



**Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden**

Forschung und Anwendung GmbH

Prof. Oschatz – Prof. Hartmann – Dr. Winiewska – Prof. Werdin

## **Kurzstudie zum Energiesparpotenzial durch Wasserspar- und Effizienztechnologien in Brausen und Zapfarmaturen in Wohngebäuden**

Auftraggeber: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)  
Chausseestraße 128a  
10115 Berlin

Auftragnehmer: ITG Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden  
Forschung und Anwendung GmbH  
Tiergartenstraße 54 in 01219 Dresden

Bearbeitung: Prof. Dr.-Ing. Bert Oschatz  
Dipl.-Ing. (FH) Jens Rosenkranz

Dresden, 05.02.2024



## Inhalt

<b>Inhalt</b> .....	<b>3</b>
<b>Kurzfassung</b> .....	<b>5</b>
<b>Aufgabe</b> .....	<b>8</b>
<b>1 Exkurs Gebäudeenergiesparrecht und DIN V 18599</b> .....	<b>9</b>
1.1 Gebäudeenergiegesetz GEG [1, 2].....	9
1.2 DIN V 18599 [3].....	9
<b>2 Status quo: Wasser-/energiesparende Armaturen im Gebäudeenergiesparrecht und referenzierten Regelwerk</b> .....	<b>11</b>
2.1 Normative Möglichkeiten zur Berücksichtigung wasser-/energiesparender Armaturen 11	
2.1.1 Standardwert des Nutzenergiebedarfs zur Trinkwassererwärmung.....	11
2.1.2 Explizite Korrekturmöglichkeiten .....	11
2.1.3 Weitere Anpassungsmöglichkeiten .....	13
2.2 Inbezugnahme durch Energiesparrecht .....	13
2.2.1 Standardwert vs. individuelle Festlegung .....	13
2.2.2 Temperaturregelung.....	14
<b>3 Vorbetrachtung: Energiesparpotenzial durch Produktmerkmale von Zapfvorrichtungen</b> .....	<b>15</b>
3.1 Exkurs: Qualitativer Zusammenhang zwischen Zapfmenge, Temperaturerhöhung, Leistungs- und Energiebedarf.....	15
3.2 Durchflussbegrenzung.....	16
3.3 Einfluss auf den Nutzenergiebedarf zur Trinkwassererwärmung .....	17
<b>4 Beispielhafte Energiebedarfsberechnungen</b> .....	<b>21</b>
4.1 Randbedingungen .....	21
4.1.1 Methodik/Berechnungsverfahren .....	21
4.1.2 Modellgebäude.....	21
4.1.3 Energieträgerkennwerte.....	23
4.2 Ergebnisse .....	23
4.2.1 Endenergiebilanz .....	23
4.2.2 Primärenergie und Treibhausgasemissionen .....	24
<b>5 Wesentliche Ergebnisse und Handlungsoptionen</b> .....	<b>27</b>
5.1 Annahmen zum Nutzenergiebedarf .....	27
5.2 Auswirkung auf den Endenergiebedarf und weitere daraus ermittelte Größen.....	27
5.3 Konzeptionelle Überlegungen zur normativen und energiesparrechtlichen Anwendung 28	

---

5.3.1 Hintergrund/Problem .....	28
5.3.2 Lösungsmöglichkeit(en) .....	29
<b>Quellen und weiterführende Literatur .....</b>	<b>31</b>
<b>Anhang.....</b>	<b>33</b>
Anhang 1 Berechnungsergebnisse.....	33
Anhang 2 Beispielhafter Textvorschlag zu Abschnitt 6.4.9 DIN V/TS 18599-8.....	33

## Kurzfassung

### Status quo: Wasser-/Energiesparende Armaturen in Normung und Gebäudeenergiesparrecht

Die Berechnungsnorm *DIN V 18599:2018-09* enthält einen mathematischen Ansatz zur Berücksichtigung einer bauartbedingten Volumenstrombegrenzung (*Abschnitt 6.4.9*). Mit diesem könnte der energetische Einfluss von Wassersparmaßnahmen in einer Energiebedarfsberechnung berücksichtigt werden. Allerdings sieht die Norm diese Option nicht für die Berechnung im Rahmen öffentlich-rechtlicher Nachweise (Energiebedarfsausweis), sondern lediglich für Berechnungen mit freien Randbedingungen (Energieberatung u. ä.) vor.

Aber auch darüber hinaus gestaltet sich die Anwendung des Ansatzes gegenwärtig schwierig:

- Der Ansatz ist nicht zwingend in jeder Energieberatungssoftware umgesetzt.
- Der Eingabeparameter des Ansatzes ist nicht selbsterklärend und in der Norm bisher kaum definiert. Geeignete Vorgabe- oder Standardwerte fehlen.

### Annahmen zum Nutzenergiebedarf

Anhand von Angaben der Auftragnehmerin wurden Einsparpotenziale am Nutzenergiebedarf zur Trinkwassererwärmung für Wohngebäude durch umfassendem Einsatz wasser-/energiesparender Armaturen ermittelt:

- Ca. 30 % für ein mittleres Basisszenario mit moderat hohem Dusch- und noch nennenswertem Badeanteil
- Ca. 40 % bei Verringerung des Badeanteils und Kompensation durch stärkere Dusch- und/oder Waschtischnutzung

Diese Größenordnungen erscheinen auch mit Blick auf den bereits in der Norm vorhandenen Berechnungsansatz zur Berücksichtigung einer bauartbedingten Volumenstrombegrenzung plausibel.

### Auswirkung auf den Endenergiebedarf und weitere daraus ermittelte Größen

In welchem Maß sich die hier betrachtete warmwasserseitige Nutzenergieeinsparung von bis zu 30/40 % in den Gesamtwerten bemerkbar macht, hängt wesentlich von zwei Eigenschaften ab: Maßnahmen zur Einsparung an Warmwasser wirken sich umso stärker aus,

- je höher der Anteil der Trinkwassererwärmung am Gesamtenergiebedarf ausfällt – d. h. besonders bei möglichst geringem Heizwärmebedarf –,
- je weniger der Endenergiebedarf der Trinkwassererwärmung durch fixe Verluste (Speicherung, Verteilung/Zirkulation) bestimmt wird.

Für die vorliegenden Beispielberechnungen ergeben sich Einsparungen am Gesamtprimärenergiebedarf bzw. den Gesamttreibhausgasemissionen

- zwischen 2 und 6 % bei zentraler Trinkwassererwärmung mit Speicher und Verteilung mit Zirkulation und
- bis zu 12 % in einem hochwärmedämmten Gebäude (Effizienzhaus 40) mit zentraler (Heizungs-)Wärmepumpe und dezentralen Durchlauferhitzern.

Zur informativen Einordnung werden die hier ermittelten Energiesparpotenziale durch wasser-/energiesparende Armaturen einer Auswahl an typischen Energiesparmaßnahmen<sup>1</sup> gegenübergestellt:

**Tabelle 1** Beispielhafte Energiesparpotenziale verschiedener Energiesparmaßnahmen (Berechnungs-/Quellenhinweise siehe Tabelle 12)

Energiesparmaßnahme		Einsparung Endenergie Wärme	
Umfassender/Überwiegender Einsatz wasser-/energiesparender Armaturen	Zentr. TWE, Zirkulation	2...6 % <sup>a</sup>	
	Dez.-elektr. TWE	bis 12 % <sup>a</sup>	
Heizungsregelung	Vorlauftemperaturabsenkung/Heizkurvenoptimierung Wärmepumpen	Geringfügig	4 %
		Stark	12 %
	Vorlauftemperaturabsenkung/Heizkurvenoptimierung sonst		1...4 %
	Nachtabsenkung/-abschaltung		3...10 %
	Sommerabschaltung		0...4 %
Hydraulischer Abgleich		4...(15) % <sup>b</sup>	
Nachträgliche Dämmung von Heizungs- und Warmwasserverteillungen		2...5 %	
Deutliche Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes Beispielhaft Verringerung von <i>HT</i> vom Referenzgebäudewert nach GEG auf 70 % des Referenzgebäudewertes		25 %	
Solare Trinkwassererwärmung		6...26 % <sup>a</sup>	

<sup>a</sup> Die prozentualen Einsparungen wurden anhand des Gesamtprimärenergiebedarfs bestimmt (siehe 4.2.2). Unter der Annahme, dass für Heizung und Trinkwassererwärmung derselbe Energieträger eingesetzt wird, können sie in guter Näherung auf den Gesamtendenergiebedarf übertragen werden.

<sup>b</sup> Maßnahme enthält teilweise Einspareffekte aus peripheren Maßnahmen (insbesondere neue Thermostatventile und Vorlauftemperaturabsenkung)

Der Vergleich mit diesen isolierten Energiesparmaßnahmen verdeutlicht, dass die hier ermittelten Gesamteinsparungen durch wasser-/energiesparende Armaturen zwischen 2 und 12 % zahlenmäßig bedeutend sind. Mit zukünftig besser werdendem baulichem Wärmeschutz würde ihre Bedeutung tendenziell noch zunehmen.

## Konzeptionelle Überlegungen zur normativen und energiesparrechtlichen Anwendung

### Hintergrund/Problem

Teil 8 der DIN V 18599 enthält mit Abschnitt 6.4.9 bereits einen Berechnungsansatz zur Verringerung des Nutzenergiebedarfs zur Trinkwassererwärmung gegenüber dem Standardwert. Mit diesem könnte die hier betrachtete Nutzenergieeinsparung bereits jetzt abgebildet werden. Seine praktische Anwendung gestaltet sich, wie oben beschrieben, bisher allerdings schwierig.

### Lösungsmöglichkeit(en)

Zur Berücksichtigung der hier exemplarisch betrachteten Möglichkeiten zur Einsparung von Warmwasser mittels des bereits in der Norm hinterlegten Ansatzes wären folgende Schritte sinnvoll:

- **Inhaltliche Normfortschreibung**

Der Ansatz nach Abschnitt 6.4.9 DIN V 18599-8 ist insbesondere um Standard- oder Richtwerte zu ergänzen, welche den Zahlenwert mittels verbaler Auswahloptionen mit technischen Merkmalen verknüpfen. Anhang 2 setzt dies in Grundzügen und beispielhaft als Textvorschlag für die Normfortschreibung um.

<sup>1</sup> Real erzielbare Energieeinsparungen hängen wesentlich von den individuellen Randbedingungen ab; die hier gezeigten Werte sind als beispielhafte Größenordnungen zu verstehen.

- **Energiesparrechtliche Anwendbarkeit**

Mit der Gesetzgebungsseite und im Normausschuss ist zu diskutieren, ob die bestehende Einschränkung des Ansatzes auf die freie Energieberatung aufgegeben werden kann (vgl. auch Textvorschlag Anhang 2).

Für die Anwendbarkeit des Ansatzes im Nachweisfall sprechen u. a. folgende Gründe:

- Angesichts drängender Umweltprobleme bzw. umweltpolitischer Ziele sowie mit Blick auf eine nachhaltig sichere Energieversorgung muss energetische Suffizienz (zusätzlich zu technischer Effizienz) überhaupt oder stärker als bisher in energetische Betrachtungen einbezogen werden. Im Rahmen der energiesparrechtlichen Bewertung von Gebäuden könnten hierfür Aspekte des Nutzungsverhaltens stärker berücksichtigt werden.
- Unmittelbare Anwender\*innen der Norm bzw. der normumsetzenden Software (z. B. Energieberatung) sowie Gebäudenutzer\*innen werden stärker zum energetischen Einfluss des Nutzungsverhaltens sensibilisiert, wenn dieser auch im Nachweis abbildbar ist.

Hierbei ist ein sinnvoller Kompromiss zu finden, um Nutzungseinflüsse in einem zweckmäßigen Maß abzubilden, ohne dabei (zu) hohes Missbrauchspotenzial durch beliebige „Schönrechenoptionen“ in den Bewertungsprozess einzubauen.

- Die Abbildbarkeit energetisch wirksamer technischer Merkmale in energetischen Nachweisen dürfte in der Tendenz auch Anreize zu weiterer diesbezüglicher Entwicklung schaffen.

## Aufgabe

Die vorliegende Studie beurteilt Energiesparpotenziale, welche sich aus dem Einsatz wassersparender und effizienzsteigernder Technologien in Brausen und Zapfarmaturen in Wohngebäuden ergeben können. Im Einzelnen werden die folgenden Schwerpunkte behandelt:

- Gegenwärtige Berücksichtigung wassersparender Armaturen in der durch GEG und BEG/KfN referenzierten Berechnungsnorm DIN V 18599
- Beispielberechnungen für ein modellhaftes Einfamilienhaus in den exemplarischen Wärmeschutz-Anlagentechnik-Szenarios
  - Effizienzhaus 40 mit Luft-Wasser-Wärmepumpe,
  - saniertes Bestandsgebäude ( $H'_T \approx H'_{T,Ref}$ ) mit Fernwärmeversorgung und
  - älteres/teilsaniertes Bestandsgebäude (1990er Jahre) mit Erdgas-Brennwertkessel

in jeweils den Ausstattungsvarianten/Nutzungsszenarios bezüglich Wasserverbrauchs

- Standardprodukte und übliche Nutzung nach DIN V 18599 (d. h. Standardwert Nutzenergiebedarf Trinkwassererwärmung ohne Eingriffe/Änderungen),
- wasser-/energiesparende Armaturen entsprechend den gegenwärtigen Berücksichtigungsmöglichkeiten der DIN V 18599 und
- wasser-/energiesparende Armaturen nach Vorgabe der Auftraggeberseite
- Vergleichende Gegenüberstellung von Energie- und Treibhausgaskennwerten und im Weiteren Ergebnisauswertung hinsichtlich des Einflusses und/oder der Abbildbarkeit wasser-/energiesparender Armaturen
  - Realisierbare Energiesparpotenziale
  - Normative Abbildung und ggf. Überblick zu bestehendem Änderungsbedarf
  - Abbildbarkeit/Einfluss im Kontext des o. g. energiesparrechtlichen und förderpolitischen Regelwerks
- Qualitative Betrachtungen zu folgenden Fragen zu wasser-/energiesparenden Armaturen und Brausen
  - Entstehen weitere Energiesparpotenziale in der Versorgungskette Trinkwassererwärmung (z. B. kleinere(r/s) Durchlauferhitzer/Zirkulationssystem/Warmwasserspeicher) und falls so, müssten diese ebenfalls in der Berechnung berücksichtigt werden?
  - Ergeben sich Auswirkungen auf die Bewertung von zentralen gegenüber dezentralen Warmwassersystemen?
  - Wie ist das Energiesparpotenzial im Vergleich mit anderen Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden einzuschätzen?

Sofern nicht kontextgebunden anders angegeben, beziehen sich alle Betrachtungen dieser Studie auf Wohngebäude. In Nichtwohngebäuden können andere Verhältnisse bestehen und sich andere Ergebnisse zeigen als hier dargestellt.



# 1 Exkurs Gebäudeenergiesparrecht und DIN V 18599

## 1.1 Gebäudeenergiegesetz GEG [1, 2]

Das gebäudeenergiesparrechtliche Regelwerk in Form des Gebäudeenergiegesetzes (GEG)<sup>2</sup> stellt Anforderungen an die energetische Qualität von Gebäuden u. a. im Neubaufall und bei umfassenden Sanierungen.

Für den Nachweis insbesondere im Neubaufall ist ein sogenannter Energiebedarfsausweis zu erstellen. Hierin wird u. a. der Energiebedarf des zu bewertenden Gebäudes mit dem Energiebedarf eines hinsichtlich Nutzung und Größe/Geometrie identischen, aber hinsichtlich energetischer Qualität durch das GEG definierten Referenzgebäudes verglichen.

Zur Berechnung des Energiebedarfs für diese Nachweisform wird die Normenreihe DIN V 18599 herangezogen.<sup>3</sup>

## 1.2 DIN V 18599 [3]

Die DIN V 18599<sup>4</sup> beschreibt in 11 Teilen<sup>5</sup> ein umfassendes Verfahren zur Berechnung des Energiebedarfs eines Gebäudes unter Berücksichtigung seiner Nutzung, Größe/Geometrie, bauphysikalischen Eigenschaften und anlagentechnischen Versorgung.

Die 11 Teile des sogenannten Hauptverfahrens der Norm<sup>5</sup> umfassen in Summe mehr als 1.000 Seiten; Tabelle 2 gibt einen inhaltlichen Überblick. Die Trinkwassererwärmung wird im Normteil 8 behandelt.

Tabelle 2 Normteile und Inhalte des Hauptverfahrens der DIN V 18599

Teil	Inhalt (Titel)
Alle	Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung
1	Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger
2	Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen
3	Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung
4	Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung
5	Endenergiebedarf von Heizsystemen
6	Endenergiebedarf von Lüftungsanlagen, Luftheizungsanlagen und Kühlsystemen für den Wohnungsbau
7	Endenergiebedarf von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau
8	Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen
9	End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen
10	Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten
11	Gebäudeautomation

<sup>2</sup> Vormalis in Form der Energieeinsparverordnung (EnEV) im Zusammenspiel mit Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)

<sup>3</sup> Vormalis durften Energiebedarfsberechnungen bei ungekühlten Wohngebäuden alternativ mit dem älteren Normenduo DIN V 4108-6/4701-10 erstellt werden. Diese alternative Option ist seit diesem Jahr nicht mehr zulässig; es ist nun ausschließlich die DIN V 18599 anzuwenden.

In § 22 Absatz 2 des aktuellen GEG [11, 12] findet sich trotzdem noch der Bezug auf das alte Normenduo DIN V 4108-6/4701-10 – allerdings einschließlich des nun abgelaufenen zeitlichen Geltungsbereichs bis zum 31.12.2023. Die in § 20 Absatz 2 Satz 4 vorgenommene Festlegungen des Warmwasser-Nutzenergiebedarfs auf einen Wert von 12,5 kWh/m<sup>2</sup>a, welche sich allein auf o. g. Berechnungsoption bezieht, hat damit keine Auswirkung mehr. Es wird vermutet, dass es sich bei der Verweisung auf das alte Normenduo (einschließlich des genannten Kennwerts) um ein redaktionelles Rudiment handelt.

<sup>4</sup> Die Norm wurde aus organisatorischen Gründen als sogenannte *Vornorm* (DIN V) erstellt und bis zur Fassung 2018-09, welche auch durch das aktuelle GEG referenziert wird, fortgeschrieben. Mit der Nachfolgefassung (voraussichtlich 2024) wird die Reihe beim DIN auf das Format *Technische Spezifikation* (DIN/TS) umgestellt. Im Rahmen dieser Kurzstudie wird überwiegend auf die aktuelle Fassung (DIN V 18599:2018-09) Bezug genommen; die Überlegungen gelten sinngemäß aber auch für die Nachfolgefassung.

<sup>5</sup> Die Normenreihe umfasst aktuell 13 Teile. Hiervon sind gegenwärtig jedoch nur die Teile 1 bis 11 – das sogenannte Hauptverfahren – praxisrelevant und werden vom Gebäudeenergiesparrecht in seiner gegenwärtigen Form (Gebäudeenergiegesetz, GEG) für den öffentlich-rechtlichen Nachweis referenziert.

Die einzelnen Berechnungsschritte einer Energiebedarfsberechnung laufen in gegenläufiger Richtung zum Energiefluss ab. Sie beginnen i. d. R. mit der Ermittlung des Nutzenergiebedarfs (z. B. der Menge an Raumwärme, die zur Beibehaltung einer geforderten Raumtemperatur unter idealisierten Bedingungen notwendig wäre). Auf diesen Nutzenergiebedarf werden sukzessive die energetischen Effekte/Verluste der Anlagentechnik aufgeschlagen, mittels welcher diese Energie

- an den Nutzraum übergeben (z. B. Heizkörper einschließlich Raumtemperaturregelung),
- im Gebäude verteilt (z. B. Heizungsrohrleitungen bestimmter Länge, Dämmung und Lage im Gebäude),
- gespeichert (z. B. Heizungspufferspeicher) und
- erzeugt (z. B. Heizkessel)

wird. Abbildung 1 deutet den Ablauf schematisch am Beispiel der Raumheizung an und zeigt markante Schnittstellen/Bilanzbereiche und (Energie-)Begriffe der Bilanz nach DIN V 18599.

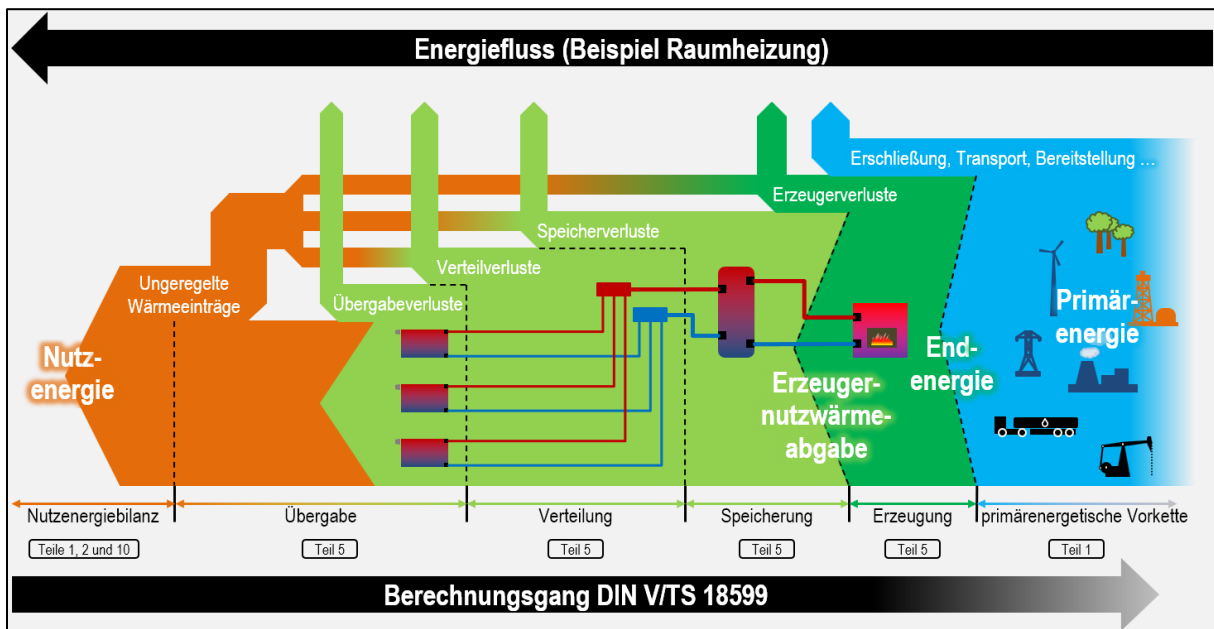


Abbildung 1 Richtung von Energiefluss und Berechnungsablauf nach DIN V/TS 18599 beispielhaft für Raumheizung

## 2 Status quo: Wasser-/energiesparende Armaturen im Gebäudeenergiesparrecht und referenzierten Regelwerk

### 2.1 Normative Möglichkeiten zur Berücksichtigung wasser-/energiesparender Armaturen

#### 2.1.1 Standardwert des Nutzenergiebedarfs zur Trinkwassererwärmung

DIN V 18599-10 (Nutzungsrandbedingungen) enthält spezifische Standardwerte des Nutzenergiebedarfs der Trinkwassererwärmung mit Bezug auf

- die Gebäudenettogrundfläche bei Wohngebäuden und
- auf die Gebäude-/Zonennettogrundfläche und alternativ teils die Nutzung (z. B. Zimmer-, Betten- oder Arbeitsplatzanzahl) bei Nichtwohngebäuden.

Für Wohngebäude ist der Kennwert in Abhängigkeit von der Wohnungsgröße angegeben (siehe auch Abbildung 2):<sup>6</sup>

$$q_{w,b,a} \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{a}} \right] = \underbrace{16,5 \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{a}} \right]}_{\text{Basiswert}} - \underbrace{0,05 \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{a}} \right]}_{\text{Verringerung in Abhängigkeit von der mittleren Wohnungsgröße}} * A_{\text{NGF,WE,m}} [\text{m}^2]$$

Gleichung 1  
Spezifischer Nutzenergiebedarf Trinkwassererwärmung Wohngebäude

$q_{w,b,a}$  Auf die Gebäudenettogrundfläche bezogener Nutzenergiebedarf der Trinkwassererwärmung

$A_{\text{NGF,WE,m}}$  Mittlere Nettogrundfläche einer Wohnung

Dieser Kennwert beinhaltet implizit bereits Energieverluste durch ungenutzt auslaufendes Warmwasser<sup>7</sup> für übliche/mittlere Verhältnisse.

Bei Interpretation des Kennwertes ist die Art des Flächenbezugs zu berücksichtigen. Obiger Zusammenhang bezieht sich auf die Nettogrundfläche i. S. d. Norm. Sie fällt für Wohngebäude größer aus als die Wohnfläche.<sup>8</sup>

#### 2.1.2 Explizite Korrekturmöglichkeiten

##### Einfluss Zapftemperaturregelung

Abschnitt 6.1 DIN V 18599-8 (Trinkwassererwärmung) sieht eine Verringerung des Standardwerts des Nutzenergiebedarfs der Trinkwassererwärmung um 2 % bei Einsatz bestimmter Vorrichtungen zur Zapftemperaturregelung<sup>9</sup> vor. Demgegenüber ist der Wert bei Einsatz hydraulisch gesteuerter Durchlauferhitzer um 5 % zu erhöhen.

<sup>6</sup> Der wohnungsgrößenabhängige Standardwert wurde auf Basis einer umfangreichen Literaturrecherche und der Auswertung realer Verbrauchsdaten mehrerer Abrechnungsdienstleister ermittelt; der zugehörige Projektbericht ist als *BBSR-Online-Publikation 17/2017* [20] verfügbar. Der vorliegend mit Gleichung 1 bezeichnete Zusammenhang findet sich im BBSR-Papier sinngemäß wieder, jedoch mit geringfügig abweichenden Zahlenwerten – diese Abweichungen dürften den unterschiedlichen Flächenbezügen beider Darstellungen geschuldet sein (Nettogrund- vs. Nutzfläche).

<sup>7</sup> Z. B. durch manuelles Mischen zum Einstellen der Zapftemperatur

<sup>8</sup> Die Nettogrundfläche nach DIN V 18599 entspricht der Nettoraumfläche nach DIN 277; sie ist die Summe aller inneren Bodenflächen (Innenmaße, d. h. ohne Stellflächen für Wände / aufgehende Bauteile). Wie stark sie bei Wohngebäuden von der Wohnfläche abweicht, hängt vom Anteil an über die Wohnfläche hinausgehenden Nebenflächen ab: Bei vergleichsweise kleinen Wohngebäuden mit hohem Anteil an warmen Nebenflächen (z. B. Einfamilienhäuser mit Keller innerhalb thermischer Hülle) kann der Unterschied sehr hoch ausfallen (vgl. beispielhaft Tabelle 9). Bei sehr großen Wohngebäuden mit geringem Nebenflächenanteil (z. B. relativ kleine Flur-/Treppenhausflächen oder kalte/außenliegende Treppen, Keller außerhalb thermischer Hülle usw.) können sich beide Werte einander annähern.

<sup>9</sup> Temperaturregelnde Zapfarmaturen oder elektronisch geregelte Durchlauferhitzer mit gradgenauer Temperaturvorwahl

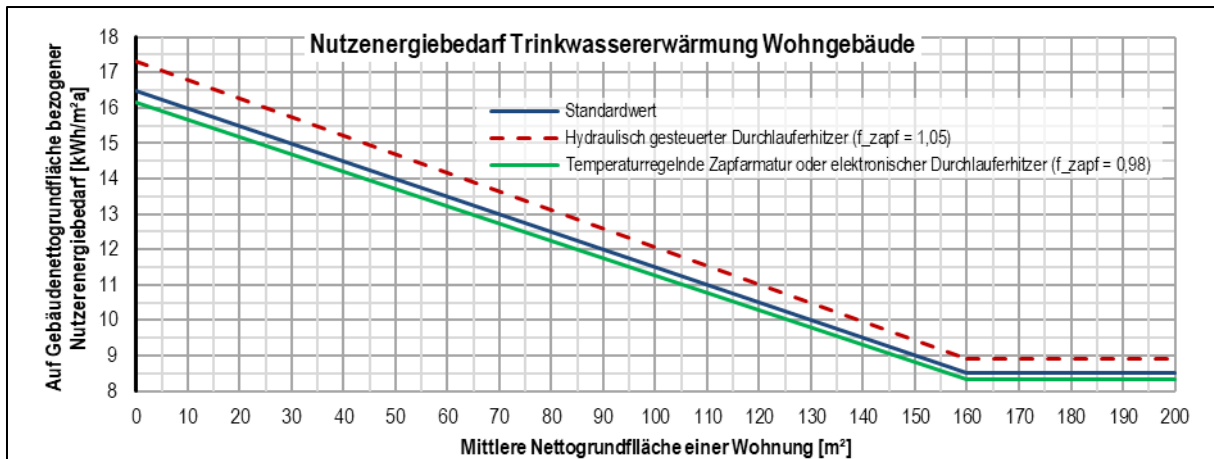


Abbildung 2 Nutzenergiebedarf der Trinkwassererwärmung (Abschnitt 6.1 DIN V 18599-8) auf Basis des Standardwertes für Wohngebäude (Tabelle 4 DIN V 18599-10)

Die mögliche Verringerung des Nutzenergiebedarfs um 2 % bildet im Wesentlichen eine der besseren Temperaturregelung zugeschriebene Verringerung von Energieverlusten ab – es läuft weniger Warmwasser ungenutzt aus. Mit dieser Berechnungsoption wird keine Komforteinbuße gegenüber der normativen Nutzung unterstellt.

### Bauartbedingte Volumenstrombegrenzung

Abschnitt 6.4.9 DIN V 18599-8:2018-09 beschreibt die optionale Anrechnung einer bauartbedingten (Warmwasser-)Volumenstrombegrenzung bzw. einer begrenzten Leistungsabgabe des Trinkwassererwärmers.

Die Norm nimmt hierbei folgendes an:

- Der verfügbare Warmwasservolumenstrom ohne Begrenzung beträgt 12 l/min.
- Eine Leistungs-/Volumenstrombegrenzung kann nur bei Warmwassernutzungen energetisch wirksam werden, die nicht durch die gezapfte Warmwassermenge, sondern durch die Zapfdauer dominiert werden – dies sind vordergründig Duschvorgänge.
- Der Duschanteil am Nutzenergiebedarf für Trinkwassererwärmung (ohne Begrenzung) beträgt ca. 65 %<sup>10</sup>.
- Der maximal verfügbare Warmwasservolumenstrom wird in etwa 75 %<sup>10</sup> der Duschvorgänge bzw. der Duschzeit genutzt. Die Begrenzung wird in diesem Anteil der Zapfzeit wirksam.

Abbildung 3 zeigt den entsprechend abgesenkten Nutzenergiebedarf als relativen Wert über dem maximalen Warmwasservolumenstrom der Trinkwassererwärmung.

<sup>10</sup> Annahmen gemäß Abschnitt 6.4.9 DIN V 18599-8:2018-09: Die normativen Annahmen stützen sich auf nicht veröffentlichte Ausarbeitungen, in welchen u. a. Wasserverbrauchswerte (unter Bezug auf mehrere Quellen, u. a. [15, 16, 21]) mittels weiterer Annahmen in Energieanteile umgerechnet werden.

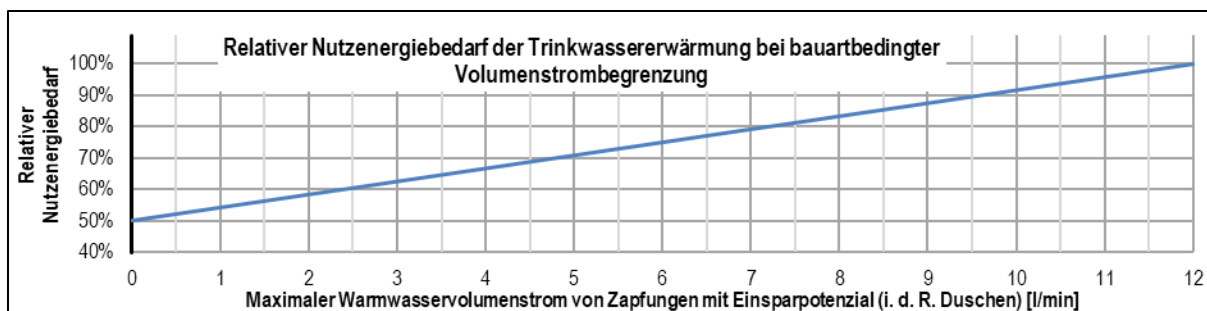


Abbildung 3 Relativer Nutzenergiebedarf der Trinkwassererwärmung bei bauartbedingter Volumenstrombegrenzung (Abschnitt 6.4.9 DIN V 18599-8)

Diese Berechnungsoption bildet eine Verringerung der gezapften Warmwassermenge bzw. des Warmwasservolumenstroms während der Nutzung ab; d. h. hiermit wird eine Komforteinbuße gegenüber dem normativen Nutzungsverhalten unterstellt. Die Norm sieht diese Möglichkeit gegenwärtig ausdrücklich nur als Option für die freie Energieberatung vor, nicht für den öffentlich-rechtlichen Nachweis.

ITG verwendet gegenwärtig bis zu 4 verschiedene Energieberatungsprogramme (18599-Software). In den verwendeten Programmen ist die o. g. Option nicht enthalten bzw. nicht als solche ersichtlich.<sup>11</sup>

### 2.1.3 Weitere Anpassungsmöglichkeiten

Neben der Verwendung des Standardwertes gestattet die Norm grundsätzlich die Verwendung eines individuellen Nutzenergiebedarfs für Trinkwassererwärmung. Durch entsprechende Anpassung dieser Größe – z. B. auf Basis externer Berechnungen – können in einer 18599-Berechnung Effekte abgebildet werden, die bisher nicht anderweitig in der Norm erfasst sind.

In der energieberaterischen Praxis besteht diese Option jedoch u. U. nicht, da die freie Eingabe des Nutzenergiebedarfs für Trinkwassererwärmung nicht notwendigerweise in der verwendeten 18599-Software verfügbar ist.<sup>11</sup> Von den durch ITG verwendeten Energieberatungsprogrammen verfügt nur eins über eine erkennbare Eingabeoption für diesen Kennwert.

## 2.2 Inbezugnahme durch Energieparrecht

### 2.2.1 Standardwert vs. individuelle Festlegung

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) [4] legte für Nachweisfälle auf Basis von Energiebedarfsberechnungen nach DIN V 18599 fest, dass für den Nutzenergiebedarf für Trinkwassererwärmung der Standardwert nach DIN V 18599-10 einzusetzen ist. Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) [1, 2] hat diese Festlegung allerdings nicht übernommen; insofern ist ungewiss, ob nach Intention des Gesetzgebers im Nachweisfall ebenfalls nur mit dem Standardwert zu rechnen ist oder ob auch ein individueller Wert eingesetzt werden darf.

Es wird vermutet, dass diese Frage bisher in der Praxis nur wenig relevant war:

- Möglicherweise wurde der Wegfall der expliziten Regelung nicht/kaum wahrgenommen und die Vorgehensweise aus der Zeit der EnEV in der Anwendungspraxis beibehalten.

<sup>11</sup> Die Norm lässt für einige Teilprobleme alternative Herangehensweisen zu (z. B. alternative Berechnungsansätze, Verwendung von Produktkennwerten statt Standardwerten usw.). Übliche 18599-Software wird in erster Linie für Fälle des öffentlich-rechtlichen Nachweises nach GEG (Energiebedarfsausweis) eingesetzt, darüber hinaus teils zur freien Energieberatung. Für die häufigsten Anwendungsfälle werden nicht notwendigerweise alle nach Norm grundsätzlich zulässigen alternativen Herangehensweisen zu jedem Teilproblem benötigt. In der Folge sind nicht alle alternativen Optionen der Norm in jeder Software umgesetzt.

- Es bieten ohnehin nicht alle 18599-Programme die Option der freien Eingabe dieses Kennwerts (möglicherweise auch infolge der vergangenen EnEV-Regelung). Zudem müsste ein verringerter Nutzenergiebedarf – sofern im Nachweisfall zulässig – gleichermaßen auf das zu bewertende und auf das Referenzgebäude angewendet werden. Insofern dürfte der Einfluss dieser Möglichkeit im Rahmen realistischer Variationen überschaubar sein.

### **2.2.2 Temperaturregelung**

Für das zu bewertende Gebäude können auch im Nachweis die o. g. Optionen zur Zapftemperaturregelung angewendet werden.

Für das Referenzgebäude ist die anlagentechnische Ausstattung zwar hinsichtlich Trinkwassererwärmung und -verteilung festgelegt; allerdings besteht keine Festlegung hinsichtlich einer Zapftemperaturregelung. Für Fälle, in denen eine berechnungsnotwendige Eigenschaft des Referenzgebäudes nicht definiert ist, gilt der Grundsatz, dass diese Eigenschaft vom zu bewertenden Gebäude zu übernehmen ist. Insofern dürfte dieser ohnehin schon kleine Einfluss im Nachweisfall kaum noch wahrnehmbar sein.

### 3 Vorbetrachtung: Energiesparpotenzial durch Produktmerkmale von Zapfvorrichtungen

#### 3.1 Exkurs: Qualitativer Zusammenhang zwischen Zapfmenge, Temperaturerhöhung, Leistungs- und Energiebedarf

Der Leistungseintrag in ein fließendes Medium bzw. -austrag aus einem fließenden Medium ist mit dem Medienmassenstrom und der einhergehenden Temperaturänderung verknüpft:

$$\dot{Q} = \dot{V} * \rho * c * \Delta\vartheta$$

Gleichung 2  
Zusammenhang zwischen Energiestrom, Medienstrom und Temperaturänderung

$\dot{Q}$	Energiestrom (Leistung) in das oder aus dem Medium
$\dot{V}$	Medienvolumenstrom
$\rho * c$	Stoffkennwerte (Dichte und spezifische Wärmekapazität) des Mediums
$\Delta\vartheta$	Temperaturänderung des Mediums

Abbildung 4 zeigt den grundsätzlichen<sup>12</sup> Zusammenhang für die Erwärmung von Wasser.

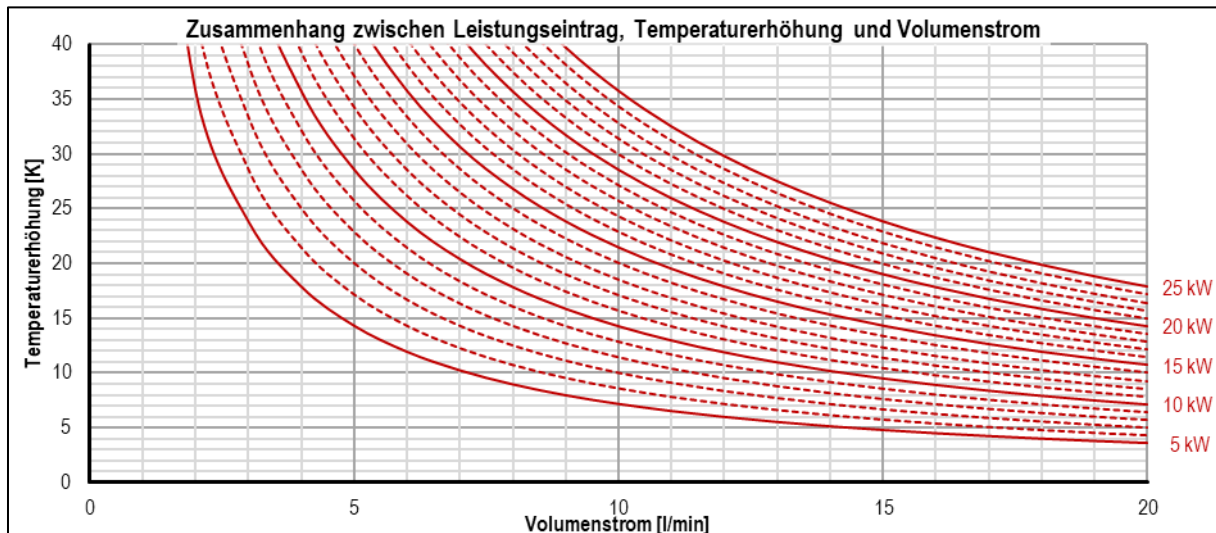


Abbildung 4 Zusammenhang zwischen dem Leistungseintrag in das einen Wassererwärmer durchfließende Wasser, seiner Temperaturerhöhung und der Durchflussmenge; idealisierte Darstellung ohne Wärmeübertragungsverluste usw.

Die Darstellung verdeutlicht unter anderem, dass bei einer Verringerung des zu erwärmenden Volumenstroms weniger Leistung zu dessen Erwärmung benötigt wird. Der Zusammenhang gilt zunächst in der idealisierten Betrachtung; jedoch kann sich als anschauliches Beispiel, welches der idealisierten Betrachtung sehr nah ist, der Betrieb einer einzigen Zapfstelle mit Wassererwärmung mittels Durchlauferhitzer<sup>12</sup> vorgestellt werden.

Mit Blick auf reale Gebäude, mögliche Erwägungen des Planungsprozesses sowie auf übliche technische Lösungen zur Trinkwassererwärmung kann aus obigem Zusammenhang jedoch nicht pauschal darauf geschlossen werden, dass der Einsatz wassersparender Armaturen eine kleinere Dimensionierung des (Warmwasser-)Wärmeerzeugers rechtfertigt. Hierfür sind

<sup>12</sup>Die Darstellung zeigt den idealisierten Zusammenhang vereinfachend für konstante Dichte und ohne etwaige Verluste/Temperaturdifferenzen durch die technische Umsetzung (besonders Wärmeübertrager). Mit Blick auf reale Geräte ist die Darstellung daher eher qualitativ als quantitativ zu lesen – Herstellerangaben zu realen Wassererwärmern (Wärmeübertrager, Durchlauferhitzer) können hinsichtlich der Zahlenwerte abweichen.

weitere Faktoren von Bedeutung (oder teils sogar maßgeblich) – nur beispielhaft seien folgende Einflüsse und Unsicherheiten genannt:

- Maßnahmen zur Volumenstrombegrenzung wirken sich unterschiedlich auf verschiedene Wassererwärmer aus. Bei einem Speicherladesystem dürfte der Einfluss i. d. R. gering bis unsichtbar sein (wiederum abhängig von u. a. Zapfverhalten, Verhältnis zwischen Speichervolumen und Warmwasserbedarf, Laderegulierung), bei einem Durchflauerhitzer ohne Speichervolumen hingegen deutlich sichtbar.
- Die Dimensionierung des Wassererwärmers kann bereits anderweitig Leistungsablässe enthalten (z. B. aus Überlegungen zur (Un-)Gleichzeitigkeit von Warmwasserzapfvorgängen bei zentralen Systemen), sodass u. U. schon eine implizite Leistungsbegrenzung besteht und das Potenzial für Maßnahmen an den Zapfarmaturen von vornherein geringer ausfällt.
- Für solche armaturensseitigen Maßnahmen zur Volumenstrombegrenzung, die nutzer\*innenseitig aufgehoben werden können (z. B. Knopfdruck zur Überwindung einer Stellbereichsgrenze) ist abzuwägen, ob bei Aufhebung dennoch die gewünschte Warmwassertemperatur verfügbar sein soll oder eine Komforteinschränkung hinnehmbar ist.
- Für Gebäude mit vielen Nutzer\*innen (z. B. mittlere bis große Mehrfamilienhäuser) und/oder unterschiedlich genutzten Bereichen (ggf. auch Nichtwohnnutzungen) hängt die Höhe der möglichen Einsparwirkung ebenfalls von der fallspezifischen Kombination aus individuellen Nutzungseigenschaften bzw. Zapfverhalten ab.

Die leistungsmäßige Dimensionierung ist nicht Gegenstand der DIN V 18599. Eine Erhöhung oder Verringerung der Zapfmenge/Leistung sorgt aus physikalischer Sicht nicht notwendigerweise für eine Änderung des Energiebedarfs. Für die hier betrachtete Option der Begrenzung von Zapfmengen, hängt der Einfluss auf den Energiebedarf davon ab, ob bzw. in welchem Maß die Warmwassernutzung durch **Zapfdauern** anstatt durch **Zapfvolumina** bestimmt wird. Kapitel 3.3 geht für Wohngebäude näher hierauf ein und überschlägt den Einfluss mit konkreten Zahlenwerten für die in Kapitel 4 folgenden Beispielberechnungen.

### 3.2 Durchflussbegrenzung

Die hier betrachteten Merkmale von Zapfvorrichtungen zielen überwiegend auf eine Reduktion des maximal verfügbaren Volumenstroms während der Zapfvorgänge ab, besonders durch Begrenzung des Durchflussstellbereichs. Tabelle 3 zeigt von der Auftraggeberin angegebene Einsparpotenziale und die daraus für die nachfolgenden Beispielberechnungen abgeleiteten Durchflussmittelwerte.

Tabelle 3 Volumenströme von Zapfarmaturen

Zapfstelle	Standardprodukt <sup>a</sup>	Volumenstrom [l/min]	
		Üblicher Bereich <sup>a</sup>	Wasser-/Energiesparprodukt Gewählt (Mittelwert)
Dusche	16,3	6...8	7,0 (43%)
Wanne	— <sup>b</sup>	— <sup>b</sup>	— (100%) <sup>b</sup>
Waschtisch	5,0	2...4 <sup>c,d</sup>	3,0 <sup>d</sup> (60%)
Küche	10,1	6	6,0 (59%)

<sup>a</sup> Angaben Auftraggeberin

<sup>b</sup> Für Wannenbäder ist das absolute Zapfvolumen zur Füllung der Wanne maßgeblich. Eine Volumenstrombegrenzung dürfte daher i. d. R. zu keiner Wassereinsparung führen und könnte – wegen stärkerer Auskühlung durch den verlangsamten Füllvorgang – sogar eine tendenzielle Erhöhung des Energiebedarfs verursachen.

<sup>c</sup> Neben durchflussbegrenzenden Produktausführungen/-merkmalen wurde die Option *Kaltstart* (gedrehter Stellbereich des Mischhebels, sodass bei gewohnter Ausgangsstellung des Hebels kein gemischtes, sondern kaltes Wasser fließt) mit einem Energiesparpotenzial von 20 % angegeben. Diese Einsparung ist energetisch mit einer Verringerung des mittleren Warmwasservolumenstroms von 5 auf 4 l/min vergleichbar.



d Die DIN EN 817 [5] sieht in der geltenden Fassung 2008-09 einen Mindestdurchfluss von 4 l/min vor (Kapitel „Bestimmung des Durchflusses“). Mit der zukünftigen Normfassung (gegenwärtig Entwurfsfassung 2023-07) soll diese Begrenzung entfallen. Für die vorliegende Berechnung wird sich an der angedachten Neufassung – ohne Durchflussbegrenzung nach unten – orientiert.

### 3.3 Einfluss auf den Nutzenergiebedarf zur Trinkwassererwärmung

Die in 3.2 betrachtete Begrenzung des maximal verfügbaren Volumenstroms kann zu einer Verringerung des Warmwasserverbrauchs und des diesbezüglichen Energieaufwands führen. Sie wird in diesem Kapitel beispielhaft überschlagen.

Der für diesen Überschlag verwendete Berechnungsansatz entspricht inhaltlich der Vorgehensweise aus DIN V 18599-8:2018-09, ergänzt die Betrachtung jedoch um weitere Zapfarten mit Einsparpotenzial neben dem Duschen (vgl. auch Normtextvorschlag zur Fortschreibung mit ausformuliertem Formelsatz im [Anhang](#)). Er modelliert vereinfacht eine Begrenzung des bei vollständiger Öffnung der Zapfarmaturen bis Anschlag/Widerstand verfügbaren Warmwasservolumenstroms gegenüber einem Bezugswert. Eine Verringerung des Nutzenergiebedarfs der Warmwasserbereitung ergibt sich nach diesem Modell, wenn die folgenden Bedingungen gleichzeitig zutreffen:

- Für die Nutzungssituation ist nicht die absolute Zapfmenge (z. B. Wannenfüllung) bzw. Höhe des Zapfvolumenstroms maßgeblich, sondern vordergründig die Zapfdauer (z. B. Duschen, Händewaschen).
- In der Nutzungssituation wird die Armatur bis Anschlag/Widerstand geöffnet und der sich dort ergebende Volumenstrom genutzt.

Dementsprechend ist jede Warmwassernutzungs- bzw. Zapfart rechnerisch gekennzeichnet durch

- ihren Anteil am Nutzenergiebedarf für Warmwasser,
- hiervon denjenigen Anteil mit maximalem Volumenstrom (d. h. mit bis zum Anschlag/Widerstand geöffneter Armatur), in dem eine Begrenzung wirksam wird, und
- die relative Volumenstromverringerung durch die Begrenzungsmaßnahme (siehe 3.2).

Literaturangaben zu den Anteilen (Wasser oder Energie) für unterschiedliche Zapfarten zeigen zwar grundsätzliche ähnliche Tendenzen, weichen aber mitunter im Detail deutlich ab. Um eine gewisse Bandbreite an denkbaren Zapfszenarios abzudecken, werden

- ein Basisszenario, welches sich hinsichtlich der Duschnutzung an den bereits vorhandenen normativen Kennwerten orientiert, jedoch weitere Zapfarten einbezieht, sowie
- 3 weitere Zapfszenarios (hoher Duschanteil, hoher Waschtischanteil, hoher Badeanteil)

betrachtet. Tabelle 4 fasst die unterstellten Randbedingungen zusammen.

Tabelle 4 Exemplarische Nutzungsszenarios zum Zapfverhalten; Änderungen gegenüber Basisszenario hervorgehoben

Zapfstelle	Basisszenario		Hoher Duschanteil		Hoher Waschtischanteil		Hoher Badeanteil	
	Nutzenergieanteil ohne Volumenstrombegrenzung	Faktor Zapfanteil mit maximalem Volumenstrom	Nutzenergieanteil ohne Volumenstrombegrenzung	Faktor Zapfanteil mit maximalem Volumenstrom	Nutzenergieanteil ohne Volumenstrombegrenzung	Faktor Zapfanteil mit maximalem Volumenstrom	Nutzenergieanteil ohne Volumenstrombegrenzung	Faktor Zapfanteil mit maximalem Volumenstrom
Dusche	65% <sup>a</sup>	0,75 <sup>a</sup>	<b>85%</b>	<b>0,80</b>	65%	0,75	<b>45%</b>	0,75
Wanne	25% <sup>b</sup>	1,00	<b>5%</b>	1,00	<b>5%</b>	1,00	<b>45%</b>	1,00
Waschtisch	5% <sup>c</sup>	0,75 <sup>d</sup>	5%	0,75	<b>25%</b>	<b>0,80</b>	5%	0,75
Küche	5% <sup>c</sup>	0,50 <sup>e</sup>	5%	0,50	5%	0,50	5%	0,50
Gesamt	<b>100%</b>		<b>100%</b>		<b>100%</b>		<b>100%</b>	

a Annahmen gemäß Abschnitt 6.4.9 DIN V 18599-8:2018-09: Die normativen Annahmen stützen sich auf nicht veröffentlichte Ausarbeitungen, in welchen u. a. Wasserverbrauchswerte (unter Bezug auf mehrere Quellen, u. a. [6, 7, 8]) mittels weiterer Annahmen in Energieanteile umgerechnet werden.

b Dieser Anteil würde sich für das nachfolgend beispielhaft betrachtete Einfamilienhaus (4.1) mit ca. 70 Wannenfüllungen (180 bis 200 l) pro Jahr bei einer Zapftemperatur von 35 K über Kaltwasserniveau ergeben.

c Vereinfachend wird der Rest hälftig auf Waschtisch- und Küchenarmaturen aufgeteilt

d Annahme: Mittlerer bis hoher Anteil zeitdominierter Zapfungen (z. B. Händewaschen); geringer Anteil volumendominierter Zapfungen

e Annahme: Etwa hälftige Aufteilung auf zeit- und auf volumendominierte Zapfungen

Die Tabellen 5 bis 8 zeigen Überschlüsse der möglichen Nutzenergieeinsparung auf Basis der in 3.2 aufgeführten Angaben zur Volumenstrombegrenzung sowie von o. g. Annahmen zum energetischen Gewicht der Zapfstellen bzw. zum Zapfverhalten. Alle Prozentangaben beziehen sich auf den Nutzenergiebedarf zur Trinkwassererwärmung ohne bzw. vor Wassersparmaßnahmen (*Spalte 1*).

Tabelle 5 Überschlüsse der (Nutz-)Energieeinsparung durch Begrenzung des maximal verfügbaren Volumenstroms an der Zapfvorrichtung: Basisszenario

Zapfstelle	Nutzenergieanteil ohne Volumenstrombegrenzung <sup>a</sup>	Faktor Zapfanteil mit maximalem Volumenstrom <sup>a</sup>	Nutzenergieanteil mit		Faktor Volumenstrombegrenzung <sup>d</sup>	Nutzenergieanteil bei Volumenstrombegrenzung
	<i>Spalte 1</i>	<i>Spalte 2</i>	maximalem Volumenstrom <sup>b</sup>	geringerem Volumenstrom <sup>c</sup>	<i>Spalte 5</i>	<i>Spalte 6 = Spalte 3 * Spalte 5 + Spalte 4 (* 1)</i>
Dusche	65%	0,75	48,75%	16,25%	0,43	37,19%
Wanne	25% <sup>e</sup>	1,00	25,00%	0,00%	1,00 <sup>e</sup>	25,00% <sup>e</sup>
Waschtisch <sup>f</sup>	5%	0,75	3,75%	1,25%	0,60	3,50%
Küche	5%	0,50	2,50%	2,50%	0,59	3,99%
<b>Gesamt</b>	<b>100%</b>		<b>80%</b>	<b>20%</b>		<b>70%</b>

a Siehe Tabelle 4

b Energieanteil, auf den eine Begrenzung des maximal verfügbaren Volumenstroms wirken kann (sofern nicht das absolute Zapfvolumen maßgeblich ist)

c Energieanteil, der nicht von einer Begrenzung des maximal verfügbaren Volumenstroms abhängt

d Siehe 3.2 / Tabelle 3

e Für Wannebäder ist das absolute Zapfvolumen zur Füllung der Wanne maßgeblich. Eine Volumenstrombegrenzung würde zu keiner Wassereinsparung führen und könnte wegen stärkerer Auskühlung während des langsameren Füllvorgangs sogar eine tendenzielle Erhöhung des Energiebedarfs verursachen.

f Für Waschtische ist neben volumenstrombegrenzenden Merkmalen ebenfalls das Produktmerkmal *Kaltstart* (gedrehter Stellbereich des Mischhebels, sodass bei gewohnter Ausgangsstellung des Hebels kein gemischtes, sondern kaltes Wasser fließt) verfügbar, für welches die Auftraggeberin ein Energiesparpotenzial von 20 % angibt. Angesichts des geringen energetischen Gewichts von Waschtischarmaturen in der hier durchgeführten beispielhaften Betrachtung (5 % vor Einsparmaßnahmen) wird auf eine Differenzierung hinsichtlich unterschiedlicher Einsparmerkmale verzichtet und allein mit der oben aufgeführten Volumenstrombegrenzung gerechnet.

**Tabelle 6**    **Überschlag der (Nutz-)Energieeinsparung durch Begrenzung des maximal verfügbaren Volumenstroms an der Zapfvorrichtung: Hoher Duschanteil; gegenüber Basisszenario geänderte Eingangsgrößen hervorgehoben**

Zapfstelle	Nutzenergieanteil ohne Volumenstrombegrenzung <sup>a</sup>	Faktor Zapfanteil mit maximalem Volumenstrom <sup>a</sup>	Nutzenergieanteil mit		Faktor Volumenstrombegrenzung <sup>d</sup>	Nutzenergieanteil bei Volumenstrombegrenzung
	Spalte1	Spalte2	maximalem Volumenstrom <sup>b</sup>	geringerem Volumenstrom <sup>c</sup>	Spalte5	Spalte6 = Spalte3 * Spalte5 + Spalte4 (* 1)
Dusche	<b>85%</b>	<b>0,80</b>	68,00%	17,00%	0,43	46,20%
Wanne	<b>5%</b> <sup>e</sup>	1,00	5,00%	0,00%	1,00 <sup>e</sup>	5,00% <sup>e</sup>
Waschtisch <sup>f</sup>	5%	0,75	3,75%	1,25%	0,60	3,50%
Küche	5%	0,50	2,50%	2,50%	0,59	3,99%
<b>Gesamt</b>	<b>100%</b>		<b>79%</b>	<b>21%</b>		<b>59%</b>

Tabellenfußnoten wie Tabelle 5

**Tabelle 7**    **Überschlag der (Nutz-)Energieeinsparung durch Begrenzung des maximal verfügbaren Volumenstroms an der Zapfvorrichtung: Hoher Waschtischanteil; gegenüber Basisszenario geänderte Eingangsgrößen hervorgehoben**

Zapfstelle	Nutzenergieanteil ohne Volumenstrombegrenzung <sup>a</sup>	Faktor Zapfanteil mit maximalem Volumenstrom <sup>a</sup>	Nutzenergieanteil mit		Faktor Volumenstrombegrenzung <sup>d</sup>	Nutzenergieanteil bei Volumenstrombegrenzung
	Spalte1	Spalte2	maximalem Volumenstrom <sup>b</sup>	geringerem Volumenstrom <sup>c</sup>	Spalte5	Spalte6 = Spalte3 * Spalte5 + Spalte4 (* 1)
Dusche	65%	0,75	48,75%	16,25%	0,43	37,19%
Wanne	<b>5%</b> <sup>e</sup>	1,00	5,00%	0,00%	1,00 <sup>e</sup>	5,00% <sup>e</sup>
Waschtisch <sup>f</sup>	<b>25%</b>	<b>0,80</b>	20,00%	5,00%	0,60	17,00%
Küche	5%	0,50	2,50%	2,50%	0,59	3,99%
<b>Gesamt</b>	<b>100%</b>		<b>76%</b>	<b>24%</b>		<b>63%</b>

Tabellenfußnoten wie Tabelle 5

**Tabelle 8**    **Überschlag der (Nutz-)Energieeinsparung durch Begrenzung des maximal verfügbaren Volumenstroms an der Zapfvorrichtung: Hoher Badeanteil; gegenüber Basisszenario geänderte Eingangsgrößen hervorgehoben**

Zapfstelle	Nutzenergieanteil ohne Volumenstrombegrenzung <sup>a</sup>	Faktor Zapfanteil mit maximalem Volumenstrom <sup>a</sup>	Nutzenergieanteil mit		Faktor Volumenstrombegrenzung <sup>d</sup>	Nutzenergieanteil bei Volumenstrombegrenzung
	Spalte1	Spalte2	maximalem Volumenstrom <sup>b</sup>	geringerem Volumenstrom <sup>c</sup>	Spalte5	Spalte6 = Spalte3 * Spalte5 + Spalte4 (* 1)
Dusche	<b>45%</b>	0,75	33,75%	11,25%	0,43	25,74%
Wanne	<b>45%</b> <sup>e</sup>	1,00	45,00%	0,00%	1,00 <sup>e</sup>	45,00% <sup>e</sup>
Waschtisch <sup>f</sup>	5%	0,75	3,75%	1,25%	0,60	3,50%
Küche	5%	0,50	2,50%	2,50%	0,59	3,99%
<b>Gesamt</b>	<b>100%</b>		<b>85%</b>	<b>15%</b>		<b>78%</b>

Tabellenfußnoten wie Tabelle 5

Durch Nutzung der hier betrachteten Merkmale zur Volumenstrombegrenzung lässt sich unter o. g. Annahmen im **Basisszenario** eine Verringerung des Nutzenergiebedarfs zur Trinkwassererwärmung um 30 % überschlagen. Derselbe Wert ergäbe sich bei Anrechnung einer bauartbedingten Volumenstrombegrenzung nach Abschnitt 6.4.9 DIN V 18599-8:2018-09 für eine Verringerung des dort herangezogenen Warmwasservolumenstroms auf ca. 4,8 l/min (siehe auch Kapitel [Bauartbedingte Volumenstrombegrenzung](#) / Abbildung 3).

Der vorliegende Überschlag wird wesentlich durch den hohen Energieanteil für das Duschen beeinflusst – dementsprechend ergibt sich hier auch das größte Einsparpotenzial. Für das Basisszenario wurden die Annahmen zum Duschanteil und zum darauf bezogenen Anteil mit

maximalem Volumenstrom aus DIN V 18599-8 übernommen; die Größenordnungen erscheinen für Wohnnutzung plausibel. Für Nutzungssituationen, etwa im Nichtwohnbereich, mit signifikant anderer Nutzung/Wichtung von Zapfstellen können sich andere Verhältnisse zeigen (z. B. Sanitäranlagen mit vielen (Warmwasser-)Waschplätzen, aber ohne bzw. mit nur wenigen Duschplätzen) – Tendenzen können den Variationen entnommen werden (Tabelle 6 bis 8).

Unter den betrachteten Szenarios zeigt sich lediglich für das Beispiel mit **hohem Badeanteil** und entsprechend verringertem Duschanteil eine etwas geringere Nutzenergieeinsparung von 22 % als im Basisszenario.

Jede Variation mit gegenüber dem Basisszenario verringertem Badeanteil führt hingegen zu einer tendenziell größeren Nutzenergieeinsparung. Die hier gezeigten Beispiele mit **erhöhtem Duschanteil** und mit **erhöhtem Waschtischanteil** führen zu Nutzenergieeinsparung von 41 bzw. 37 %.

## 4 Beispielhafte Energiebedarfsberechnungen

### 4.1 Randbedingungen

#### 4.1.1 Methodik/Berechnungsverfahren

Es werden beispielhafte Energiebedarfsberechnungen mit kommerzieller Energieberatungssoftware nach DIN V 18599:2018-09 durchgeführt. Dabei werden die hier betrachtenden Warmwasser-Nutzungsszenarios (Standardwert, maximale Einsparung nach Angaben der Auftraggeberin) durch entsprechende Anpassung des Nutzenergiebedarfs der Trinkwassererwärmung abgebildet.

Als Ergebnisse werden End- und Primärenergiebedarfswerte sowie Treibhausgasemissionen ausgewiesen.

#### 4.1.2 Modellgebäude

Betrachtet wird ein Einfamilienhaus mit ca. 150 m<sup>2</sup> Wohnfläche, Keller, 2 oberirdischen (Wohn-)Geschossen und kaltem Spitzboden.

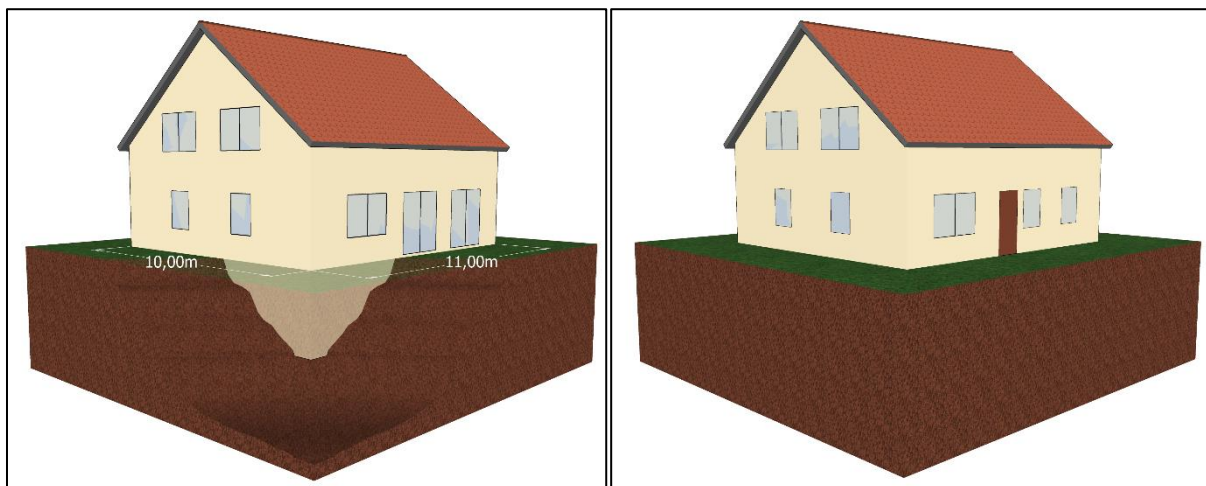


Abbildung 5 Modellgebäude Einfamilienhaus, Südwest- (links) und Nordostansicht (rechts)

Die thermische Hülle des Modellgebäudes i. S. d. Energiebilanz nach DIN V 18599 und GEG wird gebildet durch Bodenplatte, erdreichberührende Kellerwände, oberirdische Außenwände, untere Hälfte der Dachschrägen und oberste Geschossdecke zum Spitzboden.

Tabelle 9 Größenparameter Modellgebäude, Werte gerundet

<b>Wohnfläche</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	150
<b>Nettogrundfläche<sup>a</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	252
<b>Nutzfläche<sup>a</sup> nach GEG</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	288
<b>Bruttovolumen<sup>a</sup></b>	<b>m<sup>3</sup></b>	900
<b>Nettovolumen<sup>a</sup> (Luftvolumen)</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	660

<sup>a</sup> Einschließlich Keller (Keller innerhalb thermischer Hülle)

Es werden 3 unterschiedliche Kombinationen aus Wärmeschutzniveau und anlagentechnischer Ausstattung betrachtet:

- Effizienzhaus-40-Wärmeschutz<sup>13</sup>, elektrische Luft-Wasser-Wärmepumpe

<sup>13</sup> Als maßgebliches Kriterium wird der spezifische auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust i. S. v. GEG/BEG herangezogen ( $H_{T,ist} \approx 0,55 \cdot H_{T,RefGEG}$ ).

- Referenzgebäude-Wärmeschutz<sup>14</sup> nach GEG, Fernwärmeanschluss
- Bestandsgebäude 1990er-Jahre<sup>15</sup>, Gas-Brennwertkessel

Tabelle 10 fasst die wesentlichen bauphysikalischen und anlagentechnischen Parameter zusammen.

Tabelle 10 Eigenschaften der Gebäudehülle und anlagentechnische Konditionierung

Eigenschaft		Wert			
		EH40-Wärmeschutz, Wärmepumpe	Referenz-Wärmeschutz GEG, Fernwärme	Bestand, Gas-Brennwertkessel	
Wärmedurchgangskoeffizient U [W/m²K]	Bodenplatte	0,20	0,35	0,50	
	Kellerwand	0,14	0,35	0,50	
	Außenwand	0,14	0,28	0,50	
	Dach, oberste Geschossdecke	0,10	0,20	0,30	
	Fenster	0,70	1,30	1,30	
	Tür	1,00	1,80	2,40	
	Wärmebrücken	0,030	0,050	0,100	
Luftdichtheit	Kategorie nach Abschnitt 6.3.1.2 DIN V 18599-2	I	I	III	
Raumheizung	Übergabe	Fußbodenheizung, PI-Regler	Heizkörper, P-Regler	Heizkörper, P-Regler	
	Verteilung	Auslegungstemperaturen	35/28 °C	55/45 °C	55/45 °C
		Leitungslängen	Standardwerte DIN V 18599-5:2018-09		
		Leitungsdämmung	Zeitgemäße Leitungsdämmung (EnEV/GEG)		
		Pumpe	Δp-c, bedarfsausgelegt		
Erzeugung	Luft-Wasser-Wärmepumpe	Fernwärme	Gas-Brennwertkessel		
Trinkwassererwärmung	Verteilung	Leitungslängen und -dämmung	Verteilung mit Zirkulation, Standardwerte analog Heizung		
		Zirkulationspumpe	geregelt		
	Erzeugung	Indirekt beheizter Speicher / Wärmeerzeuger Heizung			

Für die 3 o. g. Gebäude-Anlagen-Konstellationen werden jeweils 3 Abstufungen hinsichtlich des Nutzenergiebedarfs der Trinkwassererwärmung ( $Q_{w,b}$ ) betrachtet:

- Standardwert des Nutzenergiebedarfs nach DIN V 18599 ohne Eingriffe/Änderungen (siehe 2.1.1):  $Q_{w,b} = 2.143 \text{ kWh/a}^{16}$
- Kombinierter Einsatz von Einsparoptionen an Dusch-, Waschtisch- und Küchenarmaturen mit Verringerung des Nutzenergiebedarfs um 30 % gegenüber Standardwert gemäß Basisszenario nach 3.3:  $Q_{w,b} = 1.500 \text{ kWh/a}$
- Kombinierter Einsatz von Einsparoptionen an Dusch-, Waschtisch- und Küchenarmaturen mit Verringerung des Nutzenergiebedarfs um 40 % gegenüber Standardwert in Anlehnung an Variationen mit verringertem Badeanteil nach 3.3:  $Q_{w,b} = 1.285 \text{ kWh/a}$

<sup>14</sup> Es wird mit den bauphysikalischen Eigenschaften (u. a. U-Werte) des Referenzgebäudes nach GEG gerechnet. Als praktisches Beispiel ist ein auf Referenzgebäudeniveau (teil-)modernisiertes Haus oder ein „alter Neubau“ aus EnEV2014-Zeiten denkbar.

<sup>15</sup> Je nach Baualter mit mehr oder weniger umfangreichen üblichen Modernisierungsmaßnahmen (z. B. Fenstertausch, Dach-/Bodendeckendämmung)

<sup>16</sup> Dies entspricht einem flächenspezifischen Wert von 8,5 kWh/m²a bei Bezug auf die Nettogrundfläche von 252 m² bzw. von 14 kWh/m²a bei Bezug auf die Wohnfläche von 150 m².

### 4.1.3 Energieträgerkennwerte

Es werden folgende spezifische Energieträgerkennwerte gemäß GEG / DIN V 18599-1:2018-09 herangezogen:

Tabelle 11 Spezifische Energieträgerkennwerte

Energieträger	Primärenergiefaktor [kWh <sub>Prim,Hi</sub> /kWh <sub>End,Hi</sub> ]	Spezifische Treibhausgasemissionen [gCO <sub>2</sub> äq/kWh <sub>End,Hi</sub> ]
Erdgas	1,10	240
Strom, Netzmix	1,80	560
Fernwärme aus Öl/Gas mit mindestens 70 % KWK-Anteil	0,70	180

## 4.2 Ergebnisse

### 4.2.1 Endenergiebilanz

Abbildung 6 zeigt den Endenergiebedarf des Modellgebäudes

- in den o. g. Betrachtungsfällen (4.1.2),
- in den Anteilen für Heizung, Trinkwassererwärmung und darin jeweils Wärme und Hilfsenergie.

Der Wärmeanteil des Endenergiebedarfs der Trinkwassererwärmung ist zusätzlich als relativer Wert mit Bezug auf den jeweiligen Ausgangs-/Vergleichszustand angegeben.

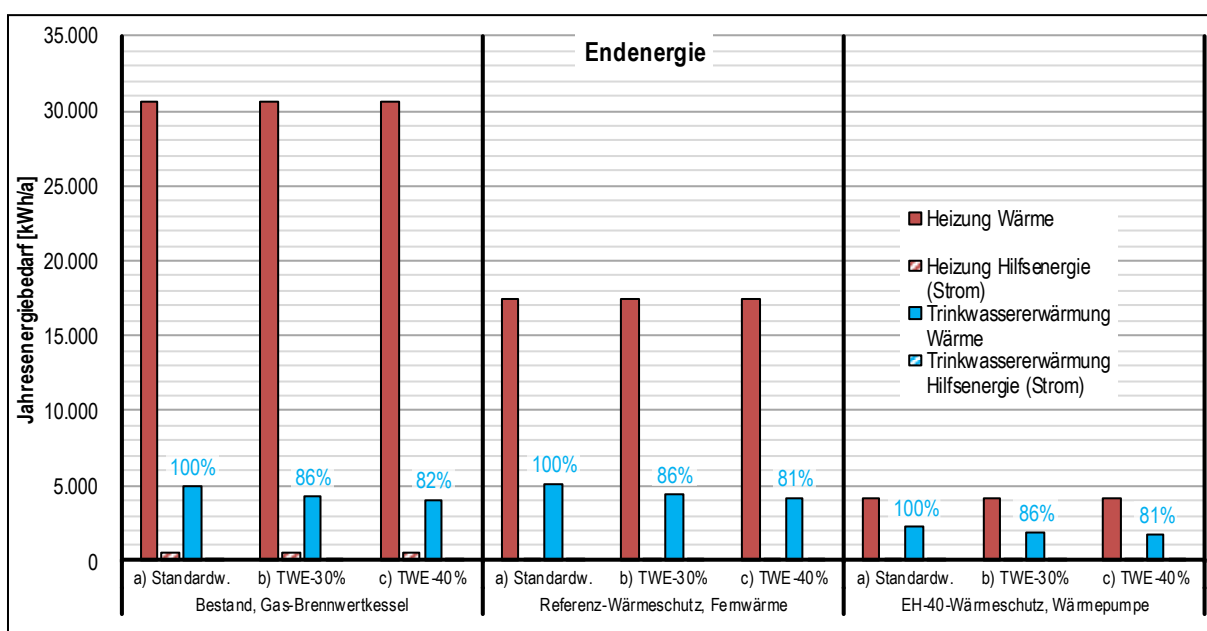


Abbildung 6 Jahresendenergiebedarf (heizwertbezogen); tabellierte Ergebnisse in Anhang 2

Die Einsparung beim Nutzenergiebedarf für Warmwasser von 30 bzw. 40 % durch wasser-/energiesparende Zapfvorrichtungen (siehe 4.1.2) bewirkt im Berechnungsbeispiel eine warmwasserseitige Einsparung an Endenergie von 14 bzw. 18...19 %.

Dass sich die prozentuale Einsparung beim Übergang von Nutz- zu Endenergie deutlich weniger bemerkbar macht, ist auf solche anlagentechnischen Verluste zurückzuführen, die nicht mit dem Nutzenergiebedarf – sinngemäß der gezapften Warmwassermenge – skalieren. Dies sind für die hier betrachtete zentralen Anlagen die beträchtlichen, weitestgehend fixen Verluste der Speicherung und Verteilung mit Zirkulation. Für Systeme ohne Warmwasserspeicher und/oder ohne ausgeprägte Verteilleitungen mit Zirkulation läge die prozentuale Endenergieeinsparung näher an der prozentualen Nutzenergieeinsparung – in

den Betrachtungen zu Primärenergie/Treibhausgasemissionen (4.2.2) wird dies noch einmal beispielhaft an einer ergänzenden Berechnung mit elektrischen Durchlauferhitzern gezeigt.

Darüber hinaus deuten die Ergebnisse bereits an, dass der Einfluss des Warmwasserbedarfs auf den gesamten Energiebedarf von der Aufteilung zwischen Heizung und Trinkwassererwärmung abhängt. Hierauf wird im nachfolgenden Unterkapitel noch einmal kurz eingegangen.

#### 4.2.2 Primärenergie und Treibhausgasemissionen

Nachfolgend werden der Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen,

- in den o. g. Betrachtungsfällen (4.1.2),
- in den Anteilen für Heizung, Trinkwassererwärmung und darin jeweils Wärme und Hilfsenergie

dargestellt. Zur Verdeutlichung des Einflusses der hier betrachteten warmwasserseitigen Maßnahmen auf den jeweiligen Gesamtwert sind beide Werte zusätzlich relativ mit Bezug auf den jeweiligen Ausgangs-/Vergleichszustand angegeben.

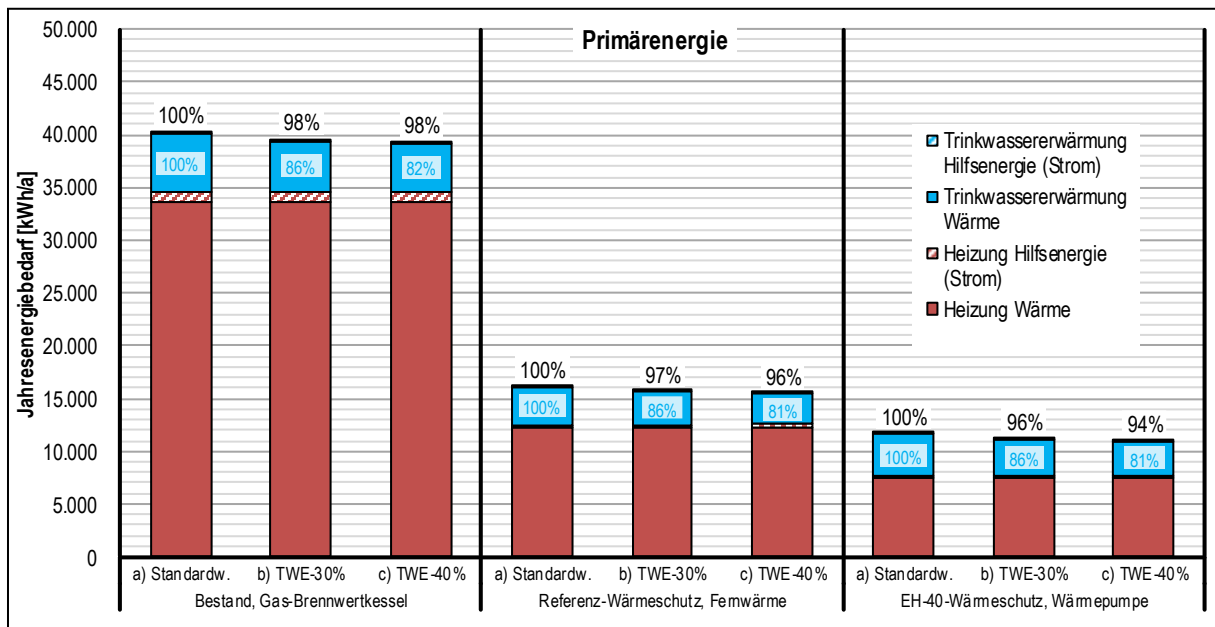


Abbildung 7 Jahresprimärenergiebedarf; tabellierte Ergebnisse in Anhang 2



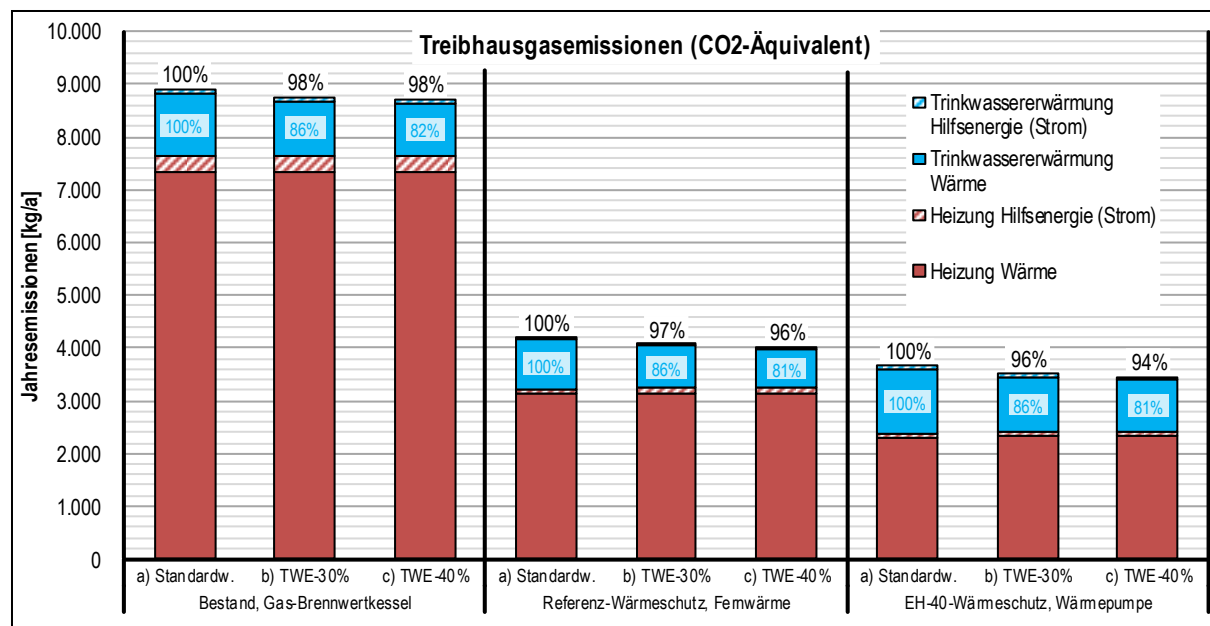


Abbildung 8 Jährliche Treibhausgasemissionen; tabellierte Ergebnisse in Anhang 2

Die in 4.2.1 ermittelten warmwasserseitigen (Endenergie-)Einsparungen zeigen sich in selber Höhe für Primärenergie und Treibhausgasemissionen.<sup>17</sup> Wird die Einsparung auf den Gesamtwert (Heizung + Trinkwassererwärmung) bezogen, fällt die prozentuale Veränderung naturgemäß kleiner aus – für die hier betrachteten wasser-/energiesparenden Maßnahmen ergeben sich in den Abstufungen „Nutzenergie TWE - 30 %“ bzw. „...- 40 %“ Gesamteinsparungen von 2 % im Bestandsgebäude bis zu 4 bis 6 % im Effizienzhaus 40.

Naturgemäß wirken sich Energiebedarfsänderungen einer Konditionierungsart (hier Trinkwassererwärmung) in Relation zum Gesamtenergiebedarf umso stärker aus, je mehr energetisches Gewicht diese Konditionierungsart hat (und andersherum umgekehrt); d. h. warmwasserseitige Einsparpotenziale können sich im Gesamtbild umso stärker bemerkbar, je geringer der Heizenergiebedarf ausfällt (z. B. durch bessere Wärmedämmung).

Darüber hinaus würde sich, wie in 4.2.1 schon angeschnitten, ebenfalls ein etwas größerer Einfluss auf die Gesamtwerte ergeben, wenn die Einsparung an Nutzenergie weniger durch beträchtliche, weitestgehend fixe Speicher- und Zirkulationsverluste gedämpft würde und damit stärker auf Endenergieebene durchschlagen könnte.

Abbildung 9 zeigt die Verhältnisse auszugsweise noch einmal für das Effizienzhaus 40 mit Trinkwassererwärmung über dezentrale Durchlauferhitzer. Die Nutzenergieeinsparung von 30 bzw. 40 % bezogen auf die Trinkwassererwärmung zeigt sich in nahezu derselben Höhe auch primärenergetisch (prozentuale Werte identisch für Endenergie, Primärenergie und Treibhausgasemissionen<sup>17</sup>). Mit Bezug auf den Gesamtwert ergeben sich

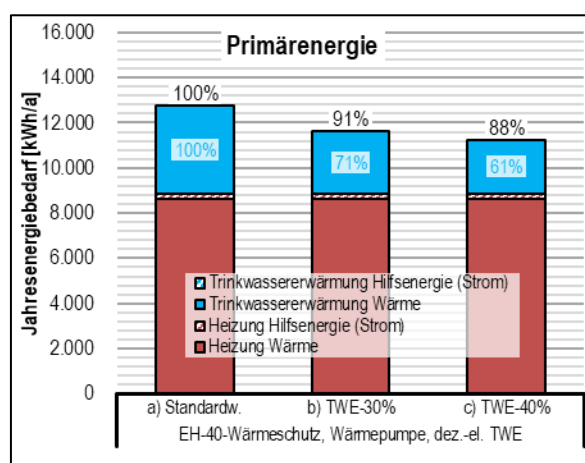


Abbildung 9 Jahresprimärenergiebedarf, Auszug EH40 mit Trinkwassererwärmung über dezentrale Durchlauferhitzer; tabellierte Ergebnisse in Anhang 2

<sup>17</sup>Für ein und denselben Energieträger sind End- und Primärenergie bzw. Endenergie und Treibhausgasemissionen über einen konstanten Faktor verknüpft (4.1.3) und verhalten sich somit proportional zueinander.

nun Einsparungen zwischen 8 und 12 % (entgegen der 4 bis 6 % bei zentraler Trinkwassererwärmung, vgl. Abbildung 7 rechts).

## 5 Wesentliche Ergebnisse und Handlungsoptionen

### 5.1 Annahmen zum Nutzenergiebedarf

Anhand von Angaben der Auftragnehmerin wurde ein Einsparpotenzial am Nutzenergiebedarf zur Trinkwassererwärmung in der Größenordnung 30...40 % für Wohngebäude bei umfassendem Einsatz wasser-/energiesparender Armaturen überschlagen. Diese Größenordnung erscheint auch mit Blick auf den bereits in der Norm vorhandenen Berechnungsansatz zur Berücksichtigung einer bauartbedingten Volumenstrombegrenzung plausibel.<sup>18</sup>

### 5.2 Auswirkung auf den Endenergiebedarf und weitere daraus ermittelte Größen

In welchem Maß sich die hier betrachtete warmwasserseitige Nutzenergieeinsparung von bis zu 30 bzw. 40 % in den Gesamtwerten bemerkbar macht, hängt wesentlich von zwei Eigenschaften ab: Maßnahmen zur Einsparung an Warmwasser wirken sich umso stärker aus,

- je höher der Anteil der Trinkwassererwärmung am Gesamtenergiebedarf ausfällt – d. h. besonders bei möglichst geringem Heizwärmebedarf –,
- je weniger der Endenergiebedarf der Trinkwassererwärmung durch fixe Verluste (Speicherung, Verteilung/Zirkulation) bestimmt wird.

Für die vorliegenden Beispielberechnungen ergeben sich Einsparungen am Gesamtprimärenergiebedarf bzw. den Gesamttreibhausgasemissionen

- zwischen 2 und 6 % bei zentraler Trinkwassererwärmung mit Speicher und Verteilung mit Zirkulation und
- bis zu 12 % in einem hochwärmedämmten Gebäude (Effizienzhaus 40) mit zentraler (Heizungs-)Wärmepumpe und dezentralen Durchlauferhitzern.

Zur informativen Einordnung zeigt Tabelle 12 die hier ermittelten Energiesparpotenziale durch wasser-/energiesparende Armaturen noch einmal im Vergleich mit einer Auswahl an typischen Energiesparmaßnahmen<sup>19</sup>.

<sup>18</sup> Der optionale normative Ansatz erlaubt eine Verringerung des Standardwertes des Nutzenergiebedarfs zur Trinkwassererwärmung. Die mathematisch größtmögliche Verringerung nach diesem Ansatz beträgt 50 %, bildet allerdings keinen realistischen Anwendungsfall ab, sondern ist lediglich die mathematische Grenze des Ergebnisbereichs – sinngemäß entspricht sie der Annahme, dass der Durchfluss während des Duschens auf 0 % gedrosselt würde. Beispielhaft würde mit Einsparung von 30 % etwas mehr als die Hälfte des gegenwärtig gemäß Norm theoretisch höchstmöglichen Einsparpotenzials umgesetzt.

Im Normtextvorschlag nach Anhang 2 wird die zugrundeliegende Gleichung so weit ausformuliert, dass alle wesentlichen Parameter mit Werten belegt werden können; dazu werden Standardwerte für einige Betrachtungsfälle vorgeschlagen.

<sup>19</sup> Real erzielbare Energieeinsparungen hängen wesentlich von den individuellen Randbedingungen ab; die hier gezeigten Werte sind als beispielhafte Größenordnungen zu verstehen.

Tabelle 12 Beispielhafte Energiesparpotenziale verschiedener Energiesparmaßnahmen

Energiesparmaßnahme		Einsparung Endenergie Wärme	Quelle
Umfassender/Überwiegender Einsatz wasser-/energiesparender Armaturen	Zentr. TWE, Zirkulation	2...6 % <sup>a</sup>	Beispielberechnungen dieser Kurzstudie: EFH in 3 unterschiedlichen Wärmeschutzniveaus und exemplarischen anlagentechnischen Ausstattungsvarianten
	Dez.-elektr. TWE	bis 12 % <sup>a</sup>	
Heizungsregelung	Vorlauf temperaturabsenkung/Heizkurvenoptimierung Wärmepumpen	Geringfügig Stark	Eigene Schätzung auf Basis externer Quellen zum Einfluss der Auslegungstemperatur auf die Jahresarbeitszahl (Messungen/Feldtests Schweiz [9] und Deutschland [10])
	Vorlauf temperaturabsenkung/Heizkurvenoptimierung sonst	1...4 %	
	Nachtab senkung/-abschaltung	3...10 %	
	Sommerabschaltung	0...4 %	
Hydraulischer Abgleich		4...(15) % <sup>b</sup>	Nicht veröffentlichte Studie [11] teils unter Bezug auf weitere (Primär-)Quellen [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18] sowie mit projektspezifischen Annahmen/Überschläge (u. a. durch ITG)
Nachträgliche Dämmung von Heizungs- und Warmwasserverteilungen		2...5 %	
Deutliche Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes Beispielhaft Verringerung von $H_T$ vom Referenzgebäudewert nach GEG auf 70 % des Referenzgebäudewertes		25 %	Beispielwert aus BDEW-Heizkostenvergleich <i>Neubau 2021</i> [19]: Freistehendes Einfamilienhaus mit Gas-Brennwertkessel, solarer Trinkwassererwärmung und Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung
Solare Trinkwassererwärmung		6...26 % <sup>a</sup>	Variation der vorliegenden Beispielberechnung: Berechnung des warmwasserseitigen Endenergieeinsparpotenzials anhand Modellgebäude <i>Bestand</i> (4.1.2) mit 7 m <sup>2</sup> Solarkollektorfläche; überschlägige Übertragung auf restliche Modellgebäude

a Die prozentualen Einsparungen wurden anhand des Gesamtprimärenergiebedarfs bestimmt (siehe 4.2.2). Unter der Annahme, dass für Heizung und Trinkwassererwärmung derselbe Energieträger eingesetzt wird, können sie in guter Näherung auf den Gesamtendenergiebedarf übertragen werden.

b Maßnahme enthält teilweise Einspareffekte aus peripheren Maßnahmen (insbesondere neue Thermostatventile und Vorlauftemperaturabsenkung)

Der Vergleich mit diesen isolierten Energiesparmaßnahmen verdeutlicht, dass die hier ermittelten Gesamteinsparungen durch wasser-/energiesparende Armaturen zwischen 2 und 12 % zahlenmäßig bedeutend sind. Die Einsparungen korrelieren naturgemäß umgekehrt mit dem Heizwärmebedarf – mit besser werdendem baulichem Wärmeschutz nimmt die Bedeutung warmwasserseitiger Energiesparmaßnahmen zu.

## 5.3 Konzeptionelle Überlegungen zur normativen und energiesparrechtlichen Anwendung

### 5.3.1 Hintergrund/Problem

Teil 8 der DIN V 18599 enthält mit Abschnitt 6.4.9 bereits einen Berechnungsansatz zur Verringerung des Nutzenergiebedarfs zur Trinkwassererwärmung gegenüber dem Standardwert. Mit diesem könnte die hier betrachtete Nutzenergieeinsparung bereits jetzt abgebildet werden.

Die praktische Anwendung des o. g. Ansatz gestaltet sich bisher allerdings schwierig:

- Die notwendige Eingangsgröße (höchstens verfügbarer Warmwasservolumenstrom am Trinkwassererwärmer) ist aus Anwendersicht wenig greifbar. Etwaige Standard- oder Richtwerte und zugeordnete Kategorien bzw. verbale Beschreibungen, welche eine Assoziation zwischen Zahlenwerten und Ausstattungsniveaus oder technischen Merkmalen erlauben würden, fehlen.
- Der Ansatz ist nach Intention der Norm bisher allein in der freien Energieberatung zulässig, nicht in Berechnungen im Rahmen von GEG-Nachweisen (Energiebedarfsausweis) und darauf aufbauenden Förderungen.
- Im Fall der freien Energieberatung darf der Ansatz nach Intention der Norm zwar angewendet werden; jedoch ist er nicht zwingend in der verwendeten Berechnungssoftware umgesetzt. Die fehlende Umsetzung könnte zumindest teilweise auch damit

zusammenhängen, dass durch die Nichtanwendbarkeit im Nachweisfall bisher nur geringer Bedarf an dieser Eingabeoption besteht.

### 5.3.2 Lösungsmöglichkeit(en)

Zur Berücksichtigung der hier exemplarisch betrachteten Möglichkeiten zur Einsparung von Warmwasser mittels des bereits in der Norm hinterlegten Ansatzes wären folgende Schritte sinnvoll:

- **Inhaltliche Normfortschreibung**

Der Ansatz nach Abschnitt 6.4.9 DIN V 18599-8 ist insbesondere um Standard- oder Richtwerte zu ergänzen, welche den Zahlenwert mittels verbaler Auswahloptionen mit technischen Merkmalen verknüpfen, z. B.

- „Keine Wassersparmaßnahmen“
- „Umfassender Einsatz volumenstrombegrenzender Dusch-, Waschtisch- und Küchenarmaturen“<sup>20</sup>
- Ggf. weitere Zwischenabstufung(en)
- Ggf. Differenzierung nach Gebäude-/Nutzungsarten

Im Anhang 2 werden obige Gedanken in Grundzügen und beispielhaft als Textvorschlag für die Normfortschreibung aufbereitet.

- **Energiesparrechtliche Anwendbarkeit**

Mit der Gesetzgebungsseite und im Normausschuss ist zu diskutieren, ob die bestehende Einschränkung des Ansatzes auf die freie Energieberatung aufgegeben werden kann.

Für die Anwendbarkeit des Ansatzes im Nachweisfall sprechen u. a. folgende Gründe:

- Angesichts drängender Umweltprobleme bzw. umweltpolitischer Ziele sowie mit Blick auf eine nachhaltig sichere Energieversorgung muss energetische Suffizienz (zusätzlich zu technischer Effizienz) überhaupt oder stärker als bisher in energetische Betrachtungen einbezogen werden. Im Rahmen der energiesparrechtlichen Bewertung von Gebäuden könnten hierfür Aspekte des Nutzungsverhaltens stärker berücksichtigt werden.
- Unmittelbare Anwender\*innen der Norm bzw. der normumsetzenden Software (z. B. Energieberatung) sowie Gebäudenutzer\*innen werden stärker zum energetischen Einfluss des Nutzungsverhaltens sensibilisiert, wenn dieser auch im Nachweis abbildbar ist.

Hierbei ist ein sinnvoller Kompromiss zu finden, um Nutzungseinflüsse in einem zweckmäßigen Maß abzubilden, ohne dabei (zu) hohes Missbrauchspotenzial durch beliebige „Schönrechenoptionen“ in den Bewertungsprozess einzubauen.

- Die Abbildbarkeit energetisch wirksamer technischer Merkmale in energetischen Nachweisen dürfte in der Tendenz auch Anreize zu weiterer diesbezüglicher Entwicklung schaffen.

---

<sup>20</sup> Ggf. mit weiterer Kommentierung zur anschaulichen Charakterisierung der Wassersparmerkmale

Darüber hinaus ist zu erwägen, den nunmehr obsoleten Verweis auf das alte Normenduo DIN V 4108-6/4701-10 und die diesbezügliche Festlegung des Nutzenergiebedarfswertes auf 12,5 kWh/m<sup>2</sup>a zu streichen. Da der in der Regelung benannte zeitliche Geltungsbereich bereits abgelaufen ist – die Regelung also nicht mehr gilt – würde es sich hierbei um eine rein redaktionelle Fortschreibung handeln.

## Quellen und weiterführende Literatur

- [1] *GEG 2023 | Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG) | [vom 8.8.20 (BGBl. I S. 1728), zuletzt geändert durch Art 18a G v. 20.7.2022 (BGBl. I S. 1237)], 01.01.2023 (Inkrafttreten).*
- [2] GEG 2024 Gesetz zur Änderung des Gebäudeenergiegesetzes [und weiterer]; Vom 16. Oktober 2023; Veröffentlicht im Bundesgesetzblatt Jahrgang 2023 Teil I Nr. 280 vom 19.10.2023, 10/2023.
- [3] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., *DIN V 18599:2018-09 Energetische Bewertung von Gebäuden -- Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwasser und Beleuchtung -- Teile 1 bis 11*, 09/2018.
- [4] *EnEV 2014: Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (...) vom 27. Juli 2007 (...), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. November 2013 (BGBl. I S. 3951).*
- [5] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN EN 817:2008-09 | Sanitärarmaturen - Mechanisch einstellbare Mischer (PN 10) - Allgemeine technische Spezifikation; Deutsche Fassung EN 817:2008, 09/2008.
- [6] BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., [Grafik] Trinkwasserverwendung im Haushalt, Aktuelle Version (2022): <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/trinkwasserverwendung-im-haushalt/>, 2014.
- [7] Mauro Cordella, Elena Garbarino, Maria Calero, Fabrice Mathieux, Oliver Wolf, JRC SCIENCE AND POLICY REPORTS MEErP Preparatory Study on Taps and Showers; Final Report EUR 26939 EN, 2014.
- [8] Aquaterra for Environmental Agency UK, Water and the environment | International comparison of domestic per capita consumption, 12/2008.
- [9] Stefan Bertsch, Matthias Berthold, Manuel Prinzig, Michael Eschmann, [ONLINEARTIKEL] *Wie gut sind aktuelle Wärmepumpen im Feld?*, Bei Seitenaufruf 01/2023 verfügbar unter: <https://www.gebaeudetechnik.ch/branche/marktnews/wie-gut-sind-aktuelle-waermepumpen-im-feld/>, 01/2021.
- [10] Marek Miara, [PRÄSENTATIONSFOLIEN] *Wärmepumpen in der Praxis (+Best-Practice); 2. Netzwerktagung Klimaneutrales Bauen & Sanieren*, Berlin, 09/2022.
- [11] DENA Deutsche Energieagentur, ITG Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden, Guidehouse, ifeu, Becker Büttner Held, Öko-Institut e.V. u.a. im Auftrag des BMWK, [NICHT VERÖFFENTLICHTE STUDIE] *Analyse und Ausarbeitung von Handlungsempfehlungen zur Optimierung des energieeffizienten und klimaschonenden Betriebs von Heizungen; Arbeitstitel: Heizsparcheck; Gesamtbericht*, Dresden, Berlin, München, Heidelberg, 2022.
- [12] ITG Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden GmbH im Auftrag des BDH Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie, *Kurzstudie Energieeinsparung Digitale Heizung*, 01/2017.

- [13] Ecofys, Waide, "Optimising the energy use of technical building systems," 2017.
- [14] ITG Dresden, „Energetische Einsparpotentiale und wirtschaftliche Bewertung des hydraulischen Abgleiches für Anlagen der Gebäudeenergietechnik,“ 2019.
- [15] IWU, „Berücksichtigung des Nutzerverhaltens bei energetischen Verbesserungen,“ BBSR, Bonn, 2019.
- [16] Ostfalia, „Effizienz und Erneuerbare Energien: Akzeptanz- und Motivationskampagne - Hydraulischer Abgleich,“ 2014.
- [17] B. Scheithauer, „Mein Energiesparkorridor - Das Einsparpotential,“ 2022. [Online]. Available: <https://www.hydraulischer-abgleich.de/wissensbox/energiesparen/einsparpotential/>.
- [18] P. D. D. Müller, „Alarmstufe Notfallplan Gas – Wie lässt sich im kommenden Winter Erdgas sparen?,“ 24. 06. 2022. [Online]. Available: <https://www.sciencemediacenter.de/alle-angebote/rapid-reaction/details/news/alarmstufe-notfallplan-gas-wie-laesst-sich-im-kommenden-winter-erdgas-sparen/>.
- [19] ITG Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden GmbH im Auftrag des BDEW, *BDEW-Heizkostenvergleich Neubau 2021*, 04/2021.
- [20] *EnEV 2009: Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung vom 29. April 2009*, 2009.
- [21] Ecofys Germany GmbH, co2online gGmbH und ista SE im Auftrag des BBSR/BBR, BBSR-Online-Publikation Nr. 17/2017 | Nutzenergiebedarf für Warmwasser in Wohngebäuden, Bonn, 09/2017.



## Anhang

### Anhang 1 Berechnungsergebnisse

Tabelle 13 Berechnungsergebnisse der Betrachtungsvarianten nach 4.1.2

Berechnungsvariante		Endenergie HI [kWh/a]				Primärenergie [kWh/a]				Treibhausgas [kg/a]			
Modellgebäude	TW-Nutzenergiebedarf	Heizung		Trinkwassererwärmung		Heizung		Trinkwassererwärmung		Heizung		Trinkwassererwärmung	
		Wärme	Hilfsenergie	Wärme	Hilfsenergie	Wärme	Hilfsenergie	Wärme	Hilfsenergie	Wärme	Hilfsenergie	Wärme	Hilfsenergie
Bestand, Gas-Brennwertkessel	a Standardwert	30.554	531	4.958	131	33.610	957	5.454	235	7.333	298	1.190	73
	b TWE-30%	30.581	558	4.276	129	33.639	1.004	4.704	233	7.340	312	1.026	72
	c TWE-40%	30.599	558	4.061	126	33.658	1.004	4.467	227	7.344	312	975	71
Referenz-Wärmeschutz, Fernwärme	a Standardwert	17.427	167	5.149	55	12.199	301	3.604	98	3.137	94	927	31
	b TWE-30%	17.458	168	4.433	55	12.221	302	3.103	99	3.142	94	798	31
	c TWE-40%	17.468	168	4.194	56	12.228	302	2.936	100	3.144	94	755	31
EH-40-Wärmeschutz, Wärmepumpe	a Standardwert	4.123	119	2.197	90	7.422	214	3.955	162	2.309	67	1.230	51
	b TWE-30%	4.160	119	1.892	82	7.487	214	3.405	147	2.329	67	1.059	46
	c TWE-40%	4.172	119	1.789	79	7.509	215	3.221	142	2.336	67	1.002	44

Tabelle 14 Berechnungsergebnisse der zusätzlichen Betrachtungsvarianten mit elektrischen Durchlauferhitzern (Seite 25)

Berechnungsvariante		Endenergie HI [kWh/a]				Primärenergie [kWh/a]				Treibhausgas [kg/a]			
Modellgebäude	TW-Nutzenergiebedarf	Heizung		Trinkwassererwärmung		Heizung		Trinkwassererwärmung		Heizung		Trinkwassererwärmung	
		Wärme	Hilfsenergie	Wärme	Hilfsenergie	Wärme	Hilfsenergie	Wärme	Hilfsenergie	Wärme	Hilfsenergie	Wärme	Hilfsenergie
EH-40-Wärmeschutz, Wärmepumpe, dez.-el. TWE	a Standardwert	4.794	131	2.161	0	8.629	236	3.889	0	2.685	73	1.210	0
	b TWE-30%	4.794	131	1.531	0	8.629	236	2.756	0	2.685	73	857	0
	c TWE-40%	4.794	131	1.320	0	8.629	236	2.376	0	2.685	73	739	0

### Anhang 2 Beispielhafter Textvorschlag zu Abschnitt 6.4.9 DIN V/TS 18599-8

Nachfolgend werden die zuvor erarbeiteten konzeptionellen Vorschläge zur Normfortschreibung beispielhaft als Normtextvorschlag dargestellt. Als Basis wird der Normtext in der Fassung 2018-09 herangezogen – zur Verdeutlichung der Änderungen werden der Originaltext (*Abbildung 10, dunkelblauer Text*) und der Vorschlag (*Abbildung 11 (mehrseitig), dunkelroter Text*) unmittelbar nacheinander gezeigt.

Der hier dargestellte Berechnungsansatz entspricht inhaltlich der Vorgehensweise der Normfassung 2018-09, ist jedoch durch Größensymbole (anstatt fixer Zahlenwerte) für wesentlichen Einflussgrößen ausformuliert, sodass

- diese durch Legendeneinträge in der üblichen Form der Norm beschreibbar sind und
- ihnen ggf. fallspezifische Werte zugeordnet werden können (siehe auch *Tabelle X* und *XX* im Textvorschlag).

Der Vorschlag setzt die erwogenen Änderungen in Grundzügen um; für eine endgültige Formulierung in der Norm sind jedoch weitere Überlegungen und Konkretisierungen erforderlich oder sinnvoll, besonders

- Recherche/Marktanalyse, ob oder in welchem Maß die gegenwärtigen normativen Standardwerte zum Warmwasser-Nutzenergiebedarf bereits durch Wassersparmaßnahmen beeinflusst sind (ggf. Anpassung u. g. Parameter),
- Festlegung, ob nur normative Standardwerte oder auch individuelle Werte / Produktkennwerte zum Warmwasservolumenstrom anwendbar sind (der Textvorschlag empfiehlt hierzu eine Unterscheidung hinsichtlich Nachweisfall / freier Berechnung),

- Klarstellung des Bezugs des maximal verfügbaren Warmwasservolumenstroms  $\dot{V}_{\max(\text{ref})}$ 
  - z. B. „pro Zapfstelle“,
  - Nennung des korrespondierenden Temperaturniveaus,
- optional
  - analoge Kennwerte für Nichtwohnnutzungen (siehe nachfolgend Tabelle X),
  - Zwischenabstufung(en) des Volumenstrom-Standardwertes (siehe nachfolgend Tabelle XX),
- ggf. Folgeänderungen.

Die im Textvorschlag enthaltenen Zahlenwerte orientieren sich an den in Kapitel 3.3 für unterschiedliche Zapfszenarios beispielhaft ermittelten Einsparpotenzialen. Sie sind als vorläufiger Vorschlag vorbehaltlich ggf. weiterer Recherchen zu den normativen Kennwerten und/oder ihrer Fortschreibung zu verstehen. Sie entsprechen einer relativen Verringerung des Warmwasser-Nutzenergiebedarfs um

- 0 % ohne Maßnahmen,
- ca. 30 % mit umfassenden Wassersparmaßnahmen im Einfamilienhausbereich und
- ca. 37 % mit umfassenden Wassersparmaßnahmen im Mehrfamilienhausbereich.

Den unterschiedlichen Kennwerten für Ein- und Mehrfamilienhäuser liegt die Annahme zugrunde, dass im Mehrfamilienhausbereich ein tendenziell geringerer Komfortanspruch bedient wird (höherer Duschanteil bei etwas seltenerer Nutzung des Maximalvolumenstroms, wobei jedoch der energetische Einfluss des höheren Duschanteils ( $\hat{=}$  Energieeinsparung) überwiegt).

#### 6.4.9 Trinkwarmwassersysteme mit bauartbedingter Volumenstrombegrenzung

Eine Anpassung des Nutzenergiebedarfes Warmwasser darf nur im Zuge einer Energieberatung erfolgen. Für den öffentlich-rechtlichen Nachweis ist die nachfolgende Anpassung des Nutzenergiebedarfes Warmwasser nicht zulässig.

Bei bauartbedingter Warmwasservolumenstrombegrenzung infolge einer begrenzten Leistungsabgabe ist der Nutzenergiebedarf Warmwasser wie folgt zu korrigieren<sup>2)</sup>.

$$Q_{w,b,\text{red}} = 0,5 * \frac{\dot{V}_{\max}}{12 \text{ [l/min]}} * Q_{w,b} + (1 - 0,5) * Q_{w,b} \quad (97)$$

Dabei ist

$Q_{w,b,\text{red}}$  der korrigierter Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser (im Monat), in kWh;

$Q_{w,b}$  der Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser (im Monat), in kWh;

$\dot{V}_{\max}$  der maximal zur Verfügung stehende Volumenstrom, in l/min (Produktkennwert).

[...]

<sup>2)</sup> Der Wert 0,5 ergibt sich bei einem Anteil Duschen am gesamten Warmwasserbedarf von 65 % und unter der Annahme, dass 75 % des Duschens mit maximalem Volumenstrom erfolgen

Abbildung 10 Abschnitt 6.4.9 DIN V 18599-8:2018-09 [3]

#### 6.4.9 Trinkwarmwassersysteme mit bauartbedingter Volumenstrombegrenzung

Bei bauartbedingter Warmwasservolumenstrombegrenzung, die während solcher Zapfvorgänge wirksam ist, welche i. d. R. überwiegend durch die Zapfdauer dominiert

werden (Duschvorgänge, Händewaschen u. ä.) kann der Standardwert des Nutzenergiebedarfs zur Trinkwassererwärmung nach folgendem Berechnungsansatz korrigiert werden.

Der Ansatz modelliert vereinfacht eine Begrenzung des bei vollständiger Öffnung der Zapfarmaturen bis Anschlag/Widerstand maximal verfügbaren Warmwasservolumenstroms gegenüber einem Bezugswert. Er ist näherungsweise auch auf

- anderweitige Leistungsbegrenzungen der Trinkwassererwärmung und/oder
- auf Durchflusswiderstände, welche den Durchfluss im gesamten Stellbereich der Armaturen beeinflussen,

anwendbar, sofern für diese eine mindestens gleichwertige Wirkung ermittelt wurde.

Sofern eine Verringerung des Warmwasser-Nutzenergiebedarfs nach diesem Abschnitt im Nachweisfall angewendet werden soll, wird empfohlen, hierfür nur Standardwerte nach Tabelle X und XX zu verwenden. Diese bilden übliche, über einen kompletten Warmwasser-Versorgungsbereich gemittelte Verhältnisse ab – d. h. es wird hierbei nicht nach den unterschiedlichen Zapfstellen/Zapfarmen (z. B. Dusch-, Wannen-, Waschtisch- und Küchenarmaturen) eines Versorgungsbereichs unterschieden.

Bei Bedarf (freie Berechnung im Rahmen der Energieberatung o. ä.) kann der Ansatz mit projektspezifisch ermittelten Parametern verwendet werden. Hierbei ist ebenfalls eine nach Zapfarmen (Index ZA) differenzierte Betrachtung möglich.

$$Q_{w,b,red} = \sum_{ZA} (f_{w,b,red,\dot{V},ZA}) * Q_{w,b} \quad (97)$$

$$f_{w,b,red,\dot{V},ZA} = a_{\dot{V}_{max,ZA}} * \frac{\dot{V}_{max,ZA}}{\dot{V}_{max,ref}} + (1 - a_{\dot{V}_{max,ZA}}) \quad (98)$$

$$a_{\dot{V}_{max,ZA}} = a_{\dot{V}_{max,1,ZA}} * a_{\dot{V}_{max,2,ZA}} \quad (99)$$

Dabei ist

$Q_{w,b,red}$  der (reduzierte) Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser unter Berücksichtigung einer bauartbedingten Volumenstrombegrenzung (im Monat), in kWh;

$f_{w,b,red,\dot{V},ZA}$  die relative Verringerung des Trinkwarmwasser-Nutzenergiebedarfs infolge einer bauartbedingten Volumenstrombegrenzung für mittlere Verhältnisse des Warmwasser-Versorgungsbereichs oder (projekt-)spezifisch je Zapfarm (Index ZA);

$a_{\dot{V}_{max,ZA}}$  der Anteil des Nutzenergiebedarfs (bezogen auf den Wert ohne Begrenzung), in dem eine bauartbedingte Volumenstrombegrenzung wirken kann, für mittlere Verhältnisse des Warmwasser-Versorgungsbereichs oder (projekt-)spezifisch je Zapfarm (Index ZA);

$a_{\dot{V}_{max,1,ZA}}$  der Anteil des Nutzenergiebedarfs (bezogen auf den Wert ohne Begrenzung) für Zapfsituationen, in denen nicht die Wassermenge (absolutes Zapfvolumen bzw. Volumenstrom), sondern nur die Zapfdauer maßgeblich ist (z. B. Duschen oder Händewaschen, nicht Füllen einer Badewanne oder eines Spülbeckens), nach Tabelle X oder projektspezifisch;

$a_{\dot{V}_{max,2,ZA}}$  der Anteil von  $a_{\dot{V}_{max,1}}$ , in dem Warmwasser mit maximal verfügbarem Volumenstrom gezapft wird (Zapfarmatur bis Anschlag/Widerstand geöffnet) nach Tabelle X oder projektspezifisch;

$Q_{w,b}$  der Standardwert des Nutzenergiebedarfs für Trinkwarmwasser ohne bauartbedingte Volumenstrombegrenzung (im Monat), in kWh;

$\dot{V}_{\max,ZA}$  der maximal zur Verfügung stehende Warmwasservolumenstrom nach Tabelle XX für mittlere Verhältnisse des Warmwasser-Versorgungsbereichs oder (projekt-)spezifisch je Zapfart (Index ZA), in l/min;

$\dot{V}_{\max,ref}$  Bezugswert des maximal zur Verfügung stehenden Warmwasservolumenstroms nach Tabelle XX, in l/min.

**Tabelle X — Standardwerte der Zapfanteile am Nutzenergiebedarf**

Gebäudeart/Nutzung	Durch Zapfdauer dominierter Zapfanteil <sup>a</sup>	Anteil von $a_{\dot{V}_{\max,1}}$ mit Maximaldurchfluss <sup>a</sup>
	$a_{\dot{V}_{\max,1}}$	$a_{\dot{V}_{\max,2}}$
Einfamilienhaus	0,65	0,80
Mehrfamilienhaus	0,80	0,75
...	...	...

<sup>a</sup> Die angegebenen Kennwerte bilden übliche über den gesamten Warmwasser-Versorgungsbereich gemittelte Verhältnisse ab.

**Tabelle XX — Standardwerte und Bezugswert des maximal verfügbaren Warmwasservolumenstroms**

Bauartbedingte Volumenstrombegrenzung	Maximal verfügbarer Warmwasservolumenstrom <sup>a</sup>
	$\dot{V}_{\max}$ [l/min]
Keine Volumenstrombegrenzung	12
...	...
Ausschließlich/Überwiegend wassersparende Dusch-, Waschtisch- und Küchenarmaturen	5
<b>Bezugswert <math>\dot{V}_{\max,ref}</math></b>	12

<sup>a</sup> Die angegebenen Kennwerte bilden übliche über den gesamten Warmwasser-Versorgungsbereich gemittelte Verhältnisse ab.

Abbildung 11 Textvorschlag zur Fortschreibung von Abschnitt 6.4.9

Alternativ zur Behandlung in Abschnitt 6.4.9 DIN V 18599-8 können die dargestellten Inhalte zur Volumenstrombegrenzung auch gänzlich in den inhaltlich verwandten Abschnitt 6.1 integriert werden (siehe [Einfluss Zapftemperaturregelung](#)); Abschnitt 6.4.9 wäre dann obsolet und zu streichen.