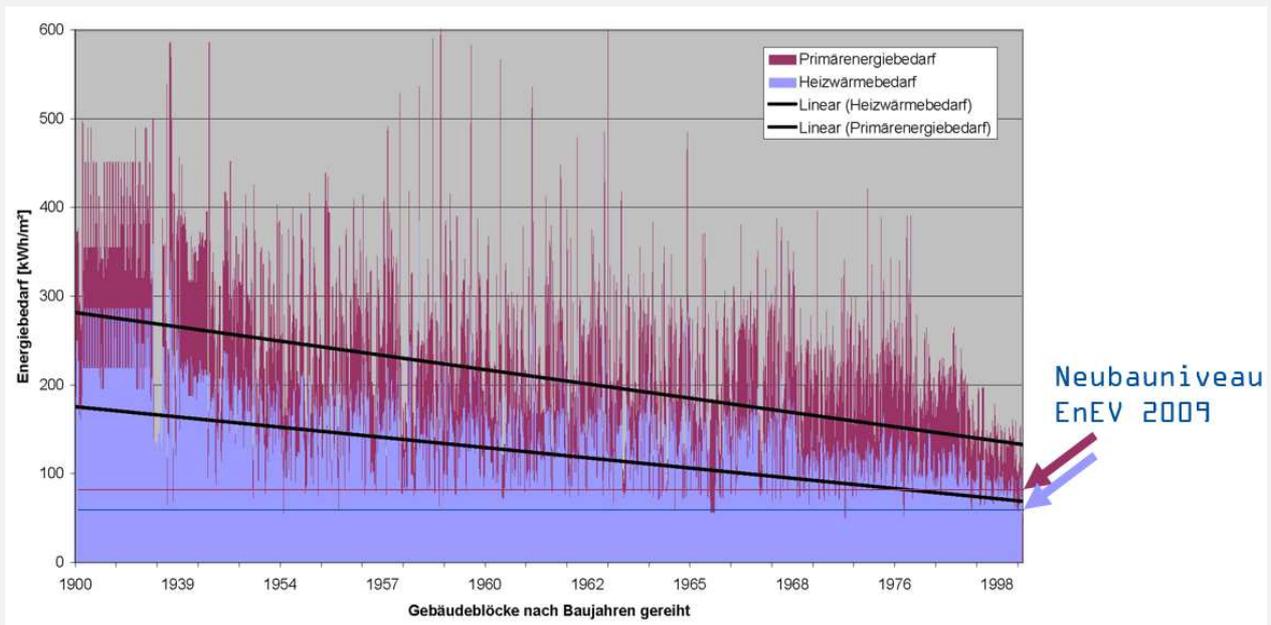
Auswertung der EnergyProfile-Datenbank: Energetischer Zustand des Gesamtbestands der Nassauischen Heimstätte

Energetischer Zustand der Gebäudehülle		Gesamtbestand
unmodernisiert	ältere Bestandsgebäude (< 1977) – Hüllbauteile (nahezu) ungedämmt und Fenster ohne Wärmeschutzverglasung	948
	neuere Bestandsgebäude (≥ 1977) (< 2002) – Dämmung und Fenster (mit U-Wert ca. 3,0) gebaut in Standards nach WSchV aber vor EnEV, Bauteile im Ursprungszustand	308
teilmodernisiert	nur Fenstertausch – Hüllbauteile (fast) ungedämmt (0...20% der Hüllfläche) und Fenster erneuert (U-Werte ≤1,8) ab 1995 bis 2008	209
	nur Fenstertausch – Hüllbauteile (fast) ungedämmt (0...20% der Hüllfläche) und Fenster erneuert (U-Werte ≤1,3) ab 2009	24
	nur Wärmedämmung – Hüllbauteile (teilweise) gedämmt (20...100% der Hüllfläche) und Fenster ohne WSV (U-Werte 2,2...5,0 W/m2K) F<1995)	990
	Fenstertausch und teilweise Wärmedämmung – Hüllbauteile teilweise gedämmt (20...80% der Hüllfläche) und Fenster erneuert (U-Werte ≤1,8) ab 1995 bis 2008	148
	Fenstertausch und teilweise Wärmedämmung – Hüllbauteile teilweise gedämmt (20...80% der Hüllfläche) und Fenster erneuert (U-Werte ≤ 1,3 W/m2K)	8
vollmodernisiert	Fenstertausch und Wärmedämmung – Hüllbauteile (fast) vollständig gedämmt (80...100% der Hüllfläche) und Fenster erneuert (U-Werte ≤1,8)	176
	Fenstertausch und Wärmedämmung – Hüllbauteile (fast) vollständig gedämmt (80...100% der Hüllfläche) und Fenster erneuert (U-Werte ≤1,3)	1.249
Neubau - Standard	Hüllbauteile und Fenster nach EnEV-Standard ab 2002	65
Neubau - ambitioniert	alle Hüllbauteile mit ≥ 16cm Dämmschichtdicke und Fenster zumindest anteilig mit 3-Scheiben-WSV	18
Gesamtzahl der Gebäudeblöcke		4143



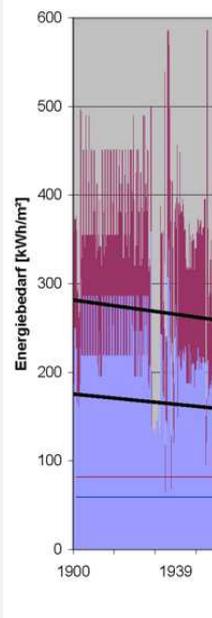
Energetische Analysen zum Gesamtbestand

Heizwärme- und Primärenergiebedarf (erstmalig 2010)

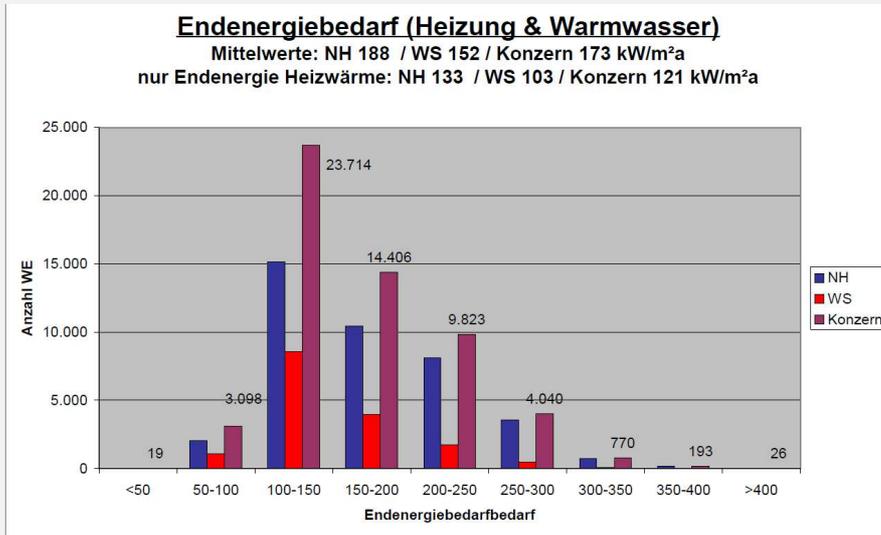


Energetische Analysen zum Gesamtbestand

Heizwärme- und Primärenergiebedarf (erstmalig 2010)



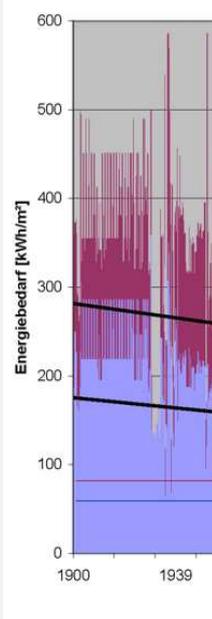
Übersicht Endenergiebedarf (2012)



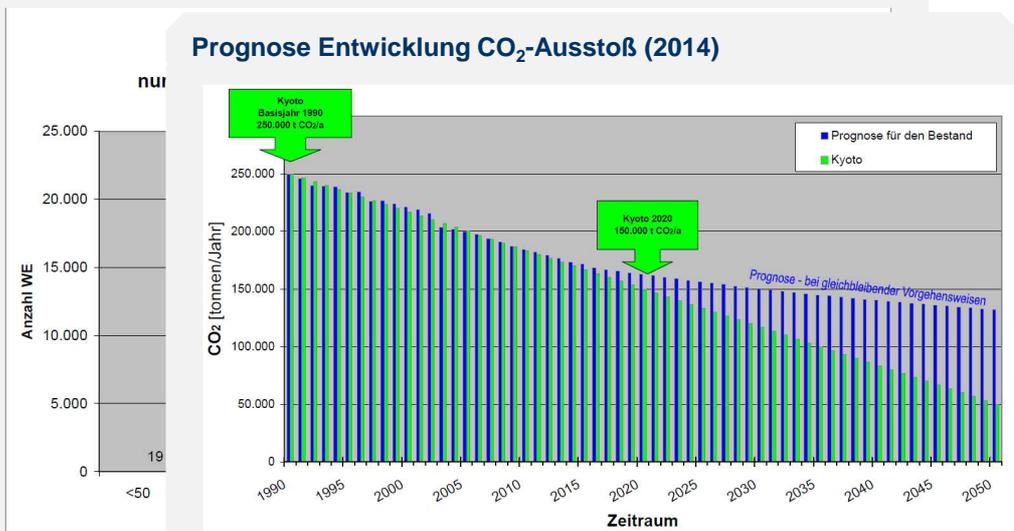
iveau
09

Energetische Analysen zum Gesamtbestand

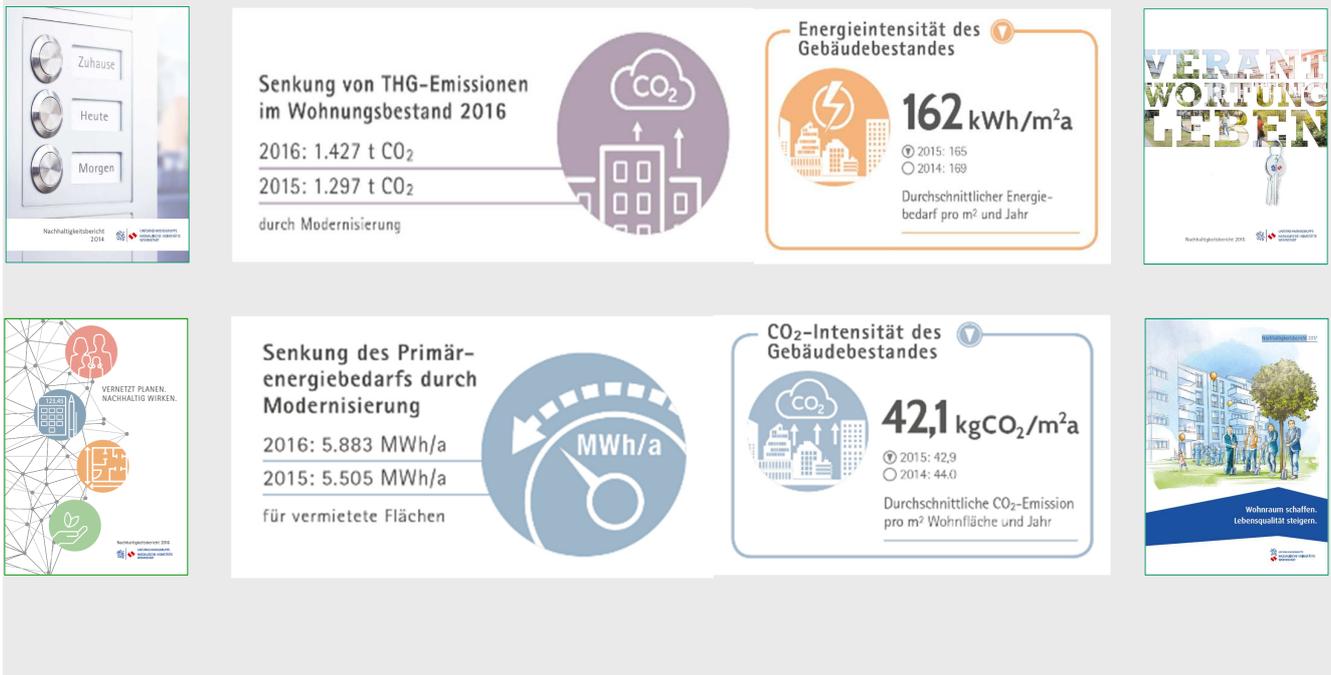
Heizwärme- und Primärenergiebedarf (erstmalig 2010)



Übersicht Endenergiebedarf (2012)



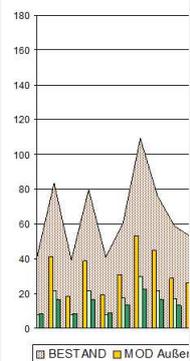
⇒ CO₂-Monitoring im Nachhaltigkeitsbericht



Energetische Analysen in Teilbeständen

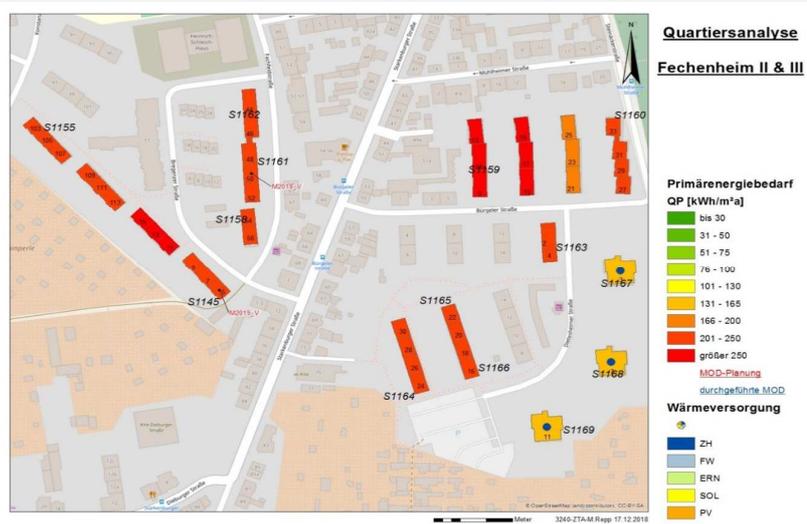
Bundeswettbewerb energ. Sanierung von Großwohnsiedlungen (2009)

Angaben zu Beständen innerhalb von Quartieren



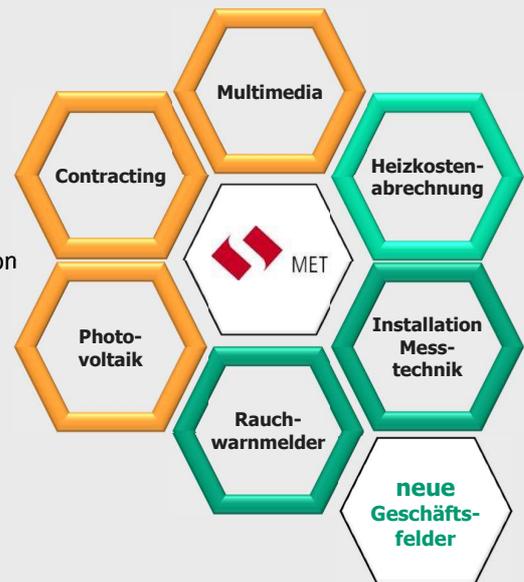
ve	Gebäudeblock
S1158	Fachfeldstraße 54,56
S1159	Bürgeler Straße 15-19
S1159	Bürgeler Straße 21-25
S1159	Bürgeler Straße 9-13
S1160	Bürgeler Straße 27-33
S1161	Fachfeldstraße 44
S1161	Fachfeldstraße 50, 52
S1162	Fachfeldstraße 46
S1162	Fachfeldstraße 48
S1163	Dietsheimer Straße 2,4
S1164	Dietsheimer Straße 24-30
S1165	Dietsheimer Straße 22
S1166	Dietsheimer Straße 16-20
S1167	Dietsheimer Straße 3
S1168	Dietsheimer Straße 7
S1169	Dietsheimer Straße 11

graphische Darstellung energetischer Kennwerte



Geschäftsfelder der MET

- **Multimediaversorgung** des Wohnungsbestandes der Unternehmensgruppe und für dritte externe Wohnungsunternehmen.
- **Wärme- und Warmwasserversorgung** von mehr als 4.500 Wohneinheiten durch 80 Heizungsanlagen
- Realisierung und Betrieb von 6 **Photovoltaik-Anlagen**
- **Steuerung und Überwachung** des Einbaus und der Wartung von mehr als 230.000 **Rauchwarnmeldern**
- **Erstellung der verbrauchsgerechten Heiz-, Warm- und Kaltwasserkostenabrechnung** für über **44.000 Wohneinheiten seit 2015**
- **Ausstattung der Liegenschaften mit „eigener“ Messtechnik** (seit März 2015 wurden mehr als **160.000** Geräte installiert)



Verbrauchserfassung

Zum 01. und 15. jedes Monats werden neue Werte erfasst

44.000 Wohnungen



280.000 Messgeräte



6.440.000 Messwerte pro Jahr

Daten aus der Abrechnung

The screenshot shows an Excel spreadsheet with columns for building ID, date, and various energy consumption metrics. A red box highlights a row with the text "Daten von NET übermittelt an IWU am 4.12.2018". The spreadsheet contains numerous rows of numerical data, likely representing energy consumption in kWh or similar units.

Zielsetzungen des „Modellprojekts Energieverbrauchsbenchmarks“

- ▶ Entwicklung und Erprobung eines Verfahrens zum kontinuierlichen Energieverbrauchscontrolling in Wohnungsunternehmen
- ▶ Ausgabe von „bedarfsdifferenzierten Energieverbrauchsbenchmarks“: Mittelwerte und Streuungen des gemessenen Energieverbrauchs je Kategorie des berechneten Energiebedarfs
- ▶ exemplarische Umsetzung mit den Daten und für Gebäude des Wohnungsunternehmens Nassauische Heimstätte
- ▶ Grundlagen: jährliche Heizkostenabrechnung, Daten zum energetischen Zustand sowie der Normenergiebedarf (bei der Nassauischen Heimstätte für einen großen Teil des Bestands vorhanden)
- ▶ modellhafte Ermittlung der Verbrauchsbenchmarks für ein Quartier
- ▶ Vorschläge von Schritten zur Umsetzung für den gesamten Bestand (mit Heizkostenabrechnung) der Nassauischen Heimstätte und zur Verbreitung des Ansatzes und Umsetzung in anderen Unternehmen

Erwarteter konkreter Nutzen von Verbrauchsbenchmarks

- ▶ Verbrauchscontrolling Einzelgebäude: Identifizierung von Ausreißern (Mehrverbrauch gegenüber Gebäuden gleicher energetischer Qualität), Ermittlung der Gründe (Ausführung Wärmeschutz + Anlagentechnik, Betriebsführung, Nutzerverhalten) und ggf. Umsetzung von (geringinvestiven) Maßnahmen zur Verbesserung
- ▶ Gebäudegesamtheit: verlässliche Aussagen zum Energieverbrauch und zur Energieeinsparung durch Maßnahmen (→ Erreichen von Klimaschutzzielen, ökonomische Bewertung von Maßnahmen, ...)
- ▶ Wärmeschutz- und Wärmeversorgungstechniken: Erfahrungen (Erfolg oder Zielverfehlungen) intern sichern → Berücksichtigung bei Planung und Umsetzung zukünftiger Modernisierungsprojekte
- ▶ erfolgreiche Modernisierungen: Vorzeige-Fälle, Mieterinfo, Öffentlichkeitsarbeit → stärkt Vertrauen in energetische Modernisierung

Arbeitsschritte

- Auswahl eines Quartiers als Modellprojekt
- Spezifikation und Export Energieverbrauchsdaten
- Spezifikation und Export der Zustandsdaten + Energiebedarf („Energieprofil“)
- Fakten-Check (Konsistenz + Begehung mit Sichtkontrolle)
- Zusammenführung der Daten für Energieverbrauch und Energiebedarf
- Ermittlung und Analyse von Energieverbrauchsbenchmarks
- Ausreißer-Analyse: Identifikation und Überprüfung von Hoch-/Niedrigverbrauchern → **siehe Folgevortrag**
- Erweiterungstest: weiteres Verbrauchsjahr + zusätzliche Gebäude

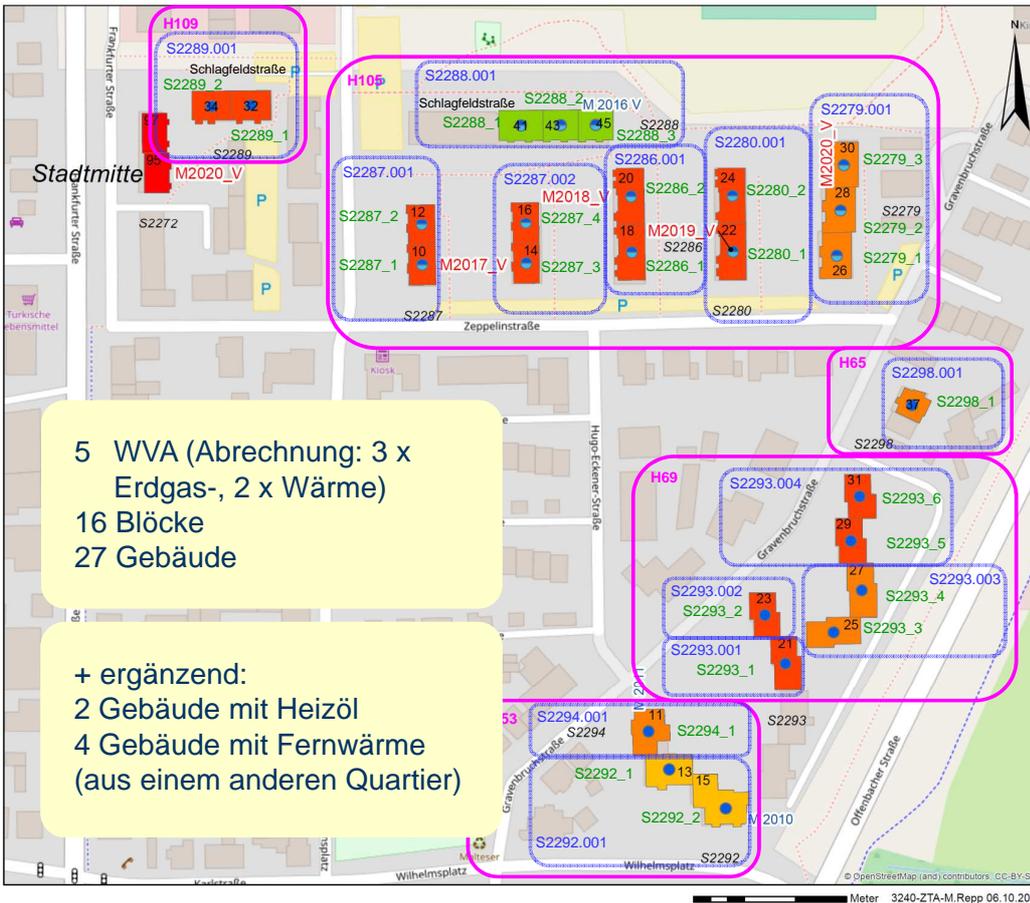
Betrachtetes Quartier im Vergleich zum Gesamtbestand: Strukturdaten der EnergyProfile-Datenbank der NH und der Verbrauchsdatenbank der MET

Strukturdaten		Gesamtbestand	Quartier	
			Dreieich Stadtmitte	
EnergyProfile-Datenbank der NH		Summe bzw. Anzahl	Summe bzw. Anzahl	
Summen	Wohnfläche in m ²	3.681.209	16.329	
	Anzahl Wohneinheiten	58.591	243	
	Anzahl Gebäudeblöcke	4.071	16	
Anzahl Gebäudeblöcke	mit <= 200 m ² Wohnfläche	338	0	
	mit 200...500 m ² Wohnfläche	1.102	2	
	mit > 500 m ² Wohnfläche	2.631	14	
	mit <= 3 Wohneinheiten	379	1	
	mit 4...6 Wohneinheiten	964	1	
	mit > 6 Wohneinheiten	2.728	14	
Verbrauchsdatenbank der MET		Summe bzw. Anzahl	Summe bzw. Anzahl	
Summen	Wohnfläche in m ²	1.917.873	15.634	
	Anzahl Wohneinheiten	40.571	232	
	Anzahl Gebäude (Hauseingänge)	5.081	27	
Anzahl Gebäude	mit <= 200 m ² Wohnfläche	2.168	7	
	mit 200...500 m ² Wohnfläche	1.429	5	
	mit > 500 m ² Wohnfläche	1.484	15	
	mit <= 3 Wohneinheiten	810	2	
	mit 4...6 Wohneinheiten	1.986	5	
	mit > 6 Wohneinheiten	2.285	20	

Herausforderung: unterschiedliche Schlüssel

hoher Anteil

Bestand der NH im untersuchten Quartier



5 WVA (Abrechnung: 3 x Erdgas-, 2 x Wärme)
16 Blöcke
27 Gebäude

+ ergänzend:
2 Gebäude mit Heizöl
4 Gebäude mit Fernwärme
(aus einem anderen Quartier)

➔ Zusammenführung der Verbrauchs- und Bedarfsdaten

Fakten-Check

Konsistenz-Prüfung / Vergleich mit Unterlagen

Verbrauchsdaten-Tabelle	↔	Liegenschafts-abrechnungen (PDF)	Energiemengen
Verbrauchsdaten-Tabelle	↔	Abrechnungen der Energieversorger (Heizöl-, Erdgas-, Fernwärmelieferung)	Energiemengen
Verbrauchsdaten-Tabelle	↔	Energieprofil-Tabelle	IDs (Gebäude, Blöcke), Flächen, Wohneinheiten, Energieträger

Die Prüfung ergab (fast) volle Übereinstimmung.

Es gab nur eine Auffälligkeit bei einem Gebäude: Faktor 1000 durch Übertragungsfehler aus der Rechnung des Energieversorgers kWh --> MWh – irrelevant für Abrechnung, da kWh nur nachrichtlich angegeben werden. Die Daten wurden vom IWU in der Datentabelle manuell korrigiert.

Fakten-Check

Begehung mit Sichtprüfung

Gebäude	Energieprofil-Tabelle	Anzahl Geschosse, Dämmung Dachboden, Außenwand, Kellerdecke, Verglasung
Wärmeversorgungs-anlagen	Verbrauchsdaten-Tabelle	Zählerart und -position (Heizung und Warmwasser), Art des Energieträgers

Um den Einfluss von Vermutungen auf das Ergebnis auszuschließen, erfolgte die Datenaufnahme ohne Blick in die Datentabellen.

Die Prüfung ergab im Wesentlichen Übereinstimmung, dabei kleinere Differenzen bei früher ausgeführten Dämmmaßnahmen.

- In der Vergangenheit vorgenommene nachträgliche Dämmung der obersten Geschossdecke (5 Blöcke) und der Kellerdecke (4 Blöcke) waren in der Energieprofil-Datentabelle nicht enthalten.
- In einigen Fällen waren für Verteilleitungen ältere Baualtersklassen eingetragen, es waren jedoch alle vorgefundenen Bestandsleitungen nach HeizAnIV gedämmt.

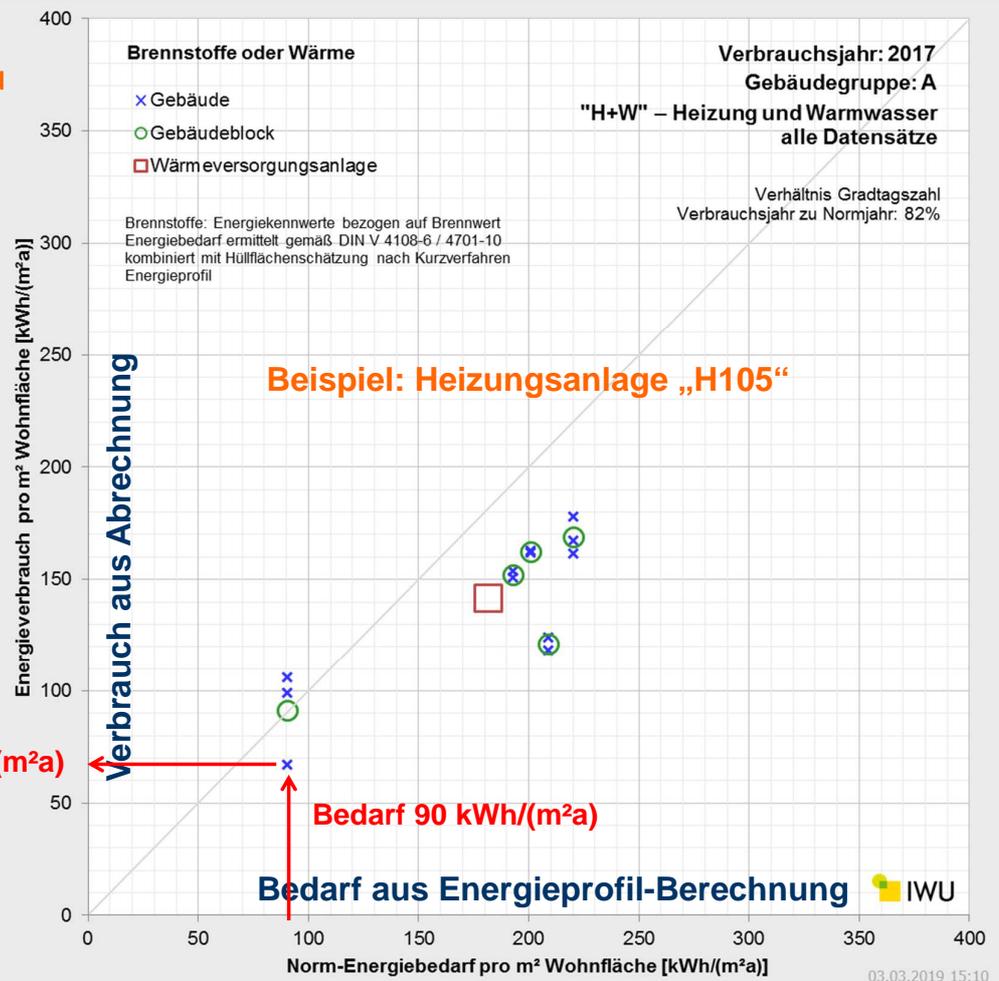
Die Daten wurden vom IWU in der Datentabelle manuell korrigiert.

Zusammenführung
Energieverbrauch und
Energieprofil

Überblick
Heizung und
Warmwasser

„H+W“

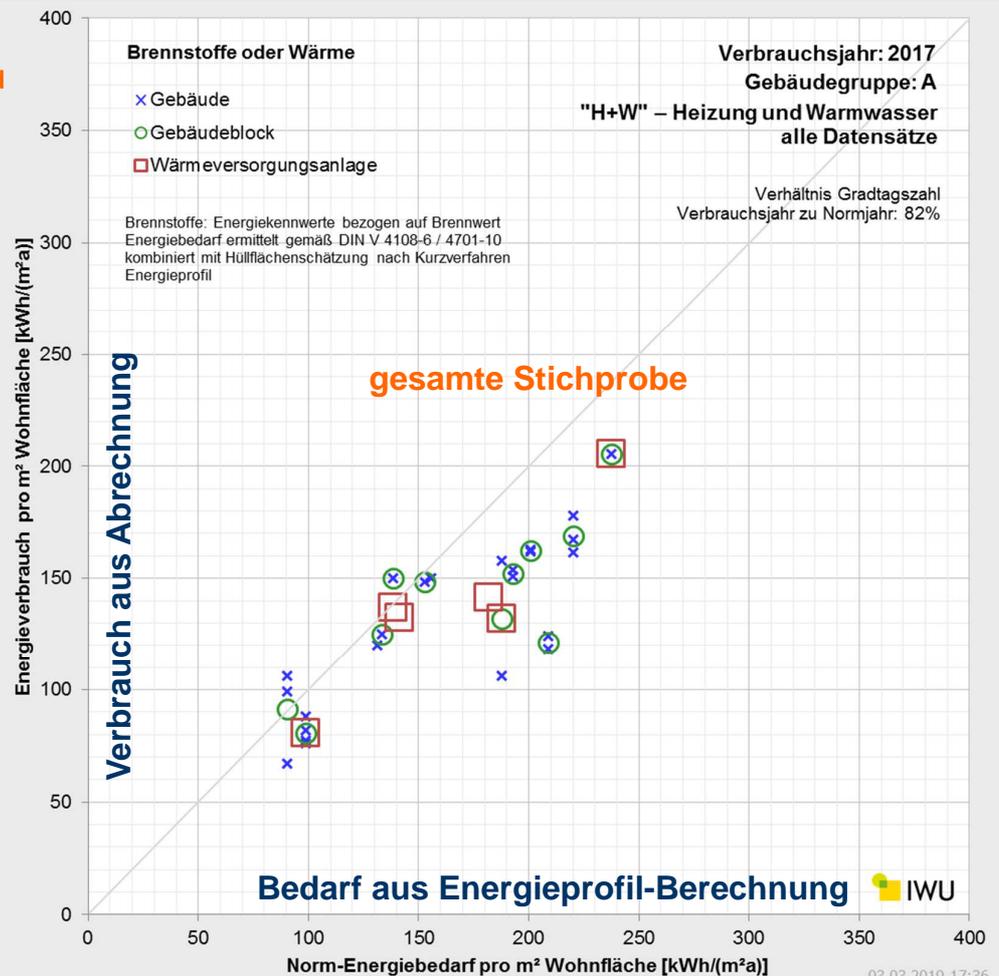
Verbrauch 68 kWh/(m²a)



Zusammenführung
Energieverbrauch und
Energieprofil

Überblick
Heizung und
Warmwasser

„H+W“



Ermittlung von Energieverbrauchsbenchmarks

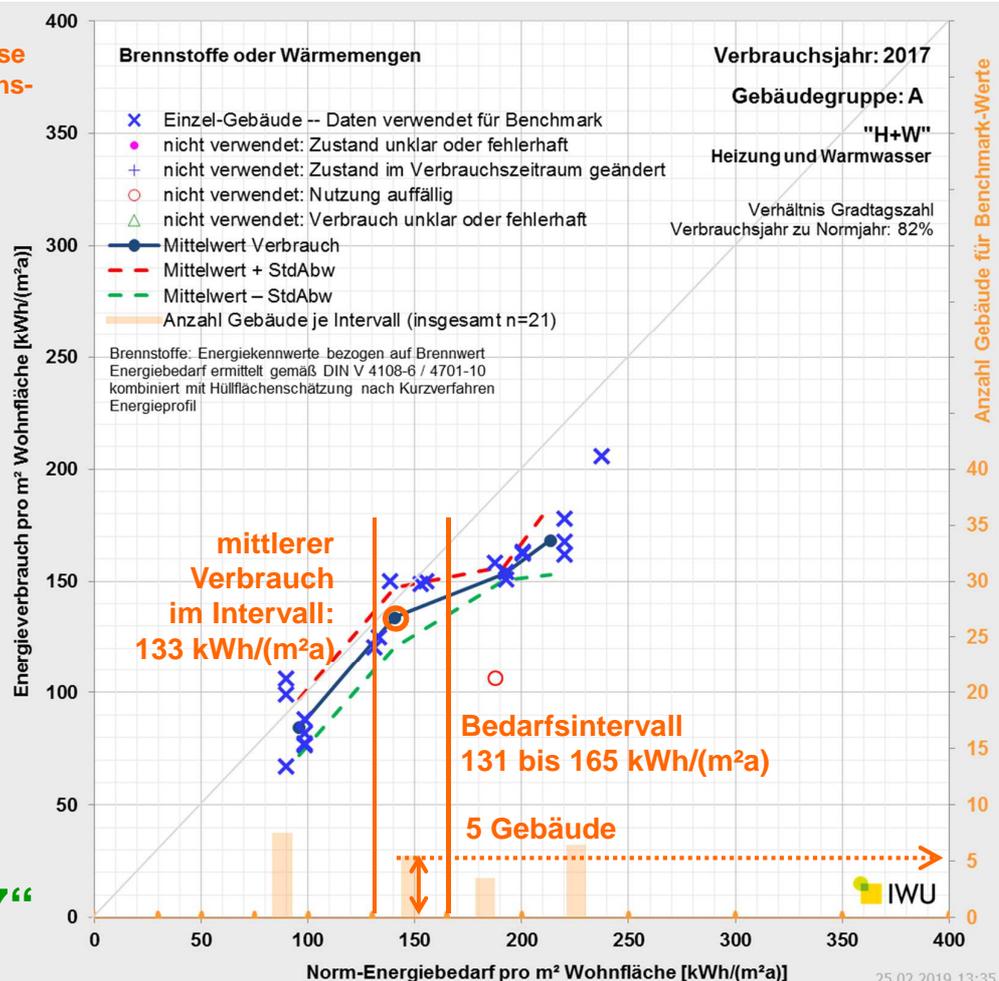
verwendete Regeln und Ausschlusskriterien

- Benchmarks nur auf Ebene Gebäude (Hauseingang)
- nicht berücksichtigt werden Gebäude
 - deren Zustand sich innerhalb des Verbrauchszeitraums geändert hat
 - mit größeren Leerständen oder untypischen Nutzungen
 - deren Zustand oder Verbrauch unplausibel ist

Ermittlung und Analyse von Energieverbrauchsbenchmarks

Vergleichswerte Heizung und Warmwasser für das Verbrauchsjahr 2017

Benchmarks „H+W 2017“



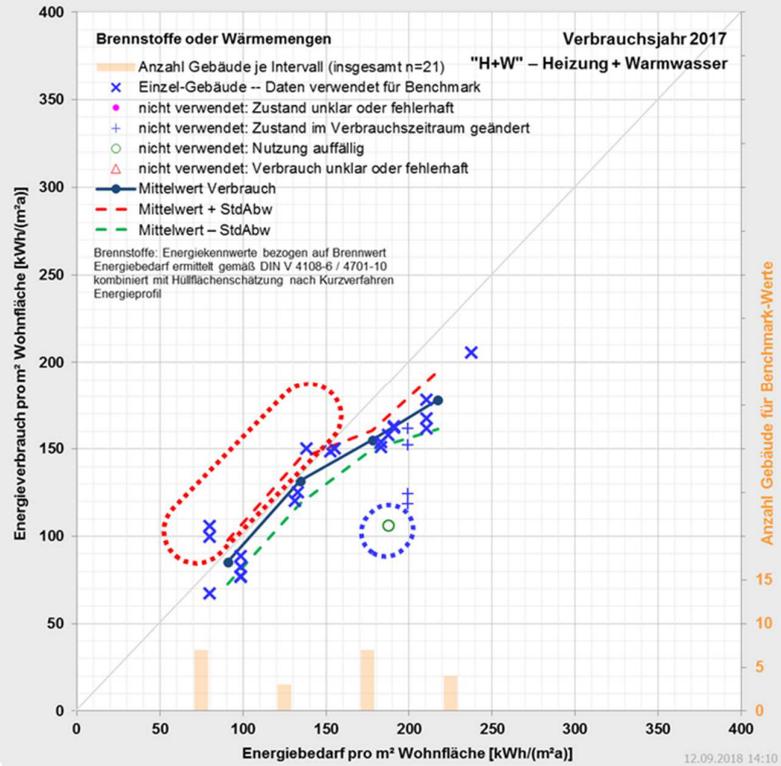
Ermittlung und Analyse von Energieverbrauchsbenchmarks Ausreißeranalyse

Identifikation von

- 3 „Hochverbraucher“
- 1 „Wenigverbraucher“

jeweils außerhalb des durch die Standardabweichung definierten Bereichs

- Sichtung von zusätzlichen Unterlagen
- Vor-Ort-Überprüfung (siehe folgender Vortrag)



Ermittlung und Analyse von Energieverbrauchsbenchmarks

Kennwerte der Einzelgebäude Beispiel: „H+W“

Heizung & Warmwasser						H+W 2017		
ID Abrechnungsdaten	Ort	Heizungsanlage	Straße und Hausnummer	Wohnfläche	Bedarf pro m² Wohnfläche	Verbrauch pro m² Wohnfläche	Verhältnis Verbrauch Bedarf Heizung	Balkendiagramm Bedarf („B“) und Verbrauch („V“)
				m²	kWh/(m²a)	kWh/(m²a)		
S2279_1	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 26	630	211	178	84%	
S2279_2	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 28	630	211	162	77%	
S2279_3	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 30	630	211	167	79%	
S2280_1	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 22	730	183	161	82%	
S2280_2	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 24	730	183	154	84%	
S2286_1	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 18	730	191	163	85%	
S2286_2	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 20	730	191	162	85%	
S2287_1	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 10	509	199	162	76%	
S2287_2	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 12	508	199	162	81%	
S2287_3	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 14	509	199	119	59%	
S2287_4	Dreieich	H105	Zeppelinstraße 16	508	199	124	62%	
S2288_1	Dreieich	H105	Schlagfeldstraße 41	603	80	99	124%	
S2288_2	Dreieich	H105	Schlagfeldstraße 43	490	80	67	83%	
S2288_3	Dreieich	H105	Schlagfeldstraße 45	490	80	106	132%	
S2289_1	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 32	412	188	158	84%	
S2289_2	Dreieich	H109	Schlagfeldstraße 34	412	188	106	57%	
S2292_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 13	886	139	150	108%	
S2292_2	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 15	1536	133	125	94%	
S2293_1	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 21	664				
S2293_2	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 23	400				
S2293_3	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 25	655				
S2293_4	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 27	656				
S2293_5	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 29	400				
S2293_6	Dreieich	H69	Gravenbruchstraße 31	400				
S2294_1	Dreieich	H053	Gravenbruchstraße 11	581	153	148	97%	
S2298_1	Dreieich	H65	Gravenbruchstraße 37	206	238	206	87%	
S2619_1	Neu-Isenburg	H126	Bahnhofstraße 216	3574	131	120	92%	
S2620_1	Neu-Isenburg	H126	Bahnhofstraße 214	2499	156	150	96%	
S2740_1	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 8	716	99	77	78%	
S2740_2	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 10	715	99	82	83%	
S2740_3	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 12	715	99	89	90%	
S2740_4	Offenbach	H2	Von-Gluck-Straße 14	716	99	77	78%	

*) Bedarf berechnet mit Randbedingungen und pauschalen Anlagenkennwerten nach EnEV

Die farbig markierten Gebäude werden für die Ausreißer-Analyse vorgeschlagen (siehe Kapitel 9):
 rot = Ausreißer nach oben; blau = Ausreißer nach unten

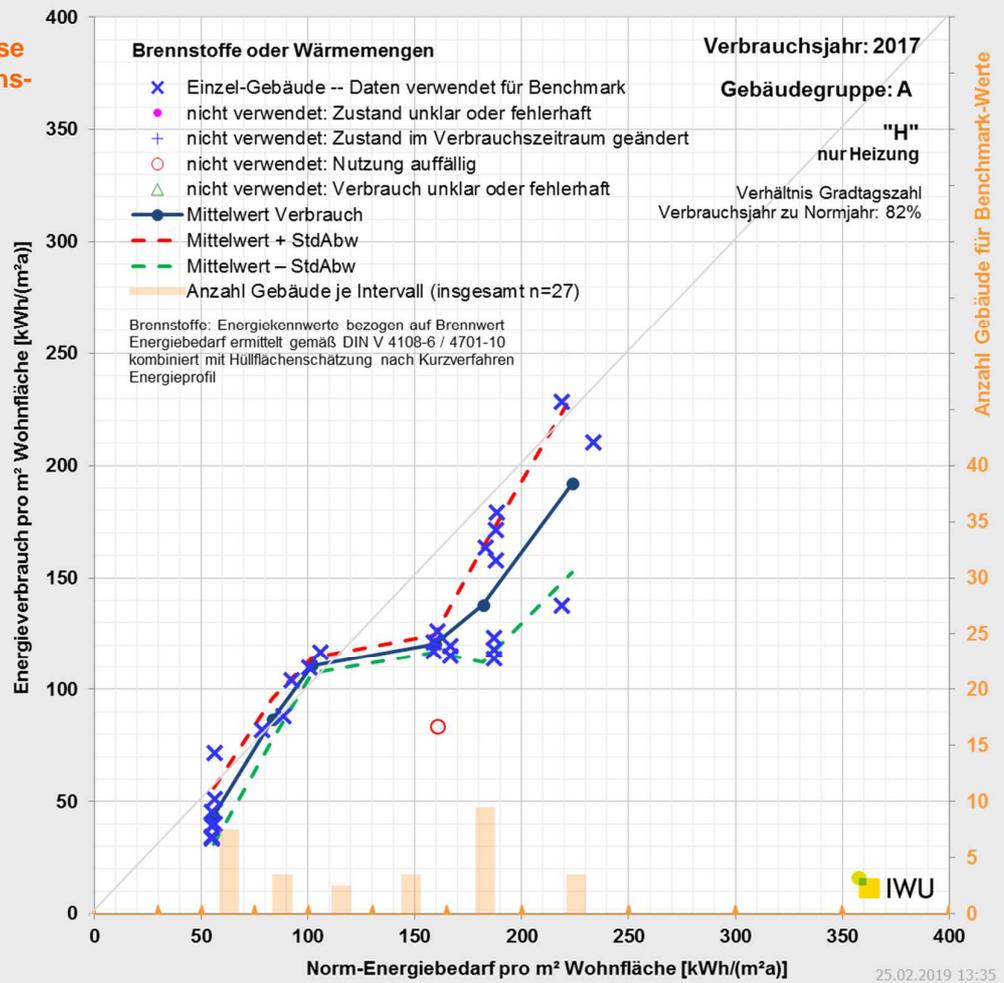
Datenstand: 02.10.2018



Ermittlung und Analyse von Energieverbrauchs-benchmarks

Vergleichswerte Heizung für das Verbrauchsjahr 2017

Benchmarks „H 2017“

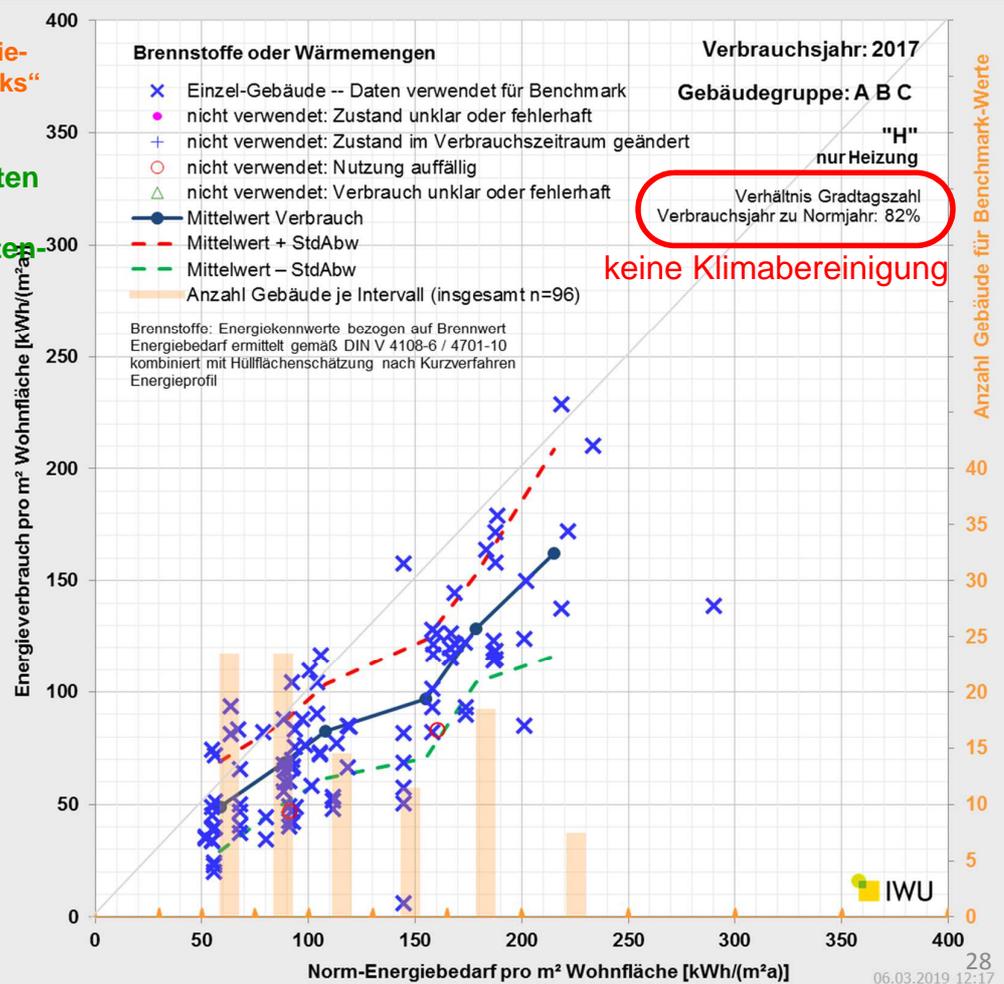


„Modellprojekt Energieverbrauchsbenchmarks“ – Erweiterungstest

Ergänzung von Daten aus zwei weiteren Samples (ohne Datenüberprüfung!)

Vergleichswerte Heizung für das Verbrauchsjahr 2017

Benchmarks „H 2017“



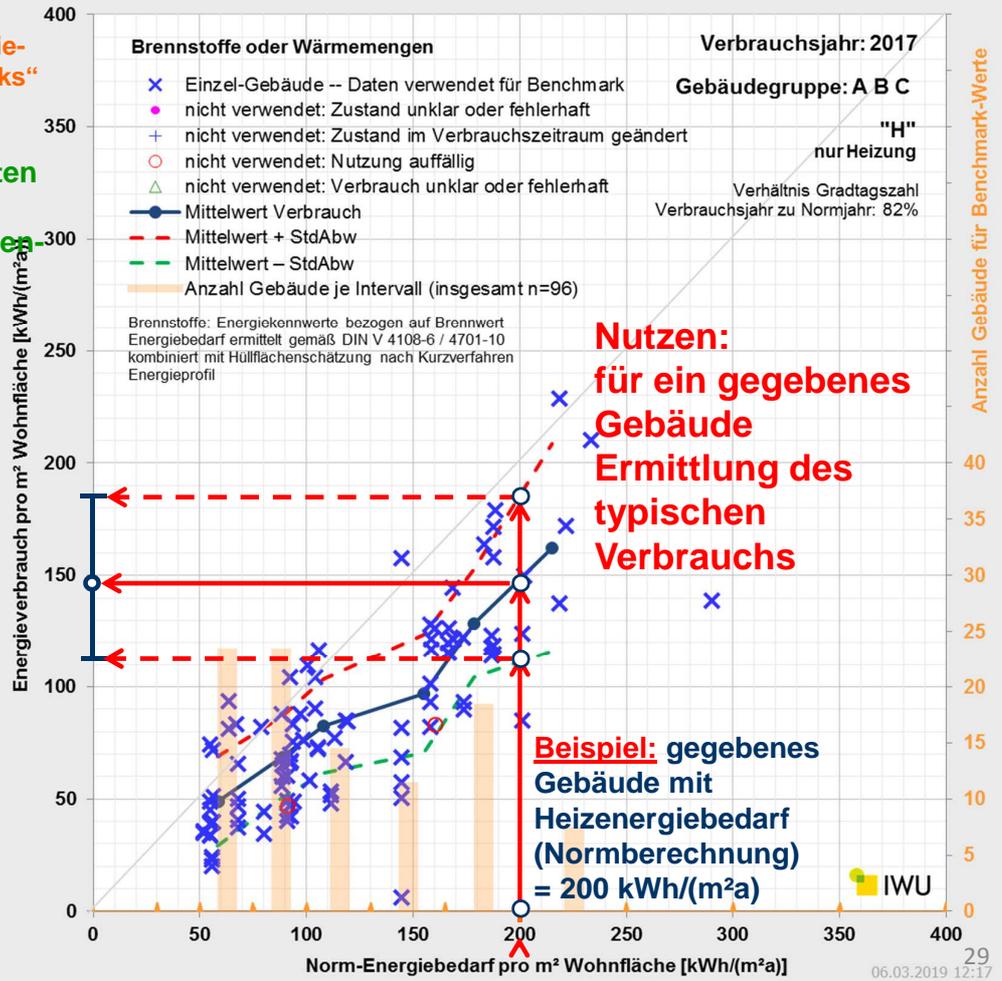
„Modellprojekt Energieverbrauchsbenchmarks“ – Erweiterungstest

Ergänzung von Daten aus zwei weiteren Samples (ohne Datenüberprüfung!)

Vergleichswerte Heizung für das Verbrauchsjahr 2017

typischer Verbrauch 120 bis 180 kWh/(m²a) (= Erwartungsbereich)

Benchmarks „H 2017“



Ermittlung und Analyse von Energieverbrauchsbenchmarks Die Benchmarking-Excel-Mappe „VB-Vergleich.xlsx“

Daten Abrechnung

Ergebnisse Energieprofil Berechnung

Analyse 1 – Gebäude

Analyse 2 – Block

Analyse 3 – WVA

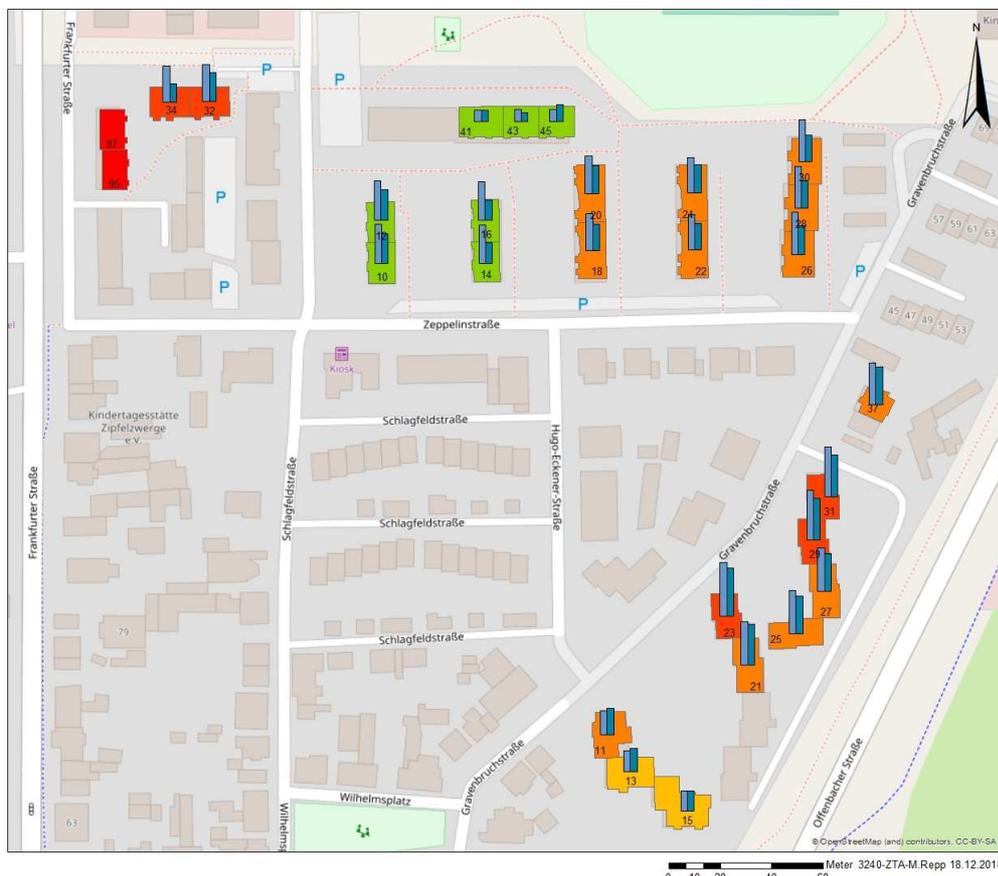
Benchmark-Diagramme und -Tabellen

Unternehmensgruppe Nassauische Heimstätte Wohnstadt

IWU

Resümee

- alle notwendigen Informationen in den Datenbank-Auszügen Verbrauch und Energieprofil enthalten
- Zusammenführung in der Excel-Mappe „VB-Vergleich.xlsx“ funktioniert; Zeitaufwand für Einspielen von neuen Datenbank-Auszügen ca. 1 Stunde
- Qualitätsprüfung der Energieprofil-Daten (unsanierter Gebäude) verbessert Genauigkeit (siehe Bestandsdämmung von Keller- und Geschossdecken); Benchmark-Ermittlung funktioniert aber auch bei verbleibender Unsicherheit (Bedarfsrechnung dann noch stärker „auf der sicheren Seite“); wichtig ist, dass die Maßnahmen energetisch hochwertig modernisierter Gebäude erfasst sind
- Empfehlungen für Verbesserungen bei den Datenbank-Auszügen:
 - ▶ Energieprofil: Versionierung der Daten zum Gebäudezustand (je Jahr); Markierung von Zeiträumen mit undefiniertem Zustand (Baustelle)
 - ▶ Verbrauchsdaten: Indikator für Leerstand (bereits umgesetzt) und häufigen Bewohnerwechsel; Indikator für Art der WW-Wärmemessung (bereits umgesetzt)
- Empfehlung: Ausweitung der jährlichen Benchmark-Ermittlung
- Ergebnis und Resümee (a) für die Ausreißer-Analyse, (b) erwarteter Verbrauch siehe folgende Vorträge von Stefan Swiderek (P5) und Tobias Loga (P7)



Quartiersanalyse

Dreieich Stadtmitte

im Vergleich Bedarf / Verbrauch

Heizen/Ww/Gesamt [kWh/m²a]

