

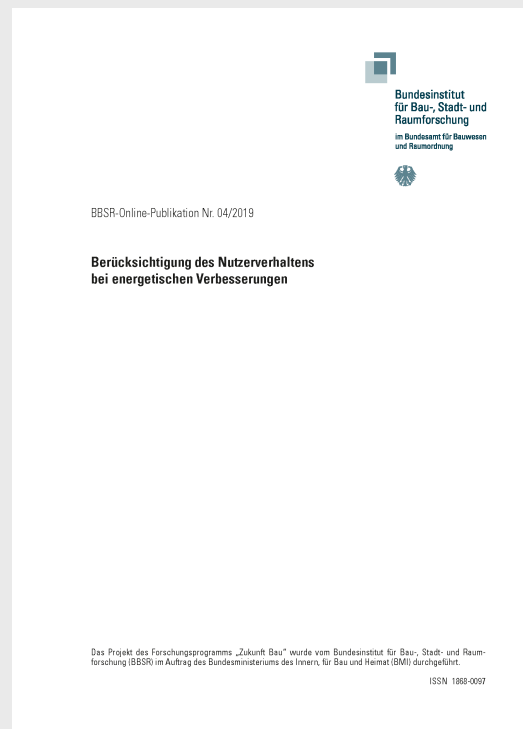
## Energieberatung mit den EnEV-Normen? Betrachtung von Fallbeispielen unter Berücksichtigung des Nutzereinflusses

Darmstadt, 15. Mai 2019

Britta Stein  
Institut Wohnen und Umwelt GmbH

### Einleitung – Grundlage

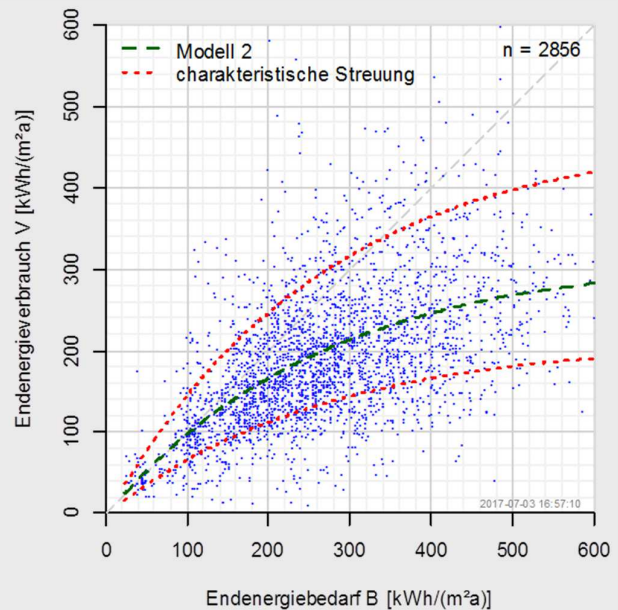
- Angaben und Abbildungen basieren auf  
  
Loga et al. (2019): Berücksichtigung des Nutzerverhaltens bei energetischen Verbesserungen. BBSR-Online-Publikation 04/2019, herausgegeben vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Bonn, März 2019.
- Abrufbar auf der Webseite des BBSR:  
<https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSROnline/2019/bbsr-online-04-2019.html>



## Einleitung – Zusammenhang zwischen Energieverbrauch und Energiebedarf

Modell für die Abbildung des Zusammenhangs zwischen Energieverbrauch und Energiebedarf nach DIN V 4108 / 4701

- Flächenbezug: beheizte Wohnfläche
- Energieträger: Brennstoffe und Fernwärme
- Anlagen mit Kombi-Betrieb für Heizung und Warmwasser
- Gebäude ohne zusätzliche Wärmeerzeuger
- Brennwert-Bezug bei Brennstoffen
- grün-gestrichelte Linie: Schätzwert des Verbrauchs
- rot-gepunktete Linien: Unsicherheit der Schätzung für ein einzelnes Gebäude

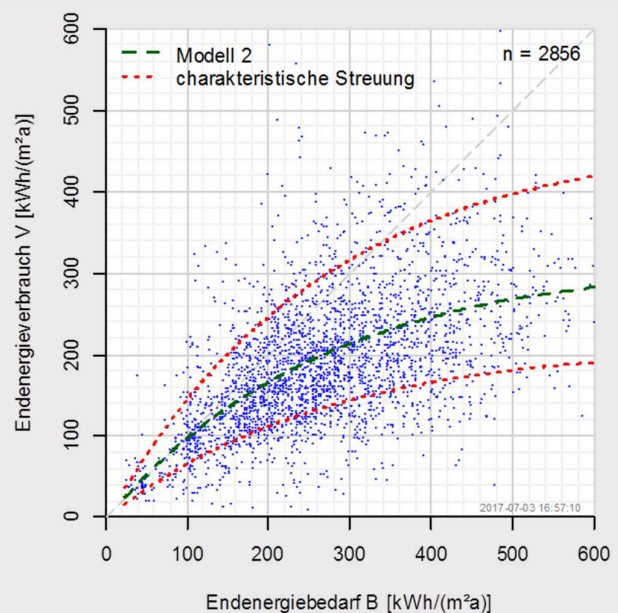


## Einleitung – Unsicherheiten bei standardisierten Nutzungsrandbedingungen

Durch standardisierte Randbedingungen in der Norm-Bilanzierung bleiben

- die Streubreite und damit
- unterschiedlich hohe Einsparpotenziale nach energetischen Modernisierungen durch unterschiedliche Nutzungen bzw. bei Nutzerwechsel

unberücksichtigt.



### Ansatz zur Ableitung realitätsnaher nutzungsabhängiger Einsparpotenziale

- 1) Anpassung der Norm-Bilanz auf das typische Verbrauchsniveau
- 2) Bilanzierung mit verschiedenen Nutzerprofilen
- 3) Veranschaulichung unterschiedlicher Einsparpotenziale

### Illustration durch 2 Fallbeispiele

- Berechnungen nach DIN V 18599:2011
- Endenergiekennwerte beziehen sich auf die Gebäudenutzfläche  $A_N$  und auf den Brennwert

## Fallbeispiele

### Freistehendes Einfamilienhaus



- Baujahr 1959
- 1 Wohneinheit
- 155 m<sup>2</sup> Wohnfläche
- 168 m<sup>2</sup> Gebäudenutzfläche  $A_N$
- ein Vollgeschoss + ausgebautes Dachgeschoss, unbeheizter Keller
- massive Keller- und Außenwandkonstruktionen, Gauben und Dach als Holzkonstruktion

### Mehrfamilienhaus



- Baujahr 1960
- ein Eingang / 8 Wohneinheiten
- 659 m<sup>2</sup> Wohnfläche
- 741 m<sup>2</sup> Gebäudenutzfläche  $A_N$
- vier Vollgeschosse + unbeheizte Keller- und Dachgeschosse
- massive thermische Hüllfläche (Keller, Außenwand, oberste Geschosdecke)

### Freistehendes Einfamilienhaus



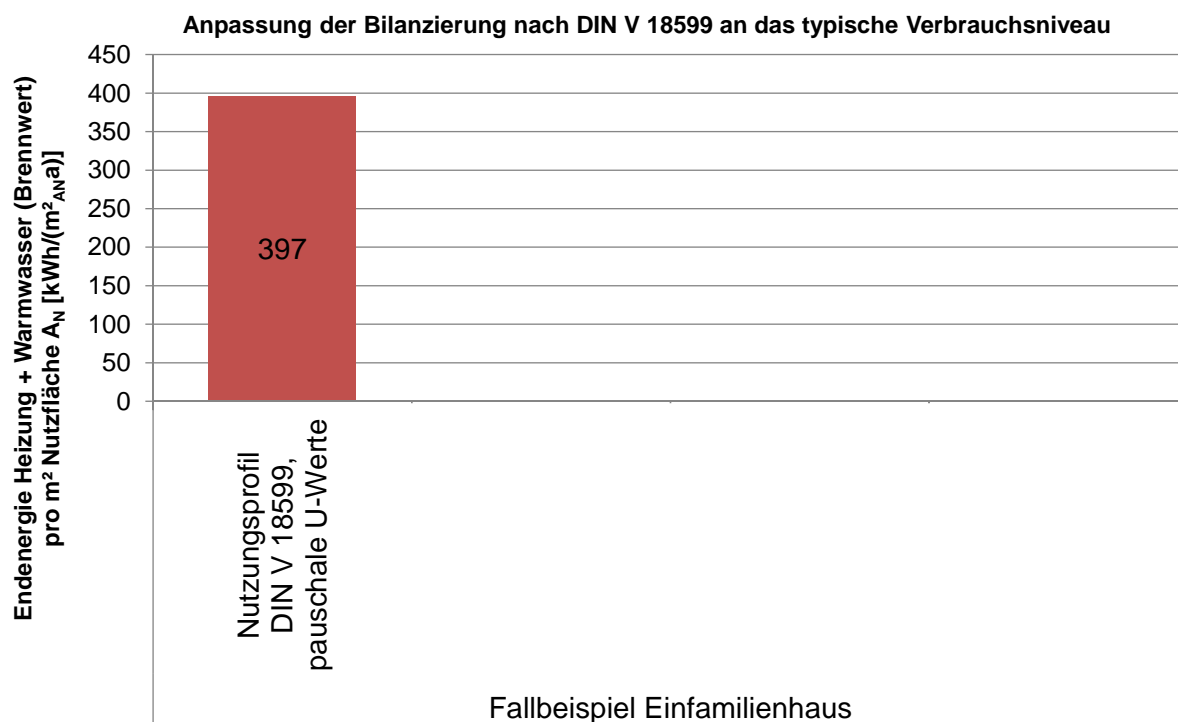
- Gas-Brennwertkessel, Trinkwarmwasserspeicher, BJ 1990, aufgestellt im unbeheizten Bereich
- Heizungsverteilung im beheizten Bereich, horizontale Warmwasserverteilung im unbeheizten Bereich, ohne Zirkulation, Dämmstandard vor 1980

### Mehrfamilienhaus

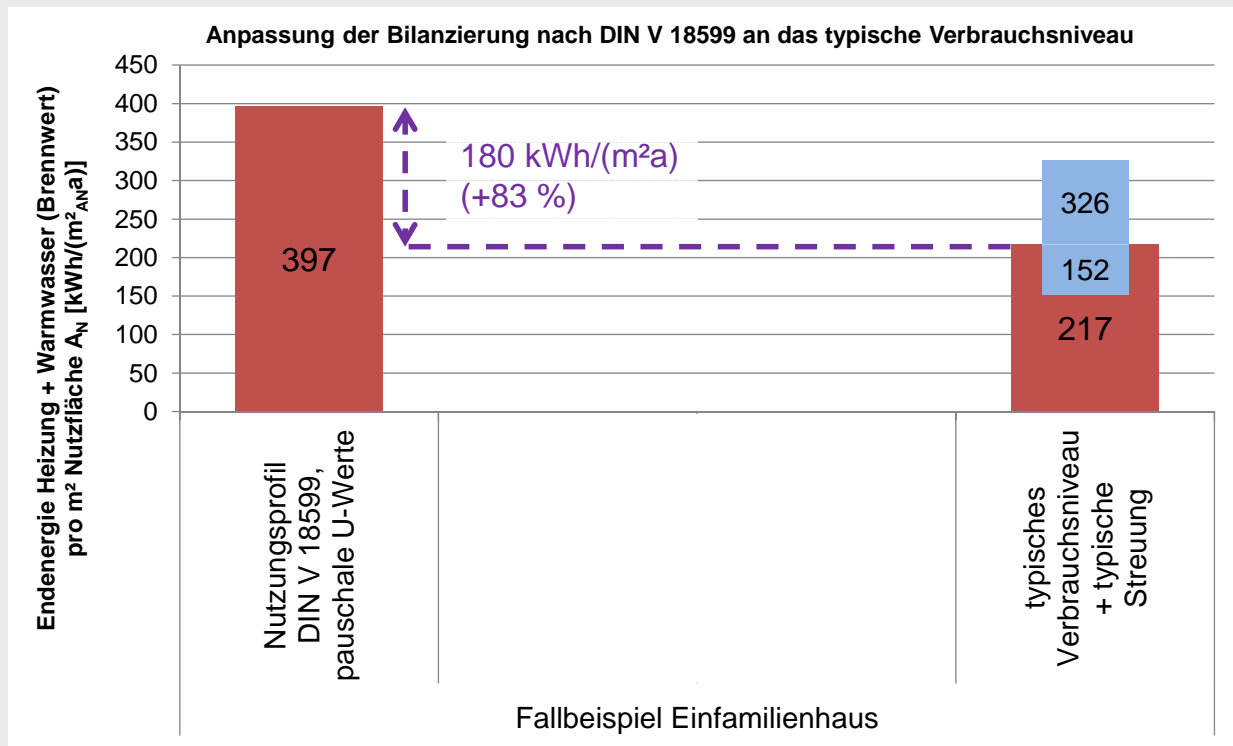


- Gas-Brennwertkessel, Trinkwarmwasserspeicher, BJ 1990, aufgestellt im unbeheizten Bereich
- Heizungs- und Warmwasserverteilung als Steigstrangverteilung, horizontale Verteilung im unbeheizten Bereich, mit Zirkulation, Dämmstandard vor 1980

### Standardbilanzierung des Ausgangszustands



# Bestimmung des typischen Verbrauchsniveaus und der typischen Streuung



pauschale U-Werte nach: BMWi/BMU (Hrsg.) (2015): Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand vom 7. April 2015, Berlin

# Bilanzierung des Ausgangszustands mit dem Nutzungsprofil für die „mittlere Nutzung“



- Metaanalyse von mehr als 50 wissenschaftliche Studien bezüglich empirischer Daten zur Nutzung von Wohngebäuden
- Ziel: typische Werte und Spannen für die Nutzungsbedingungen einer realistischen Energiebilanzierung abzuleiten
- Ableitung von Eingabedaten für eine „mittlere Nutzung“ in Abhängigkeit von Gebäudegröße (Ein-/Mehrfamilienhaus) und Niveau des Wärmeschutzes (unsaniert / hoher Dämmstandard)

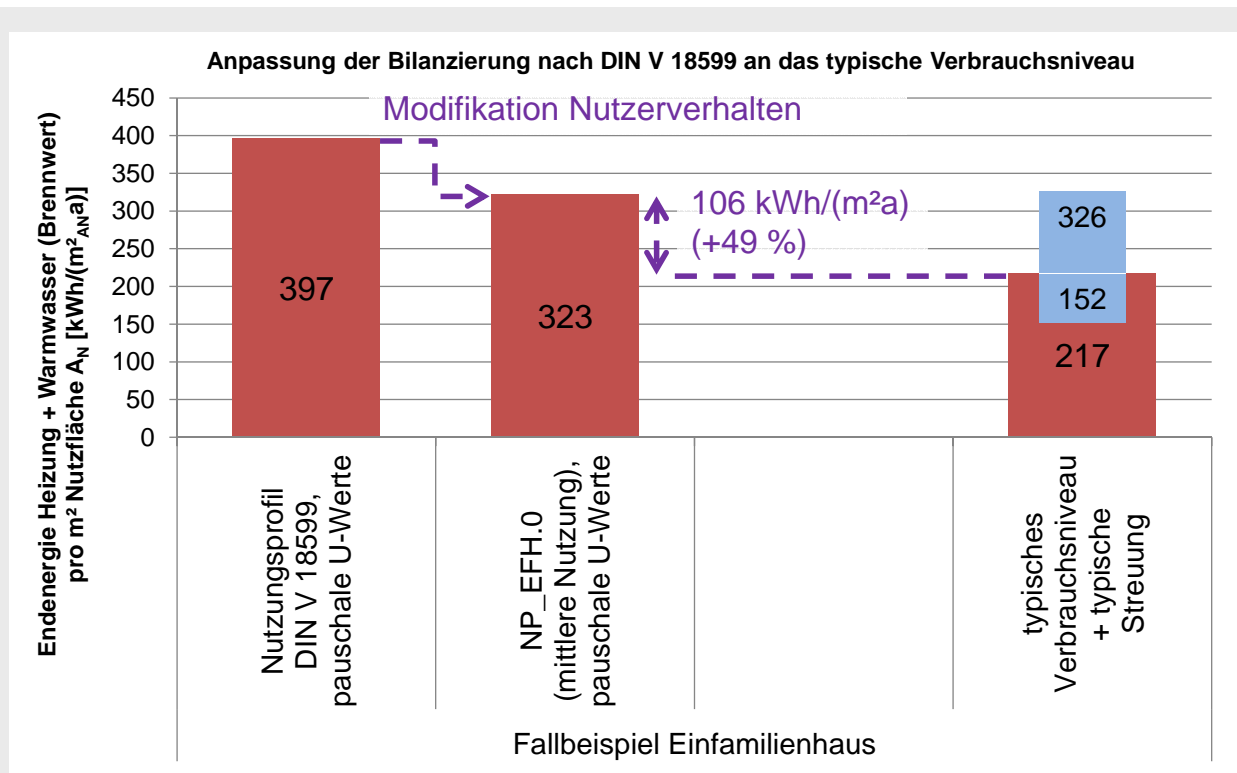
	Einflussgröße	Einheit	Gebäudegröße	Gebäudestandard	Wert			Mittelwert	Standardabweichung	
					typisch	niedrig	hoch			
vereinfacht	Raumtemperatur (Heizperiodenmittelwert, räumlich, zeitlich)	°C	EFH	Altbau unsaniert	16,5	15	20	17,2	2,6	
				Passivhaus	20,5	19,5	23	21,0	1,8	
				MFH	Altbau unsaniert	18,5	16	21	18,5	2,5
					Passivhaus	21,7	20	23	21,6	1,5
detaillierte Berechnung	Raumtemperatur in der Nutzungszeit (direkt beheizte Räume)	°C	EFH	Altbau unsaniert	20	18	22	20,0	2,0	
				Passivhaus	22,5	19,5	23	21,7	1,9	
				MFH	Altbau unsaniert	20	18	22	20,0	2,0
					Passivhaus	22,5	20	23	21,8	1,6
detaillierte Berechnung	räumliche Teilbeheizung	% teilbeheizte Wohnfläche	EFH	Altbau unsaniert	40	0	60	33	31	
				Passivhaus	40	0	60	33	31	
				MFH	Altbau unsaniert	14	0	50	21	26
					Passivhaus	14	0	50	21	26
detaillierte Berechnung	zeitliche Teilbeheizung (Nacht-/Wochenendaabsenkung)	h Absenkung	EFH	Altbau unsaniert	8	0	12	6,7	6,1	
				Passivhaus	8	0	12	6,7	6,1	
				MFH	Altbau unsaniert	8	0	10	6,0	5,3
					Passivhaus	8	0	10	6,0	5,3
Legende		blau:	berechnet							
		rot:	Schätzung							
		grün:	Messwerte							

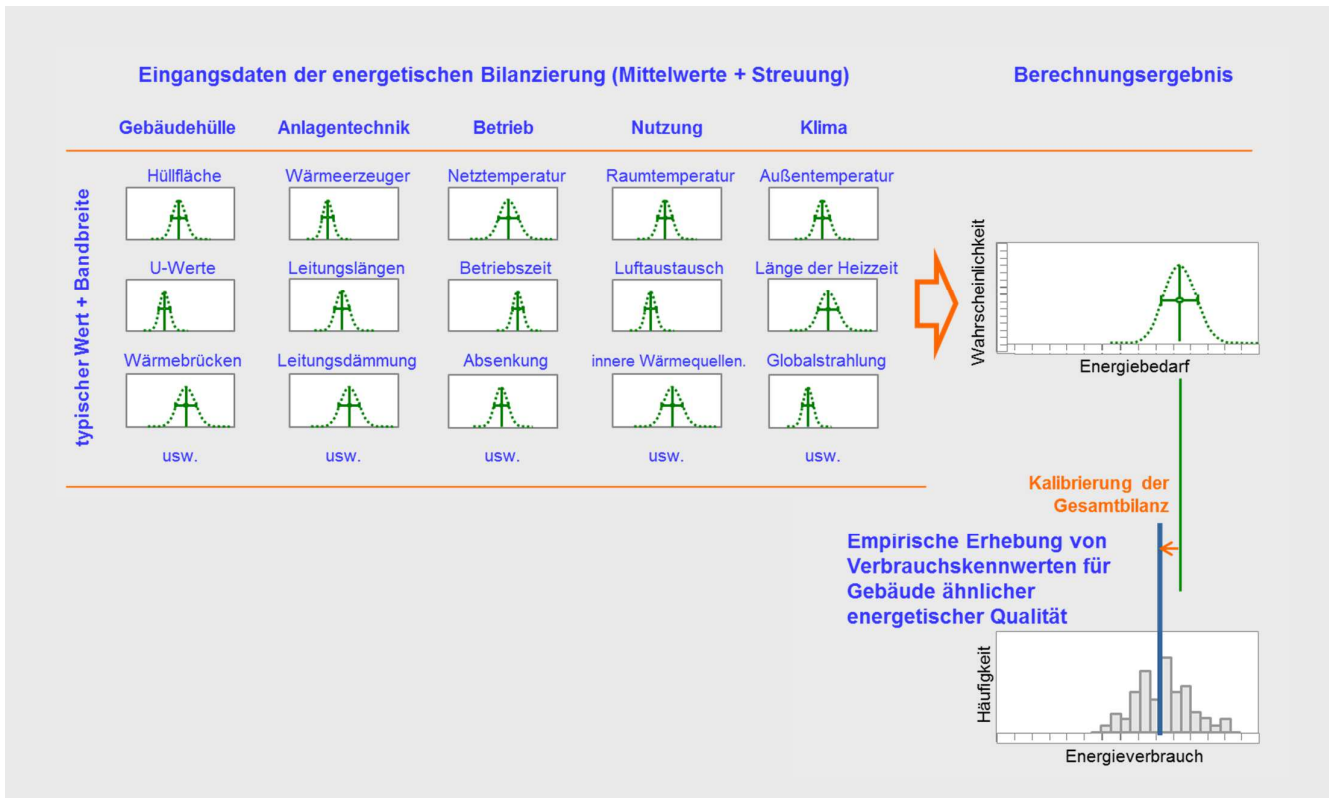
# Ableitung von Profilen für eine typische „mittlere“ Nutzung in Abhängigkeit vom Wärmeschutz / Einfamilienhaus

	Standard DIN V 18599-10:2011 Wohngebäude Einfamilien- häuser	Nutzungsprofil EFH.0 mittlere Nutzung	
		unsaniert	hoher Dämm- standard
Raumtemperatur [°C]	20,0 Solltemperatur	20,0	22,5
Anteil der mitbeheizten Fläche an der Gesamtfläche	0,25	0,40	
Interne Wärmequellen [Wh/(m²d)]	45	45	
Tägliche Betriebszeit Heizung	6 bis 23 Uhr	6 bis 22 Uhr	
Nutzwärmebedarf Warmwasser [kWh/(m² <sub>NGFA</sub> a)]	11,0	11,6	
Nutzungsbedingter Mindestaußenluftwechsel [h <sup>-1</sup> ]	0,50	0,09	0,50
Abminderungsfaktor infolge von Verschmutzung	1,0	0,9	

\*Angabe der Bilanzergebnisse bei individuellen Nutzerprofilen ohne Übergabeverluste

## Bilanzierung des Ausgangszustands mit dem Nutzungsprofil für die „mittlere Nutzung“





## Modifikation weiterer Eingabegrößen zur Anpassung an das typische Verbrauchsniveau / Einfamilienhaus-Beispiel

### Anpassung pauschaler Leitungslängen

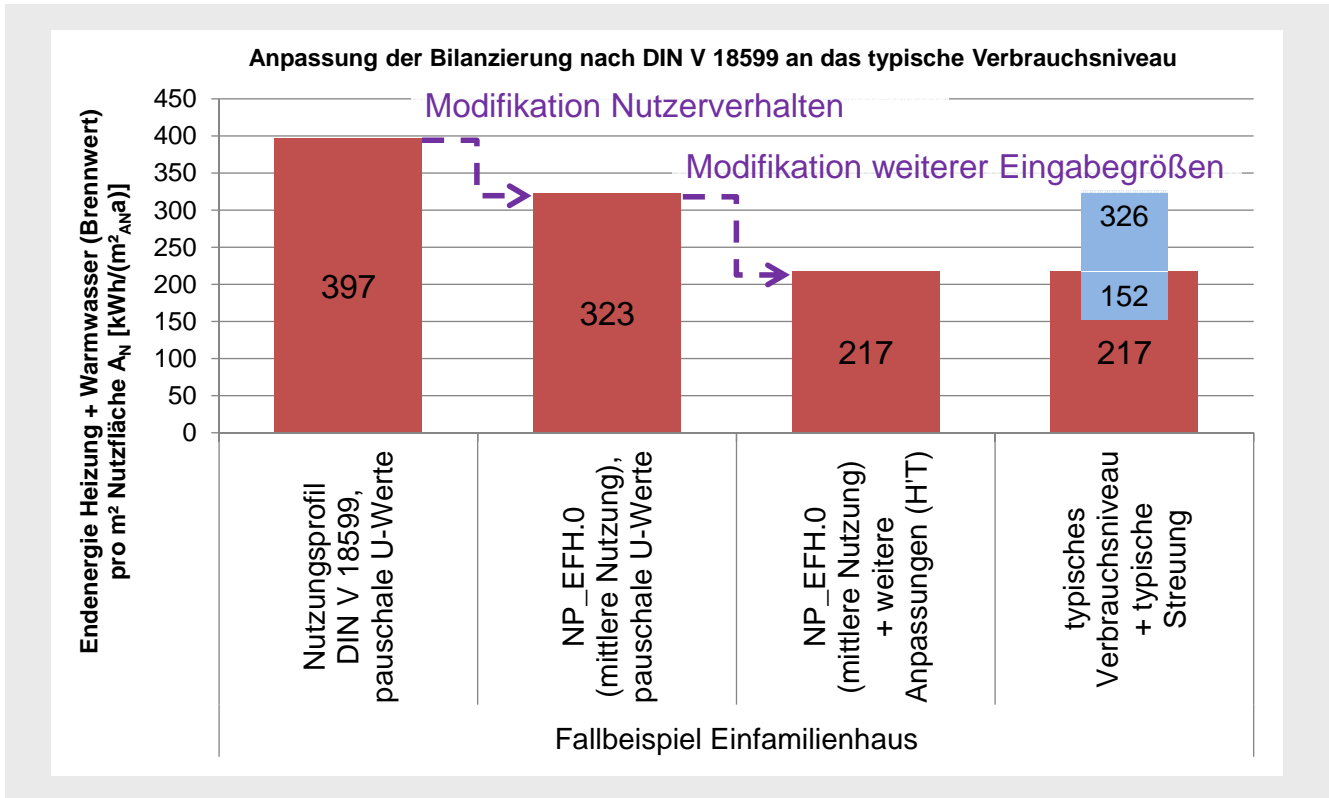
- Länge der horizontalen Verteilleitung der Warmwasserverteilung im unbeheizten Bereich  
pauschal: 65,49 m
- nach Anpassung 1,50 m

### Anpassung der Transmissionswärmeverluste

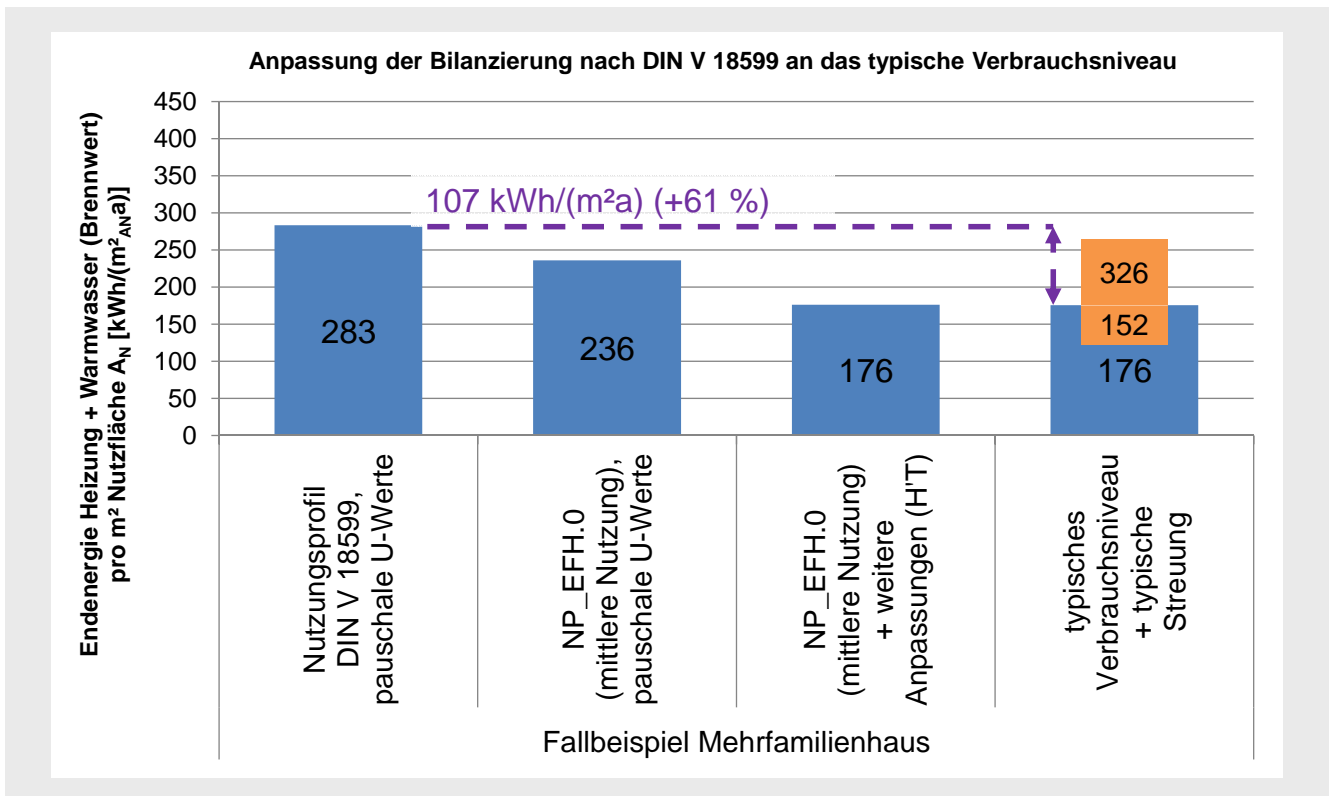
- $H'_T$  bei pauschalen U-Werten\*: 1,238 W/(m<sup>2</sup>K)
- $H'_T$  nach Anpassung: 0,799 W/(m<sup>2</sup>K)

\* pauschale U-Werte nach: BMWi/BMU (Hrsg.) (2015): Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand vom 7. April 2015, Berlin

## Anpassung auf das typische Verbrauchsniveau bei mittlerer Nutzung durch Modifizierung weiterer Eingabegrößen



## Anpassung auf das typische Verbrauchsniveau Fallbeispiel Mehrfamilienhaus





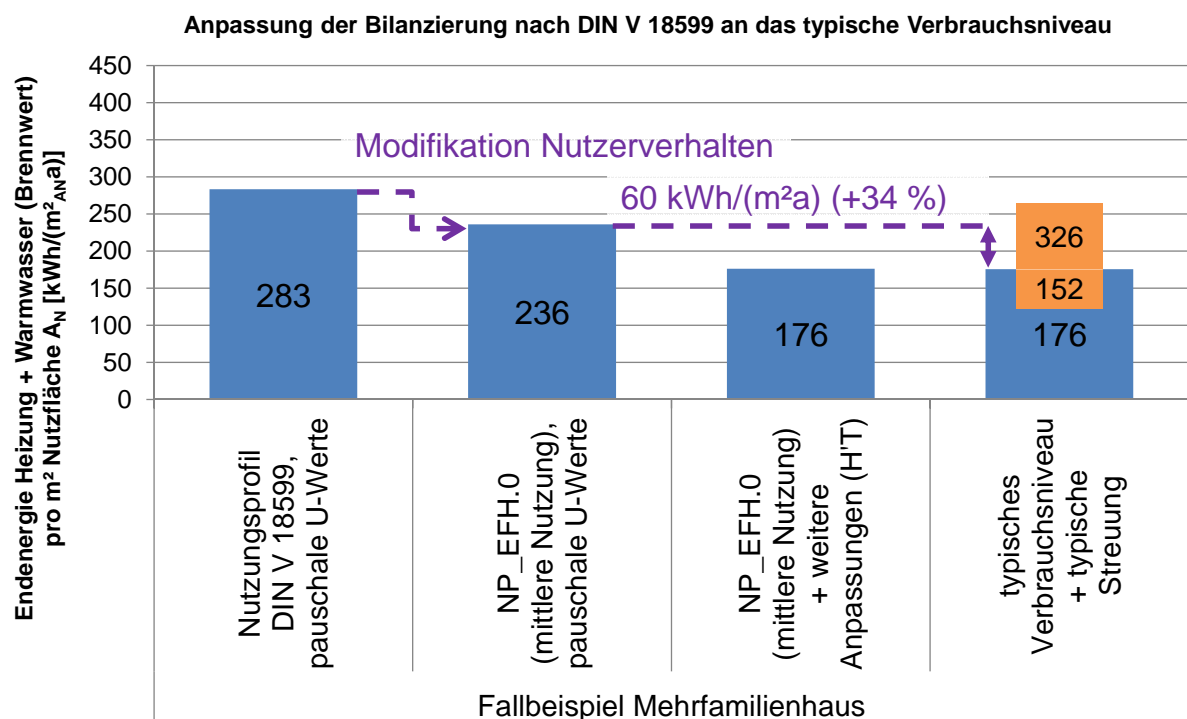
## Ableitung von Profilen für eine typische „mittlere“ Nutzung in Abhängigkeit vom Wärmeschutz / Mehrfamilienhaus



	Standard DIN V 18599-10:2011 Wohngebäude Mehrfamilien- häuser	Nutzungsprofil MFH.0 mittlere Nutzung	
		unsaniert	hoher Dämm- standard
Raumtemperatur [°C]	20,0 Solltemperatur	20,0	22,5
Anteil der mitbeheizten Fläche an der Gesamtfläche	0,15	0,15	
Interne Wärmequellen [Wh/(m²d)]	90	90	
Tägliche Betriebszeit Heizung	6 bis 23 Uhr	5 bis 23 Uhr	
Nutzwärmebedarf Warmwasser [kWh/(m² <sub>NGFA</sub> )]	15,0	14,4	
Nutzungsbedingter Mindestaußenluftwechsel [h <sup>-1</sup> ]	0,50	0,09	0,50
Abminderungsfaktor infolge von Verschmutzung	1,0	0,9	

\*Angabe der Bilanzergebnisse bei individuellen Nutzerprofilen ohne Übergabeverluste

## Anpassung auf das typische Verbrauchsniveau Fallbeispiel Mehrfamilienhaus

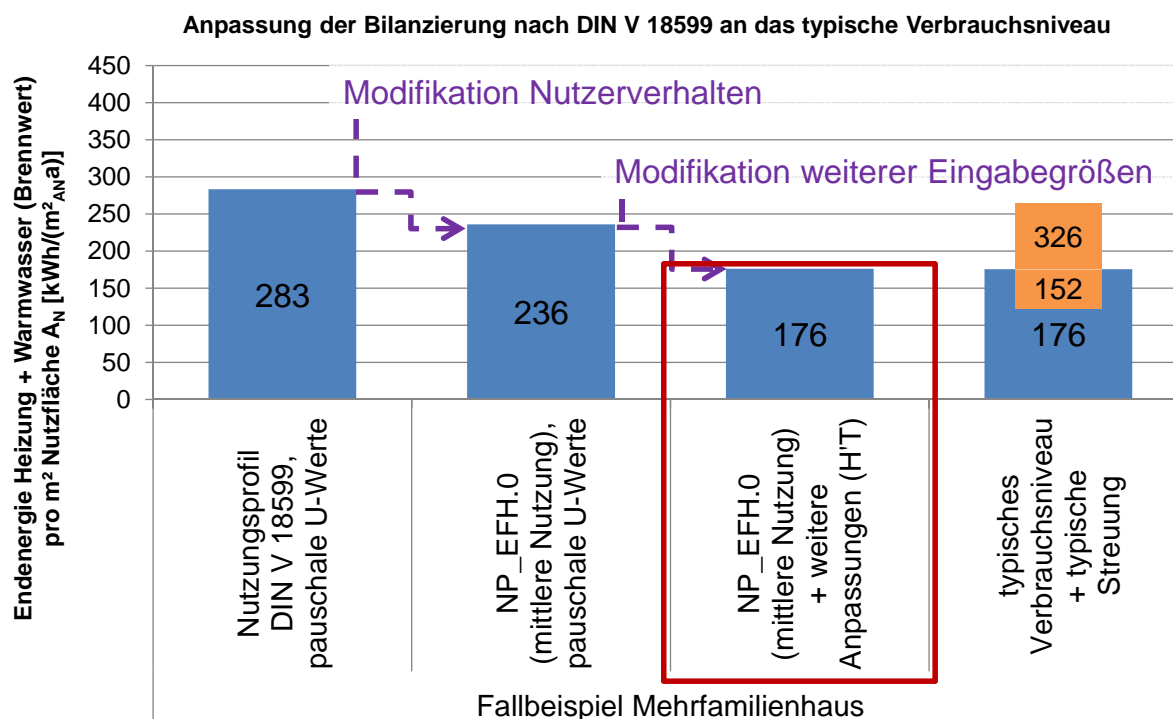


## Anpassung der Transmissionswärmeverluste

- $H'_T$  bei pauschalen U-Werten\*: 1,574 W/(m<sup>2</sup>K)
- $H'_T$  nach Anpassung: 1,065 W/(m<sup>2</sup>K)

\* pauschale U-Werte nach: BMWi/BMU (Hrsg.) (2015): Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand vom 7. April 2015, Berlin

## Anpassung auf das typische Verbrauchsniveau Fallbeispiel Mehrfamilienhaus



## Exemplarische Bilanzierung für Nutzungsprofile mit unterschiedlichen Intensitäten für das Einfamilienhaus



	Nutzungsprofil EFH.1 – niedrige Nutzungsintensität		Nutzungsprofil EFH.2 – mittlere Nutzungsintensität		Nutzungsprofil EFH.3 – hohe Nutzungsintensität	
	unsaniert	hoher Dämmstandard	unsaniert	hoher Dämmstandard	unsaniert	hoher Dämmstandard
Mittlere Raumtemperatur* [°C]	18,0	19,5	20,0	22,5	22,0	23,0
Anteil der mitbeheizten Fläche an der Gesamtfläche	0,60		0,40		0,00	
Interne Wärmequellen [Wh/(m²d)]	33		65		87	
Tägliche Betriebszeit Heizung	12 bis 22 Uhr		12 bis 22 Uhr		5 bis 23 Uhr	
Nutzwärmebedarf Warmwasser [kWh <sub>NGE</sub> /(m²a)]	1,9 (1 Person)		7,7 (2 Personen)		23,2 (6 Personen)	
Nutzungsbedingter Mindestaußenluftwechsel [h <sup>-1</sup> ]	0,06		0,23		0,71	
Abminderungsfaktor infolge von Verschmutzung	0,8		0,3		0,9	

\*Angabe der Bilanzergebnisse bei individuellen Nutzerprofilen ohne Übergabeverluste

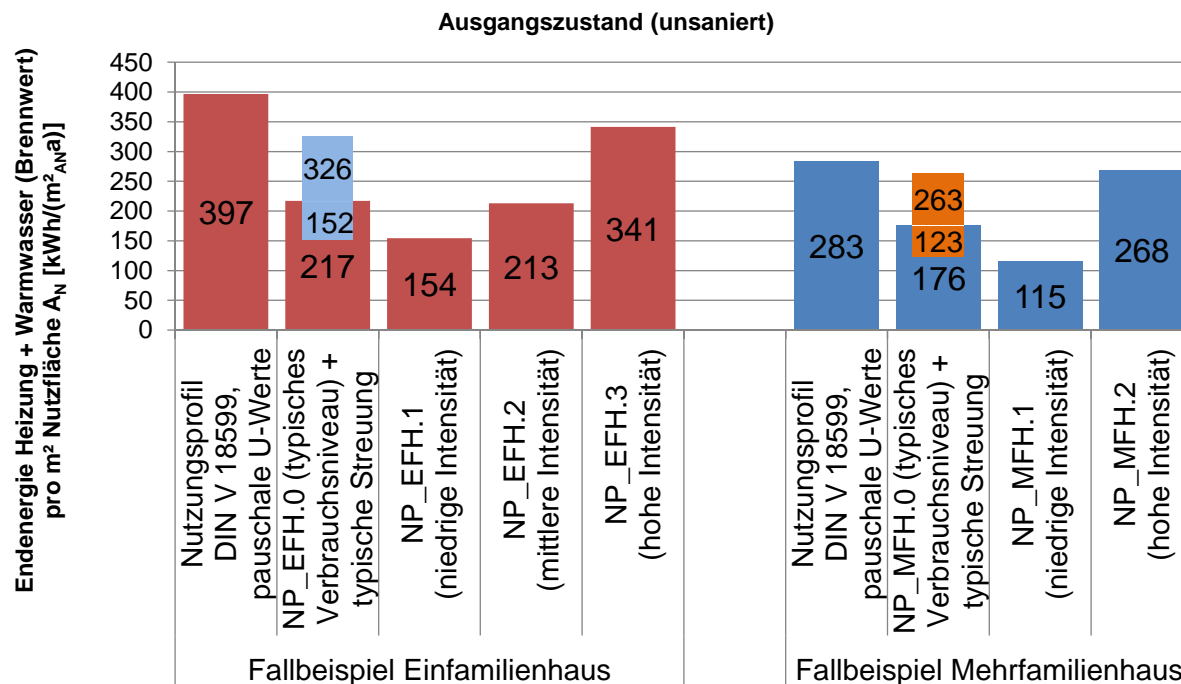
## Exemplarische Bilanzierung für Nutzungsprofile mit unterschiedlichen Intensitäten für das Mehrfamilienhaus



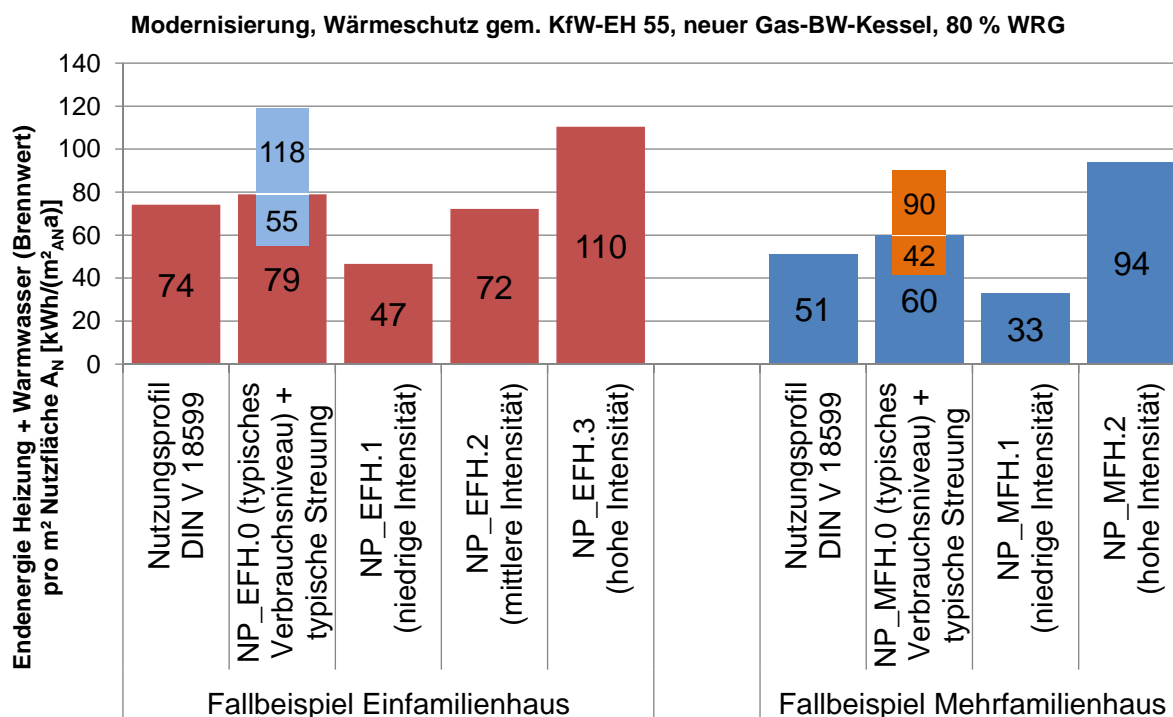
	Nutzungsprofil MFH.1 – niedrige Nutzungsintensität		Nutzungsprofil MFH.2 – hohe Nutzungsintensität	
	unsaniert	hoher Dämmstandard	unsaniert	hoher Dämmstandard
Mittlere Raumtemperatur* [°C]	18,0	20,0	22,0	23,0
Anteil der mitbeheizten Fläche an der Gesamtfläche	0,50		0,00	
Interne Wärmequellen Wh/(m²d)]	33		87	
Tägliche Betriebszeit Heizung	6 bis 22 Uhr		5 bis 23 Uhr	
Nutzwärmebedarf Warmwasser [kWh/(m² <sub>NGE</sub> a)]	3,6 (1 Person/Whg.)		29,2 (4 Personen/Whg.)	
Nutzungsbedingter Mindestaußenluftwechsel [h <sup>-1</sup> ]	0,06		0,71	
Abminderungsfaktor infolge von Verschmutzung	0,8		0,9	

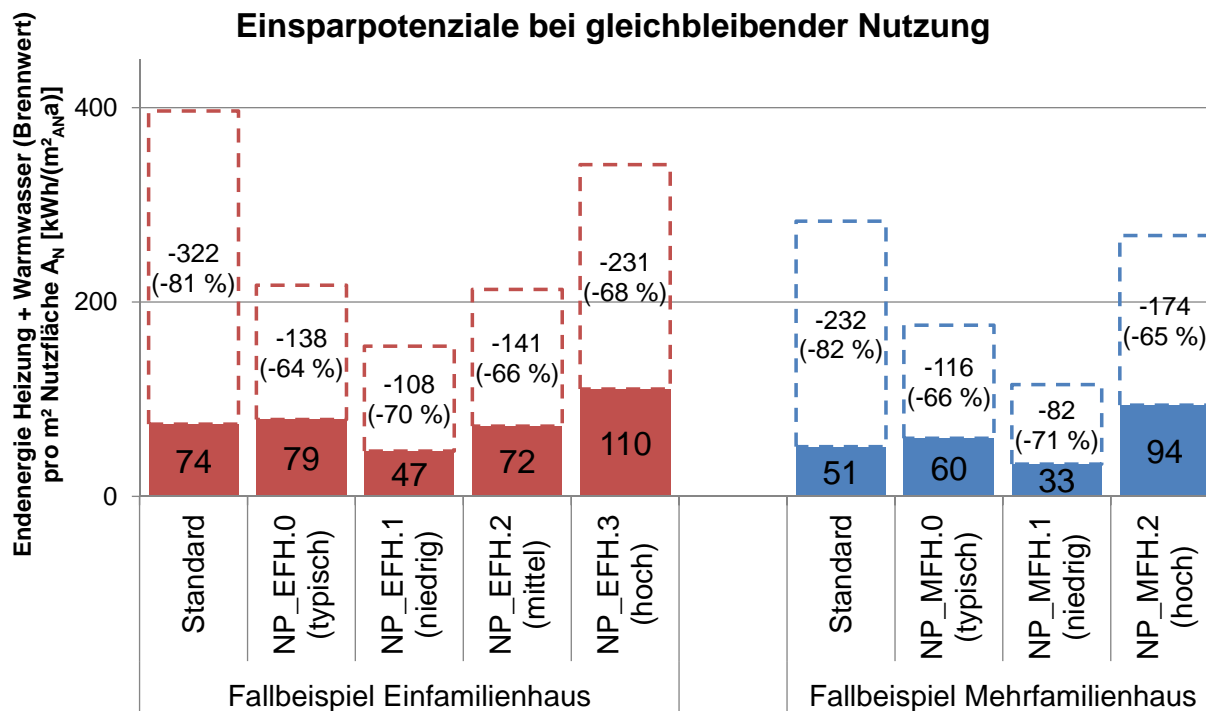
\*Angabe der Bilanzergebnisse bei individuellen Nutzerprofilen ohne Übergabeverluste

## Exemplarische Bilanzierung des Ausgangszustands für Nutzungsprofile mit unterschiedlichen Intensitäten



## Exemplarische Bilanzierung eines Modernisierungszustands für Nutzungsprofile mit unterschiedlichen Intensitäten

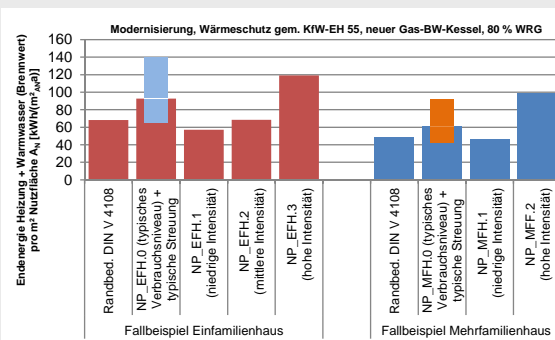
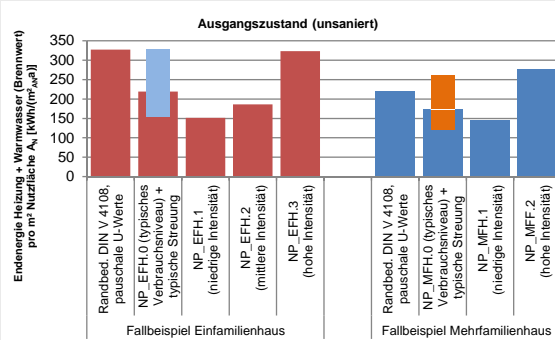




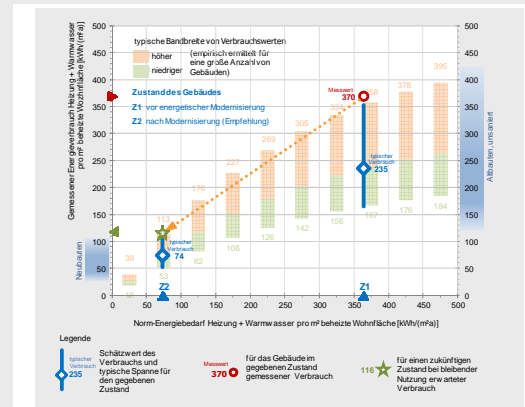
## Berechnungen nach DIN V 4108/4701

Ergebnisse berechnet nach DIN V 4108/4701 von der Tendenz her ähnlich, jedoch

- Differenz zwischen Bedarf und typischem Verbrauchsniveau geringer
- Überschätzung des Einsparpotentials bei Standardrandbedingungen fällt etwas geringer aus als nach DIN V 18599
- Unterschiedliche Bewertungsansätze in den Rechenverfahren führen im (detaillierten) Vergleich zur DIN V 18599 zu unterschiedlichen Ergebnissen
- Anlegen unterschiedlicher Nutzerprofile in Verfahren nicht vorgesehen



- Größenordnung der Streubreite/ Unsicherheit relevante Zusatz-Information zum Energiekennwert
- Orientierung an typischen Verbrauchswerten und individuellen Nutzungsprofilen zur Ableitung von Einsparpotentialen sinnvoll
- Berücksichtigung von Suffizienz-Effekten wünschenswert
- Weiterer Forschungsbedarf bezüglich Bilanzanpassung



	jährliche Emissionen in Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquivalent je Person						t pro Person
	0	2	4	6	8	10	
für: 1-Personen-Haushalt					13,8		4,3
2-Personen-Haushalt					6,9		2,2
3-Personen-Haushalt					4,6		1,4
4-Personen-Haushalt					3,5		1,1
5-Personen-Haushalt					2,8		0,9
6-Personen-Haushalt					2,3		0,7

Vergleichswerte Deutschland Heizung und Warmwasser				
Durchschnitt heute	1,7			t pro Person
Klimaschutz-Ziel	0,4			t pro Person

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Britta Stein  
 Institut Wohnen und Umwelt  
[b.stein@iwu.de](mailto:b.stein@iwu.de)