

# Final Energy Demand Calculation

## Überblick

Der vorliegende Endenergiebedarfsrechner errechnet auf Basis angegebener Gebäudedaten, baulicher Charakteristika sowie der Spezifikationen der verbauten Anlagentechnik den benötigten Endenergiebedarf und die daraus resultierenden Heizkosten von Wohngebäuden. Die Berechnung findet dabei auf Basis des „Kurzverfahren Energieprofil“ statt (Loga et al. 2005). Alle wichtigen Parameter basieren auf dem *EnEV 2002/ dena Arbeitshilfe Energiepass* aus dem Jahr 2002. Das Kurzverfahren setzt sich aus den drei Teilen des Flächenschätzverfahrens, der Berechnung pauschaler Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) und der Berechnung der Pauschalwerte der Anlagentechnik zusammen und kann so Aussagen zur Energieeffizienz von Wohngebäuden treffen. Primäre Kenngrößen, die so berechnet werden können, sind der Endenergiebedarf in kWh/m<sup>2</sup>a, die absoluten Energiekosten in €/a sowie der energetische Gebäudestandard in W/(m<sup>2</sup>K). Weitere Informationen zur Methodik finden Sie bei Gerster und Kaestner (2024).

Die der Berechnung zugrunde gelegten Daten der Häuser entstammen dem im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Kopernikus-Projekts Ariadne etablierten Wärme- & Wohnen-Panel (siehe Frondel et al. 2022). Die Berechnungen werden ungefähr eine Minute in Anspruch nehmen.

## Angaben zur Datenverfügbarkeit und Herkunft

Die Daten dieser Analyse entstammen der ersten Welle des Wärme- und Wohnen-Panel, welches seit 2021 im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Kopernikus-Projekts Ariadne jährlich erhoben wird. Dazu wurden ca. 15.000 deutsche Haushalte zu detaillierten Informationen Ihres Gebäudebestandes, bestehenden Heizsystemen und Heizkosten, durchgeführten und geplanten energetischen Modernisierungsmaßnahmen sowie sozioökonomischen Charakteristika befragt. Die Daten der Befragung liegen in Form von zwei Datensätzen am Forschungsdatenzentrum Ruhr (FDZ) vor und sind für wissenschaftliche Zwecke als Scientific Use File (SUF) kostenfrei erhältlich. Aktuell wurde der Code nur für die erste Welle der Umfrage getestet. Wenn weitere Wellen der Umfrage veröffentlicht werden, kann der Code entsprechend angepasst werden.

## Erklärung zu den Rechten

- ☒ Ich bestätige, dass der/die Autor(en) und Autorin(nen) des Manuskripts rechtmäßigen Zugang zu den in diesem Manuskript verwendeten Daten hat/haben und die Erlaubnis, diese zu verwenden..

## Daten Lizenz

Die Daten unterliegen einer Creative Commons Non-commercial Lizenz.

## Zusammenfassung der Verfügbarkeit

☒ Alle Daten sind öffentlich zugänglich.

## Details zu jeder Datenquelle

- Basis Daten für die Berechnung liegen im Stata format .dta vor
- Zwischen- und Endergebnisse werden im R Format .RData ausgegeben.

Datei	Datei Name	Ablageort	Bereitgestellt	Quelle
“GHHP – Building Characteristics”	ariadne_panel1_buildingchars_eng.dta	01 Raw/	JA	Frondel et al. (2023a)
“GHHP – Experiment Data”	ariadne_panel1_experiments_eng.dta	01 Raw/	JA	Frondel et al. (2023b)

## Von den Autoren gesammelte Daten zur öffentlichen Nutzung

Die GHHP-Daten, die zur Unterstützung der Ergebnisse dieser Studie verwendet wurden, sind im Forschungsdatenzentrum Ruhr (FDZ) hinterlegt (10.7807/ghhp:building:v1, 10.7807/ghhp:experiment:v1). Die Daten wurden von den Autoren gesammelt und sind unter einer Creative Commons Non-commercial Lizenz verfügbar. Der Datenzugang wird nur für wissenschaftliche, nicht-kommerzielle Studien und für angeschlossene Forscher wissenschaftlicher Einrichtungen gewährt. Er erfordert eine unterzeichnete Datennutzungsvereinbarung, die auf der Website des FDZ beantragt werden kann. (siehe [1]).

## Computertechnische Anforderungen

### Installation & Setup

Um unseren Code auszuführen, müssen Sie die folgende Software auf Ihrem Computer installieren

a) R herunterladen und installieren

- R steht zum Download auf der offiziellen R website zur Verfügung
- Welche Version von R Sie herunterladen müssen, hängt von Ihrem Betriebssystem ab

**b)** Downloaden und installieren Sie Rstudio (die grafische Benutzeroberfläche für R)

- Nachdem Sie R installiert haben, müssen Sie als nächstes RStudio installieren. Gehen Sie dazu zu dieser Seite.
- Wählen Sie das Installationsprogramm für das Betriebssystem Ihres Computers

### **Zusätzliche Ressourcen**

Hier finden Sie einige nützliche Online-Ressourcen, die Ihr Verständnis von R ergänzen:

- RStudio Education: Strukturierte Lernpfade für Anfänger und Fortgeschrittene.
- Modern Dive: Ein umfassendes Handbuch zur R-Programmierung und Datenanalyse.

### **Software Anforderungen**

- R 4.3.3
  - `data.table` (1.14.10)
  - `dplyr` (1.1.4)
  - `foreign` (0.8-86)
  - `gdata` (3.0.0)
  - `haven` (2.5.4)
  - `labelled` (2.12.0)
  - `openxlsx` (4.2.5.2)
  - `readxl` (1.4.3)
  - `sjlabelled` (1.2.0)
  - `sjmisc` (2.8.9)
  - `stringr` (1.5.1)
  - `tidyverse` (2.0.0)
  - `xlsx` (0.6.5)
  - die Datei “00\_Master\_Datei.R” installiert alle erforderlichen Pakete (neueste Version) und ist einmalig zu Beginn auszuführen.

### **Speicher- und Laufzeitanforderungen**

**Zusammenfassung** Voraussichtliche Reproduktionszeit für die Analysen auf einem Standard 2024 Desktop-Rechner:

☒ <10 minutes

**Details** Die R-Skripte wurden zuletzt auf einem 6-Core-PC mit Intel i5-8500 CPU und Windows 11 Pro Version 23H2 ausgeführt. Die Berechnung dauerte 1:20 Minuten.

## Beschreibung der R-Skripte

- Die sechs R-Skripte in **Endenergiebedarfe R Code/03 R Code** dienen zur Durchführung des gesamten Codes. Nur in diesem Ordner finden sich daher auch alle sechs R-Skripte.
- Das R-Skript **00 Master Datei.R** ist die Hauptdatei, über die alle nachfolgenden Skripte aufgerufen werden. In diesem Skript werden alle für die Berechnung des Endenergiebedarfs erforderlichen Pakete installiert und geladen. Auch wird in diesem Skript das Arbeitsverzeichnis zum aktuellen Speicherort der Master-Datei verschoben und der globale Pfad zum Hauptverzeichnis mit der Variable „user“ definiert. Sie müssen daher nur dieses Skript zur Durchführung der Berechnungen ausführen. Damit dies problemlos funktioniert, darf die Ordnerstruktur des WuW Ordners und der Unterordner nicht verändert werden, denn nur dann können alle Daten und Skripte auf jedem Computer genutzt werden. Diese werden direkt in diesem R-Skript aufgerufen und durchgeführt. Des Weiteren befindet sich am Ende des Skripts eine Übersicht über alle Quellen, die für die Endenergiebedarfsberechnung notwendig sind und im Laufe des Codes zitiert werden.
- Das R-Skript **01 WuW Daten.R** lädt die Daten des Wärme- & Wohnen-Panel und verarbeitet diese für die nachfolgenden Berechnungsschritte. Hierfür werden beide Datensätze der Gebäudecharakteristika („ariadne\_panel1\_buildingchars\_eng.dta“) und des Experimentalteils („ariadne\_panel1\_experiments\_eng.dta“) zusammengeführt. Anschließend werden unter anderem die Variablen zu durchgeführten Sanierungsmaßnahmen der Haushalte genutzt und definiert, um in einem späteren Schritt die thermische Qualität des Gebäudes abschätzen zu können. Ohne den Einbezug dieser Sanierungsmaßnahmen würde die thermische Qualität der Gebäudeteile unterschätzt werden. Darüber hinaus werden in diesem Schritt Daten entfernt, die keine Informationen über die Wohnfläche und/ oder die Heizungsanlage haben, da sie nicht in der Analyse berücksichtigt werden können. Um zu vermeiden, dass zu viele Daten verloren gehen, nehmen einzelne fehlende Werte unter relativ strengen Annahmen sogenannte Standardwerte an.
- Das R-Skript **02 Parameter\_einzeln.R** lädt sämtliche Datentabellen aus dem Ordner – 02 Parameter – und verarbeitet diese für die nachfolgenden Bilanzierungsschritte. Die Parameter basieren auf denen, die das IWU ermittelt hat und werden den entsprechenden Datentabellen (Excel-Dateien) entnommen und in das R-Skript geladen. Zu den Parametern gehören neben den U-Werten für die Gebäudehülle, deren Zuordnung vom Baujahr des jeweiligen Gebäudes abhängt, auch sämtliche Wärmekennwerte der verbauten Anlagentechnik für Heizwärme und Warmwasser, die G-Werte der Fenster, Kosten für verschiedene Energieträger, sowie Klimakoeffizienten in Abhängigkeit des energetischen Gebäudestandards. Der g-Wert steht für den Gesamtenergiedurchlassgrad und gibt bei Fenstern den Energiedurchlass von außen nach innen an. Ein hoher G-Wert bedeutet im Winter

höhere Wärmegevinne, kann im Sommer aber eher zur Überhitzung eines Raumes führen (Glossar angewandte Energieforschung, 2022b).

- Das R-Skript 03 **Anlagentechnik.R** definiert alle relevanten Variablen zur Berechnung der Endenergiewerte der Heizungsanlage. Sowohl die Anlagentechnik der Raumheizung (im Speziellen die Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung der Heizwärme sowie die Energieträger) als auch des Warmwassers (im Speziellen die Verteilung, Speicherung und Erzeugung des Warmwassers sowie die Energieträger) werden definiert. Dabei wird das Einbaujahr der Heizung, das Baujahr des Gebäudes oder das Jahr der Modernisierung berücksichtigt und darüber ein Effizienzstand der einzelnen Komponenten. Entsprechend dieser Charakteristika werden die Variablen definiert.
- Das R-Skript 04 **Bilanz Gebäude.R** berechnet den Transmissionswärmeverlust und den Lüftungswärmeverlust für jedes Gebäude, um den Heizbedarf dieser Gebäude zu ermitteln. Dazu werden die in den R-Skripten 01 **WuW Daten.R** und 02 **Parameter\_einzeln.R** generierten Daten verwendet. Basierend auf der IWU Methode werden die Flächenkoeffizienten und Dämmungsgrade der einzelnen Gebäudebestandteile bestimmt. Darüber hinaus werden weitere Parameter zur Gebäudeberechnung, U-Werte und Parameter für den Transmissionswärme- und Lüftungswärmeverlust bestimmt. Im Speziellen werden die Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) für das Dach, Obergeschoss, Außenwände, Fußboden und Fenster bestimmt. Die U-Werte werden auch als Wärmedurchgangskoeffizienten bezeichnet. Je niedriger der U-Wert, desto weniger Wärmeenergie geht über die Fläche des Bauteils verloren und desto besser ist daher die thermische Qualität. Diese Bestimmung der jeweiligen U-Werte orientiert sich auch an den Kriterien für KfW-Referenzgebäude.
- Das R-Skript 05 **Bilanz Anlagentechnik.R** bilanziert abhängig von den Gebäudecharakteristika (z.B. Anzahl der Wohneinheiten, Heizungstyp und Effizienzstandard) den Wärmeverlust bei der Verteilung und Speicherung von Warmwasser und bestimmt den Deckungsanteil, die Heizwärmegutschriften, die Erzeugeraufwandszahlen und die Hilfsenergie je nach Energieerzeugung für Warmwasser. Dieses Vorgehen wird für die Raumheizungen wiederholt. Anschließend wird der Endenergiebedarf mit den zuvor ermittelten Parameter für Warmwasser und die Raumheizung berechnet. Darüber hinaus werden noch die Gesamtkosten für Warmwasser und die Raumheizung bestimmt, wieder basierend auf den zuvor berechneten Parametern. Die Endergebnisse werden in den Dateiformaten .RData, .dta, .csv und .xlsx im Ordner 05 **Endergebnisse** abgespeichert

### **(Optional, but recommended) License for Code**

The code is licensed under a MIT/BSD/GPL [choose one!] license. See LICENSE.txt for details.

## Anleitung für Replikatoren

- Führen Sie `03 R Code/00 Master Datei.R` einmal auf einem neuen System aus, um die Arbeitsumgebung einzurichten. Dabei werden auch die gesamten Projektdateien eingelesen.
- Der Standardpfad ist auf den Ort des Projektordners Endenergiebedarfe Bereinigter R Code eingestellt.
- Laden Sie die oben referenzierten Datendateien herunter. Sie sollten in den vorbereiteten Unterverzeichnissen von `01 Raw` gespeichert werden, und zwar in dem Format, in dem Sie sie herunterladen. In jedem Verzeichnis werden Skripte zum Herunterladen der öffentlich zugänglichen Dateien bereitgestellt. Für den Replikator sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich.
- Führen Sie `03 R Code/00 Master Datei.R` aus, um alle Schritte nacheinander auszuführen

## Kurzdarstellung der Variablen

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Gebäudevariablen, die aus der Befragung des Wärme- und Wohnen-Panels stammen und zur Berechnung der Endenergiebedarfe genutzt werden. Diese Variablen sind in den Dateien „GHHP – Building Characteristics“ und "GHHP – Experiment Data" enthalten.

Table 2: Variablen der Befragung

Variablenbezeichnung	Beschreibung
Ist1	Nachbargebäude
Ist2	Grundriss des Gebäudes
Ist3	Anzahl Wohneinheiten
Ist4	Anzahl Geschosse
Ist5	Beheizte Wohnfläche Haushalt
Ist5a	Beheizte Wohnfläche Haus
Ist6	Baujahr Haus
Ist7_1a	Beheizungsgrad Dachgeschoss
Ist7_1b	Dachgauben
Ist8	Beheizungsgrad Keller
Ist9_1	Konstruktionsart Dach
Ist9_2	Konstruktionsart Oberste Geschossdecke
Ist9_3	Konstruktionsart Außenwände
Ist9_4	Konstruktionsart Kellerdecke / Fußboden zum Erdreich
Ist10	Einbaujahr Fenster
Ist11	Fensterart
Ist12	Primärheizungsanlage
Ist12_1a	Brennstoff Heizungsanlage
Ist12_2a	Erzeugungsart Wärme d. Wärmepumpe

Ist12_2b	Wärmebezug Wärmepumpe
Ist12_3a	Wärmebezug Fernwärme
Ist12_5a	Raumheizung
Ist13	Jahr Inbetriebnahme Heizungsanlage
Ist13a	Dämmung Verteilungsleitungen Heizungsanlage
Ist13a_1	Jahr Dämmung Verteilungsleitungen Heizung
Ist14	Warmwasserbezug
Ist14a	Jahr Inbetriebnahme Gerät Warmwasserbezug
Ist14b	Warmwasserzirkulation
Ist14c	Dämmung Wasserleitungen
Ist14c1a	Jahr Dämmung Wasserleitungen
Ist15_1	Dämmungsgrad Dach
Ist15_2	Dämmungsgrad oberste Geschossdecke
Ist15_3	Dämmungsgrad Außenwände
Ist15_4	Dämmungsgrad Kellerdecke / Fußboden zu Erdreich
Ist16a_2	Nutzung Solarthermieanlage
san1a_1a	Komplette KfW Förderung
san1a_13_2	Dach KfW Förderung
san1a_23_2	Obere Geschossdecke KfW Förderung
san1a_33_2	Außenwände KfW Förderung
san1a_43_2	Keller & Fußboden unterstes Geschoss KfW Förderung

### Übersicht Variablen

Die folgenden Tabellen stellen eine Übersicht über die verwendeten Parameter dar sowie über die Zwischen- und Endergebnisse der Rechnung. Dazu finden Sie eine kurze Beschreibung der Variablen, (wenn vorhanden) deren Einheit und in welchem Skript sie zum Einsatz kommen.

Table 3: Parameter

Variablenbezeichnung	Beschreibung	Einheit	R-Skript
kfwEM_roo	KfW Förderung für Dach	Binärer Indikator, KfW Förderung in Anspruch genommen wurde	2,4
kfwEM_tf	KfW Förderung für Obere Geschossdecke	Binärer Indikator, KfW Förderung in Anspruch genommen wurde	2,4
kfwEM_ext	KfW Förderung für Außenwände	Binärer Indikator, KfW Förderung in Anspruch genommen wurde	2,4

kfwEM_base	KfW Förderung für Keller und Fußboden unterstes Geschoss	Binärer Indikator, KfW Förderung in Anspruch genommen wurde	2,4
kfwEH	KfW Förderung für Komplettisanierung	Binärer Indikator, KfW Förderung in Anspruch genommen wurde	2,4
q_Fa	Fassadenflächenkoeffizienten		4
p_Fa	Fassadenflächenkoeffizienten nach Grundriss		4
f_TB DG	Teilbeheizungsgrad Dachgeschoss für Schrägdach		4
p_Da	Dachflächenkoeffizient für Schrägdach		4
p_ OG	Obergeschossflächenkoeffizienten		4
f_Ga	Korrekturfaktor Gauben		4
f_TB KG	Teilbeheizungsgrad Kellergeschoss		4
f_L	Luftvolumenfaktor		4
f_DDa	Dämmungsgrad Dach	% - als Dezimalwerte	4
f_D OG	Dämmungsgrad Obergeschoss	% - als Dezimalwerte	4
f_DAW	Dämmungsgrad Außenwände	% - als Dezimalwerte	4
f_DFB	Dämmungsgrad Kellergeschoss	% - als Dezimalwerte	4
ins_roof	nachträgliche Dämmstärke Dach	cm	4
u_roof_min	Technische Mindestanforderungen für Dächer U-Werte	W/m <sup>2</sup> K	4
u_roof_ref	Referenz-U-Wert für Dach	W/m <sup>2</sup> K	4
ins_uf	Nachträglichen Dämmstärke Obergeschoss	cm	4
u_uf_min	Technische Mindestanforderungen für Obergeschosse U-Werte	W/m <sup>2</sup> K	4
u_uf_ref	Referenz-U-Wert für Obergeschoss	W/m <sup>2</sup> K	4
ins_wall	Nachträglichen Dämmstärke Außenwand	cm	4
u_wall_min	Technische Mindestanforderungen für Außenwände U-Werte	W/m <sup>2</sup> K	4
u_wall_ref	Referenz-U-Wert für Außenwand	W/m <sup>2</sup> K	4
ins_floor	Nachträglichen Dämmstärke Fußboden	cm	4



u_floor_min	Technische Mindestanforderungen für Fußböden U-Werte	W/m <sup>2</sup> K	4
u_floor_ref	Referenz-U-Wert für den Fußboden	W/m <sup>2</sup> K	4
p_fb	Parameter Bodenfläche		4
p_fe	Parameter der Fensteroberfläche		4
Ft_OG	Reduktionsfaktor für das oberste Stockwerk		4
Ft_AW	Reduktionsfaktor für Außenwand gegen Boden		4
Ft_FB	Reduktionsfaktor für unterste Etage		4
U_WBZ	U-Wert für Wärmebrückenverluste		4
theta_Soll	Raum-Solltemperatur		4
f_z	Reduktionsfaktor für zeitlich begrenztes Heizen		4
f_r	Reduktionsfaktor für räumlich begrenzte Heizung		4
f_n	Nutzungsfaktor		4
eta_G	Wirkungsgrad der Heizung		4
u_io	original U-Wert, nach Baujahr	i = Da, OG, AW, FB	4
u_iKfW	U-Wert abhängig von der KfW-Förderung	i = Da, OG, AW, FB	4
u_iI	Initialisierte U-Werte: Angepasste Gebäude-/Anlagenkomponenten, keine Annahme über aktuellen Standard möglich	i = Da, OG, AW, FB	4
q_w	Nutzwärmebedarf	kWh/(m <sup>2</sup> a)	5
q_wd	Wärmeverlust Verteilung	kWh/(m <sup>2</sup> a)	5
q_ws	Wärmeverlust Speicherung	kWh/(m <sup>2</sup> a)	5
alpha_wg1	Erzeuger Deckungsanteil 1		5
e_wg1	Erzeuger Aufwandszahl 1		5
alpha_wg2	Erzeuger Deckungsanteil 2		5
e_wg2	Erzeuger Aufwandszahl 2		5
q_wdhe	Warmwasser Verteilung: Hilfsenergie-bedarf	kWh/(m <sup>2</sup> a)	5
q_wshe	Warmwasser Speicherung: Hilfsenergie-bedarf	kWh/(m <sup>2</sup> a)	5
q_wghe1	Strombedarf Erzeuger 1	kWh/(m <sup>2</sup> a)	5
q_wghe2	Strombedarf Erzeuger 2	kWh/(m <sup>2</sup> a)	5
q_hwd	Wärmeverlust Verteilung Heizwärmegutschrift	kWh/(m <sup>2</sup> a)	5
q_hws	Wärmeverlust Speicherung Heizwärmegutschrift	kWh/(m <sup>2</sup> a)	5

q_hce	Wärmeverlust Übergabe	kWh/(m <sup>2</sup> a)	5
q_hd	Wärmeverlust Verteilung	kWh/(m <sup>2</sup> a)	5
q_hs	Wärmeverlust Speicherung	kWh/(m <sup>2</sup> a)	5
f_HP	Korrektur Faktor Heizperiode		5
alpha_hg1	Erzeuger Deckungsanteil 1		5
e_hg1	Erzeuger Aufwandszahl 2		5
alpha_hg2	Erzeuger Deckungsanteil 2		5
e_hg2	Erzeuger Aufwandszahl 2		5
q_hcehe	Strombedarf Übergabe	kWh/(m <sup>2</sup> a)	5
q_hdhe	Strombedarf Verteilung	kWh/(m <sup>2</sup> a)	5
q_hshe	Strombedarf Speicherung	kWh/(m <sup>2</sup> a)	5
q_hghe1	Strombedarf Erzeuger 1	kWh/(m <sup>2</sup> a)	5
q_hghe2	Strombedarf Erzeuger 2	kWh/(m <sup>2</sup> a)	5
p_wwet1	Preis WW Erzeuger 1	€	5
p_rhet1	Preis RH Erzeuger 1	€	5

Table 4: Variablen Zwischenberechnungen

Variablenbezeichnung	Beschreibung	Einheit	R-Skript
n_G	Anzahl beheizte Geschosse		4
A_HS	Flaeche des beheizten Geschosses	m <sup>2</sup>	4
A_FB	Flaeche unterstes beheiztes Geschoss	m <sup>2</sup>	4
A_Da	Flaeche Dach	m <sup>2</sup>	4
A_OG	Flaeche OG	m <sup>2</sup>	4
A_Fe	Flaeche Fenster	m <sup>2</sup>	4
A_AWK	Flaeche Außenwand gegen Erdreich	m <sup>2</sup>	4
A_AW	Flaeche Außenwand	m <sup>2</sup>	4
A_tH	Flaeche Bauhuelle Gebaeudehuelle	m <sup>2</sup>	4
A_EB	Energiebezugsflaeche	m <sup>2</sup>	4
V_L	Luftvolumen	m <sup>2</sup>	4
H_TDa	Dach Transmissionswaermeverlust	W/K	4
H_TOG	Obergeschoss Transmissionswaermeverlust	W/K	4
H_TAW	Außenwand Transmissionswaermeverlust	W/K	4
H_TAWK	Außenwand gegen Erdreich Transmissionswaermeverlust	W/K	4
H_TFB	Unterer Fußboden Transmission-swaermeverlust	W/K	4
H_TFe	Fenster Transmissionswaermeverlust	W/K	4

H_TWBZ	Waermebrueckenverluste	W/K	4
H_T	Transmissionswaermeverlust Insgesamt	W/K	4
H_V	Lüftungswärmeverlust	W/K	4
H_V	Lüftungswärmeverlust	W/K	4
f_GT	Gradzahlfaktor	kKh / a	4
Q_L	Wärmeverlust	kWh / a	4
Q_S	Solarer Wärmeeintrag	kWh / a	4
Q_I	Innere Wärmequelle	kWh / a	4
q_h	Heizwärmebedarf/Bezugsfläche	kWh/(m <sup>2</sup> a)	4
q_wstar	Waermebedarf WW Gesamt	kWh/(m <sup>2</sup> a)	5
q_ew1	Endenergiebedarf Warmwasser (WW) Erzeuger 1 ohne Hilfsenergiebedarf	kWh/a	5
q_ew2	Endenergiebedarf WW Erzeuger 2 ohne Hilfsenergiebedarf	kWh / a	5
q_hew	Hilfsenergiebedarf Gesamt WW	kWh / a	5
q_ww	Endenergiebedarf (Wärme + Hilfsenergie) WW	kWh/a	5
q_hw	Heizwaermegutschrift	kWh/(m <sup>2</sup> a)	5
q_hstar	Waermebedarf Raumheizung Gesamt	kWh/(m <sup>2</sup> a)	5
q_eh1	Endenergiebedarf RH Erzeuger 1 ohne Hilfsenergiebedarf	kWh/a	5
q_eh2	Endenergiebedarf RH Erzeuger 2 ohne Hilfsenergiebedarf	kWh / a	5
q_heh	Hilfsenergiebedarf Gesamt Raum	kWh / a	5
q_rh	Endenergiebedarf (Wärme + Hilfsenergie) Raum	kWh/a	5
p_wwet1	Preis WW Erzeuger 1	€	5
K_ww	Gesamtkosten WW	€	5
p_rhet1	Preis RH Erzeuger 1	€	5
K_rh	Gesamtkosten Raumheizung	€	5

Table 5: Variablen Endergebnisse

Variablenbezeichnung	Beschreibung	Einheit	R-Skript
Ebj	Endenergiebedarf (Gesamt)	kWh/m <sup>2</sup> a	5
Kdj	Absolute Energiekosten pro Jahr	€/a	5
h	Energetische Gebäudestandard	W/m <sup>2</sup> K	4

## Fehlermeldungen

Unter bestimmten Umständen kann es zu folgender Fehlermeldung kommen:

```
- Warning message:  
In file.create(to[okay]) : cannot create file '05_Endergebnisse.xlsx',  
reason 'Permission denied'  
  
- Error in file(file, ifelse(append, "a", "w")) :  
cannot open the connection  
In addition: Warning message:  
In file(file, ifelse(append, "a", "w")) :  
cannot open file '05_Endergebnisse.csv': Permission denied
```

Wenn diese Fehlermeldungen auftreten, müssen Sie sämtliche Excel Dateien, in denen die Endergebnisse abgespeichert werden, schließen. Danach können Sie die Skripte zur Berechnung der Endenergiebedarfe erneut ausführen.

## References

Frondel, Manuel; Gerster, Andreas; Kaestner, Kathrin; Pahle, Michael; Schwarz, Antonia; Singhal, Puja; Sommer, Stephan (2023a): The German Heating and Housing Panel (GHHP) - Wave 1: Building Characteristics, doi: 10.7807/ghhp:building:v1.

Frondel, Manuel; Gerster, Andreas; Kaestner, Kathrin; Pahle, Michael; Schwarz, Antonia; Singhal, Puja; Sommer, Stephan (2023b): The German Heating and Housing Panel (GHHP) - Wave 1: Socioeconomic Characteristics and Experiments, doi: 10.7807/ghhp:experiment:v1.

Frondel, Manuel; Gerster, Andreas; Kaestner, Kathrin; Pahle, Michael; Schwarz, Antonia; Singhal, Puja; Sommer, Stephan (2022). Ariadne-Report: So wird geheizt – Ergebnisse des Wärme- und Wohnen-Panels 2021, verfügbar unter: <https://ariadneprojekt.de/publikation/waermepanel21/>.

Glossar angewandte Energieforschung - forschungsnetzwerke-energie.de. (2022). <https://www.forschungsnetzwerke-energie.de/glossar/U-Wert>

Glossar angewandte Energieforschung - forschungsnetzwerke-energie.de. (2022). <https://www.forschungsnetzwerke-energie.de/glossar/Gesamtenergiedurchlassgrad+%28g-Wert%29>

Loga, T., Diefenbach, N., Knissel, J., & Born, R. (2005). Projekt: „Entwicklung eines vereinfachten, statistisch abgesicherten Verfahrens zur Erhebung von Gebäudedaten für die Erstellung des Energieprofils von Gebäuden“ Kurztitel: „Kurzverfahren Energieprofil“.