

Verbrauchsbenchmarks – ein Soll-Ist-Vergleich für Wohnungsunternehmen

Tobias Loga¹ / Monika Repp² / Stefan Swiderek¹

- ¹ IWU Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt
- ² NHW Nassauische Heimstätte Wohnstadt, Frankfurt

Ansätze und Ergebnisse des Forschungsvorhabens "Modellprojekt Energieverbrauchsbenchmarks"



Fotos: IWU

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 Wohnstadt (NHW)	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



in Kooperation mit



Ausgangsbasis: zwei Datenbanken im Unternehmen



Energieprofil-Datenbank

umfasst Gesamtbestand NHW; eingeführt im Jahr 2008; jährliche Aktualisierung durch Abfrage der Daten in den jeweils zuständigen Bereichen des Unternehmens

Datenmanagement: NHW

- Grunddaten: Wohnfläche, Vollgeschosse, Anzahl Nachbargebäude, Beheizungssituation in Keller und Dach
- Modernisierungszustand der Gebäudehülle:
 Dicke und Flächenanteil nachträglicher
 Dämmung, Fenster-Bauart
- Charakterisierung des Wärmeversorgungssystems für Heizung und Warmwasser
- Ein- und Ausgangsdaten der Energiebedarfsberechnung nach EnEV, bei Änderungen am Gebäude "auf Knopfdruck" aktualisierbar.

Verbrauchsdatenbank

umfasst Gesamtbestand NHW mit Heizkostenabrechnung; jährliche Aktualisierung der Daten aus Zählerständen und Energieliefermengen Datenmanagement: MET

Abrechnungsgegenstand:

- Heizwärme (Energie / Wärme / Kosten)
- Warmwasser (Energie / Wärme / Volumen / Kosten)
- Kaltwasser (Volumen / Kosten)

räumliche Differenzierung:

- Wohnung
- Zuordnung zu Gebäuden (Hauseingänge) und Wärmeversorgungsanlage über entsprechende Schlüssel

Projekt-Idee:

Fragen und Umsetzungsschritte im "Modellprojekt Energieverbrauchsbenchmarks"

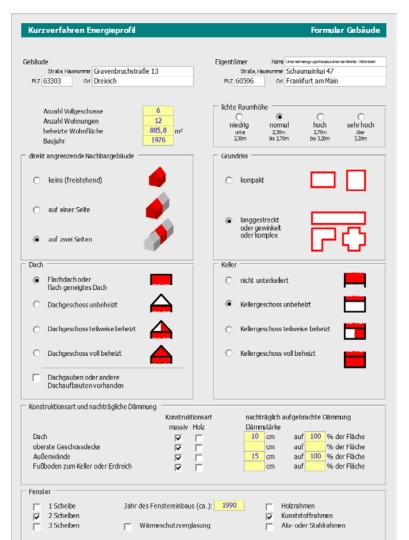


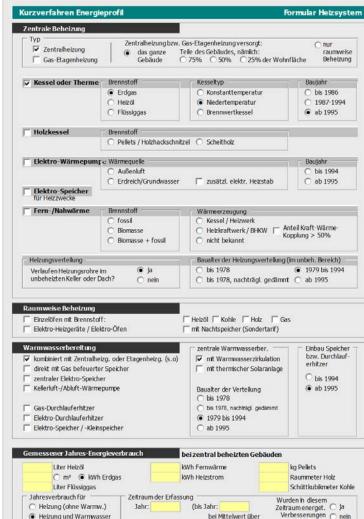
Fragen

- Welcher mittlere Verbrauch ergibt sich bei den unterschiedlichen Energiebedarfsniveaus bzw. Modernisierungszuständen?
- Wie groß ist die Variationsbreite beim Verbrauch?
- Welche Gebäude verbrauchen deutlich mehr als erwartet? Was sind die Gründe? Welche Maßnahmen können durchgeführt werden?

Umsetzungsschritte

- Auswahl eines beispielhaften Quartiers mit unterschiedlichen Modernisierungsstandards
- Export der betreffenden Datensätze aus der Verbrauchsdatenbank und aus der Energieprofil-Datenbank und Zusammenführung
- Plausibilitätsprüfung der Datenbanken und Vor-Ort-Überprüfung der Gebäudedaten
- Bildung von Verbrauchsbenchmarks je
 Bedarfsklasse + Identifizierung von "Ausreißern"
- Ausreißeranalyse und Maßnahmen in mehreren Stufen
- Erweiterung der Stichprobe (Test des Zuordnungsverfahrens)
- Diskussion der Erfahrungen / Empfehlungen für NHW und andere Wohnungsunternehmen







Energieprofil-Indikatoren

Formblätter für Datenbank-Einträge

- Gebäude
- Wärmeversorgung

"Kurzverfahren Energieprofil" (IWU 2005, gefördert durch BBSR): Basis-Monitoring-Indikatoren + vereinfachte energetische Bilanzierung https://www.iwu.de/forschung/energie/laufend/kurzverfahrenenergieprofil/

Arbeitsmappe EnergyProfile.xls", Version 2012; Download Demo-Version:

https://www.iwu.de/forschung/gebaeudebestand/2017/meb-nh/

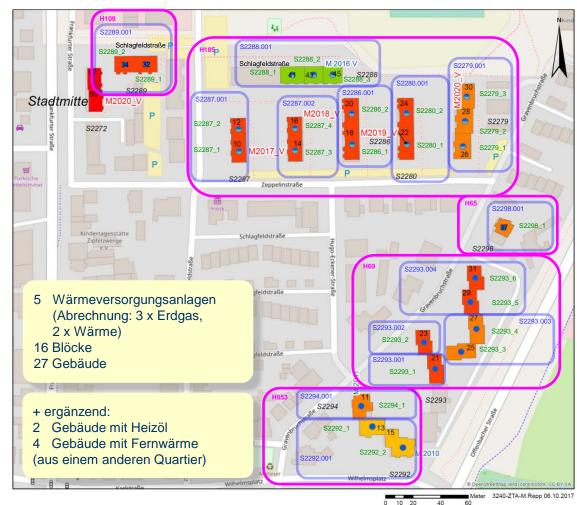
durchas filled?

Daten-Export aus der Abrechnung





Bestand der NH im untersuchten Quartier





- Quartiersanalyse
- Dreieich-Stadtmitte



S2287 Wirtschaftseinheit

S2279.001 Gebäudeblock (Energieprofil-DB) S2287 1 Gebäude

= Hauseingang (Abrechnungs-DB)

Endenergiebedarf

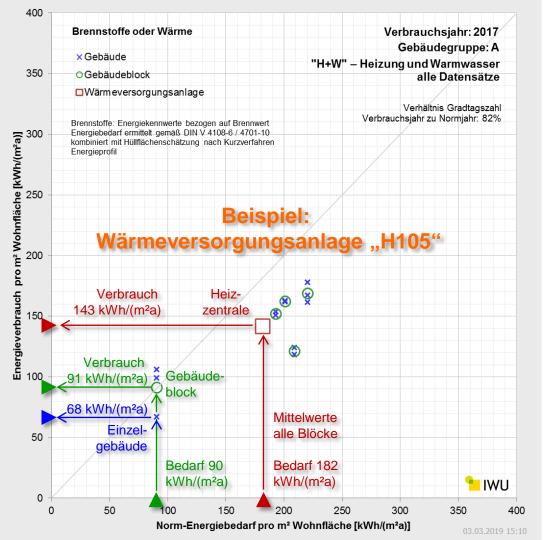
- 51 75
- 76 100 101 - 130
- 131 165 166 - 200
- 201 250 größer 250

zentralbeheizte Who



durchgeführte MOD MOD-Planung

- Export der betreffenden Datensätze aus den beiden Datenbanken (Energieprofil und Verbrauch)
- Zuordnung der Datensätze auf der Ebene Gebäude, Gebäudeblock und Wärmeversorgungsanlage
- Erstellen je einer Tabelle mit Bedarfsund Verbrauchsdaten auf allen drei Ebenen





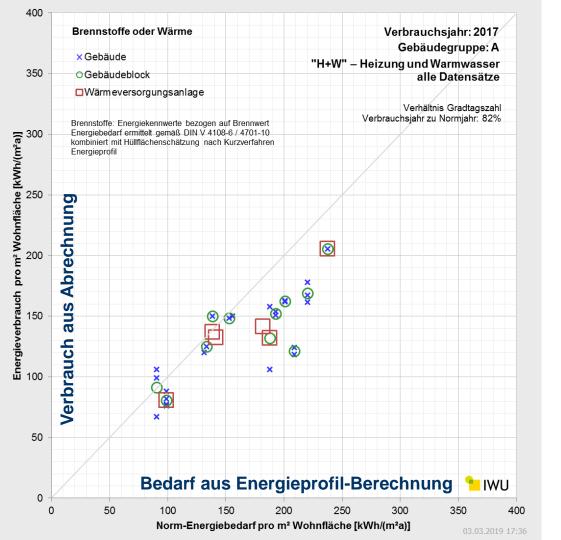
Differenzierung nach Bilanzräumen

Heizung & Warmwasser H+W 2017

Darstellung differenziert nach den Bilanzräumen:

- ➤ Gebäude (Hauseingang)
- ▶ Gebäudeblock
- ➤ Wärmeversorgungsanlage

abgerechnete Jahreswerte des Energieverbrauchs aufgetragen über dem Normenergiebedarf (Bilanzpunkte kongruent mit den jeweiligen Messpunkten der Abrechnung)





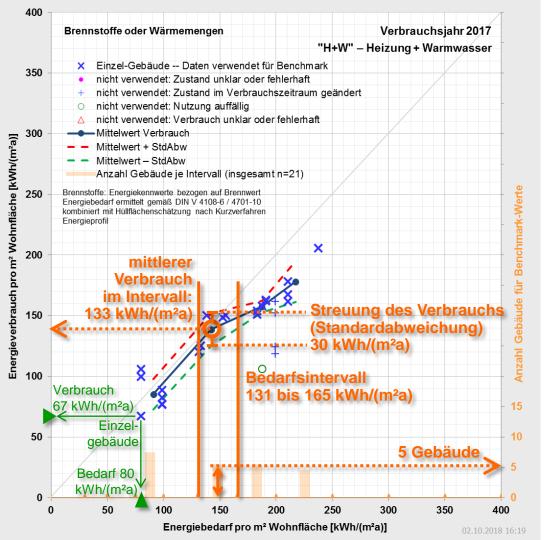
Differenzierung nach Bilanzräumen

Heizung & Warmwasser H+W 2017

Darstellung differenziert nach den Bilanzräumen:

- Gebäude (Hauseingang)
- ▶ Gebäudeblock
- > Wärmeversorgungsanlage

abgerechnete Jahreswerte des Energieverbrauchs aufgetragen über dem Normenergiebedarf (Bilanzpunkte kongruent mit den jeweiligen Messpunkten der Abrechnung)



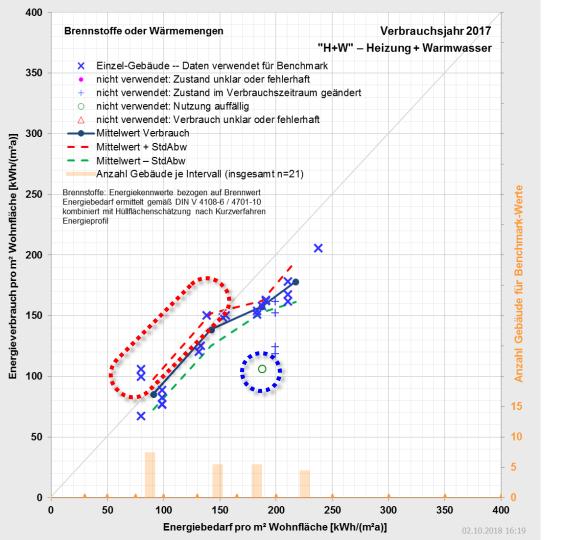


Benchmarks

Heizung & Warmwasser H+W 2017 Ebene **Gebäude** (Hauseingang)

Ermittlung von "bedarfsdifferenzierten Verbrauchsbenchmarks":

- Bildung von Klassen des Energiebedarfs
- Mittelwerte Verbrauch je KlasseVerbrauchsbenchmarks





Ausreißer

Heizung & Warmwasser H+W 2017 Ebene **Gebäude** (Hauseingang) Identifikation von "Ausreißern":

- 3 "Hochverbraucher"
- ▶ 1 "Wenigverbraucher"

jeweils außerhalb des durch die Standardabweichung definierten Bereichs (oder andere Kriterien)

ID Ort Abreh- nungsda- ten	Z	Hei- zungs	Straße und Hausnum-	Wohnfläche	Dadadaa	Madanas	A / 1 mm 1	
	g	anla- ge	mer		m² Wohn- fläche pro m² Wohn- fläche Bedart Heizur		Verhaltnis Verbrauch Bedarf Heizung	Balkendiagramm Bedarf ("B") und Verbrauch ("V")
				m²	kWh/(m²a)	kWh/(m²a)		
		H105	Zeppelinstraße 26	630	211	178	84%	8 V
		H105	Zeppelinstraße 28	630	211	162	77%	V
		H105	Zeppelinstraße 30	630	211	167	79%	N N N N N N N N N N N N N N N N N N N
		H105	Zeppelinstraße 22	730	183	151	82%	v
		H105	Zeppelinstraße 24	730	183	154	84%	ν
		H105	Zeppelinstraße 18	730	191	163	85%	B V
		H105	Zeppelinstraße 20	730	191	162	85%	8 V
		H105	Zeppelinstraße 10	509	199	152	76%	8 V
		H105	Zeppelinstraße 12	508	199	162	81%	B V
S2287_3 Dre		H105	Zeppelinstraße 14	509	199	119	59%	B V
S2287_4 Dre	reieich F	H105	Zeppelinstraße 16	508	199	124	62%	B V
S2288_1 Dre	reieich F	H105	Schlagfeldstraße 41	603	80	99	124%	8
S2288_2 Dre	reieich F	H105	Schlagfeldstraße 43	490	80	67	83%	8
S2288_3 Dre	reieich F	H105	Schlagfeldstraße 45	490	80	106	132%	V V
S2289_1 Dre	reieich F	H109	Schlagfeldstraße 32	412	188	158	84%	B V
S2289_2 Dre	reieich F	H109	Schlagfeldstraße 34	412	188	106	57%	B V
S2292_1 Dre	reieich F	H053	Gravenbruchstraße 13	886	139	150	108%	B V
S2292_2 Dre	reieich F	H053	Gravenbruchstraße 15	1536	133	125	94%	B V
S2293_1 Dre	reieich F	H69	Gravenbruchstraße 21	664				
S2293_2 Dre	reieich F	H69	Gravenbruchstraße 23	400				
S2293_3 Dre	reieich F	H69	Gravenbruchstraße 25	655				
S2293_4 Dre	reieich F	H69	Gravenbruchstraße 27	656				
S2293_5 Dre	reieich F	H69	Gravenbruchstraße 29	400				
S2293_6 Dre	reieich F	H69	Gravenbruchstraße 31	400				
S2294 1 Dre	reieich F	H053	Gravenbruchstraße 11	581	153	148	97%	B V
S2298 1 Dre	reieich F	H65	Gravenbruchstraße 37	206	238	206	87%	B V
S2619 1 Ne	eu-Isenburg F	H126	Bahnhofstraße 216	3574	131	120	92%	B V
		H126	Bahnhofstraße 214	2499	156	150	96%	B V
		H2	Von-Gluck-Straße 8	716	99	77	78%	8
	ffenbach F	H2	Von-Gluck-Straße 10	715	99	82	83%	B V
		H2	Von-Gluck-Straße 12	715	99	89	90%	B V
S2740 4 Off	ffenbach F	H2	Von-Gluck-Straße 14	716	99	77	78%	B

Datenstand: 02.10.2018



Vergleichskennwerte Verbrauch und Bedarf

Auszug aus der Gebäudetabelle für das betrachtete Quartier und die zusätzlich einbezogenen Liegenschaften

Markierung der Gebäude mit Mehr- und mit Minderverbrauch (rote und blaue Schrift)

bei den Gebäuden ohne Einträge liegt dezentrale Warmwasserbereitung vor, so dass die Energiekennwerte "H+W" nicht gebildet werden können

^{*)} Bedarf berechnet mit Randbedingungen und pauschalen Anlagenkennwerten nach EnEV

Vorgehen bei der "Ausreißeranalyse"



Schritte der Analyse

Sichtung von zusätzlichen Unterlagen

z.B. Sanierungsplanung, Rechnung Energielieferung Heizzentrale

Vertiefte Analyse der Verbrauchsabrechnung

Entwicklung Verbrauch über mehrere Jahre / Verbrauch auf Wohnungsebene

Vor-Ort-Überprüfung

baulicher Wärmeschutz; Lage und Dämmung der Heiz-/WW-Kreise, Speicher und Wärmeerzeuger; Heizkreis-Temperaturen, Einstellungen der Regeleinrichtungen; Zählermessstellen

Maßnahmen

Korrektur fehlerhafter Daten (Zustand oder Verbrauch)

Festhalten von Besonderheiten (Kommentarfeld)

Vorschlag und Umsetzung von Maßnahmen (geringinvestiv):

- Wärmeschutz / Versorgungstechnik
- Einstellungen der Betriebsführung
- Datenerfassung und -verarbeitung
- Information von Mietern





















Ergebnisse der "Ausreißer-Analyse"

"Mehrverbrauch"

- Unstimmigkeit in den Zustandsdaten (zu gut angesetzte Fensterqualität)
- ► Korrektur der Energieprofil-Daten
- wenig effiziente Betriebsführung (Raumsolltemperatur in der Heizkreisregelung 28 statt 20°C)
- Änderung in der Anlagenregelung

"Minderverbrauch"

- Ausschluss Fehler bei Zustands- oder Messdatenerfassung
- Gebäude eher klein; offensichtlich sehr sparsames Verhalten der Mieter
 gegebenenfalls liegen auch längere Abwesenheitszeiten vor.

Aus der Vor-Ort-Überprüfung abgeleitete

Allgemeine Empfehlungen



Heizungstechnik

Anschaffung Heizungstechnik

- Intuitive Bedienbarkeit und Transparenz berücksichtigen (welcher Parameter wirkt sich wie auf die Betriebsführung aus?)
- bewährt: "altmodische" Reglern mit zwei Drehknöpfen für "Steilheit" und "Parallelverschiebung" der Heizkurve in Abhängigkeit von der Außentemperatur

Logbuch für Regelungseinstellungen

- fester Ort im Heizraum (neben dem Wartungsbuch)
- Zuschnitt auf die vor Ort installierte Regelung
- Planungswerte bei Installation eintragen
- Änderungen immer eintragen und begründen

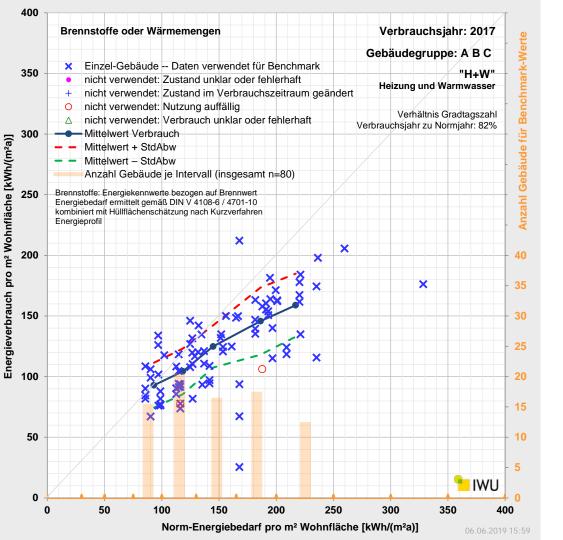
Zuständigkeiten für effiziente Betriebsführung

alle Anlagen in regelmäßigen Abständen insbesondere in den Übergangszeiten bezüglich unnötiger Wärmeverluste überprüfen.

Beschwerden von Mietern

Vorgehen / Checkliste

- Beobachtung des Mieters Was ist aufgefallen? Welcher Zeitraum ist betroffen? Welche Raumtemperatur liegt vor?
- Vor-Ort-Überprüfung in der Wohnung Werden einzelne Heizköper nicht durchströmt? (hydraulisches Problem; festsitzende Thermostat-Ventil-Stifte)
- Vor-Ort-Überprüfung in der Heizungsanlage Regelungseinstellungen, Pumpenfunktion, momentane Vor- und Rücklauftemperatur
- Änderung von Einstellungen sofern Anhebung Vorlauftemperatur notwendig
 → Umsetzung in Form von kleinen Schritten mit Überprüfung der Wirkung + ggf. Festlegung Rückstellzeitpunkt



Verbrauch-Bedarf-Diagramm "H+W"



Erweiterung Gebäudestichprobe

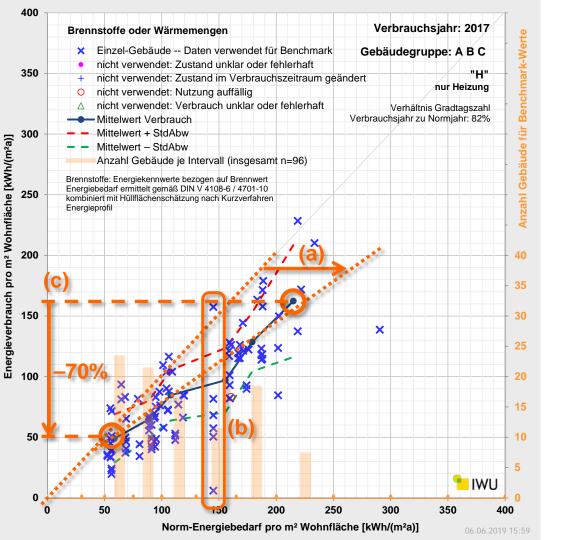
zusätzlich 85 Gebäude (48 Blöcke)

→ 112 Gebäude (64 Blöcke) ohne Daten-Check

Überprüfung

- Prozeduren zum Transfer aus den Datenbanken in die Excel-Mappe für den Verbrauch-Bedarf-Vergleich
- ✓ Algorithmen für die Verbrauch-Bedarf-Analyse und Bildung von Verbrauchsbenchmarks

Werte etwas unter Vorbehalt, da Daten und Analyse nicht qualitätsgeprüft



Verbrauch-Bedarf-Diagramm "H"



Erweiterung Gebäudestichprobe

(a) Kurve bei höherem Bedarf etwas unter Winkelhalbierende

Grund: Bilanzierungsansätze für den Normenergiebedarf bei großen Unsicherheiten eher auf der sicheren Seite

- (b) Ausreißer fallen auf, die bei Fortsetzung des Verbrauchscontrollings näher untersucht werden sollten.
- (c) Augenfällig: Differenz zwischen höchster (n=7) und niedrigster Bedarfsklasse (n=23)
 - Auswirkung energetischer Modernisierungen;

Auswertung von Analysen zum Verhältnis aus Verbrauch zu Bedarf H 2017

"H" - nur Heizung

Gebäudegruppe: A B C

Verbrauch Brennstoffe oder Wärme für Heizung und Warmwasser (bei Brennstoffen bezogen auf Brennwert ${\rm H}_{\rm s}$)

Standa Energiebe		Stich	probe	gemessener Verbrauch, bezogen auf beheizte Wohnfläche			•
bezogen auf beheizte Wohnfläche				Mittel- wert	Kalibrierungsfaktor: Verhältnis Verbrauch zu Bedarf		Streu- breite** zuge- ordneter
Intervall	Mittel-	Anzahl	Wohn-		Mittelwert	relative	Verbrauch
	wert	Gebäu	fläche			Streu-	
		de				breite**	
kWh/(m²a)	kWh/(m²a)		m²	kWh/(m²a)			kWh/(m²a)
1 30	-	-	-	(a)	- (b) -		-
31 50	-	-	-				-
51 75	59	n=23	17.710	49	0,84	±36%	± 20
76 100	89	n=21	15.600	65	0,73	±22%	± 15
101 130	108	n=16	12.486	85	0,79	±27%	± 21
131 165	155	n=11	5.635	97	0,62	±24%	± 26
166 200	179	n=18	9.759	129	0,72	±17%	± 24
201 250	215	n=7	3.115	162	0,76	±25%	± 46
251 300	-	-	-		-		-
	Summe	n=96	64.306				

^{*)} Endenergiebedarf ermittelt gemäß DIN V 4108-6 / 4701-10 kombiniert mit Hüllflächenschätzung nach Kurzverfahren Energieprofil

Benchmark-Tabelle "H"



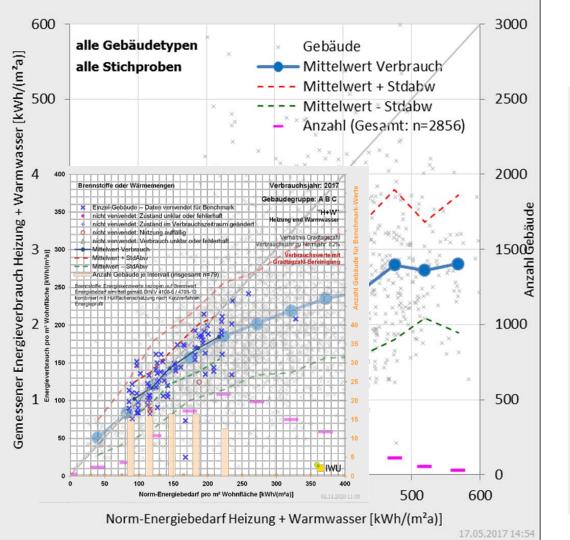
Erweiterung Gebäudestichprobe

"Benchmark-Tabelle" mit Zahlenwerten aus der Analyse

Nutzen:

- (a) Mittelwerte Verbrauch je Bedarfskategorie
 - → über die m² Wohnfläche Hochrechnung auf Verbrauch des Gesamtbestands
- (b) Prognosen für einzelne Gebäude auf der Basis des Norm-Energiebedarfs ("relative Streubreite" = Unsicherheit der Prognose)

^{**) &}quot;Streubreite" = Standardabweichung



Vergleich V-B-Diagramm "H+W" | IWU

IWU-Studie für BBSR 2019

V-B-Wertepaare von 2856 Gebäuden zusammengeführt aus 6 Studien

im Vergleich (überlagertes Diagramm):

Benchmark-Diagramm

der erweiterten NHW-Stichprobe
mit Gradtagzahl-Korrektur auf Standardklima Deutschland

- hervorragende Übereinstimmung der Verbrauchsbenchmarks (mittlere Verbrauchskennwerte)
- deutlich kleinere Streuung Gründe: nur MFH, deutet aber auf gute Datenqualität hin

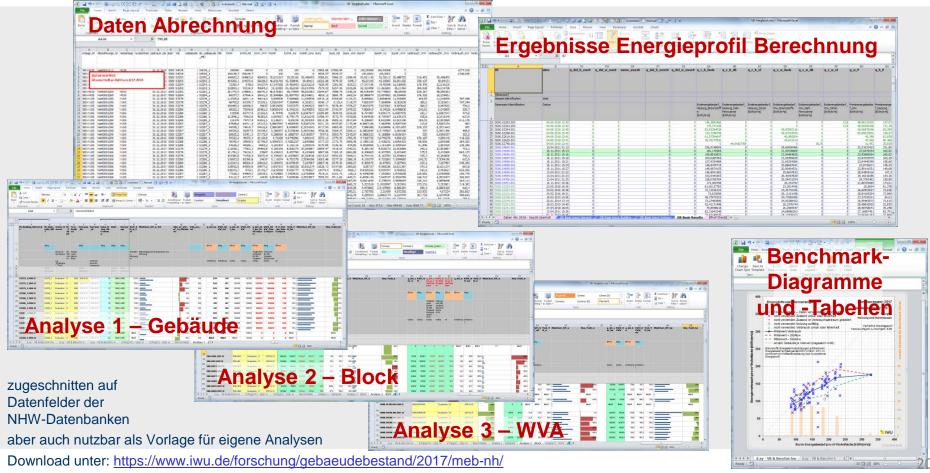
Quelle für die IWU-Studie für BBSR 2019: Loga, Tobias; Stein, Britta; Hacke, Ulrike; Müller, André; Großklos, Marc; Born, Rolf; Renz, Ina; Cischinsky, Holger; Hörner, Michael; Weber, Ines (2019): Berücksichtigung des Nutzerverhaltens bei energetischen Verbesserungen; Hrsg.: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR); BBSR-Online-Publikation 04/2019; https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSROnline/2019/bbsr-online-04-2019-dl-pdf

siehe Vortrag "Prognose des Heizenergieverbrauchs von Wohngebäuden auf Basis des EnEV-Nachweises" auf der EffizienzTagung Bauen+Modernisieren 2020

Tool für den Verbrauch-Bedarf-Vergleich und die Ermittlung von Energieverbrauchsbenchmarks

Excel-Mappe "VB-Vergleich.xlsx"





Resümee und Ausblick – im Wohnungsunternehmen NHW



Modellprojekt der NHW

- Soll-Ist-Vergleich für den Verbrauch mit vertretbarem Aufwand möglich
- Die Gebäude mit einem erhöhten Verbrauch konnten identifiziert und Maßnahmen zur Verbesserung eingeleitet werden
- Analysen zeigen einen sehr ausgeprägten Zusammenhang zwischen dem gemessenen Verbrauch und dem berechneten Bedarf; energetische Modernisierung bewirkt generell eine erhebliche Minderung der Verbrauchswerte

Empfehlungen

- Fortsetzung der Soll-Ist-Analysen in den Folgejahren sowie gegebenenfalls die Ausweitung auf weitere Teile des NHW-Bestands
- gute Ausgangsbasis für ein systematisches Energiemanagement

Offene Fragen

 Verbrauchsanalyse auch für Gebäude ohne Heizkostenabrechnung? (direkte Abrechnung der Fernwärmeoder Gasversorger mit den Mietern). Gegebenenfalls Kooperation mit Versorgern bzw. Energiedienstleistern

Resümee und Ausblick – Verbreitung des Konzepts



Umsetzung in Unternehmen der Wohnungswirtschaft

- Schaffung einer gut strukturierten Abrechnungsdatenbank
- systematische Erfassung und Pflege der Informationen zum energetischen Zustand + darauf basierende vereinfachte Energiebedarfsberechnung

Details siehe Checkliste im Anhang des Projektberichts

Endbericht des hier dargestellten Projekts:

Loga, Tobias; Swiderek, Stefan; Grafe, Michael (2020): 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; ISBN: 978-3-941140-65-3

Download des Endberichts und der verwendeten Tools: https://www.iwu.de/forschung/gebaeudebestand/2017/meb-nh/

Möglicher Benefit

- Verbrauchscontrolling sichert eine Begrenzung der Nebenkosten für die Mieter
- Zielerreichung bei der Umsetzung von Investivmaßnahmen werden real überprüft; gegebenenfalls kann nachgesteuert werden
- empirisch abgesicherte Verbrauchskennwerte = gute Grundlage für strategische Entscheidungen (Fokus auf wirksame Maßnahmen / Technologien)
- erfolgreiche Modernisierungen: Vorzeige-Fälle, nutzbar in Mieterinfo / Öffentlichkeitsarbeit; stärkt Vertrauen in Modernisierung
- Unterfütterung Klimaschutz-Strategien mit realistischen Werten / Soll-Ist-Vergleich für CO₂-Minderungspfad