



Gasverbrauch für Warmwasser: Auswertung der Umfrage von co2online durch Scientists for Future

Hartmut Ehmler¹, Michael Huber und Ute Urban
(Mitglieder der Fachgruppe Energie der Scientists for Future)

Zusammenfassung

Knapp 700 Haushalte (überwiegend Einfamilienhäuser) nahmen an einer Umfrage zu Warmwasser von co2online teil. Sie übermittelten Daten zu ihrem sommerlichen Gasverbrauch, welche durch die Autor*innen ausgewertet wurde. Hierbei wurde der Gasverbrauch pro Person in Daten-Clustern mit bestimmten Eigenschaften ermittelt. Neben dem Warmwasserverbrauch selbst, spielt für den Energieverbrauch die Energieeffizienz der Anlagentechnik die entscheidende Rolle. Aus den Ergebnissen lassen sich Empfehlungen ableiten, die auf die vorhandene Anlagentechnik und die jeweilige Haushaltsgröße zugeschnitten sind. Bei effizienter Anlagentechnik, wie der Gasetagenheizung, können Nutzer*innen sich auf die Verringerung des Warmwasserverbrauch konzentrieren (z.B. durch Sparduschkopf und verändertes Nutzerverhalten). Bei Zentralheizung ohne Warmwasser-Zirkulation liegen zusätzliche Einsparpotentiale in der Dämmung des Warmwasserspeichers und der Verteilungen. Bei Verwendung von Zirkulationsleitungen sind die Verteilverluste wesentlich höher, besonders wenn die Warmwasserleitungen in ungedämmten Wänden von Häusern älterer Baujahre verlaufen. Hier sollte unter Beachtung der Legionellenproblematik die fachgerechte Außerbetriebsetzung der Zirkulation geprüft werden. In diesen Gebäuden können die Bereitstellungsverluste um ein Vielfaches höher sein als die im Warmwasser enthaltene Nutzenergie, insbesondere in Haushalten mit nur einer oder zwei Personen. Bei einem geringen Warmwasserbedarf hat ein Umstieg auf dezentrale elektrische Erwärmung Vorteile und sollte geprüft werden.

Inhalt

Einleitung.....	2
Methodik	2
Gesamtüberblick	3
Haushaltsgröße und Art der Heizung	4
Zirkulationsverluste	5
Laufzeit der Zirkulationspumpe.....	8
Vergleich der Zirkulationsverluste mit Richtwerten.....	8
Weitere Bereitstellungsverluste.....	9
Vergleich mit Umfrage der Klimaplattform Celle.....	11
Handlungsempfehlungen	11
Danksagung	13
Referenzen	14
Anhang: Wortlaut der Umfrage.....	15

¹ Korrespondierender Autor, E-Mail: ehmler@lightoven.de

Einleitung

Über den Energieverbrauch für Warmwasser gibt es vor allem im Internet eine Vielzahl von sich widersprechenden Angaben. Während sich der eigene Warmwasserverbrauch mithilfe von Vergleichswerten gut in Relation setzen lässt (z.B. durch den Warmwasserspiegel [1]), ist dies für den damit verbundenen Energieverbrauch nicht ohne weiteres der Fall.

Nach einer bei den Scientists for Future entstandenen Idee und entsprechenden Vorarbeiten [2]-[4] führte die gemeinnützige Organisation co2online im Juli 2024 eine Mitgliederumfrage zum Erdgasverbrauch für Warmwasser durch. In dieser wurden die Teilnehmenden aufgefordert, am Anfang und am Ende eines Zeitraumes von ca. 8 Tagen ihren Gaszähler abzulesen. In den Sommermonaten kann bei nicht zu kühler Witterung die verbrauchte Gasmenge vollständig der Warmwasserbereitung zugeordnet werden. Der hierfür notwendige Energiebedarf ist abhängig vom Warmwasserverbrauch und der Energieeffizienz des Heiz- und Verteilsystems. Beide weisen große Unterschiede zwischen verschiedenen Haushalten auf. Durch zusätzliche Angaben in der Umfrage konnten dafür wesentliche Parameter miterfasst und statistisch ausgewertet werden. Das Ziel bestand darin, die maßgeblichen Treiber für erhöhte Verbräuche genauer zu analysieren, um so die Datenbasis für Handlungsempfehlungen zum Energiesparen bei der Warmwasserbereitung zu verbessern. Das vorliegende Papier fasst die Ergebnisse zusammen.

Methodik

Die Umfrage bestand aus zwei Teilen: im ersten Teil wurde im Wesentlichen der Zählerstand und Zeitpunkt zu Beginn der Messung erfasst (siehe Anhang). Nach 7 Tagen erfolgte eine automatische E-Mail-Benachrichtigung, um den Zählerstand am Ende der Messung abzufragen, ergänzt um weitere Angaben zum Heizsystem. Ein Datensatz enthält alle Angaben aus den beiden Rückläufen zu einer Email-Adresse („Haushalt“).

Von den 693 übermittelten Datensätzen konnten in 91% die Gasverbräuche bestimmt werden. In den restlichen 9% fehlten Angaben oder es ergaben sich unplausible Werte wie z.B. negative Verbräuche aufgrund von Ablesefehlern.

Aus der Personenzahl, die in dem angegebenen Zeitraum Warmwasser genutzt hat (im Folgenden vereinfachend als „Haushaltsgröße“ bezeichnet), wurde der Gasverbrauch pro Person und Tag ermittelt. Als Maß des Gasverbrauchs wurde der Kubikmeter Erdgas gewählt. Ein Kubikmeter Erdgas enthält ca. 10 kWh Heizenergie, so dass die Umrechnung, z.B. zum Vergleich mit elektrischen Warmwassergeräten, einfach möglich ist. Dieser „Pro-Kopf-Verbrauch“ wurde nach verschiedenen Parametern geordnet und gleichartige Daten gemittelt. Für die Mittelung wurde der Medianwert verwendet, da er weniger sensitiv auf „Ausreißer“ reagiert und für asymmetrische Verteilungen ein besseres Maß für den wahrscheinlichsten Wert darstellt als das arithmetische Mittel.²

Die Umfrage richtete sich vor allem an Menschen in Einfamilienhäusern (welche den überwiegenden Teil der Nutzenden von co2online darstellen), allerdings wurde dies nicht nochmals explizit abgefragt. Zur Warmwasserbereitung nutzen 89% eine Gaszentralheizung, 7% eine Gasetagenheizung und 3% gaben sonstige Systeme an. Die Unterstützung durch solare Warmwasserbereitung wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit ausgeschlossen.

² Die Verteilung der Verbräuche ist asymmetrisch, da sie nach unten begrenzt und nach oben hin offen ist. 50% der Stichprobe liegen unterhalb des Medianwertes und 50% oberhalb. Große Abweichungen nach oben haben keinen Einfluss auf den Medianwert, hingegen erhöhen sie das arithmetische Mittel.

Gesamtüberblick

Die Abbildung 1 zeigt einen Gesamtüberblick über die ermittelten Gasverbräuche, die über die laufende Nummer des Datensatzes aufgetragen ist.

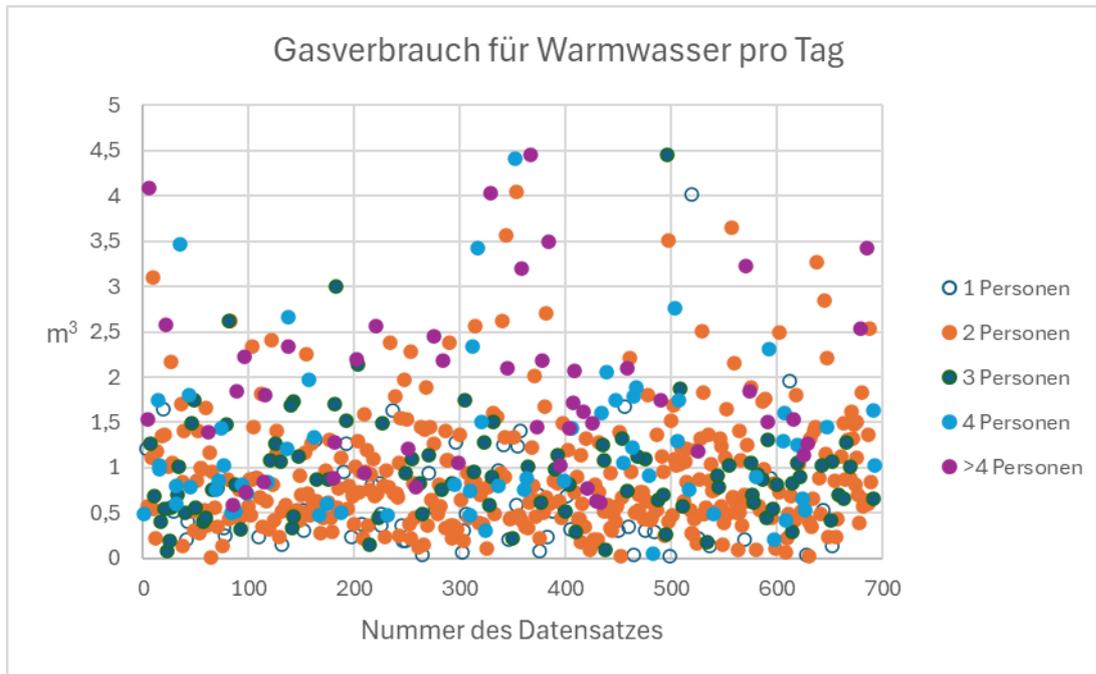


Abbildung 1: Überblick über die Gesamtdaten, ausgewertet nach Gasverbrauch des Gesamthaushaltes (nicht pro Person). Die unterschiedlichen Symbole beziehen sich auf die Haushaltsgröße (Personenzahl).

Man erkennt die große Variation der Gasmengen, auch zwischen Haushalten gleicher Personenzahl.

Abbildung 2 zeigt die Verteilung der verbrannten Gasmengen nach unterschiedlichen Verbrauchsklassen, angelehnt an Ref. [2]. Ein Verbrauch von unter $0,2 \text{ m}^3$ pro Person und Tag kann demnach als sparsam angesehen werden, da in diesem Fall der Warmwasserbedarf unterdurchschnittlich ist und zugleich die Erwärmung energieeffizient erfolgt.³ Dies ist für 21% der befragten Haushalte der Fall. Nach der Klassifizierung aus Ref. [2] wäre für 40% der befragten Haushalte „Optimierung evtl. möglich“ und für einen ebenso großen Anteil sogar „dringender Handlungsbedarf“.

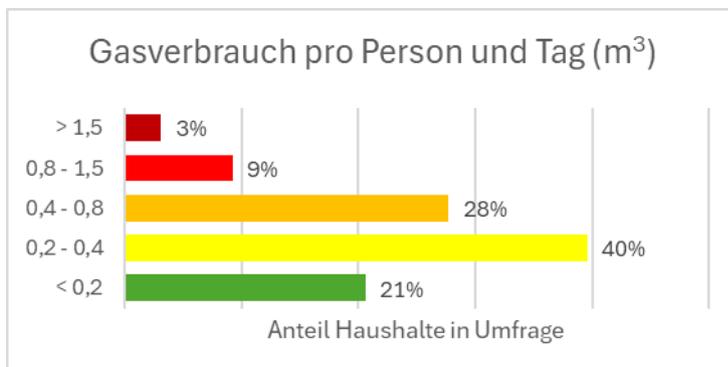


Abbildung 2: Verteilung der Gasverbräuche nach unterschiedlichen Verbrauchsklassen (die Werte ergeben wegen Rundung zusammen nicht genau 100%). Ein Verbrauch von unter $0,2 \text{ m}^3$ pro Person und Tag kann als sparsam angesehen werden.

³ Die Gasmenge von $0,2 \text{ m}^3$ enthält etwa 2 kWh Energie. So viel wird in etwa benötigt, um eine Menge von 30 Litern von 10°C auf 60°C aufzuheizen (Anlagenwirkungsgrad von 85%). Ein Verbrauch von weniger als 30 Litern Warmwasser pro Person und Tag gilt als sparsam (siehe auch Warmwasserspiegel von co2online [1])

Abbildung 3 zeigt den aus dem Gasverbrauch ermittelten Energieverbrauch für Warmwasser, hochgerechnet aufs ganze Jahr und vergleicht diesen mit Daten vom Statistischen Bundesamt für 2020 [5]. Laut diesem beträgt der durchschnittliche Energieverbrauch für Warmwasser in Einfamilienhäusern 15% vom Gesamtwärmeverbrauch, welcher mit 22.400 kWh rund 85% des Gesamtenergieverbrauchs ausmacht. Dieser Wert stimmt gut mit dem arithmetischen Mittel aller Daten dieser Umfrage überein und sagt damit aus, dass die vorliegende Stichprobe repräsentativ ist. Damit verglichen liegt der Median der Daten aus dieser Umfrage etwa 25% niedriger, da bei diesem die sehr hohen Verbräuche weniger zu Buche schlagen als beim arithmetischen Mittel.

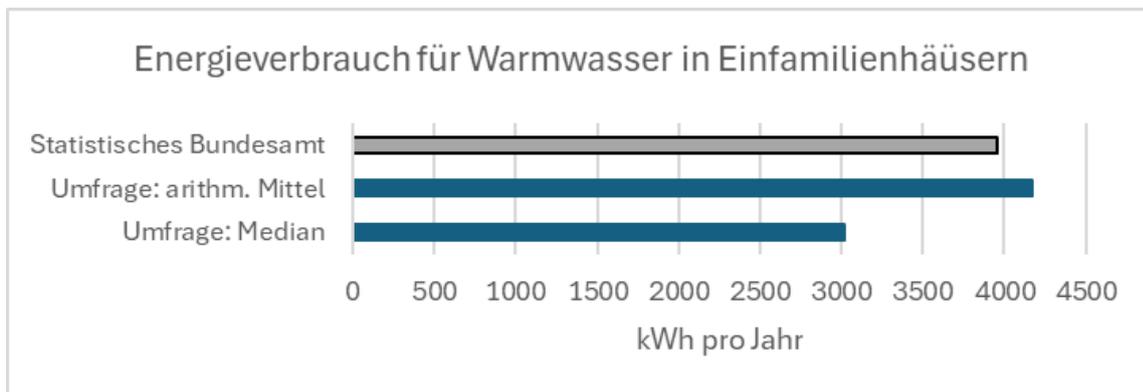


Abbildung 3: Aus dem Gasverbrauch ermittelter Energieverbrauch für Warmwasser, hochgerechnet aufs ganze Jahr und verglichen mit Daten vom Statistischen Bundesamt für 2020.

Haushaltsgröße und Art der Heizung

Abbildung 4 zeigt die Anzahl und Verteilung der Haushaltsgrößen aus den Rückmeldungen. Die überwiegende Zahl sind 2-Personen-Haushalte. Diese Datengruppe wurde für besondere Auswertungen herangezogen, in denen der Einfluss der Haushaltsgröße eliminiert werden sollte.

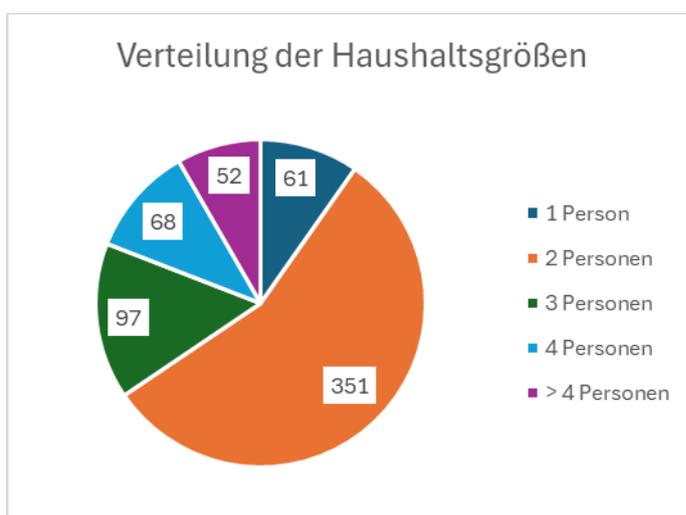


Abbildung 4: Anzahl und Verteilung der ausgewerteten Haushaltsgrößen.

Abbildung 5 zeigt den Gasverbrauch für Warmwasser aufgeschlüsselt nach Haushaltsgröße und Art der Warmwasserbereitung. Man erkennt, dass die Etagenheizung durchgängig einen viel geringeren Verbrauch hat als die Zentralheizung, insbesondere bei kleinen Haushaltsgrößen⁴. Bei der Zentralheizung gibt es eine starke Abhängigkeit von der Haushaltsgröße: der Pro-Kopf-Verbrauch in

⁴ Gasetagethermen arbeiten meistens nach dem Durchlauferhitzer-Prinzip. Das erklärt die höhere Effizienz, da sowohl Speicher als auch Zirkulationsverluste entfallen.

einem 1-Personen-Haushalt ist z.B. mehr als doppelt so hoch wie in einem 4-Personen Haushalt. Hier wirken sich offenbar hohe Warmwasser-Bereitstellungsverluste der Zentralheizung besonders ungünstig aus.

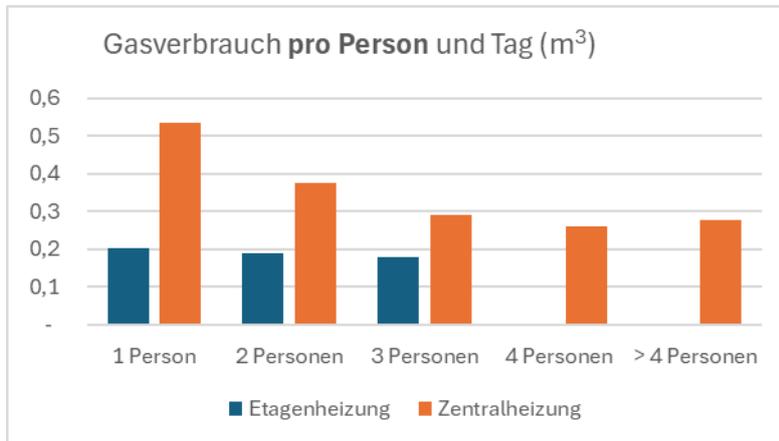


Abbildung 5: Gasverbrauch für Warmwasser aufgeschlüsselt nach Haushaltsgröße und Art der Warmwasserbereitung. Für Haushalte mit mehr als drei Personen und Etagenheizung erlaubten die Rückmeldungen keine Auswertung.

Zirkulationsverluste

Der wesentliche Treiber für erhöhte Bereitstellungsverluste ist eine Zirkulation des Warmwassers aus Komfortgründen und Hygiene (Legionellenschutz) [6]. Hierbei steht während der Laufzeit der Zirkulationspumpe, die sich in der Heizungssteuerung über eine Zeiteinstellung programmieren lässt, an den Zapfstellen instantan Warmwasser zur Verfügung. Abbildung 6 zeigt, dass dies ist bei der Mehrheit der befragten Haushalte der Fall ist.

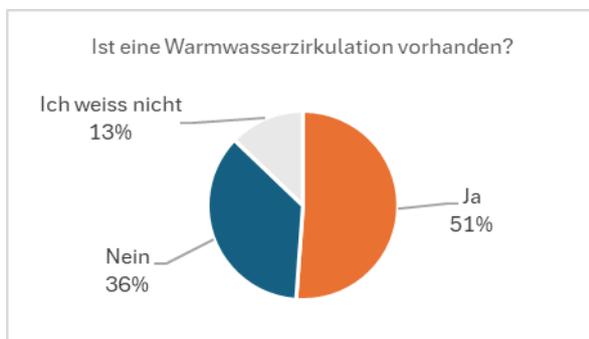


Abbildung 6: Anteil der Heizungen, bei denen eine Warmwasserzirkulation vorhanden ist

Wie Abbildung 7 zeigt, muss dieser erhöhte Komfort im Einfamilienhaus mit erhöhtem Energieverbrauch und damit auch -kosten bezahlt werden. Bei einem 1-Personen-Haushalt mit Zirkulation ist der Energieverbrauch durch Warmwasser im Schnitt fast dreimal so hoch wie ohne Zirkulation. Abbildung 8 zeigt, dass dies besonders ausgeprägt für Häuser älteren Baujahres (insbesondere vor 1978) ist, in denen die Warmwasserleitungen noch weitgehend unisoliert unter dem Innenputz verlegt wurden und keine Außendämmung vorhanden ist.

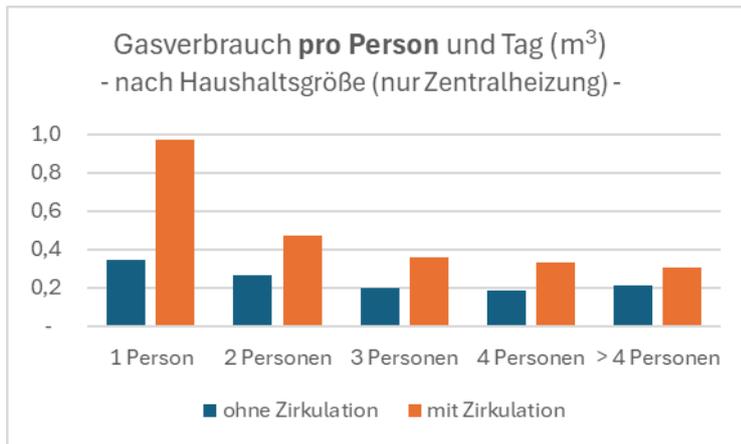


Abbildung 7: Gasverbrauch pro Person in Abhängigkeit von der Haushaltsgröße, aufgeschlüsselt nach Zentralheizungen mit und ohne WW-Zirkulation

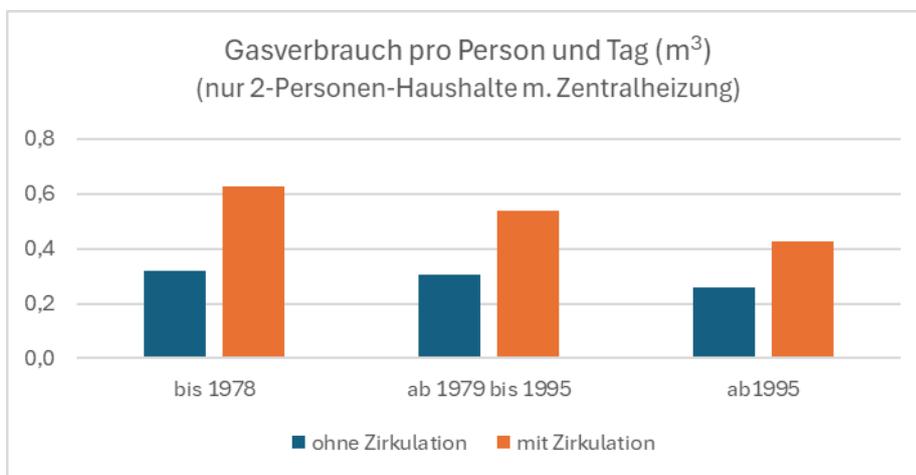


Abbildung 8: Gasverbrauch pro Person in Abhängigkeit von der Baualterklasse der Warmwasserverteilung, aufgeschlüsselt nach Zentralheizungen mit und ohne WW-Zirkulation (nur 2-Personen-Haushalte)

Tabelle 1 fasst die wesentlichen Ergebnisse der Umfrage zusammen und schlüsselt den Gasverbrauch auf nach Haushaltsgröße, Heizungsart, Zirkulation und Baualter der Verteilung.

Tabelle 1: Übersicht über die aus der Umfrage ausgewerteten Ergebnisse. Angegeben ist der Medianwert der entsprechenden Gasverbräuche pro Person und Tag. Die hochgestellte Zahl in Klammern ^(x) gibt an, aus wie vielen Haushalten der Median gebildet wurde. Eine Auswertung wurde nur bei ausreichender Datenmenge vorgenommen. Die Farbcodierung folgt den Verbrauchsklassen aus der Abbildung 2.

Gasverbrauch für Warmwasser pro Person und Tag (in m ³)					
	Haushaltsgröße				
	1 Person	2 Personen	3 Personen	4 Personen	> 4 Personen
Gasetagenheizung	0,20 ⁽²⁰⁾	0,19 ⁽¹⁶⁾	0,18 ⁽⁸⁾	-	-
Zentralheizung	0,54 ⁽³⁹⁾	0,38 ⁽³²⁴⁾	0,29 ⁽⁹¹⁾	0,26 ⁽⁶²⁾	0,28 ⁽⁵²⁾
ohne Zirkulation	0,35 ⁽¹²⁾	0,27 ⁽¹¹⁷⁾	0,20 ⁽³⁴⁾	0,19 ⁽²²⁾	0,21 ⁽¹³⁾
Verteilung vor 1978	-	0,32 ⁽²¹⁾	-	-	-
1979 bis 1995	-	0,31 ⁽⁴²⁾	-	-	-
ab 1995	0,33 ⁽⁷⁾	0,26 ⁽⁵³⁾	0,17 ⁽¹⁶⁾	0,16 ⁽¹⁵⁾	-
mit Zirkulation	0,97 ⁽²¹⁾	0,48 ⁽¹⁶⁷⁾	0,36 ⁽⁴¹⁾	0,34 ⁽³⁷⁾	0,30 ⁽³²⁾
Verteilung vor 1978	1,2 ⁽⁶⁾	0,63 ⁽²⁸⁾	0,38 ⁽⁷⁾	-	-
1979 bis 1995	1,3 ⁽⁷⁾	0,54 ⁽⁵²⁾	-	0,42 ⁽¹⁰⁾	-
ab 1995	0,52 ⁽⁸⁾	0,43 ⁽⁸⁶⁾	0,34 ⁽²⁹⁾	0,30 ⁽²⁵⁾	0,29 ⁽²¹⁾

Legende:	
< 0,2	0,2 – 0,4
0,4 – 0,8	> 0,8

In Tabelle 1 wurden die Medianwerte nach dem Farbschema der Verbrauchsklassen aus Abbildung 2 eingefärbt. Deutlich zeigt sich, in welchen Untergruppen besonders hohe Gasverbräuche auftreten. Man erkennt, dass z.B. bei 1-Personen-Haushalten und Zentralheizung mit Zirkulation der Median von 0,97 m³ in der zweithöchsten Verbrauchsklasse aus Abbildung 2 liegt. Das bedeutet, dass etwa 50% dieser Personen mehr als 1 m³ Gas pro Tag benötigen und damit fünfmal mehr als in der „sparsamsten“ Verbrauchsklasse, die immerhin von insgesamt 21% der teilnehmenden Haushalte erreicht wird bzw. von der Mehrheit der Haushalte mit einer Gasetagenheizung. Diese hohen Durchschnittswerte sind also keine Folge besonders hoher Warmwasserverbräuche⁵, sondern beruhen auf unterschiedlichen Effizienzen der Erzeugung. Generell hat die Zentralheizung im Vergleich zur dezentralen Erzeugung (wie bei der Gasetagenheizung) höhere Bereitstellungsverluste. Wenn der Warmwasserverbrauch gering ist, wie bei 1 oder 2 Personen-Haushalten, dann wird eine vergleichsweise hohe Gasmenge pro Kopf für die Erwärmung benötigt, da eine große Warmwassermenge im Speicher vorgehalten wird oder sogar durch die Leitungen zirkuliert, aber nur wenig Warmwasser überhaupt benötigt wird. Dies führt zu einem extrem geringen Anlagenwirkungsgrad.

⁵ Die Warmwasserverbräuche mitteln sich in jeder nicht zu kleinen Nutzergruppe zu Durchschnittswerten, unabhängig von der Anlagentechnik.

Laufzeit der Zirkulationspumpe

Die Laufzeit der Zirkulationspumpe wurde, sofern bekannt, ebenfalls abgefragt. 54% der Haushalte mit Warmwasserzirkulation geben an, diese zu kennen.

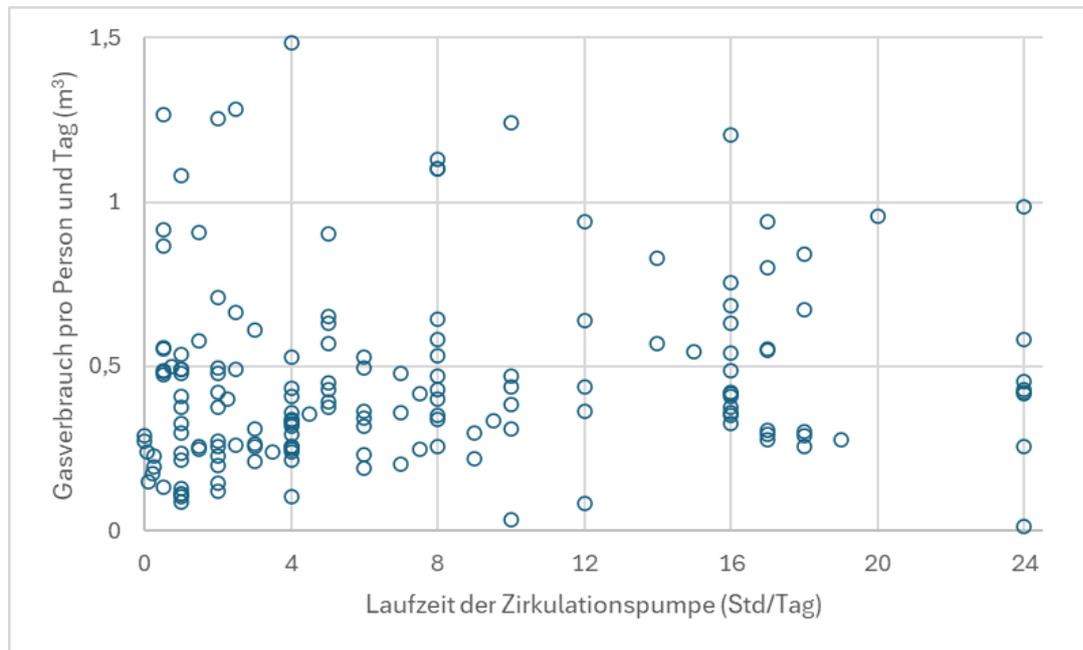


Abbildung 9: Laufzeit der Zirkulationspumpe, sofern bekannt, hier dargestellt mit dem zugehörigen Gasverbrauch pro Person und Tag

Abbildung 9 zeigt das Ergebnis. Die mittlere Laufzeit beträgt nur 7,6 Stunden. Trotzdem wirkt sich der Zirkulationsbetrieb noch so deutlich auf den Energieverbrauch aus. In den Technischen Regeln zur Legionellenvermeidung wird die Empfehlung gegeben, „Zeitsteuerungen in Kleinanlagen mindestens so einzustellen, dass die Zirkulation täglich nicht länger als 8 Stunden unterbrochen wird“ [6]. Folgt man dieser Empfehlung, ist das Sparpotential durch eine Reduzierung der Laufzeit gering. De-facto ist es aber so, dass zumindest der Teil der Nutzenden, welche die Laufzeit ihrer Zirkulationspumpe kennen, dieser Empfehlung überwiegend nicht folgt⁶ – sei es aus Unkenntnis oder ganz bewusst aus Energiespargründen. Es stellt sich die Frage, ob bei der wiederkehrenden Heizungswartung die Zirkulationsdauer durch die Fachfirma wieder gemäß den Technischen Regeln eingestellt wird oder ob Nutzende diese dann bewusst und auf eigenes Risiko wieder verstellen.

Vergleich der Zirkulationsverluste mit Richtwerten

Abbildung 10 vergleicht schließlich die aus Abbildung 8 als Differenz ermittelten Zirkulationsverluste mit Richtwerten der Referenz [7]. Hierbei wurde wie in Abbildung 8 lediglich die zahlenmäßig größte Teilmenge der 2-Personen-Haushalte mit Zentralheizung betrachtet, um den Einfluss der Haushaltsgröße und des Wärmeerzeugers auf den Gasverbrauch eliminieren. Um mit Ref. [7] zu vergleichen, wurden die Zirkulationsverluste auf eine Laufzeit von 24h hochgerechnet. Die Übereinstimmung ist gut. Lediglich in der jüngeren Baualterklasse ab 1995 ergeben sich größere Abweichungen. Hier sind die tatsächlichen Verluste höher als die nach DIN berechneten.⁷

⁶ 78% der Zirkulationspumpen laufen weniger als 16 Stunden pro Tag.

⁷ Dies mag mit der Abfrage zusammenhängen, die lautete: „Wann wurde Ihr Haus gebaut bzw. die Warmwasserverteilung saniert?“ Möglicherweise haben viele Nutzer diese Frage auf das Alter der Heizanlage oder der Warmwasserarmaturen bezogen und nicht auf das Alter der verlegten Leitungen in der Warmwasserverteilung.

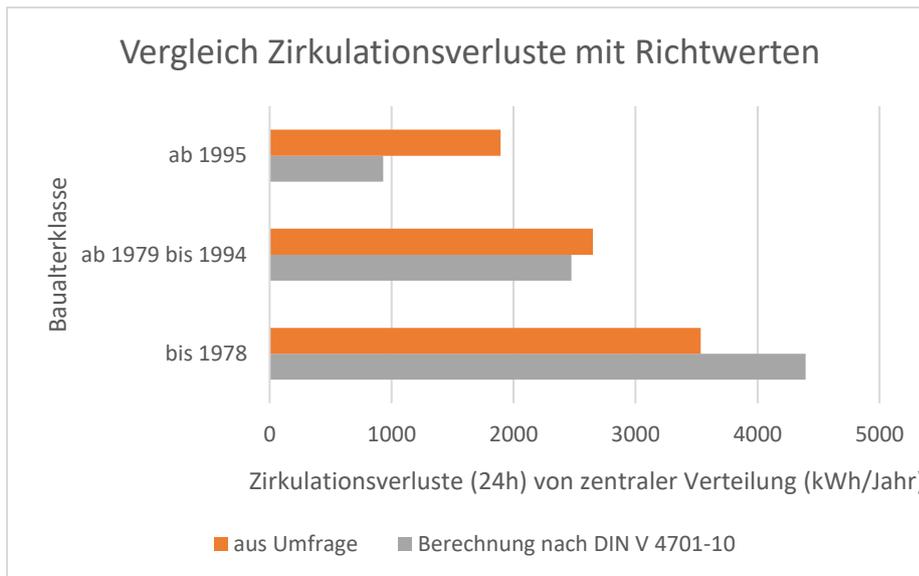


Abbildung 10: Vergleich der Zirkulationsverluste mit Richtwerten aus Ref [7]. Hierbei wurden zum Vergleich die aus der Umfrage (vgl. Abbildung 8) bestimmten Zirkulationsverluste bei einer mittleren Laufzeit der Zirkulationspumpe von knapp 8 Stunden auf 24h Laufzeit wie in Ref [7] hochgerechnet (betrachtet wurden nur 2-Personen-Haushalte mit Zentralheizung; die Hochrechnung der flächenbezogenen Richtwerte erfolgte auf eine Nutzfläche von 150 m²).

Weitere Bereitstellungsverluste

Die Wärmeverluste der Anlagentechnik für Warmwasser (sogenannte Bereitstellungsverluste) setzen sich zusammen aus der Verteilung, der Speicherung und der Wärmeerzeugung. Wenn der Gasverbrauch während einer längeren Periode *ohne Warmwasserentnahme* gemessen wird, kann dadurch der Wärmeverlust des Warmwasserspeichers bestimmt werden⁸. Um dafür die Daten der vorliegenden Umfrage zu nutzen, wurde der Gasverbrauch von Zentralheizungen auf eine Entnahmemenge von Null extrapoliert. Dies ist durch eine lineare Regression der Gasverbräuche möglich. Hierfür eignen sich

- a) die gemittelten Gasverbräuche nach Personenzahl im Haushalt
- b) die individuellen Gasverbräuche in Abhängigkeit von der Wassermenge

Es wurden nur Warmwassersysteme ab 1995 betrachtet, die den größten Teil der Umfragedaten ausmachen. Die folgenden zwei Abbildungen zeigen die Ergebnisse.

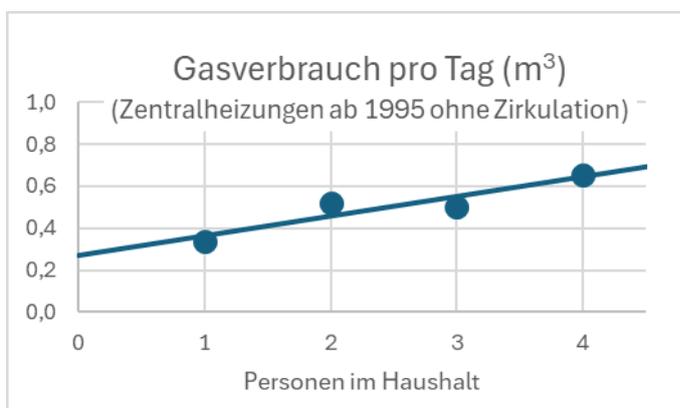


Abbildung 11: Mittlerer Gasverbrauch verschiedener Haushaltsgrößen für Zentralheizungen ohne Zirkulation mit Baualter ab 1995. Durch die Extrapolation auf 0 Personen lassen sich die Bereitstellungsverluste ohne Verteilung bestimmen.

⁸ Genauer gesagt ist dann der Gasverbrauch das Produkt aus der Aufwandszahl des Wärmeerzeugers (Verhältnis von Primär- zu Nutzenergie) und dem Wärmeverlust des Speichers.

- a) Abbildung 11 zeigt die lineare Regression der gemittelten Gasverbräuche nach Personenzahl. Aus der Regressionsgeraden erhält man einen Gasverbrauch von $0,27 \text{ m}^3$ bei der Personenzahl „0“ (y-Achsenabschnitt). Dieser entspricht einem Jahresverbrauch von 979 kWh ($\pm 28\%$).⁹
- b) Abbildung 12 trägt die individuellen Gasverbräuche ganzer Haushalte über dem (geschätzten) Warmwasserverbrauch auf.¹⁰ Aus der Regressionsgeraden erhält man einen Gasverbrauch von $0,38 \text{ m}^3$ bei 0 m^3 Wasserverbrauch. Das entspricht einem Jahresverbrauch von 1.387 kWh ($\pm 25\%$).

Die Ergebnisse von Methoden a) und b) stimmen folglich im Rahmen ihrer statistischen Genauigkeit überein. Der Wärmeverlust eines zentralen Warmwasserspeichers¹¹ beträgt laut den Richtwerten aus Ref. [7] 765 kWh pro Jahr. Multipliziert mit Erzeugungs-Aufwandszahlen von $1,13$ bis $1,7$ ergeben sich 864 kWh bis 1300 kWh , was im Bereich der vorstehend ermittelten Werte liegt. Das Verfahren ist nicht sehr genau, da die Messdaten stark streuen und die Schätzungen des Warmwasserverbrauchs ungenau sind.¹²

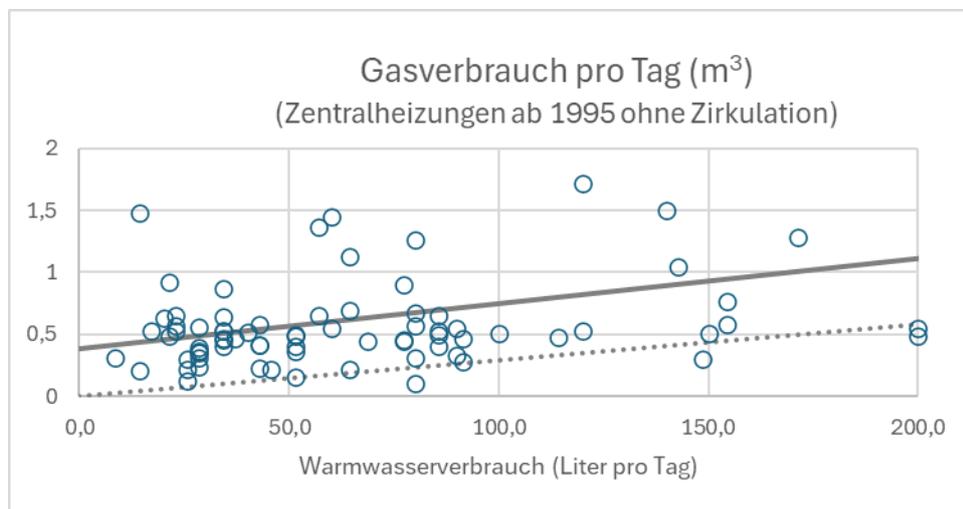


Abbildung 12: Gasverbrauch über den aus Nutzerbefragung geschätzten Warmwasserverbräuchen. Die durchgehende Linie zeigt die lineare Regression der Daten, deren y-Achsenabschnitt den Bereitstellungsverlust angibt. Die gestrichelte Linie zeigt zur Orientierung den Gasbedarf für die Aufheizung der geschätzten Wassermenge ohne Verluste.

Ein geringer Anteil an Rücklaufen enthält auch Angaben über den gemessenen Warmwasserverbrauch (eigene Wasseruhr für Warmwasser). Leider ist hier ein nicht kleiner Anteil der Daten unplausibel, bei dem wahrscheinlich Ablesefehler vorliegen. Die Zahl von Datenpunkten war hier insgesamt zu gering für eine sinnvolle Auswertung.

⁹ Die Gasmenge wird dazu multipliziert mit 365 Tagen und einem mittleren Heizwert (10 kWh/m^3). Kritisch ist allerdings bei dieser Auswertung anzumerken, dass der mittlere Verbrauch für 3 Personen in diesem speziellen Daten-Cluster niedriger als der für 2 Personen ist.

¹⁰ Zugrunde gelegt wurde ein Durchfluss von 10 l/min beim Duschen, 100 l beim Baden sowie eine Erwärmung um 25 K (für den eingezeichneten Mindestverbrauch). Diese Werte haben aber praktisch keinen Einfluss auf den y-Achsenabschnitt.

¹¹ Warmwasserspeicher (außerhalb der thermischen Hülle) ab 1995 für 150 m^2 Nutzfläche

¹² Die in Abbildung 12 gezeigten Datenpunkte sind in der Dimension des Wasserverbrauchs (x-Achse) sicherlich mit Fehlerbalken um die 50% behaftet.

Vergleich mit Umfrage der Klimaplattform Celle

In 2022 wurde durch Scientists for Future eine Umfrage zum Gasverbrauch durch Warmwasser angeregt und von der Klimaplattform Celle durchgeführt. Hierbei wurden 69 Datensätze aus Einfamilienhäusern ausgewertet – also nur etwa 10% der Stichprobengröße der vorliegenden Umfrage [3],[4]. Die Verbräuche ergeben ein ganz ähnliches Bild: 56% der Haushalte hatten damals einen Pro-Kopf-Verbrauch von unter 0,4 m³ Gas pro Tag, sowie 22% unter 0,2 m³ (vergleiche Abbildung 2: dort betragen diese Werte 51% bzw. 21%). Auch die Abhängigkeit von der Haushaltsgröße stellte sich qualitativ ähnlich dar. Die Konzeption der Umfrage und die geringe Stichprobengröße ließen allerdings kaum weitere Rückschlüsse auf die Gründe für einen erhöhten Verbrauch zu.

Handlungsempfehlungen

Die Gasverbräuche für Warmwasser weisen große Unterschiede auf, die weniger mit dem Nutzungsverhalten als vielmehr mit der Anlagentechnik zusammenhängen. Obwohl 68% der Teilnehmenden angeben, ihre Heizung sei bereits auf sparsamen Sommerverbrauch eingestellt, erreichen nur 21% einen Gasverbrauch von unter 0,2 m³ pro Person und Tag, den man mit effizienter Anlagentechnik und moderatem Warmwasserverbrauch erzielt. Betrachtet man die Haushaltsgrößen bzw. die Anlagentechnik, bei denen hohe Gasverbräuche auftreten (siehe Tabelle 1), so lassen sich daraus Handlungsempfehlungen ableiten.

Die Daten dieser Umfrage zeigen besonders augenfällig, wieviel Energieverlust durch die Warmwasserzirkulation entsteht. Diese stellt allerdings nicht nur eine Komfort- sondern auch eine Hygienefunktion dar (Verhinderung von Legionellen). Eine Reduktion des Energieverbrauchs ist daher nur unter gewissen Randbedingungen möglich. Diesbezügliche Empfehlungen enthält z.B. das Portal von co2online [8]. Insgesamt ist allerdings die Abwägung zwischen Energiesparen auf der einen Seite und eventuell nicht auszuschließenden gesundheitlichen Restrisiken auf der anderen Seite nicht trivial und soll hier nicht weiter erörtert werden.

Der durchschnittliche Mehrverbrauch durch die Zirkulation beträgt laut den Daten aus dieser Umfrage 0,52 m³ Gas pro Haushalt und Tag.¹³ Hochgerechnet aufs Jahr sind dies ca. 1900 kWh – also 8,5% des durchschnittlichen Wärmebedarfs dieser Gebäudeklasse und fast die Hälfte der für Warmwasser durchschnittlich verwendeten Energie [5]. Ein **Rückbau der Zirkulationsleitungen** (abtrennen und entleeren) sollte also fallweise geprüft werden. Sind die Leitungswege nicht zu lang¹⁴, sind die Wartezeiten auf Warmwasser gering und auch Legionellen kein Problem. Falls ein Rückbau der Zirkulation nicht möglich ist, können die zugänglichen **Leitungen besser gedämmt** werden. Ähnliches gilt für den **Warmwasserspeicher**, doch ist hier ein Austausch nur aufgrund von besserer Wärmeisolation in der Regel nicht wirtschaftlich [9]

Eine Umrüstung auf eine **Trinkwarmwasser-Wärmepumpe** bedeutet in der Regel weiterhin eine zentrale Bereitstellung, bei der die Verteilverluste unverändert bleiben und die Gasheizung außerhalb der Heizsaison abgeschaltet wird. In Abhängigkeit vom mittelfristigen Strom- und Gaspreis wird sich wahrscheinlich eine Wirtschaftlichkeit ergeben [10]- [11]. Schon für das Jahr 2035 könnten die Energiekosten für Warmwasser mit einer Gasheizung über 15 Cent/kWh betragen, mit einer Wärmepumpe hingegen nur 12 Cent/kWh.¹⁵ Die Warmwasser-Wärmepumpe ist auch überall dort

¹³ Vergleich: alle Zentralheizungen mit und ohne Zirkulation

¹⁴ Als Orientierungswert gilt < 10 m von Erzeugung bis Entnahme, damit verbunden ein Volumen < 3 Liter.

¹⁵ Gasheizung mit 90 % Wirkungsgrad und einem Gaspreis von 13,4 Cent/kWh; Wärmepumpe mit (niedriger) Arbeitszahl von 2,5 bei einem Strompreis von 30 Cent/kWh

eine interessante Option, wo die Stromversorgung für einen Durchlauferhitzer nicht sichergestellt werden kann.

Bei einem Umbau der Warmwasserversorgung auf **dezentrale Erzeugung** kann die Gasheizung ebenfalls außerhalb der Heizsaison ausgeschaltet werden. Energie wird dadurch gespart, dass die Wärmeverteilverluste anschließend minimal sind. Dabei muss man berücksichtigen, dass die Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahme auch von der Höhe des Warmwasserverbrauchs abhängt. So sind die Bereitstellungskosten für große Mengen Warmwasser bei einem **elektrischen Durchlauferhitzer** aufgrund des Strompreises höher als bei der Zentralheizung. Hingegen sind für den geringen Warmwasserbedarf eines 1-Personen Haushaltes die Bereitstellungsverluste der Zentralheizung dominierend, so dass die Umrüstung auf dezentrale Erzeugung mittelfristig günstiger ist. Weiter entfernt liegende Zapfstellen, wie z.B. eine Gästetoilette, können auch gut von elektrischen **Kleinspeichern** bedient werden. Die jährlich ersparten Kosten durch solche Umrüstungsmaßnahmen können mit Hilfe der Angaben zu den Bereitstellungsverlusten aus Referenz [7] errechnet werden und ins Verhältnis zu den Investitionskosten gesetzt werden. Tabelle 1 gibt ebenfalls Anhaltspunkte, wie sich der Gasverbrauch verändert, wenn die Anlagentechnik verbessert wird. Referenz [10] stellt die Vor- und Nachteile verschiedener Optionen einander gegenüber.

Auch bei vorhandener effizienter Anlagentechnik sind oftmals noch **Einsparungen beim Warmwasserverbrauch** möglich, vor allem beim Duschen, z.B. durch effizient benässende Duschköpfe und Nutzungsänderungen (z.B. kürzere Duschzeiten) [12].

Zusammenfassend sollen je nach vorhandener Anlagentechnik und Haushaltsgröße die folgenden Empfehlungen dienen:

Tabelle 2: Empfehlungen zur Effizienzsteigerung bezogen auf vorhandene Anlagentechnik und Haushaltsgröße. Die Angaben für den mittleren Verbrauch beruhen auf den Medianwerten aus Tabelle 1.

Bereich	Mittlerer Verbrauch (m ³ Gas pro Person und Tag)	Empfehlungen zur Effizienzsteigerung	
I	0,16 – 0,21	(1) auf Einsparungen im Warmwasserverbrauch konzentrieren (z.B. Sparduschkopf, Nutzungsänderungen)	
II	0,26 – 0,35	Siehe oben; zusätzlich prüfen: (2) Verteilleitungen dämmen, (3) Warmwasserspeicher dämmen	
III	0,29 – 0,63	Siehe oben; zusätzlich prüfen: (4) Zirkulationsleitungen dämmen (oder abtrennen und entleeren)	
IV	0,52 – 1,2	Siehe oben; zusätzlich prüfen: (5) Umstellung auf dezentrale (elektrische) Warmwassererzeugung	
Vorhandene Anlagentechnik	Haushaltsgröße		
	1 Person	2 Personen	ab 3 Personen
Gasetagenheizung	I	I	I
Zentralheizung ohne Zirkulation	II	II	I
Zentralheizung mit Zirkulation	IV	III	III

Für die praktische Anwendung kann der Gasverbrauch für Warmwasser außerhalb der Heizperiode gemessen und mit den Werten aus Tabelle 2, Spalte 2 verglichen werden, um die angegebene Einstufung zu überprüfen.

Danksagung

Die Autor*innen möchten sich beim Team von co2online bedanken, die Umfrage professionell realisiert und die Daten den Scientists for Future zur weiteren Auswertung zur Verfügung gestellt zu haben. Stellvertretend namentlich genannt sei Wiebke Lübben als Koordinatorin des wissenschaftlichen Beirats zum Projekt Warmwasser.

Dr. Jens Clausen (Borderstep-Institut Hannover) sei für seine kritische Durchsicht des Manuskriptes und die wertvollen Anregungen gedankt.

Zu guter Letzt gebührt den 693 Befragten ein Dank für ihre Aufgeschlossenheit und Neugier, bei dieser Umfrage teilzunehmen und so dieses Projekt überhaupt erst zu ermöglichen.

Referenzen

- [1] Warmwasserspiegel von co2online <https://www.warmwasserspiegel.de/verbrauch-pruefen/warmwasserspiegel/> abgerufen am 17.8.2024
- [2] Ehmler, H., Urban, U., Huber, M., & Hoffmann, R. (2023). Orientierungspunkte für sparsamen Gasverbrauch bei Warmwasser. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7644201>
- [3] Klimaplattform Celle: „Erdgasverbrauch im Sommer senken? Tipps und Anregungen“, <https://celler-klimaplattform.de/pdf/merkblatt-gassparen.pdf> abgerufen am 30.8.2024
- [4] H. Ehmler, M. Huber, U. Urban und R. Hoffmann, „S4F-Projekt "Erdgasverbrauch messen": Auswertung von Daten der Klimaplattform Celle“. Zenodo, Feb. 15, 2023. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7644249>
- [5] Statistisches Bundesamt (Destatis) 2023: „Energieverbrauch für Wohnen nach Anwendungsbereichen 2020“, siehe z.B. hier: <https://www.effizienzhaus-online.de/energieverbrauch-haus/> abgerufen am 1.9.2024
- [6] Siehe für Informationen zur Warmwasserzirkulation z.B. hier: <https://www.ikz.de/sanitaertechnik/news/detail/warmes-wasser-fliesst-im-kreis/> abgerufen am 29.8.2024
- [7] Bekanntmachung zur Datenerhebung und Datenverwendung im Wohngebäudebestand, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, Tabelle 4, 8. Oktober 2020 <https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/qzQUGd8A3unSCCbVMcf?0> abgerufen am 17.8.2024
- [8] „Zirkulationspumpe für Warmwasser – lohnt sich das?“ <https://www.co2online.de/energie-sparen/wasser-sparen/warmwasserbereitung/zirkulationspumpe-warmwasser/> abgerufen am 1.9.2024
- [9] „Energieeinsparpotenziale durch die Trinkwassersysteme - Betrachtung von Mietwohnungen und Einfamilienhäusern mit zentralem und dezentralem System“, Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE) 2017, https://www.verbraucherzentrale.nrw/sites/default/files/migration_files/media249649A.pdf abgerufen am 27.9.2024
- [10] „Trinkwarmwasserkonzepte für Gebäude mit einer Wärmepumpenheizung“, Umweltbundesamt (2023), https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/factsheet_trinkwarmwasserkonzepte.pdf, abgerufen am 18.9.2024
- [11] „Heizkosten und Treibhausgasemissionen in Bestandswohngebäuden – Aktualisierung auf Basis der GEG-Novelle 2024“, Fraunhofer ISE. (2024), <https://ariadneprojekt.de/publikation/analyse-heizkosten-und-treibhausgasemissionen-in-bestandswohngebauden/> abgerufen am 18.9.2024
- [12] „Wasser sparen – 10 wirksame Sparmaßnahmen“ <https://www.co2online.de/energie-sparen/wasser-sparen/wasserspartipps/wasser-sparen-die-10-besten-tipps/> abgerufen am 2.9.2024

Anhang: Wortlaut der Umfrage

Erste Umfrage

1. Erwärmen Sie Ihr Warmwasser mit dem Energieträger Erdgas?
2. Erwärmen Sie Ihr Wasser mit einer Solarthermieanlage?
3. Bitte geben Sie Ihren Gas-Zählerstand in m3 mit Nachkommastellen an:
4. Bitte tragen Sie das Datum und die Uhrzeit Ihrer Ablesung ein:
5. E-Mail-Adresse

Zweite Umfrage (Erinnerung per Mail 7 Tage nach Abgabe der ersten Umfrage)

6. Bitte geben Sie Ihren Gas-Zählerstand in m3 mit Nachkommastellen an (wenn möglich 8 Tage nach der ersten Ablesung):
7. Bitte tragen Sie das Datum und die Uhrzeit Ihrer zweiten Ablesung ein:
8. Wie viele Personen haben während des 8-tägigen Messzeitraums Warmwasser in Ihrem Haushalt bezogen?
9. Kennen Sie Ihren konkreten Warmwasserverbrauch im 8-tägigen Messzeitraum?
10. *(Falls ja)* Bitte geben Sie Ihren Warmwasserverbrauch während des Messzeitraums in m3 an:
11. *(Falls nein)* Kein Problem! Geben Sie uns einfach noch ein paar weitere Informationen, damit wir eine Schätzung vornehmen können.
12. Wie oft wird pro Person wöchentlich im Durchschnitt warm geduscht?
13. Wie lange wird durchschnittlich pro Duschgang warm geduscht?
14. Wie oft wird pro Person wöchentlich gebadet?
15. Welche Art der Versorgung liegt bei Ihnen vor? *(Gaszentralheizung/Gasetagenheizung/Sonstiges)*
16. Welche Art der Versorgung liegt bei Ihnen vor? [Sonstiges]
17. Ist die Gasheizung auf optimal sparsamen Sommerverbrauch eingestellt?
18. Ist eine Warmwasserzirkulation vorhanden?
19. Kennen Sie die Laufzeit Ihrer Zirkulationspumpe?
20. *(Falls ja)* Wie viele Stunden pro Tag ist Ihre Zirkulationspumpe aktiv?
21. Wann wurde Ihr Haus gebaut bzw. die Warmwasserverteilung saniert?