

## Statistische Energiekennzahlen für Deutschland: Heizenergie-Verbrauchsentwicklung im Wohnungsbestand seit 2004

Franz Schröder  
Axel Seeberg  
Dieter Novotny  
Frank Johannsen  
Ralph Cerny

# Statistische Energiekennzahlen für Deutschland: Heizenergie-Verbrauchsentwicklung im Wohnungsbestand seit 2004

Es werden repräsentative Trends der Energiekennzahlen für den Deutschen Wohngebäudebestand von 2004 bis 2016 präsentiert. Dabei basiert die statistische Gesamtheit auf 1,6 Mio. Gebäudeenergieabrechnungen und erfasst damit ca. 1,2 Mrd. m<sup>2</sup> Wohnfläche, 180 TWh Energie, 200 Mio. m<sup>3</sup> Trinkwasser und differenziert nach Heizanlagentyp und Gebäudegröße. Beobachtet wird im Mittel eine Reduktion des reinen Energieverbrauchs für Raumheizung von 11 bis 12 %. Gegenläufig hingegen zeigt sich der Trend beim Energieeinsatz für Trinkwassererwärmung (TWE), nämlich ansteigend um 5 bis 6 % sowie eine effektive Steigerung des TWE-Anteils am Energieeinsatz um 2 % von etwa 22 auf 24 %. Die effektive Heizenergieerhöhung ist zudem im Abnehmen begriffen, denn zwei Drittel entfallen bereits auf den Zeitraum bis 2010 und nur ein Drittel auf die Periode danach. Der hochgerechnete relative Reduktionstrend für Einfamilienhäuser fällt insgesamt um knapp ein Drittel geringer aus, d. h. der reine Heizenergieverbrauch von 2013 bis 2016 liegt nur etwa 8 bis 8,5 % unter dem der Jahre 2004 bis 2008. Die beobachteten Reduktionen des Heizenergieverbrauchs durch energetische Sanierung oder Neubau fallen demnach deutlich geringer aus als gemäß EnEV veranschlagt. In Umfang und Kontext durchaus repräsentativ für den deutschen Wohnungsbestand belegt diese Statistik belastbar die bestehende Diskrepanz zu den EU Klimazielen 20 – 20 – 20. Im Hinblick auf klimawirksame CO<sub>2</sub>-Minderung hat sich die Bedeutung der kostenintensiven, rein bauphysikalischen Maßnahmen im Wohngebäudebestand daher stark relativiert. Möglicherweise stößt eine isoliert via EnEV erreichbare Minderung des Endenergieverbrauchs an Grenzen, dergestalt, dass Investitionen entschlossener auf Verringerung des Primärenergiebedarfs, d. h. auf forcierten Austausch der Energieträger, effiziente Sektorenkopplung unter Verkehrsvermeidung sowie auf den Ausbau digitaler Assistenzsysteme zur Energieeffizienzsteigerung und Personensorge in den Wohnumgebungen zugeschnitten werden sollten.

**Stichworte:** Heizenergie; Energieverbrauchskennzahlen; Energiekennwerte; Wohngebäude

## 1 Einleitung

Vor über einer halben Dekade konnten erstmalig statistisch gut belastbare und bauphysikalisch differenzierte Energieverbrauchswerte aus Abrechnungsleistungen der Wohnungswirtschaft abgeleitet werden. Seinerzeit konnten typische Effizienzsteigerungen im Heizenergieverbrauch

## Statistic energy ratings for Germany: Heat energy consumption trends of the dwelling stock since 2004

Representative energy ratings for the German dwelling stock between 2004 and 2016 are reported. The statistical base comprises 1,6 million building billings, 1,2 billion m<sup>2</sup> living area, 180 TWh energy and 200 million m<sup>3</sup> drinking water, all differentiated by building size and heating system type. We observe an average reduction of room-heating by 11–12 %. Contrary and at the same time an increase of water-heating-energy (TWE) of about 5–6 % takes place, as well as an effective increase of the TWE-fraction by 2 %, from 22 to 24 %. The effective heat energy reduction is apparently levelling out: Already 2/3rd of reduction was achieved during the time interval before 2010, only 1/3rd during the following years. Calculating similar energy ratings for the 19 million German flats in single or double houses leads to about 1/3rd less relative energy-reduction, thus the heat-energy-consumption within years 2013–2016 was only 8–8,5 % lower compared to years 2004–2008. The misgivings not fulfilling the expectations as postulated by the EnEV have again proved true; indeed, the statistics document a continuous discrepancy to the EU 20-20-20 climate goals. With respect to effective CO<sub>2</sub>-reduction, EnEV-claims concerning living flats have become much less convincing. Instead, the focus should resolutely turn to reduction of the primary energy factor, namely on the systematic change to regenerative energy, more efficient coupling of energy sectors in order to achieve effective traffic reduction as well as investments into digital infrastructure within flats raising their energy efficiency and supporting Ambient Assisted Living.

**Keywords:** Heating energy; Energy consumption indicators; Energy ratings; Residential buildings

zwischen Altbauten und bis dahin statistisch greifbaren Neubauten (bis EnEV 2002) sowie bauphysikalisch weitgehend sanierten Objekten berichtet werden, wobei im Bestand typisch kaum Reduktionen über 40 bis 50 kWh/(m<sup>2</sup>a) hinaus sichtbar wurden [1, 2, 3]. In der Zwischenzeit haben weitere Beobachtungen belegt, dass alte Bausubstanz vor 1978 hinsichtlich ihres aktuell realen Heizenergie-

bedarfs tendenziell stark überschätzt wird und moderne Bausubstanz – insbesondere durch Rebound-Effekte – die theoretisch berechneten niedrigen Bedarfe immer weniger erreichen. Belegt sind auch die Homogenisierung von Innenraumtemperaturen bei einer moderaten Steigerung um etwa 1,5 K bis BAK EnEV 2002, sowie gleichzeitig eine systematische Dehomogenisierung der Energieabgabe, d. h. auf weniger und sporadischer genutzte Abgabestellen mit steigendem Baustandard [4]. In der Nachverfolgung dieses Trends haben weitere Praxisstudien und Datenvergleiche belegt, dass die systematische Steigerung der Innenraumtemperaturen bis zu EnEV 2009 und Passivhausstandard bald ganze 4 K beträgt und parallel auch die saisonale Absenkung der Temperaturen innerhalb der Wohnumgebungen im Winter zunehmend verschwindet [6]. Innerhalb der modernsten Gebäudehüllen treten gleichzeitige Überwärmungs- und Ablüftungsszenarien offensichtlich viel häufiger auf als beispielsweise als zu kalt empfundene Wohnräume und ein Großteil nicht realisierter Energieeffizienz hängt augenscheinlich damit zusammen. Allein die systematischen 4 K mittleren Temperaturanstiegs sind dabei geeignet, einen „Rebound-Effekt“ von über 20% Heizenergie-Mehrverbrauch zu erklären.

Jedenfalls hat die bauphysikalische Sanierung von Gebäudehüllen wohl hauptsächlich wegen fehlender wirtschaftlicher Darstellbarkeit [6] stark an Überzeugungskraft verloren und die Sanierungsraten im Wohnungsbestand sind folgerichtig weit hinter die politische Vorgabe von 2% energetischer Vollsanierung pro Jahr zurückgefallen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, abschließend für die vergangene Dekade nachzuvollziehen und zu dokumentieren, wie sich der reale Heizenergieverbrauch für Raumheizung und Trinkwassererwärmung im typischen Mietwohnungsbestand quantitativ entwickelt hat. Zu diesem Zweck wurden einheitlich Energieverbrauchskennzahlen für einen großen Mietwohnungsbestand aus anonymisierten Gebäude-Abrechnungsinformationen generiert und auf die erwarteten rückläufigen Trends hin analysiert. Die für Verbrauchswertvergleiche zentral wichtigen Klimakorrekturen wurden dazu gemäß der ortsgenauen Klimafaktoren des DWD (OKF), die auch das anerkannte Berechnungsverfahren gemäß Stand der Technik für die Energieverbrauchspässe darstellen, durchgeführt: Konkret mit Bezug zur aktuellen Referenzstation Potsdam (mit 3600 Gradtagszahlen G20/15) und rückwirkend angewendet bis ins Jahr 2004. Diese Nachbereitung war als wichtig und obligatorisch zu betrachten, da die Umstellung der Bezugs-Wetterstationen und Referenzzeiträume einen substantiellen „Offset“ von ganzen 6% ausmachten, um die die amtlichen Klimafaktoren bis 2012 noch höher lagen.

## 2 Analyseansatz

Der vorliegende Datensatz von Energiekennwerten entsteht aus etwa 1,6 Mio. Gebäudeenergieabrechnungen, umfasst damit etwa insgesamt 1,2 Mrd. m<sup>2</sup> Wohnfläche, 180 TWh Energie und 200 Mio m<sup>3</sup> Trinkwasser zwischen 2004 und 2016. Ein Großteil des betrachteten Gebäudebestandes konnte über den gesamten Zeitraum oder zumindest lange Teilphasen innerhalb der gesamten Zeitperiode verfolgt werden. Mangels einer bislang allgemeinverbindlichen Referenz für eine repräsentative Zusammensetzung

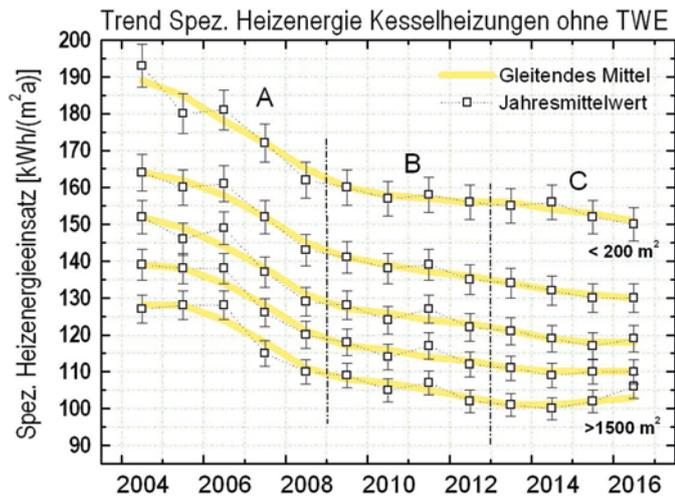
wird der eigentlichen Analyse eine Beschreibung und Dokumentation der Kontinuität des hier zugrunde gelegten Wohnungsbestandes hinsichtlich Gebäudegrößen, Energieträger und Typus der Heizanlagen vorangestellt.

Differenziert wird – in Kontinuität zu vormals publizierten Kennzahlen [4] – nach fünf Gebäudegrößenklassen: bis 200, 400, 800, 1500, über 1500 m<sup>2</sup> Nutzfläche des Gebäudes (gemäß EnEV), und nach zwei Energieträgerklassen: Fernwärmeheizungen und Kesselheizungen (Gas oder Öl); sowie jeweils nach Heizanlagenauslegung mit bzw. ohne zentrale Trinkwassererwärmung (TWE). Letztere Unterscheidung wird notwendig, da nur aus der Teilmenge der Objekte mit zentraler TWE (in der Regel etwa zwei Drittel aller Heizanlagen) Informationen über den Trinkwasserverbrauch und dafür eingesetzte Heizenergie gewonnen werden können. Zudem folgte die Abgrenzung von eingesetzter Heizenergie zwischen Raumheizung und TWE bis etwa 2012 keiner direkten Erfassung, sondern Rechenkonventionen der Heizkostenverordnung (HKVO) und erst seitdem erfolgen vorgeschriebene kalorische Messungen mittels Wärmemengenzähler. Die entsprechenden Energiemengen waren und sind also abhängig verbunden, sodass die initiale Berechnung der Energie für TWE bis 2012 immer auch unmittelbar den verbleibenden Teil für Raumheizung mitbestimmte.

Auf weitere Klassifizierungen hinsichtlich des bauphysikalischen Sanierungszustandes einzelner Objekte wird in dieser Analyse bewusst verzichtet, weil entsprechende Informationen (z. B. aus Energieverbrauchspässen) nur für wesentlich kleinere Teilmengen und in unregelmäßigen Zeitperioden vorliegen. Diese Beschränkung erfolgt ausdrücklich im Hinblick auf eine möglichst repräsentative, statistisch belastbare Darstellung der Energieeffiziententwicklung im Mietwohnungsbestand von Mehrfamilienhäusern mit überwiegender Wohnnutzung (mit etwa 20 Mio. Wohnungen, bei nur gelegentlicher Kombination mit begrenztem Kleingewerbeanteil). Zusätzlich werden speziell die Verbrauchskennwerte kleiner Mehrfamilienhäuser anschließend gesondert betrachtet, um daraus zumindest eine Abschätzung für korrespondierende Kennzahlentrends der etwa 19 Mio. Ein- und Zweifamilienhäuser (EFH) in Deutschland abgeben zu können, für die naturgemäß kaum größeren statistische Datensätze verfügbar sind.

## 3 Differenzierte Beobachtungen

Bild 1 zeigt – zunächst nur exemplarisch für Gebäude mit Kesselanlagen ohne TWE – die jahresgenaue Trendentwicklung der mittleren Heizenergiekennzahl über den Gesamtzeitraum 2004 bis 2016 für die genannten fünf Gebäudegrößenklassen. Hier ist bereits deutlich zu erkennen, dass die Trendentwicklung über 12 Jahre nicht linear verläuft, sondern alle Kurven einen eher asymptotischen Verlauf nehmen. Entsprechende Beobachtungen ergeben sich auch für Gebäude mit allen anderen Heizungsanlagentypen, d. h. eine systematische Abschwächung – und nicht etwa eine zunehmende Verstärkung – der Verbrauchskennzahlenreduzierung im Wohnungsbestand insgesamt, ist innerhalb der vergangenen Dekade durchgehend zu beobachten.



**Bild 1.** Trendentwicklung der Heizenergie für fünf Gebäudegrößenklassen (kleine zuoberst) mit Kesselheizungen ohne zentrale Trinkwassererwärmung zwischen 2004 und 2016. Die Zeitreihen sind gleitend gemittelt über je drei Jahre.  
**Fig. 1.** Heat energy trends for five gas- or oil heated building sizes (small aloft) without central water heating, between 2004 and 2016. Data experienced moving average over three years, respectively.

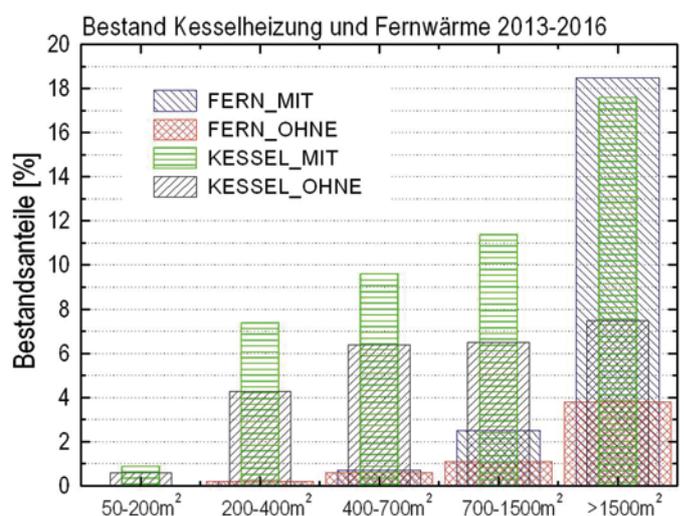
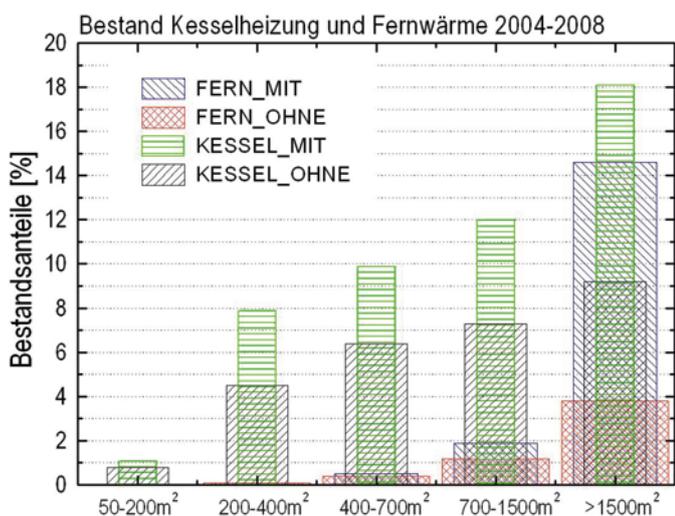
Um andererseits die insgesamt 30 Kennwerteklassen statistisch gut zu belegen und übersichtlicher zu dokumentieren, wurde der Gesamtbetrachtungszeitraum nicht weiter entlang einzelner Jahresabschnitte, sondern in drei vergleichbar ausgedehnte Zeitintervalle unterteilt: Periode A: 2004–2008, Periode B: 2009–2012 sowie Periode C: 2013–2016 (Bild 1), welche jeweils mit typisch 0,4 bis 0,7 Mio. Objektdatensätzen belegt sind. Die Übergänge von einer Periode zur nächsten werden im Folgenden als Trendstufen bezeichnet.

Zur Vervollständigung der Dokumentation sind die statistischen Kennzahlen der Perioden A und C numerisch in Tabelle 1 hinterlegt. Angegeben werden jeweils Mittel-

werte, Mediane, die 15%- und 85%-Quantile als ungefähres Maß für eine statistische Streuung, sowie die statistische Stärke und die relativen Veränderungen der Mittelwerte und Mediane innerhalb der Kennwerteklassen. Die entsprechenden Energieverbrauchstrends werden zusammen mit den Graphiken ab Abschnitt 3.2 beschrieben.

### 3.1 Bestandszusammensetzung 2004 bis 2008 und 2013 bis 2016

Die Bilder 2 und 3 zeigen die Zusammensetzung und relative Veränderung des statistisch untersuchten Mehrfamilienhausbestandes seit 2004. Gut zwei Drittel des Bestandes an Wohnungen entfällt auf die oberen beiden Gebäudegrößenklassen mit mehr als typisch 700 m<sup>2</sup> Nutzfläche oder mehr als zehn Wohneinheiten. Drei Viertel aller Wohnungen werden (Ausgangspunkt: Periode A) in etwa direkt durch Kesselheizungen (Gas oder Öl) versorgt, d. h. durch Verfeuerung fossiler Energie vor Ort. Davon wiederum ein Drittel ohne eine angekoppelte zentrale Trinkwassererwärmung. Ein Viertel der Wohnungen ist fernwärmeversorgt, davon in etwa ein Viertel ohne zentrale TWE. Diese Verteilung verändert sich kaum signifikant über die drei Perioden A, B und C, sodass eine direkte statistische Vergleichbarkeit von integralen Energiekennzahlen (z. B. über die Gebäudeklassen, die Energieträger oder die TWE) aller drei Perioden in erster Näherung gegeben ist. Erwähnenswerte Veränderungen ergeben sich nur insoweit, als dass sich in den größeren Gebäuden der relative Anteil der Fernwärmeversorgung gegenüber den Kesselanlagen um etwa 4% des Wohnungsbestandes erhöht hat und dass in diesem Zuge auch vorzugsweise zentral gekoppelte TWE installiert wurden (Bild 3). Diese Beobachtungen sind konsistent mit den nominell vorgenommenen Maßnahmen im Kontext mit der Energiewende, die sowohl den Ersatz fossiler Brennstoffe durch regenerative Energiequellen als auch eine insgesamt effizientere Energieerzeugung (lokal dezentralisiert mit Fernwärmeerzeugung und u. U. auch temporär kombiniert mit variablem Energiemix) vorsieht.



**Bild 2.** Prozentuale Verteilung des Bestandes an einzelnen Wohnungen über fünf Gebäudegrößenklassen (Abszisse: Nutzfläche) und vier Typen von Beheizungsanlagen (mit und ohne zentrale TWE), zusammengefasst jeweils für die Zeiträume a) 2004–2008 (Periode A) und b) 2013–2016 (Periode C).

**Fig. 2.** Distribution of single flats over five size classes (X-axis: floor space) and four heating facility type (with and without central TWE); a) representing time period A (2004–2008) and b) period C (2013–2016).

*Tabelle 1. Differenzierte Energiekennwerte 2004–2008 (Periode A) und 2013–2016 (Periode C) im Vergleich. Ausgewiesen sind jeweils Mittelwerte (AVE), Mediane (MED), Variabilität (Quantile 15% und 85%), statistische Stärke (Anzahl der Gebäudedatensätze) sowie die prozentualen Veränderungen von Mittelwerten und Medianen.*

*Table 1. Differentiated energy ratings 2004–2008 (period A) and 2013–2016 (period C) in comparison. Displayed are averages (AVE), medians (MED), variability (15% and 85% percentiles), statistic strength (number of data sets) as well as relative change of averages and medians.*

ENERGIEKENNZAHLEN		PERIODE A: 2004–2008 [kWh/(m <sup>2</sup> a)]					PERIODE C: 2013–2016 [kWh/(m <sup>2</sup> a)]					[%]	[%]
Größe [m <sup>2</sup> ]		Q15	MED	AVE	Q85	N [#]	Q15	MED	AVE	Q85	N [#]	Delta-MED	Delta-AVE
HEIZUNG	< 200	36	90	<b>102,1</b>	156	300	39	88	<b>100,7</b>	152	540	-2,2	-1,4
FERNW.	200–400	60	93	<b>103,3</b>	143	1350	53	86	<b>94,0</b>	133	2950	-7,5	-9,0
TWE zentral	400–700	55	86	<b>94,7</b>	132	2550	48	78	<b>85,1</b>	119	5350	-9,3	-10,2
	700–1500	50	77	<b>84,7</b>	118	5400	45	70	<b>75,6</b>	107	9900	-9,1	-10,7
	> 1500	48	72	<b>78,5</b>	108	10900	44	64	<b>70,6</b>	98	19000	-11,1	-10,1
TWE	< 200	6	20	<b>23,8</b>	37	300	9	20	<b>25,1</b>	35	540	0,0	5,4
FERNW.	200–400	8	18	<b>21,3</b>	30	1350	8	20	<b>21,4</b>	33	2950	11,1	0,5
	400–700	6	18	<b>19,6</b>	30	2550	9	21	<b>22,6</b>	35	5350	16,7	15,4
	700–1500	8	19	<b>19,2</b>	29	5400	9	22	<b>21,6</b>	33	9900	15,8	12,5
	> 1500	6	20	<b>19,1</b>	29	10900	7	22	<b>21,5</b>	33	19000	10,0	12,7
HEIZUNG	< 200	81	130	<b>139,7</b>	196	16050	73	119	<b>126,5</b>	178	19500	-4,6	-6,1
KESSEL	200–400	69	110	<b>116,7</b>	164	84000	64	102	<b>107,0</b>	150	111000	-7,3	-8,3
TWE zentral	400–700	65	101	<b>107,1</b>	149	57900	61	94	<b>98,9</b>	137	79500	-6,9	-7,7
	700–1500	64	98	<b>104,5</b>	144	37200	58	90	<b>94,1</b>	129	50900	-8,2	-10,0
	> 1500	63	95	<b>102,3</b>	139	18900	58	88	<b>92,3</b>	125	25700	-7,4	-9,8
TWE	< 200	11	24	<b>26,4</b>	41	16050	12	24	<b>27,1</b>	41	19500	0,0	2,4
KESSEL	200–400	11	22	<b>24,1</b>	37	84000	12	23	<b>24,7</b>	37	111000	4,5	2,5
	400–700	12	23	<b>24,2</b>	36	57900	13	24	<b>25,6</b>	37	79500	4,3	5,5
	700–1500	12	24	<b>24,5</b>	36	37200	14	26	<b>26,3</b>	38	50900	8,3	7,3
	> 1500	14	26	<b>25,8</b>	37	18900	16	27	<b>27,6</b>	39	25700	3,8	6,9
HEIZUNG	< 200	74	117	<b>139,6</b>	208	330	70	118	<b>135,2</b>	198	570	1,2	-3,2
FERNW.	200–400	68	112	<b>121,0</b>	170	1500	68	103	<b>109,7</b>	149	3000	-8,0	-9,3
ohne TWE	400–700	70	109	<b>121</b>	161	2500	65	96	<b>101</b>	133	4700	-11,9	-16,9
	700–1500	69	102	<b>112,3</b>	144	3800	62	92	<b>95,8</b>	128	5300	-9,8	-14,7
	> 1500	56	90	<b>95,5</b>	128	4550	50	80	<b>84,4</b>	117	6250	-11,1	-11,6
HEIZUNG	< 200	101	159	<b>169</b>	234	11100	91	141	<b>152,2</b>	210	13200	-11,3	-9,9
KESSEL	200–400	95	142	<b>149,4</b>	202	44500	85	126	<b>131,3</b>	177	61300	-11,3	-12,1
ohne TWE	400–700	89	130	<b>135,8</b>	181	37100	80	115	<b>119,1</b>	157	53800	-11,5	-12,3
	700–1500	81	121	<b>125,6</b>	168	24700	73	106	<b>109,7</b>	146	31800	-12,4	-12,7
	> 1500	70	110	<b>114,9</b>	156	11800	65	98	<b>101,3</b>	137	13400	-10,9	-11,8

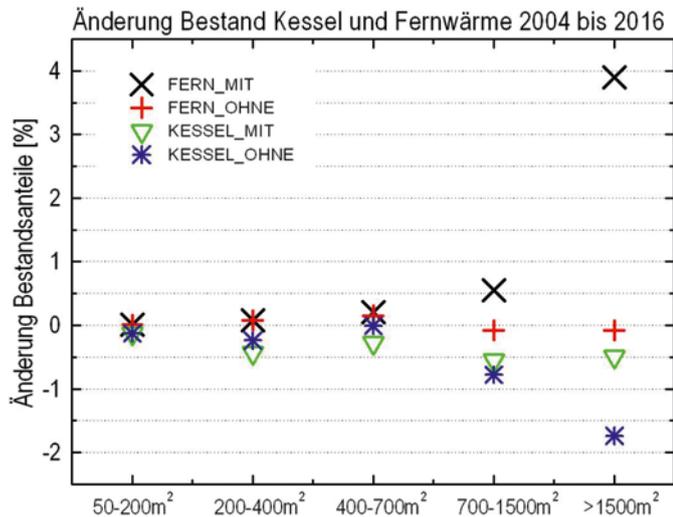


Bild 3. Prozentuale Veränderungen in der Verteilung des abgerechneten Wohnungsbestandes über die vergangene Dekade (von Periode A nach Periode C, mit Bezug zu Bild 2). Es ergeben sich weniger als 5% wirksame Verschiebung über die Anlagentypen, die auch wesentlich beschränkt sind auf die beiden oberen Größenklassen.

Fig. 3. Relative changes from period A to period C for all 20 classes displayed in Fig. 2. Clearly less than 5% effective change is observed, mainly limited to the upper two building size classes.

Zugunsten dieser Fernwärme-Energieversorgung sind im Wesentlichen alte Kesselbefeuerungsanlagen – meist solche ohne zentrale TWE – ersetzt worden, allerdings betrifft diese Veränderung in der vergangenen Dekade wohl weniger als 5% aller MFH-Bestandswohnungen. Für kleinere MFH bis etwa 700 m<sup>2</sup> oder mit typisch acht bis zehn Wohneinheiten erhöht sich zwar ebenfalls der Anteil an Fernwärmeanlagen, alle Veränderungen fallen aber typisch eine Größenordnungen geringer aus und – mit unter 0,5% der betroffenen Wohneinheiten – kaum signifikant. Die Entwicklung der Bestandszusammensetzung in Periode B

folgt im Übrigen konsistent der Trendstufenentwicklung von Periode A nach Periode C und wird nicht gesondert illustriert. Alle im Folgenden abgeleiteten Energiekennzahlen (Bilder 4 bis 6 und Tabelle 1) beziehen sich jeweils auf die statistische Gesamtheit der Perioden A bis C unter Vernachlässigung möglicher Effekte der gerade dargestellten geringen Variabilität von Anlagentypen im Bestand.

### 3.2 Trendstufen für den Raumheizungsbedarf 2004 bis 2008, 2009 bis 2012, 2013 bis 2016

Der Heizenergieverbrauch von Gebäuden mit Kesselheizungen ohne TWE hat sich von Periode A nach Periode C von knapp 170 auf gut 150 kWh/(m<sup>2</sup>a) für die kleinste Gebäudeklasse, konstant abnehmend von 115 auf 100 kWh/(m<sup>2</sup>a) für die größte Gebäudeklasse reduziert (Bild 4). Die entsprechenden Kennwerte für Kesselheizungen mit zentraler TWE belaufen sich von 140 auf gut 125 kWh/(m<sup>2</sup>a) für die kleinste Gebäudeklasse, konstant abnehmend von knapp 105 auf gut 90 kWh/(m<sup>2</sup>a) für die größte Gebäudeklasse. Beiden Anlagentypen sind gemeinsam, dass mindestens zwei Drittel der Reduktion auf die Trendstufe A/B entfallen, also während der ersten Hälfte der vergangenen Dekade erreicht wurden. Insbesondere bei den Anlagen mit zentraler TWE und den großen Wohneinheiten zeichnet sich eine bereits erfolgte Stagnation der Reduktion bis zum Ende der aktuellen Dekade ab, nämlich mit etwa 15 kWh/(m<sup>2</sup>a).

Bei den mit Fernwärme beheizten Objekten ist der Trend ähnlich, wenn auch nicht entsprechend einheitlich ausgeprägt: Für Fernwärmeanlagen ohne TWE sinken die Kennzahlen der Periode A nach Periode C von 140 auf 130 bis 135 kWh/(m<sup>2</sup>a) für die kleinste-, konstant abnehmend von 95 auf 85 kWh/(m<sup>2</sup>a) für die größte Gebäudeklasse (Bild 5). Die entsprechenden Kennwerte für Fernwärmeheizungen mit zentraler TWE belaufen sich auf von 105 auf 95 kWh/(m<sup>2</sup>a) für die zweitkleinste-, konstant abnehmend auf von knapp 80 bis gut 70 kWh/(m<sup>2</sup>a) für die größte Gebäudeklasse. Bei den Fernwärmeheizungen ist die Reduk-

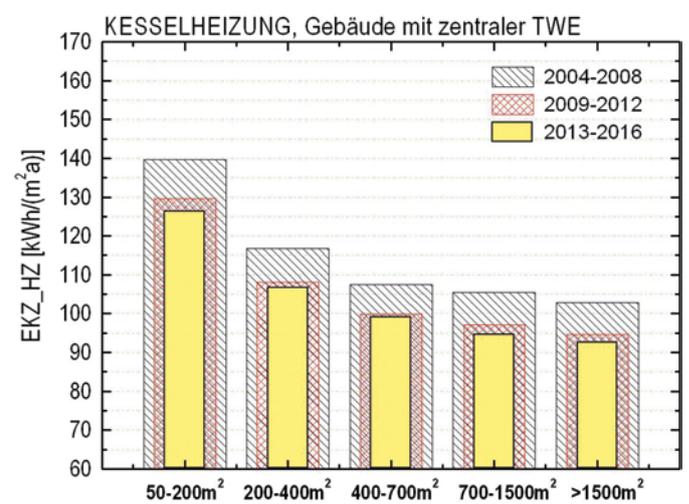
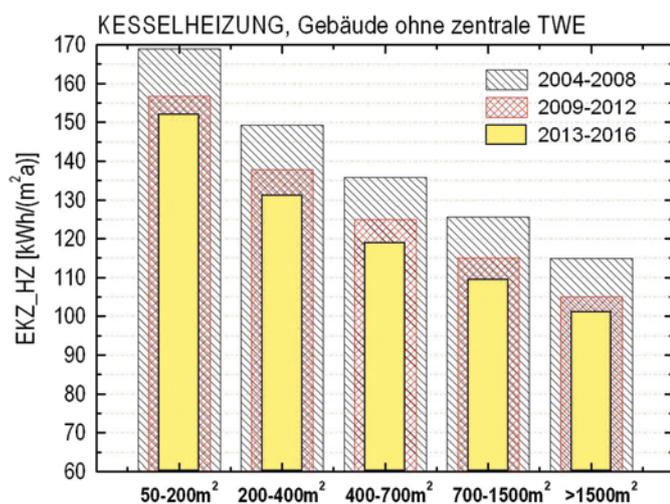


Bild 4. Trendentwicklung der mittleren spezifischen Energiekennwerte Raumheizung, EKZ\_HZ, für fünf Gebäudegrößenklassen (Abszisse: Nutzfläche) mit Kesselheizungen über die Perioden A, B und C, separiert nach Heizanlagentypus a) ohne zentraler TWE; b) respektive mit zentraler TWE

Fig. 4. Distribution of single flats over five size classes (X-axis: floor space) and four heating facility type (with and without central TWE); a) representing time period A (2004–2008) and b) time period C (2013–2016)

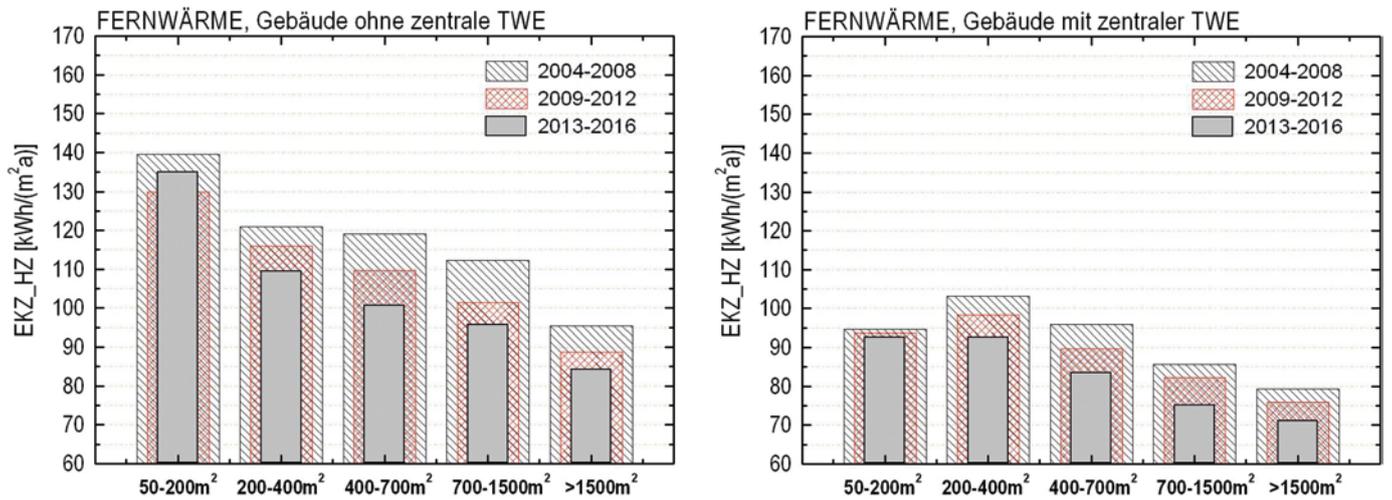


Bild 5. Trendentwicklung der mittleren spezifischen Energiekennwerte Raumheizung, EKZ\_HZ, für fünf fernwärmebeheizte Gebäudegrößenklassen (Abszisse: Nutzfläche) über die Perioden A, B und C, separiert nach Heizanlagentypus a) ohne zentraler TWE und b) respektive mit zentraler TWE

Fig. 5. Trend steps of the average room heating energy ratings, EKZ\_HZ, for five building-size-classes (X-axis: Floor space) with community heating, referring to time periods A, B and C, separated for buildings a) without central TWE, b) with central TWE

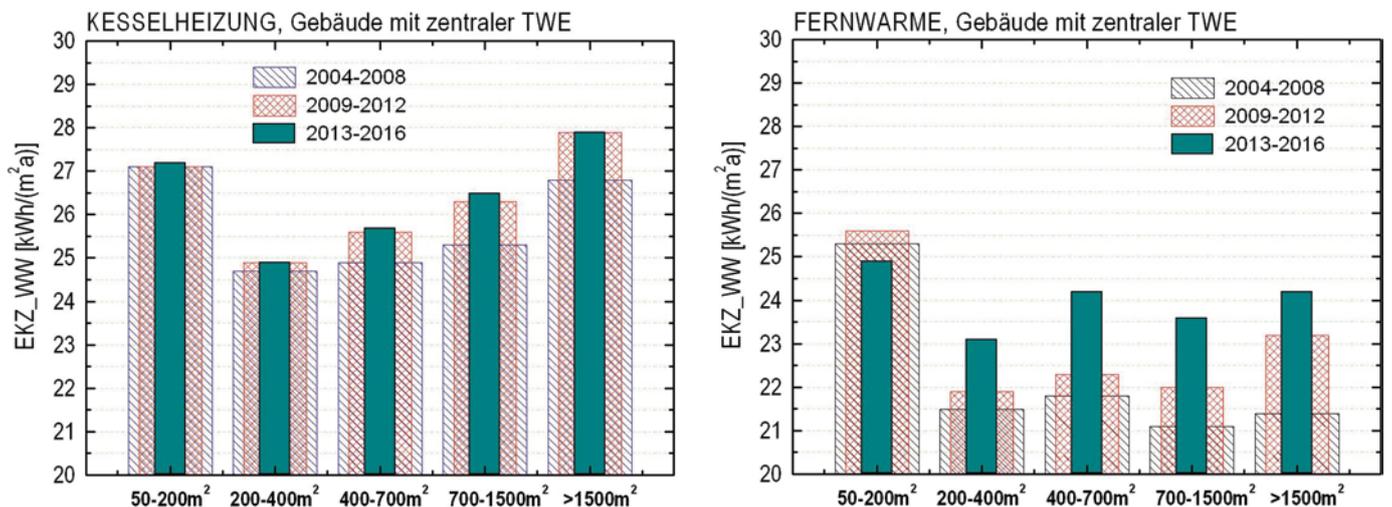


Bild 6. Trendentwicklung der mittleren spezifischen Energiekennwerte Trinkwassererwärmung (TWE), EKZ\_WW, für jeweils fünf Gebäudegrößenklassen (Abszisse: Nutzfläche) über die Perioden A, B und C, separiert nach Kesselanlagen (links) und Fernwärmeheizung (rechts).

Fig. 6. Trend steps of the average water heating energy ratings (TWE), EKZ\_WW, for five building-size-classes (X-axis: floor space), referring to time periods A, B and C, separated for gas- or oil heated buildings (left) and community heating (right).

tion mit typisch 10 kWh/(m²a) weniger ausgeprägt und die Stagnation der Effizienzsteigerung weniger einheitlich erkennbar.

Zusammenfassend für die Gesamttendenz des Bestandes beim reinen Heizenergieverbrauch kann konstatiert werden: Die Effizienzsteigerungen der vergangenen Dekade liegen schon über 10% aber deutlich unter 15% und stagnieren zunehmend.

### 3.3 Trendstufen für die Trinkwassererwärmung 2004 bis 2008, 2009 bis 2012, 2013 bis 2016

Der Energieeinsatz für TWE beschreibt, wie in Bild 6 illustriert, einen klar umgekehrten, nämlich ansteigenden Trend im Kontrast zum Heizenergieverbrauch für die

Raumerwärmung. Bei Fernwärme – wie bei Kesselheizungen – ist mit Ausnahme der (statistisch schwach vertretenen) kleinsten Gebäudeklasse, ein nahezu einheitlicher Anstieg über die Gebäudegröße wie auch der Zeitperioden A bis C zu beobachten. Für Kesselanlagen spielt sich die Steigerung zwischen etwa 24 bis 25 kWh/(m²a) und 27 bis 28 kWh/(m²a) ab, bei Fernwärmeanlagen ist sie relativ ausgeprägter zwischen etwa 21 und 24 kWh/(m²a) zu beobachten. Die relative Steigerung verbleibt bei typisch 5 bis 8% bei Kesselanlagen, übersteigt aber 10% deutlich für die drei relevanten Größenklassen (ab 400 m² Nutzfläche) bei den Fernwärmeanlagen (Tabelle 1). Auch die real konsumierten Volumina an Warmwasser weisen im vergangenen Jahrzehnt einen schwach aber kaum signifikanten ansteigenden Trend von wenigen Prozent auf. So ist, entgegen

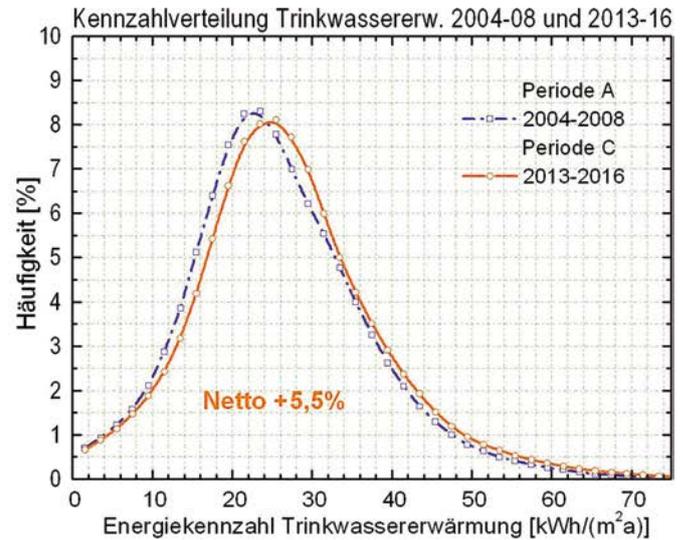
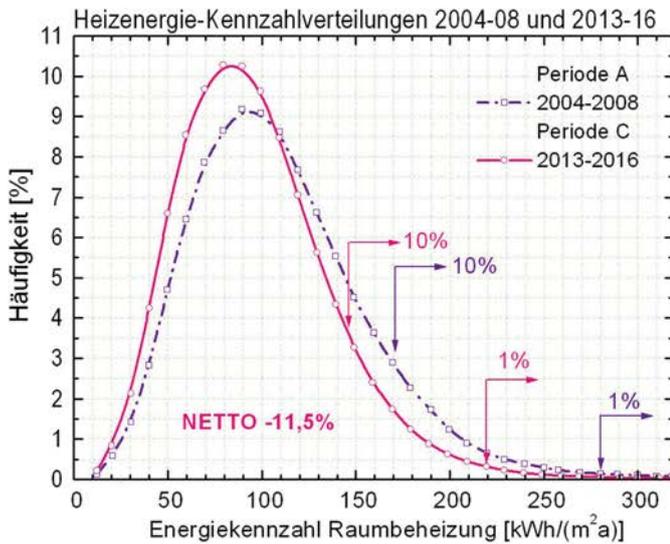


Bild 7. Normierte Häufigkeitsverteilungen der gesammelten Endenergie-Kennwerte aller betrachteten MFH (Fernwärme und Kesselheizungen, mit und ohne zentrale TWE), jeweils in Gegenüberstellung der Perioden A und C; a) für Raumheizung; b) für TWE (nur Gebäude mit zentraler TWE)

Fig. 7. Normalized frequency distributions of integral energy ratings over all building classes (gas-/oil heated and community heating; with- and without central TWE), comparing periods A and C, respectively; a) room heating energy rating; b) water heating energy rating

allgemeiner Energieeffizienzsteigerung, wohl von weiter ansteigendem absolutem sowie relativem Endenergiekonsum für die TWE auszugehen.

#### 4 Trend über alle Gebäude im MFH-Bestand

Bild 7 zeigt den wirksamen Nettoeffekt von Heizenergieeinsatz im MFH-Bestand durch die Verschiebung der Häufigkeitsverteilungen der Heizenergiekennwerte zwischen Periode A und Periode C. Hierzu werden jeweils alle gemäß Tabelle 1 verfügbaren Gebäudeenergie Datensätze herangezogen, d. h. repräsentativ gemittelt und normiert. Für die Raumbeheizung (Bild 7a) verringert sich der Modalwert („Peak“) der Kurve von knapp unter 100 auf etwa 90 kWh/(m<sup>2</sup>a), Mittelwert und Median verringern sich jeweils von 120 auf 107 und 113 auf 102 kWh/(m<sup>2</sup>a), ein Anteil von knapp 12% der Gebäudeobjekte wechselt aus dem Bereich oberhalb zu unterhalb von typisch 110 kWh/(m<sup>2</sup>a). Während die oberen 10% der Objekte in Periode A noch Kennwerte über 170 kWh/(m<sup>2</sup>a) aufwiesen, waren es in Periode C nur noch etwa 145 kWh/(m<sup>2</sup>a), d. h. eine Reduktion um gut ein Sechstel; für das letzte obere Prozent gelten sogar entsprechende Werte von 280 zu 220 kWh/(m<sup>2</sup>a), d. h. eine Reduktion um gut ein Viertel; der Nettoeffekt über alle betrachteten Objekte beläuft sich auf 11 bis 12% (vgl. auch Tabelle 1).

Für die Trinkwassererwärmung hingegen (Bild 7b) vergrößert sich der Energieeinsatz stetig. Hier erfolgt eine Rechtsverschiebung des Modalwertes von 23 auf etwa 25 kWh/(m<sup>2</sup>a), ein Anteil von knapp 6% der Gebäudeobjekte wechselt aus dem Bereich unterhalb zu oberhalb von typisch 24 kWh/(m<sup>2</sup>a). Der Nettoeffekt über alle betrachteten Objekte erreicht hier etwa +5,5% (vgl. auch Tab.1). Natürlich ist der TWE-Effekt absolut gesehen kleiner verglichen mit den Effizienzsteigerungen bei der Raumerwärmung; er wird aber entsprechend wichtiger – eben wegen seiner Gegenläufigkeit und damit

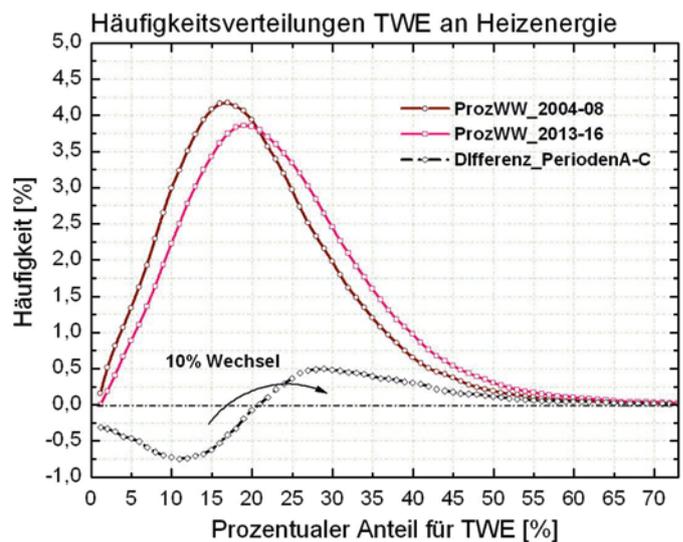


Bild 8. Verteilung der relativen Heizenergieanteile für die Warmwasserbereitung, umfassend alle Gebäudetypen mit zentraler TWE und für die Perioden A und C (obere Kurven) sowie deren relative Verschiebung (Differenzkurve unten)  
Fig. 8. Distributions of relative fractions of heat energy spent for water heating (TWE), comprising all building types with central TWE and for periods A and C (upper curves), as well as their relative movement (subtraction, curve below)

seines ständig ansteigenden Anteils am Heizenergieverbrauch.

Bild 8 zeigt diese Tendenz quantitativ – wieder zwischen den Perioden A und C: Die Modal-, Median- wie auch die Mittelwerte der Häufigkeitsverteilungen des prozentualen Anteils der TWE am gesamten Heizenergieeinsatz haben sich in einer Dekade um etwa 2% nach oben verschoben, nämlich von 17 nach 19%, 19 nach 21%, respektive von 20,8 nach 22,5%. Insgesamt hat das – illustriert anhand der Differenz der Verteilungen – zu einer

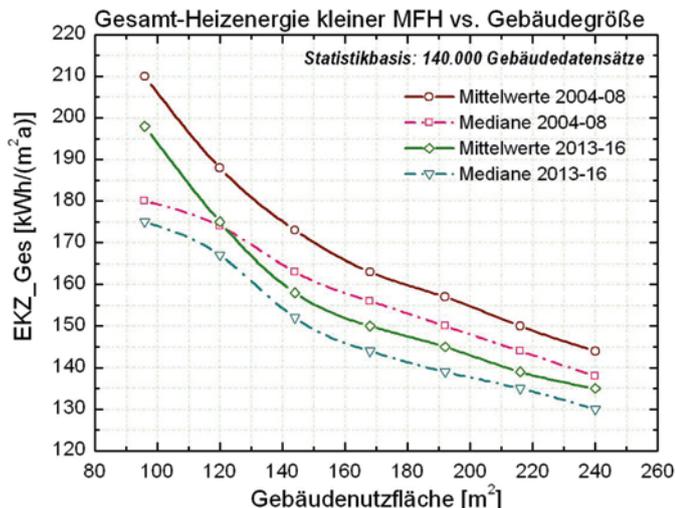


Bild 9. Mittelwerte (Linien) und Mediane (Strichpunkte) der Gesamt-Heizenergieverbrauchskennwerte kleiner Mehrfamilienhäuser (MFH bis 250 m<sup>2</sup> Nutzfläche) im Vergleich für Periode A und Periode C als Funktion der Gebäudegröße. Fig. 9. Average- (lines) and median values (dash-dots) of integral heat energy ratings for smaller buildings (< 250 m<sup>2</sup> area), comparing periods A (upper curves) and C (lower curves), respectively, as function of building size.

Umverteilung von etwa 10% aller Gebäudeobjekte aus dem Bereich unterhalb nach oberhalb von 20% TWE-Anteil geführt. Für neuere Gebäudebaualterklassen nach WSV0 1995 und EnEV 2002 liegen die TWE-Anteile ohnehin bereits typisch und in der Bestandsbreite über einem Viertel respektive einem Drittel, für noch modernere Gebäude (z. B. EnEV 2009, [6]) gibt es mittlerweile Beispiele dafür, dass auch 40% häufiger überschritten werden. Die tendenziellen Steigerungen von Energieeinsatz und Anteilen für TWE der vergangenen Dekade zeigen sich zudem auch gleichermaßen für die modernen Gebäudetypen (nicht weiter graphisch illustriert).

### 5 Kleine Mehrfamilienhäuser und Hochrechnung für Einfamilienhäuser

Abschließend stehen im Fokus noch die kleineren unter den MFH, welche sich schon in einer vorangegangenen Studie als gut brauchbar im Hinblick auf die Einschätzung der Kennwerte für Einfamilienhäuser (EFH, inkl. Doppelhaushälften) erwiesen hatten. Denn: Die Kennwerteverteilungen deckten sich weitgehend, mit Ausnahme geringfügig höherer Streubreiten bei den EFH [3]. Hier werden im Wesentlichen die Energiedatensätze der untersten beiden Gebäudegrößenklassen (Tabelle 1) bis zu 210 m<sup>2</sup> Wohnfläche herangezogen und statistisch in Größenintervalle von je 20 m<sup>2</sup> weiter unterteilt. Bild 9 zeigt – wieder für die Perioden A und C – die Mittelwerte und Mediane in sieben Größenintervallen kleiner MFH, und zwar repräsentativ für die jeweils eingesetzte Gesamt-Endenergie aller betrachteten kesselbeheizten Gebäude, mit und ohne zentrale TWE. Auf eine weitere repräsentative Zusammenfassung mit Fernwärmekennwerten wurde hier verzichtet, weil in diesen Größenklassen der Fernwärmeanteil unter 2,5% liegt und die dargestellten Kurven kaum signifikant ändern würde.

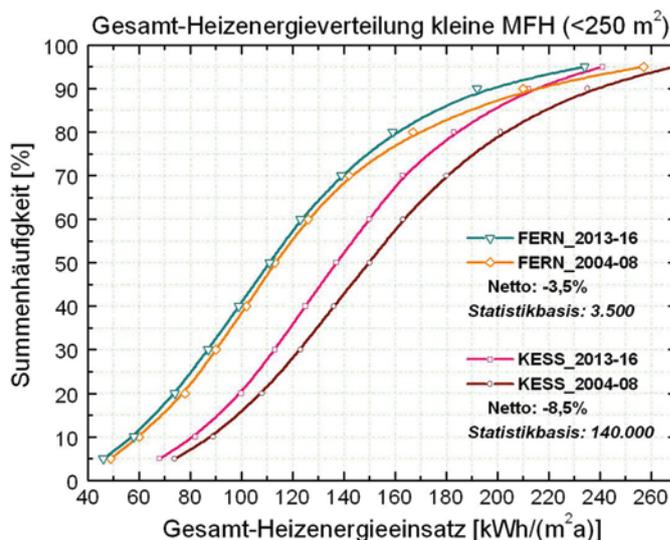


Bild 10. Summenhäufigkeitsverteilungen repräsentativ zusammengefasster Gesamt-Heizenergieverbrauchskennwerte kleiner Mehrfamilienhäuser bis 250 m<sup>2</sup> Nutzfläche, separat für Kessel- und Fernwärmebeheizung und im Vergleich zwischen Periode A und Periode C. Fig. 10. Accumulated frequency distributions of integral heat energy ratings for smaller buildings (< 250 m<sup>2</sup> area), separated for gas-/oil heatings and community heatings; comparing periods A (right curves) and C (left curves), respectively.

Es wird erkennbar, dass die Reduktion der Mittelwerte von Periode A nach Periode C im Bereich von 10 bis 14 kWh/(m<sup>2</sup>a) oder 7 bis 9% liegt, die der Mediane typisch bei 8 bis 12 kWh/(m<sup>2</sup>a) oder 6 bis 8%. Insgesamt verbleibt die erreichte Heizenergieerduktion bei den kleinen MFH so deutlich unter 10%.

Bild 10 zeigt die Summenhäufigkeitsverteilungen für bestandsrepräsentative Gesamt-Endenergieverteilungen der kleinen MFH (< 250 m<sup>2</sup> Nutzfläche), weiter aufgeschlüsselt nach Kessel- und Fernwärmeanlagen und für die betrachteten Zeitperioden A und C. Mittelwerte und Mediane haben sich reduziert von 158 auf 144 kWh/(m<sup>2</sup>a) und 150 auf 137 kWh/(m<sup>2</sup>a) – entsprechend etwa 8,5% – für kesselbeheizte Gebäude, respektive aber deutlich geringer von 128 auf 123 kWh/(m<sup>2</sup>a) und 113 auf 111 kWh/(m<sup>2</sup>a) – entsprechend nur 3,5% (2%) – für Fernwärmeanlagen. Die Reduktion der Endenergie verbleibt über weite Anteile des Wohnungsbestandes unter 20 kWh/(m<sup>2</sup>a) bei den Kessel- und weit unter 10 kWh/(m<sup>2</sup>a) bei den Fernwärmeanlagen. Nur für das energetisch ungünstigste Sechstel (respektive das schlechteste Zehntel) geht die erreichte Reduktion jeweils über diese Werte hinaus. Der relative Nettoeffekt, im anzahlgewichteten Mittel und Median für alle Anlagen erreicht damit maximal etwa 8,5%. Die Kennzahlenverteilungen ist zusätzlich numerisch in Tabelle 2 aufgelistet.

Die relativen Veränderungen fallen insbesondere bei den schwach vertretenen Fernwärmeanlagen also sehr marginal aus und bei den Kesselanlagen liegen die Reduktionen um gut ein Drittel niedriger als für den Bestand an MFH insgesamt. Dies wirkt sich folgendermaßen in einer Hochrechnung der Reduktionen auf den gesamten Wohnungsbestand aus, bei der diese Werte als repräsentativ für

**Tabelle 2. Verteilungen der Gesamtheizenergie-Kennzahlen für kleine MFH (< 250 m<sup>2</sup> Nutzfläche), je für 2004–2008 (Periode A) und 2013–2016 (Periode C), wie in Bild 10 gezeigt**

**Table 2. Integral heat energy ratings for small flats (< 250 m<sup>2</sup>), listed for 2004–2008 (period A) and 2013–2016 (period C), as displayed in Fig. 10**

Quantile	KESS 2004-08	KESS 2013-16	Relation	FERN 2004-08	FERN 2013-16	Relation
[%]	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	[%]	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	[%]
5	74	68	-8,1	49	46	-6,3
10	89	82	-7,2	60	58	-3,0
20	108	100	-7,3	78	74	-4,2
30	123	113	-8,0	90	87	-3,5
40	136	125	-7,8	102	99	-2,1
50	150	137	-8,7	113	111	-2,0
60	163	150	-8,4	126	123	-2,1
70	180	163	-9,1	142	139	-1,8
80	201	183	-8,9	167	159	-4,6
90	235	212	-9,9	210	192	-8,4
95	269	241	-10,2	257	234	-9,0
Mittelwerte	158	144	-8,8	128	123	-3,9

die EFH angenommen werden, für welche in dieser Studie keine gesonderten empirischen Daten vorliegen: Gemäß der Gebäudetypologie des Institutes für Wohnen um Umwelt [7] ist im Bestand von 20,2 Mio. Mietwohnungen in MFH mit im Mittel je 80 m<sup>2</sup> Nutzfläche und 18,7 Mio. Haushalten mit durchschnittlich je 140 m<sup>2</sup> Nutzfläche auszugehen. Daraus ergeben sich in Summe 1,62 Mrd. m<sup>2</sup> für MFH und 2,62 Mrd. m<sup>2</sup> für EFH deutschlandweit. Die beobachteten Energieverbrauchsreduktionen zwischen Periode A und Periode C werden als repräsentativ betrachtet für etwa eine Dekade, d. h. hier 12 kWh/(m<sup>2</sup> × Dekade) für die MFH und 13,5 kWh/(m<sup>2</sup> × Dekade) für die EFH. Durch Multiplikation ergeben sich absolute Reduktionen von 20,2 TWh für die MFH und 35,3 TWh für die EFH in der betrachteten Dekade, zusammen also nominell ein Nennwert von 50–60 TWh. Dieser Wert entspricht in etwa 10% des jährlichen fossilen Energieeinsatzes (ohne Strom) des Sektors der privaten Haushalte in Deutschland (typisch 520 TWh/a) und grob eingeordnet zwischen 2,5 und 3% des Gesamtkonsums fossiler Energie aller Sektoren (typisch 1900 TWh/a). Die nachweislich erreichte Reduktion allein der 20 Mio. Wohnungen der MFH macht davon nur maximal 1% aus. Entsprechende Vergleichswerte entstammen den durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) autorisierten Archivwerten der AG-Energiebilanzen [8].

## 6 Diskussion über ausgewählte Aspekte

Diese Arbeit soll nicht mehr leisten, als die reale Entwicklung des Heizenergieverbrauchs im deutschen Mehrfamilienhausbestand zu dokumentieren und die Größenordnung erreichter Reduktionen in den Kontext des Klimawandels und der weiteren Sektoren einzuordnen.

Erwartungsgemäß – der Hauptaspekt – bleibt die erreichte „Netto“- Reduktion an konsumierter Heiz-End-

energie durch Neubau und energetische Sanierung – in einer Größenordnung von 10% in 10 Jahren – sehr deutlich hinter den im Kontext der EnEV veranschlagten Zielen zurück, ohne dass an dieser Stelle irgendeine Aussage über die parallel erreichte Einbringung an erneuerbaren Energien und damit realisierter CO<sub>2</sub>-Reduktion getroffen werden kann oder soll. Erwartete man nämlich vorgegebene 2% pro Jahr an energetischen Vollsanierungen und damit in etwa die Überführung der energetisch ungünstigsten 20% des MFH-Bestandes (Bild 7) über eine Dekade in einen Verbrauchsbereich von nur 60–80 kWh/(m<sup>2</sup>a), so hätten etwa 20% Verbrauchsreduktion oder mehr zu beobachten gewesen sein müssen. Dieser Wert umfasste dann noch nicht einmal zusätzliche Reduktionseffekte durch die Neubauten seit 2005 sowie die integralen Einspareffekte vieler kleiner und geringinvestiver Teil- und Anlagensanierungen, die vermutungsweise nach 2005 parallel abgelaufen sind und welche natürlich in die tatsächlich beobachtete „Nur-10%“-Reduktion eingegangen sein werden.

Ein weiterer Aspekt betrifft die beobachtete Entwicklung des Warmwasserkonsums und den Energieeinsatz für die TWE, welcher sowohl im Altbestand wie auch in modernen Wohnungen Werte von typisch 25 kWh/(m<sup>2</sup>a) überschritten hat (Tabelle 1 und 3.3) und sich möglicherweise unabhängig von jeder Klimadebatte und baulich-energetischen Optimierungen einem eigenen Sockel von ggf. 30 kWh/(m<sup>2</sup>a) oder darüber hinaus annähern wird. Der „5 bis 6%-Plustrend“ bei der TWE kann dabei verschiedene Ursachen haben. Es spielt sicher der Hygieneaspekt, d. h. die Vermeidung von Legionellenbildung im Trinkwasser durch erhöhte Warmwassertemperaturen eine Rolle, speziell in größeren Heizanlagen; aber es ist auch zu vermuten, dass sich verändernde und steigernde Komfortbedürfnisse wie Sportbetätigung oder Wellnessangebote den individuellen Bedarf an Warmwasservolumen und TWE kontinuierlich erhöhen. Ähnlich wie mit der Auto-

mobilität läuft auch dieses Verhalten den Anforderungen des Klimawandels wohl entgegen, lässt sich aber wegen seiner Natur eines „kollektiven Rebound-Effektes“ kaum durch bautechnische Maßnahmen beeinflussen. Noch spielt der Reboundeffekt beim Wasserkonsum keine substantielle Rolle, er würde aber immer mehr eine solche in dem Maße entwickeln, wie die forcierte Heizenergieerduktion unter etwa 50 kWh/(m<sup>2</sup>a) voranschritte.

Die Beobachtungen liefern also einen statistisch gut untermauerten Nachweis, dass der sog. Sanierungstau zumindest wohl in eine deutliche nachhaltige „Sanierungsvermeidung“ der Umsetzung der EnEV nach 2002 übergegangen ist, ohne dass sich dieser hier genauer quantifizieren ließe. Was für die MFH sichere Beobachtung ist, gilt mit ziemlicher Verlässlichkeit mindestens auch für die EFH und damit mittelbar für den gesamten Sektor der privaten Haushalte in Deutschland.

## 7 Abschließende Hypothese und Ausblick

Vermutungsweise wird sich die konsumierte Heiz-Endenergie kaum über bestimmte Sockelwerte hinaus absenken lassen, weil u. a., über die Aspekte in Abschnitt 6 hinausgehend, auch verschiedene Reboundeffekte, wie z. B. die systematische Zunahme von Innenraumtemperaturen und Fensteröffnungsraten in Neubauten [6], die tatsächliche Einhaltung der postulierten Heizenergiebedarfe seit Start der EnEV immer weiter verhindern.

So kommentiert beispielsweise eine ausführliche Trendstudie über Bauwerkskosten der Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen ARGE-SH [5] einen Sockelwert von ca. 40 kWh/(m<sup>2</sup>a) im engen Kontext mit den zugehörigen, stark schrumpfenden Wirtschaftlichkeitsaussichten. Demnach sinkt das energetische Einsparpotenzial zwischen der WSVO 1995 über diverse EnEV-Abstufungen bis zum Effizienzhaus 40 sukzessive um eine gesamte Größenordnung (von knapp 50 kWh/(m<sup>2</sup>a) auf nur 4 kWh/(m<sup>2</sup>a) während sich die entsprechenden spezifischen Bau- oder Sanierungskosten mehr als verzehnfachen, nämlich von knapp 2,- € auf etwa 30,- € pro nominell eingesparter kWh/a an Endenergie. Dabei ist u. U. zusätzlich zu berücksichtigen, dass der Hauptanteil erzielten Einsparpotenzials von 46 kWh/(m<sup>2</sup>a) bereits mit dem Schritt zwischen WSVO 1995 zu EnEV 2014 vollzogen war und schätzungsweise zwei Drittel dieses Wertes schon im Rahmen von EnEV 2002 bis EnEV 2009 abgedeckt werden konnten. Die spezifische energetische Einsparung verteuert sich um über einen Faktor 10, der absolut überhaupt ausschöpfbare energetische Nutzen schrumpft auf ein Zehntel. Ob also ein Sockel von nur 40 kWh/(m<sup>2</sup>a) oder noch niedriger unter diesen Umständen anvisiert werden sollte, erscheint demnach sehr zweifelhaft.

*Wie könnte hingegen ein alternatives oder zumindest modifiziertes Vorgehen hypothetisch aussehen?* In der Breite des Wohnungsbestandes wäre langfristig das Erreichen eines Endenergiesockels von etwa 80 kWh/(m<sup>2</sup>a), davon bis 30 kWh/(m<sup>2</sup>a) für TWE, noch realistisch im Rahmen angemessener Kosten-Nutzen-Relationen, d. h. bei erlaubter Limitierung der rein bauphysikalischen Anforderungen auf einen Level von EnEV 2002 (ggf. EnEV 2009). In Anlehnung an die ARGE-SH-Studie [5] würde dies Gesteigungs-Mehrkosten im Wohnungsbau um bis zu

400,- €/m<sup>2</sup> oder typisch um 25000–30000,- €/Wohnung vermeiden helfen. Der verbleibende Heizendenergieverbrauch im Wohnungsbestand würde immer noch um 40 % reduziert, auf dann unter 350 TWh/a und damit noch weniger als 20 % des heutigen fossilen Endenergieverbrauchs in Deutschland (ca. 1900 TWh/a) ausmachen. Die entsprechende Lockerung der bauphysikalischen Auflagen (inkl. Bürokratieabbau) würden die Gesteigungskosten bei Neubau und Bausanierung also substantiell absenken, eine allmähliche Auflösung des bestehenden Sanierungstaus würde damit wahrscheinlicher.

Für den weiteren Weg hin zum klimaneutralen Wohngebäudebestand könnte der Investitionsfokus dann entschlossener verlagert werden, nämlich auf

- 1) geringinvestive energetische Maßnahmen zur Effizienzsteigerung und Energieeinsparung,
- 2) den Austausch fossiler gegen erneuerbare Energieträger (Senkung des Primärenergieeinsatzes) sowie
- 3) die Umgestaltung von Wohn- und Arbeitsumgebungen urbaner und ländlicher Räume unter konsequenter Forcierung energetischer Sektorenkopplung und Verkehrsvermeidung.

In diesem Kontext bieten zukünftig modular aufgebaute Formen systematisierter Wohnungsdigitalisierung – hier benannt als Intelligente Informationstechnische Infrastrukturen (IITI) – eine Vielzahl variabler Maßnahmen zur direkten Energieeinsparung zusammen mit der individualisierten Organisation von Wohn- und Arbeitsalltag an. Eine IITI kann heute schon allein zwischen 20 und 30 % Heizenergie durch Übernahme der Heizungsregelung erzielen, zusätzlich jederzeit interaktive Kommunikation und Informationsaustausch zwischen Wohnungsnutzer, Vermieter und Anlagentechnik bewerkstelligen. Das Angebot und die Nutzbarmachung ausgewählter Komponenten für „smarte“ Wohnungen ist dabei vorgesehen (z. B. [9]); die Konzeption einer IITI geht aber weit darüber hinaus, insofern, als dass energetische Quartiersplanung, Energiemanagement der EVUs, Versorgungsmanagement (z. B. Ambient Assisted Living, AAL, für hilfsbedürftige Bewohner), Bau- und Investitionsplanung für den Daseinsvorsorger und letztlich weitergehende Komfortdienstleistungen für die Bewohner über eine solche „Multiservice-Plattform“ zusätzlich realisiert werden können [10].

Hinsichtlich der Verhältnismäßigkeit der Investitionen liegen IITIs dabei um mindestens eine Größenordnung unter den Kosten für die Ausführung der bauphysikalischen EnEV-Standards und amortisieren sich in der Regel durch Energieeinsparung in weniger als einer Dekade.

Darüber hinaus eröffnen sich weitreichende Möglichkeiten, mit IITIs den von der Demographieentwicklung vorgegebenen Umbau der Wohn- und Arbeitsumgebungen aktiv mitzugestalten: Alterskompatibler Umbau von Wohnlandschaften mit subsequenter Reduktion von Gesundheits- und Pflegekosten, Entflechtung urbaner Räume durch Verlagerung und Verbindung von Wohn- und Arbeitsräumen unter subsequenter Verkehrsvermeidung (Zurückdrängung des Pendlerwesens), Planung und Betrieb urbaner und regional dezentralisierter Energieversorgungsstrukturen unter systematischer Verringerung des Primärenergiebedarfs.

Solche Maßnahmen könnten substantiell dazu beitragen, sektorenübergreifend in die Verbrauchsentwicklungen derjenigen Bereiche positiv einzugreifen, welche bislang kaum privater Initiative sondern weitgehend der Konditionierung durch die Wirtschaft unterworfen sind und deren Energiebilanzen sich in der vergangenen Dekade überhaupt nicht nennenswert verbessert haben: Industrie und Verkehr mit typisch 1400 TWh/a (mit Strom) und mittlerweile 60% Anteil am Gesamtenergiekonsum in Deutschland.

#### Literatur

- [1] Schröder, F.; Greller, M.; Hundt, V.; Mundry, B.; Papert, O.: Universelle Energiekennzahlen für Deutschland – Teil 1: Differenzierte Kennzahlenverteilungen nach Energieträger und wärmetechnischen Sanierungsstand. Bauphysik 31 (2009), H. 6, S. 393–402.
- [2] Schröder, F.; Greller, M.; Hundt, V.; Mundry, B.; Papert, O.: Universelle Energiekennzahlen für Deutschland – Teil 2: Verbrauchskennzahlenentwicklung nach Baualtersklassen. Bauphysik 32 (2010), H.1, S. 1–6.
- [3] Schröder, F.; Altendorf, J.; Greller, M.; Boegelein, T.: Universelle Energiekennzahlen für Deutschland – Teil 4: Spezifischer Heizenergieverbrauch kleiner Wohnhäuser und Verbrauchshochrechnung für den Gesamtwohnungsbestand. Bauphysik 33 (2011), H. 4, S. 243–253.
- [4] Schröder, F.; Papert, O.; Boegelein, T.; Navarro, H.; Mundry, B.: Reale Trends des spezifischen Energieverbrauchs und repräsentativer Wohnraumtemperierung bei steigendem Modernisierungsgrad im Wohnungsbestand. Bauphysik. 36 (2014), H. 6, S. 309–324. [https://www.brunata-metrona.de/site\\_data/user\\_upload/downloads/bauphysik\\_36\\_2014.pdf](https://www.brunata-metrona.de/site_data/user_upload/downloads/bauphysik_36_2014.pdf)
- [5] Walberg, D.; Gniechwitz, T.; Halstenberg, M.: Kostentreiber für den Wohnungsbau – Untersuchung und Betrachtung der wichtigsten Einflussfaktoren auf die Gestehungskosten und auf die aktuelle Kostenentwicklung von Wohnraum in Deutschland, Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. (Hrsg.), Kiel 2015.
- [6] Schröder, F.; Gill, B.; Güth, M.; Teich, T.; Wolff, A.: Entwicklung saisonaler Raumtemperaturverteilungen von klassischen zu modernen Gebäudestandards – Sind Rebound-Effekte unvermeidbar? Bauphysik 40 (2018), H. 3, S. 151–160.

- [7] Diefenbach, N.: Deutscher Gebäudebestand: Basisdaten und Modellrechnungen bis 2020, IWU-Gebäudetypologie, Stand 2007. Institut Wohnen und Umwelt (IWU), Darmstadt. Aktuelle Information unter [http://www.iwu.de/fileadmin/user\\_upload/dateien/energie/klima\\_altbau/Gebaedetypologie\\_Deutschland.pdf](http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/klima_altbau/Gebaedetypologie_Deutschland.pdf) oder <http://episcopo.eu/building-typology/country/de/>.
- [8] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, AGEb, im Auftrag des BMWi: Tabellenwerke Energiebilanzen seit 1990. Einsehbar unter <https://ag-energiebilanzen.de/7-0-Bilanzen-1990-2016.html> sowie <https://ag-energiebilanzen.de/10-0-Auswertungstabellen.html>
- [9] Gentemann, R.; Schröder, F.; Teich, T.: Smart Metering belegt Energieeinsparung. HLH Band 63 (2012) H. 8, S. 83–87.
- [10] Teich, T.; Kretz, D.; Schröder, F.: Intelligente Gebäudeenergiesysteme aus der Sicht der Nutzerperspektive – Herausforderungen und Best Practice. VDI-Berichte Nr. 2235, VDI-Fachtagung Hybride Gebäudeenergiesysteme, 2014.

#### Autoren dieses Beitrages:

Dr. rer. nat. Franz Schröder, [F.Schroeder@Metrona-Union.de](mailto:F.Schroeder@Metrona-Union.de)  
Dipl.-Phys. Axel Seeberg, [A.Seeberg@Metrona-Union.de](mailto:A.Seeberg@Metrona-Union.de)

#### Beide:

Metrona Wärmemesser Union GmbH  
Aidenbachstr. 40  
81379 München

Dipl.-Ing. Dieter Novotny, [Dieter.Novotny@Brunata-Huerth.de](mailto:Dieter.Novotny@Brunata-Huerth.de)  
Brunata-Metrona-GmbH  
Max-Planck-Str. 2  
50354 Hürth

Dipl.-Ing. Frank Johannsen, [Frank.Johannsen@Brunata-Hamburg.de](mailto:Frank.Johannsen@Brunata-Hamburg.de)  
Brunata Wärmemesser Hagen GmbH Co. KG  
Doberaner Weg 10  
22143 Hamburg

Dipl.-Ing. Ralph Cerny, [Ralph.Cerny@Brunata-Muenchen.de](mailto:Ralph.Cerny@Brunata-Muenchen.de)  
BRUNATA Wärmemesser GmbH & Co. KG  
Aidenbachstr. 40  
81379 München

---

Etwa ein Drittel der in Deutschland verbrauchten Primärenergie wird zur Erzeugung von Wärme und Warmwasser in Wohnungen und gewerblichen Liegenschaften verwendet. Die mittelständisch geprägte BRUNATA-METRONA-Gruppe zählt deutschlandweit zu den Marktführern für die verbrauchsgerechte Abrechnung von Energie- und Wasserkosten sowie für Lösungen zur kosteneffizienten Gestaltung der zugehörigen Geschäftsprozesse.

METRONA Union, ihr F&E-Tochterunternehmen für angewandte Messtechnik in der Wohnungswirtschaft, betreibt gemeinsam mit Wohnungsgenossenschaften, kommunalen Wohnungsbaugesellschaften und Hochschulinstituten seit zehn Jahren Grundlagen- und Praxisforschung über Energieverbrauchskennzahlen, Smart Metering und allgemeine Wohnungsdigitalisierung im Kontext von Klimawandel und Energiewende.

Die Beteiligung an zukunftstauglicher Umgestaltung unserer Wohnlandschaften stellt dabei sowohl eine ambitionierte Herausforderung als auch eine Chance für BRUNATA-METRONA dar, einen wirksamen Impuls zur Energiewende beizusteuern.