

BBSR-
Online-Publikation
05/2025

Energetische Bewertung von Gebäuden: Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich

Überarbeitung DIN V 18599 Beiblatt 1

von

Prof. Dr. Kati Jagnow
Nils Buthod-Garçon



Energetische Bewertung von Gebäuden: Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich

Überarbeitung DIN V 18599 Beiblatt 1

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wohnen, Stadtentwicklung
und Bauwesen

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ZUKUNFT BAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Dieses Projekt wurde gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau.

Aktenzeichen: 10.08.18.7-22.35

Projektlaufzeit: 10.2022 bis 08.2024

IMPRESSUM

Herausgeber

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Deichmanns Aue 31–37
53179 Bonn

Fachbetreuer

Dr.-Ing. Michael Brüggemann, Brüggemann Kisseler Ingenieure
im Auftrag des BBSR, Referat WB 3 „Forschung und Innovation im Bauwesen“
zb@bbr.bund.de

Autorinnen und Autoren

Hochschule Magdeburg-Stendal, Magdeburg
Fachbereich Wasser, Umwelt, Bau und Sicherheit (WUBS)
Prof. Dr.-Ing. Kati Jagnow (Projektleitung)
kati.jagnow@h2.de

Nils Buthod-Garçon, M. Eng. (Projektbearbeitung)

Redaktion

Hochschule Magdeburg-Stendal, Magdeburg
Kati Jagnow

Stand

Januar 2024

Gestaltung

Hochschule Magdeburg-Stendal, Magdeburg
Kati Jagnow

Bildnachweis

Titelbild: Kati Jagnow
Alle weiteren Foto- und Bildnachweise siehe Abbildungsverzeichnis, S. 90.

Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Zitierweise

Jagnow, Kati; Buthod-Garçon, Nils, 2025: Energetische Bewertung von Gebäuden: Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich: Überarbeitung DIN V 18599 Beiblatt 1. BBSR-Online-Publikation 05/2025, Bonn.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	7
Abstract	8
1 Einführung	9
2 Problemstellung	11
2.1 Stand der Forschung und der Beratungspraxis	11
2.2 Forschungslücke und Entwicklungsbedarf	12
3 Zielstellung	13
3.1 Konkrete Projektziele	13
3.2 Übergeordnete Ziele und zugehöriger Beitrag des Projekts	14
4 Forschungsdesign	15
4.1 Arbeitshypothesen und Forschungsfragen	15
4.2 Methodischer Ansatz	15
4.3 Arbeitspakete, Meilensteine und Erfolgsindikatoren	19
4.4 Zeitlicher Ablauf, Projektteam und Organisation	22
4.5 Einbindung der Begleitgruppe	23
4.6 Teilnahme an den Projekttagen des BBSR	23
5 Projektdurchführung	24
5.1 Definitionen und Festlegungen	24
5.1.1 Typgebäude und deren Geometrie	24
5.1.2 Baukörper	25
5.1.3 Anlagentechnik	25
5.1.4 Nutzungsranddaten	27
5.1.5 Parallele Verfahren	29
5.2 Untersuchungsvarianten	29
5.2.1 Einzelparametereinfluss	29
5.2.2 Zusammensetzung der Bilanz	31
5.3 Datenproduktion und -auswertung	32
5.3.1 Softwareauswahl	32
5.3.2 Softwareprojekte	33
5.3.3 Projektweise Tabellenkalkulation	33
5.3.4 Projektübergreifende Datenverarbeitung	38

6	Ergebnisse	39
6.1	Relevanz der gewerkeweisen Einflussparameter	39
6.1.1	Nutz- und Endenergiebedarf der Beleuchtung	40
6.1.2	Nutzenergiebedarf Heizen und Kühlen	42
6.1.3	Nutzenergiebedarf Raumluftechnik und Wohnungslüftung	45
6.1.4	Endenergiebedarf der Beheizung	47
6.1.5	Endenergiebedarf der Kühlung	51
6.1.6	Endenergiebedarf der Trinkwassererwärmung	53
6.1.7	Endenergiebedarf der Hilfs- und Antriebsenergien	55
6.1.8	Endenergiebedarf der regenerativen Stromproduktion	59
6.2	Typische Zusammensetzungen des Endenergiebedarfs	60
6.3	Textliche Überarbeitung des Beiblattes 1 im Überblick	64
6.4	Neugefasste Kapitel für das Beiblatt 1	66
6.4.1	Relevanz der gewerkeweisen Einflussparameter	66
6.4.2	Abschnitt: Feststellung der Bearbeitungsreihenfolge	66
6.4.3	Abschnitt: Hilfskennwerte, hier Trinkwarmwasserbedarf	66
6.4.4	Abschnitt: Hilfskennwerte, hier Anwendungsstrombedarf	69
6.4.5	Abschnitt: Anhang zu gewerkeübergreifenden Einflüssen	81
6.5	Modifizierte Texte für das Beiblatt 1	81
6.5.1	Abschnitt: Beschreibung der Vorgehensweise	81
6.5.2	Abschnitt: Annahme der Nutzungsranddaten	82
6.5.3	Abschnitt: Geometriedaten	83
6.5.4	Abschnitt: Anhang zur Dokumentation	84
6.6	Visualisierung	84
7	Schlusswort	86
7.1	Ergebnistransfer	86
7.2	Wissenschaftliche und (bau)praktische Anschlussfähigkeit	86
7.3	Über den Bericht hinausgehender Output	86
8	Mitwirkende	87
9	Kurzbiographien	87
10	Verzeichnisse	88
10.1	Abkürzungen	88
10.2	Literaturverzeichnis	89
10.3	Abbildungsverzeichnis	90
10.4	Tabellenverzeichnis	90
10.5	Softwareverzeichnis	92

11 Anlagen	93
11.1 Datenverfügbarkeit	93
11.2 Detaillierte Beschreibung der Gebäudemodelle	93
11.2.1 Produktion	93
11.2.2 Büro	95
11.2.3 Mehrfamilienhaus	97
11.2.4 Einfamilienhaus	99
11.2.5 Verkaufsstätte	100
11.2.6 Schule	102
11.2.7 Hotel	106
11.3 Detaillierte Beschreibung der Nutzungsranddaten	110
11.4 Detaillierte Beschreibung der Anlagenranddaten	115
11.4.1 Beleuchtung	115
11.4.2 Heizung	115
11.4.3 Trinkwassererwärmung	118
11.4.4 Kälte	119
11.4.5 Raumluftechnik	120
11.4.6 Wohnungslüftung und -kühlung	120
11.4.7 Regenerative Stromproduktion	122
11.5 Quantitative Ergebnisse der Parameteruntersuchung	122
11.5.1 Nutz- und Endenergie der Beleuchtung	122
11.5.2 Nutzenergie der Heizung (Heizwärmebedarf)	123
11.5.3 Nutzwärme der Raumluftechnik	123
11.5.4 Nutzwärme der Wohnungslüftung	124
11.5.5 Endenergie der Heizung	124
11.5.6 Nutzenergie der Kühlung (Kühlbedarf)	126
11.5.7 Nutzkälte der Raumluftechnik	126
11.5.8 Nutzkälte der Wohnungslüftung	127
11.5.9 Endenergie Kühlung im Nichtwohnbau	127
11.5.10 Endenergie Kühlung im Wohnbau	128
11.5.11 Nutz- und Endenergie der Trinkwarmwassererwärmung	128
11.5.12 Hilfsenergie für Lufttransport der Raumluftechnik	129
11.5.13 Hilfsenergie für Lufttransport der Wohnungslüftung	130
11.5.14 Sonstige Hilfsenergien	130
11.5.15 Regenerative Stromproduktion	132
Hinweis zur sprachlichen Darstellung / Genderhinweis	132

Kurzfassung

Als Ergebnis des Forschungsvorhabens werden Arbeitshilfen für die Energiefachplanung bereitgestellt, die den Umgang mit der DIN V 18599 zur Bilanzierung des Energiebedarfs von Gebäuden erleichtern. Insbesondere handelt es sich um:

- eine systematische Bewertung aller Eingangsgrößen der Berechnung bezüglich Ihrer Unsicherheit bzw. Streuung sowie Relevanz auf das Bilanzergebnis und
- eine systematische Einschätzung der Anteile einzelner Gewerke an der Endenergiebilanz.

Damit wird der notwendige Arbeitsaufwand der Datenerhebung für die Fachplanerschaft vorab besser kalkulierbar. Die zur Verfügung stehende Zeit fließt im Sinne des Pareto-Prinzips in die Beschaffung der tatsächlich relevanten Größen (während die weniger wichtigen Größen nur grob erhoben werden) und das Ergebnis der Bilanz wird insgesamt belastbarer.

Die Erkenntnisse des Forschungsvorhabens können verwendet werden, um einen Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich zwischen Rechen- und Messwerten der Endenergien eines Gebäudes herzustellen.

Mit der Thematik befasst sich das gültige Beiblatt 1 zur DIN V 18599 mit Ausgabejahr 2010, welches anhand der Forschungsergebnisse novelliert werden kann. Es enthält bereits Ansätze für die o.g. Plausibilisierung. Bei seiner Erstellung im Jahr 2009 konnte jedoch nicht auf größere Kontingente von Praxisprojekten sowie auf funktionierende Software zurückgegriffen werden. Die Bewertung der Eingangsgrößen erfolgte daher seinerzeit überwiegend qualitativ.

Aus heutiger Sicht sind belastbare quantitative Untersuchungen möglich, auf deren Basis das vorliegende Forschungsprojekt diese Daten bereitstellt. Anhand von 7 Typgebäuden, die zu 23 Berechnungsmodellen führen, werden mehrere Hundert Einzelparameter – die Eingangsgrößen der Bilanzierung – in zwei Softwareprogrammen auf ihre Ergebnisrelevanz hin untersucht. Für den Anwendungsfall jenseits der öffentlich-rechtlichen Nachweise (Gebäudeenergiegesetz GEG), Fördermittelanträge (Bundesförderung energieeffiziente Gebäude BEG) und Zertifizierungen, also für die freie Energieberatung, gehören auch die Nutzungsranddaten zu den Eingangsgrößen.

Darüber hinaus sind die zu überarbeitenden Texte des Beiblattes 1 als Manuskriptentwurf im vorliegenden Forschungsbericht enthalten. Außerdem werden Vorschläge unterbreitet, wie die Erkenntnisse in die übliche Software integriert werden können.

Abstract

As a result of the research project, tools are provided for energy expert planning that make it easier to use DIN V 18599 to balance the energy requirements of buildings. In particular, these include:

- a systematic evaluation of all input variables in the calculation with regard to their uncertainty/variance and relevance to the balance result and
- a systematic assessment of the share of individual subsection in the final energy balance.

This makes it easier for the expert planners to calculate the workload required to collect data in advance, the time available is used in accordance with the Pareto principle to obtain the actually relevant variables (while the less important variables are only roughly collected) and the result of the balance is more reliable overall.

The findings of the research project can be used to create a demand-consumption-comparison between the calculated and measured values of the final energy of a building.

The current Supplement 1 to DIN V 18599, published in 2010, deals with the topic, and can be revised based on the research results. It already contains approaches for the above-mentioned plausibility check. However, when it was created in 2009, it was not possible to rely on a large number of practical projects or functioning software. The assessment of the input variables was therefore mainly qualitative at the time.

From today's perspective, reliable quantitative studies are possible, on the basis of which the current research project provides this data. Using 7 standard buildings, which lead to 23 calculation models, several hundred individual parameters - the input variables for the balance - are examined in two software programs for their relevance to the results. For applications beyond public law verifications (GEG), funding applications (BEG) and certifications, i.e. free energy consulting, the boundary conditions of use are also among the input variables.

In addition, the texts of Supplement 1 to be revised are included in the current research report as a draft manuscript. Furthermore, suggestions are made on how the findings can be integrated into standard software.

1 Einführung

Im vorliegenden Forschungsbericht werden Arbeitshilfen für die Energiefachplanung bereitgestellt, die den Umgang mit der DIN V 18599 zur Bilanzierung des Energiebedarfs von Gebäuden erleichtern. Insbesondere handelt es sich um eine systematische Bewertung aller Eingangsgrößen der Berechnung bezüglich ihrer Relevanz auf das Bilanzergebnis. Dies verfolgt zwei wesentliche Ziele:

■ Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich

Die Erkenntnisse der Forschung bieten ein Hilfsmittel, um die mit den Teilen 1 bis 11 der DIN V 18599 unter Verwendung von Standardnutzung und Standardklima berechneten Bedarfswerte an die individuellen objekt-spezifischen Randbedingungen anzupassen und so einen Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich durchzuführen.

Es handelt sich hierbei um Handlungsempfehlungen, welche die Überprüfung der Eingangsdaten der Bilanz betreffen. Diese sind – je nach Einfluss auf das Endergebnis – in einer sinnvollen Reihenfolge zu prüfen und gegebenenfalls zu modifizieren. Der dabei entstehende modifizierte Bedarfskennwert kann eine Basis für möglichst realistische Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Beratungen, Energieanalysen usw. sein. Die sich ergebende Energiebilanz ist nicht Grundlage eines öffentlich-rechtlichen Nachweises.

Das vorliegende Verfahren ist nur geeignet, um Bedarfs- und Verbrauchswerte miteinander zu vergleichen, solange gleiche Energieanwendungen gemessen und rechnerisch bilanziert werden. Ist im Messwert in nennenswertem Umfang Prozessenergie bzw. Nutzstrom enthalten, welche nicht in der theoretischen Bedarfsbilanz erfasst werden und welche nicht rechnerisch oder messtechnisch ermittelt werden können, wird ein Abgleich entsprechend unsicher oder kann nicht durchgeführt werden.

Beispiel: Der Messwert für Strom einer Werkstatt enthält zu großen Anteilen Maschinen und Absauganlagen, aber nur zu einem geringen Anteil Beleuchtungs- und Pumpenstrom. Der nutzungsbedingte elektrische Energieverbrauch ist jedoch nicht Gegenstand der derzeitigen DIN V 18599. Jedoch liefert der Forschungsbericht eine Auswahl an Hilfskennwerten, um die Datenlücken zu schließen.

■ Realistische Bilanz mit individuellen Randbedingungen

Liegen keine Verbrauchsdaten vor (z. B. im Neubau) oder sind sie nicht verwertbar, können die Erkenntnisse dieses Forschungsprojektes dennoch verwendet werden. Vor allem die als relevant identifizierten Eingangsgrößen können – im Sinne des Pareto-Prinzips – kritisch hinterfragt und gegebenenfalls modifiziert werden, um eine möglichst objektive Einschätzung des Gebäudes, der Technik und seiner Nutzung zu erhalten.

Wiederum ist die sich ergebende Energiebilanz nicht Grundlage eines öffentlich-rechtlichen Nachweises. Sie kann eine Basis für realistischere Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Beratungen, Energieanalysen usw. sein.

Zusammenfassend soll die Aufgabe des Forschungsprojektes so beschrieben werden:

Die Anwenderinnen und Anwender der gewonnenen Erkenntnisse sollen den notwendigen Arbeits- und Zeitaufwand der Datenerhebung vorab besser kalkulieren können, die zur Verfügung stehende Zeit für die Beschaffung relevanter Größen nutzen und bei den weniger wichtigen Größen Abstriche machen, ohne dass das Ergebnis der Bilanz darunter leidet. Insbesondere für Energieberaterinnen oder Fachplaner mit wenig Berufserfahrung ist eine entsprechende Arbeitshilfe relevant. Bedarfswerte der Bilanzierung sollen möglichst realistisch zu gegebenen oder späteren Verbrauchswerten passen, um die Reibung zwischen den Projektbeteiligten zu minimieren.

Zum 01.01.2024 hat das GEG die Verwendung der Normen DIN V 4108-6/DIN V 4701-10 für den öffentlich-rechtlichen Neubaunachweis beendet. Damit ist nur noch die Anwendung der DIN V 18599 zulässig und es steigt die Notwendigkeit, die Anwendbarkeit dieser Norm in der Praxis zu verbessern.

Ebenfalls hat das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) für den individuellen Sanierungsfahrplan (iSFP) zum 31.05.2023 geänderte Modalitäten erlassen. So müssen bei der Erstellung des iSFP verpflichtend Randdaten eines öffentlich-rechtlichen Nachweises gewählt werden (Standardnutzung, Standardklima). Damit steigt die Notwendigkeit, dem Beratungsempfänger oder der -empfängerin nachträglich mit einem Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich die sich ergebenden Abweichungen zwischen iSFP und tatsächlicher Energiebilanz zu erklären.

Ein besonderes Augenmerk wird im Rahmen des Forschungsvorhabens gelegt auf:

- die Nutzungsranddaten, da sie im öffentlich-rechtlichen Nachweis nicht editierbar sind und entsprechend weniger Praxiserfahrung der Energieberaterinnen und -berater bei der Modifikation dieser Größen vorausgesetzt werden kann,
- die Relevanz von Größen mit unkalkulierbarem Fehlerpotential: dies sind vor allem Zahlenwerteangaben ohne Standardwert oder Vorschlagswert (z. B. Volumenangaben, Flächen, Längen).

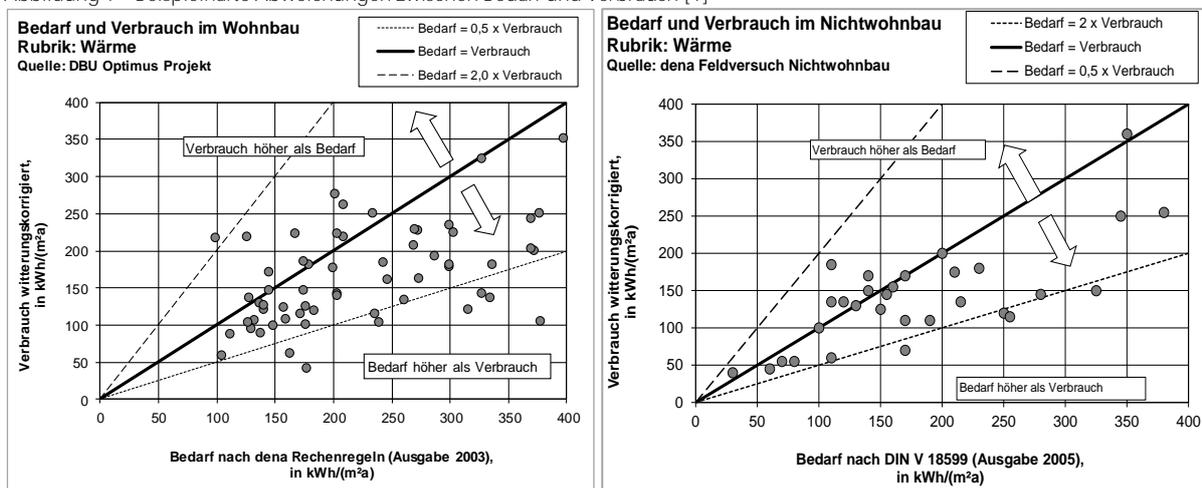
2 Problemstellung

2.1 Stand der Forschung und der Beratungspraxis

Energieausweise können rechnerisch auf der Basis des Energiebedarfs oder anhand des messtechnisch erfassten Energieverbrauchs erstellt werden. Gleiches gilt für Energiekonzepte. Sollen belastbare Empfehlungen über energetisch und wirtschaftlich sinnvolle Sanierungsmaßnahmen für ein bestehendes Gebäude (z. B. im Rahmen einer Energieberatung) erarbeitet werden, so sind stets Energiebedarf und Energieverbrauch auszuwerten. Sofern darauf verzichtet wird, ergeben sich teils große Differenzen zwischen Bedarf und Verbrauch und damit eine u. U. verzerrte Beratungsaussage, wie Abbildung 1 deutlich zeigt.

Die Bedarfsrechnung liefert dabei Aussagen über die Aufteilung der Energieverluste auf bauliche und anlagentechnische Komponenten. Anhand der Verbrauchsdaten können die Gesamtaussagen der Bedarfsrechnung überprüft werden. Damit lässt sich die Treffsicherheit der vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen deutlich erhöhen.

Abbildung 1 – Beispielhafte Abweichungen zwischen Bedarf und Verbrauch [1]



Ein entsprechendes Bewertungsverfahren liefert die DIN V 18599, welche bislang (Ausgaben 2005, 2007, 2011) im Zusammenhang mit der Energieeinsparverordnung (EnEV) zum Einsatz kam und derzeit (Ausgabe 2018 [2], 2025 in Vorbereitung) im Rahmen der GEG-Nachweise verwendet wird. Soll die Bedarfsenergiebilanz im Rahmen der Energieberatung an den Verbrauch angeglichen werden, kann auf das Beiblatt 1 zur DIN V 18599 [Ausgabe 2010] [3] als anerkannte Regel der Technik zurückgegriffen werden. Es liefert

- Hinweise zur Verbrauchsauswertung und Witterungskorrektur,
- eine allgemeine Handlungsanweisung zum Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich und
- eine Zusammenstellung von relevanten Eingangsgrößen in den Rechenalgorithmus der Norm (mit Hinweisen zur Sensitivität der Eingabegrößen, Filterung von Eingabewerten mit großem Einfluss auf das Bilanzergebnis).

Das Beiblatt ist eine praktikable Arbeitshilfe, jedoch auf dem Stand der Normausgabe von 2007. Es wurde seinerzeit erstellt, ohne nennenswert auf umfangreiche Software zurückgreifen zu können. Aus heutiger Sicht, d. h. vor allem unter Nutzung heute verfügbarer Software sowie Einbezug einer großen Anzahl von Projekten, welche mit der Norm berechnet wurden, kann ein größerer Erkenntnisgewinn generiert werden.

Das hier beschriebene Vorhaben knüpft direkt an ein durch Zukunft Bau gefördertes Projekt aus den Jahren 2008/2009 an: „Erarbeitung eines Leitfadens zum Abgleich Energiebedarf-Energieverbrauch“ (Förderkennzeichen Z6-10.08.18.7-07.13/II2-F20-07-1) [6]. Die Erkenntnisse des damaligen Projektes sind die primäre Quelle für den vorliegenden Forschungsbericht. Sie werden übernommen, sofern sich nicht aktuellere, abweichende Erkenntnisse ergeben.

Darüber hinaus liegen dem Forscherteam und der Begleitgruppe digitale Berechnungsdateien realer Projekte verschiedener Gebäudetypen (Büro, Schule, Produktionsstätte, Wohnbau usw.) in verschiedenen Softwarelösungen vor. Sie entstammen beispielsweise Neubauanträgen, Modernisierungsberechnungen oder Forschungsaktivitäten. Diese stellen die zweite Datenbasis für den Forschungsansatz dar. Zusammen mit der Gebäudedatenbank von Clauß [4] („Datenbank mit Modellgebäuden für energiebezogene Untersuchungen, insbesondere der Wirtschaftlichkeit“) ergeben sich daraus die 7 Modellgebäude des vorliegenden Forschungsvorhabens, einschließlich der technischen Beschreibung.

Die dritte Ausgangsbasis der Untersuchungen ist allgemein verfügbare Literatur der letzten 10 Jahre zum Thema „typische Nutzungsranddaten“ [7] [8] [9] [10] (u. a. Innentemperaturen, Luftmengen, Beleuchtungsstärken, Nutzungszeiten) sowie zum „Anwendungsstrombedarf“ [11] als Ergänzung des derzeitigen Bilanzumfangs der DIN V 18599.

2.2 Forschungslücke und Entwicklungsbedarf

Werden Energiebedarf und Energieverbrauch für ein konkretes Objekt ermittelt, so unterscheiden sich die Werte häufig. Die Ursachen für Abweichungen können vielschichtig sein. Das Grundproblem sind Fehlannahmen bei der Berechnung, insbesondere wenn – in Unkenntnis der realen Verhältnisse – mit den Standardwerten oder Vorschlagswerten des Bewertungsverfahrens gerechnet wird.

Es kann dabei unterschieden werden in:

- Abweichungen des Einzelfalls (untypische Eigenschaften der Nutzung, des Baukörpers, der Anlagentechnik) oder
- systematische Fehlannahmen der Norm bzgl. der Frage, welche Eigenschaft typisch ist.

Der erste Fall trifft die Fachplanung bzw. Energieberatung – sie muss Stellung beziehen und ggf. Gegenmaßnahmen ergreifen. Der zweite Fall trifft die Normersteller selbst, die das Problem bei einer Neuausgabe der Norm richtigstellen können.

Für die Fachplanung und Energieberatung fehlt bei der Anwendung der geltenden DIN V 18599 (Ausgabe 2018) mit Software eine Arbeitshilfe zur Einschätzung der Ergebnisrelevanz und möglicher Unsicherheiten der Eingabegrößen. Hier setzt das Forschungsprojekt an.

Es bewertet die Eingabegrößen und versieht sie mit Hinweisen, die aufzeigen, wie stark sich Fehlannahmen bei dieser Größe im Ergebnis – der Endenergie – bemerkbar machen können und wie treffsicher die jeweilige Größe einzuschätzen ist. Beispiele solcher Größen sind: Wärmedurchgangskoeffizienten, Sollbeleuchtungsstärken, Leitungslängen, Leistungszahlen von Wärmepumpen usw.

Die unterstellte These lautet: wird Fachplanerinnen und Energieberatern die Relevanz einzelner Größen auf einfache Weise übermittelt, steigt insgesamt die Aufmerksamkeit und Sorgfalt bei der Datenbeschaffung, jedoch wird keine unnötige Zeit verschwendet für nebensächliche Eingangsdaten. Im Rahmen von Bestandsbewertungen kann somit schneller (kostengünstiger) ein Abgleich zwischen Bedarf und Verbrauch hergestellt werden und die Treffsicherheit von Einsparprognosen erhöht werden. Für Berufseinsteiger sinkt das Risiko von Haftungsfragen bei der Erstellung von Nachweisen (GEG, BEG).

3 Zielstellung

3.1 Konkrete Projektziele

Alle Eingangsparameter einer Energiebilanzierung nach DIN V 18599 sollen hinsichtlich ihrer Ergebnisrelevanz bewertet werden. Eine höhere Relevanz ist abhängig von zwei Aspekten gegeben. Zum einen, wenn die jeweilige Eingangsgröße das Ergebnis, im Allgemeinen die Endenergie, stark beeinflusst. Zum anderen, wenn die jeweilige Eingangsgröße als unsicher anzusehen ist. Dies tritt bei Größen auf, deren Bestimmung vor Ort beziehungsweise anhand von Planungsdaten zu sehr unterschiedlichen Einschätzungen führen kann.

Zunächst sollen anhand zweier Softwareprogramme für die Energiebilanzierung sowie anhand der Gleichungen der Norm alle Eingangsgrößen festgestellt werden. Für eine Reihe von Beispielgebäuden werden die Eingangsgrößen auf einen typischen mittleren Wert festgelegt. Es wird eine Ausgangsenergiebilanz erstellt. Die Endenergien werden insgesamt und auch gewerkeweise protokolliert. Im nächsten Schritt wird jede Eingangsgröße möglichst unabhängig von allen anderen Größen variiert. Erneut wird die Endenergie erfasst. Im Vergleich der Endenergien wird sichtbar gemacht, wie groß der Ergebniseinfluss der betreffenden Eingangsgröße ist.

An dieser Stelle führt die Parameteranalyse zu einer quantitativen Aussage. Im Quervergleich verschiedener Energiebilanzen und im Vergleich der Einflussparameter untereinander wird daraus eine qualitative Bewertung abgeleitet. Das Forschungsvorhaben zielt darauf ab, die Einflussparameter hinsichtlich ihrer Ergebnisrelevanz zu sortieren, ohne einen absoluten Einfluss ausrufen zu müssen. Geplant sind 5 unterschiedliche Relevanzgrade, um für die spätere Anwendung der Ergebnisse eine Übersichtlichkeit zu erhalten. Bevor der Parametertest durchgeführt wird, ist unklar, wie viele der Eingangsgrößen in den jeweiligen Relevanzgrad fallen.

Dieser Ablauf lässt verschiedene Erfolgsindikatoren zur Überprüfung der Projektziele zu:

- Es liegen Typgebäude als Nutzungs- und Geometriemodelle vor. Als sinnvolle Basis zur Beschreibung des deutschen Wohngebäude- und Nichtwohngebäude-Bestandes wurden bereits im Forschungsantrag 7 Typgebäude als ausreichend definiert.
- Eine Excel-Datenbank mit den kompletten Eingangsgrößen der Bilanzierung für jedes Typgebäude liegt als separate Datei vor. Die mittleren Eigenschaften sind mit der Begleitgruppe abgestimmt.
- Für jede Eingangsgröße ist eine sinnvolle Bandbreite der Parameteranalyse festgelegt. Auch diese ist mit der Begleitgruppe abgestimmt. Regulär ergeben sich jeweils 2 zusätzliche Werte, die zu einer größeren beziehungsweise kleineren Endenergie führen („gut“ – „schlecht“).
- Die quantitativen Ergebnisse werden in qualitative Ergebnisse überführt. Es werden dabei 5 unterschiedlich hohe Relevanzgrade unterschieden. Ob dabei eine lineare oder nicht lineare Zusammenfassung von Ergebnisrelevanz erfolgen muss, ist zunächst offen. Das Forscherteam zielt auf ein dem Pareto-Prinzip angelehntes Ergebnis ab: Es sollen wenige Eingangsgrößen gefunden werden, die einen großen Einfluss haben. Im Gegenzug sollen viele Eingangsgrößen identifiziert werden, die von untergeordneter Bedeutung sind.

Im Weiteren ist als konkretes Projektziel die Überführung der Ergebnisse in den Normenkreis vorgesehen. Deshalb wird bereits parallel zur Projektbearbeitung in dem entsprechenden DIN-Gremium berichtet. Zudem setzt sich die Begleitgruppe aus Mitgliedern des DIN-Gremiums zusammen. So soll sichergestellt werden, dass die Erkenntnisse der Forschungsarbeit kompatibel zur Normarbeit sind und entsprechend dort nach Ende des Forschungsvorhabens einvernehmlich in ein neues Beiblatt überführt werden können.

Auf Basis der Projektergebnisse soll auch die Softwaregütegemeinschaft zur DIN V 18599 dazu bewogen werden, die Relevanz der Eingangsgrößen einfach und verständlich für die Softwareanwendung darzustellen.

3.2 Übergeordnete Ziele und zugehöriger Beitrag des Projekts

Das primäre übergeordnete Ziel des Projektes ist die Unterstützung der Fachplanung (incl. Energieberaterinnen und -beratern) bei der Erstellung von Energiebedarfsberechnungen nach der DIN V 18599 mit den Ergebnissen des Forschungsvorhabens. Die Fachplanerschaft soll mit Hilfe der Erkenntnisse aus dem Projekt (als gedruckte Handreichung oder Implementierung in Software) in die Lage versetzt werden, die Ergebnisrelevanz der Eingangsgrößen eines Projektes besser einschätzen zu können.

Im Falle der öffentlich-rechtlichen Nachweisführung werden idealerweise die relevanten Eingangsgrößen der Berechnung mit größerer Sorgfalt erhoben bzw. besser dokumentiert/abgesichert, was die Güte der Nachweise einerseits und die Rechtssicherheit andererseits erhöht. Im Falle der Beratung von Bestandsprojekten wird die Fachplanerschaft in die Lage versetzt, eine bessere Übereinstimmung zwischen dem berechneten Bedarfswert und dem vorhandenen Verbrauch zu erzielen. Dies erhöht die Glaubwürdigkeit von Einsparprognosen. Eine langfristig höhere Akzeptanz des Rechenmodells der DIN V 18599 in der Fachplanerschaft wird damit angestrebt.

Diese Akzeptanz ist noch nicht so hoch, wie man es sich nach mehr als 15 Jahren Praxiseinsatz wünschen würde. Daher ist es im öffentlichen Interesse, das Verfahren für die Fachplanerschaft so transparent wie möglich zu gestalten. Diesem Problem widmete sich ein 2021 abgeschlossenes Forschungsprojekt zur Datenausgabe (DIN V 18599, Beiblatt 3) [5]. Andererseits geht das Forscherteam davon aus, dass die bereitgestellten Arbeitshilfen dieser Veröffentlichung die Anwenderfreundlichkeit bei der Eingabe weiter erhöht.

Die Identifizierung der Ergebnisrelevanz der Eingangsgrößen einer Berechnung ist auch für die Weiterentwicklung der Norm DIN V 18599 selbst wichtig. So ist für sehr unsichere, aber einflussreiche Parameter künftig eine Verfeinerung der Normverfahren sinnvoll. Im Gegenzug können auch Bewertungsverfahren vereinfacht werden, wenn die betreffenden Parameter weniger ergebnisrelevant sind. Beides setzt jedoch Kenntnisse zum Ergebniseinfluss voraus. Ist bei einzelnen Parametern nicht nur ein großer Ergebniseinfluss erkennbar, sondern auch ein systematischer Fehler – z. B. bei den Nutzungsranddaten der Norm – lassen sich zudem durch geänderte Annahmen bei der Bedarfsberechnung von vornherein bessere Übereinstimmungen zum Verbrauch herstellen. Das Projekt soll die Modifizierungsnotwendigkeiten aufzeigen.

4 Forschungsdesign

4.1 Arbeitshypothesen und Forschungsfragen

Folgende Forschungsfragen sollen geklärt werden:

- Welche Eingangsgrößen ergeben sich aus Sicht der Fachplanung bei einer Bilanzierung eines Gebäudes (systematische Zusammenstellung nach Gewerk) als Eingabegrößen einer Software? Für welche dieser Eingaben sieht die Norm optional Standardwerte vor? Welchen Ergebniseinfluss hat jede Größe bezogen auf das zugehörige Gewerk (z. B. das Vorhandensein einer Präsenzregelung auf die Endenergie der Beleuchtung)? Mit welcher Genauigkeit lässt sich für die betreffende Größe ein Standardwert oder typischer Wert abschätzen? Was bedeutet dies für den Datenerhebungsaufwand und die Rechtersorgfalt der bilanzierenden Fachplanung?
- Wie setzt sich die Endenergiebilanz verschiedener Gebäudearten (Büro, Schule usw.) grundsätzlich zusammen? Welche Gewerke sind dabei wie ergebnisrelevant bezüglich der Endenergie? Wie lassen sich die Erkenntnisse auf Primärenergie und Emissionen übertragen? Welchen Einfluss haben der Technisierungs- und Modernisierungsgrad bzw. die Baualtersklassen? Lassen sich typische Gesamteinflüsse der einzelnen Gewerke – zumindest in groben Bandbreiten – ableiten?
- Wie könnte eine Arbeitshilfe für die Fachplanung gestaltet werden, um die Erkenntnisse des Projektes unmittelbar in den Arbeitsablauf der Gebäudebewertung mit einer Bilanzierungssoftware zu integrieren?
- Welchen besonderen Einfluss haben die Nutzungsranddaten auf das Bilanzergebnis typischer Nichtwohnbauten (Büro, Bildungsbau, Verkaufsstätte, Hotel, Produktionsgebäude)? Wie sind die derzeitig verwendeten Randdaten einzuschätzen, auch im Abgleich mit neuerer Literatur bzw. messtechnischen Erkenntnissen? Werden Randdaten im Nachweis verwendet, die zu systematischen Fehlern (Über-/Unterschätzung bestimmter Energiemengen) führen?

4.2 Methodischer Ansatz

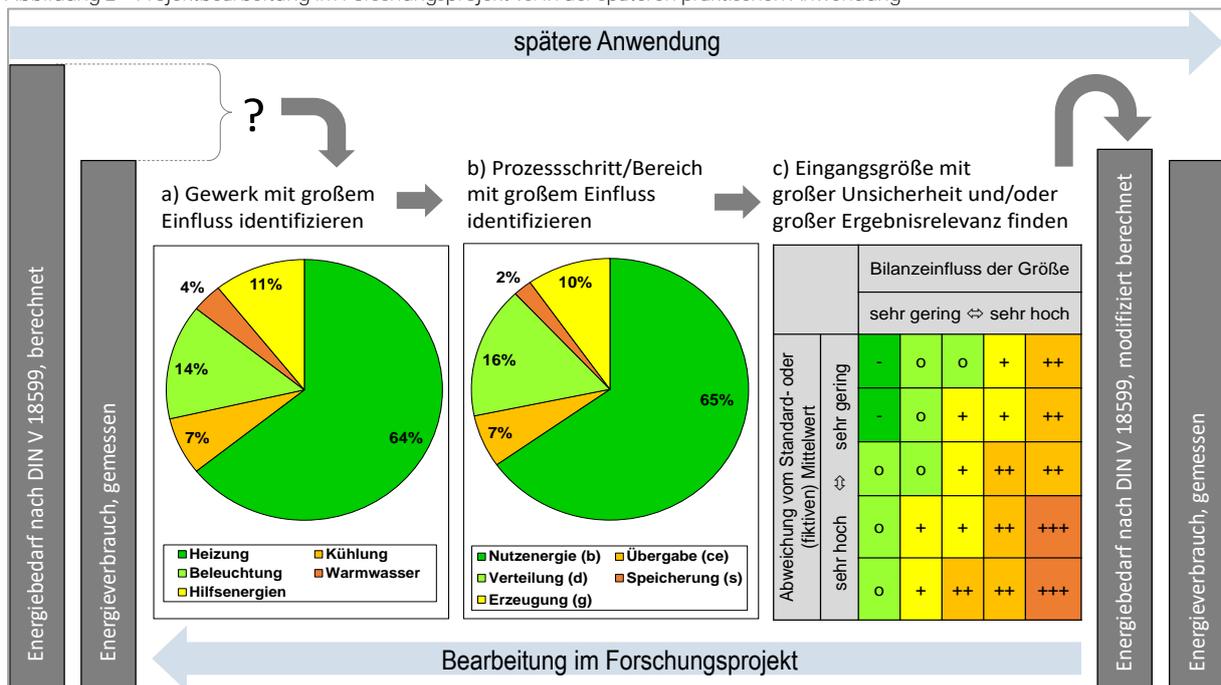
Der gegebene Arbeitsablauf des Projektes soll anhand von Abbildung 2 erläutert werden.

Soll in einem Praxisprojekt unter späterer Anwendung des Beiblattes 1 der DIN V 18599 ein Abgleich zwischen **Bedarf und Verbrauch erfolgen, werden...**

- ... die Bilanz des Bedarfs in einer Software erstellt und der Verbrauch witterungs- und zeitkorrigiert sowie die Diskrepanz zwischen beiden Werten festgestellt (Abbildung 2, links),
- ... das Gewerk identifiziert, das einen großen Anteil am Ergebnis hat. In diesem Gewerk wird der Prozessschritt identifiziert, der einen großen Anteil hat (Abbildung 2, Mitte a & b),
- ... die zu diesem Prozessschritt gehörigen Eingabegrößen in der Software identifiziert. Einflussgrößen mit starker Unsicherheit und/oder großem Ergebniseinfluss (zusammen: großer Relevanz) werden anschließend kritisch überprüft, beginnend mit den relevantesten (Abbildung 2, Mitte c),
- ... die mehrfach modifizierte Bilanz am Ende erneut dem Verbrauch gegenübergestellt und planmäßig resultiert eine geringere Abweichung zwischen Bedarf und Verbrauch (Abbildung 2, rechts).

Im Forschungsvorhaben werden die Punkte a bis c aus Abbildung 2 ebenfalls bearbeitet, jedoch in anderer Reihenfolge. Da der Forschungsansatz nicht auf einer großen Stichprobe basiert, sondern auf exemplarischen Projekten, ist die Ausgangsüberlegung keine Diskrepanz zwischen Bedarf und Verbrauch.

Abbildung 2 – Projektbearbeitung im Forschungsprojekt vs. in der späteren praktischen Anwendung

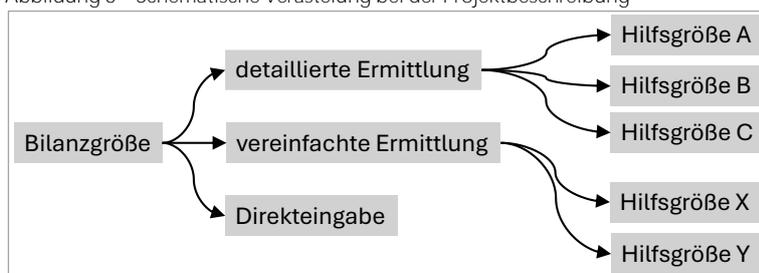


Daher wird wie folgt vorgegangen:

- Für eine Reihe von Gebäudemodellen werden unter Verwendung mittlerer Eigenschaften Bedarfsbilanzen aufgestellt. Jede einzelne Einflussgröße wird im Anschluss sowohl verbessert als auch verschlechtert, um ihre Ergebnisrelevanz festzustellen. In der Querschau der Projekte erfolgt eine Bewertung des Ergebniseinflusses; die Einschätzung der Unsicherheit erfolgt dagegen qualitativ; es entsteht die Matrix zur Ergebnisrelevanz (Abbildung 2, Mitte c).
- Anhand der Gebäudemodelle werden im Anschluss beispielhaft die Anteile der einzelnen Gewerke am Endergebnis ermittelt; dabei werden unterschiedliche Kombinationen aus einer guten, mittleren oder schlechten Gebäudehülle sowie einer guten, mittleren oder schlechten Anlagentechnik untersucht. In der Querschau der Gebäudemodelle erfolgt eine Verallgemeinerung (Gebäudemodelle, Mitte a und b).

Bei der Zusammenstellung der Eingangsgrößen ist festzustellen, dass nicht alle Eingangsgrößen der Bilanzierung sinnvoll in demselben Projekt getestet werden können. Bestimmte Abfragen verbinden sich mit bestimmten Technologien oder Ausstattungsmerkmalen. Als Beispiel soll genannt werden: mit dem Vorhandensein einer Fußbodenheizung verbindet sich eine Reihe von Abfragen. Ist eine Heizkörperheizung vorhanden, ergeben sich andere Abfragen. Ähnlich verhält es sich mit der Beschreibung von Bauteilen. Abfragen zum unbeheizten Raum ergeben sich nur, wenn ein solcher unterhalb der genutzten Geschosse angeordnet ist. Im Alternativfall müssen Fragen zu einem erdreichberührten Bauteil beantwortet werden.

Abbildung 3 – Schematische Verästelung bei der Projektbeschreibung



Darüber hinaus ergeben sich verschiedene Abfragen aufgrund verschiedener Detaillierungsgrade bei der Berechnung. Insbesondere wenn Näherungsverfahren verwendet werden, um eine Eingangsgröße abzuschätzen, kann eine ganze Vielzahl von Ersatzgrößen notwendig sein. Abbildung 3 veranschaulicht das Problem.

Das Beiblatt 1 zur DIN V 18599 in seiner Ausgabe von 2010 beschränkt sich darauf, die Relevanz der Hauptbilanzgrößen zu beschreiben. In Abbildung 3 als „**Bilanzgröße**“ benannt. Es könnte z. B. ein Kesselwirkungsgrad damit gemeint sein oder eine Beleuchtungsleistung. Für die Softwareanwenderinnen und -anwender ist diese Größe aber nicht direkt als solches erkennbar, wenn **nicht „Direkteingabe“ gewählt wird. Sofern Näherungsverfahren – in der Abbildung „detaillierte Ermittlung“ oder „vereinfachte Ermittlung“ genannt – gewählt werden, ergeben sich meist mehrere (häufig qualitative) Ersatzabfragen zu dieser Größe. Für die Anwendung könnte dies im Falle der Leistungsermittlung des Erzeugers das „Kesselbaujahr“ oder der „Gebläsebrenner“ oder im Falle der Leistungsermittlung der Beleuchtung die „Beleuchtungsstärke“ sein.**

Hinter diesen Abfragen stecken indirekt Standardwerte aus der DIN V 18599, welche im Rechenkern der Software in die Berechnungen miteinfließen.

Bei der Projektbearbeitung wurde mit der Begleitgruppe diskutiert und anschließend festgelegt, dass die Neuausgabe des Beiblattes 1 und somit das vorliegende Forschungsprojekt aus Anwendungssicht die Relevanz der Ersatzabfragen mit in den Fokus nimmt, da dies praxisrelevanter ist.

Bei der Festlegung der Bandbreite von Eingangsgrößen für die Energiebilanz müssen zwei grundsätzliche Fälle unterschieden werden:

- Für die qualitativen Abfragen/Eingaben in eine Software erfolgt die Festlegung einer dreistufigen Liste.
 - Definition im Regelfall: der Zahlenwert, mit dem tatsächlich gerechnet wird, ist keine aktive Eingabe der Softwareanwenderinnen und -anwender. Er wird aus einem gegebenen Angebot von Vorschlagswerten gewählt oder im besten Fall interpoliert. Für die Softwareanwendung zeigt sich diese Art der Eingabe in Form von Auswahllisten oder An-/Abwahl-Häkchen. Der potenzielle maximale Fehler (durch Unwissenheit oder Versehen) ist begrenzt.
 - Beispiel: direkte Beleuchtung – direkt/indirekte Beleuchtung – indirekte Beleuchtung.
 - Falls nur zwei Merkmale zur Auswahl stehen, dann wird zweistufig festgelegt. Der Wert, welcher im Allgemeinen häufiger in realen Projekten anzutreffen ist, ist gleichzeitig auch die mittlere Eigenschaft. An dieser Stelle wird auf die Expertise der Begleitgruppe zurückgegriffen, um eine sinnvolle mittlere Annahme zu treffen.
- Für die quantitativen Abfragen/Eingaben in eine Software erfolgt die Festlegung, um wieviel (Prozent bzw. Faktor oder Zu-/Abschlag) die modifizierten Eigenschaften von den mittleren entfernt liegen.
 - Definition im Regelfall: der Zahlenwert, mit dem gerechnet wird, ist eine aktive Eingabe der Softwareanwenderinnen und -anwender. Er wird in ein Zahlenwertkästchen aktiv eingetragen (alternativ wird ein dort befindlicher Vorschlagswert überschrieben). Der potenzielle maximale Fehler (durch Unwissenheit oder Versehen) ist nahezu unbegrenzt – im Zweifelsfalle mehrere Zehnerpotenzen, wenn beispielsweise die korrekte Einheit übersehen wird.
 - Beispiel: 0,9 – 1,0 – 1,1 als Faktoren einer Flächeneingabe (mit dem Faktor 1 als mittlerer Wert) oder „**± 0,3 W/(m²K)**“ als Zu- und Abschlagswerte auf einen vorher als Mittelwert festgelegten Wärmedurchgangskoeffizienten.
 - Für die einzelnen Eingabedatenpunkte sind nicht immer dieselben Varianzbandbreiten sinnvoll, da in der Praxis verschiedene Streuungen zu erwarten sind (± 50 %, ± 10 % usw.).
 - Ob jeweils eine exponentielle Teilung verfolgt wird, beispielsweise „**0,5 – 1 – 2,0**“ oder eine lineare „**0,8 – 1 – 1,2**“, hängt vom Einzelfall ab. Die Frage „**wie falsch, falsch ist**“ ist zu diskutieren. An dieser Stelle wird auf die Expertise der Begleitgruppe zurückgegriffen.

- Darüber hinaus gibt es Größen, die nicht symmetrisch variiert werden können, z. B. Zeiten (da eine natürliche Begrenzung in beiden Richtungen gegeben ist). Es erfolgt eine, ggf. auch unsymmetrische, Festlegung im Einzelfall, z. B. tägliche Nutzungsstunden „12 h/d – 20 h/d – 24 h/d“.
- Es gibt Mischformen von qualitativen und quantitativen Abfragen/Eingaben, wenn die Norm alternative Rechenmodelle anbietet.
 - Verfügen Anwenderinnen und Anwender über genaues Wissen, kann die quantitative Beschreibung genutzt werden. Bei schlechter Datenbasis bietet sich die qualitative Beschreibung bzw. das Nutzen von Näherungsverfahren an.
 - Bei der Parameteranalyse im Rahmen dieses Forschungsvorhabens werden beide Modelle getrennt getestet – wie oben separat beschrieben, als Beispiel sei die Eingabe von Leitungslängen genannt, die über Direkteingabe (dann entsprechend „**quantitativ**“) oder über **Näherungsmodelle** (dann „**qualitativ**“) erfolgen kann

Die Dreistufigkeit (niedriger – mittlerer – hoher Wert) der Eingangsgrößen bei der Parameteranalyse führt in vielen Fällen zu einer erwartbaren Dreistufigkeit der Ergebnisse. Das heißt, es ist bereits bei den Eingangsdaten absehbar, welcher Wert zu einem geringen, mittleren oder hohen Endenergieergebnis führt.

Jedoch ist dies nicht immer einfach und eindeutig möglich. Insbesondere Größen, die in mehreren Gewerken ergebnisrelevant sind, können auch gegenläufige Aussagen hervorrufen. Als Beispiel sind Eingaben zu nennen, die zu veränderten internen Wärmeeinträgen führen. In der Bilanz des Heizfalls ergeben sich mit höheren Wärmeeinträgen entsprechend geringere Endenergien für die Heizung. Die gleiche Größe kann einen erhöhten Energiebedarf bei der Kühlung hervorrufen. Die Leitungslängen des Trinkwarmwassernetzes sind ein solcher Datenpunkt.

Auch Größen, die gleichzeitig Tageslichtnutzung und somit die Endenergie der Beleuchtung sowie die Wärmebilanz des Gebäudes beeinflussen, sind nicht eindeutig mit dem Attribut gut, mittel oder schlecht zu beschreiben. Die Fensterfläche ist eine solche Größe. Wird sie vergrößert, kann dies positiv für die Beleuchtung, jedoch negativ für die Endenergie der Heizung sein.

Werden alle Eingangsparameter für den Parametertest registriert, ergeben sich etwa 800 Datenpunkte. Darin enthalten sind Doppelbeschreibungen von Größen, wenn es mehrere Verfahren zur Bestimmung gibt, jedoch keine Doppelzählungen, weil es parallele Abfragen innerhalb eines Projektes gibt (mehrere Zonen parallel, mehrere Erzeuger parallel usw.). Nicht alle Zeilen mussten in jedem Projekt einen Wert erhalten, da Parallelblöcke z. B. für verschiedene Wärme- und Kälteerzeuger angelegt wurden, in dem betreffenden Projekt jedoch nur einer der Erzeuger relevant war. Auch haben nicht alle Projekte jeweils alle Technologien (Schule ohne Kältetechnik, Wohnbau ohne Photovoltaik usw.).

Alle Bilanzparameter werden anhand von Beispielprojekten getestet. Aufgrund der Fülle der Parameter sowie der teils unmöglichen Kombinierbarkeit der Größen ergeben sich 23 Projektdateien insgesamt.

Ziel der Untersuchung ist der Test jeder Größe in etwa 2 Beispielprojekten. Für jedes Projekt wurde dazu eine grundsätzlich ähnlich aufgebaute Exceltabelle angelegt, die entsprechend zunächst alle möglichen Eingangsdaten enthält. Das jeweilige Projekt wird in dieser Exceltabelle mit allen Eingaben beschrieben; einige Zeilen bleiben leer, wenn sie nicht zum Testumfang des Projektes gehören.

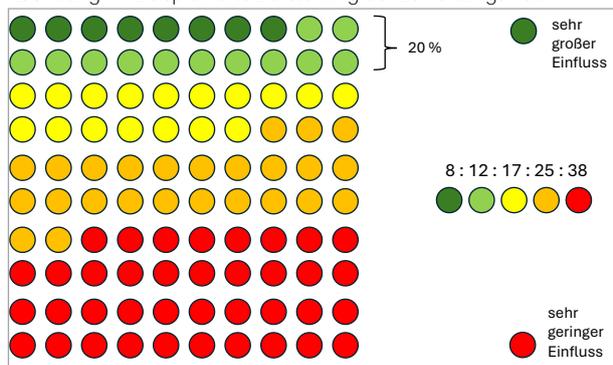
Auf Basis aller „**mittleren**“ Eigenschaften eines Projektes entsteht eine Energiebilanz mit einem Referenz-Endenergiebedarf (Hinweis: es handelt sich nicht um den Referenzwert des GEG). Anschließend wird genau eine Eigenschaft geändert (in der vorher festgelegten Spanne) und die sich ergebenden beiden neuen Endenergien werden notiert. Dies erfolgt parallel in 2 Softwareprogrammen, sofern dies aufgrund der gegebenen Programmierung möglich ist.

Wenn in einem Projekt 100 Zeilen eine Eigenschaft aufweisen (100 Datenpunkte als Basis der Bilanzierung), wird entsprechend 100-mal so vorgegangen. Entsprechend gibt es neben einem mittleren Bilanzergebnis zusätzlich 200 Parameteranalysen - jeweils 100 geringere und 100 höhere Ergebnisse. Für jeden Test einer Eigenschaft bleiben alle anderen 99 **Größen in der Ausprägung „mittel“**. Für jede untersuchte Größe kann – bezogen auf den vorher vorhandenen Ausgangswert der Endenergie - eine relative Abweichung bestimmt werden.

Im letzten Schritt werden die Bilanzergebnisse projektübergreifend und softwareübergreifend zusammengefasst. Die relativen Abweichungen der untersuchten Parameter werden zunächst gesichtet. Auf Basis der Ergebnisse aller Projekte wird eine qualitative Abstufung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Relevanz innerhalb des Gewerks und insgesamt vorgenommen.

Das übergeordnete Ziel ist, jeweils wenige Größen innerhalb eines Gewerkes zu identifizieren, die sehr ergebnisrelevant sind. Eine große Anzahl von Eingangsdaten ist dagegen von untergeordneter Bedeutung. Dies soll bei der Anwendung der Norm helfen – im Sinne des Pareto-Prinzips – die Aufmerksamkeit auf wenige Eingaben zu richten, siehe exemplarische Darstellung in Abbildung 4. Etwa 20 % der Größen haben sehr großen bzw. großen Einfluss. Die Gesamtmenge aller Größen wird nicht linear unterteilt. Zwischen den Untergruppen liegt etwa jeweils der Faktor 1,5. Somit hat mehr als ein Drittel aller Eingaben einen sehr geringen Einfluss auf das Ergebnis.

Abbildung 4 – Beispielhafte Darstellung der Bewertungsmatrix



Die Frage, ab welchem Ergebniseinfluss eine Größe für ein Gewerk mit „sehr wichtig“ oder „unwichtig“ gekennzeichnet wird, hängt von den bilanzierten Zahlenwerten selbst ab. Die Gesamtmenge aller untersuchten Einflüsse auf ein Gewerk wird näherungsweise unterteilt im Verhältnis 8 : 12 : 17 : 25 : 38, vergleiche Abbildung 4.

Für einzelne Größen, die in mehreren Gewerken relevant sind, können sich verschiedene Bewertungen ergeben. Der Einfluss von beispielsweise Nutzungszeiten auf die Endenergie der Beleuchtung ist ein anderer als im Gewerk der Kühlung. Innerhalb eines Gewerkes mit vielen Einflussparametern, die jeweils das Endergebnis nur gering beeinflussen, ergeben sich andere Bewertungen als im Umkehrfall.

4.3 Arbeitspakete, Meilensteine und Erfolgsindikatoren

Die Arbeitspakete aus dem Projektantrag in ihrer finalen Umsetzung zeigt nachfolgende Tabelle 1. Eine kritische Stellungnahme zu eingetretenen Abweichungen folgt im Anschluss.

Tabelle 1 – Arbeitspakete

Arbeitspaket	
AP1	Vorbereitung
AP1.1	Beschaffung einlesbarer Projektdateien für ca. 7 verschiedene Gebäudetypen. Je ein Büro, Bildungsbau, Verkaufsstätte, Hotel, Produktionsgebäude, EFH, MFH wird recherchiert. Die finale Festlegung wird mit der Begleitgruppe abgestimmt. Eine Zonierung und Hüllflächenfestlegung erfolgt. Das Projekt wird in eine Bilanzierungssoftware übernommen, ggf. mit Anonymisierung und Vereinfachungen (z. B. verschiedene Fensterformate homogenisiert). Die typische Zonierung (Flächenanteile für Verkehrsflächen usw.) werden aus Realprojekten übernommen bzw. daran angelehnt.
AP1.2	Systematische Durchsicht von Norm, Beiblatt und Software bzgl. der Eingangsgrößen einer Bilanzierung. Der Text der Norm sowie mehrere Softwarelösungen werden gesichtet und eine Datenbank an Eingangsgrößen für die Bilanzierung erstellt (z. B. in Excel). Die Eingangsgrößen werden klassifiziert: welches Gewerk, vorhandener Standardwert oder freie Eingabe ohne Vorgaben. Es wird zur Wahrung der Übersichtlichkeit – wenn möglich – die Eingabereihenfolge beachtet, die auch für ein Realprojekt in einer Fachplanung maßgeblich wäre. Aufgrund der Voranalyse und aufgrund des vorhandenen Beiblattes 1 kann davon ausgegangen werden, dass insgesamt ca. 150 ... 200 Einzelgrößen zu beschreiben sind.
AP1.3	Beschaffung/Recherche von Literatur zu Nutzungsranddaten von Gebäuden. Durch Recherche von Praxisprojekten werden die Nutzungsranddaten aus DIN V 18599-10 (insbesondere Luftwechsel, Innentemperaturen, Nutzungszeiten, Beleuchtungsstärken) untermauert oder widerlegt. Es erfolgen ein Datenaustausch sowie eine Wertfestlegung mit der Begleitgruppe. Der Schwerpunkt liegt auf dem Nichtwohnungsbau.
AP2	Parametervariation mit Softwarebilanzierung
AP2.1	Festlegung der Detaildateien aus 1.1 in 3 energetischen Standards. Für jedes Typgebäude aus der Festlegung unter 1.1 werden gewerkeweise (Baukörper, Heizung, Beleuchtung usw.) 3 Datensätze für die Ausstattung bzw. den energetischen Standard festgelegt. Dazu werden die Eingangsparameter aus 1.2 mit Werten belegt, die anschließend mit der Begleitgruppe diskutiert und abgestimmt werden. Es wird unterschieden in einen typischen Bestandswert bzw. mittleren Wert, einen schlechten Standard/niedrige Effizienz und einen guten Standard/hohe Effizienz für jede Eingabegröße. Die unter 1.2 angelegte Datenbank wird damit vervollständigt.
AP2.2	Modifikation der Eingangsgrößen aus 1.2. Es erfolgt für jedes Gebäude (7 Fälle) und jedes Gewerk (Heizung, Kühlung, Trinkwarmwasser, Beleuchtung, Baukörper, Raumluftechnik) eine Parametervariation durch Berechnung mit Software. Dabei werden die Gewerkefestlegungen (gut, mittel, schlecht) miteinander kombiniert. Mindestens die 3 Fälle "alles schlecht", "alles mittel", " alles gut " werden für jedes Gebäude untersucht. Darüber hinaus auch innerhalb der Gewerke eine Varianz von Einzelgrößen, um deren Einflüsse auf das Gewerkeergebnis zu protokollieren. Die jeweils nicht betrachteten Werte bleiben im mittleren Niveau. Es wird davon ausgegangen, dass sich somit mehrere 100 Varianten für jeden Gebäudetyp ergeben.
AP2.3	Modifikation von Nutzungsranddaten innerhalb der Normbandbreite und der Literaturerkenntnisse. Die Nutzungsranddaten der Gebäude werden in den unter 1.3 gefundenen Erkenntnissen ebenfalls in 3 Stufen je Gebäudetyp variiert. Dabei werden die sonstigen Eigenschaften des Gebäudes in 3 Stufen festgelegt ("schlecht", "mittel", "gut"). Mit der Begleitgruppe werden die oberen und unteren Grenzen der Parametervariation diskutiert.
AP3	Ergebnisdarstellung
AP3.1	Aufbereitung der Ergebnisse aus 2.2 zur Darstellung der Relevanz der Gewerke. Die gewerkeweisen Anteile an den o.g. Energiekennwerten des gesamten Gebäudes werden aufbereitet. Sofern für die Gebäudetypen eine übergreifende Verallgemeinerung möglich ist, erfolgt diese.
AP3.2	Aufbereitung der Ergebnisse aus 2.2 zur Beschreibung der Einzeleinflüsse innerhalb eines Gewerkes. Die Ergebnisse der Einzelanalyse der einzelnen Einflussgrößen innerhalb eines Gewerkes (z. B. der Leitungslänge auf die Endenergie der Heizung oder der Energiedurchlassgrad der Fenster auf den Heizwärmebedarf) werden ausgewertet und dargestellt. Sofern für die Gebäudetypen eine übergreifende Verallgemeinerung möglich ist, erfolgt diese.
AP3.3	Aufbereitung der Ergebnisse aus 2.3 zur Beschreibung der Nutzungseinflüsse, ggf. Herausarbeitung von Überarbeitungsbedarf in der Norm. Die Ergebnisse der Variation von Nutzungsranddaten werden dargestellt. Sofern die Recherche unter 1.3 deutliche Abweichungen zum heutigen Normstand aufgezeigt haben sollte, wird die Konsequenz für die Berechnungsergebnisse herausgestellt.
AP3.4	Finden von sinnvollen Darstellungen zur Visualisierung in einer Software. Es werden anhand der gewählten Software etwa 3 bis 5 Optionen grundsätzlich erarbeitet, wie die Erkenntnisse der Parametervariation aus AP2 sinnvoll in den Projektalltag der Fachplanung eingebaut werden kann. Mit der Begleitgruppe und schriftlich der Softwaregütegemeinschaft zur DIN V 18599 werden die Ideen diskutiert.

Tabelle 1 – Arbeitspakete (fortgeführt)

Arbeitspaket	
AP4	Administration
AP4.1	Digitale Besprechungen mit der Begleitgruppe (themenbezogen, übergreifend). Zu den folgenden Themen werden insgesamt ca. 5 Web-Konferenzen mit der Begleitgruppe veranstaltet: typische Gebäude und vorhandene Praxisprojekte zur anonymen Weiterverwertung, typische Nutzungsranddaten für Nichtwohnbauten (sowie einem optimalen und suboptimalen Fall), Merkmalsfestlegungen für die Eingangsdaten der einzelnen Gewerke (mittlerer Wert, schlechter Standard/niedrige Effizienz, guter Standard/hohe Effizienz), Ergebnisse der Parametervariation aus AP2, Visualisierung in Software. In jeweils ca. 4 Stunden Dauer werden die Projektergebnisse präsentiert, offene Fragen geklärt, Hinweise zur Weiterarbeit aufgenommen. Die Begleitgruppe wird als Rückversicherung aufgefasst, dass sich die Projektergebnisse nach dem Projektende reibungslos in die Norm übernehmen lassen.
AP4.2	Überarbeitung des Manuskriptes für das Beiblatt 1 als Input in die DIN-Normung. Das vorhandene Manuskript liegt als Worddokument vor. Es wird überarbeitet, so dass eine Manuskriptvorlage für den Normkreis zur Diskussion zur Verfügung steht. Weite Teile der Ergebnisausarbeitung für den Projektendbericht und das Beiblatt sollen identisch sein.
AP4.3	Berichtswesen gegenüber dem Auftraggeber. Zwischen- und Endberichte werden erstellt. Der Bericht bzw. ein Kurzbericht soll barrierefrei sein.
AP4.4	Teilnahme an BBSR-Veranstaltungen sowie deren Vorbereitung. Es wird davon ausgegangen, dass das Projektteam innerhalb der Laufzeit 2x an den Projekttagen teilnimmt. Dafür sind Präsentationen, ggf. Videos usw. vorzubereiten. Darüber hinaus werden alle weiteren administrativen Fragen unter diesem Punkt zeitlich zusammengefasst.

Innerhalb des Projektes wurden die geplanten Arbeitspakete modifiziert. Einerseits ist dies mit einer schwierigen Personalrekrutierung zu begründen. Während der Projektlaufzeit wechselte kurzfristig der hauptamtliche wissenschaftliche Mitarbeiter. Auch das angedachte wissenschaftliche Hilfspersonal konnte nicht im geplanten Umfang gefunden werden. Dennoch wurde das Projektziel erreicht, jedoch mit nachfolgend festzustellenden und kommentierten Abweichungen:

- AP1.2: Die vormals geplante Nutzung dreier Softwareprogramme konnte nicht realisiert werden (Erklärung siehe AP2.2). Aus Zeitgründen wurden die Parameteranalysen nur in zwei Softwaretools durchgeführt. Aus der Ergebnisauswertung lässt sich schlussfolgern, dass die gewonnenen Erkenntnisse zur Ergebnisrelevanz einzelner Einflussgrößen hinreichend genau ermittelt werden konnten.
- AP1.3/3.3: Die Literaturrecherche zu Nutzungsranddaten von Nichtwohngebäuden führte zu unzureichenden Erkenntnissen. Durch Diskussion in der Begleitgruppe und den vorhandenen Praxiserfahrungen mit Energiebilanzierungen wurden Nutzungsranddaten identifiziert, die regelmäßig nach Norm falsch eingeschätzt werden (überschätzt, unterschätzt). Hinweise für die Anwenderinnen und Anwender der Norm als auch für die Verfasser der Norm sind im vorliegenden Forschungsbericht aufgenommen.
- AP2.2: Bei der Projektbearbeitung wurde festgestellt, dass 7 Gebäudemodelle nicht ausreichend sind, um alle Einflussparameter der Norm zu testen. Aus den 7 Anfangsmodellen wurden durch Variantenbildung final 23 Gebäudemodelle abgeleitet.
- AP3.2 und 3.3: Bei der Berichtslegung wird darauf verzichtet, eine detaillierte Auswertung der Primärenergie und Emissionen darzustellen. Die Untersuchungen zeigen, dass für einen Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich die Endenergie ausreichend ist. Alle weiteren nachgelagerten Bilanzergebnisse ergeben sich daraus mit Hilfe von Faktoren (Primärenergiefaktor, Emissionsfaktor).
- AP3.4: Die Rückmeldung der Ergebnisse an die Softwaregütegemeinschaft konnte nicht innerhalb der Projektlaufzeit erfolgen. Die finale Ergebnisaufbereitung erfolgte im letzten Monat der Projektbearbeitung in der Sommerpause. Geplant ist stattdessen die Diskussion der Ergebnisse nach der Abgabe und Freigabe des Endberichtes.

Das geplante Personal wurde in modifiziertem Umfang eingesetzt. Die wissenschaftlichen Mitarbeiter waren final 7,5 Monate statt 6,8 Monate beschäftigt. Der Mehraufwand ist durch die Projektübergabe eines Mitarbeiters an den nächsten zu begründen.

Die studentische Mitarbeit von vormals 12 Monaten in der Planung konnte nur zu 4 Monaten realisiert werden, da sich die Personalgewinnung innerhalb der Projektlaufzeit als schwierig herausstellte. Der geplante Recharteil wurde gekürzt sowie durch Diskussionen mit der Begleitgruppe kompensiert.

Die Datenauswertung und Berichtslegung gestaltete sich als umfangreicher als vorher geplant. Insbesondere die Erstellung des Zwischenberichtes fiel in die Zeit, in der kein wissenschaftlicher Mitarbeiter eingestellt war. Die Projektleitung sprang mit einem höheren Stundenumfang ein. Die Begleitgruppe wurde wie geplant tätig.

Der Projektantrag definiert nachfolgende 6 Erfolgsindikatoren, zu denen an dieser Stelle abschließend Stellung genommen werden soll: „

- **„Es liegen 7 Typgebäude als Nutzung- und Flächenmodelle vor und sind mit der Begleitgruppe abgestimmt.“** → dieses Ziel konnte in der Projektlaufzeit zufriedenstellend erreicht werden; Ergebnisse siehe Kapitel 5.1.1 und Anhang 11.1 dieses Berichtes.
- **„Es gelingt der Aufbau einer Excel-Datenbank mit den kompletten Eingangsgrößen der Bilanzierung als separate Datei.“** → dieses Ziel konnte in der Projektlaufzeit zufriedenstellend erreicht werden; Vorgehensweise siehe Kapitel 5.3.3, Details siehe Anhang 11.3 und 11.4 dieses Berichtes.
- **„Auf Basis der vorher genannten Datenbank konnte jede Größe mit einer sinnvollen Bandbreite (d.h. drei Werten) belegt werden, so dass die Parametersimulation möglich ist.“** → siehe vorher.
- **„Die Termine mit der anvisierten Online-Meetings finden alle unter jeweils voller Beteiligung aller eingeladenen Mitglieder statt und führen zu einvernehmlichen Beschlüssen, die protokolliert sind.“** → alle Meetings haben protokolliert stattgefunden, siehe Kapitel 4.5.
- **„Der zugehörige Normkreis stimmt ohne Modifikationen dem Projektfortschritt nach Vorstellung des Zwischenberichtes vor“** → es wurden mehrfach mündliche Zwischenberichte mit Folienpräsentation im Normkreis abgeliefert, siehe Kapitel 7.1. Es gab Ermutigungen, die Ergebnisse möglichst zügig diskutieren zu können. Auf eine Einreichung des schriftlichen Zwischenberichtes wurde verzichtet, da er keine beurteilbaren Ergebnisse enthält. Jedoch wird der Endbericht nach Freigabe durch den Forschungsmittelgeber eingereicht. Da die Begleitgruppe sich gewerkeübergreifend aus Mitgliedern des Normkreises zusammensetzt, und diese ein positives Urteil abgegeben haben, sind keine Gründe erkennbar, die einer ebenfalls positiven Annahme im Gremium entgegen stehen.
- **„Es lässt sich mit der Softwaregütegemeinschaft eine einvernehmliche Lösung aushandeln, wie die Projektergebnisse ohne Umweg eine Übernahme in die Softwareprodukte finden.“** → dieser Punkt konnte nicht innerhalb der Projektlaufzeit umgesetzt werden, da es zeitlichen Verzug bei der Projektbearbeitung gab. Ein Treffen mit Ergebnistransfer und Diskussion ist im Februar 2025 terminiert.

4.4 Zeitlicher Ablauf, Projektteam und Organisation

Bei der Antragstellung wurde ein Bearbeitungszeitraum von 18 Monaten veranschlagt. Die tatsächliche Umsetzung führte zu einem Zeitraum von 23 Monaten nach Projektverlängerung. Nachfolgender grober Ablauf skizziert die Bearbeitung der Arbeitspakete:

- 10/22 – 12/22 Personalgewinnung, Projektvorbereitung im geringen Umfang
- 01/23 – 04/23 Projektbearbeitung WiMi 25 %
- 05/23 – 10/23 erneute Personalgewinnung
- 08/23 – 11/23 Zuarbeit durch HiWi
- 11/23 – 08/24 Projektbearbeitung WiMi, zunächst 50 %, später 65 %
- 09/24 – 11/24 Berichtslegung durch Projektleitung

Das Projektteam der Hochschule Magdeburg/Stendal bestand aus folgenden Personen:

- als wissenschaftliche Mitarbeiter: M. Eng. Nils Buthod-Garçon, M. Eng. Steffen Henning (Festlegung der Testparameter, Datenermittlung durch Softwareanwendung, Datenauswertung, Recherche)
- als wissenschaftliche Hilfskraft: B. Eng. Haitam Fouassi (Erstellung der Gebäudemodelle, Zeichnungen, Aufmaße)
- als Projektleiterin: Prof. Dr.-Ing. Kati Jagnow (Datenaufbereitung, Recherche, Berichtlegung)

Darüber hinaus wurde eine Begleitgruppe eingebunden, siehe Kapitel 4.5.

4.5 Einbindung der Begleitgruppe

Für das Projekt wurde eine Begleitgruppe aus Mitarbeitern des Normkreises der DIN V 18599 (NA 005-12-01 GA Gemeinschaftsarbeitsausschuss NABau/FNL/NHRS) aufgebaut. Die Kommunikation erfolgte überwiegend mit Online-Meetings und per E-Mail. Die wichtigsten Aufgaben der Begleitgruppe waren:

- Beratung bei der Festlegung der mittleren Testparameter und deren Varianzbandbreiten,
- Beratung mit dem Umgang von Datenlücken sowie widersprüchlichen Ergebnissen bei der Anwendung der Softwareprogramme,
- Beratung zur Aufbereitung der Ergebnisse für die textliche bzw. tabellarische Darstellung im Beiblatt,
- Durchsicht und Kommentierung des Entwurfs des Endberichtes.

Die nachfolgende Tabelle 2 ordnet den relevanten Themen die entsprechend zur Begleitung gewonnenen Experten zu und zeigt den Umfang der geführten Fachgespräche.

Tabelle 2 – Expertenkreis, Aufgabenverteilung und Beratungsumfang

Themenbereich	Experte	Einzelgespräch Parameterfestlegung	Gruppengespräch Ergebnisauswertung
„Baukörper“	Prof. Dr.-Ing. A. Maas	18.04.2024, 10:30 – 13:00 Uhr	16.07.2024, 9:00 – 11:30 Uhr
„Beleuchtung“	Dipl.-Ing. Arch. R. Jakobiak	12.04.2024, 14:00 – 16:00 Uhr	
„Nutzung“	Dipl.-Ing. (FH) L. Dorsch M.BP.	18.04.2024, 14:00 – 17:30 Uhr	
„Heizung, Warmwasser, regenerative Energien“	Prof. Dr.-Ing. B. Oschatz	12.04.2024, 8:45 – 13:00 Uhr	
„Wohnungslüftung und -kühlung“	Prof. Dr.-Ing. T. Hartmann	11.04.2024, 13:00 – 15:15 Uhr	
„Raumluftechnik/Kälte“	Dipl.-Ing. H. Schiller	11.04.2024, 8:30 – 12:00 Uhr	23.07.2024, 9:30 – 10:00 Uhr

4.6 Teilnahme an den Projekttagen des BBSR

Das Projekt wurde zwei Mal durch das Forscherteam einem Fachpublikum vorgestellt:

- online, 06.12.2023, 25. Projektetage der Bauforschung
- Bonn, 11.06.2024, 27. Projektetage der Bauforschung

5 Projektdurchführung

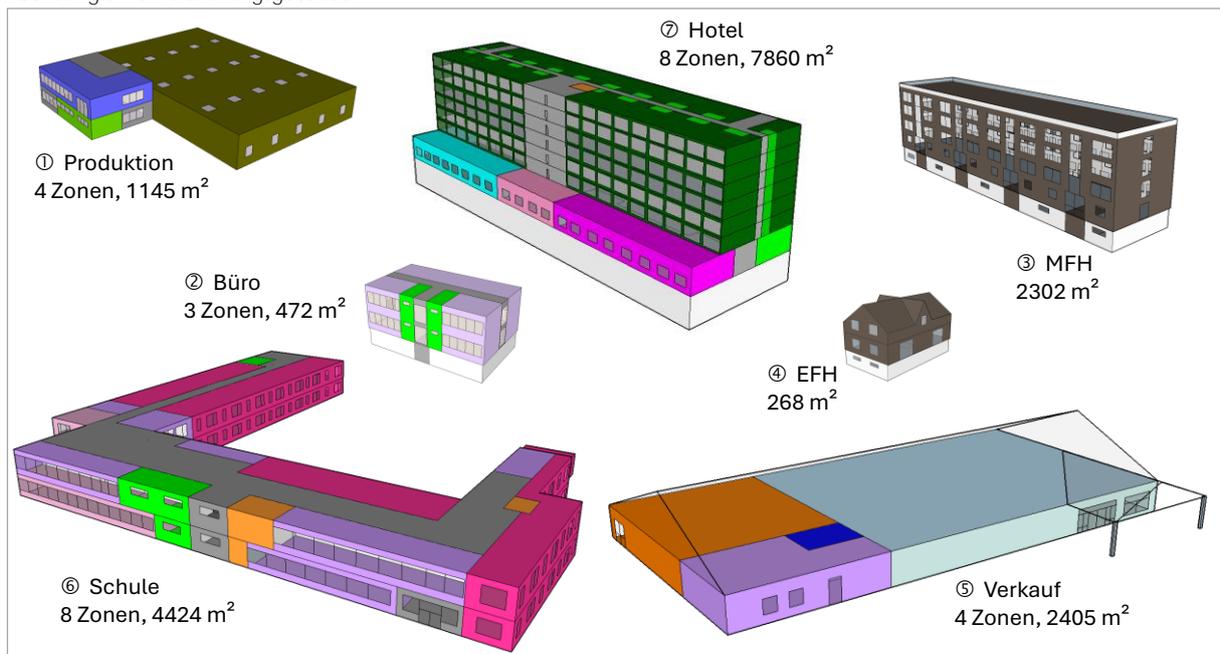
5.1 Definitionen und Festlegungen

Im ersten Schritt der Projektbearbeitung werden Typgebäude definiert. Nachfolgend werden deren Eigenschaften hinsichtlich der Nutzung, Gebäudehülle und Anlagentechnik – einschließlich der Bandbreiten der Parametervariation – vorgestellt. Der nachfolgende Abschnitt gibt die entsprechenden Definitionen und Festlegungen wieder, ggf. gekürzt und mit Verweis auf den Anhang.

5.1.1 Typgebäude und deren Geometrie

Für das Forschungsvorhaben wurden 7 Beispielprojekte erstellt. Diese sind in Abbildung 5 dargestellt. Es handelt sich um Projekte verschiedener Größe und Komplexität, die ein breites Spektrum der in Deutschland vorkommenden Gebäude abdecken sollen. Die geometrischen Rohdaten sind der Literatur entnommen, um die bereits umfangreich vorhandenen Vorarbeiten zur Typisierung sinnvoll zu verwerten [4] [5]. Innerhalb des vorliegenden Forschungsprojektes erhalten die Projekte Nummern, beginnend mit dem Projekt „1“ – der Produktionsstätte.

Abbildung 5 – Untersuchungsgebäude



Die Gebäude sind komplett geometrisch beschrieben (Flächen, Volumina, Nutzungszonen) und liegen als Ausgangsdateien für die Softwarebearbeitung vor. Die entsprechenden Details finden sich in Anhang 11.1 zu diesem Bericht. Im Rahmen der Parametervariation wurden die in Tabelle 3 dargestellten Parameter untersucht.

Tabelle 3 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die Gebäudegeometrie

Kenngröße, Verfahren oder Teilbilanz	mögliche Varianten	untersucht in Projekt
Nettogrundfläche	modifiziertes Aufmaß, ± 25 %	3, 5
alle Hüllflächen	modifiziertes Aufmaß, ± 25 %	3, 5
nur Fensterflächen	modifiziertes Aufmaß, ± 25 %	2, 1
Luftvolumen	modifiziertes Aufmaß, ± 25 %	3, 5
	pauschal aus dem umbauten Volumen oder korrekt	3, 4

Das Bruttovolumen wurde nicht variiert.

5.1.2 Baukörper

Die Eigenschaften des Baukörpers wurden einer Parameteranalyse unterzogen. Die Werte des Referenzgebäudes des GEG werden nicht als „Durchschnitt“ gewählt, sondern Werte, die einem teilsanierten Bestand der 1980er/90er Jahre entsprechen. Die Modifikation erfolgt in einer Bandbreite von etwa Passivhausstandard bzw. Effizienzhaus/-gebäude bis zum typischen Altbauniveau der 1960er/70er. Die Variation der untersuchten Größen zeigt Tabelle 4. Die Projektnummern sind in Abbildung 5 kurz und in Anhang 11.1 detailliert erläutert.

Tabelle 4 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die Eigenschaften des Baukörpers

Kenngröße, Verfahren oder Teilbilanz		untersuchte Bandbreite			untersucht in Projekt
		von	Ø	bis	
Wärmedurchgangskoeffizient opaker Bauteile [W/(m²K)]	Wand an Keller, Außenluft oder Erdreich, Dach, niedrig beheizter Bereich	0,10	0,4	2,0	1, 3, 4, 5, 7
	Wand an Keller, Außenluft oder Erdreich, Dach, normal beheizter Bereich	0,10	0,4	1,4	
	Dach, niedrig beheizt	0,10	0,4	2,0	
	Bodenplatte oder Kellerdecke, niedrig beheizter Bereich	0,25	2,5	3,3	
	Bodenplatte oder Kellerdecke, normal beheizter Bereich	0,10	0,4	1,2	
	Außentür	1	2	3	
Strahlungsabsorptionsgrad opaker Bauteile [-]	Außenwand, Außentür	0,8	0,6	0,4	1, 3, 4, 5, 7
	Dach	0,8	0,6	0,2	
Wärmedurchgangskoeffizient Fenster und Fenstertüren	Verglasung [W/(m²K)]	0,6	1,1	2,9	1, 3, 4, 5, 7
	Rahmen [W/(m²K)]	1,3	1,8	6,5	
	Glasanteil [-]	0,9	0,7	0,6	
Wärmedurchgangskoeffizient Oberlicht [W/(m²K)]	niedrig beheizter Bereich	0,7	2,7	5,4	1
Gesamtenergiedurchlassgrad transparenter Bauteile [-]	Fenster und Fenstertüren, kein separater Sonnenschutz	0,16	0,64	0,78	2
	Fenster und Fenstertüren normal	0,50	0,64	0,78	1, 3, 4, 5, 7
	Oberlicht	0,60	0,64	0,80	1
Lichttransmissionsgrad transparenter Bauteile [-]	Fenster und Fenstertüren, kein separater Sonnenschutz	0,27	0,78	0,82	2
	Fenster und Fenstertüren normal	0,65	0,78	0,82	1, 3, 4, 5, 7
	Oberlicht	0,59	0,74	0,83	1
Wärmebrückenzuschlag [W/(m²K)]		0,02	0,05	0,15	1, 3, 4, 5, 7
Luftdichtheit		gemessener Wert	Kategorie II	Kategorie IV	1, 3, 4, 5, 7
Bauschwere		schwer	mittel	leicht	1, 3, 4, 5, 7
Windabschirmungsklasse		geschützt	halbfrei	frei	1, 3, 4, 5, 7
windexponierte Fassaden		mehr als eine		eine	1, 3, 4, 5, 7
Verbindung der Zone zur Außenluft		keine	mit Fenster und Durchlässen		1, 3, 4, 5, 7
Vorhandensein von Außenluftdurchlässen (ALD)		keine	ALD		1, 3, 4, 5, 7

5.1.3 Anlagentechnik

Nachfolgende Tabelle 5 ordnet die untersuchten Anlagentechniken den verschiedenen Projekten zu. Es wird versucht, eine jeweils für den Gebäudetyp typische Anlagentechnik zu untersuchen. Alle nach DIN V 18599 bilanzierbaren Technologien sind berücksichtigt, soweit die benutzte Software dies zulässt. Die Projektnummern sind in Abbildung 5 kurz und in Anhang 11.1 detailliert erläutert.

Tabelle 5 – Testparameter für die Eigenschaften der Anlagentechnik

Kenngröße, Verfahren oder Teilbilanz		untersuchte Merkmale	untersucht in Projekt
Künstliche Beleuchtung		LED	1, 5, 6, 7
		Leuchtstoff- und Entladungslampen	1
Heizung	Übergabe und Verteilung	dezentral	1, 2, 4
		zentral mit Deckenstrahlplatten	1
		zentral mit Heizkörpern	1, 6, 7
		zentral mit Umluftgebläsen	1, 5
		zentral mit Thermoaktivem Bauteilsystem (TABS)	3
		zentral mit Fußbodenheizung	4
	Speicherung und Erzeugung	Blockheizkraftwerk (BHKW) mit Kessel	1
		Hell- und Dunkelstrahler	1
		Elektro Einzelheizung	2
		Elektrozentralheizung	2
		Wärmepumpe mit Pufferspeicher	3, 6
		Brennwertkessel mit Solarthermie	4
		Holzessel mit Solarthermie	4
		Einzelofen	4
		Gas- und Ölkessel	4, 6
		Fernwärme	5, 7
Holzessel	6		
Trinkwarmwasser	Übergabe und Verteilung	dezentral	1, 4
		zentral ohne Zirkulation	1
		zentral mit Zirkulation	3, 6, 7
		zentral mit Wohnungsstation	3
	Speicherung und Erzeugung	dezentraler gasbeheizter Speicher	1
		dezentrale Gas-Durchlauferhitzer	1
		Brennwertkessel mit indirektem Speicher	1, 6
		Wärmepumpe mit indirektem Speicher	3, 6
		Elektro-Durchlauferhitzer (DLE)	4
		Brennwertkessel mit Solarthermie	4
		Holzessel mit Solarthermie	4
		Holzessel mit indirektem Speicher	6
		Fernwärme mit indirektem Speicher	7
		Lüftung	Anlagenart
Vollklimaanlage mit Befeuchtung	2		
Abluftanlage	3		
Lufterwärmung und -kühlung	Wärmerückgewinnung WRG		1, 4
	Heizregister		1, 2, 4
	Kühlregister		2, 4
Kühlung	Übergabe und Verteilung	Luft-Luft-Wärmepumpe	4
		zentrales System mit Kühldecke	2, 7
		zentral mit Thermoaktivem Bauteilsystem (TABS)	3
		dezentrales Raumklimasystem	4, 7
		zentrale Kühlung über Luft	4
	Speicherung und Erzeugung	zentrales System mit Umluftgebläsen	5
		zentrale Kompressionskälte mit Speicher	2, 5
		Geothermisch mit Erdsondenfeld	3, 7
		zentrale Kompressionskälte	4
		dezentrale Kompressionskälte	4, 7
regenerative Stromerzeugung	Geothermisch mit Grundwasser	7	
	Absorptionskälte	7	
Gebäudeautomation	Windkraft	1	
	Photovoltaik	2, 7	
	Automatisierungsgrad Heizung	1, 2, 5, 7	

Tabelle 6 zeigt die Parametervariation zur Lage der Heizungs- und Warmwassernetze, -speicher und -erzeuger. Es wird darauf Rücksicht genommen, ob das Gebäude unterkellert ist. Nicht oder derzeit nicht praxisrelevante Fälle, beispielsweise Steigestränge außerhalb der thermischen Hülle, werden nicht untersucht.

Tabelle 6 – Parametervariation hinsichtlich der Lage von TGA-Komponenten

Komponente	Variation	untersuchte Lage			untersucht in Projekt
Lage des Erzeugers und ggf. Speichers	nein	in einer Zone			1, 5
		im unbeheizten Bereich			2
	ja	beheizt (pauschal in allen Zonen)		im unbeheizten Bereich	3, 4
		beheizt (pauschal in allen Zonen)		in einer Zone	6
		beheizt (pauschal in allen Zonen)	in einer Zone	im unbeheizten Bereich	7
Lage der Strangleitungen	nein	in definierten Zonen			1, 5
		beheizt (pauschal in allen Zonen)			3, 4
	ja	beheizt (pauschal in allen Zonen)		in einer Zone	6
		beheizt (pauschal in allen Zonen)	in einer Zone	im unbeheizten Bereich	7
Lage der Anbindeleitungen	nein	in definierten Zonen			1, 5
		beheizt (pauschal in allen Zonen)			3, 4
	ja	beheizt (pauschal in allen Zonen)		in definierten Zonen	6, 7

Für die Anlagentechnik – und hierbei insbesondere die rein quantitativen Parameter, die eine Zahlenwerteingabe in der Software erfordern – wurden folgende generellen Festlegungen in Abstimmung mit der Begleitgruppe getroffen:

- Pumpenleistung, Speichervolumina, Leitungslängen: 50 % – 100 % – 200 % (der Vorschlagswerte der Norm)
- Anlagenluftwechsel
 - Anlage ohne Luft-Luft-Wärmepumpe: 0,3 – 0,4 – 0,6 h⁻¹
 - Anlage mit Luft-Luft-Wärmepumpe: 0,4 – 0,6 – 0,8 h⁻¹

Aufgrund der Nutzungsoptionen der verwendeten Software können von Standardwerten abweichende Effizienz der Wärmepumpen nur in einem der beiden Programme untersucht werden. Es wird von Standard- auf Produktwert umgeschaltet und eine Wärmepumpe mit ähnlicher Leistungsgröße gewählt.

Alle weiteren Festlegungen zur Parametervariation der Beleuchtung sowie der TGA-Anlagen sind dem Anhang 11.4 zu entnehmen.

5.1.4 Nutzungsranddaten

Der Untersuchungsschwerpunkt „Nutzungsverhalten“ ist laut Arbeitsplan separat aufgeführt. Die Projektbearbeitung mit Hilfe von Software hat jedoch gezeigt, dass die entsprechenden Randdaten ebenso wie alle anderen Einflussgrößen in einer gemeinsamen Matrix behandelt werden können. Daher werden die Eigenschaften aus DIN V 18599-10 ebenso in den Ausprägungen „niedrig – mittel – hoch“ modifiziert und deren Ergebnisrelevanz ermittelt. Die Literaturhinweise aus den 25. Projektetagen zu Hintergrundinformationen werden bei der Festlegung sinnvoller Bandbreiten des Nutzungsverhaltens berücksichtigt.

Die Nutzungsranddaten sind mehrheitlich quantitative Eingaben. Aus Sicht des Bedarfs-Verbrauchs-Abgleichs gibt es zwar einen Vorschlagswert (üblicherweise der für den Nachweis geltende Standardwert), jedoch ist dessen Modifikation in einer sehr großen Bandbreite möglich. Die sich fortpflanzende Auswirkung von **geänderten Eingangsgrößen auf das Endergebnis ist sehr hoch („nahezu unbegrenzter Fehler“, vgl. Kapitel 4.2).**

Mit der Begleitgruppe wurde aus diesem Grund abgestimmt, dass die Nutzungsranddaten im Rahmen der Parameteranalyse – sofern machbar – in einer Bandbreite von einheitlich etwa $\pm 25\%$ untersucht werden.

Bei Größen, die in diesem Fall an eine physikalische Grenze kommen (beispielsweise relative Abwesenheiten oder allgemein Zeitangaben), wird eine Entscheidung im Einzelfall getroffen. Es sollen folgende zusätzliche Erläuterungen gegeben werden:

- Belegungsdichte und Personenabwärme sind aneinander gekoppelt; sie werden im Paket variiert
- Betriebszeiten der technischen Anlagen und tägliche Nutzungszeiten sind aneinander gekoppelt; die Vorlaufzeiten für den Technikbetrieb werden an die Nutzungszeiten angepasst (die Technik kann nicht später als die Nutzung starten und nicht früher enden)
- Tag- und Nachtstunden der Beleuchtungsberechnung und tägliche Nutzungszeiten sind aneinander gekoppelt; als Näherungsansatz verkürzt eine kürzere tägliche Nutzungszeit nur die Tagstunden (auf eine Neuberechnung der Tag- und Nachtstunden wird aus Zeitgründen verzichtet)
- die Minimaltemperatur zur Auslegung der Heizungsanlage (20°C bzw. 15°C bei Profil 22.2) sowie die Maximaltemperatur zur Auslegung der Kühlanlage (26°C bzw. 28°C bei Profil 22.2) werden nicht variiert, da entsprechende Planungsnormen (Heizlastnorm, Kühllastrichtlinie) als verbindlich angenommen werden; es erfolgt zudem eine Variation der Erzeugerleistung (durch Direkteingabe)
- die Höhe der Nutzenebene der Beleuchtung wird nicht variiert, da entsprechende Planungsregeln (z. B. Arbeitsstättenrichtlinie) als verbindlich angenommen werden; es erfolgt zudem eine Variation der Beleuchtungsleistung (durch Direkteingabe), die unterschiedliche Nutzenebenenhöhen mit abdeckt.

Tabelle 7 zeigt auszugsweise die Nutzungsranddaten einschließlich ihrer Parametervariation am Beispiel des Profils „Einzelbüro“. Für alle anderen Nutzungsprofile wird auf den Anhang 11.3 verwiesen.

Tabelle 7 – Beispielhafte Parametervariation der Nutzungsranddaten für das Profil „Einzelbüro“

Größe	Hinweise	Einheit	von	Ø	bis
Nutzungszeiten					
tägliche Nutzungszeit	± 25 %		8:30 bis 16:30 Uhr	7:00 bis 18:00 Uhr	5:30 bis 19:30 Uhr
tägliche Nutzungszeit		h	8	11	14
jährliche Nutzungstage	± 25 %	d/a	187	250	313
tägliche Betriebszeit Heizung	Beginn: 1h30 („von“), 2h („Ø“), 2h30 („bis“) früher als Nutzungszeit; Ende: gleich Nutzungszeit		7:00 bis 16:30 Uhr	5:00 bis 18:00 Uhr	3:00 bis 19:30 Uhr
tägliche Betriebszeit RLТ und Kühlung			7:00 bis 16:30 Uhr	5:00 bis 18:00 Uhr	3:00 bis 19:30 Uhr
Raumkonditionen					
Raum-Solltemperatur Heizung	± 3 K	°C	18	21	24
Raum-Solltemperatur Kühlung	± 3 K	°C	21	24	27
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb	± 1 K	K	3	4	5
Mindestaußenluftvolumenstrom					
flächenbezogen		m³/(hm²)	3	4	5
Mindestaußenluftvolumenstrom für Gebäude		m³/(hm²)	1,8	2,5	3,2
relative Abwesenheit RLТ	unter 0,6: +/- 0,1; ab 0,6: +/- 0,2	-	0,22	0,3	0,38
Teilbetriebsfaktor für Gebäudebetriebszeit	unter 0,6: +/- 0,1; ab 0,6: +/- 0,3	-	0,52	0,7	0,88
Beleuchtung					
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	± 25 %	lx	375	500	625
Minderungsfaktor k _A	± 25 %	-	0,63	0,84	1,05
relative Abwesenheit	± 25 %	-	0,22	0,3	0,38
Raumindex	± 25 %	-	0,67	0,9	1,13
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit		-	0,52	0,7	0,88
Betriebszeit während Tageszeit	Vergrößerung der täglichen Nutzungszeit = Erhöhung der Nachtzeit; weniger = Verminderung der Tagzeit	h	1982	2543	2543
Betriebszeit während Nachtzeit		h	207	207	1146
Interne Wärmequellen					
Belegungsdichte	± 25 %	m²/P	18	14	10
Personen	± 25 %	Wh/(m²d)	22	30	38
Arbeitshilfen	± 25 %	Wh/(m²d)	32	43	54
Automationsgrad					
Heizung		Klasse	A	C	D

Die Nutzungsranddaten werden schwerpunktmäßig untersucht in den Projekten 1 (Produktion), 2 (Büro), 3 (MFH) und 4 (EFH), 5 (Verkauf) und 7 (Hotel).

Der Nutzwärmebedarf für Trinkwarmwasser kann im Wohnungsbau (3 MFH, 4 EFH) nicht direkt untersucht werden, da beide Softwareprogramme keine Direkteingabe dieses Wertes vorsehen. Es erfolgt eine indirekte Beeinflussung durch Manipulation der Zahl der Wohneinheiten, so dass sich eine Bedarfsänderung von $\pm 30\%$ ergibt.

Im Nichtwohnungsbau erfolgt die Parametervariation anhand der Projekte 1, 6 und 7 (Produktion, Schule und Hotel). Bezogen auf den Vorschlagswert der Norm wird eine Varianz zwischen halbiertem Bedarf und doppeltem Bedarf untersucht.

5.1.5 Parallele Verfahren

Eine Reihe von Größen können über verschieden detaillierte Näherungsverfahren ermittelt werden (qualitative Abfragen) bzw. auch direkt eingegeben werden (quantitative Eingabe). Nachfolgende Tabelle 8 gibt einen Überblick, in welchen Projekten verschiedene parallele Untersuchungen identischer Größen stattfinden. Die Projektnummern sind in Abbildung 5 kurz und in Anhang 11.1 detailliert erläutert.

Tabelle 8 – Zusammenstellung parallel untersuchter Verfahren

Kenngröße, Verfahren oder Teilbilanz	mögliche Varianten	untersucht in Projekt
unterer Gebäudeabschluss	vereinfachter Wert für F_x	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
	normales Verfahren mit Bodenplattenmaß usw.	5
	Verfahren mit stationärem Leitwert	4, 5
Bewertungsleistung der Beleuchtung	Direkteingabe nach Fachplanung oder Aufmaß	5
	Wirkungsgradverfahren	2
	Tabellenverfahren	1, 6, 7
Leitungslängen Heizung und Trinkwarmwasserbereitung	Direkteingabe	5, 7
	über charakteristische Länge, Breite, Geschosszahl, Höhe, Netztyp & Gebäudekategorie	7
	über Fläche, Geschosszahl, Höhe, Netztyp & Gebäudekategorie	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Leistung der Kältekreispumpen	Vereinfachtes Verfahren	2, 5
	Direkteingabe	3, 5
Verschattung	detailliert	2
	vereinfacht	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

5.2 Untersuchungsvarianten

Aus der Kombinatorik der in Kapitel 5.1 getroffenen Definitionen und Festlegungen ergeben sich 23 Projektvarianten zum Test des Einflusses einzelner Parameter. Darüber hinaus wird eine typische Zusammensetzung der Energiebilanz nach Gewerken anhand von 21 Projektvarianten bestimmt.

Die untersuchten Projekte werden nachfolgend – einschließlich ihrer Besonderheiten – vorgestellt.

Die Parametervariation erfolgte im Modus „freie Randdaten“ bzw. „Beratungsmodus“. Somit sind alle Bilanzgrößen untersuchbar – soweit in der Software programmiert – auch jene, die im GEG- oder BEG-Nachweis gesperrt wären.

5.2.1 Einzelparametereinfluss

Tabelle 9 zeigt die geplante Untersuchungsmatrix von Einflussgrößen in den 23 Projekten in komprimierter Form. Hinsichtlich der Bezeichnung der Varianten gilt folgende Logik: aus einer Hauptvariante (z. B. 1.1) werden Untervarianten abgeleitet (z. B. 1.1.1). In diesem Zusammenhang wird ein Bilanzbereich modifiziert, während alle anderen identisch bleiben und nicht noch einmal getestet werden. Die erste Ziffer gibt immer das Gebäudemodell an, d. h. „1“ steht für „Produktion“.

Alle Testgrößen wurden möglichst immer im gesamten Gebäude geändert, um einen maximalen Einfluss sichtbar zu machen. In einer realen Anwendung – mit Teilausstattung des Gebäudes – sind die Gesamteinflüsse entsprechend geringer.

Tabelle 9 – Schwerpunkte der Parametervariation in den einzelnen Projekten

Nr.	Nutzung	Geometrie und Baukörper	Beleuchtung	Heizung	Trinkwassererwärmung	Kühlung	Belüftung	regenerativer Strom
Produktion								
1.1	Profile komplett	Hüllqualität komplett	Tabellenverfahren, Regelung, Sonnenschutz	zentral, Deckenstrahlplatten und Heizkörper, Kessel mit BHKW und Pufferspeicher	zentral mit Kessel und BHKW, indirekt beheizter Speicher	-	Zu- & Abluftanlage, WRG und Heizregister	Wind
1.1.1.	-	-	-	Umluftgebläse, Einzelraumregelung	-	-	-	-
1.2.1.	-	Hüllqualität komplett	Tabellenverfahren, Regelung	dezentrale Strahlungsheizung, zentraler Kessel mit Heizkörpern	dezentrale gasbeheizter Speicher	-	Zu- & Abluftanlage, WRG und Heizregister	Wind
1.2.2.	-	-	-	-	dezentral Gas-DLE	-	-	-
Büro								
2	Profile komplett	nur Fenster, Verschattung	Wirkungsgradverfahren, Verschattung	Elektrozentralheizung, Elektroeinzelheizung	-	zentral mit Kühldecke, Kompressionskältemaschine, Speicher, Pumpen vereinfacht	Vollklimaanlage mit Befeuchtung	-
2.1	-	Fenstergröße	Verbauung, Tageslichtregelung	-	-	-	-	Photovoltaik
Mehrfamilienhaus								
3.1	Profile komplett	Hüllqualität	-	zentral mit TABS, Wärmepumpe und Pufferspeicher, Lage der Komponenten	zentral mit Zirkulation, Sole-Wärmepumpe, indirekt beheizter Speicher, Lage der Komponenten	zentral mit TABS, geothermische Kühlung über Erdsondenfeld	Abluftanlage	-
3.2	-	-	-	-	Wohnungsstation	-	-	-
Einfamilienhaus								
4.1.1.	Profile komplett	Hüllqualität	-	zentral mit Flächenheizung, Kessel mit Solarthermie und Pufferspeicher, Lage der Komponenten	zentral über Kessel, mit Solarthermie und Solarspeicher, Lage der Komponenten	-	Zu- & Abluftanlage mit WRG	-
4.1.1.1	-	unterer Abschluss	-	Holzessel mit Pufferspeicher	Holzessel	-	Zu- & Abluftanlage, WRG	-
4.1.1.2	-	-	-	-	-	zentrale Kompressionskälte für Luftkühlung	Heizregister, Kühlregister	-
4.1.2	-	-	-	Brennwertkessel	Brennwertkessel	-	Luft-Luft-Wärmepumpe	-
4.2	-	-	-	dezentrale Einzelfeuerstätten	dezentral über Elektro-DLE	dezentrale Kleinklimamgeräte	-	-
Verkauf								
5.	Profile komplett	Hüllqualität, Geometrie, unterer Abschluss	Fachplanung	zentrale Umluftheizung mit Nah- und Fernwärme	-	zentral mit Umluftgebläse, Kompressionskälte, Speicher, Pumpen vereinfacht	-	-
Schule								
6.	Trinkwarmwassernutzen	-	-	zentral über Heizkörper, Einzelraumregelung, Holzessel und Pufferspeicher, Lage der Komponenten	zentral mit Zirkulation mit Holzessel und indirekt beheiztem Speicher, Lage der Komponenten	-	-	-
6.1	Trinkwarmwassernutzen	-	-	Brennwertkessel	Brennwertkessel	-	-	-
6.2	-	-	-	Standardkessel	Standardkessel	-	-	-
6.3	-	-	-	Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Pufferspeicher	Luft-Wasser-Wärmepumpe	-	-	-

Tabelle 9 – Schwerpunkte der Parametervariation in den einzelnen Projekten (fortgeführt)

Nr.	Nutzung	Geometrie und Baukörper	Beleuchtung	Heizung	Trinkwassererwärmung	Kühlung	Belüftung	regenerativer Strom
Hotel								
7.1	Profile	Hüllqualität	-	zentral über Heizkörper, Nah- und Fernwärme, Leitungsaufmaß, Lage der Komponenten	zentral mit Zirkulation, Nah- und Fernwärme, Leitungsaufmaß, Lage der Komponenten	dezentrale Direktverdampfung mit Raumklimasystem	Zu- & Abluftanlage ohne WRG	-
7.1.1.	-	-	-	-	-	-	-	Photovoltaik
7.2	-	-	-	-	-	zentral mit Kühldecke, geothermisch über Grundwasser, Pumpen detailliert	-	-
7.2.1.	-	-	-	-	-	geothermisch über Erdsondenfeld	-	-
7.2.2.	-	-	-	-	-	Absorptionskältemaschine	-	-

Die Tabelle zeigt, dass alle Technologien sowie die möglichen Parallelverfahren zur Bestimmung derselben Größe in mindestens einem Projekt genauer untersucht werden.

Nur in Ausnahmefällen werden Norminhalte nicht getestet. Nicht untersucht wurden unter anderem folgende Parameter (mit Angabe einer Begründung):

- nur nachweisrelevant oder relevant für den Energieausweis: Eingaben für Baustoffe im Sinne einer Ökobilanzierung (QNG-relevante Daten), Verfahren A für BHKW
- nicht relevant für die Endenergie: Primärenergiefaktor, äquivalente CO₂-Emission, Herstellungsenergieaufwand
- Umfang anderer Normen: detaillierte Berechnung der Wärmedurchgangskoeffizienten aus Schichtenfolgen, Bilanzierungsverfahren des stationären Leitwerts für den unteren Gebäudeabschluss
- fehlende oder zu geringe Praxisrelevanz: real unmögliche Kombinationen von Energieträger und Erzeuger, Gas-Sorptionswärmepumpe, gasbefeuert Dampferzeuger in der RLT, Fernkälte, reine Zuluftsysteme, Absorptionskälte im Wohnungsbau
- fehlende Simulationsdaten oder Produktdaten: keine Verknüpfung zu Simulations-Teilbilanzen, z. B. Solarthermie, Windkraft, Photovoltaik, Brennstoffzelle

5.2.2 Zusammensetzung der Bilanz

Es ist geplant, im aktualisierten Beiblatt 1 eine Übersicht zu typischen bilanzierten Endenergiemengen sowie deren Aufteilung auf die einzelnen Gewerke zu geben. Der Endenergiebedarf für Strom teilt sich somit auf:

- die Beleuchtung,
- den Hilfsenergiebedarf, einschließlich der Antriebsenergie für Ventilatoren,
- sofern vorhanden die Kühlung mit einer Kompressionskältemaschine,
- sofern vorhanden die elektrische Trinkwassererwärmung,
- sofern vorhanden die elektrische Beheizung, beispielsweise mit einer Wärmepumpe.

Der Endenergiebedarf für den zweiten Energieträger, beispielsweise Erdgas, Fernwärme oder Holz teilt sich auf:

- sofern vorhanden die Beheizung, jenseits des Energieträgers Strom,
- sofern vorhanden die Trinkwassererwärmung mit einem der genannten Energieträger,
- sofern vorhanden die Kühlung mit einer Absorptionskältemaschine.

Innerhalb der Teilbilanzen lassen sich weitere typische Bilanzanteile darstellen, beispielsweise:

- die Aufteilungen auf Nutzenergie, Verluste der Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung innerhalb der Gewerke Heizung, Trinkwassererwärmung und Kühlung,
- die Aufteilung der Hilfsenergie auf die einzelnen Verbraucher der Gewerke Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung und Raumlufttechnik sowie Kühlung.

Anhand der 7 Typgebäude und jeweils einer Bilanzierungsvariante (als Grundvariante zu verstehen) werden typische der genannten Bilanzzusammensetzungen ermittelt. Dabei wird ausgehend von der Bilanzierung mit durchschnittlichen Eigenschaften je eine Bilanz mit höherer und eine zweite mit niedrigerer Endenergie erstellt (**W „worst“ und B „best“**). Alle Eingangsdaten werden in der vorher gefundenen und festgelegten Varianzbandbreite dazu auf einen möglichst schlechten oder guten Wert gesetzt.

Da die Bilanzmerkmale nicht universell miteinander kombinierbar sind, wird mit dem Wärmeerzeuger begonnen, anschließend werden das Verteilnetz mit Übergabe bearbeitet und zum Schluss die Beleuchtung und der Baukörper modifiziert. Die Nutzung bleibt in dieser Parameteranalyse unberührt, das heißt es wird mit mittleren Randdaten bilanziert.

Somit liegen der Auswertung 21 Projektdateien zugrunde (7 Gebäude in je 3 Ausprägungen). Folgende Varianten aus der Untersuchung der Einzelparameter werden dabei weiterverfolgt:

- Produktion: V1.2.1 (Zu/Abluft-Anlage, Hallenheizung & Kessel mit Heizkörper, direkt beheizter Trinkwarmwasserspeicher)
- Büro: V2 (Vollklimaanlage, Elektroheizung zentral und dezentral, zentrale Kompressionskältemaschine mit Kühldeckenversorgung)
- MFH: V3.1 (zentrale Wärmepumpe, Heizung mit TABS, Trinkwassererwärmung mit Zirkulation, geothermische Kühlung über Erdsondenfeld, Abluftanlage)
- EFH: V4.1.1 (Zu-/Abluft mit WRG, zentrale Flächenheizung mit Kessel und Solarthermie, zentrale Trinkwassererwärmung)
- Verkaufsstätte: V5 (zentrale Heizung über Nah- und Fernwärme, zentrale Kühlung mit Kompressionskältemaschine, Umluftheizung/-kühlung)
- Schule: V6 (zentrale Beheizung mit Holzkessel und Heizkörper, zentrale Trinkwassererwärmung)
- Hotel: V7.1 (Beheizung über Nah- und Fernwärme mit Heizkörper, Trinkwassererwärmung zentral mit Zirkulation, Direktverdampfer-Raumklimasystem, Zu- und Abluftanlage in einzelnen Zonen)

5.3 Datenproduktion und -auswertung

5.3.1 Softwareauswahl

Für die Projektbearbeitung wurden nachfolgende Softwareprogramme verwendet, da sie für die Projektbearbeiter verfügbar waren. Beide Unternehmen sind in der „Gütegemeinschaft Gebäudebilanzierung e.V.“ organisiert.

- Heilmann, „IBP:18599“ (im Weiteren „IBP“)
- ETU/Hottgenroth „Energieberater 18599“ (im Weiteren „ETU“)

Aus der Begleitgruppe resultiert die Empfehlung, noch eine dritte Software, z. B. „Solarcomputer“ oder „Envisys“ zu verwenden. Das zur Verfügung stehende Zeitbudget erlaubte es jedoch nicht, diese Empfehlung tatsächlich umzusetzen.

5.3.2 Softwareprojekte

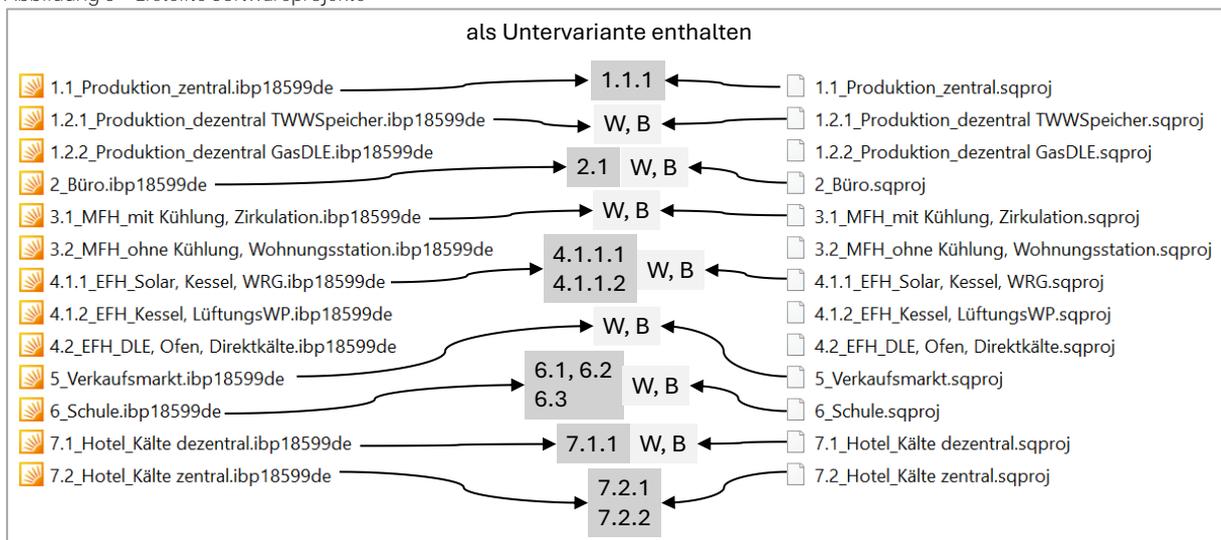
Im ersten Schritt wird mit beiden Softwareprogrammen eine Reihe von Energiebilanzen erstellt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden jeweils 13 Projektdateien erstellt. Abbildung 6 zeigt die erstellten Softwareprojekte mit ihren Untervarianten.

Die 13 Hauptmodelle unterscheiden sich in wesentlichen Eingaben, beispielsweise im grundsätzlichen Aufbau des TGA-Modells. Es erweist sich als praktikabler, zentrale Versorgungssysteme und dezentrale Anlagen in verschiedenen Projekten abzubilden. Gleiches gilt für Projekte mit und ohne Speicher oder mit und ohne Verschattung.

Die Untervarianten unterscheiden sich von den Hauptvarianten häufig nur geringfügig. Bei Projekt 6 ist zum Beispiel ein anderer Erzeuger enthalten oder im Projekt 1 eine zusätzliche Photovoltaikanlage. Sie sind daher problemlos als Untervariante innerhalb einer Projektdatei abzuspeichern.

Weiterhin sind die Berechnungen **des möglichen besten und schlechtesten Standards (W „worst“ oder B „best“)** als Untervarianten in der jeweiligen Hauptdatei enthalten. Da das Grundmodell identisch ist und nur abweichende Eingangsparameter gewählt werden, erhöht dies die Übersichtlichkeit und vereinfacht die Datenhaltung.

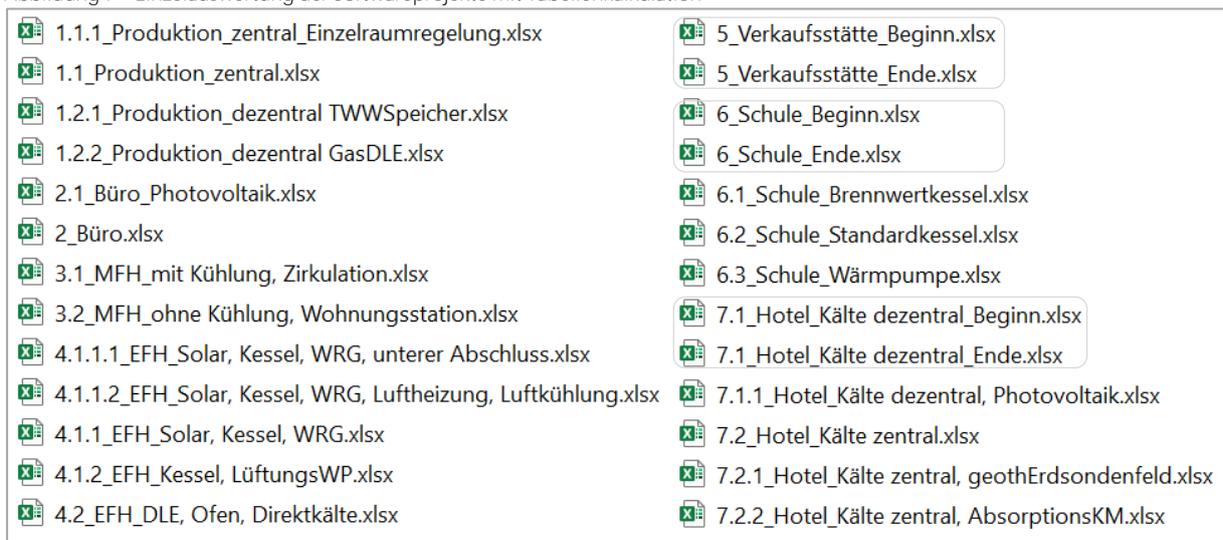
Abbildung 6 – Erstellte Softwareprojekte



5.3.3 Projektweise Tabellenkalkulation

Im nächsten Schritt werden die Bilanzergebnisse aus der Profisoftware in eine separate Tabellenkalkulation übertragen. Jedes Projekt wird einzeln ausgewertet, siehe Abbildung 7.

Abbildung 7 – Einzelauswertung der Softwareprojekte mit Tabellenkalkulation

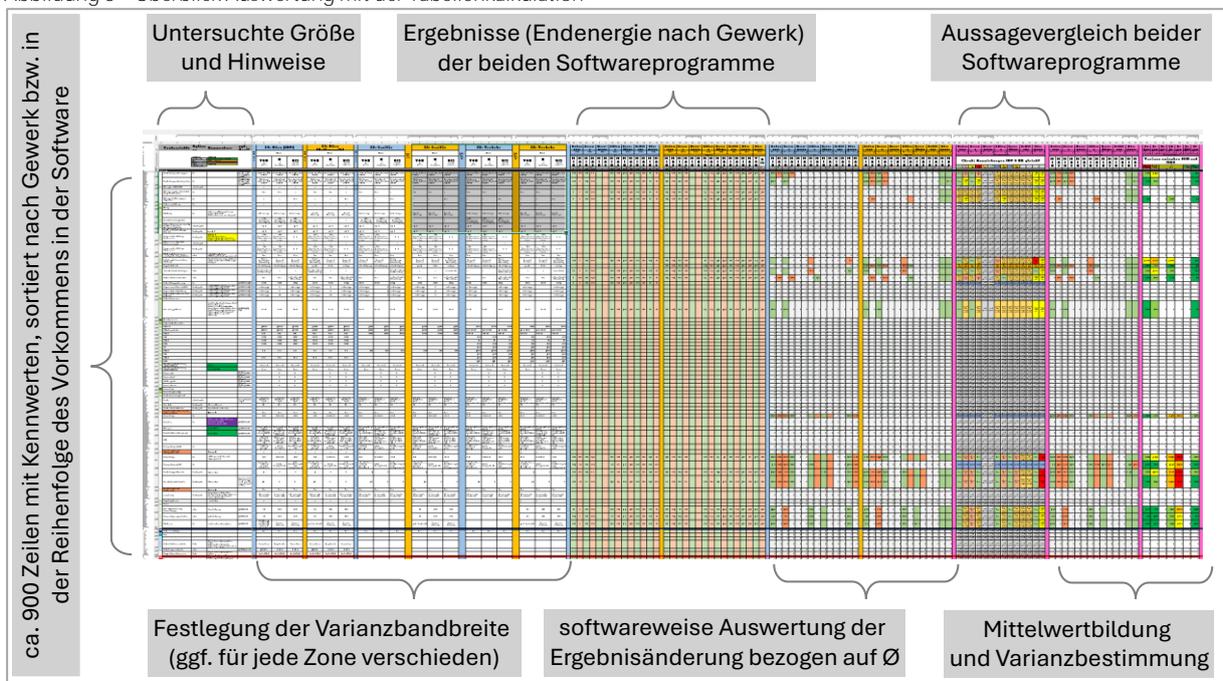


Innerhalb jeder Auswertungsdatei wird eine identische Vorgehensweise verfolgt. Abbildung 8 zeigt im Überblick den Aufbau der Auswertung.

In den einzelnen Zeilen werden die Untersuchungsparameter untereinander abgebildet. Die Eingabereihenfolge ergibt sich aus den verwendeten Softwareprogrammen. Sie folgt im Wesentlichen der Norm, beginnend mit der Erfassung der Geometrie und der Beschreibung der Gebäudehülle, über die Nutzungsranddaten und Beleuchtung bis hin zu den technischen Anlagen (Raumluftechnik, Heizung, Trinkwassererwärmung, Kühlung und regenerative Stromerzeugung).

Insgesamt sind etwa 900 verschiedene Abfragen aus der Software zu verzeichnen, die nicht in Gänze in jedem Projekt benötigt werden, da nicht in jedem Projekt jede Technik untersucht wird.

Abbildung 8 – Überblick Auswertung mit der Tabellenkalkulation



In den Spalten ergibt sich die Auswertung von links nach rechts. Zunächst wird die zu untersuchende Größe namentlich erfasst. Im Anschluss werden die Untersuchungsbandbreiten festgelegt. Der aufwendigste Teil der Datenerfassung ist die Datenübernahme aus den Softwaretools. Aus beiden Programmen werden jeweils alle gewerkeweisen Endenergien separat erfasst. Auf Basis des mittleren Wertes (\emptyset) ergeben sich prozentuale Ergebnisveränderungen zwischen den gewählten Minima und Maxima der Eingangsgröße. Im nächsten Schritt wird überprüft, ob beide Softwareprogramme eine identische Aussage liefern. Im letzten Schritt wird eine mittlere Ergebnisvarianz aus beiden Softwareprogrammen bestimmt.

In den nachfolgenden Abbildungen werden die einzelnen Bereiche der Auswertung detaillierter erläutert.

Abbildung 9 – Auswertungstabelle mit Eingabebereich der Untersuchungsgrößen und Festlegung der Untersuchungsbandbreite

Testvariable	Optionen	Kommentare	ggf. Quelle	Z1: Büro (IBP)			Z1: Büro (Hottgenroth)		
				VON	\emptyset	BIS	VON	\emptyset	BIS
AUSWAHL Freie Eingabe Liste beides Ja / Nein Ja/Nein (fr. Eingabe)				LEGENDE Standardwert für Zonenwert Wird zusammen getestet Info generell PROBLEM					
				Werte gut, genau mittel, real, Standardwert schlecht, ungenau			Werte gut, genau mittel, real, Standardwert schlecht, ungenau		
Baujahr	Freie Eingabe	18599-7; Tab.19 beeinflusst EER		ab 2016 (F=1,1)	1991 bis 2010 (F=1)	vor 1980 (F=0,82)	ab 2016 (F=1,1)	1991 bis 2010 (F=1)	vor 1980 (F=0,82)
Energieträger	Liste	nur strom-mix auswählbar		Strom-Mix	Strom-Mix	Strom-Mix	Strom-Mix	Strom-Mix	Strom-Mix
Systemtyp	Liste		18599-7; Tab. 20	-	-	-	-	-	-
Wassergekühlt	Liste	Wassergekühlt ist Standardwert für REST abhängig von Kälteertrag	18599-7; 7.1.3.2 Tab. 20	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Typ & Wassereinfluss	Liste	zum Testen	18599-7; Tab. 20	Turbo & variabel	Kolben/Scroll & konstant	Kolben/Scroll & konstant	Turbo & variabel	Kolben/Scroll & konstant	Kolben/Scroll & konstant
Steuerung	Liste		18599-7; Tab. 20	Invertergeräat	mehrstufig schaltbar	zweistufig schaltbar	Invertergeräat	mehrstufig schaltbar	zweistufig schaltbar
Kältemittel (Kolben/Scroll & konstant)	Liste		18599-7; 7.1.3.3 Tab. 23		R134a			R134a	
Kältemittel (Turbo & variabel)	Liste				R134a			R134a	
Rückkühlsystem	Liste			Verdunstungskühlung	Trockenrückkühlung	Trockenrückkühlung	Verdunstungskühlung	Verdunstungskühlung	Trockenrückkühlung

Abbildung 9 zeigt beispielhaft den Eingabebereich für die Parametervariation beider Softwareprogramme. Üblicherweise ist die getestete Bandbreite dabei identisch. Für den Fall, dass sich in einem der beiden Programme eine Größe nicht untersuchen lässt, ergeben sich Unterschiede.

Abbildung 10 zeigt beispielhaft die Erfassung der Endenergien aus den beiden Softwaretools. Bei IBP/Heilmann (blau) sind gewerkeweise Angaben der Hauptenergie vorhanden und die Hilfsenergie wird als Summe über alle Gewerke separat angegeben. Bei ETU/Hottgenroth (orange) ist eine andere Unterteilung der Ausgabedaten festzustellen. Als Hilfsenergie ist eine Energiemenge deklariert, die auch die Beleuchtung und Belüftung enthält. Da diese jedoch auch separat ausgegeben werden, kann die Hilfsenergie um die entsprechenden Mengen bereinigt werden. Dies erfolgt in den Spalten BH und BI, sodass eine Vergleichbarkeit mit den Spalten AQ und AP hergestellt werden kann.

Um die Datenerfassung möglichst platzsparend vornehmen zu können, ist der Referenzwert aus mittlerer Parametergröße in Zeile 10 zu finden. Er ist unverändert für alle Tests, da er sich ergibt, wenn alle Testvariablen ihren mittleren Wert annehmen. So müssen jeweils nur die Minimal- und Maximalwerte zeilenweise erfasst werden.

Die Tabelle ist – am Beispiel der Endenergie für Heizung sowie der jährlichen Nutzungstage in Zeile 61 – wie folgt zu lesen: unter mittleren Randdaten ergibt sich eine Endenergie von 66,38 MWh/a (Zeile 10, Spalten AG und AH), werden die jährlichen Nutzungstage verkürzt, sinkt der Wert auf 62,39 MWh/a (Zelle AG61), entsprechend steigt bei einer Erhöhung der jährlichen Nutzungstage der Wert auf 70,50 MWh/a (Zelle AH61).

Abbildung 10 – Auswertungstabelle mit Eingabebereich der gewerkeweisen Endenergien

Testvariable	Energie														Hilfsenergie															
	Heizung		Wärmewasser		Kühlung		Beleuchtung		Belüftung		Hilfsenergie		Heizung		Wärmewasser		Kühlung		Beleuchtung		Belüftung		Hilfsenergie							
	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]							
Gebäude	89,97	89,97	66,38	66,38	0	0	2,68	2,68	12,95	12,95	4,76	4,76	3,3	3,3	89,97	89,97	66,38	66,38	0	0	2,68	2,68	12,95	12,95	4,76	4,76	3,3	3,3		
tägliche Nutzungszeit																														
tägliche Nutzungstage	64,43	95,71	62,39	70,5	0	0	2,31	3,88	12,95	12,95	3,96	5,95	3,32	3,33	81,72	104,96	66,91	79,11	0	0	3	5,02	6,65	14,46	3,57	5,95	10,8	22,76	1,58	2,33

Abbildung 11 zeigt die relativen Änderungen der Endenergien für die Untersuchungsvariablen. Die in den Zeilen hinterlegten relativen Änderungen beziehen sich jeweils auf den Durchschnittswert.

Bezogen auf das vorherige Beispiel zeigt einen Blick in die Zellen BM61 und BN61 ein Absinken der Energie für Heizung um 6,01 % beziehungsweise einen Anstieg um 6,21 %, wenn die Anzahl der jährlichen Nutzungstage in der vorher festgelegten Bandbreite variiert wird. Hinweis: die Angabe mit 2 Nachkommastellen dient dem Wiederfinden der Zahl im Bild. Die spätere Weiterverarbeitung der Ergebnisse erfolgt unter angemessener Berücksichtigung der Datengenauigkeit. Am Ende resultieren qualitative Bewertungen.

Es ist festzustellen, dass nicht in beiden Softwaretools alle Größen jeweils untersucht werden können. Beispielsweise ist dies erkennbar in der Zeile 59, wo die tägliche Nutzungszeit nur bei ETU/Hottgenroth eingegeben werden kann

Abbildung 11 – Auswertungstabelle mit Ausgabebereich zur Feststellung der relativen Änderung der Endenergie

Testvariable	Energie														Hilfsenergie														
	Heizung		Wärmewasser		Kühlung		Beleuchtung		Belüftung		Hilfsenergie		Heizung		Wärmewasser		Kühlung		Beleuchtung		Belüftung		Hilfsenergie						
	Abweichung [%]																												
Gebäude																													
tägliche Nutzungszeit	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
tägliche Nutzungstage	-6,01%	6,21%	-6,01%	6,21%	0,00%	0,00%	-10,89%	14,93%	0,00%	0,00%	-25,21%	25,08%	0,00%	0,00%	-12,26%	12,26%	-8,65%	8,65%	0,00%	0,00%	-25,18%	25,18%	-24,84%	25,26%	-97,30%	96,02%			

Abbildung 12 fasst die Problematik der unterschiedlichen Softwareausgaben zusammen.

Die Markierung einer Zelle mit dem Hinweis „nicht getestet“ zeigt, dass die betreffende Größe aus Spalte B in keiner der beiden Softwaretools untersucht wurde. Dieser Eintrag erscheint auch in Zeilen, die nur Zwischenüberschriften enthalten. Mit einer Filterfunktion lassen sich diese Zeilen im Anschluss einfach ausblenden.

Relevanter sind die farbig markierten Eintragungen. Die Markierungen „besser“ und „schlechter“ werden gesetzt, wenn beide Softwareprogramme ein Ergebnis ausgeben und in beiden Programmen die gleiche Tendenz feststellbar ist. Im Allgemeinen zeigen zwei nebeneinander liegende Zellen je eine dieser Markierungen an, beispielsweise die Zellen CO und CP, aber auch CU und CV.

Da die Eingangsdaten so gewählt wurden, dass sich jeweils links der bessere und rechts der schlechtere Wert ergibt, zeigen diese beiden Farbmarkierungen das erwartbare Ergebnis an. Die Erkenntnisse aus diesen Zellen können problemlos weiterverarbeitet werden.

Mit den Markierungen „Nur IBP“ und „Nur ETU“ werden Zellen versehen, bei denen kein Vergleich möglich ist, weil nur jeweils eine Software einen Test der Untersuchungsvariable zulässt. Auch diese Erkenntnisse werden weiterverarbeitet, sofern ihre Zahlenwerte plausibel sind (mindestens in der Tendenz links ein besseres und rechts ein schlechteres Ergebnis liefern).

Kritisch sind die Markierungen „ungleich & null“ sowie „ungleich“. Sie zeigen an, dass eine Untersuchungsvariable zwar in beiden Softwareprogrammen getestet wurde, aber sich keine eindeutigen Aussagen ableiten lassen. Entweder widersprechen sich die Ergebnisse, oder in einem Programm ergibt sich ein Ergebnis, jedoch in dem anderen nicht. An dieser Stelle ist händische, das heißt ingenieurmäßige, Nacharbeit erforderlich. Durch Blick in den Rechenansatz der Norm wird geklärt, welcher der beiden Werte als plausibel angenommen wird. Mit diesem wird die Auswertung fortgeführt.

Die Markierung „getestet, aber unverändert“ ergibt sich regulär nur, wenn die Untersuchungsvariable keinen Einfluss auf das entsprechende Gewerk hat. Ein Beispiel ist in den Zellen CW72 und CX72 zu sehen: der flächenbezogene Mindestvolumenstrom hat keinen Einfluss auf die Beleuchtung. Da dies erwartbar war, können die Ergebnisse weiterverwendet werden. Jedoch werden alle Zellen mit der betreffenden Markierung kritisch untersucht. Es soll ausgeschlossen werden, dass Größen, die prinzipiell einen Einfluss haben müssten, keinen Einfluss zeigen.

Abbildung 12 – Auswertungstabelle mit Ausgabebereich zur Feststellung der Softwareunterschiede

		CN	CO	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CV	CW	CX	CY	CZ	DA	DB
Testvariable		Endenergie	Heizung	Warmwasser		Kühlung	Beleuchtung	Belüftung	Hilfsenergie							
		Abweichung [%]	Abweichung [%]	Abweichung [%]	Abweichung [%]	Abweichung [%]	Abweichung [%]	Abweichung [%]	Abweichung [%]	Abweichung [%]	Abweichung [%]	Abweichung [%]	Abweichung [%]	Abweichung [%]	Abweichung [%]	Abweichung [%]
		Mittel aus beiden Software														
		Check: Auswirkungen IBP & HR gleich?														
		besser	schlechter	ungleich & null	ungleich	getestet, aber unverändert	nicht getestet	Nur IBP	Nur ETU							
58	Nutzungszeiten	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet
59	tägliche Nutzungszeit	Nur ETU	Nur ETU	Nur ETU	Nur ETU	nicht getestet	nicht getestet	Nur ETU	Nur ETU	Nur ETU						
60	Tägliche Nutzungsstunden	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet
61	Jährliche Nutzungstage	besser	schlechter	besser	schlechter	nicht getestet	nicht getestet	besser	schlechter	ungleich & null	ungleich & null	besser	schlechter	ungleich	ungleich	
62	tägliche Betriebszeit Heizung	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet
63	tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet
64	Jährliche Betriebsstage für Anlagentechnik	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet
65	Raumkonditionen	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet
71	Mindestaußenluftvolumenstrom	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet
	flächenbezogen	besser	schlechter	besser	schlechter	nicht getestet	nicht getestet	ungleich & null	schlechter	aber unverändert	aber unverändert	ungleich & null	schlechter	besser	ungleich	
72	Mindestaußenluftvolumenstrom für Gebäude	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet
73	relative Abwesenheit RLT	getestet, aber unverändert	getestet, aber unverändert	getestet, aber unverändert	getestet, aber unverändert	nicht getestet	nicht getestet	getestet, aber unverändert	ungleich & null	ungleich & null						
74	Teilbetriebsfaktor für Gebäudebetriebszeit	Nur IBP	Nur IBP	Nur IBP	Nur IBP	nicht getestet	nicht getestet	Nur IBP	Nur IBP	Nur IBP						
75	Beleuchtung	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet

Abbildung 13 zeigt die resultierende Auswertung. Die nach Fehlerbereinigung unplausiblen Datensätze werden nicht weiterverarbeitet. Wenn keine Auffälligkeiten bestehen, ist die reguläre Vorgehensweise eine Mittelwertbildung der Ergebnisse aus beiden Softwaretools (Spalten DD bis DQ). Sofern nur eine Software grundsätzlich Ergebnisse oder aber plausible Ergebnisse liefert, werden nur diese weiterverwendet.

6 Ergebnisse

6.1 Relevanz der gewerkeweisen Einflussparameter

{Der vorliegende Forschungsbericht bietet das textliche Gerüst für das später zu erstellende Beiblatt 1. Anmerkungen, die für das Manuskript des Beiblattes 1 relevant sind, aber nicht direkt aus dem Forschungsbericht übernommen werden können, sind nachfolgend kursiv und in geschwungene Klammern gesetzt.}

Ein Teil der Parameter, auf denen die Energiebilanz basiert, wird als Zahlenwert eingegeben. Bei Werten, die zwischen 0 und 1 liegen können, ist das Fehlerpotential begrenzt. Besteht diese Einschränkung nicht, ist das Fehlerpotential sehr groß. Beispielsweise können Zehnerpotenzen verwechselt werden und Eingaben in Watt anstelle von Kilowatt oder Zentimeter anstelle von Metern erfolgen. Auch vergessene Kommata sind an dieser Stelle fehlerträchtig. Im Rahmen eines Bedarfs-Verbrauchs-Abgleichs sind die Zahlenwerteingaben daher mit besonderer Sorgfalt vorzunehmen.

Im Gegensatz dazu ergibt sich bei einer Softwareanwendung eine größere Anzahl von Parametern durch Listenauswahl oder ja/nein-Auswahl. Ob die damit verbundene, tatsächlich zur Berechnung verwendete Größe (insbesondere deren Zahlenwert) sichtbar oder editierbar wird oder nicht, hängt vom Programm ab. Wenn möglich, sind die betroffenen Größen kritisch zu beurteilen und gegebenenfalls auch zu ändern.

Die nachfolgenden Unterkapitel enthalten jeweils tabellarisch Erkenntnisse zu den Einzelparametern der Bilanz. Der Tabellenkopf ist wie folgt zu verstehen:

- **Parameter:** unter diesem Namen (oder ähnlich) wird der Parameter in einer Software abgefragt.
- **Datenart:** ein Parameter kann als Zahlenwert abgefragt werden, in Form einer ja/nein-Abfrage kann das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein gewählt werden oder es kann sich um eine Listenauswahl handeln. Teilweise gibt es kombinierte Abfragen in einer Mischung aus Listen und Zahlenwerteingaben.
- **Beispiel, Einheit:** zu den Zahlenwerteingaben wird eine typische Einheit benannt, wobei nicht sichergestellt ist, dass jede Software die angegebene Einheit identisch nutzt oder durch Einheitenvorsätze modifiziert (Beispiel: W vs. kW). Für die Listenabfragen in Softwareprogrammen wird zur besseren Wiedererkennung eine typische, beispielhafte Auswahloption der jeweiligen Liste genannt.
- **Ergebniseinfluss:** wird der genannte Parameter variiert, verändert sich das Ergebnis; bei Listenabfragen ergibt sich die maximale Varianz üblicherweise durch den energetisch besten beziehungsweise schlechtesten Listeneintrag. Bei ja/nein-Abfragen sind entsprechend zwei Ergebnisse produzierbar. Zahlenwerteingaben ziehen üblicherweise größere Ergebniseinflüsse nach sich, da sie – auch unbeabsichtigt – um Zehnerpotenzen falsch sein können.
- **Varianz und Streuung:** unter den Zahlenwerteingaben sind einzelne, die eindeutig im Rahmen einer Messung zu bestimmen sind, aus einem Plan entnommen werden können oder aus Produktdaten. Ihre Varianz und Streuung sind gering. Andere Zahlenwerteingaben erfordern Mittelwertbildungen über einen Zeitraum. Hierbei fließen Sekundärwissen und ein Erfahrungsschatz ein, jedoch ist die Größe nur noch mit einer gewissen Varianz sicher einschätzbar. Hinter allen Listenparametern sowie Größen aus einer ja/nein-Abfrage stecken gegebenenfalls noch viel größere Streuungen, da hier Annahmen durch die Normverfasser getroffen wurden.
- **Aufwand Datenerhebung:** an dieser Stelle erfolgt eine von Fachleuten und Praktikern qualitative Bewertung des Aufwandes zur korrekten Datenerhebung der betreffenden Größe; ein geringer Datenerhebungsaufwand ergibt sich beispielsweise, wenn die betreffende Größe im Rahmen einer Begehung eindeutig bestimmbar ist. *{Hinweis aus der Begleitgruppe: in der finalen Version des gedruckten Beiblattes könnte alternativ eine rein textliche Beschreibung zur Klassifizierung des Datenerhebungsaufwands ergänzt werden. Diese beschreibt, welche Tätigkeiten eine Datenerhebung im Allgemeinen umfasst. Die Fachplanerschaft kann sich individuell ein Bild darüber verschaffen, ob der Aufwand im konkreten Projekt „gering“, „mittel“ oder „hoch“ ist.}*

- Anmerkungen: es werden beispielsweise Hinweise zur konkreten Datenherkunft, zu möglicher Messbarkeit und zu häufig wiederkehrenden Fehlannahmen bei dieser Größe gegeben.

6.1.1 Nutz- und Endenergiebedarf der Beleuchtung

Um einen direkten Abgleich des berechneten Energiebedarfs mit dem gemessenen Energieverbrauch der Beleuchtung in Nichtwohngebäuden vornehmen zu können, sind Messwerte erforderlich. In vielen Gebäuden wird der Stromverbrauch der Beleuchtung nicht bekannt sein, so dass ein Abgleich mit dem Energiebedarf nicht vorgenommen werden kann. In diesem Fall beschränkt sich das Vorgehen auf eine Anpassung der Methoden und der wichtigsten Randbedingungen an die realen Verhältnisse.

Für eine realitätsnahe Bilanz sollte die tatsächlich vorhandene installierte Leistung der künstlichen Beleuchtung ermittelt werden. Dafür wird statt der Ermittlung über das Tabellen- oder vereinfachte Wirkungsgradverfahren die elektrische Bewertungsleistung verwendet. Sofern die Bewertungsleistung einer Lichtplanung entnommen wurde, ist zu prüfen, ob die ausgeführte Beleuchtungsanlage der geplanten Anlage entspricht. Die für die Planungsphase vorgesehenen Verfahren zur Ermittlung der Bewertungsleistung dürfen für eine Bestandsbewertung nicht angewendet werden. Tabellenverfahren und Wirkungsgradverfahren stehen damit für den Abgleich von Bedarf und Verbrauch nicht zur Verfügung.

Tabelle 10 listet die häufigsten in Softwareanwendungen zu findenden Parameter auf, die für eine Berechnung des Energiebedarfs der Beleuchtung erforderlich sind. Zum großen Teil gehören sie zum Bilanzumfang von DIN V 18599-4. Aber es sind auch Nutzungsrandbedingungen (DIN V 18599-10) sowie Daten aus dem geometrischen Aufmaß (DIN V 18599-1) und der Bauteilerfassung der Gebäudehülle (DIN V 18599-2) relevant.

Tabelle 10 – Parameterbewertung für die Endenergie der Beleuchtung

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Betriebszeiten (aus dem Nutzungsprofil) und Nutzung						
tägliche Nutzungszeit	Zahl ^N	$t_{\text{Nutz,g}}$ in h/d	mittel	gering	gering	Empfehlung: projektbezogene Klärung; keine Schätzung
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit	Zahl ^N	F_I in % ODER -	mittel	mittel	hoch	
jährliche Nutzungstage	Zahl ^N	$d_{\text{Nutz,a}}$ in d/a	gering	gering	gering	
jährliche Betriebszeit während Tag- und Nachtzeit (innerhalb der täglichen Nutzungszeit)	Zahl ^N	t_{Tag} und t_{Nacht} in h/a	gering	mittel	gering	
relative Abwesenheit	Zahl ^N	C_A in % ODER -	gering	hoch	mittel	
Daten aus dem Hüllflächenaufmaß						
zum Beleuchtungsbereich zugehörige Fenster	Liste	-	gering	gering	gering	in Software vorzunehmen
Sturzhöhe (alternativ Brüstungshöhe)	Zahl	h_{St} (oder h_{B}) in m	gering	gering	gering	sofern Pläne vorliegen oder Aufmaß
Fensterflächen	Zahl	A in m ²	gering	gering	mittel	
Daten der transparenten Bauteile						
Art der Verglasung	Liste	3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung	sehr gering	mittel	gering	besser Direkteingabe der Verglasungseigenschaften
Lichttransmissionsgrad	Zahl	$\tau_{0,65}$ in % ODER -	sehr gering	mittel	mittel	Glasberechnung oder Prüfzeugnis des Herstellers
Minderungsfaktor für Rahmen- und Sprossen (alternativ Glasanteil)	Zahl ^S	F_F in % ODER -	sehr gering	mittel	mittel	am realen Fenster messen
Leistung nach Fachplanung oder Aufmaß						
installierte Leistung	Zahl	P in W	sehr hoch	mittel	hoch	empfohlener Ansatz! prüfen, ob Beleuchtungsanlage mit Planung übereinstimmt
installierte flächenbezogene Leistung	Zahl	p in W/m ²	sehr hoch	mittel	hoch	
Nettogrundfläche des Beleuchtungsbereiches	Zahl	A_{NGF} in m ²	mittel	gering	gering	sofern Pläne vorliegen oder Aufmaß

Tabelle 10 – Parameterbewertung für die Endenergie der Beleuchtung (fortgeführt)

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Leistung nach dem Wirkungsgradverfahren						
Beleuchtungsart	Liste	direkt / indirekt	hoch	gering	gering ^F	
Betriebswirkungsgrad Leuchte	Zahl	η_{LB} in % ODER -	sehr hoch	mittel	mittel	Herstellerdaten
Systemlichtausbeute	Zahl	η_S in lm/W	hoch	hoch	mittel	
Minderungsfaktor für Bereich der Sehaufgabe	Zahl ^N	k_A in % ODER -	hoch	mittel	hoch	nach Plänen
Wartungsfaktor	Liste ^S	sehr saubere Räume und häufig gereinigte Leuchten	mittel	mittel	mittel ^F	oft besser als angenommen; nur im Rahmen der Planung bedeutsam
Nettogrundfläche des Beleuchtungsbereiches	Zahl	A_{NGF} in m ²	mittel	gering	gering	sofern Pläne vorliegen oder Aufmaß
Raumindex	Zahl ^N	k in -	gering	mittel	mittel	separate Berechnung erforderlich
Leistung nach dem Tabellenverfahren						
Beleuchtungsart	Liste	direkt / indirekt	hoch	gering	gering ^F	bei geringem nach unten/oben gerichteten Lichtstromanteil Zuordnung ggf. schwierig
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	Zahl ^N	\bar{E}_m in lx	hoch	hoch	mittel	kein Messwert, sondern Festlegung
Minderungsfaktor für Bereich der Sehaufgabe	Zahl ^N	k_A in % ODER -	hoch	mittel	hoch	nach Plänen
Art von LED	Liste	LED-Ersatzlampen für Glühlampen	mittel	mittel	mittel	Hersteller oder Typologien
Art von Leuchtstoff- und Entladungslampen	Liste	Leuchtstofflampe stabförmig mit VVG	mittel	gering	mittel	
Wartungsfaktor	Liste ^S	sehr saubere Räume und häufig gereinigte Leuchten	mittel	mittel	mittel ^F	oft besser als angenommen; nur im Rahmen der Planung bedeutsam
Nettogrundfläche des Beleuchtungsbereiches	Zahl	A_{NGF} in m ²	mittel	gering	gering	sofern Pläne vorliegen oder Aufmaß
Raumindex	Zahl ^N	k in -	gering	mittel	mittel	separate Berechnung erforderlich
Verschattung und Tageslichtfunktionen						
Tageslichtfunktion	Liste	Lichtlenkung, nur Blendschutz	sehr gering	gering	gering	nach Plänen und Begehung und aus Produktwerten
Art der Sonnenschutzvorrichtung	Liste	Außenjalousie (10° Stellung), weiß	sehr gering	gering	gering	
Steuerung des Sonnenschutzes	Liste	beweglich & strahlungsabhängig	sehr gering	mittel	gering	
Verbauungsindex	Zahl ^S	l_v in % oder -	mittel	mittel	hoch	
Regelung und Steuerung der künstlichen Beleuchtung						
Konstantlichtregelung	ja/nein	-	gering	hoch	mittel	nach Plänen und Begehung
Automatische Präsenzerfassung	ja/nein	-	gering	gering	mittel	
Art des Kontrollsystems für Tageslicht	Liste	tageslichtabhängig ausschaltend, keine Standby-Verluste	sehr gering	mittel	mittel	
Legende						
^S	Standardwert in der Norm vorhanden					
^N	wie vor, jedoch für eine Größe aus dem Nutzungsprofil					
^F	Faktor in der Norm, der z. B. zur Abbildung instationären Verhaltens verwendet wird; er ist projektbezogen gar nicht oder nur im Rahmen von Simulationen bestimmbar; der Datenerhebungsaufwand ist somit kaum kalkulierbar (gering, wenn der Zahlenwert einfach modifiziert wird oder unbestimmt groß)					

6.1.2 Nutzenergiebedarf Heizen und Kühlen

Um einen direkten Abgleich des berechneten Energiebedarfs mit dem gemessenen Energieverbrauch vornehmen zu können, wären Messwerte erforderlich. Im Bereich der vermieteten Wohn- und Gewerbeimmobilien sind häufig Wärmemengenzähler für einzelne Nutzeinheiten installiert, deren Messwerte für den Bedarfs-/Verbrauchs-Abgleich direkt herangezogen werden können. In vielen Gebäuden wird der Nutzwärmebedarf für Heizen und Kühlen nicht direkt in den Zonen erfasst, so dass ein Abgleich mit dem Energiebedarf nicht vorgenommen werden kann. In diesem Fall beschränkt sich das Vorgehen auf eine Anpassung der wichtigsten Randbedingungen an die realen Verhältnisse.

Für eine realitätsnahe Bilanz sollte ein möglichst korrektes Aufmaß vorliegen, vor allem aber die Innentemperatur zutreffend für das Projekt gewählt werden. Während der Heizwärmebedarf darüber hinaus in der Regel von Transmissionswärmeströmen bestimmt wird, sind für den Kühlbedarf insbesondere die solaren und internen Wärmeeinträge relevant. Hinweise zur Innentemperatur und internen Lasten: siehe Kapitel X.Y.Z. *{hier folgt im Beiblatt 1 ein Link zum Kapitel „Annahme der Nutzungsranddaten“}*.

Tabelle 11 und Tabelle 12 listen die häufigsten in Softwareanwendungen zu findenden Parameter auf, die zu einer Berechnung des Heizwärmebedarfs bzw. Kühlbedarfs erforderlich sind. Zum großen Teil gehören sie zum Bilanzumfang von DIN V 18599-2. Aber es sind auch Nutzungsranddaten (DIN V 18599-10) sowie Daten aus dem geometrischen Aufmaß (DIN V 18599-1) relevant.

Tabelle 11 – Parameterbewertung für Nutzenergiebedarf Heizen (Heizwärmebedarf)

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Betriebszeiten (aus dem Nutzungsprofil) und Belegung						
jährliche Nutzungstage	Zahl ^N	$d_{Nutz,a}$ in d/a	gering	gering	gering	Empfehlung: projektbezogene Klärung; keine Schätzung
tägliche Nutzungszeit	Zahl ^N	$t_{Nutz,d}$ in h/d	gering	gering	gering	
Belegungsdichte, Personenzahl	Zahl ^N	m^2/P oder P	sehr gering	hoch	mittel	
Innentemperatur						
Raum-Solltemperatur Heizung	Zahl ^N	$\theta_{i,hsoll}$ in °C	sehr hoch	mittel	hoch	die Hinweise in Kapitel 6.5.2 sind zu beachten
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb	Zahl ^N	$\Delta\theta_{i,NA}$ in K	sehr gering	gering	mittel	
Betriebsart Heizung an Wochenenden	Liste	Absenkbetrieb	mittel	gering	gering	für Nichtwohnbauten
Betriebsart Heizung an Nutzungstagen	Liste	Abschaltung	mittel	gering	gering	
Betriebsart Heizung	Liste	kein reduzierter Betrieb	mittel	gering	gering	für Wohnbauten
Daten des Aufmaßes						
Nettogrundfläche	Zahl	A_{NGF} in m^2	mittel	gering	gering	sofern Pläne vorliegen
Hüllflächen	Zahl	A in m^2	hoch	gering	gering	
Nettovolumen	Zahl	V in m^3	hoch	gering	gering	
Dachneigung	Liste	45°	sehr gering	gering	gering	nur im Wohnungsbau
Bruttovolumen	Zahl	V_e in m^3	sehr gering	gering	gering	
Netto- vereinfacht über Bruttovolumen	ja/nein	-	sehr gering	mittel	gering	
mitbeheizte Fläche	Zahl ^N	a_{tb} in % ODER -	gering	hoch	mittel	nur im Wohnungsbau: die mitbeheizte Fläche kann real viel größer sein
Transmission						
Wärmedurchgangskoeffizienten	Zahl	U in $W/(m^2K)$	sehr hoch	mittel	hoch	Verwendung von Typologien vermeiden
Wärmebrücken	Kombi	Kategorie A nach DIN 4108 Beiblatt 2 ODER Eingabe ΔU_{WB} in $W/(m^2K)$	hoch	hoch	hoch	insbesondere für schlechtes Wärmeschutzniveau sehr hohe Standardwerte
F_x (Verwendung von Standardwerten)	Liste	Fußboden mit Randdämmung, 5 m waagrecht	sehr gering	hoch	gering	für erdreichberührte Bauteile sehr ungünstige Annahmen
F_x (Verfahrenswechsel)	Liste	detaillierte Betrachtung, vereinfachte Betrachtung	sehr gering	hoch	mittel	

Tabelle 11 – Parameterbewertung für Nutzenergiebedarf Heizen (Heizwärmebedarf) (fortgeführt)

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Lüftung und Luftdichtheit						
Mindestaußenvolumenstrom (flächen- oder volumenbezogen) oder -luftwechsel	Zahl ^N	$\dot{V}_A \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ ODER n in h^{-1}	mittel	hoch	hoch	kein Messwert, sondern Festlegung; Werte sind vergleichsweise hoch angenommen
Gebäudedichtheit	Kombi	Kategorie II ODER Eingabe n_{50} in h^{-1}	sehr hoch	hoch	mittel	Einstufungsmessung; die Standardwerte sind sehr hoch angenommen
Windabschirmung, Lage des Gebäudes	Liste	mittlere Abschirmung; ODER geschützte Lage	mittel	gering	gering ^F	
mehrere Fassaden dem Wind ausgesetzt, wind-exponierte Fassaden	ja/nein	-	mittel	gering	gering ^F	
Verbindung der Zone zur Außenluft	Liste	mit Fenster und Durchlässen	hoch	gering	gering	
Außenluftdurchlässe vorhanden	ja/nein	-	gering	gering	gering ^F	nur in Verbindung mit Lüftungstechnik oder Vorhandensein von Außenluftdurchlässen
Teilbetriebsfaktor für Gebäudebetriebszeit der RLТ	Zahl ^N	F_{RLT} in % ODER -	sehr gering	mittel	hoch	
transparente Bauteile, Verschattung, solare Wärmeeinträge						
Strahlungsabsorptionsgrad (opake Bauteile)	Kombi ^S	helle Wand ODER Eingabe α in % ODER -	sehr gering	gering	mittel	Hersteller oder Typologien
Gesamtenergiedurchlassgrad (transparente Bauteile)	Zahl	g in % ODER -	sehr gering	gering	mittel	
Art der Verglasung	Liste	3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung	mittel	mittel	gering	besser Direkteingabe des Wärmedurchgangskoeffizienten
Art des Rahmens und Randverbunds	Liste	PVC 3-Kammer ODER Eingabe in $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	mittel	mittel	gering	
Abminderungsfaktor Rahmenanteil oder Glasanteil	Zahl ^S	F_f in % ODER -	sehr gering	mittel	mittel	am realen Fenster messen
Art der Sonnenschutzvorrichtung	Liste	Außenjalousie (10° Stellung), weiß	sehr gering	gering	gering ^F	nach Plänen und Begehung; nur Nichtwohngebäude
Steuerung der Sonnenschutzvorrichtung	Liste	beweglich & strahlungsabhängig	sehr gering	gering	gering ^F	
interne Wärmeeinträge						
Wärmequellen aus Beleuchtung	Zahl	$Q_{l,b}$ in kWh/ Bilanzzeitraum	mittel	-	-	Übernahme aus Bilanz der Beleuchtung; nur Nichtwohngebäude
Wärmequellen aus Arbeitshilfen	Zahl ^N	$q_{l, \text{fac}}$ in $\text{Wh}/(\text{m}^2\text{d})$ ODER $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	gering	hoch	hoch	siehe Hinweise in Kapitel 6.4.4
Nutzbarkeit der Wärmeeinträge						
Bauschwere	Kombi ^S	mittelschwer ODER Eingabe in C_{Wirk} in $\text{Wh}/(\text{m}^2\text{K})$	gering	mittel	hoch	
Legende						
^S	Standardwert in der Norm vorhanden					
^N	wie vor, jedoch für eine Größe aus dem Nutzungsprofil					
^F	Faktor in der Norm, der z. B. zur Abbildung instationären Verhaltens verwendet wird; er ist projektbezogen gar nicht oder nur im Rahmen von Simulationen bestimmbar; der Datenerhebungsaufwand ist somit kaum kalkulierbar (gering, wenn der Zahlenwert einfach modifiziert wird oder unbestimmt groß)					

Tabelle 12 – Parameterbewertung für Nutzenergiebedarf Kühlen (Kühlbedarf)

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Betriebszeiten (aus dem Nutzungsprofil) und Belegung						
jährliche Nutzungstage	Zahl ^N	$d_{\text{Nutz,a}}$ in d/a	sehr hoch	gering	gering	Empfehlung: projektbezogene Klärung; keine Schätzung
tägliche Nutzungszeit	Zahl ^N	$t_{\text{Nutz,d}}$ in h/d	mittel	gering	gering	
Kühlung läuft täglich auch außerhalb der täglichen Betriebszeiten	ja/nein	-	sehr gering	gering	gering	
Kühlung ist an Nicht-Nutzungstagen abgeschaltet	ja/nein	-	sehr gering	gering	gering	
Belegungsdichte, Personenzahl	Zahl ^N	m^2/P oder P	mittel	hoch	mittel	
Innentemperatur						
Raum-Solltemperatur Kühlung	Zahl ^N	$\theta_{i,c,\text{soll}}$ in °C	sehr hoch	mittel	hoch	die Hinweise in Kapitel 6.5.2 sind zu beachten
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb	Zahl ^N	$\Delta\theta_{i,NA}$ in K	sehr gering	gering	mittel	
Daten des Aufmaßes						
Nettogrundfläche	Zahl	A_{NGF} in m^2	mittel	gering	gering	sofern Pläne vorliegen
Hüllflächen	Zahl	A in m^2	mittel	gering	gering	
Nettovolumen	Zahl	V in m^3	gering	gering	gering	
Dachneigung	Liste	45°	sehr gering	gering	gering	
Bruttovolumen	Zahl	V_e in m^3	sehr gering	gering	gering	nur im Wohnungsbau
Netto- vereinfacht über Bruttovolumen	ja/nein	-	sehr gering	mittel	gering	
Transmission						
Wärmedurchgangskoeffizienten	Zahl	U in $W/(m^2K)$	hoch	mittel	hoch	Verwendung von Typologien vermeiden
Wärmebrücken	Kombi	Kategorie A nach DIN 4108 Beiblatt 2 ODER Eingabe ΔU_{WB} in $W/(m^2K)$	gering	hoch	hoch	insbesondere für schlechtes Wärmeschutzniveau sehr hohe Standardwerte
F_x (Verwendung von Standardwerten)	Liste	Fußboden mit Randdämmung, 5 m waagrecht	sehr gering	hoch	gering	für erdreichberührte Bauteile sehr ungünstige Annahmen
F_x (Verfahrenswechsel)	Liste	detaillierte Betrachtung, vereinfachte Betrachtung	sehr gering	hoch	mittel	
Lüftung und Luftdichtheit						
Mindestaußenvolumenstrom (flächen- oder volumenbezogen) oder -luftwechsel	Zahl ^N	\dot{V}_A $m^3/(h \cdot m^2)$ ODER n in h^{-1}	mittel	hoch	hoch	kein Messwert, sondern Festlegung; Werte sind sehr hoch angenommen
Gebäudedichtheit	Kombi	Kategorie II ODER Eingabe n_{50} in h^{-1}	hoch	hoch	mittel	Einstufungsmessung; Standardwerte sind sehr hoch angesetzt
Windabschirmung, Lage des Gebäudes	Liste	mittlere Abschirmung; ODER geschützte Lage	gering	gering	gering ^f	
mehrere Fassaden dem Wind ausgesetzt, windexponierte Fassaden	ja/nein	-	gering	gering	gering ^f	
Verbindung der Zone zur Außenluft	Liste	mit Fenster und Durchlässen	hoch	gering	gering	
Außenluftdurchlässe vorhanden	ja/nein	-	sehr gering	gering	gering ^f	nur in Verbindung mit Lüftungstechnik oder Vorhandensein von Außenluftdurchlässen
Teilbetriebsfaktor für Gebäudebetriebszeit der RL	Zahl ^N	F_{RLT} in % ODER -	sehr gering	mittel	hoch	
Nutzbarkeit der Wärmeeinträge						
Bauschwere	Kombi	mittelschwer ODER Eingabe in C_{Wirk} in $Wh/(m^2K)$	hoch	mittel	hoch	
interne Wärmeeinträge						
Wärmequellen aus Beleuchtung	Zahl	$Q_{l,b}$ in $kWh/\text{Bilanzzeitraum}$	sehr hoch	-	-	Übernahme aus Bilanz der Beleuchtung
Wärmequellen aus Arbeitshilfen	Zahl ^N	$q_{l,\text{fac}}$ in $Wh/(m^2d)$ ODER $kWh/(m^2a)$	mittel	hoch	hoch	siehe Hinweise in Kapitel 6.4.4

Tabelle 12 – Parameterbewertung für Nutzenergiebedarf Kühlen (Kühlbedarf) (fortgeführt)

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
transparente Bauteile, Verschattung, solare Wärmeeinträge						
Strahlungsabsorptionsgrad (opake Bauteile)	Kombi	helle Wand ODER Eingabe α in % ODER -	gering	gering	mittel	Hersteller oder Typologien
Gesamtenergiedurchlassgrad (transparente Bauteile)	Zahl	g in % ODER -	gering	gering	mittel	
Art der Verglasung	Liste	3-Scheiben-Wärme-schutzverglasung	mittel	mittel	gering	besser Direkteingabe des Wärmedurchgangskoeffizienten
Art des Rahmens und Randverbunds	Liste	PVC 3-Kammer ODER Eingabe in $W/(m^2K)$	gering	mittel	gering	
Abminderungsfaktor Rahmenanteil oder Glasanteil	Zahl ^S	F_f in % ODER -	hoch	mittel	mittel	am realen Fenster messen
Art der Sonnenschutzvorrichtung	Liste	Außenjalousie (10° Stellung), weiß	sehr gering	gering	gering ^F	nach Plänen und Begehung
Steuerung der Sonnenschutzvorrichtung	Liste	beweglich & strahlungsabhängig	sehr gering	gering	gering ^F	
Legende						
^S	Standardwert in der Norm vorhanden					
^N	wie vor, jedoch für eine Größe aus dem Nutzungsprofil					
^F	Faktor in der Norm, der z. B. zur Abbildung instationären Verhaltens verwendet wird; er ist projektbezogen gar nicht oder nur im Rahmen von Simulationen bestimmbar; der Datenerhebungsaufwand ist somit kaum kalkulierbar (gering, wenn der Zahlenwert einfach modifiziert wird oder unbestimmt groß)					

6.1.3 Nutzenergiebedarf Raumluftechnik und Wohnungslüftung

Eine entscheidende Größe für eine realitätsnahe Energiebilanz raumluftechnischer Anlagen stellen die Außenluft- und Zuluftvolumenströme dar. Bei älteren Anlagen können diese deutlich von den ursprünglichen Planungswerten abweichen. Häufig finden sich aktuellere Volumenstrom-Messprotokolle in den Wartungsunterlagen. Besteht der Verdacht größerer Abweichungen, sind eigene Luftvolumenstrommessungen zu empfehlen. Die Anlagenbetriebszeiten müssen immer vor Ort erhoben werden.

Die Rückwärmzahl von Wärmerückgewinnungsanlagen (analog die Umluftrate von Mischkammern, die allerdings keine Produkteigenschaft, sondern eine regelungstechnische Größe ist) bzw. der Temperaturänderungsgrad lässt sich über Temperatur- bzw. Enthalpieverhältnisse messtechnisch prüfen. Ist ein Gebäudeleitsystem vorhanden, empfiehlt es sich, eventuell vorhandene Trenddaten auszuwerten oder zu diesem Zweck Trenddaten über mehrere Tage aufzeichnen zu lassen. Die Sollwerte für die Be- und Entfeuchtung von Vollklimaanlagen können von den Standardwerten der DIN V 18599-3 abweichen und dadurch zu Verbrauchsabweichungen führen. Feuchtesensoren sollten bei größeren Anlagen überprüft werden, da Fehlmessungen den Verbrauch spürbar beeinflussen können. Analoges gilt für die Überprüfung von Luftqualitätssensoren.

Die verpflichtende energetische Inspektion für ältere Anlagen liefert viele der benannten Anlagen- und Betriebsparameter.

Es ist davon auszugehen, dass der Nutzenergiebedarf der Raumluftechnik nicht separat gemessen werden kann. Er verändert jedoch die Endenergie der Beheizung und Kühlung, insbesondere aufgrund der Wärmerückgewinnung. Analoges gilt für die Wohnungslüftung.

Für eine realitätsnahe Bilanz der Endenergie der Beheizung und Kühlung sind als vorbereitende Maßnahmen die wichtigsten Randbedingungen der Wohnungslüftung beziehungsweise Raumluftechnik an die realen Verhältnisse anzupassen.

In jedem Fall ist das Vorhandensein einer Wärmerückgewinnung relevant. Darüber hinaus beeinflusst eine vorhandene Befeuchtung vor allem das winterliche Ergebnis. Tabelle 13 und Tabelle 14 sowie Tabelle 15 listen die häufigsten in Softwareanwendungen verwendeten Parameter auf, die zu einer Berechnung der Nutzwärme und -kälte der RLT bzw. Wohnungslüftung erforderlich sind. Zum großen Teil gehören sie zum Bilanzumfang von DIN V 18599-3 und -6. Aber es sind auch Nutzungsranddaten (DIN V 18599-10) relevant.

Tabelle 13 – Parameterbewertung für die Nutzwärme der Raumlufttechnik

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Betriebszeiten und Volumenströme						
Lüftungsanlage wird auch an Nichtnutzungstagen betrieben	ja/nein	-	sehr gering	gering	gering	aus der Anlagenregelung zu entnehmen
bedarfsabhängige Steuerung des Volumenstroms	Liste	IDA-C6	sehr gering	mittel	mittel ^F	
Teilbetriebsfaktor für Gebäudebetriebszeit RLT	Zahl ^N	F _{RLT} in % ODER -	gering	hoch	hoch	keine Messung, sondern Berechnung über Raumbelagungen
relative Abwesenheit RLT	Zahl ^N	C _{RLT} in % ODER -	sehr gering	mittel	hoch	
Luftvolumenströme sind für alle versorgten Zonen konstant	ja/nein	-	sehr gering	mittel	gering ^F	
Eigenschaften der Wärmerückgewinnung						
Temperaturänderungsgrad	Zahl	η_r in % ODER -	hoch	mittel	hoch	es wird ein mittlerer Wert über die Zeit benötigt
Typ der Wärmerückgewinnung	Liste	WRG ohne Feuchteübertragung	sehr hoch	gering	gering ^F	
Befeuchtung						
Art der RLT-Befeuchtung	Liste	Dampfbefeuchtung	sehr hoch	gering	gering ^F	
Regelung der Befeuchtung	Liste	ungeregelt	mittel	gering	hoch ^F	
Sollwert der Befeuchtung	Liste	8 g/kg	sehr gering	mittel	mittel	ggf. Sollwert mitteln
Heizfunktion der RLT						
Sollwert Zuluft (Winter)	Zahl	θ_{hc} in °C	gering	hoch	hoch	ggf. monatlich verschiedene Sollwerte ermitteln
Kanalnetz						
Oberfläche der Kanäle der Luftverteilung außerhalb des Gebäudes	Zahl	A _{K,A} in m ²	gering	hoch	hoch	Abwicklung des Netzes und Aufmaß
Legende						
^S	Standardwert in der Norm vorhanden					
^N	wie vor, jedoch für eine Größe aus dem Nutzungsprofil					
^F	Faktor in der Norm, der z. B. zur Abbildung instationären Verhaltens verwendet wird; er ist projektbezogen gar nicht oder nur im Rahmen von Simulationen bestimmbar; der Datenerhebungsaufwand ist somit kaum kalkulierbar (gering, wenn der Zahlenwert einfach modifiziert wird oder unbestimmt groß)					

Tabelle 14 – Parameterbewertung für die Nutzkälte der Raumlufttechnik

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Betriebszeiten und Volumenströme						
Lüftungsanlage wird auch an Nichtnutzungstagen betrieben	ja/nein	-	sehr gering	gering	gering	aus der Anlagenregelung zu entnehmen
bedarfsabhängige Steuerung des Volumenstroms	Liste	IDA-C6	sehr gering	mittel	mittel ^F	
Teilbetriebsfaktor für Gebäudebetriebszeit RLT	Zahl ^N	F _{RLT} in % ODER -	gering	hoch	hoch	keine Messung, sondern Berechnung über Raumbelagungen
relative Abwesenheit RLT	Zahl ^N	C _{RLT} in % ODER -	sehr gering	mittel	hoch	
Luftvolumenströme sind für alle versorgten Zonen konstant	ja/nein	-	sehr gering	mittel	gering ^F	
Eigenschaften der Wärmerückgewinnung						
Temperaturänderungsgrad	Zahl	η_r in % ODER -	mittel	mittel	hoch	es wird ein mittlerer Wert über die Zeit benötigt
Typ der Wärmerückgewinnung	Liste	WRG ohne Feuchteübertragung	sehr hoch	gering	gering ^F	
Befeuchtung						
Art der RLT-Befeuchtung	Liste	Dampfbefeuchtung	hoch	gering	gering ^F	
Regelung der Befeuchtung	Liste	ungeregelt	hoch	gering	hoch ^F	Korrekturfaktor kann nicht gemessen, nur geschätzt werden
Sollwert der Befeuchtung	Liste	8 g/kg	sehr gering	mittel	mittel	ggf. Sollwert mitteln

Tabelle 14 – Parameterbewertung für die Nutzkälte der Raumluftheizung (fortgeführt)

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Kühlfunktion der RLT						
Sollwert Zuluft (Sommer)	Zahl	θ_{he} in °C	mittel	hoch	hoch	ggf. monatlich verschiedene Sollwerte ermitteln
Kanalnetz						
Oberfläche der Kanäle der Luftverteilung außerhalb des Gebäudes	Zahl	$A_{k,A}$ in m ²	sehr gering	hoch	hoch	Abwicklung des Netzes und Aufmaß
Legende						
^S	Standardwert in der Norm vorhanden					
^N	wie vor, jedoch für eine Größe aus dem Nutzungsprofil					
^F	Faktor in der Norm, der z. B. zur Abbildung instationären Verhaltens verwendet wird; er ist projektbezogen gar nicht oder nur im Rahmen von Simulationen bestimmbar; der Datenerhebungsaufwand ist somit kaum kalkulierbar (gering, wenn der Zahlenwert einfach modifiziert wird oder unbestimmt groß)					

Tabelle 15 – Parameterbewertung für die Nutzwärme und Nutzkälte der Wohnungslüftung

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Eigenschaften der Wärmerückgewinnung						
Wärmeübertrager vorhanden	ja/nein	-	sehr hoch	gering	gering	
Wärmebereitstellungsgrad	Zahl	η_{WUT} in % ODER -	hoch	mittel	mittel	
Verhalten der Lüftung während des Abtaubetriebs	Liste	Abschaltung oder Reduzierung der Drehzahl des Zuluftventilators	gering	mittel	mittel ^F	aus der Regelung der Anlage zu entnehmen
Luftwechsel und Luftvolumenstrom						
Anlagenluftwechsel	Zahl ^S	n_{mech} in h ⁻¹	mittel	mittel	mittel	aus der Realanlage: Volumenstrom in m ³ /h entnehmen und umrechnen
mit bedarfsgeführter Steuerung der Luftmenge	ja/nein	-	mittel	hoch	mittel ^F	aus der Regelung der Anlage zu entnehmen
Temperaturgrenze Außenluft für Abschaltung Zuluftventilator	Zahl	θ_e in °C	sehr gering	mittel	mittel	
Weitere Eigenschaften						
Leistungsaufnahme der Ventilatoren	Zahl ^S	SPI in W/(m ³ /h)	mittel	mittel	gering	
Leistungsaufnahme der Regelung bei abgeschalteten Ventilatoren	Zahl ^S	$P_{el,c,P0}$ in W	sehr gering	mittel	gering	ggf. Datenermittlung aufwändig
Dichtheit des Lüftungsgerätes	Liste	hohe Luftdichtheit	sehr gering	gering	gering	aus Herstellerangaben entnehmen
Wärmeverluste des Lüftungsgerätes	Liste	mittel	sehr gering	gering	gering	
Legende						
^S	Standardwert in der Norm vorhanden					
^N	wie vor, jedoch für eine Größe aus dem Nutzungsprofil					
^F	Faktor in der Norm, der z. B. zur Abbildung instationären Verhaltens verwendet wird; er ist projektbezogen gar nicht oder nur im Rahmen von Simulationen bestimmbar; der Datenerhebungsaufwand ist somit kaum kalkulierbar (gering, wenn der Zahlenwert einfach modifiziert wird oder unbestimmt groß)					

6.1.4 Endenergiebedarf der Beheizung

Ein direkter Abgleich des berechneten Energiebedarfs mit dem gemessenen Energieverbrauch der Beheizung ist möglich, wenn über den betreffenden Zähler keine weiteren Energieaufwendungen (Trinkwarmwasser, Sorptionskälte) erfasst werden. Ist dies dennoch der Fall, kann eine sommerliche oder monatliche Verbrauchserfassung zur Problemlösung beitragen, siehe Kapitel X.Y.Z {hier folgt im Beiblatt 1 ein Link zum Kapitel „Energiesignatur für Wärmeverbraucher“}.

Zum Abgleich von Energiebedarf und Energieverbrauch für die Beheizung von Gebäuden sollten zunächst die Randbedingungen der Berechnung des Nutzenergiebedarfs überprüft werden, siehe Kapitel 6.1.2 und 6.1.3. Darüber hinaus sind die Effizienzen der Erzeuger zu klären (Leistungszahlen aus Herstellerdaten bzw. Jahresarbeitszahlen aus Messungen bei Wärmepumpen, Wirkungsgrade aus Herstellerdaten bzw. Jahresnutzungsgrade aus Messungen bei Kesseln und anderen brennstoffbetriebenen Erzeugern). Auch die tatsächlichen Nutzungszeiten des Gebäudes und Betriebszeiten der Anlagen spielen eine wesentliche Rolle.

KWK-Anlagen erzeugen bestimmungsgemäß sowohl Strom als auch Wärme. Beim Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich ist besonderes Augenmerk auf die Übereinstimmung der Bilanzgrenzen zu legen.

- Messwert „Brennstoff“: Die Bilanzierung der KWK, die als Ergebnis eine Brennstoffmenge liefert, muss nach dem Verfahren A „Bilanzierung von Brennstoff und Strom“ der DIN V 18599-9 erfolgen. Das Ergebnis kann mit dem realen Wert verglichen werden. Dies entspricht dem „Eigenbetrieb“ der KWK.
- Messwert „produzierte Wärmeenergie“: Die auch in Nachweisen verpflichtende Bilanzierung nach dem Verfahren B „Bilanzierung Primärenergiefaktor der Wärme“ der DIN V 18599-9 ist für den Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich ebenfalls geeignet, wenn als Endenergie die gelieferte Wärmemenge definiert wird. Dieses ergibt sich häufig bei Fremdbetrieb der KWK (Contracting).

Tabelle 16 listet die häufigsten in Softwareanwendungen verwendeten Parameter auf, die zu einer Berechnung des Energiebedarfs der Beheizung erforderlich sind. Zum großen Teil gehören sie zum Bilanzumfang von DIN V 18599-5. Aber es sind für KWK auch die Ansätze aus DIN V 18599-9 als Datenbasis zu nennen sowie Nutzungsranddaten (DIN V 18599-10) und Daten aus dem geometrischen Aufmaß (DIN V 18599-1).

Tabelle 16 – Parameterbewertung für die Endenergie der Beheizung

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Nutzenergie						
Nutzenergiebedarf Heizen	Zahl	$Q_{h,b}$ in kWh/a	sehr hoch			siehe Tabelle 11
Nutzwärme der Raumlufttechnik	Zahl	$Q_{h^*,b}$ in kWh/a	sehr hoch			siehe Tabelle 13
Nutzwärme der Wohnungslüftung	Zahl	$Q_{rv,b}$ in kWh/a	sehr hoch			siehe Tabelle 15
Nutzungs- und Betriebszeiten						
jährliche Nutzungstage	Zahl ^N	$d_{Nutz,a}$ in d/a	hoch	gering	gering	Empfehlung: projektbezogene Klärung; keine Schätzung Bilanzzeit für die Technik; außerhalb Stillstand
tägliche Nutzungszeit	Zahl ^N	$t_{Nutz,d}$ in h/d	mittel	gering	gering	
tägliche Betriebszeit der Heizung	Zahl ^N	$t_{op,d}$ in h/d	sehr gering	gering	gering	
zentrale Regelungsgrößen						
Betriebsart Heizung	Liste	kein reduzierter Betrieb	hoch	gering	gering	im Wohnbau
Betriebsart Heizung an Nutzungstagen	Liste	Absenkbetrieb	hoch	gering	gering	aus der Regelung
Betriebsart Heizung an Wochenenden	Liste	Abschaltung	sehr hoch	gering	gering	
Automatisierungsgrad Heizen	Liste	Klasse B	mittel	mittel	mittel ^F	korrekter Einfluss ist abzuschätzen
Auslegungstemperaturen/Systemtemperaturen	Kombi	70/55°C ODER Eingabe θ_{VA} und θ_{RA} in °C	gering	hoch	gering	Vorlauf aus Planung oder Regelung; Rücklauf nach Planung oder Annahme; bei Wärmepumpen größerer Ergebniseinfluss
Lage der Komponenten						
Lage der Leitungen und Speicher (Heizung)	Liste	pauschal im beheizten; in bestimmten Zonen	gering	mittel	mittel	nach Aufmaß oder Planung
	Liste	im Beheizten; im Unbeheizten	sehr gering	mittel	gering	
Lage der Erzeuger (Heizung und Trinkwarmwasser)	Liste	pauschal im beheizten; in bestimmten Zonen	sehr gering	gering	gering	
	Liste	im Beheizten; im Unbeheizten	sehr gering	gering	gering	

Tabelle 16 – Parameterbewertung für die Endenergie der Beheizung (fortgeführt)

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Übergabe: Allgemein						
Art der Regelung	Liste	PI-Regler mit Optimierungsfunktion	mittel	gering	mittel ^F	nach Aufmaß oder Planung
Produkt ist zertifiziert	ja/nein	-	gering	mittel	mittel ^F	aus Produktunterlagen
intermittierende Betriebsweise	ja/nein	-	sehr gering	hoch	hoch ^F	
Übergabe: zusätzliche vernetzte Einzelraumregelungssysteme						
Art der Einzelraumregelungssysteme	Liste	Netzwerkbetrieb mit selbstständiger Anpassung und Interaktion	mittel	mittel	gering ^F	nach Aufmaß oder Planung
Übergabe: Heizkörper						
Lage	Liste	an der Außenwand	gering	gering	gering ^F	nach Aufmaß oder Planung
Übergabe: Flächenheizung und bauteilintegrierte Heizsysteme (TABS)						
System der Flächenheizung	Liste	FBH als Nasssystem	mittel	gering	mittel ^F	aus Planungsunterlagen
Art der Dämmung	Liste	mit Mindestdämmung nach DIN 4108	mittel	gering	hoch ^F	
Übergabe: Warmluft- und Umluftheizung						
Regelgüte der Heizregister	Liste	hoch	gering	mittel	hoch ^F	aus Produktunterlagen
Übergabe: Deckenstrahlungsheizung, Deckenstrahlplatten						
Abdeckung/Überdeckung	Liste	bis 10 cm	gering	gering	mittel ^F	aus Produktunterlagen oder Aufmaß
Art der Dämmung	Liste	verbesserte Ausführung	mittel	gering	mittel ^F	
Erzeuger: allgemein						
Baualterklasse	Kombi	nach 1994 ODER Eingabe einer Jahreszahl	gering	mittel	gering ^F	
Nennleistung	Zahl ^S	P _n in kW	mittel	hoch	gering	
dezentrale Erzeuger und Übergabe: Elektroeinzelheizung						
Lage	Liste	an der Außenwand	gering	gering	mittel ^F	
Art	Liste	Speicherheizung	mittel	gering	gering ^F	
dezentrale Erzeuger und Übergabe: brennstoffbetriebene Einzelheizung						
Art	Liste	ölbefuerter Einzelofen	sehr hoch	mittel	mittel	sofern möglich ist ein gemessener Nutzungsgrad einzugeben
dezentrale Erzeuger und Übergabe: Hell- und Dunkelstrahler						
Art	Liste	Dunkelstrahler; Hellstrahler	sehr gering	gering	gering	
Ausführung	Liste	verbesserte Ausführung	gering	mittel	hoch ^F	
Energieträger	Liste	Erdgas	mittel	gering	gering	
Abgasabfuhr	Liste	nicht kondensierend, mehrstufig	hoch	mittel	mittel ^F	
Erzeuger: Wohnungsstation						
Konfiguration der Wohnungsstation	Liste	sekundärseitig gemischter Heizkreis	sehr gering	mittel	gering	aus Produktdaten
Erzeuger: zentrale Kessel						
Volllastwirkungsgrad (Teillastwirkungsgrade)	Zahl ^S	$\eta_{K,pn}$ in % ODER -	sehr hoch	hoch	mittel	Werte aus Produktrecherchen oder besser Vor-Ort-Messungen (empfohlen)
Betriebsbereitschaftsverlust bei Kesseln	Zahl ^S	q _B in kW ODER % ODER -	sehr gering	mittel	hoch	
Leistungsaufnahme im Standbybetrieb	Zahl ^S	P _{n,P0} in W oder kW	gering	mittel	hoch	
Energieträger	Liste	Erdgas	mittel	gering	gering	Ersatzwerte, wenn Realwerte fehlen
Art des Brennwertkessels	Liste	verbessert	gering	mittel	mittel	
Art des Niedertemperaturkessels	Liste	mit Brennertausch	gering	gering	gering	
Brennertyp für Kessel	Liste	atmosphärischer Brenner; Pelletbrenner	gering	mittel	gering	
integriertes Pumpenmanagement	Liste	mit Außentemperaturgeführter Kesseltemperaturregelung	gering	hoch	hoch ^F	

Tabelle 16 – Parameterbewertung für die Endenergie der Beheizung (fortgeführt)

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Erzeuger: Wärmepumpe						
Leistungsdaten der Wärmepumpe (COP)	Zahl ^S	COP in -	sehr hoch	hoch	mittel	Werte aus Produktrecherchen oder besser Vor-Ort-Messungen (empfohlen)
Regelbarkeit	Liste	zweistufig	sehr hoch	gering	gering	
Bivalenter Betrieb	Liste	Teilparalleler Betrieb	hoch	gering	gering	aus der Planung oder Messung
Bivalenztemperatur	Zahl	θ_{bp} in °C	mittel	mittel	hoch	
Heizgrenztemperatur	Kombi	15 °C ODER Eingabe θ_{HG} in °C	mittel	mittel	mittel	aus Produktdaten
untere Einsatzgrenze bei Wärmepumpen	Zahl	θ_{lc} in °C	hoch	gering	gering	
maximale Vorlauftemperatur bei Wärmepumpen	Zahl	$\theta_{VL,max,hp}$ in °C	sehr gering	gering	gering	
Art der Geothermie/ Erdwärmeschließung	Liste	Erdsonde	mittel	gering	gering	
Erzeuger: Solarthermie						
Kollektorfläche	Zahl ^S	A_c in m ²	mittel	mittel	gering	aus der Planung oder Aufmaß
Neigung der Kollektorfläche	Liste ^S	30°	gering	gering	gering	
Ausrichtung	Liste ^S	315° (SO)	gering	gering	gering	aus Produktdaten
Art des Kollektors	Liste	Flachkollektor	sehr gering	gering	gering	
Einstrahlwinkelkorrektur	Zahl ^S	k_{hem} in % ODER -	sehr gering	gering	hoch ^F	
Konversionsfaktor	Zahl ^S	η_0 in % ODER -	sehr gering	gering	mittel ^F	
Wärmeverlustkoeffizient I	Zahl ^S	k_i in W/(m ² K)	sehr gering	gering	mittel	
Erzeuger: Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)						
Anteil der KWK an der Wärmeerzeugung	Zahl	κ in % ODER -	hoch	hoch	hoch	Empfehlung: Planwerte oder besser reale Messwerte
Nutzungsgrad der KWK	Zahl ^S	η_{CHP} in % ODER -	mittel	mittel	gering	
Stromkennzahl für KWK	Zahl ^S	σ in % ODER -	hoch	gering	gering	
Nutzungsgrad Heiznetz	Zahl ^S	η_{HN} % ODER -	mittel	mittel	hoch	
Erzeuger: Nah- und Fernwärme						
Art der Hausstation bei Nah-/Fernwärme	Liste	Warmwasser hohe Temperatur	sehr gering	gering	gering ^F	nach Angaben des Versorgers
Dämmklasse einer Übergabestation	Liste	4/5	sehr gering	gering	mittel ^F	aus Produktdaten
Verteilnetze						
Baualtersklasse/Dämmung Rohrleitungen	Kombi	1980 - 1995 ODER Eingabe einer Jahreszahl ODER U in W/(mK)	sehr gering	gering	hoch	aus der Planung oder Aufmaß
Leitungslänge (Direkteingabe)	Zahl ^S	L in m	gering	hoch	mittel	
Art des Rohrnetzes	Liste	Zweirohrnetz	sehr gering	gering	gering	Werte bei unbekanntem Randdaten
Netztyp des zentralen Verteilnetzes	Liste	Ebenentyp	sehr gering	gering	gering	
Lage der Steigestränge	Liste	Innenwand	sehr gering	gering	gering	
Hydraulischer Abgleich	Liste	ja, für ≤ 8 Heizkörper/ Abgleich	gering	mittel	hoch ^F	
Pufferspeicher						
Baualtersklasse	Liste	nach 1994 ODER Eingabe einer Jahreszahl	sehr gering	mittel	gering	aus Aufmaß oder Produktdaten
Speichernenninhalt	Zahl ^S	V_s in l ODER m ³	mittel	mittel	gering	
Bereitschaftswärmeverluste	Zahl ^S	$Q_{s,P0,day}$ in kWh/d	sehr gering	mittel	mittel	
Speicher und Erzeuger im selben Raum	ja/nein	-	sehr gering	gering	gering ^F	
Legende						
^S	Standardwert in der Norm vorhanden					
^N	wie vor, jedoch für eine Größe aus dem Nutzungsprofil					
^F	Faktor in der Norm, der z. B. zur Abbildung instationären Verhaltens verwendet wird; er ist projektbezogen gar nicht oder nur im Rahmen von Simulationen bestimmbar; der Datenerhebungsaufwand ist somit kaum kalkulierbar (gering, wenn der Zahlenwert einfach modifiziert wird oder unbestimmt groß)					

6.1.5 Endenergiebedarf der Kühlung

Zum Abgleich von Energiebedarf und Energieverbrauch für die Kühlung von Gebäuden sollten zunächst die Randbedingungen der Berechnung des Nutzenergiebedarfs überprüft werden, siehe Kapitel 6.1.2 und 6.1.3. Entscheidend sind hier die internen Wärmequellen und die Nutzungszeiten. Ein Abgleich dieser Daten kann den Kühl- und Heizbedarf gleichermaßen beeinflussen.

Generell ist zu berücksichtigen, dass die Zahl der Kühlgrad- bzw. Kühlenthalpiestunden einer größeren regionalen und jährlichen Streuung unterliegt als die Zahl der Heizgradstunden. Für den Energieverbrauch zur Gebäudekühlung erfolgt aber in der Regel keine Witterungsberreinigung. Damit verbleibt ein Restfehler, den der Abgleich nicht beseitigen kann.

Die Effizienz der Kälteerzeugung kann je nach Hersteller und Bauart Streuungen gegenüber den Standardwerten nach DIN V 18599-7 aufweisen. Eine Verwendung von Produktkennwerten ist für die Aufstellung einer realistischen Energiebilanz sinnvoll. Noch besser ist eine Messung (der Jahresarbeitszahl).

Tabelle 17 und Tabelle 18 stellen die häufigsten in Softwareanwendungen zu findenden Parameter zusammen, die zu einer Berechnung des Endenergiebedarfs der Kühlung erforderlich sind. Zum großen Teil gehören sie zum Bilanzumfang von DIN V 18599-6 und -7. Aber es sind auch Nutzungsranddaten (DIN V 18599-10) relevant.

Tabelle 17 – Parameterbewertung für die Endenergie der Kühlung im Nichtwohnbau

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Nutzenergie						
Nutzenergiebedarf Kühlen	Zahl	$Q_{c,b}$ in kWh/a	sehr hoch		siehe Tabelle 12	
Nutzkälte der Raumlufttechnik	Zahl	Q_{c^*b} in kWh/a	hoch		siehe Tabelle 14	
Nutzungs- und Betriebszeiten						
jährliche Nutzungstage	Zahl ^N	$d_{Nutz,a}$ in d/a	mittel	gering	gering	Empfehlung: projektbezogene Klärung; keine Schätzung
tägliche Nutzungszeit	Zahl ^N	$t_{Nutz,d}$ in h/d	mittel	gering	gering	
Kühlung läuft täglich auch außerhalb der täglichen Betriebszeiten	ja/nein	-	sehr gering	gering	gering	
Kühlung ist an Nichtnutzungstagen abgeschaltet	ja/nein	-	sehr gering	gering	gering	
Systemtemperaturen für die Kälteübergabe						
Art der Übergabe und Systemtemperaturen	Liste	Kaltwasser 14/18°C ohne Gebläse	gering	hoch	gering	berücksichtigen, dass der Erzeuger ggf. mit niedrigeren Temperaturen betrieben wird
Nutzungsgrad Wärmeübergabe	Zahl ^S	$\eta_{c,ce}$ in % ODER -	sehr gering	gering	mittel ^F	kann nicht gemessen, nur geschätzt werden
Effizienz der Kälteerzeugung bei direkter Eingabe						
Nennkälteleistungszahl EER	Zahl ^S	EER in -	sehr hoch	hoch	mittel	idealerweise erfolgt eine Messung der Effizienz (SEER)
Effizienz der zentralen Kälteerzeugung im Kennwertverfahren						
Baualterklasse des Kälteerzeugers	Liste	1991 bis 2010	mittel	mittel	gering ^F	Empfehlung: direkte Eingabe der Effizienz aus einer Messung; alle Korrekturfaktoren können nicht gemessen, sondern nur geschätzt werden
Kompressortyp und Kühlwassereintritt bei Kompressionskälte	Liste	Kolben/Scroll & konstant	mittel	hoch	mittel ^F	
Splitbauweise	ja/nein	-	sehr gering	gering	gering ^F	
System der freien Kühlung	Liste	Freie Kühlung mit luftgekühlten KM	sehr gering	mittel	gering ^F	
indirekte Verdunstungskühlung	ja/nein	-	sehr gering	mittel	gering ^F	
Medientemperatur bei Sorptionskälte	Zahl	°C	sehr gering	gering	gering	

Tabelle 17 – Parameterbewertung für die Endenergie der Kühlung im Nichtwohnbau (fortgeführt)

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Rückkühlung für zentrale Kälteanlagen						
Rückkühlsystem	Liste	Verdunstungskühlung	gering	gering	gering ^F	Korrekturfaktoren können nicht gemessen, sondern nur geschätzt werden
Rückkühlkreis	Liste	geschlossener Kreislauf	sehr gering	gering	gering ^F	
System der freien Rückkühlung	Liste	Freie Rückkühlung im Alternativbetrieb	sehr gering	mittel	mittel ^F	
Effizienz der dezentralen Kälteerzeugung im Kennwertverfahren						
Baualtersklasse des Kälteerzeugers	Liste	1991 bis 2010	mittel	mittel	gering ^F	Empfehlung: direkte Eingabe der Effizienz aus einer Messung; Korrekturfaktoren können nicht gemessen, sondern nur geschätzt werden
Typ der dezentralen Kälte	Liste	VRF-System	hoch	gering	gering ^F	
Effizienz der geothermischen Kühlung						
Bodenart	Liste	Ton/Schluff trocken	hoch	mittel	mittel	Daten aus der Planung übernehmen
Bohrtiefe	Zahl	l _{ES} in m	hoch	gering	gering	
Sondentyp	Liste	2U	mittel	gering	gering	
Kältespeicher						
Speichertyp	Liste	Spitzenlastspeicher	hoch	mittel	mittel ^F	Korrekturfaktor nur abgeschätzt werden
Legende						
^S	Standardwert in der Norm vorhanden					
^N	wie vor, jedoch für eine Größe aus dem Nutzungsprofil					
^F	Faktor in der Norm, der z. B. zur Abbildung instationären Verhaltens verwendet wird; er ist projektbezogen gar nicht oder nur im Rahmen von Simulationen bestimmbar; der Datenerhebungsaufwand ist somit kaum kalkulierbar (gering, wenn der Zahlenwert einfach modifiziert wird oder unbestimmt groß)					

Tabelle 18 – Parameterbewertung für die Endenergie der Kühlung im Wohnbau

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Nutzenergie						
Nutzenergiebedarf Kühlen	Zahl	Q _{c,b} in kWh/a	sehr hoch			siehe Tabelle 12
Nutzkälte der Wohnungskühlung	Zahl	Q _{rc,b} in kWh/a	hoch			siehe Tabelle 15
Nutzungs- und Betriebszeiten						
Jährliche Nutzungstage	Zahl ^N	d _{Nutz,a} in d/a	mittel	gering	gering	Empfehlung: projektbezogene Klärung; keine Schätzung
Kälteübergabe und Systemtemperaturen						
Auslegungstemperaturen	Zahl	°C	sehr gering	mittel	gering	nach Regelung
Art der Kälteübergabe und -verteilung	Liste	Fußboden	gering	mittel	gering ^F	Korrekturfaktoren können nicht gemessen, sondern nur geschätzt werden
Lage der Übergaben	Liste	Innenwand	sehr gering	gering	gering ^F	
Regelung der Übergabe	Liste	Einzelraumregelung mit PI-Regler	sehr gering	mittel	gering ^F	
Kälteerzeuger						
EER (direkte Eingabe)	Zahl ^S	EER in -	hoch	hoch	hoch	idealerweise erfolgt eine Messung der Effizienz (SEER)
Erzeugertyp	Liste	Kompressionskältemaschine; regenerative Kühlung	sehr hoch	gering	gering	
Baualtersklasse des Erzeugers	Liste	2015	sehr gering	gering	gering ^F	
Gebäudetyp	Liste	EFH WSchV 1995 oder schlechter	gering	mittel	hoch ^F	
Regelung des Kompressors	Liste	Digital Scroll	mittel	mittel	gering ^F	
Erzeuger steht in gekühlter Umgebung	ja/nein	-	gering	gering	gering ^F	

Tabelle 18 – Parameterbewertung für die Endenergie der Kühlung im Wohnbau (fortgeführt)

Legende	
S	Standardwert in der Norm vorhanden
N	wie vor, jedoch für eine Größe aus dem Nutzungsprofil
F	Faktor in der Norm, der z. B. zur Abbildung instationären Verhaltens verwendet wird; er ist projektbezogen gar nicht oder nur im Rahmen von Simulationen bestimmbar; der Datenerhebungsaufwand ist somit kaum kalkulierbar (gering, wenn der Zahlenwert einfach modifiziert wird oder unbestimmt groß)

6.1.6 Endenergiebedarf der Trinkwassererwärmung

Ein direkter Abgleich des berechneten Energiebedarfs mit dem gemessenen Energieverbrauch der Trinkwassererwärmung ist möglich, wenn über den betreffenden Zähler keine weiteren Energieaufwendungen (Heizung, Sorptionskälte oder andere Verbraucher) erfasst werden. Ist dies dennoch der Fall, kann eine sommerliche oder monatliche Verbrauchserfassung zur Problemlösung beitragen, siehe Kapitel X.Y.Z {*hier folgt im Beiblatt 1 ein Link zum Kapitel „Energiesignatur für Wärmeverbraucher“*}.

Zum Abgleich von Energiebedarf und Energieverbrauch für die Trinkwassererwärmung sollten zunächst die Randbedingungen der Berechnung des Nutzenergiebedarfs überprüft werden. Sofern möglich, ist dieser anhand der Warmwasserverbrauchsmengen sowie der Kalt- und Warmwassertemperaturen zu bestimmen.

Darüber hinaus ist das Verteilnetz möglichst realitätsnah zu erfassen, da es für den Endenergiebedarf deutlich relevanter ist als beispielsweise für die Endenergie der Beheizung. Dies betrifft die Leitungslängen, deren Dämmstandard, aber auch die Lage in bestimmten Zonen oder im unbeheizten Bereich.

Die Hinweise zu KWK-Anlagen aus Kapitel 6.1.4 gelten gleichermaßen.

Tabelle 19 stellt die häufigsten in Softwareanwendungen verwendeten Parameter zusammen, die zu einer Berechnung des Energiebedarfs der Trinkwassererwärmung erforderlich sind. Zum großen Teil gehören sie zum Bilanzumfang von DIN V 18599-8. Aber es sind für KWK auch die Ansätze aus DIN V 18599-9 als Datenbasis zu nennen sowie Nutzungsranddaten (DIN V 18599-10) und Daten aus dem geometrischen Aufmaß (DIN V 18599-1).

Tabelle 19 – Parameterbewertung für die Endenergie der Trinkwassererwärmung

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Nutzenergie						
Warmwasserbedarf (Nutzen) im Wohnbau	Zahl ^N	q _{w,b} in kWh/(m²a)	sehr hoch	hoch	hoch	besser ist eine Bedarfsmessung
Warmwasserbedarf (Nutzen) im Nichtwohnbau	Zahl ^N	q _{w,b,d} in Wh/(m²d) ODER kWh/(Bezug:d)	sehr hoch	hoch	hoch	
Nettogrundfläche	Zahl	A _{NGF} in m²	sehr hoch	gering	gering	
Nutzungs- und Betriebszeiten						
jährliche Nutzungstage	Zahl ^N	d _{Nutz,a} in d/a	hoch	gering	gering	Empfehlung: projektbezogene Klärung; keine Schätzung
tägliche Nutzungszeit	Zahl ^N	t _{Nutz,d} in h/d	gering	gering	gering	
Lage der Komponenten						
Lage der Leitungen und Speicher (Heizung)	Liste	pauschal im beheizten; in bestimmten Zonen	sehr gering	mittel	mittel	nach Aufmaß oder Planung
	Liste	im Beheizten; im Unbeheizten	gering	mittel	gering	
Lage der Erzeuger (Heizung und Trinkwarmwasser)	Liste	pauschal im beheizten; in bestimmten Zonen	sehr gering	gering	gering	
	Liste	im Beheizten; im Unbeheizten	sehr gering	gering	gering	
dezentrale Erzeuger: Elektrodurchlauferhitzer (DLE)						
Regelung von DLE	Liste	elektronisch	sehr gering	gering	gering ^F	Produktdaten
dezentrale Erzeuger: Gasdurchlauferhitzer						
Anzahl der installierten Gasdurchlauferhitzer	Zahl	Stück	hoch	mittel	mittel	zählen
weitere Daten	div.	-	-	-	-	siehe zentrale Kessel

Tabelle 19 – Parameterbewertung für die Endenergie der Trinkwassererwärmung (fortgeführt)

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
zentrale Erzeuger: allgemein						
Baualtersklasse des Erzeugers	Kombi	nach 1994 ODER Eingabe einer Jahreszahl	gering	mittel	gering ^F	
Nennleistung	Zahl ^S	P_n in kW	gering	hoch	gering	
Erzeuger: zentrale Kessel						
Volllastwirkungsgrad (Teillastwirkungsgrade)	Zahl ^S	$\eta_{K,pn}$ in % ODER -	gering	hoch	mittel	Werte aus Produktrecherchen oder besser Vor-Ort-Messungen (empfohlen)
Betriebsbereitschaftsverlust bei Kesseln	Zahl ^S	q_B in kW ODER % ODER -	mittel	mittel	hoch	
Leistungsaufnahme im Standbybetrieb	Zahl ^S	$P_{n,p0}$ in W oder kW	hoch	mittel	hoch	
Energieträger	Liste	Erdgas	sehr gering	gering	gering	Ersatzwerte, wenn Realwerte fehlen
Art des Brennwertkessels	Liste	verbessert	gering	mittel	mittel	
Art des Niedertemperaturkessels	Liste	mit Brennertausch	sehr gering	gering	gering	
Brennertyp für Kessel	Liste	atmosphärischer Brenner; Pelletbrenner	sehr gering	mittel	gering	
integriertes Pumpenmanagement	Liste	mit Außentemperaturgeführter Kesseltemperaturregelung	sehr gering	mittel	hoch ^F	
Erzeuger: Wärmepumpe						
Leistungsdaten der Wärmepumpe (COP)	Zahl ^S	COP in -	mittel	hoch	mittel	Werte aus Produktrecherchen oder besser Vor-Ort-Messungen (empfohlen)
Regelbarkeit	Liste	zweistufig	hoch	gering	gering	
Bivalenter Betrieb	Liste	Teilparalleler Betrieb	sehr gering	gering	gering	
Bivalenztemperatur	Zahl	θ_{bp} in °C	sehr gering	mittel	hoch	aus der Planung oder Messung
Heizgrenztemperatur	Kombi	15 °C ODER Eingabe θ_{HG} in °C	sehr gering	mittel	mittel	
untere Einsatzgrenze bei Wärmepumpen	Zahl	θ_{lc} in °C	sehr gering	gering	gering	aus Produktdaten
maximale Vorlauftemperatur bei Wärmepumpen	Zahl	$\theta_{VL,max,hp}$ in °C	sehr gering	gering	gering	
Art der Geothermie/ Erdwärmeschließung	Liste	Erdsonde	gering	gering	gering	
Erzeuger: Wohnungsstation						
Konfiguration der Wohnungsstation	Liste	sekundärseitig gemischter Heizkreis	mittel	mittel	gering	aus Produktdaten
Erzeuger: Nah- und Fernwärme						
Art der Hausstation bei Nah-/Fernwärme	Liste	Warmwasser hohe Temperatur	sehr gering	gering	gering ^F	nach Angaben des Versorgers
Dämmklasse einer Übergabestation	Liste	4/5	sehr gering	gering	mittel ^F	aus Produktdaten
Erzeuger: Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)						
Anteil der KWK an der Wärmeerzeugung	Zahl	κ in % ODER -	hoch	hoch	hoch	Empfehlung: Planwerte oder besser reale Messwerte
Nutzungsgrad der KWK	Zahl ^S	η_{CHP} in % ODER -	mittel	mittel	gering	
Stromkennzahl für KWK	Zahl ^S	σ in % ODER -	mittel	gering	gering	
Nutzungsgrad Heiznetz	Zahl ^S	η_{HN} % ODER -	gering	mittel	hoch	
Erzeuger: Solarthermie						
Kollektorfläche	Zahl ^S	A_c in m ²	sehr hoch	gering	gering	aus der Planung oder Aufmaß
Neigung der Kollektorfläche	Liste ^S	30°	mittel	gering	gering	
Ausrichtung	Liste ^S	315° (SO)	mittel	gering	gering	
Art des Kollektors	Liste	Flachkollektor	sehr gering	gering	gering	aus Produktdaten
Einstrahlwinkelkorrektur	Zahl ^S	K_{hem} in % ODER -	gering	gering	hoch ^F	
Konversionsfaktor	Zahl ^S	η_0 in % ODER -	gering	gering	mittel ^F	
Wärmeverlustkoeffizient I	Zahl ^S	k_i in W/(m ² K)	sehr gering	gering	mittel	

Tabelle 19 – Parameterbewertung für die Endenergie der Trinkwassererwärmung (fortgeführt)

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Verteilnetze						
Baualterklasse/Dämmung Rohrleitungen	Kombi	1980 - 1995 ODER Eingabe einer Jahreszahl ODER U in W/(mK)	hoch	gering	hoch	aus der Planung oder Aufmaß (empfohlene Datenbasis)
Laufzeit der Zirkulation	Zahl	h/d	mittel	gering	gering	
Leitungslänge (Direkteingabe)	Zahl ^S	L in m	hoch	hoch	mittel	Werte bei unbekanntem Randdaten
Netztyp des zentralen Verteilnetzes	Liste	Ebenentyp	gering	gering	gering	
Lage der Steigestränge	Liste	Innenwand	sehr gering	gering	gering	
Art der Übergabe bei dezentraler Verteilung	Liste	eine Zapfstelle in einem Raum	gering	gering	mittel	
Übergabe in angrenzenden Räumen bei zentraler Versorgung	ja/nein	-	sehr gering	gering	mittel	
Trinkwarmwasserspeicher						
Speichernenninhalt	Zahl ^S	V _s in l ODER m ³	mittel	mittel	gering	empfohlener Ansatz!
Bereitschaftswärmeverluste	Zahl ^S	Q _{s,P0,day} in kWh/d	mittel	mittel	mittel	
Baualterklasse	Liste	nach 1994 ODER Eingabe einer Jahreszahl	mittel	mittel	gering	Werte bei unbekanntem Randdaten
Einbaulage des Speichers	Liste	liegend	sehr gering	gering	gering	
Speicher und Erzeuger im selben Raum	ja/nein	-	sehr gering	gering	gering	
Art der Trinkwassererwärmung	Liste	Durchflusssystem; Speicher	sehr gering	gering	gering	
Wirkungsgrad dezentraler Gasspeicherwassererwärmer	Wert ^S	η _{K,pn} in % ODER -	mittel	mittel	mittel	
Legende						
^S	Standardwert in der Norm vorhanden					
^N	wie vor, jedoch für eine Größe aus dem Nutzungsprofil					
^F	Faktor in der Norm, der z. B. zur Abbildung instationären Verhaltens verwendet wird; er ist projektbezogen gar nicht oder nur im Rahmen von Simulationen bestimmbar; der Datenerhebungsaufwand ist somit kaum kalkulierbar (gering, wenn der Zahlenwert einfach modifiziert wird oder unbestimmt groß)					

6.1.7 Endenergiebedarf der Hilfs- und Antriebsenergien

Um einen direkten Abgleich des berechneten Energiebedarfs mit dem gemessenen Energieverbrauch vornehmen zu können, sind Messwerte des Betriebsstroms erforderlich. Zumindest die Stromaufwendungen, die an zentraler Stelle eingesetzt werden (Erzeuger, Speicher, Verteilung), können häufig mit geringem Aufwand erfasst werden.

Für eine realitätsnahe Bilanz sollte zunächst geklärt werden, ob es Transportenergien (Tabelle 20, Tabelle 21) für die Lüftungsanlagen im Wohnbau oder für die raumluftechnischen Anlagen des Nichtwohnbaus gibt, da diese einen sehr hohen Einfluss auf die Hilfsenergien haben. Die Anlagenbetriebszeiten müssen immer vor Ort erhoben werden. Generell sollte die Stromaufnahme der Ventilatoren zur Leistungsbestimmung gemessen werden. Aus elektrischer Leistung und Luftvolumenstrom lässt sich die spezifische Ventilatorleistung bestimmen und in die Bedarfsrechnung einstellen.

Die verpflichtende energetische Inspektion für ältere RLT-Anlagen liefert viele der benannten Anlagen- und Betriebsparameter im Nichtwohnbau.

Alle weiteren Einflussgrößen sind Tabelle 22 zu entnehmen. Die Größen werden in den Ansätzen der Bilanzteile DIN V 18599-1 bis -11 besprochen.

Tabelle 20 – Parameterbewertung für die Transportenergie der Raumluftechnik

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Nutzungs- und Betriebszeiten						
tägliche Nutzungszeit	Zahl ^N	$t_{Nutz,d}$ in h/a	mittel	gering	gering	
jährliche Nutzungstage	Zahl ^N	$d_{Nutz,a}$ in d/a	mittel	gering	gering	
Lüftungsanlage wird auch an Nichtnutzungstagen betrieben	ja/nein	-	sehr gering	gering	gering	aus der Anlagenregelung zu entnehmen
bedarfsabhängige Steuerung	Liste	IDA-C6	sehr gering	mittel	mittel	
relative Abwesenheit RLT	Zahl ^N	c_{RLT} in % ODER -	sehr gering	mittel	hoch	keine Messung, sondern Berechnung über Raumbelegungen
Teilbetriebsfaktor für Gebäudebetriebszeit der RLT	Zahl ^N	F_{RLT} in % ODER -	sehr gering	mittel	hoch	
Volumenstrom						
Nettogrundfläche	Zahl	A_{NGF} in m ²	gering	gering	gering	aus der Realanlage: Volumenstrom in m ³ /h entnehmen und umrechnen
Mindestaußenvolumenstrom (flächen- oder volumenbezogen) oder -luftwechsel	Zahl ^N	\dot{V}_A m ³ /(h · m ²) ODER n in h ⁻¹	mittel	hoch	hoch	
Luftvolumenströme sind für alle versorgten Zonen konstant	ja/nein	-	mittel	mittel	gering	Korrekturfaktor kann nicht gemessen, nur geschätzt werden
Ventilatorleistung als Direkteingabe						
bezogene Leistung	Zahl ^S	SFP in kW/(m ³ /s)	sehr hoch	hoch	gering	empfohlener Ansatz! Leistung beziehen auf Volumenstrom
Ventilatorleistung über Standardwerte						
mittlerer Gesamtwirkungsgrad	Zahl ^S	η in % ODER -	mittel	mittel	mittel	
Auslegungsdruckverlust im gesamten Kanalnetz inklusive Anlage	Zahl ^S	Δp^* in Pa	hoch	hoch	mittel	
Legende						
^S	Standardwert in der Norm vorhanden					
^N	wie vor, jedoch für eine Größe aus dem Nutzungsprofil					
^F	Faktor in der Norm, der z. B. zur Abbildung instationären Verhaltens verwendet wird; er ist projektbezogen gar nicht oder nur im Rahmen von Simulationen bestimmbar; der Datenerhebungsaufwand ist somit kaum kalkulierbar (gering, wenn der Zahlenwert einfach modifiziert wird oder unbestimmt groß)					

Tabelle 21 – Parameterbewertung für die Transportenergie der Wohnungslüftung

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Nutzungs- und Betriebszeiten						
jährliche Nutzungstage	Zahl ^N	$d_{Nutz,a}$ in d/a	gering	gering	gering	
Temperaturgrenze Außenluft für Abschaltung Zuluftventilator	Zahl	θ_e in °C	sehr gering	mittel	mittel	aus der Regelung der Anlage zu entnehmen
Verhalten der Lüftung während des Abtaubetriebs	Liste	Abschaltung oder Reduzierung der Drehzahl des Zuluftventilators	sehr gering	mittel	mittel ^F	
Ventilatorleistung als Direkteingabe						
Leistungsaufnahme der Ventilatoren	Zahl ^S	SPI in W/(m ³ /h)	sehr hoch	mittel	gering	empfohlener Ansatz!
Ventilatorleistung über Standardwerte						
Art des Motors	Liste	DC	hoch	gering	mittel	
Baualtersklasse der Anlage	Liste	ab 2018 ODER Jahresangabe	mittel	gering	gering	nach Typenschild
Wärmeübertrager vorhanden	ja/nein	-	gering	gering	gering	
Wärmebereitstellungsgrad	Zahl	η_{WUT} in % ODER -	sehr gering	mittel	mittel	

Tabelle 21 – Parameterbewertung für die Transportenergie der Wohnungslüftung (fortgeführt)

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Volumenstrom						
Nettovolumen	Zahl	V in m ³	hoch	gering	mittel	aus der Realanlage: Volumenstrom in m ³ /h entnehmen und umrechnen
Anlagenluftwechsel	Zahl	n _{mech} in h ⁻¹	hoch	mittel	mittel	
Dichtheit des Lüftungsgerätes	Liste	hohe Luftdichtheit	sehr gering	mittel	gering	aus Herstellerangaben entnehmen
Legende						
^S	Standardwert in der Norm vorhanden					
^N	wie vor, jedoch für eine Größe aus dem Nutzungsprofil					
^F	Faktor in der Norm, der z. B. zur Abbildung instationären Verhaltens verwendet wird; er ist projektbezogen gar nicht oder nur im Rahmen von Simulationen bestimmbar; der Datenerhebungsaufwand ist somit kaum kalkulierbar (gering, wenn der Zahlenwert einfach modifiziert wird oder unbestimmt groß)					

Tabelle 22 – Parameterbewertung für die Hilfsenergien aller Anlagen (ohne Transportenergie für Luft)

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Transportenergien der Lüftung- und RLT-Anlagen						
Transportenergien	Zahl	kWh/a	sehr hoch	siehe Tabelle 20 und Tabelle 21		
Nutzungs- und Betriebszeiten, allgemeine Größen						
jährliche Nutzungstage	Zahl ^N	d _{Nutz,a} in d/a	hoch	gering	gering	Empfehlung: projektbezogene Klärung; keine Schätzung
tägliche Nutzungszeit	Zahl ^N	t _{Nutz,d} in h/d	mittel	gering	gering	
Nettogrundfläche	Zahl	A _{NGF} in m ²	mittel	gering	gering	sofern Pläne vorliegen
Heizung: Parameter des gesamten Gewerkes						
Verteilnetztemperaturen Heizung (Vor- und Rücklauftemperatur)	Kombi	70/55°C ODER Eingabe θ _{VA} und θ _{RA} in °C	hoch	hoch	mittel	Vorlauf lt. Regelung/ oder Planung; Rücklauf angenommen oder lt. Planung
Betriebsart der Heizung	Liste	Absenkbetrieb	gering	gering	gering	im Wohnungsbau
Betriebsart der Heizung an Nutzungstagen	Liste	kein reduzierter Betrieb	gering	gering	gering	
Betriebsart der Heizung an Wochenenden	Liste	Abschaltung	gering	gering	gering	im Nichtwohnbau
tägliche Betriebszeit der Heizungsanlage	Zahl ^N	t _{h,op,d} in h/d	sehr gering	hoch	gering	lt. Regelungseinstellung
Automatisierungsgrad Heizen	Liste	Klasse A	gering	mittel	mittel ^F	korrekter Einfluss ist abzuschätzen
Heizung: Regelung und Wärmeübergabe						
Art der Raumregelung	Liste	PI-Regler, Regelung nach Ablufttemperatur	gering	mittel	hoch ^F	
zertifizierter Regler für die Heizungsübergabe	ja/nein	-	sehr gering	mittel	mittel ^F	
intermittierende Betriebsweise	ja/nein	-	sehr gering	mittel	hoch ^F	unklar, welche Regelungseigenschaften vorhanden sein müssen
Art des Einzelraumregelsystems	Liste	Netzwerkbetrieb mit selbstständiger Anpassung und Interaktion	gering	mittel	gering ^F	
Anzahl der Einzelraumregelungen pro Zone	Zahl	Stück	gering	gering	mittel	Zählung der Einzelgeräte
System der Flächenheizung	Liste	FBH Nasssystem, Deckenheizung	sehr gering	gering	gering ^F	
Ausführung der Deckenstrahlung	Liste	verbesserte Ausführung und Einhaltung der Abstände zur Wand	sehr gering	gering	mittel ^F	aus den technischen Unterlagen
Art der indirekten Luftherhitzer	Liste	ohne Warmluftrückführung mit EC-Motor	sehr hoch	gering	mittel ^F	
Luftherhitzer für die dezentrale Heizung	Liste	Raum <8 m, ohne Warmluftrückführung (WLR), asynchron	hoch	gering	mittel ^F	

Tabelle 22 – Parameterbewertung für die Hilfsenergien aller Anlagen (fortgeführt)

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Vorhandensein von Ventilatoren für die Wärmeübergabe	ja/nein	-	sehr gering	gering	mittel ^F	
Heizung: Verteilnetz						
Leistung (Direkteingabe) der Heizungspumpe	Zahl ^S	P_{pu} in W	hoch	mittel	gering	aus den technischen Unterlagen
EEl-Wert (Direkteingabe) der Heizungspumpe	Zahl	EEl in -	mittel	mittel	gering	
intermittierende Betriebsweise der Heizungspumpe	ja/nein	-	sehr gering	mittel	hoch ^F	unklar, welche Regelungseigenschaften vorhanden sein müssen
Regelung der Heizungspumpe	Liste	Δp -variabel	hoch	mittel	hoch ^F	kein Planwert, sondern Schätzfaktor
hydraulischer Abgleich Heizungsverteilkreis	Liste	ja, für ≤ 8 Heizkörper/Abgleich	sehr gering	mittel	hoch ^F	
Auslegungslogik für die Heizungspumpe	Liste	auf den Bedarf ausgelegt	mittel	mittel	hoch ^F	
Überströmung / -ventil im Heizkreislauf	ja/nein	-	mittel	mittel	hoch ^F	
Art des Rohrnetzes	Liste	Einrohrheizung	gering	mittel	gering ^F	
Netztyp des Verteilnetzes (Leitungslänge des zentralen Heizungsnetzes)	Liste ^S	Etagenringtyp (ODER Eingabe in m)	sehr gering	mittel	gering ^F	
Trinkwarmwasserbereitung: Verteilnetz						
Leistung (Direkteingabe) der Zirkulationspumpe	Zahl ^S	P_{pu} in W	gering	mittel	gering	aus den technischen Unterlagen
EEl-Wert (Direkteingabe) der Zirkulationspumpe	Zahl	EEl in -	sehr gering	mittel	gering	
Laufzeit der Zirkulationspumpe	Zahl ^S	z in h/d	gering	mittel	gering	
intermittierende Betriebsweise der Zirkulationspumpe	ja/nein	-	sehr gering	mittel	hoch ^F	unklar, welche Regelungseigenschaften vorhanden sein müssen
Regelung der Zirkulationspumpe	Liste	geregelt	sehr gering	mittel	hoch ^F	kein Planwert, sondern Schätzfaktor
Auslegung der Zirkulationspumpe	Liste	nicht auf den Bedarf ausgelegt	gering	mittel	hoch ^F	
Netztyp des Verteilnetzes (Leitungslänge des zentralen TWW-Netzes)	Liste ^S	Steigestrangtyp (ODER Eingabe in m)	gering	mittel	gering ^F	
Heizung und Trinkwassererwärmung: Speicher						
Art der Wassererwärmung	Liste	Speicher, Durchflusssystem	sehr gering	gering	gering ^F	
separate Umwälzpumpe für den Heizungspufferspeicher notwendig	ja/nein	-	gering	gering	gering	
separate Umwälzpumpe für den Trinkwarmwasserspeicher notwendig	ja/nein	-	gering	gering	gering	
Heizung und Trinkwassererwärmung: Erzeuger						
Nennleistung des Heizwärmeerzeugers	Zahl ^S	P_n in W, kW	gering	hoch	gering	besser Direkteingabe der Produkteigenschaften
Baualterklasse des Heizungserzeugers	Liste	nach 1994 ODER Eingabe	gering	mittel	gering	kein Planwert, sondern Schätzfaktor, besser Direkteingabe der Produkteigenschaften
Brennertyp bei Kesseln	Liste	atmosphärischer Brenner	sehr gering	mittel	gering ^F	
Art des Brennkessels	Liste	verbessert	sehr gering	mittel	gering ^F	
integriertes Pumpenmanagement bei Kesseln	Liste	mit raumtemperaturgeführter Kesseltemperaturregelung	gering	mittel	hoch ^F	
Regelbarkeit einer Wärmepumpe	Liste	zweistufig	gering	gering	gering	

Tabelle 22 – Parameterbewertung für die Hilfsenergien aller Anlagen (fortgeführt)

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Heizgrenztemperatur für den Betrieb einer Wärmepumpe	Kombi	15 °C ODER Eingabe θ_{HG} in °C	gering	gering	gering	kein Planwert, sondern Schätzfaktor, besser Direkteingabe der Produkteigenschaften
Art der Geothermie/ Erdwärmeerschließung	Liste	Erdsonde, Erdkollektor	sehr gering	gering	gering ^F	
Art der Hallenheizung	Liste	Dunkelstrahler	mittel	gering	gering	
Anzahl installierter Gas-Durchlaufwassererwärmer	Zahl	Stück	gering	mittel	mittel	
Konfiguration der Wohnungsstation	Liste	sekundärseitig gemischter Heizkreis	sehr gering	gering	mittel ^F	
Kollektorfläche, Neigung, Größe (repräsentativ für Solarertrag)	div.	(alle Parameter, die Einfluss auf den Solarertrag nehmen)	mittel	-	-	
Wohnungslüftung und -kühlung						
Anzahl der elektronischen Regelungen	Zahl	Stück	sehr gering	gering	mittel	Zählung der Einzelgeräte
Leistungsaufnahme der Regelung bei abgeschalteten Ventilatoren	Zahl ^S	P_{fan} in W	mittel	mittel	gering	
Summe der Nennleistungen der Pumpen bei Wohnungskühlung mit Kompressionskälte	Zahl	P_{pu} in W	sehr gering	hoch	gering	
Kühlung und Raumlufttechnik: Parameter des gesamten Gewerkes						
Betriebsweise der Kälteversorgung allgemein	Liste	vollautomatisierter, bedarfsgerechter Betrieb	sehr hoch	mittel	gering ^F	kein Planwert, sondern Schätzfaktor
Art der RLT-Befeuchtung	Liste	geregelter Verdunstungsbefeuchter	gering	mittel	gering	
Kühlung: Verteilnetz						
Leistung (Direkteingabe) der Kältekreispumpen	Zahl ^S	P_{ei} in W	hoch	hoch	mittel	aus den technischen Unterlagen
vereinfachtes Verfahren für Energiebedarf der Kältekreispumpen	Liste	mittlere Effizienz	sehr hoch	hoch	gering ^F	
hydraulische Entkopplung im Kälteverteilkreis vorhanden	ja/nein	-	gering	mittel	hoch ^F	kein Planwert, sondern Schätzfaktor
hydraulischer Abgleich für den Kälteverteilkreis	ja/nein	-	gering	mittel	hoch ^F	
Überströmung / -ventil vorhanden im Kälteverteilkreis	Zahl	nein (0%), ja (1 ... 100 %)	gering	mittel	hoch ^F	
Kühlung: Erzeuger						
Pumpenart bei geothermischer Kühlung	Liste	Hocheffizienzpumpen	sehr gering	mittel	gering ^F	
Pumpenregelung bei geothermischer Kühlung	Liste	geregelt	sehr gering	mittel	hoch ^F	
Legende						
^S	Standardwert in der Norm vorhanden					
^N	wie vor, jedoch für eine Größe aus dem Nutzungsprofil					
^F	Faktor in der Norm, der z. B. zur Abbildung instationären Verhaltens verwendet wird; er ist projektbezogen gar nicht oder nur im Rahmen von Simulationen bestimmbar; der Datenerhebungsaufwand ist somit kaum kalkulierbar (gering, wenn der Zahlenwert einfach modifiziert wird oder unbestimmt groß)					

6.1.8 Endenergiebedarf der regenerativen Stromproduktion

Ein Abgleich des berechneten Energiebedarfs mit dem gemessenen Energieverbrauch wird regulär möglich sein, da es üblich ist, die regenerative Stromproduktion mit Zählern auszustatten.

Tabelle 23 listet die häufigsten in Softwareanwendungen zu findenden Parameter auf, die zu einer Berechnung der regenerativen Stromproduktion, d. h. Photovoltaik und Mikrowindkraft, verwendet werden. Sie gehören zum Bilanzumfang von DIN V 18599-9. Die Stromproduktion mit Kraft-Wärme-Kopplung ist den Kapiteln 6.1.4 und 6.1.6 zugeordnet.

Tabelle 23 – Parameterbewertung für die regenerative Stromproduktion

Parameter	Datenart	Beispiel, ggf. Formelzeichen, Einheit	Ergebniseinfluss	Varianz und Streuung	Aufwand Datenerhebung	Anmerkungen
Photovoltaik allgemeine Daten						
Orientierung der Module	Liste	Süd	gering	gering	gering	
Belüftung der Module	Liste	stark belüftete oder freistehende Module	sehr gering	gering	gering ^F	korrekter Einfluss ist abzuschätzen
Peakleistung als Direkteingabe						
Peakleistung	Zahl	P_{pk} in kW	hoch	gering	gering	
Peakleistung über Standardwerte						
Modulfläche	Zahl	A in m ²	sehr hoch	gering	gering	besser ist die Direkteingabe der Peakleistung
Baualterklasse der Module	Liste	ab 2017 ODER Eingabe einer Jahreszahl	mittel	mittel	gering	
Art der Module	Liste	monokristallines Silizium	sehr gering	mittel	gering	
Mikrowindkraft						
Rotorfläche	Zahl	A_{Rotor} in m ²	hoch	mittel	mittel	
Nabenhöhe	Zahl	h_2 in m	gering	mittel	gering	
Legende						
^S	Standardwert in der Norm vorhanden					
^N	wie vor, jedoch für eine Größe aus dem Nutzungsprofil					
^F	Faktor in der Norm, der z. B. zur Abbildung instationären Verhaltens verwendet wird; er ist projektbezogen gar nicht oder nur im Rahmen von Simulationen bestimmbar; der Datenerhebungsaufwand ist somit kaum kalkulierbar (gering, wenn der Zahlenwert einfach modifiziert wird oder unbestimmt groß)					

6.2 Typische Zusammensetzungen des Endenergiebedarfs

Anhand der untersuchten Gebäude lassen sich typische Energiekennwerte ableiten, wie sie sich unter mittleren Bedingungen bei der Bedarfsberechnung nach DIN V 18599 ergeben. Die nachfolgenden Tabellen zeigen Teilkennwerte für die einzelnen Gewerke.

Sofern erforderlich, sind die Kennwerte für verschiedene technische Lösungen angegeben. Es wird zusätzlich berücksichtigt, wie hoch die Nutzungsintensität ist. Im Falle der Beleuchtung ist sie durch unterschiedliche Beleuchtungsstärken und Nutzungszeiten gegeben, im Falle der Heizung durch unterschiedliche Temperaturniveaus. Bei der Trinkwassererwärmung ist der Bedarf ausschlaggebend.

Neben den untersuchten Gebäudenutzungen (Wohnen, Büro, Schule usw.) werden weitere ergänzt, auch wenn sie nicht detailliert untersucht wurden und demzufolge keine Kennwerte vorliegen. Es handelt sich beispielsweise um Veranstaltungsgebäude, Laborgebäude, Lager und Krankenhäuser. Sie sind in den Kennwerttabellen denjenigen Nutzungen zugeordnet, die hinsichtlich der Nutzungsintensität ähnlich sind.

Zur späteren Gesamtkennwertbildung ist jeweils der Energieträger mit angegeben.

Heizung

Tabelle 24 zeigt typische Endenergiebedarfskennwerte für die Heizung. Die Werte gelten für den teilsanierten Bestand beziehungsweise für ein typisches Gebäude der 1980er Jahre. Für Gebäude mit hohem Dämmstandard (etwa dem heutigen Neubaulniveau) ergeben sich niedrigere Kennwerte (Faktor etwa $\frac{2}{3}$), der unsanierte Bestand der 1960er Jahre weist höhere Kennwerte auf (Faktor etwa 2).

Sofern bei den zentralen Lösungen eine Solarthermieanlage vorhanden ist, ergeben sich etwa 5 ... 10 % geringere Kennwerte.

Tabelle 24 – Typische Endenergiebedarfskennwerte für die Heizung

Systembeschreibung	Gebäudenutzung/Intensität	Endenergiebedarf der Heizung [kWh/(m²a)]	Energieträger
elektrische Heizung (dezentral)	niedrig ^a	35 ... 50	Strom
	normal ^b	80 ... 120	
Gasstrahler (dezentral)	niedrig ^a	45 ... 60	Gas
	normal ^b	100 ... 140	
Öfen für Festbrennstoffe (dezentral)	niedrig ^a	55 ... 70	Gas, Holz, Öl, Kohle
	normal ^b	120 ... 180	
Brennwertkessel für Gas/Öl (zentral)	niedrig ^a	50 ... 70	Gas, Öl
	normal ^b	90 ... 145	
Niedertemperaturkessel für Gas/Öl/Holz, BHKW (zentral)	niedrig ^a	60 ... 80	Gas, Öl, Holz
	normal ^b	120 ... 180	
Fernwärme (zentral)	niedrig ^a	50 ... 65	Fernwärme
	normal ^b	90 ... 140	
Wärmepumpe Außenluft (zentral)	niedrig ^a	20 ... 30	Strom
	normal ^b	30 ... 50	
Wärmepumpe Erdreich, Grundwasser (zentral)	niedrig ^a	15 ... 25	Strom
	normal ^b	25 ... 40	
Erklärung/Legende	^a niedrig: Gebäude mit niedriger Innentemperatur		^b normal: Gebäude mit normaler Innentemperatur

Trinkwarmwasser

Tabelle 25 zeigt typische Energiebedarfskennwerte für die Trinkwassererwärmung. Relevant ist vor allem die Nutzungsintensität, die sich aus der Gebäudenutzung ergibt. Der typische Kennwert für Restaurants und Küchen kann noch weit oberhalb der Kategorie „hoch“ liegen.

Tabelle 25 – Typische Endenergiebedarfskennwerte für die Trinkwassererwärmung

Systembeschreibung	Gebäudenutzung/Intensität	Endenergiebedarf der Trinkwassererwärmung [kWh/(m²a)]	Energieträger
elektrische Durchlauferhitzer (dezentral)	niedrig ^a	1 ... 5	Strom
	mittel ^b	7 ... 15	
Gas-Speicherwassererwärmer, -Durchlauferhitzer (dezentral)	niedrig ^a	2 ... 8	Gas
	mittel ^b	10 ... 22	
Kessel für Gas/Öl/Holz, BHKW (zentral)	niedrig ^a	3 ... 12	Gas, Öl, Holz
	mittel ^b	14 ... 30	
	hoch ^c	60 ... 120	
Fernwärme (zentral)	niedrig ^a	2 ... 8	Fernwärme
	mittel ^b	9 ... 20	
	hoch ^c	45 ... 90	
Wärmepumpe Außenluft (zentral)	niedrig ^a	1 ... 4	Strom
	mittel ^b	7 ... 13	
Wärmepumpe Erdreich, Grundwasser (zentral)	mittel ^b	5 ... 10	Strom
	hoch ^c	15 ... 30	
Erklärung/Legende	^a niedrig: Büro, Labor, Schule ohne Küche, Veranstaltung	^b mittel: Wohnen, Schule mit Küche, Gewerbe mit Dusche	^c hoch: Hotel, Krankenhaus

Sofern bei den zentralen Lösungen eine Solarthermieanlage vorhanden ist, ergeben sich etwa 30 % geringere Kennwerte.

Kühlung

Tabelle 26 stellt typische Endenergiebedarfskennwerte für die Kühlung von Wohn- und Nichtwohngebäuden zusammen. Die Werte gelten für einen mittleren Baustandard. Mit einem sehr schlechten Baustandard (insbesondere schlechter Sonnenschutz) und überproportional hohen internen Lasten (einschließlich hoher Beleuchtungsabwärme) ergeben sich Faktor 2 ... 3 höhere Kennwerte.

Für Gewerbeflächen und Labore kann kein typischer Kennwert angegeben werden, weil die konkrete Nutzung den Kennwert zu stark beeinflusst. Sind Gebäude nur teilweise mit der Technik ausgestattet, gilt der Energiekennwert entsprechend nur für die Teilfläche.

Tabelle 26 – Typische Endenergiebedarfskennwerte für die Kühlung

Systembeschreibung	Gebäudenutzung/Intensität	Endenergiebedarf der Kühlung [kWh/(m²a)]	Energieträger
(teil) regenerative Kühlung mit Erdreich, Grundwasser	niedrig ^a	0 ... 1	Strom
	mittel ^b	1 ... 2	
	hoch ^c	2 ... 3	
Kompressionskälte zentral	niedrig ^a	1 ... 3	
	mittel ^b	3 ... 6	
	hoch ^c	6 ... 10	
Raumklimageräte dezentral	niedrig ^a	3 ... 5	
	mittel ^b	5 ... 10	
	hoch ^c	10 ... 20	
Ad-/Absorptionskälte zentral	hoch ^c	50 ... 70	
Erklärung/Legende	^a niedrig: EFH, Lager	^b mittel: Verkauf, MFH, Veranstaltung	^c hoch: Hotel, Büro, Krankenhaus

Beleuchtung

Tabelle 27 gibt einen Überblick über typische Energiebedarfskennwerte für die Beleuchtung. Für Lagerflächen ergibt sich nahezu kein Beleuchtungsbedarf. Im Wohnungsbau wird er nicht berechnet, würde jedoch in die Kategorie „niedrig“ fallen.

Tabelle 27 – Typische Endenergiebedarfskennwerte für die Beleuchtung

Systembeschreibung	Gebäudenutzung/Intensität	Endenergiebedarf der Beleuchtung [kWh/(m²a)]	Energieträger	
LED	niedrig ^a	2 ... 4	Strom	
	mittel ^b	3 ... 6		
	hoch ^c	8 ... 15		
Leuchtstofflampen	niedrig ^a	12 ... 20		
	mittel ^b	17 ... 25		
	hoch ^c	35 ... 45		
Hochdruckdampf lampen, Halogen	mittel ^b	60 ... 90		
	hoch ^c	100 ... 130		
Erklärung/Legende	^a niedrig: Hotel, Schule	^b mittel: Büro, Gewerbe, Veranstaltung, Labor		^c hoch: Verkauf

Raumlufttechnik und Wohnungslüftung

Tabelle 28 zeigt die Energiebedarfskennwerte für den Lufttransport. Sofern die Anlage Kühl- und Heizfunktion besitzt, sind deren Energiemengen in der Tabelle nicht enthalten. Sie finden sich in den Zusammenstellungen für die Energie der Heizung und Kühlung (Tabelle 24 und Tabelle 26).

Tabelle 28 – Typische Endenergiebedarfskennwerte für den Lufttransport

Systembeschreibung	Gebäudenutzung/Intensität	Endenergiebedarf der Raumlufttechnik bzw. Wohnungslüftung [kWh/(m²a)]	Energieträger
Abluftanlage	niedrig ^a	1 ... 3	Strom
Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung	niedrig ^a	3 ... 6	
	mittel ^b	3 ... 9	
	hoch ^c	20 ... 30	
Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung und weiteren Funktionen	niedrig ^a	3 ... 6	
	mittel ^b	6 ... 12	
	hoch ^c	25 ... 35	
Erklärung/Legende	^a niedrig: Wohnen	^b mittel: Büro, Gewerbe, Schule ohne Küche, Veranstaltung, Hotel	^c hoch: Schule mit Küche, Krankenhaus, Restaurant

Der typische Kennwert für Restaurants und Küchen kann noch weit oberhalb der Kategorie „hoch“ liegen. Für Labore kann kein typischer Kennwert angegeben werden, weil die konkrete Nutzung den Kennwert zu stark beeinflusst.

Sind Gebäude nur teilweise mit der Technik ausgestattet, gilt der Energiekennwert entsprechend nur für die Teilfläche.

Hilfsenergien

Tabelle 29 stellt Kennwerte der Hilfsenergien zusammen. Berücksichtigt sind die Gewerke Heizung, Trinkwassererwärmung und Kühlung. Es sind keine Energiebedarfe für den Lufttransport enthalten, dazu siehe Tabelle 28. Relevant ist die Anzahl der zentralen Systeme, d. h. der Pumpen.

Tabelle 29 – Typische Endenergiebedarfskennwerte für die sonstigen Hilfsenergien

Systembeschreibung	Gebäudenutzung/Intensität	Endenergiebedarf der Hilfsenergien [kWh/(m²a)]	Energieträger
alle Systeme dezentral	alle	0,0	Strom
ein System zentral	alle	0,3 ... 0,6	
zwei Systeme zentral	Wohnbau	2 ... 5	
	Nichtwohnbau	0,4 ... 1,2	
drei Systeme zentral	Wohnbau	2 ... 3,5	
	Nichtwohnbau	1,5 ... 3	

Zusammen mit einer Gebäudeautomation ergeben sich ggf. leicht höhere Kennwerte. Gleiches gilt für den Betrieb einer Vollklimaanlage mit Befeuchtung. Ein ebenfalls nicht tabellierter Sonderfall ist die Kühlung mit einer Absorptions- oder Adsorptionskältemaschine, die zu einem sehr viel höheren Hilfsenergiebedarf führt.

Gebäudeweise Kennwerte

Anhand der Kennwerte aus Tabelle 24 bis Tabelle 29 lassen sich Gebäudekennwerte ableiten. Im Regelfall sind dies zwei Kennwerte. Den Ausnahmefall bildet eine rein elektrische Versorgung aller Gewerke. Nachfolgend werden zwei Beispiele zur Anwendung vorgestellt.

Beispiel 1: Büro mit zentraler Außenluft-Wärmepumpe, zentraler Kompressionskälte, dezentral elektrischer Trinkwassererwärmung, Zu- und Abluftanlage und Leuchtstofflampen

- Heizung: Strom, normale Innentemperatur 30 ... 50 kWh/(m²a) → Ø 40 kWh/(m²a)
- Trinkwarmwasser: Strom, niedrige Intensität 1 ... 5 kWh/(m²a) → Ø 3 kWh/(m²a)
- Kühlung: Strom, hohe Intensität 6 ... 10 kWh/(m²a) → Ø 8 kWh/(m²a)
- Beleuchtung: Strom, mittlere Intensität 17 ... 25 kWh/(m²a) → Ø 21 kWh/(m²a)
- Lufttransport: Strom, mittlere Intensität 3 ... 9 kWh/(m²a) → Ø 6 kWh/(m²a)
- Hilfsenergien: Strom, zwei zentrale Systeme 0,4 ... 1,2 kWh/(m²a) → Ø 0,8 kWh/(m²a)
- Summe
Strom: 78,8 kWh/(m²a)
- Endenergieanteile:
Heizung 50 %
Trinkwarmwasser 4 %
Kühlung 10 %
Beleuchtung 27 %
Lufttransport 8 %
Hilfsenergien 1 %

Beispiel 2: Hotel mit zentraler Fernwärmebeheizung und Trinkwassererwärmung, dezentrale Raumklimageräte, keine Lüftungsanlage, LED-Beleuchtung

- Heizung: Fernwärme, normale Innentemperatur: 90 ... 140 kWh/(m²a) → Ø 115 kWh/(m²a)
- Trinkwarmwasser: Fernwärme, hohe Intensität: 60 ... 120 kWh/(m²a) → Ø 80 kWh/(m²a)
- Kühlung: Strom, hohe Intensität: 10 ... 20 kWh/(m²a) → Ø 15 kWh/(m²a)
- Beleuchtung: Strom, niedrige Intensität: 2 ... 4 kWh/(m²a) → Ø 3 kWh/(m²a)
- Lufttransport: nicht vorhanden
- Hilfsenergien: Strom, zwei zentrale Systeme 0,4 ... 1,2 kWh/(m²a) → Ø 0,8 kWh/(m²a)
- Summe
Strom: 18,8 kWh/(m²a)
Fernwärme: 195 kWh/(m²a)
- Endenergieanteile:
Fernwärme Heizung 59 %
Trinkwarmwasser 41 %
- Endenergieanteile:
Strom Kühlung 80 %
Beleuchtung 16 %
Lufttransport 0 %
Hilfsenergien 4 %

Abhängig von den gewählten Energieträgern sind die Primärenergienmengen sowie äquivalenten CO₂-Emissionen entsprechend aus den Endenergien umzurechnen. Im Rahmen des Forschungsprojektes wird darauf verzichtet, da es sich um eine reine Faktorisierung handelt, die für den Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich irrelevant ist.

6.3 Textliche Überarbeitung des Beiblattes 1 im Überblick

Einführend soll die Zielgruppe des Beiblattes benannt sowie die beabsichtigten Erkenntnisgewinne zusammengefasst werden:

- **Das Beiblatt soll sich schwerpunktmäßig an „Einsteiger“ richten, die wenig Erfahrung mit dem Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich haben.**
- Es ist davon auszugehen, dass dieser Personenkreis sich über Näherungsverfahren der Norm an ein Bilanzergebnis annähern und nicht alle Daten vor Ort erfassen, die grundsätzlich erfasst werden könnten.
- Das Beiblatt soll auch helfen, die Stellen der Bilanz zu identifizieren, bei denen andere Verfahrenswege (hier z. B. Leistungserfassung vor Ort statt Abschätzung über Hilfsgrößen) zu besseren Abbildungen der realen Verhältnisse führen.
- Es ist davon auszugehen, dass die Anwenderinnen und Anwender den Einstieg in die Energiebilanzierung aus Richtung eines Nachweises gefunden haben und bislang mit Standardnutzungsprofilen gearbeitet haben. Daher werden in der Schriftfassung des Beiblattes die Hinweise zur Modifikation des Nutzungsverhaltens als besonders relevant angesehen.

Grundsätzlich ist bereits das Beiblatt 1 in seiner Ausgabe von 2010 an diese Ziele angepasst. Bei der Überarbeitung können demzufolge viele Kapitel unverändert bleiben. Dies betrifft: die Hinweise zur Ermittlung der Verbrauchsdaten und deren Umrechnung, einschließlich der Energieanalyse (Energiesignatur) unterjähriger Verbrauchsdaten.

Der Neufassung der Kapitel 4.4 bis 4.13 gingen Besprechungen mit der Begleitgruppe voraus. Der textliche Überarbeitungsbedarf wird nachfolgend im Überblick wiedergegeben:

- **Zusammenfassung von Themen:**
Entgegen der derzeitigen Darstellung im gültigen Beiblatt 1 (Ausgabe 2010) sollen die Inhalte zur Geometrie und Nutzung den anderen Themengebieten zugeordnet werden. Beispiel zum Verständnis: die Innentemperatur wird in das Kapitel „Nutzwärme und Kältebedarf“ integriert und nicht separat in einem Kapitel mit allen Nutzungsdaten aufgeführt. Dies hat zur Folge, dass etliche Größen aus dem Nutzungsprofil mehrfach aufgeführt werden. Als Beispiel sind alle Zeitangaben zu nennen, die sich in jedem Gewerk widerspiegeln. Jedoch kann der Einfluss dieser mehrfach untersuchten Größen in den einzelnen Gewerken verschieden sein, was auch so dargestellt wird.
- **Darstellung von Primär- und Sekundäreffekten:**
Die Änderung einer Bilanzengangsgröße hat häufig Primär- und Sekundäreffekte (z. B. primär wird der Endenergiebedarf der Beleuchtung geringer, sekundär sinkt dann auch der Kühlbedarf). Die Begleitgruppe spricht sich mehrheitlich dafür aus, dass die Primäresultate im Beiblatt dargestellt werden sollen; die Sekundäreffekte werden nur genannt.
- **Größen mit mehreren Bestimmungsverfahren:**
Es gibt Bilanzgrößen, die direkt eingegeben werden können (z. B. eine Wärmeerzeugereffizienz) oder über eine Reihe von Näherungsangaben abgeschätzt werden (z. B. eine Kombination von Techniktypbeschreibung, Energieträger & Baujahr). Im Forschungsprojekt werden Variationen der Haupt-, aber auch der Hilfsgrößen parallel durchgeführt, so dass für beide Herangehensweisen Ergebnisse vorliegen. Nach Diskussion befindet die Begleitgruppe, dass sowohl die Hauptgröße als auch die Hilfsgrößen zu deren Bestimmung Teil des neuen Beiblattes sein sollen (das ist eine andere Logik als bei der ersten Ausgabe von DIN V 18599 Beiblatt 1). Entsprechend ergibt sich ein angepasstes Layout der gewerkweisen Tabellen, welches die alternativen Verfahren verdeutlicht.

Grundsätzlich erfolgt im Hauptteil des Beiblattes eine gewerkeweise Darstellung der Einflussgrößen auf die Bilanz. Die Begleitgruppe sprach sich zusätzlich für eine optionale gewerkeübergreifende Liste aller Einflussgrößen aus (als Anhang des Beiblattes), welche die wichtigsten Einflussgrößen insgesamt enthält. Nach dem Modell des Pareto-Prinzips könnten z. B. die relevantesten 20 % der Einflüsse enthalten sein. Dieser Überlegung folgt das Forscherteam. Der Vorschlag für den neuen Anhang ist in Kapitel 6.4.5 zu finden.

Abbildung 14 – Überarbeitungsbedarf des vorhandenen Beiblattes

Vorwort	4
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Verfahrensbeschreibung	6
2.1 Beschreibung der Vorgehensweise.....	6
2.2 Schnittstellen	8
2.3 Weiterverwendung der Ergebnisse.....	9
2.4 Verfahrensgrenzen und Interpretation	9
2.4.1 Annahmen der Klimadaten	9
2.4.2 Annahmen der Nutzungsranddaten.....	9
2.4.3 Bilanzumfang thermischer und nicht-thermischer Energieanwendungen.....	10
3 Verbrauchsdatenerhebung	11
3.1 Erfassung der Mengen	11
3.1.1 Leitungsgebundene Energieträger	11
3.1.2 Nicht leitungsgebundene Energieträger	11
3.2 Umrechnung der Energieträger.....	12
3.3 Standort-, Zeit- und Witterungskorrektur	13
3.3.1 Korrektur witterungsbedingter Schwankungen	13
3.3.2 Korrektur nutzungsbedingter Schwankungen	14
3.3.3 Witterungsabhängiger Verbrauch der Heizung	14
3.3.4 Witterungsunabhängiger Verbrauch	15
3.3.5 Aufteilung des Verbrauchs	15
3.3.6 Ermittlung der Klimadaten	15
3.4 Einflüsse auf die Ermittlung von Verbrauchsdaten	15
3.5 Hilfskennwerte	16
4 Anpassung der Bedarfsrechnung.....	16
4.1 Allgemeine Hinweise	16
4.1.1 Heizwert/Brennwert	16
4.2 Feststellung der Bearbeitungsreihenfolge	17
4.2.1 Abgleich von Detailmesspunkten	17
4.2.2 Abgleich von Gesamtenergiemengen	17
4.2.3 Bearbeitungsreihenfolge innerhalb eines Gewerks bzw. Vornormenteils	17
4.3 Zonierung	18
4.4 Geometriedaten.....	18
4.5 Definition der Nutzungsranddaten.....	19
4.6 Bilanz der Beleuchtung nach DIN V 18599-4	23
4.7 Bilanz der Nutzenergie für Heizung und Kühlung nach DIN V 18599-2	31
4.8 Bilanz der Endenergie für Heizung nach DIN V 18599-5.....	36
4.9 Bilanz der Trinkwarmwasserbereitung nach DIN V 18599-8	43
4.10 Bilanz von KWK-Anlagen nach DIN V 18599-9	46
4.11 Bilanz der Nutzenergie für Raumluftechnik nach DIN V 18599-3	46
4.12 Bilanz der Endenergie für Kälte nach DIN V 18599-7	49
4.13 Bilanz der Wohnungslüftung nach DIN V 18599-6	53
5 Detailinformationen aus Verbrauchsmessungen	57
5.1 Hinweise zu Messgrößen	57
5.2 Lastgangmessungen	57
5.3 Energiesignatur für Wärmeverbraucher.....	58
5.4 Energiesignatur für Kessel.....	59
5.5 Detailmesspunkte in der Bilanz.....	61
Anhang A (informativ) Ausgabebogen.....	67
Anhang B (informativ) Entwicklung von Nutzungsprofilen	70
Literaturhinweise	71

Abbildung 14 zeigt die Gliederung des aktuell gültigen Beiblattes 1 mit einer Einschätzung des notwendigen Überarbeitungsbedarfs der einzelnen Abschnitte.

Bei den in Abbildung 14 mit **grüner Farbe** gekennzeichneten Abschnitten besteht kein oder lediglich redaktioneller Überarbeitungsbedarf. Beispielhaft: „EnEV“ ist durch „GEG“ oder neutraler „öffentlich-rechtlicher Nachweis“ zu ersetzen, in der Literaturliste sind aktuellere Datierungen der genannten Quellen zu prüfen usw. Dieser Überarbeitungsbedarf wird im Rahmen des vorliegenden Forschungsberichtes nicht näher ausgeführt.

Bei den in Abbildung 14 mit **gelber Farbe** gekennzeichneten Abschnitten sind Modifikationen erforderlich. Jedoch handelt es sich überwiegend um redaktionelle Ergänzungen. Weitere Ausführungen zu vorgeschlagenen Überarbeitungen sind dem nachfolgenden Kapitel 6.5 zu entnehmen.

Bei den in Abbildung 14 mit **roter Farbe** gekennzeichneten Kapiteln sind komplette Neufassungen erforderlich. Sie werden in diesem Forschungsbericht neu gefasst dargestellt, siehe Kapitel 6.4. Nach einer Diskussion im Gemeinschaftsausschuss zur DIN V 18599 können sie direkt oder mit Modifikationen übernommen werden.

6.4 Neugefasste Kapitel für das Beiblatt 1

6.4.1 Relevanz der gewerkeweisen Einflussparameter

Das aktuelle Beiblatt enthält in seinen Abschnitten 4.6 bis 4.13 gewerkeweise Tabellen mit der Einschätzung zur Relevanz von Eingangsparametern. Der neugefasste Text für das überarbeitete Beiblatt 1 ergibt sich aus dem Kapitel 6.1 (und seinen Unterkapiteln) dieses Forschungsprojektes.

6.4.2 Abschnitt: Feststellung der Bearbeitungsreihenfolge

Die Erkenntnisse des vorliegenden Forschungsberichtes zur typischen bilanziellen Zusammensetzung der Endenergie sollen den genannten Abschnitt des Beiblattes ergänzen. Der Textvorschlag ergibt sich aus dem Kapitel 6.1.8 dieses Forschungsberichtes.

6.4.3 Abschnitt: Hilfskennwerte, hier Trinkwarmwasserbedarf

Grundsätzlich ist es sinnvoll, den Trinkwarmwasserbedarf anhand der Hauptnutzung eines Gebäudes abzuschätzen, wenn er nicht gemessen werden kann oder soll. Hat ein Gebäude verschiedene Hauptnutzungen, können Abschätzungen anhand der Zonenflächen erfolgen. Aus DIN V 18599-10 ergeben sich Ansätze für den Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser. Detailliertere Einzelkennwerte liefert Tabelle 30.

Es gelten folgende allgemeine Festlegungen:

- Es gibt einen täglichen Durchgang für eine Verbrauchergruppe in der jeweiligen Nutzung, z. B. eine Hotelzimmerbelegung oder einen Einschichtbetrieb im Gewerbebetrieb, d. h. keine sukzessive Nutzung durch mehrere Durchläufe verschiedener Nutzungsgruppen. Falls diese Annahme nicht gilt, erfolgt die Angabe der typischen Mehrfachbelegung für das jeweilige Nutzungsprofil.
- Es liegt eine Vollaustattung der Nennbelegung oder Nennanzahl vor. Falls diese Annahme nicht gilt, erfolgt die Angabe einer typischen Auslastung in dem jeweiligen Nutzungsprofil.
- Alle nutzen das jeweilige Angebot in voller Höhe. Falls diese Annahme nicht gilt, erfolgt die Angabe eines typischen Nutzungsanteils für das jeweilige Nutzungsprofil.
- Der Gesamtkennwert setzt sich zusammen aus dem Warmwasserbedarf (jeweils falls vorhanden) für: die Wasch- oder Spülbeckennutzung, die Teeküchennutzung, das Duschen (einschließlich Baden), das Spülen mit einer Spülmaschine (sofern diese Warmwasseranschluss hat) sowie die Reinigung des Gebäudes.

Tabelle 30 – Detaillierte Annahmen der Trinkwarmwasserbedarfsbewertung [12]

Gebäudenutzung	Einzelansätze (Vorschlagswerte)	
allgemeine Ansätze für alle Nutzungen		
Warmwasserbedarf für Reinigung	0,125 l/m ²	
Durchfluss von Armaturen	0,15 l/s bei Waschbecken 25 l/s bei Küchenspülen	
Erwärmung des Wassers	30 K (z. B. von 10°C auf 40 °C)	
Stoffwerte für Wasser	1,16 Wh/(l · K)	
Ansätze für verschiedene Nutzungen im Detail		
Einzelbüro, Gruppenbüro, Großraumbüro	Basis	Nettogrundfläche, Personenbelegung
	Waschbecken	3 x täglich 15 s, d. h. 6,75 l/(Pd)
	Teeküche	1 x täglich 20 s, d. h. 5 l/(Pd)
	Reinigung	33 % der Fläche 3 x pro Woche, 67 % der Fläche 2 x pro Woche
Labore	Basis	Nettogrundfläche, Personenbelegung
	allgemein	wie Büro (Waschbecken, Teeküche, Reinigung)
	Prozesswasser	keine Verallgemeinerung möglich
Bildungseinrichtungen: Schule (Warmwasser nur für Personal)	Basis	Nettogrundfläche, Personenbelegung (Lehrer + Schüler)
	allgemein	wie Büro (Waschbecken, Teeküche, Reinigung)
	Nutzungsanteil	0,06 (16 Schüler je Lehrer) für Waschbecken und Teeküche
Bildungseinrichtungen: Schule (Warmwasser für alle Nutzenden)	Basis	Nettogrundfläche, Personenbelegung (Lehrer + Schüler)
	allgemein	wie Büro (Waschbecken, Teeküche, Reinigung)
	Nutzungsanteil	0,06 (16 Schüler je Lehrer) für Teeküche
Bildungseinrichtungen: Hochschule (Warmwasser nur für Personal)	Basis	Nettogrundfläche, Personenbelegung (Studenten + Professoren)
	allgemein	wie Büro (Waschbecken, Teeküche, Reinigung)
	Nutzungsanteil	0,02 (60 Studenten je Professor) für Waschbecken und Teeküche
Bildungseinrichtungen: Hochschule (Warmwasser für alle Nutzenden)	Basis	Nettogrundfläche, Personenbelegung (Studenten + Professoren)
	allgemein	wie Büro (Waschbecken, Teeküche, Reinigung)
	Nutzungsanteil	0,02 (60 Studenten je Professor) für Teeküche
Veranstaltung	Basis	Nettogrundfläche, Sollbelegung des Gebäudes
	Auslastung	22 % für Theater und 40 % für Kinos
	Waschbecken	1 x täglich 15 s
	Reinigung	analog Auslastung
Sporteinrichtungen: Turnhalle	Basis	Nettogrundfläche, Sollbelegung des Gebäudes
	Mehrfachbelegung	3 Nutzungsgruppen
	Nutzungsanteil	33 % für Duschen, 67 % für Waschbecken
	Dusche	36 l/Duschvorgang
	Waschbecken	1 x täglich 30 s
	Reinigung	33 % der Fläche 3 x pro Woche, 67 % der Fläche 2 x pro Woche
Sporteinrichtungen: Fitness	Basis	Nettogrundfläche, Sollbelegung des Gebäudes
	Mehrfachbelegung	10 mögliche Nutzungsgruppen (15 h/d offen; 1,5 h pro Durchlauf)
	Auslastung	10 %
	Nutzungsanteil	50 % für Waschbecken, 100 % für Duschen
	Dusche	67 l/Duschvorgang
	Waschbecken	1 x täglich 15 s
Sauna	Basis	Nettogrundfläche, Sollbelegung des Gebäudes
	Mehrfachbelegung	8 mögliche Nutzungsgruppen (12 h/d offen; 1,5 h pro Durchlauf)
	Auslastung	33 %
	Nutzungsanteil	50 % für Waschbecken, 100 % für Duschen
	Dusche	75 l/Duschvorgang
	Waschbecken	1 x täglich 15 s
Einzelhandel	Basis	Nettogrundfläche, Sollbelegung des Gebäudes
	Mehrfachbelegung	2 Schichten (12 h/d geöffnet)
	Nutzungsanteil	0,06 (aufgrund von 42 m ² /Beschäftigter und Zweischichtbetrieb)
	Waschbecken	2 x täglich 15 s
	Teeküche	1 x täglich 20 s, d. h. 5 l/(Pd)
	Reinigung	Gesamtfläche täglich
Gewerbe	Basis	Nettogrundfläche, Sollbelegung des Gebäudes
	Nutzungsanteil	67 % für Duschen, 33 % für Teeküche
	Dusche	50 l/Duschvorgang
	Waschbecken	2 x täglich 15 s
	Teeküche	1 x täglich 20 s, d. h. 5 l/(Pd)
Reinigung	25 % der Gesamtfläche täglich	

Tabelle 30 – Detaillierte Annahmen der Trinkwarmwasserbedarfsbewertung [12] (fortgeführt)

Gebäudenutzung	Einzelansätze (Vorschlagswerte)	
Ansätze für verschiedene Nutzungen im Detail		
Arztpraxen, Behandlung (Warmwasser nur für Personal)	Basis	Nettogrundfläche, Beschäftigtenzahl
	allgemein	wie Büro (Waschbecken, Teeküche, Reinigung)
Hotelzimmer	Basis	Nettogrundfläche, Sollbelegung des Gebäudes
	Auslastung	45 %
	Dusche	117 l/Duschvorgang (obere Kategorie) 83 l/Duschvorgang (mittlere Kategorie) 50 l/Duschvorgang (niedrige Kategorie)
	Waschbecken	2 x täglich 15 s, d. h. 4,5 l/(Pd)
	Reinigung	analog Auslastung
Kaserne	Basis	Nettogrundfläche, Sollbelegung des Gebäudes
	Auslastung	90 % (analog Heime)
	Nutzungsanteil	75 % für Duschen, 50 % für Teeküchen
	Dusche	40 l/Duschvorgang
	Waschbecken	2 x täglich 15 s, d. h. 4,5 l/(Pd)
	Teeküche	1 x täglich 20 s, d. h. 5 l/(Pd)
Heime und andere Unterkuftsgebäude	Basis	Nettogrundfläche, Sollbelegung des Gebäudes
	Auslastung	90 %
	Nutzungsanteil	75 % für Duschen, 125 % für Waschbecken und Teeküchen
	Dusche	83 l/Duschvorgang
	Waschbecken	3 x täglich 15 s, d. h. 4,5 l/(Pd)
	Teeküche	1 x täglich 20 s, d. h. 5 l/(Pd)
Krankenhaus und Pflegeeinrichtung: Bettenzimmer	Basis	Nettogrundfläche, Sollbettenzahl
	Auslastung	75 %
	Nutzungsanteil	75 % für Duschen, 200 % Waschbecken- und Teeküchennutzung (wegen 2 Mitarbeiter/Bett)
	Dusche	83 l/Duschvorgang
	Waschbecken	3 x täglich 15 s, d. h. 4,5 l/(Pd)
	Teeküche	1 x täglich 20 s, d. h. 5 l/(Pd)
Kantine	Basis	Nettogrundfläche, Sollbelegung des Gebäudes
	Waschbecken	1 x täglich 15 s, d. h. 2,25 l/(Pd)
	Reinigung	Gesamtfläche täglich
Küche	Basis	Nettogrundfläche, Essenanzahl
	Spülmaschine	6,7 l/Essen
	Spülbecken	6,7 l/Essen
	Reinigung	Gesamtfläche täglich, doppelter Wasserbedarf
Restaurant	Basis	Nettogrundfläche, Sollbelegung des Gebäudes
	Mehrfachbelegung	2 Tischbelegungen am Tag
	Spülmaschine	6,7 l/Essen
	Spülbecken	6,7 l/Essen
Krankenhaus und Pflegeeinrichtung: Küche	Basis	Nettogrundfläche, Sollbelegung des Gebäudes/ Sollbettenzahl
	Mehrfachbelegung	2 Essen, Mittag 50 % + Abend 40 % + Frühstück 10 %
	Nutzungsanteil	125 % (aufgrund Personalzuschlag pro Bett)
	Auslastung	75 %
	Spülmaschine	6,7 l/Essen
	Spülbecken	6,7 l/Essen
Reinigung	Gesamtfläche täglich, doppelter Wasserbedarf	

Die Anwendung der Tabelle wird nachfolgend beispielhaft für ein Hotel der mittleren Kategorie beschrieben. Die Hotelzimmer weisen eine Fläche von 625 m² auf. Eine Sollbelegung ergäbe 32 Personen (P). Die Berechnung ergibt den Warmwasserbedarf und die zugehörige Energiemenge für einen Nutzungstag:

- Duschen: $32 \text{ P} \cdot 1 \text{ Duschvorgang/P} \cdot 83 \text{ l/Duschvorgang [Kennwert]} \cdot 45 \% [\text{Auslastung}] = 1195 \text{ l/d}$
- Waschbecken: $32 \text{ P} \cdot 4,5 \text{ l/(P d)} [\text{Kennwert}] \cdot 45 \% [\text{Auslastung}] = 65 \text{ l/d}$
- Reinigung: $625 \text{ m}^2 \cdot 0,125 \text{ l/m}^2 [\text{Kennwert}] \cdot 45 \% [\text{Auslastung}] = 35 \text{ l/d}$
- Summe: $(1195 + 65 + 35) \text{ l/d} = 1295 \text{ l/d}$
- Energiemenge: $1295 \text{ l/d [Menge]} \cdot 1,16 \text{ Wh/(l} \cdot \text{K)} [\text{Stoffwerte}] \cdot 30 \text{ K [Erwärmung]}$
 $= 45066 \text{ Wh/d} = 45 \text{ kWh/d}$

Flächen ohne dauerhaften Personenaufenthalt erhalten keinen (eigenen) Kennwert für Trinkwarmwasser. Die in diesen Flächen erforderlichen Nutzwarmwassermengen werden anhand der Hauptnutzung des Gebäudes abgeschätzt. Dies betrifft nachfolgende Profile: Sanitär, sonstige Aufenthaltsbereiche, Nichtaufenthaltsräume, Verkehr, Lager, Bühne, Magazin, Parkhaus, Pflegeflure sowie Logistik.

Folgende Profile erhalten trotz vorhandenem Personenaufenthalt keinen separaten Kennwert in der Übersicht nach Tabelle 30 (Begründung in Klammern):

- Besprechung, Küchenlager, Rechenzentrum, Foyer (Personen sind über andere Gebäudeflächen berücksichtigt)
- Schalterhalle, Messe, Lesesaal, Museum, Freihandbereich (Annahme, dass kein Zugang zu Warmwasser besteht oder unüblich ist).

Für die Bewertung nachfolgender Nutzungsprofile können keine standardisierten Kennwerte angegeben werden: Fleischerei, Wäscherei, Brauerei, Molkerei, Bäckerei, Frisör. Es wird empfohlen, im Rahmen eines Bedarfs-Verbrauchs-Abgleichs, die Werte durch eine Messung zu bestimmen.

6.4.4 Abschnitt: Hilfskennwerte, hier Anwendungsstrombedarf

Zur Abschätzung der Höhe von nicht in der DIN V 18599 bilanzierten Verbrauchsanteilen dienen idealerweise Zähler, insbesondere für relevante Prozessstromanwendungen.

Sofern eine Zählerausstattung nicht gegeben ist, können nachfolgende Kennwerte verwendet werden, um den Strombedarf für Arbeitshilfen (PC, Küchengeräte, Unterhaltungselektronik usw.) sowie zentrale Dienste (Sicherheitsanlagen usw.) zu ermitteln. Im Allgemeinen sind nachfolgend typische flächenbezogene Kennwerte (je Nettogrundfläche) der Zonen angegeben.

Gesamtkennwerte bei normaler Betriebszeit

Mit Hilfe der in Tabelle 31 zusammengestellten Kennwerte lässt sich der Anwendungsstrombedarf der Arbeitshilfen bestimmen. Die Werte sind flächenbezogen und müssen mit der Nettogrundfläche der betreffenden Zone multipliziert werden. Es handelt sich um typische Kennwerte für die angegebenen jährlichen Nutzungstage sowie täglichen Nutzungszeiten.

Die Erläuterungen zu den Ausstattungsintensitäten (gering, mittel, hoch sowie Sonderfälle) finden sich in Tabelle 37. Für Kennwerte bei abweichenden Zeiten wird auf Tabelle 32 verwiesen. Hinweise zu den Nutzungsprofilen aus Gewerbe und Industrie (Profil 22) sind Tabelle 34 zu entnehmen. Weitere Details zur Labornutzung (Profil 36) sind in Tabelle 35 hinterlegt. Die Daten zu Serverräumen (Profil 21) finden sich in Tabelle 33.

Tabelle 31 – Jahreskennwerte für den Nutzstrombedarf der Arbeitshilfen für standardisierte Nutzungszeiten [11]

Nutzungsprofil (verkürzt)	Nutzungsstage [d/a]	Nutzungszeit [h/d]	Jahreskennwert [kWh/(m ² a)]			
			gering	mittel	hoch	Sonderfälle
01 – Einzelbüro	210	8	4,5	7,0	15	
02 – Gruppenbüro	210	8	7,0	12	25	
03 – Großraumbüro	210	8	4,5	11	19	
04 – Sitzung, Seminar	80	1	0,35	1,4	2,8	
05 – Schalterhalle	250	8	k. A.	12	k. A.	
06 – Einzelhandel	300	12	0,22	4,6	39	

Tabelle 31 – Jahreskennwerte für den Nutzstrombedarf der Arbeitshilfen für standardisierte Nutzungszeiten [11] (fortgeführt)

Nutzungsprofil (verkürzt)	Nutzungs- stage [d/a]	Nutzungs- zeit [h/d]	Jahreskennwert [kWh/(m ² a)]			
			gering	mittel	hoch	Sonderfälle
07 – Einzelhandel (Kühl)	300	12	163	390	1.150	
08 – Klassenzimmer	200	3	0,27	3,2	12	
09 – Hörsaal, Auditorium	50	2	0	0,08	0,31	
10 – Bettzimmer	275	24	4,3	5,9	6,5	
11 – Hotelzimmer	275	12	2,5	4,2	8,7	
12 – Kantine	250	4	0	0,63	4,3	
13 – Restaurant	300	10	1,9	11	45	
14 – Küchen in NWG	300	2	61	189	677	
15 – Küche, Vorbereitung	300	2	7,1	61	166	
16 – WC, Sanitärräume	300	12	0	0	0	hoch 1/2/3: 3,4/6,7/12
17 – Sonstige	250	4	0,26	4,2	43	
18 – Nebenflächen	250	8	0	3,8	42	
19 – Verkehrsflächen	250	8	0	0	0	hoch 1/2/3: 1,4/6,4/40
20 – Lager, Technik	250	8	0	0	0	hoch 1/2/3: 0,35/3,7/62
23 – Zuschauer	75	(8)	0	0	0	
24 – Foyer	250	6	4,6	5,3	34	
25 – Bühne	75	(8)	45	55	66	
26 – Messe, Kongress	60	(8)	5,3	6,0	6,8	
27 – Ausstellung	300	8	0	2,0	17	hoch 1/2: 11/38
28 – Bibliothek Lesesaal	300	6	0,23	1,6	3,5	
29 – Bibliothek Freihand	300	12	1,1	2,1	3,3	
30 – Bibliothek Magazin	300	12	0	0	0	hoch 1: 0,31
31 – Turnhallen	250	4	0	0,01	0,35	
32 – Parkhäuser privat	365	24	0	0	0	
33 – Parkhäuser öffentlich	365	24	0	0	0	
34 – Saunabereich	365	12	126	261	357	
35 – Fitnessräume	365	12	0,17	4,3	19	
Tresen			0	2,2	14	
36 – Labor	250	8	13	35	134	
37 – Unt. und Behandlung	250	8	4,1	10	24	
38 – Spezialpflege	275	24	21	36	138	hoch 1/2: 76/221
39 – Flure Pflegebereich	365	24	0	0	0	
40 – Arztpraxen	220	4	4,3	8,8	16	
41 – Logistikhallen	300	12	0	1,9	4,6	
Legende/Erläuterungen	Erläuterungen der Ausstattungsintensitäten: gering, mittel, hoch sowie Sonderfälle siehe Tabelle 37					

Gesamtkennwerte bei abweichenden Betriebszeiten

Soll der Anwendungsstrombedarf für Gebäude mit abweichenden Nutzungszeiten bestimmt werden, wird auf Tabelle 32 verwiesen. Die hinterlegten Kennwerte gelten für jeweils 1000 Stunden der Nutzungs- bzw. Nicht-nutzungszeit. Sie sind anteilig zu gewichten. Die Erläuterungen zu den Ausstattungsintensitäten (gering, mittel, hoch sowie Sonderfälle) finden sich in Tabelle 37.

Tabelle 32 – Jahreskennwerte für den Nutzstrombedarf aus Arbeitshilfen für beliebige Nutzungszeiten [11]

Nutzungsprofil (verkürzt)	Energiekennwerte für Anwendungsstrombedarf [kWh/(m ² a·1000 h)]								
	gering		mittel		hoch		ggf. Sonderfälle		
	Nut- zung	Nichtnut- zung	Nut- zung	Nichtnut- zung	Nut- zung	Nichtnut- zung	Fall	Nut- zung	Nicht- nutzung
01 – Einzelbüro	2,1	0,14	3,3	0,20	6,1	0,65			
02 – Gruppenbüro	3,4	0,20	5,7	0,37	9,4	1,3			
03 – Großraumbüro	2,2	0,11	4,7	0,47	6,7	1,1			
04 – Sitzung, Seminar	1,5	0,03	5,1	0,11	8,1	0,25			
05 – Schalterhalle	-	-	3,2	0,79	-	-			
06 – Einzelhandel	0,06	0	1,2	0,05	9,5	0,94			
07 – Einzelhandel (Kühl)	21	17	47	43	133	131			
08 – Klassenzimmer	0,39	0	4,9	0,03	13	0,55			
09 – Hörsaal, Auditorium	0	0	0,70	0	3,1	0			
10 – Bettzimmer	0,64	0,04	0,85	0,13	0,94	0,15			
11 – Hotelzimmer	0,69	0,03	1,2	0,04	1,5	0,69			
12 – Kantine	0	0	0,28	0,05	2,8	0,19			

Tabelle 32 – Jahreskennwerte für den Nutzstrombedarf aus Arbeitshilfen für beliebige Nutzungszeiten [11] (fortgeführt)

Nutzungsprofil (verkürzt)	Energiekennwerte für Anwendungsstrombedarf [kWh/(m²a·1000 h)]								
	gering		mittel		hoch		ggf. Sonderfälle		
	Nut- zung	Nichtnut- zung	Nut- zung	Nichtnut- zung	Nut- zung	Nichtnut- zung	Fall	Nut- zung	Nicht- nutzung
13 – Restaurant	0,63	0	3,6	0,05	6,5	4,4			
14 – Küchen in NWG	68	2,4	260	4,0	799	24			
15 – Küche, Vorbereitung	6,4	0,41	59	3,2	132	11			
16 – WC, Sanitärräume	0	0	0	0	0	0	hoch1	0,92	0,02
							hoch2	1,9	0
							hoch3	3,3	0,01
17 – Sonstige	0,14	0,01	2,9	0,17	23	2,5			
18 – Nebenflächen	0	0	1,6	0,07	14	2,1			
19 – Verkehrsflächen	0	0	0	0	0	0	hoch1	0,46	0,07
							hoch2	2,1	0,32
							hoch3	6,9	3,8
20 – Lager, Technik	0	0	0	0	0	0	hoch1	0,12	0,02
							hoch2	1,3	0,15
							hoch3	17	4,1
23 – Zuschauer	0	0	0	0	0	0			
24 – Foyer	3,1	0	3,5	0	18	1,1			
25 – Bühne	147	0	180	0	215	0			
26 – Messe, Kongress	12	0	14	0	15	0			
27 – Ausstellung	0	0	0,79	0,02	6,9	0,16	hoch1	4,5	0,10
							hoch2	15	0,36
28 – Bibliothek Lesesaal	0,07	0,01	0,50	0,10	1,5	0,12			
29 – Bibliothek Freihand	0,27	0,01	0,48	0,08	0,81	0,08			
30 – Bibliothek Magazin	0	0	0	0	0	0	hoch1	0,05	0,03
31 – Turnhallen	0	0	0	0	0,16	0,03			
32 – Parkhäuser privat	0	0	0	0	0	0			
33 – Parkhäuser öffentlich	0	0	0	0	0	0			
34 – Saunabereich	29	0,13	58	1,2	82	0			
35 – Fitnessräume Tresen	0,02	0,02	0,76	0,21	3,7	0,66			
	0	0	0,46	0,04	2,4	0,86			
36 – Labor	4,5	0,63	12	1,7	46	6,2			
37 – Unt. und Behandlung	1,6	0,14	3,8	0,36	7,8	1,2			
38 – Spezialpflege	2,7	1,3	5,0	1,4	19	6,8	hoch1	10	3,6
							hoch2	30	11
39 – Flure Pflegebereich	0	0	0	0	0	0			
40 – Arztpraxen	3,1	0,19	8,6	0,15	6,1	1,3			
41 – Logistikhallen	0	0	0,50	0,02	1,1	0,11			
Legende/Erläuterungen	Erläuterungen der Ausstattungsintensitäten: gering, mittel, hoch sowie Sonderfälle siehe Tabelle 37								

Beispiel zur Anwendung: gesucht wird der Anwendungsstrombedarf der Zone 8 (Klassenzimmer) in der Nutzungsintensität bzw. Geräteausstattung „mittel“. Die Nutzung findet statt an 200 Tagen/Jahr sowie 4 Stunden/Tag, also 800 h/a oder 0,8 · 1000 h/a. Entsprechend beträgt die Anzahl der Nichtnutzungsstunden 7960 h/a oder 7,96 · 1000 h/a. Der Kennwert beträgt:

$$0,8 \cdot 1000 \text{ h/a [Nutzung]} \cdot 4,9 \text{ kWh/(m}^2\text{a} \cdot 1000 \text{ h) [Kennwert]} \\ + 7,96 \cdot 1000 \text{ h/a [Nichtnutzung]} \cdot 0,03 \text{ kWh/(m}^2\text{a} \cdot 1000 \text{ h) [Kennwert]} \\ = 4,16 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$$

Zum Vergleich: Tabelle 31 liefert einen Kennwert von 3,2 kWh/(m²a) bei einer täglichen Nutzungszeit von 3 Stunden.

Spezielle Kennwerte für Serverräume

Mit Hilfe der in Tabelle 33 zusammengestellten Energiekennwerte lässt sich der Anwendungsstrombedarf kleiner Serverräume (Nettogrundflächen 5 bis 20 m²) abschätzen. Solche Räume sind beispielsweise Bestandteile von Schulen, Bürogebäuden, Krankenhäusern oder Hotels. Aufgrund der ganzjährigen Betriebsweise (Betrieb an 24 h/d und 365 d/a) ist keine Korrektur der Kennwertangaben hinsichtlich der Nutzungszeit erforderlich.

Gebäude, deren ausschließlicher Nutzungszweck die Datenverarbeitung ist, sind darin nicht erfasst und müssen im Rahmen eines Bedarfs-Verbrauchs-Abgleichs gesondert gemessen oder berechnet werden.

Tabelle 33 – Einzelkennwerte des Anwendungsstrombedarfs für Server (Profil 21) [11]

Anlagengröße Server	Typische Bestandteile der Serveranlage	Energiekennwerte für Anwendungsstrombedarf [kWh/(m²a)]
Serveranlage (+) (Kennwert gering)	Serverschrank modular oder in Einzelbauweise (PC); 1-2 Servereinheiten, 3-4 Switches, ggf. einzelne weitere Komponenten (z. B. WLAN-Controller, Schnittstellen)	180
Serveranlage (++) (Kennwert mittel)	1-2 Serverschränke modular, insgesamt 2-3 Servereinheiten; 3-6 Switches, ggf. weitere Komponenten (z. B. WLAN-Controller)	390
Serveranlage (+++) (Kennwert hoch)	2-3 Serverschränke modular, insgesamt 3-5 Servereinheiten; 5-10 Switches, mehrere weitere Komponenten (z. B. WLAN-Controller, Schnittstellen, Sicherheitseinrichtungen)	1.100

Spezielle Kennwerte für Produktion und Industrie

Der Anwendungsstrombedarf sollte bei einem Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich möglichst ein Messwert sein. Die Bandbreite möglicher Stromverbräuche ist sehr hoch. Beispielhafte Kennwerte zeigt Tabelle 34. Angegeben ist jeweils ein Teilkennwert für die Nutzungszeit sowie ein Teilkennwert für die Nichtnutzungszeit. Die eigentliche Kennwertbildung erfolgt analog dem Beispiel zur Tabelle 32.

Tabelle 34 – Einzelkennwerte des Anwendungsstrombedarfs für Produktion und Industrie (Profil 22) [11]

Spezifizierung	Exemplarische Nutzung	Energiekennwerte für Anwendungsstrombedarf [kWh/(m²a·1000 h)]	
		Nutzung	Nichtnutzung
leichte Tätigkeit (22.3)	Werkstatt – Handarbeiten	1,5	0,08
	Montage – Feinmechanik (manuell)	7,7	0,42
	Werkstatt – Feinmechanik (elektrisch)	13	7,0
	Verpackung (manuell)	2,6	0,06
	Verpackung (halbautomatisch)	8,9	2,5
	Verpackungsstraße (automatisiert)	40	2,3
mittelschwere Tätigkeit (22.2)	Kfz-Annahme	1,3	0
	Kfz-Werkstatt	3,3	0,22
	Leistungsprüfstände	13	0,58
	Werkstatt – Werkzeugmaschinen	12	0,14
	Produktionsstraße (elektrisch, pneumatisch)	50	0,69
	Produktionsstraße (elektrisch, pneumatisch, hydraulisch)	98	0,37
schwere Tätigkeit (22.1)	Produktionsstraße (elektrisch, pneumatisch, thermisch)	123	0,71
	Produktionsstraße (elektrisch, pneumatisch) mit Kunststoff-Spritzguss	193	0,04
	Werkstatt – Tischlerei	2,2	0,02
	Tischlerei – Maschinenraum	11	0,12
	Werkstatt – Metallbearbeitung	2,0	0,08
	Werkstatt – Schlosserei	6,3	0,34
	Gärtnerei	8,6	0,32
	Wäscherei	30	0,03
	Kfz-Waschstraße	159	0,19
	Materialtrocknung	13	0,26
Metallumformung (leicht)	97	0,32	
Metallumformung (schwer)	118	0,96	
Metall schmelzen	231	0,60	

Spezielle Kennwerte für Labore

Tabelle 35 liefert zusätzliche Einzelkennwerte für Labore. Angegeben sind jeweils für verschiedene Geräte der Energiebedarf im Standbybetrieb (stellvertretend für selten genutzte Geräte) sowie der Energiebedarf im Normalbetrieb. Die Angaben sind normiert auf einen Laborbetrieb im Umfang von 250 Nutzungstagen/Jahr sowie 8 Stunden/Tag.

Die Anwendung der Kennwerte erfolgt wie nachfolgend beschrieben: alle Geräte im Normalbetrieb werden festgestellt und ihr Energiebedarf summiert. Alle Geräte im Standbybetrieb werden erfasst und ihr Energiebedarf summiert. Die sich ergebende Gesamtenergiemenge [kWh/a] wird, falls erforderlich, auf die Nettogrundfläche des Labors bezogen, so dass sich ein Kennwert ergibt [kWh/(m²a)].

Tabelle 35 – Einzelkennwerte des Anwendungsstrombedarfs für Labore (Profil 36) [11]

Gerätetyp	Standbybetrieb [kWh/a]	Normalbetrieb [kWh/a]	Gerätetyp	Standbybetrieb [kWh/a]	Normalbetrieb [kWh/a]
3D-Profilometer	0	9	Ozongenerator	0	160
Abzug	237	237	PC	5	53
Analysegerät	22	26	PC+Monitor (All-in-One)	5	67
Analysewaage	6	6	Probenanalysegerät	131	163
Arbeitsleuchte	0	71	Produktionsbeleuchtung	0	20
Blutwärmegerät	0	11	Produktionsmaschine	342	1.612
Destillationsanlage	88	2.111	Prüfstand	48	107
Destilliergerät	0	75	Pumpe	96	101
Drucker	124	135	Radio	0	8
Drucklufttrockner	0	15	Rohröfen	0	700
Einschraubheizkörper	0	60	Rollenschüttler	0	12
EKG	0	20	Rotationsverdampfer	0	70
Etikettendrucker	12	15	Schmelzpunktbestimmer	0	1
Gasanalysegerät	0	304	Schüttelgerät	0	20
Gefrierschrank	1.186	1.186	Schüttelmischer	0	135
Geschirrspüler	0	1.188	Sicherheits-Werkbank	613	647
Handsiegelgerät	0	500	Siebmaschine	0	90
Heftmaschine	0	2	Siegelgerät	0	10
Hygienespülmaschine	0	1.188	Simulationsanlage	0	420
Katalysatoreinheit	0	1.200	Spektralphotometer	0	12
Klimaschrank	0	156	Spektrometer	0	50
Kochfeld	0	28	Spezialdrucker	0	280
Kompressor	0	69	Staubsauger	0	8
Kühlschrank	267	267	Steuerung	31	31
Küvettenthermostat	0	45	Telefon	12	12
Laborabzug	0	7	Tiefgefrierschrank	2.740	2.740
Laborautoklav klein	0	90	Tischlampe	0	21
Laborautoklav groß	0	280	Tischroboter	0	8
Laborspülmaschine	0	1.213	Trockenschrank	0	453
Ladegerät	193	193	Ultraschallbad	0	14
Lautsprecher	9	9	UV-Lampe	0	40
Magnetrührgerät	0	9	UV-Gerät	0	16
Medizingefrierschrank	485	485	Vakuuiergerät	0	3
Medizinkühlschrank	412	412	Vakuumtrockenschrank	0	73
Messwertdrucker	26	26	Vibrationseinrichtung	0	300
Mikroskop	0	4	Vibrationssieb klein	0	1
Mikroskoplicht	0	10	Wärmeschrank	941	941
Monitor	3	42	Wasseraufbereitung	0	300
Motor	0	141	Wasserbad	0	25
Muffelöfen	0	68	Werkbank ohne Abzug	0	11
Notebook	3	20	Zentrifuge	0	121
Ofen	0	158	Zytostatika-Werkbank	0	175

Spezielle Kennwerte für zentrale Dienste

Zu den zentralen Diensten gehören Servertechnik, zugehörige Netzwerkkomponenten (u. a. Server, Switches) und Router für WLAN. Je nach Ausstattung des Gebäudes sind zusätzliche Anlagen für Funktelefone (DECT) oder zur Videoüberwachung installiert. Tabelle 36 zeigt typische Werte, bezogen auf die Nettogrundfläche.

Darüber hinaus kann sich der spezifische jährliche Strombedarf für zentrale Dienste in Anteile der Zentrale und Anteile innerhalb des Gebäudes aufgliedern. Diese Differenzierung ist insbesondere für die lokale Zuordnung der Abwärme relevant. Typische Vorschlagswerte im Falle fehlender Messwerte sind in der Tabelle ergänzt.

Tabelle 36 – Energiekennwerte des Anwendungsstrombedarfs für zentrale Dienste [11]

Gebäudenutzung	spezifischer jährlicher Strombedarf für Zentrale Dienste			Beschreibung der Ausstattung Zentral- und Gebäudeinstallation
	Summe [kWh/(m²a)]	zentral	dezent-ral	
Bürogebäude, Standard	2,8	97 %	3 %	Standardausstattung für übliche Verwaltungsaufgaben; zentral: Serveranlage (++) , Telefonanlage; Gebäude: ggf. Zugangssysteme
Bürogebäude, erhöhter Standard	4,3	97 %	3 %	zentral: Serveranlage (++) , Telefonanlage; Gebäude: flächendeckend WLAN-Router

Tabelle 36 – Energiekennwerte des Anwendungsstrombedarfs für zentrale Dienste [11] (fortgeführt)

Gebäudenutzung	spezifischer jährlicher Strombedarf für Zentrale Dienste			Beschreibung der Ausstattung Zentral- und Gebäudeinstallation
	Summe [kWh/(m²a)]	zentral	dezent- ral	
Bürogebäude, übergeordnete Netzwerk-aufgaben	15	92 %	8 %	Servertechnik für Verwaltung und übergeordnete zentrale Aufgaben (z. B. Datenzentrale einer Liegenschaft, Messdatenzentrale), zentral: Serveranlage (+++), Telefonanlage; Gebäude: flächendeckend WLAN-Router, ggf. Zugangssysteme
Einzelhandel, gering	0	0 %	0 %	Gebäude: keine Netzwerktechnik
Einzelhandel, mittel	1,2	0 %	100 %	Gebäude: punktuell WLAN-Router an Kassen und Beratungsplätzen, ggf. flächendeckendes DECT, ggf. zentral: Serveranlage (+) (dann 91 % zentral, 9 % im Gebäude)
Einzelhandel, hoch	4,0	34 %	66 %	zentral: Serveranlage (+); Gebäude: flächendeckend WLAN-Router, DECT und Videoüberwachung
Arztpraxis	0,41	0 %	100 %	Gebäude: punktuell WLAN-Router
Krankenhaus(Station)	1,2	0 %	100 %	Gebäude: flächendeckend WLAN-Router und DECT, Patientenrufsystem mit Komponenten (u. a. Flur: Informationsdisplay, Elektronikmodule; Patientenzimmer: Ruf- und Abstelltaster)
Gewerbe & Produktion, gering	0,02	0 %	100 %	Gebäude: keine oder punktuelle WLAN-Router
Gewerbe & Produktion, mittel	0,41	21 %	79 %	zentral: Serveranlage (+); Gebäude: flächendeckend WLAN-Router, ggf. DECT
Gewerbe & Produktion, hoch	2,8	54 %	46 %	zentral: Serveranlage (++); Gebäude: flächendeckend WLAN-Router, ggf. DECT, Geräte zur Überwachung von Produktionsprozessen (z. B. Sensoren, Sendeeinheiten), punktuelle Videoüberwachung
Gastronomie, gering	0,01	0 %	100 %	Gebäude: keine oder punktuelle WLAN-Router
Gastronomie, hoch	0,88	0 %	100 %	Gebäude: flächendeckend WLAN-Router, ggf. DECT
Hotel, gering	0,41	0 %	100 %	Gebäude: punktuell WLAN-Router
Hotel, mittel	1,9	24 %	76 %	zentral: Serveranlage (+), TV-Empfangsanlage, Telefonanlage; Gebäude: flächendeckend WLAN-Router (Ø 0,25 Router je Hotelzimmer)
Hotel, hoch	4,3	55 %	45 %	zentral: Serveranlage (+++), TV-Empfangsanlage, Telefonanlage; Gebäude: flächendeckend WLAN-Router (Ø 1 Router je Hotelzimmer)
Logistikhalle, gering	0	0 %	0 %	Gebäude: keine Netzwerktechnik
Logistikhalle, mittel	0,12	0 %	100 %	Gebäude: punktuell WLAN-Router, ggf. DECT
Parkhaus, Tiefgarage	0,79	19 %	81 %	zentral: (Aufsicht/Technikraum): PC mit Monitor, Telefonanlage, Videoaufzeichnung, Zentralgerät Schrankenanlage; Parkfläche: Kassenautomat, Zutrittskontrollsysteme mit Komponenten (u. a. Ticketscanner, Lichtschranken, Induktionsschleifen), Videoüberwachung
Schule, gering	0,44	0 %	100 %	Gebäude: punktuell WLAN-Router, einzelne Switches
Schule, mittel	0,57	67 %	33 %	zentral: Serveranlage (+), Telefonanlage; Gebäude: punktuell WLAN-Router
Schule, hoch	1,7	73 %	27 %	zentral: Serveranlage (++), Telefonanlage; Gebäude: flächendeckend WLAN-Router
Fitnessstudio, gering	0,21	0 %	100 %	Gebäude: punktuell WLAN-Router, Zugangs- und Zeiterfassungssysteme für Kunden
Fitnessstudio, mittel	0,52	0 %	100 %	Gebäude: flächendeckend WLAN-Router, Zugangs- und Zeiterfassungssysteme für Kunden
Turnhallen, gering	0,01	0 %	100 %	Gebäude: Systeme zur Zugangskontrolle
Turnhallen, mittel	0,41	0 %	100 %	Gebäude: punktuelle WLAN-Router, System zur Zugangskontrolle
Archiv	0,54	86 %	14 %	zentral: Serveranlage (+), Telefonanlage; Gebäude: punktuelle WLAN-Router, punktuelle Videoüberwachung
Bibliothek	2,5	84 %	16 %	zentral: Serveranlage (++), Telefonanlage; Gebäude: flächendeckend WLAN-Router
Messehalle, gering	0,77	63 %	37 %	zentral: Serveranlage (+); Gebäude: flächendeckend WLAN-Router
Messehalle, mittel	1,2	79 %	21 %	zentral: Serveranlage (+), Telefonanlage; Gebäude: flächendeckend WLAN-Router
Messehalle, hoch	1,5	84 %	16 %	zentral: Serveranlage (+), Tontechnikanlage, Videoaufzeichnung; Gebäude: flächendeckend WLAN-Router
Museum, gering	0,03	0 %	100 %	Gebäude: punktuell WLAN-Router
Museum, mittel	0,35	57 %	43 %	zentral: Serveranlage (+), Videoaufzeichnung; Gebäude: punktuell WLAN-Router, punktuelle Videoüberwachung
Museum, hoch	1,2	38 %	62 %	zentral: Serveranlage (+), Videoaufzeichnung; Gebäude: punktuell WLAN-Router, flächen-deckende Videoüberwachung
Stadthalle, gering	0,19	96 %	4 %	zentral: Serveranlage (+); Gebäude: punktuell WLAN-Router
Stadthalle, mittel	1,1	69 %	31 %	zentral: Serveranlage (+); Gebäude: flächendeckend WLAN-Router

Die Datenlage für typische Energieverbrauchskennwerte von Aufzugsanlagen ist wenig ergiebig. Es wird eine Messung empfohlen, sofern ein Aufzug mit nennenswerter Nutzung in dem Gebäude betrieben wird, für welches ein Bedarfs-/Verbrauchs-Abgleich erfolgen soll. Maßgeblich ist die schwer zu standardisierende Anzahl der Fahrten, aber auch die baulichen Gegebenheiten, z. B. die Gebäudehöhe. Einen groben Ansatz liefert nachfolgende Aufzählung:

- geringe Nutzungsintensität: 1,0 kWh/(m²a)
- mittlere Nutzungsintensität: 2,0 kWh/(m²a)
- hohe Nutzungsintensität: 5,0 kWh/(m²a)

Erläuterungen der Intensitäten

Tabelle 37 erläutert die Intensitäten für die Elektrogeräteausstattung von Gebäuden. Die Angaben sind als exemplarisch zu verstehen, um das Untersuchungsgebäude einer der 3 Stufen zuzuordnen.

Tabelle 37 – Erläuterungen zu den Intensitäten der Geräteausstattung [11]

Nutzung	Hinweise zur Intensität „gering“	Hinweise zur Intensität „mittel“	Hinweise zur Intensität „hoch“ und Sonderfälle
1	1 PC (allgemein oder Client) und 1 Monitor (alternativ: 1 Notebook oder 1 All-in-One-Gerät), 1 Telefon, max. 1 Tischlampe, max. 1 Wasserkocher, bis zu 3 zusätzliche Kleingeräte (z. B. Aktenvernichter, CD-Player)	1 PC (allgemein oder Client) und 1-2 Monitore (alternativ: 1 Notebook oder 1 All-in-One-Gerät und je 1 Monitor), 1 Telefon, 1 Tischlampe, 1 Wasserkocher und/oder 1 Kaffeemaschine, 1 Arbeitsplatzdrucker, bis zu 3 zusätzliche Kleingeräte (z. B. Aktenvernichter, CD-Player)	1 PC (allgemein oder Client) und 2 Monitore (alternativ: 1 Notebook oder 1 All-in-One-Gerät und je 1 Monitor), ggf. zusätzlich 1 Notebook (in Parallelnutzung), 1 Telefon, 1 Tischlampe, 1 Wasserkocher und/oder 1 Kaffeemaschine, 1 Arbeitsplatzdrucker, 3 oder mehr Kleingeräte, weitere größere Geräte (z. B. Kühlschrank)
2	je Arbeitsplatz: 1 PC (allgemein oder Client) und 1 Monitor (alternativ: 1 Notebook oder 1 All-in-One-Gerät), 1 Telefon, max. 1 Tischlampe je Gruppenbüro: 1 Wasserkocher oder 1 Kaffeemaschine, bis zu 3 zusätzliche Kleingeräte (z. B. Aktenvernichter, CD-Player)	je Arbeitsplatz: 1 PC (allgemein oder Client) und 1-2 Monitore, (alternativ: 1 Notebook oder 1 All-in-One-Gerät und je 1 Monitor), 1 Telefon, 1 Tischlampe je Gruppenbüro: in Summe maximal 2 Wasserkocher und/oder Kaffeemaschinen, 1 Arbeitsplatzdrucker, bis zu 3 zusätzliche Kleingeräte, ggf. 1 Fax oder 1 Scanner	je Arbeitsplatz: 1 PC (allgemein oder Client) und ≥2 Monitore (alternativ: 1 Notebook oder 1 All-in-One-Gerät und je 1 Monitor) , ggf. zusätzlich 1 Notebook (in Parallelnutzung), 1 Telefon, 1 Tischlampe je Gruppenbüro: in Summe 2 oder mehr Wasserkocher und/oder Kaffeemaschinen, 1 Arbeitsplatzdrucker, 3 oder mehr Kleingeräte, ggf. 1 Fax oder 1 Scanner, weitere größere Geräte (z. B. Kühlschrank)
3	je Arbeitsplatz: 1 Notebook oder PC, 1 Monitor, 1 Headset, 1 Telefon, 1 Tischlampe (LED), je Raum: 1-2 Drucker, 1 Radio, ggf. 1-2 RFID-Terminals	je Arbeitsplatz: 1 Notebook oder PC, 1-2 Monitore, 1 Headset, 1 Telefon, 1 Tischlampe (LED), je Raum: 1-2 Drucker, 1 Fernseher bis ca. 55 Zoll Diagonale mit Receiver, 1 Radio	je Arbeitsplatz: 1 Notebook oder PC, 2 Monitore, 1 Headset, 1 Telefon, 1 Tischlampe (LED oder Halogen), je Raum: 1-2 Drucker, 1 Fax, 1 Fernseher bis ca. 55 Zoll Diagonale mit Receiver, ggf. 1 Kassenplatz (1 Registrierkasse, 1 EC-Terminal, 1 Belegdrucker, 1 Tischlampe und 1 Banknotenprüfgerät), ggf. integrierter Sozialbereich (1 Kühlschrank, 1 Kaffeemaschine, 1 Wasserkocher, 1 Mikrowelle, 1 Geschirrspüler)
4	keine vorhandene Geräteausstattung oder 1 Telefon, ggf. 1 Kaffeemaschine oder 1 Fernseher	1 Telefon, 1 Beamer, 1 Projektor oder 1 Fernseher, max. 1 Kaffeemaschine, 1 Notebook (nur während einer Sitzung vorhanden), ggf. 1 Paar Lautsprecher (separat oder integriert)	1 Telefon, 1 Beamer oder 1 Fernseher, weitere Peripheriegeräte (BD-, DVD-, VCR-Player), 1 Videokonferenzsystem (Tischgerät + Kamera), 1 Paar Lautsprecher (separat oder integriert), 1 Notebook (nur während einer Sitzung vorhanden), ggf. weitere Geräte
5		je Schalter/Arbeitsplatz: 1 PC, 1 Monitor, 1 Drucker, 1 Dokumentenscanner, 1 Handscanner, 1 Telefon, 1 Tischlampe, 1 Terminal (z. B. zur Prüfung von Ausweisdokumenten), 1 Signatur-Tablet; je Schalterhalle: 1-2 Fernseher bis ca. 40" Diagonale (Wartebereich) 1-2 größere Verbraucher in Bereitschaft (z. B. Kassenautomat, Passfoto-Terminal)	

Tabelle 37 – Erläuterungen zu den Intensitäten der Geräteausstattung [11] (fortgeführt)

Zone	Hinweise zur Intensität „gering“	Hinweise zur Intensität „mittel“	Hinweise zur Intensität „hoch“ und Sonderfälle
6	Verkaufsflächen mit 1 Kassensystem (1 PC und 1 Monitor oder 1 Registrierkasse, 1 EC-Terminal, 1 Belegdrucker) und ggf. 1 Kompakt-Stereoanlage	wie gering, zusätzlich über die Verkaufsfläche verteilte, einzelne Werbe- oder SB-Geräte (z. B. beleuchtete Aufsteller, Fernsehgeräte, Waagen, Sofortbild-Stationen, Brotschneidemaschinen), punktuelle LED-Dekorationsbeleuchtung und ggf. 1-2 weitere Kassensysteme und zusätzlich bei großen Verkaufsflächen mit Kundenberatung: 1 Kundenberaterplatz (1 PC, 1-2 Monitore, 1 Tischlampe, 1 Drucker) je ca. 200-500 m ² oder wie gering, zusätzlich mit kurzzeitig genutzten Arbeitshilfen (z. B. Schlüsseldienst) und punktueller LED-Dekorationsbeleuchtung	Verkaufsbereiche mit umfangreicher Dekorationsbeleuchtung auf Basis von Leuchtstofflampen und/oder intensiverer Geräteausstattung oder Kassenzonen mit 2 oder mehr Kassentischen (je Kassentisch: 1 Touch-Monitor Mitarbeiter, 1 Kontrollmonitor Kunde, 1 Kassen-PC, 1 Kassenband mit Trommelmotor, 1 Infrarot-Scan-/Wiegeeinheit, 1 Handscanner, 1 Banknotenprüfgerät, 1 EC-Terminal, 1 Geldkassette, 1 Belegdrucker, 1 Betriebsleuchte) oder Backstationen (1-2 Backautomaten, 1 Abzugshaube, 1 Brotschneidemaschine, ggf. 1 interne Gefriertruhe für Backrohlinge, Dekorationsbeleuchtung in Selbstbedienungsfächern) oder Mallflächen mit Lotto- und Aktionsbereichen (3-4 Leuchtreklametafeln, 1-2 SB-Automaten, 1-2 Touch-Monitore, 1 Belegdrucker, 1 Registrierkasse) oder Lampen- und Leuchtenabteilungen
7	gewerbliche Kühlzellen im Temperaturbereich +0-2°C (z. B. für Fleisch, Fisch, Molkereiprodukte) Anlieferungsbereiche mit 1 Deckenluftkühler und 1-2 Umluftkühlschränken Verkaufsbereiche mit einzelnen Kühlregalen (zentralgekühlt oder steckerfertig) und einer maximalen Gesamtgerätelänge von je ca. 1,88 m je 100 m ² Fläche	gewerbliche Tiefkühlzellen im Temperaturbereich -20 bis -18°C (Gefriergut) Thekenbereiche, zentralgekühlt oder steckerfertig, für Fleisch, Fisch und Käse (jeweils bestehend aus Kühlthekenmöbeln, 2-3 Waagen, 1-2 Aufschnittmaschinen, ggf. Handsiegelgeräte, Fisch: 1 Scherben-eiserzeuger)	Kühlregale, Kühlschränke oder Kühltruhen (Plusbereich) bzw. Gefrierschränke oder Gefriertruhen (TK-Bereich), zentralgekühlt oder steckerfertig, in Standardlängen 1,88 m/2,50 m/3,75 m durchgehend linear oder jeweils rückseitig als Insel angeordnet
8	keine vorhandene Geräteausstattung oder 1 CD-Player oder Radio	1 Projektor (OHP), ggf. 1 CD-Player und/oder 1 Beamer oder 1 interaktives Tafelsystem, 1 Paar Aktiv-Lautsprecher, 1 PC Client und 1 Monitor (alternativ 1 Notebook), ggf. weitere Kleingeräte (z. B. USB-Tafelstift)	1 Projektor und/oder 1 oder mehr Beamer, mehr als 2 regelmäßig genutzte PC-Arbeitsplätze (PC u. Monitor, Notebooks), ggf. 1 Arbeitsplatzdrucker, ggf. 1 Fernseher, ggf. weitere Geräte
9	keine Geräteausstattung	1 Funkmikrofon-Anlage mit Verstärker, 1 E-Piano	1 Funkmikrofon-Anlage mit Verstärker, 1 E-Piano, 1 Beamer sowie weitere regelmäßig genutzte Tontechnik
10	je Patient: 1 Patientenbett (elektrisch verstellbar), 1 Leselampe mit LED oder LSR-Leuchtmittel, 1 Telefon, je Zimmer: 1 Fernseher bis 32" Diagonale	wie gering, zusätzlich je Patient: 1 Nachtlicht mit Leuchtstofflampe	wie mittel, jedoch Fernseher mit größerer Bilddiagonale oder temporär genutzte Arbeitshilfen mit geringem Energiebedarf (z. B. Infusions-/Spritzenpumpen)
11	keine Arbeitshilfen vorhanden oder je Bett: 1 Leseleuchte mit LED-Leuchtmittel, je Zimmer: 1 Fernseher bis ca. 32" Diagonale, 1 Telefon, 1 Tischlampe mit LED-Leuchtmittel	je Bett: 1 Leseleuchte mit LED-Leuchtmittel, je Zimmer: 1 Fernseher bis ca. 42" Diagonale, 1 Telefon, 1 Tisch- oder Stehlampe mit LED oder Kompaktleuchtstofflampe	je Bett: 1 Leseleuchte mit LED oder Kompaktleuchtstofflampe, je Zimmer: 1 Fernseher mit 42" Diagonale oder größer, 1 Minibar-Kühlschrank, 1 Telefon, 1-2 Tisch- oder Stehlampen mit LED oder Kompaktleuchtstofflampe, ggf. 1 Wasserkocher
12	keine vorhandene Geräteausstattung	1 Beamer mit Aktiv-Lautsprechern, unregelmäßig genutzt 1 Teekocher (bis 10 Liter)	wie mittel, zusätzlich: 1 oder mehrere Kassensysteme (Registrierkasse mit RFID-Terminal, Waage, Belegdrucker, EC-Terminal) und 1-2 Kühl- und Gefriergeräte (z. B. Gefriertruhe im Kassenbereich, Getränkekühlschrank, mobile Salatbar) ggf. weitere Verbraucher

Tabelle 37 – Erläuterungen zu den Intensitäten der Geräteausstattung [11] (fortgeführt)

Zone	Hinweise zur Intensität „gering“	Hinweise zur Intensität „mittel“	Hinweise zur Intensität „hoch“ und Sonderfälle
13	keine Arbeitshilfen vorhanden oder punktuelle Dekorationsbeleuchtung auf LED-Basis	max. 1 Kassensystem (Registrierkasse, Belegdrucker, EC-Terminal), 1 Stereoanlage, 1 Fernseher (bis ca. 65“ Diagonale) mit 1 DVD-Player und/oder 1 Receiver , ggf. punktuelle Dekorationsbeleuchtung auf LED-Basis	wie mittel, jedoch zusätzlich mit integrier-tem Bar/Tresenbereich (1 Biertheke mit Zapfanlage und 1-2 Kühltischen, 1 Gefrier-schrank/Gefrierbox, 1 Korbspülmaschine) oder wie mittel, jedoch mit höherer Gerätedichte oder zusätzlichen größeren Energieverbrau-chern (z. B. LSR-Dekorationsbeleuchtung, Aquarien)
14	Essensausgabebereiche (flächenabhän-gig): je 20 m² Fläche: 1 Bain Marie bis 4x1/1GN mit Beleuchtung und Wärme-strahlern sowie 1 Kühlbecken (Standard 2x1/1GN, bei Salat auch bis 4x1/1GN), je 40 m² Fläche: 1 Tellerspender, Je 60 m² Fläche: 1 Fernseher (40 Zoll Dia-gonale), 1 Kasse (PC, Monitor, Waage, RFID-Kartenleser), 1 Schlauchbeutel-Getränkspender, allgemein: maximal 1 Kühlregal (Getränke) und 1 Gefriertruhe (Speiseeis) oder Spülküchen mit einer Hauben- oder Korbspülmaschine, inklusive Dosierein-richtung	Kochküchen: 1-3 Kombidämpfer (max. bis ca. 11 kW), 2-5 Kühl- und Gefriergeräte (Schränke, Truhen), 1 Kippbratpfanne, 1 Grillplatte, 1 Fritteuse, 1-2 Abzüge, 1 Sala-mander, 1 Mikrowelle, 1 Saladette, 1 Bain Marie 3x1/1GN, 1 UV-Insektenfalle, zusätz-lich ggf. diverse Kleingeräte mit kurzzeitiger Nutzung wie z. B. 1 Küchenmaschine, 1 Pü-rierstab, 1 Dosenöffner, 1 Fleischwolf, 1 Aufschnittmaschine, 1 Vacuumiergerät, 1-2 Kaffeemaschinen, 1-2 Wasserkocher, 1 Toaster, 1 Eierkocher oder Spülküchen mit einer oder mehreren Bandspülmaschinen, inklusive Steuerung, Förderband und Dosiereinrichtungen	Kochküchen: 3-6 Kombidämpfer (max. bis ca. 32 kW), 2-8 Kochkessel/Kochbecken, 1-3 Kippbratpfannen, 1-2 Fritteusen, 1 Elektro-herd, 1 Mikrowelle, 1-2 Wärmeschränke für Rollwagen, 1 Mikrowelle, 1-2 UV-Insektenfal-len, 2-5 Kühl- und Gefriergeräte (Schränke, Truhen, Schockfroster, Durchfahrkühl-schränke), zusätzlich ggf. diverse Kleingeräte mit kurzzeitiger Nutzung wie z. B. 1 Dosenöff-ner, 1 Hubknetmaschine, 1 Vacuumiergerät, 1 Waage, 1-2 Kaffeemaschinen, 1-2 Wasser-kocher oder Pizzaküchen: 1 Pizzabackofen (bis ca. 10 kW), 2-5 Kühl- und Gefriergeräte (Schränke, Truhen), 1 Mikrowelle, 1-2 Induktionskoch-felder, 1 Saladette
15	ggf. 1 Mikrowelle, ggf. 1 RFID-Terminal und 1 Kühl- oder Gefrierschrank (bis ca. 110 Liter Volumen) oder 1-2 Speisenwarmhaltewagen (je 2-3 Mulden)	in Summe 1-2 Kühl- oder Gefrierschränke (110 bis 300 Liter Volumen), 1-2 Speisen-warmhaltewagen, 1 Geschirrspüler, ggf. 1 Elektroherd, ggf. 1-2 Tellerwarmhalter, ggf. 1 RFID-Terminal, ggf. 1 Kaffeemaschine, ggf. 1 Radio	in Summe ≥ 2 Kühl- oder Gefrierschränke (>300 Liter Volumen), ≥ 2 Tiefgefrier-schränke (>300 Liter Volumen), 1 Gewerbe-Geschirrspüler (max. Leistung ca. 6-10 kW), ggf. 1-2 Tellerwarmhalter, ggf. weitere Ge-räte
16	keine vorhandene Geräteausstattung	keine vorhandene Geräteausstattung (bis auf Ausnahmen)	(hoch 1) WC-Räume mit 1 Gebläse-Hand-trockner je 20 m² Raumfläche (hoch 2) WC-Räume in Hotelzimmern mit 1 Haartrockner, ggf. weitere mitgebrachte Nutzergeräte (z. B. elektrischer Rasierer, Zahnbürsten) (hoch 3) WC-Räume mit mehr als 1 Gebläse-Handtrockner je 20 m² Raumfläche und/oder weiteren Nutzergeräten
17	keine vorhandene Geräteausstattung	Teeküchen: 1 Wasserkocher und/oder 1 Kaffeemaschine, 1 Kühlschrank oder Kühl-Gefrier-Kombination, 1 Geschirrspüler, 1 Radio oder CD-Player, 1 Mikrowelle Vorbereitungsräume: 1 Telefon, 1 CD-Player, 1 Wasserkocher oder 1 Kaffeema-schine, 1-2 PC mit Monitor (alternativ 1-2 Notebooks), 1-2 Tischlampen, 1 Arbeits-platzdrucker (unregelmäßige Nutzung) oder Aufenthalts- und Warteräume: 1 Fernse-her, 1 Wasserkocher oder 1 Kaffeema-schine, 1 Wasserspender	Teeküchen: wie mittel, zusätzlich 1 Netz-werkdrucker und/oder 1 oder mehrere Au-tomaten (z. B. gekühlte Snackautomaten, Kaffeeautomaten), ggf. weitere Verbraucher
18	keine vorhandene Geräteausstattung	1 Netzwerkdrucker, ggf. 1 Telefon oder 1 Mikrowelle, 1 Kaffeemaschine, 1 Wasser-kocher, 1 Kühlschrank, ggf. 1 Toaster	1 Netzwerkdrucker und ggf. weitere Drucker und/oder in Summe ≥ 2 Wasserkocher oder Kaffeema-schinen, 1 Mikrowelle, 1 Kühlschrank, 1 Ge-schirrspülmaschine, ggf. weitere Geräte

Tabelle 37 – Erläuterungen zu den Intensitäten der Geräteausstattung [11] (fortgeführt)

Zone	Hinweise zur Intensität „gering“	Hinweise zur Intensität „mittel“	Hinweise zur Intensität „hoch“ und Sonderfälle
19	keine vorhandene Geräteausstattung	keine vorhandene Geräteausstattung	keine vorhandene Geräteausstattung (bis auf Ausnahmen) (hoch 1) 1 Netzwerkdrucker oder 1 Fernseher bis ca. 40“ oder 1 PC mit Monitor (alternativ: 1 All-in-One-PC oder 1 Notebook) ggf. 1 Wasserspender ohne Festanschluss (hoch 2) 1 Netzwerkdrucker und 1 Fernseher bis ca. 40“ und 1 PC mit Monitor (alternativ: 1 All-in-One-PC oder 1 Notebook) ggf. 1 Wasserspender ohne Festanschluss ggf. 1 Heißgetränkeautomat (hoch 3) wie hoch 2, zusätzlich: 1 oder mehrere Automaten mit Kühlung (z. B. für Snacks, Getränke, Wasserspender mit Festanschluss), ggf. weitere Geräte
20	keine vorhandene Geräteausstattung	keine vorhandene Geräteausstattung	keine vorhandene Geräteausstattung (bis auf Ausnahmen) (hoch 1) Lagerräume mit einzelnen, unregelmäßig genutzten Bürogeräten (Arbeitsplatzdrucker, PC, Monitor, Handscanner) zur Lagerhaltung/Disposition (hoch 12) Lagerräume, die regelmäßig zum Laden akkubetriebener Kleingeräte verwendet werden (z. B. Staubsauger, Patientenmonitore, Spritzenpumpen) (hoch 3) Lagerräume mit Kühlgeräten (z. B. Gefriertruhen, Kühlschränke) oder Lagerräume mit regelmäßig genutzten, gewerblichen Waschgeräten (z. B. Waschmaschinen, Wäschetrockner) oder sonstigen Großgeräten
24	ca. 1 Kühlgerät je 30 m² Raumfläche (z. B. gewerbliche Thekenkühlschränke, Getränkekühlschränke, Gefrierboxen) mit unregelmäßiger Nutzung, maßgeblich an Veranstaltungstagen (ggf. mit Vorkühlung), gegebenenfalls einzelne Dekorationsbeleuchtung auf LED-Basis mit Nutzung an Veranstaltungstagen, gegebenenfalls 1 Kassensystem (PC, Monitor) mit 1 EC-Terminal und 1 Belegdrucker mit Nutzung an Veranstaltungstagen	ca. 1 Kühlgerät je 30 m² Raumfläche (z. B. gewerbliche Thekenkühlschränke, Getränkekühlschränke, Gefrierboxen) mit dauerhaftem Betrieb, Dekorationsbeleuchtung (bei Thekenbereichen) auf LED-Basis mit Nutzung an Veranstaltungstagen, 1 Kassensystem (PC, Monitor) mit 1 EC-Terminal und 1 Belegdrucker mit Nutzung an Veranstaltungstagen	2 oder mehr Kühlgeräte je 30 m² Raumfläche (z. B. gewerbliche Thekenkühlschränke, Getränkekühlschränke, Gefrierboxen) mit dauerhaftem Betrieb, Dekorationsbeleuchtung (bei Thekenbereichen) mit Nutzung an Veranstaltungstagen, 1-2 Kassensysteme (PC, Monitor) jeweils mit 1 EC-Terminal und 1 Belegdrucker mit Nutzung an Veranstaltungstagen, gegebenenfalls weitere regelmäßig genutzte Arbeitshilfen (z. B. Fernseher)
27	keine Arbeitshilfen (z. B. Dekorationsbeleuchtung) vorhanden	Vitrinen und Exponate mit Dekorationsbeleuchtung auf LED-Basis, maximal 1 Fernseher oder Touch-Monitor (bis ca. 32“ Diagonale) je ca. 50 m² Raumfläche oder elektromotorisch und/oder druckluftbetriebene Demo-Exponate mit begrenzter Laufzeit, mit oder ohne Beleuchtung (z. B. einmalige Auslösung durch Taster)	(hoch 1) Vitrinen und Exponate mit Dekorationsbeleuchtung auf LED-Basis und ein oder zwei stärkeren Einzelverbrauchern als Bestandteil der Ausstellung (z. B. Beamer, Aggregate in Exponaten, Fernseher oder Touch-Monitore über 40“ Diagonale) oder Vitrinen und Exponate mit Dekorationsbeleuchtung auf Basis von Leuchtstoffröhren (T5) ohne oder mit geringem LED-Ersatz (hoch 2) Vitrinen und Exponate mit Dekorationsbeleuchtung auf Basis von Leuchtstoffröhren (T8, T9) oder Vitrinen und Exponate mit Dekorationsbeleuchtung auf Basis von Leuchtstoffröhren (T5, T8, T9) in Kombination mit ein oder mehreren stärkeren Einzelverbrauchern als Bestandteil der Ausstellung (z. B. Beamer, Fernseher und Touch-Monitore über 40“ Diagonale , Meerwasseraquarien)

Tabelle 37 – Erläuterungen zu den Intensitäten der Geräteausstattung [11] (fortgeführt)

Zone	Hinweise zur Intensität „gering“	Hinweise zur Intensität „mittel“	Hinweise zur Intensität „hoch“ und Sonderfälle
28	keine Arbeitshilfen vorhanden oder LED-Tischlampen (ca. 1 Lampe pro 7 m ² Raumfläche)	LED-Tischlampen und 1 regelmäßig genutzter PC-Arbeitsplatz (1 PC, 1 Monitor oder 1 All-in-One-Gerät) je 40 m ² Raumfläche oder Arbeits- und Leseräume mit 1 regelmäßig genutzten interaktivem Tafelsystem oder 1 Beamer	Lesekabinen/Carrels mit 1 Tischlampe und einem PC-Arbeitsplatz (1 PC und 1 Monitor oder 1 All-in-One-Gerät) oder Lesekabinen/Carrels mit 1 Tischlampe und Stromversorgung von 1 mitgebrachtem mobilen Nutzergerät (Notebooks, Tablets) oder Arbeits- und Leseräume mit 1 oder mehr regelmäßig genutzten PC-Arbeitsplätzen (1 PC und 1 Monitor oder 1 All-in-One-Gerät) und 1 interaktivem Tafelsystem oder Beamer
29	Freihandbereiche ohne Nutzerarbeitsplätze oder Regalbereiche mit integrierten Nutzerarbeitsplätzen mit LED-Tischlampe und/oder PC-Arbeitsplatz (jeweils 1 PC und 1 Monitor oder 1 All-in-One-Gerät, ca. 1 PC-Arbeitsplatz je 80 m ²), bei Einzelflächen >500 m ² mit integrierten Schaltern zur Nutzerinformation (jeweils 1-2 PC, 2-3 Monitore, 1-2 Tischlampen, 1 Drucker), ggf. Stromversorgung mitgebrachter mobiler Nutzergeräte (Notebooks, Tablets)	Regalbereiche mit integrierten Nutzerarbeitsplätzen mit LED-Tischlampe und/oder PC-Arbeitsplatz (jeweils 1 PC und 1 Monitor oder 1 All-in-One-Gerät, ca. 1 PC-Arbeitsplatz je 60 m ²) und integrierten Schaltern zur Nutzerinformation (jeweils 1-2 PC, 2-3 Monitore, 1-2 Tischlampen, 1 Drucker), Stromversorgung mitgebrachter mobiler Nutzergeräte (Notebooks, Tablets)	Regalbereiche mit integrierten Nutzerarbeitsplätzen mit Tischlampe und/oder PC-Arbeitsplatz (1 PC, 1 Monitor oder 1 All-in-One-Gerät, ca. 1 PC-Arbeitsplatz je 40 m ²) und Informationsbereichen (1 PC, 2 Monitore, 1 Tischlampe, 1 Drucker), Stromversorgung mitgebrachter mobiler Nutzergeräte (Notebooks, Tablets) oder Ausleihe- und Infobereiche (Selbstbuchungsterminals, Ausleiheschalter mit 2-4 Arbeitsplätzen (je 1 PC, 1 Monitor, 1 Tischlampe, ggf. Fernseher) oder Bereiche mit Aufsicht- oder Buchscannern im Bereitschaftsbetrieb
30	keine Arbeitshilfen vorhanden	keine Arbeitshilfen vorhanden	keine Arbeitshilfen vorhanden (bis auf Ausnahmen) (hoch 1) unregelmäßig genutzte Einzelarbeitsplätze mit Tischlampe und/oder Geräteausstattung (1 PC, 1 Monitor, 1 Drucker, 1 Telefon)
31	keine Arbeitshilfen vorhanden	zur Turnhalle zugehörige Unterhaltungselektronik im Regieraum: 1-2 Verstärker, 1 CD-Player, ggf. 1 Mischpult	wie mittel, jedoch: zusätzliche Verstärker, ggf. 1 Mikrofonanlage mit Sprechstelle ggf. weitere elektrische Arbeitshilfen mit Bezug zur Hallenfläche (z. B. Anzeigetafeln)
34	Trockensauna mit Saunaofen (elektrisch beheizt, unregelmäßige Nutzung mit durchschnittlich ca. 2 bis 3h Heizdauer pro Woche) mit Dekorationsbeleuchtung, Ruhebereich mit oder ohne Dekorationsbeleuchtung (LED) oder Bereiche für Solarien/Sonnenbänke	Trockensauna mit Saunaofen (elektrisch beheizt, tägliche Nutzung mit durchschnittlich ca. 2 bis 3h Heizdauer pro Tag) mit Dekorationsbeleuchtung, Ruhebereich mit oder ohne Dekorationsbeleuchtung (LED)	Trockensauna mit Saunaofen (elektrisch beheizt) oder Dampfsauna (elektrischer Dampferzeuger) mit Dekorationsbeleuchtung, intensive tägliche Nutzung mit durchschnittlich ca. 5 bis 6h Heizdauer pro Tag, Ruhebereich mit Dekorationsbeleuchtung, Tresenbereich (diverse Kühlgeräte) und Unterhaltungselektronik (Fernseher, Receiver oder DVD-Player)
35a	Trainingsbereiche ohne oder mit rein mechanisch betriebenen Sport- und Fitnessgeräten und ohne elektrisch betriebene Arbeitshilfen Typische Beispiele: Hantelräume, Squash Courts	Trainingsbereiche ohne oder mit rein mechanisch betriebenen Sport- und Fitnessgeräten, jedoch mit Unterhaltungselektronik: 1 Stereoanlage oder 1 Verstärker mit 1 CD-Player oder 1 Fernseher, ggf. Einrichtungen für Lichteffekte (Dekorationsbeleuchtung, Intervalleuchten) Typische Beispiele: Kursräume in Fitnessstudios, Boxhallen	Fitnessstudio: Einzelbereiche mit einem elektrisch betriebenen Sport- und Fitnessgerät mit regelmäßiger Nutzung (z. B. Laufband, Ergometer, Treppensteiger, Zirkelgerät) sowie 1 Fernseher mit Receiver oder DVD-Player oder 1 Stereoanlage oder Einzelanlagen für Kegel- und Bowlingsport mit computergesteuertem Betrieb, inkl. Bahncomputer, Anzeigeeffekte und Elektromotoren für Kugeltransport und Pin-Aufstellung (hoch 1) Fitnessstudio: Trainingsbereiche mit umfangreicher Ausstattung elektrisch betriebener Sport- und Fitnessgeräte mit regelmäßiger Nutzung (in der Regel mehrere Laufbänder, Ergometer und/oder elektrische Zirkelgeräte), sowie Unterhaltungselektronik: 1 Verstärker mit CD-Player oder Radio, ein oder mehrere Fernseher mit zugehörigem Receiver oder DVD-Player

Tabelle 37 – Erläuterungen zu den Intensitäten der Geräteausstattung [11] (fortgeführt)

Zone	Hinweise zur Intensität „gering“	Hinweise zur Intensität „mittel“	Hinweise zur Intensität „hoch“ und Sonderfälle
35b	kein Tresen- und Empfangsbereich typisch: Fitnessräume außerhalb von Fitnessstudios (z. B. in Hotels)	Tresen- und Empfangsbereich, bestehend aus: 1 Kassensystem (PC, Monitor), 1 RFID-Terminal, 1 Belegdrucker, 1 Selbstbedienungs-Getränkestation (Kühlaggregat, Touch-Monitor, PC) oder 1 Getränkekühlschrank, 1 Kaffeemaschine, je 500 m ² Gesamttrainingsfläche: max. 1 weiteres Kühlgerät (z. B. Glastürkühlschrank, Snackautomat) typisch: Tresen-/Empfangsbereiche in Fitnessstudios	wie mittel, jedoch höhere Dichte an Automaten mit Kühlung (Getränke, Snacks) als beschrieben bzw. weitere Verbraucher mit erheblichem Energiebedarf oder wie mittel, jedoch Gesamttrainingsfläche deutlich kleiner als 500 m ²
36	Summe der Einzelbedarfe aller regelmäßig genutzten Geräte kleiner als ca. 420 kWh/a bei einer Bezugsgröße von 20 m ² Raumfläche und einer Vollbenutzung an 8h je Nutzungstag	Summe der Einzelbedarfe aller regelmäßig genutzten Geräte ca. 420 ... 1300 kWh/a bei einer Bezugsgröße von 20 m ² Raumfläche und einer Vollbenutzung an 8h je Nutzungstag	Summe der Einzelbedarfe aller regelmäßig genutzten Geräte größer ca. 1300 kWh/a bei einer Bezugsgröße von 20 m ² Raumfläche und einer Vollbenutzung an 8h je Nutzungstag
37	1 PC-Arbeitsplatz (Monitor, PC, Drucker, Telefon), 1 Untersuchungsleuchte (bis ca. 150W)	1 PC-Arbeitsplatz (Monitor, PC, Drucker, Telefon), 1 Untersuchungsleuchte (bis ca. 150W), 1 größeres Untersuchungsgerät (z. B. Ultraschall, HNO-Behandlungseinheit) oder 1 Kühlschrank, bis 2 weitere spezifische Kleingeräte mit regelmäßiger Nutzung (z. B. Patientenmonitore, Blutwärmegeräte, HNO-Kleingeräte)	Ausstattung wie „mittel“, zusätzliche Geräte (z. B. 1 medizinischer Kühlschrank) oder Behandlungsräume für kleine chirurgische Eingriffe (z. B. Notfallmedizin): 1 Untersuchungsleuchte (bis ca. 200W), 1 Patientenmonitor, 1 Narkosegerät, 1-4 Injektions-/Spritzenpumpen, 1 EKG, 1 Defibrillator, ggf. 1 chirurgisches Schnittgerät
38	Räume der IMC-Patientenüberwachung (intermediate care), je Patientenplatz: 1 Patientenbett (elektrisch verstellbar), 1-2 Patientenmonitore ggf. mit Übertragungsmodul, 1-4 Infusions-/Spritzenpumpen, 1 Tischlampe/Bettlicht, je Patientenzimmer: 1 Fernseher (ca. 32" Diagonale)	Räume der ITS-Patientenüberwachung (Intensivstation): je Patientenplatz: 1 Patientenbett (elektrisch verstellbar), 1 pneumatisches Patientenlagerungssystem, 1-2 Patientenmonitore ggf. mit Übertragungsmodul, 2-8 Infusions-/Spritzenpumpen mit Terminal, 1 Tischlampe/Bettlicht, 1 Beatmungsgerät, je nach individuellem Bedarf zusätzlich: 1 Anästhesiegasmonitor, 1 Dialysegerät oder 1 Ernährungspumpe, je Patientenzimmer: 1 Fernseher (ca. 32" Diagonale)	(hoch 1) Räume der Neonatologie mit IMC-Patientenüberwachung, je Patientenplatz: 1 Wärmebett (teilweise beheizt), 1 Patientenmonitor ggf. mit Übertragungsmodul, 1-2 Injektions-/Spritzenpumpen, 1 Wärmegerät für Muttermilch, 1 Tischlampe/Bettlicht, je Patientenzimmer: 1 PC, 1 Monitor, 1 Tischlampe, 1 Wärmelampe (hoch 2) Räume der Neonatologie mit ITS-Patientenüberwachung, je Patientenplatz: 1 Inkubator (dauerhaft beheizt), 1-3 Patientenmonitore ggf. mit Übertragungsmodul, 1-4 Infusions-/Spritzenpumpen mit Terminal, 1 Beatmungsgerät mit Atemgasmonitor, 1 Atemgasbefeuchter, 1 medizinische Absaugpumpe, 1 Wärmegerät für Muttermilch, 1 Tischlampe/Bettlicht, ggf. 1 Einrichtung zur Blaulicht-Therapie, je Patientenzimmer: 1 PC, 1 Monitor, 1 Tischlampe, 1 Wärmelampe
39	keine Arbeitshilfen vorhanden	keine Arbeitshilfen vorhanden	keine Arbeitshilfen vorhanden (bis auf Ausnahmen) Einzelfälle: Nutzergeräte vorhanden (z. B. Waagen, Automaten) ggf. Angaben aus Nutzungsprofil 19 (Verkehrsflächen) verwenden
40	Anmeldung/Wartebereich: ohne Geräteausstattung Arztzimmer: 1 PC-Arbeitsplatz (PC, Monitor, Drucker, Telefon) Behandlungsraum: unregelmäßig genutzte spezifische Medizingeräte Teeküche: 1 Wasserkocher und/oder 1 Kaffeemaschine, 1 Kühlschrank	Anmeldung/Wartebereich: 1 PC-Arbeitsplatz (PC, Monitor, Drucker, Telefon) Arztzimmer: 1 PC-Arbeitsplatz (PC, Monitor, (Nadel-)Drucker, Telefon) Behandlungsraum: regelmäßig genutzte spezifische Medizingeräte Teeküche: 1 Wasserkocher und/oder 1 Kaffeemaschine, 1 Kühlschrank, ggf. 1 Geschirrspüler (Nutzung durchschnittlich 1-mal pro Woche)	Anmeldung/Wartebereich: 1 PC-Arbeitsplatz (PC, Monitor, Drucker, Telefon) Arztzimmer: 1 PC-Arbeitsplatz (PC, Monitor, (Nadel-)Drucker, Telefon) Behandlungsraum: regelmäßig genutzte spezifische Medizingeräte, 1 medizinisch genutzter Kühlschrank je Praxis Teeküche: 1 Wasserkocher und/oder 1 Kaffeemaschine, 1 Kühlschrank, 1 Geschirrspüler (Nutzung durchschnittlich 2-mal pro Woche)
41	keine Arbeitshilfen vorhanden	ein in die Lagerfläche integrierter Büro-Arbeitsplatz (1 PC, 1-2 Monitore, 1 Drucker) oder 1-3 regelmäßig genutzte Hubgeräte (z. B. Elektrostapler)	2 oder mehr integrierte Büro-Arbeitsplätze oder 2 integrierte Büro-Arbeitsplätze sowie insgesamt mehrere regelmäßig genutzte größere Verbraucher (z. B. Hubgeräte, Kühlschränke, Scheuersauger)

6.4.5 Abschnitt: Anhang zu gewerkeübergreifenden Einflüssen

In den Kapiteln 6.1.1 bis 6.1.8 sind die gewerkeweisen Einflüsse der Bilanzparameter beschrieben. Einzelne Eingangsgrößen sind für mehrere Gewerke relevant (Kühlung und Beleuchtung; Endenergie der Heizung und Hilfsenergie). Gewerkeübergreifend können etwa 250 Eingangsdaten identifiziert werden, die in Softwareprogrammen abgefragt werden.

Wird die Energie für ein Projekt als eine summierte Größe angesehen, unabhängig von der Art des Energieträgers (Zusammenfassung von Strom, Brennstoffen und allen anderen Energieträgern), kann eine gewerkeübergreifende Liste erstellt werden, die Parameter von übergreifender Bedeutung zeigt, siehe Tabelle 38.

Es wird darauf verzichtet, Parameter mit mittlerem bis sehr geringem Einfluss darzustellen. Die Zusammenstellung zielt auf eine erste Einschätzung ab, welche Eingangsgrößen mit besonderer Sorgfalt und praxisnah zu erheben sind. Im Sinne des Pareto-Prinzips sind etwa 50 Eingangsgrößen aufgeführt.

Tabelle 38 – Gewerkeübergreifende Bewertung der Relevanz von Eingangsdaten

Ergebniseinfluss	Parameter	Gewerk(e) oder Teilbilanz
sehr hoch	Raum-Solltemperatur Heizung, Warmwasserbedarf (Nutzen)	Nutzungsranddaten
	Hüllflächen, Nettogrundfläche	Aufmaß
	Wärmedurchgangskoeffizienten, Gebäudedichtheit, Wärmebrückenzuschlag, Verbindung der Zone zur Außenluft, Windabschirmungsklasse	Baukörper
	installierte Beleuchtungsleistung (bei Direkteingabe), Raumindex	Beleuchtung
	Vorhandensein einer Wärmerückgewinnung, Typ der Wärmerückgewinnung	RLT und Wohnungslüftung
	Vorhandensein von RLT-Befeuchtung, Art der RLT-Befeuchtung	RLT
	Anteil der KWK an der Wärmeerzeugung, Regelbarkeit von Wärmepumpen, Art der brennstoffbetriebenen Einzelheizung	Heizung und Warmwasserbereitung
hoch	Modulfläche Photovoltaik oder Peakleistung	regenerative Energie
	tägliche Nutzungszeit, jährliche Nutzungstage, Raumsolltemperatur Kühlung, flächenbezogener Mindestaußenvolumenstrom bzw. Luftwechsel, mitbeheizte Fläche	Nutzungsranddaten
	Nettovolumen	Aufmaß
	Art der Verglasung, Art des Rahmens und Randverbunds, mehrere Fassaden dem Wind ausgesetzt	Baukörper
	Betriebswirkungsgrad Leuchte, Verbauungsindex	Beleuchtung
	Wärmebereitstellungsgrad oder Temperaturänderungsgrad (WRG), Anlagenluftwechsel oder Volumenstrom	RLT und Wohnungslüftung
	Ventilatorleistung, Regelung der Befeuchtung	RLT
	Leistungsdaten der Wärmepumpe (COP), Kollektorfläche bei Solarthermie, Vollastwirkungsgrad (und Teillastwirkungsgrade) von Kesseln, Betriebsart Heizung an Nutzungstagen und Wochenenden, Stromkennzahl für KWK, System der Flächenheizung, Art der elektrischen Einzelheizung, Art der Abgasabfuhr bei dezentraler Hallenheizung	Heizung und Warmwasserbereitung
Rotorfläche	regenerative Energie	

6.5 Modifizierte Texte für das Beiblatt 1

Der nachfolgende Abschnitt enthält die textlichen Neufassungen zum Thema Nutzungsranddaten, Geometriedaten sowie zur Dokumentation. Basis ist der Text des gültigen Beiblattes 1 [3]. Sofern Hinweise und Anmerkungen zum Forschungsprozess oder zur späteren Manuskriptüberarbeitung zu machen sind, wird dies explizit gekennzeichnet *{in geschwungenen Klammern und kursiv}*. Ansonsten ist der Text als Vorschlag für das Manuskript des künftigen Beiblattes zu verstehen.

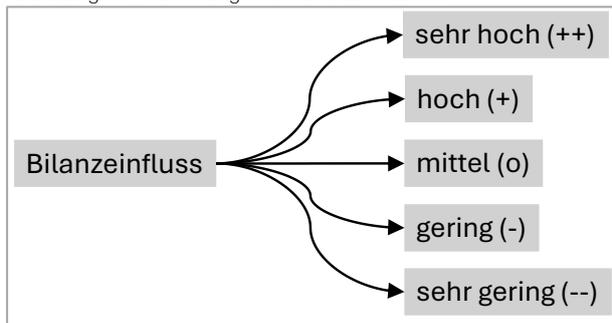
6.5.1 Abschnitt: Beschreibung der Vorgehensweise

{Der Abschnitt benötigt nur in geringem Umfang inhaltliche Modifikationen. Darüber hinaus sind die Kapitelverweise zu überprüfen und an die neue Gliederung anzupassen. Der Text im hinteren Teil des Kapitels ist zu überarbeiten, siehe nachfolgender Vorschlag. Die Kapitelverweise innerhalb des nachfolgenden Textes sind als Platzhalter zu verstehen und müssen bei der Drucklegung der Norm eingefügt werden. Sie beziehen sich nicht auf diesen Forschungsbericht.}

Als Hilfestellung werden in den Kapiteln 4.X bis 4.Y die Größen innerhalb eines jeden Gewerks (bzw. Normteils) benannt, die einen großen Bilanzeinfluss haben {der Bezug zu den betreffenden Kapiteln ist im Beiblatt 1 herzustellen}. Es wird in fünf Abstufungen unterschieden, siehe Abbildung 15.

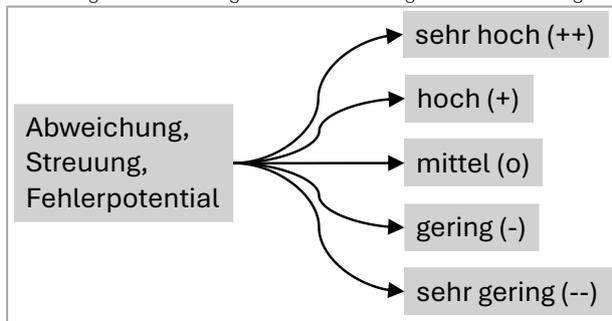
Zusammengefasst erfolgt die Bewertung für jede Teilbilanz beziehungsweise jedes Gewerk so, dass die wichtigsten ca. 20 % aller Eingangsgrößen den Rubriken „hoher Bilanzeinfluss“ sowie „sehr hoher Bilanzeinfluss“ zugeordnet werden, während etwa 40 % der Größen mit dem geringsten Bilanzeinfluss zur Rubrik „sehr gering“ zusammengefasst werden.

Abbildung 15 – Abstufungen des Bilanzeinflusses



Die typische Abweichung der realen Projektwerte vom Standardwert bzw. auch die Abweichung der realen Projektwerte rund um einen (fiktiven) Mittelwert wird angegeben. Unter dem fiktiven Mittelwert ist der häufigste Wert bei einer Aufnahme zu verstehen. Es wird in fünf Abstufungen unterschieden, siehe Abbildung 16. Mit dieser zweiten Bewertung wird das Fehlerpotential ausgedrückt, das bei der Datenerhebung entstehen kann.

Abbildung 16 – Abstufungen der Abweichung bzw. der Streuung und des Fehlerpotenzials



Beide Bewertungen zusammen ergeben die Relevanz einer Größe, siehe Tabelle X in Kapitel 4.2 {Der Bezug zur Tabelle mit dem Titel „Hinweise zur Bearbeitungsreihenfolge“ ist im Beiblatt 1 hier einzufügen}.

Für jede Bilanzgröße wird zudem angegeben, ob es sich um eine quantitative Größe (zum Beispiel eine Zahlenwerteingabe mit unbegrenztem Fehlerpotential) oder um eine qualitative Größe handelt (zum Beispiel die Auswahl eines Wertes aus einer inhaltlich begrenzten Liste). Im letztgenannten Fall wird dokumentiert, ob zwei oder mehrere Auswahlwerte zur Verfügung stehen. Sofern die Norm einen Standardwert vorsieht, wird dies vermerkt.

6.5.2 Abschnitt: Annahme der Nutzungsranddaten

Die Revision der Nutzungsranddaten nach DIN V 18599-10 im Zuge eines Abgleichs von Bedarf und Verbrauch oder der Überprüfung der Bilanz im Allgemeinen ist die grundlegende Aufgabe vor jeder anderen Datenüberprüfung und Anpassung.

Die einzelnen Eigenschaften der Nutzung sind den betreffenden Gewerken zugeordnet, siehe Kapitel 4.X bis 4.Y {*Der Bezug zu den Kapiteln mit den gewerkeweisen Ausführungen ist im Beiblatt 1 hier einzufügen*}, für die sie maßgeblich sind. Größen, die für mehrere Gewerke relevant sind, erscheinen entsprechend mehrfach. Sie können in den Teilbilanzen einen verschieden hohen Einfluss haben.

Nachfolgende allgemeine Hinweise zu den Nutzungsranddaten sind zu bedenken:

- Den größten Einfluss haben die Innentemperaturen (auf den Heizwärme- und Kühlbedarf und damit die Endenergie).
 - Die Norm unterscheidet dabei nicht zwischen Luft- und operativer Temperatur. Sofern auf Messwerte zurückgegriffen wird, obliegt es den Anwenderinnen und Anwendern zu entscheiden, welcher der beiden Werte verwendet wird. Die jeweiligen Softwareprogramme sehen nur eine Temperatur als Eingabe vor.
 - Bei der Verwendung von Innentemperaturen aus Messungen oder Befragungen ist zu berücksichtigen, dass die Norm einen zusammengefassten Innentemperaturkennwert nicht kennt. Bilanziert wird in 3 Schritten. Auf Basis einer Solltemperatur (Nutzungsprofil) wird eine Bilanzinnentemperatur ermittelt, welche auch die Effekte von Absenkephasen oder Teilbeheizung enthält (Heizwärme- und Kühlbedarf). Im letzten Schritt erfolgt eine Korrektur mit einer Temperaturdifferenz für die Güte der Wärme- oder Kälteübergabe (Auf- oder Abschlag). Erst nach diesem dritten Rechenschritt ist der Bilanzwert näherungsweise vergleichbar mit einem Messwert.
- In allen Gewerken sind die Nutzungszeiten und Betriebszeiten der Anlagen ergebnisrelevant.
 - Eine Hilfe zur Bestimmung von Nutzungsstunden zur Tagzeit und Nachtzeit ist im Anhang B zu finden.
 - Das Rechenverfahren ist so angelegt, dass eine asymmetrische Nutzung nur schwer abbildbar ist. Dies wäre beispielsweise eine ungleichmäßige Nutzung im Jahresverlauf, wie z. B. eine sommerliche Hotelnutzung, aber winterlicher Schließbetrieb. Auch eine Abwesenheit der Nutzung während des Tages, jedoch eine Anwesenheit über Nacht (beispielsweise bei Hotelbetrieb) erfordert detaillierte Überlegungen zur korrekten Angabe von Nutzungszeiten (Anwesenheit der Personen), Beleuchtungszeiten (Betrieb der Beleuchtung) sowie den Laufzeiten der technischen Anlagen (Raumlufttechnik vorzugsweise nachts an, Heizung tagsüber in Betrieb, aber nachts abgesenkt).
- Die inneren Wärmequellen (außer Personenabwärme) sollten für die realitätsnahe Energiebilanz projektbezogen abgeschätzt werden. Dieses Vorgehen empfiehlt sich insbesondere bei Energiebilanzen für Produktionsstätten.
 - Dienlich sind beispielsweise die real vorhandenen Stromverbrauchswerte oder Typenschilder und Laufzeiten stromverbrauchender Geräte.
 - Es wird auf die Hilfskennwerte des Anwendungsstrombedarfs in Kapitel X.Y.Z verwiesen {*an dieser Stelle ist der korrekte Kapitelbezug des Beiblattes 1 zum Abschnitt „Hilfskennwerte des Anwendungsstrombedarfs“ zu ergänzen*}.
 - Aus der Anwendung der DIN V 18599, Stand 2018 [2] ist festzustellen, dass die internen Wärmelasten zu gering angenommen werden. Dies führt zu höheren Heizwärmebedarfen als in der Praxis, aber auch zu gering eingeschätzten Kühlbedarfen.

6.5.3 Abschnitt: Geometriedaten

Die grundlegenden geometrischen Eingaben sind nach der erneuten Zonierung zu prüfen.

Die Nettogrundfläche hat einen geringen Bilanzeinfluss, da sie hauptsächlich als Bezugsfläche verwendet wird, d. h. um Kennwerte umzulegen oder zu mitteln. Nur wenige andere Kennwerte hängen von ihr ab, z. B. die Nutzwärmemenge für Trinkwarmwasser. Werden diese genauer eingegeben, entfallen die Abhängigkeiten.

Da generell empfohlen wird, die von der Nettogrundfläche oder anderen Geometriedaten abhängigen Größen genau einzugeben, ist der Bilanz einfluss entsprechend klein.

Es besteht eine große Relevanz für Hüllflächen und Luftvolumen eines Gebäudes, welche zu prüfen sind. Diese und die weiteren geometrischen Daten sind den betreffenden Gewerken zugeordnet, für die sie maßgeblich sind. Größen, die für mehrere Gewerke relevant sind, erscheinen entsprechend mehrfach. Sie können in den Teilbilanzen einen verschiedenen hohen Einfluss haben.

6.5.4 Abschnitt: Anhang zur Dokumentation

{Der Anhang A des Beiblattes 1 kann inhaltlich grundsätzlich erhalten bleiben. Eine redaktionelle Überarbeitung mit Anpassung der Formelzeichen und Indizes ist erforderlich. Der nachfolgend aufgeführte Text ist dem Kapitel voranzustellen.}

Das folgende Protokoll der Änderungen an den Originaldaten, um die Differenz zwischen Bedarf und Verbrauch erklären zu können, ist gegebenenfalls als Anlage zur Originalberechnung denkbar. Sofern eine Dokumentation nach DIN V 18599 Beiblatt 3 erfolgt, wird empfohlen, es in der bestehenden Gliederung hinten anzufügen, sodass ein Kapitel 19 mit dem Titel „Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich“ entsteht.

6.6 Visualisierung

Das Forscherteam empfiehlt, die Erkenntnisse des Beiblattes als direkt verfügbare Eingabehilfe in die Software zu übernehmen. Dabei lassen sich beide Erkenntnisse („Ergebniseinfluss“ und „Streuung“) zu der betreffenden Größe einzeln kommunizieren oder zusammengefasst darstellen („Relevanz“).

Nachfolgende Darstellungen in Abbildung 17 bis Abbildung 20 zeigen exemplarische 5 Lösungen, wie die gewonnenen Erkenntnisse in einer Software umgesetzt werden könnten. Die Grafiken sind auf Basis der beiden verwendeten Softwareprogramme (IBP und ETU) erstellt, was stellvertretend für alle Programme zu verstehen ist. Die Eingabebereiche ähneln sich.

Abbildung 17 zeigt eine getrennte, Abbildung 18 eine kombinierte Darstellung, jeweils in einem Bereich der Software, der **regulär den „Helpertext“ enthält**. Softwareanwenderinnen und -anwender, die sich mit der Fülle der Informationen überfordert sehen, blenden das Kästchen aus.

Abbildung 17 – Visualisierung Option 1

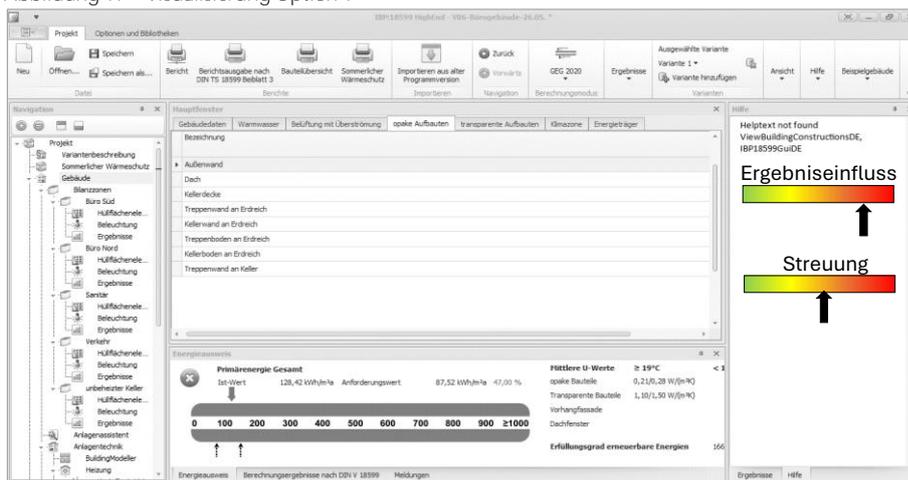


Abbildung 18 – Visualisierung Option 2

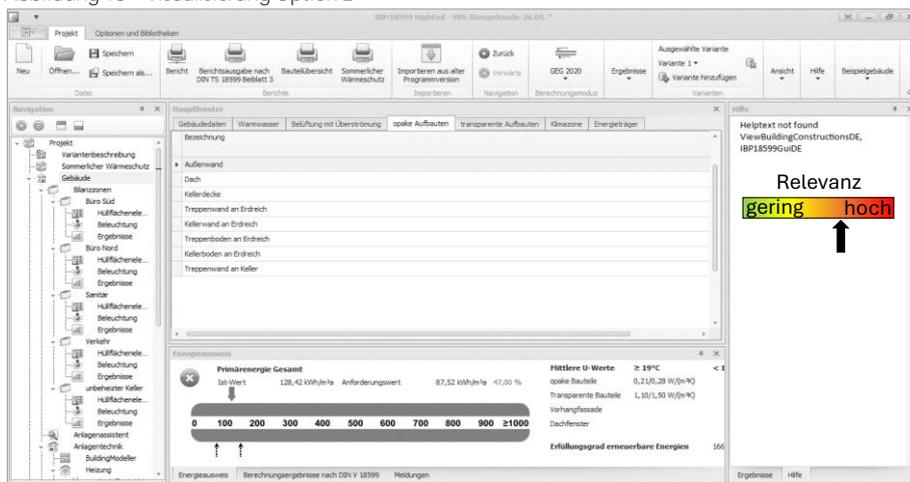


Abbildung 19 und Abbildung 20 zeigen Eingabehilfen, die jeweils erst aktiv werden, wenn die Softwareanwenderinnen und -anwender ein Kästchen anklicken oder mit der Maus darüberfahren. Die „Relevanz-Sprechblase“ bei der Eingabe in Abbildung 19 enthält wiederum beide Informationen: Ergebniseinfluss und Streuung. Alle anderen Varianten stellen zusammengefasst nur eine „Relevanz“ in unterschiedlicher Farbe dar.

Abbildung 19 – Visualisierung Optionen 3 und 4

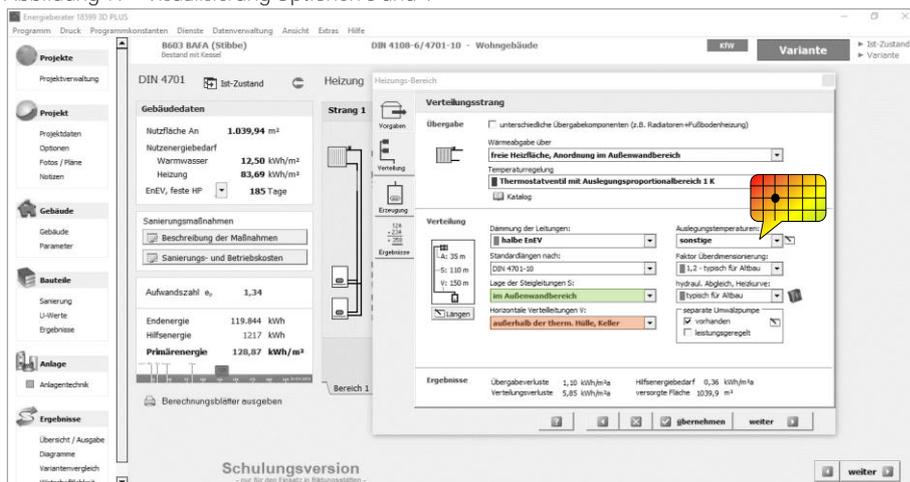
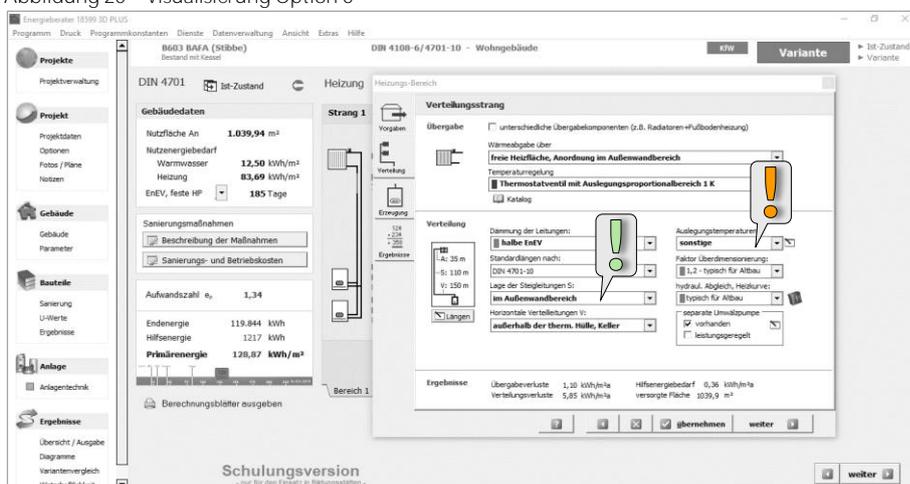


Abbildung 20 – Visualisierung Option 5



7 Schlusswort

7.1 Ergebnistransfer

Die Ergebnisse des vorliegenden Abschlussberichtes werden dem Arbeitskreis der DIN V 18599 (NA 005-12-01 GA beim DIN) zur weiteren Verwendung vorgelegt. Auf den Sitzungen des genannten Normenausschusses am 24.10.2023 sowie am 18.01.2024 wurde über den Stand der Arbeiten jeweils berichtet. Die Autorisierung zur Überarbeitung der DIN V 18599 Beiblatt 1 durch den DIN-Gemeinschaftsausschuss "Energetische Bewertung von Gebäuden" liegt vor. Die Diskussionen der Textvorschläge aus Kapitel 6 können beginnen, sobald der vorliegende Bericht eine Freigabe des Fördermittelgebers erhält.

Zu folgenden Themen ist eine vertiefende fachliche Diskussion im Normausschuss erforderlich, da innerhalb des Forschungsvorhabens keine abschließende Bewertung gefunden werden konnte: Einfluss der Parameter zur Tageslichtnutzung, Anlagenbetriebszeit der Raumlufttechnik. Es ist zu vermuten, dass Unzulänglichkeiten der Software die Ergebnisse verfälschen.

Darüber hinaus ist eine Fachveröffentlichung in Fachzeitschriften, wie z. B. „**Bauphysik**“ oder „**Gebäudeenergieberater**“ (incl. deren Newsletter) geplant, um eine breitere Fachöffentlichkeit auf die Erkenntnisse hinzuweisen.

Das Beiblatt soll idealerweise auch als Basis für eine Umsetzung in Software dienen, siehe Kapitel 6.6. In programmierter Form hilft es den Bearbeitern von GEG- oder BEG-Projekten (Fachplanung, Energieberatung) in Form von Hilfetexten oder anderen Softwarehinweisen (Farbampeln etc.) bei der Projekteingabe. So würden die Erkenntnisse zur Relevanz oder Unsicherheit jeweils direkt bei der Eingabe der Größen in die Software kommuniziert.

Ein direkter Kontakt zur Gütegemeinschaft 18599 e. V., in der viele Softwarehersteller organisiert sind, besteht. Damit stehen die Ergebnisse in kürzester Zeit einem breiten Anwenderkreis zur Verfügung. Eine Ergebnisvorstellung und Diskussion möglicher Weiterverarbeitung ist für Februar 2025 anvisiert.

7.2 Wissenschaftliche und (bau)praktische Anschlussfähigkeit

Es ist davon auszugehen, dass erst nach einer Umsetzung in Software eine Durchdringung in die Praxis stattfindet.

Das Projekt zielte nicht auf eine wissenschaftliche Anschlussfähigkeit ab. Jedoch könnte im ähnlichen Forschungsdesign die Datenbank der Erkenntnisse in zukünftigen Arbeiten noch verbreitert werden. Der Normausschuss ist grundsätzlich offen für geänderte Erkenntnisse.

Es ist darüber hinaus zu vermuten, dass nicht jede Neuausgabe einer Norm eine grundsätzliche Überarbeitung des Beiblattes erforderlich macht. Die Erkenntnisse des vorherigen Beiblattes 1, dem ein entsprechendes Forschungsprojekt vorausging, waren 15 Jahre anwendbar. Erst nach 3 Neuausgaben der Norm hatten sich derartige Änderungen ergeben, dass das hier dokumentierte Forschungsprojekt erforderlich und sinnvoll war. Ein Turnus dieser Art ist für die Zukunft ebenfalls zu erwarten.

7.3 Über den Bericht hinausgehender Output

Die in den Softwareprodukten erkannten Lücken bei der Programmierung (fehlende Umsetzung von Bilanzansätzen der Norm) wurden den Softwareherstellern kommuniziert. Es ist davon auszugehen, dass diese Unzulänglichkeiten bereits vorher bekannt waren, jedoch eine Umsetzung (als Ergänzung der Programmierung) nicht prioritär beim Softwarehersteller geplant war.

Ebenfalls wurden die wenigen Fehler in der Programmierung (unplausible Ergebnisse) innerhalb einer Software jeweils zurückgemeldet. Sie sind nicht Teil des Forschungsprojektes und erscheinen daher nicht im Bericht.

8 Mitwirkende

Autoren

Kati Jagnow, Prof. Dr.-Ing. (Projektleitung, Hochschule Magdeburg-Stendal, Fachbereich WUBS)

Nils Buthod-Garçon, M. Eng. (Projektbearbeitung, Hochschule Magdeburg-Stendal, Fachbereich WUBS)

Weitere Mitarbeiter

Steffen Henning, M. Eng. (Projektbearbeitung, Hochschule Magdeburg-Stendal, Fachbereich WUBS)

Haitam Fouassi, B. Eng. (wissenschaftliche Hilfskraft, Hochschule Magdeburg-Stendal, Fachbereich WUBS)

Fachliche Betreuung

Michael Brüggemann, Dr.-Ing. (Brüggemann Kisseler Ingenieure, Haan) im Auftrag des BBSR

Begleitgruppe

Dipl.-Ing. (FH) Lutz Dorsch M.BP., Salzburg

Prof. Dr.-Ing. Thomas Hartmann, Dresden

Dipl.-Ing. Arch. Roman Jakobiak, Berlin

Prof. Dr.-Ing. Anton Maas, Kassel

Prof. Dr.-Ing. Bert Oschatz, Dresden

Dipl.-Ing. Heiko Schiller, Hamburg

9 Kurzbiographien



Prof. Dr.-Ing. Kati Jagnow

Jg. 1977, Studium der TGA an der Ostfalia Wolfenbüttel (Diplom, Abs. 2001), **Promotion an der TU Dortmund, Thema „Qualitätssicherung von Heizungsanlagen“ (2004)**, 2001-2003 Projektleiterin für das DBU-Projekt „Energieberater TGA“, seit 2004 selbstständige Ingenieurin, seit 2010 Professorin für das Fachgebiet „Energiekonzepte und Anlagenoptimierung“ Hochschule Magdeburg-Stendal



M. Eng. Nils Buthod-Garçon

Jg. 1998, Studium Energie-Ingenieurwesen (Bachelor, Abs. 2021, Hochschule Biberach) und Energieeffizientes Bauen und Sanieren (Master, Abs. 2023, Hochschule Magdeburg-Stendal), 2020–2023 Werkstudent im Bereich TGA, Wissenschaftlicher Mitarbeiter (2023–2024, Hochschule Magdeburg-Stendal, Themenschwerpunkte: Energetische Gebäudebewertung).

10 Verzeichnisse

10.1 Abkürzungen

ALD	Außenluftdurchlass
AP	Arbeitspaket
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BBSR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BEG	Bundesförderung Energieeffiziente Gebäude
BHKW	Blockheizkraftwerk
COP	Coefficient of Performance
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications
DLE	Durchlauferhitzer
EEl	Energy Efficiency Index
EER	Energy Efficiency Ratio
EFH	Einfamilienhaus
EnEV	Energieeinsparverordnung
FBH	Fußbodenheizung
GEG	Gebäudeenergiegesetz
IDA	Indoor Air
IMC	Intermediate Care
iSFP	individueller Sanierungsfahrplan
ITS	Intensivstation
KM	Kältemaschine
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LED	Light Emitting Diode
MFH	Mehrfamilienhaus
NWG	Nichtwohngebäude
PV	Photovoltaik
QNG	Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude
RLT	Raumlufttechnik
SEER	Seasonal Energy Efficiency Ratio
SFP	Specific Fan Power
SPI	Specific Power Input
TABS	Thermoaktives Bauteilsystem
TGA	Technische Gebäudeausstattung oder -rüstung
TWW	Trinkwarmwasser
VRF	Variable Refrigerant Flow
VVG	Verlustarmes Vorschaltgerät
WLAN	Wireless Local Area Network
WRG	Wärmerückgewinnung
WSchV	Wärmeschutzverordnung

10.2 Literaturverzeichnis

- [1] Jagnow, K. und Wolff, D. Energie 2020 Energiekonzepte. Manuskript für Loseblattsammlung des Deutschen Wirtschaftsdienstes bzw. Beuth Verlag. Zuletzt abgerufen am 10.01.2024 unter <https://www.delta-q.de/wp-content/uploads/2021/12/Energiekonzepte-Final.pdf>
- [2] DIN V 18599:2018-12. Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung. Teile 1 – 11. Berlin: Beuth Verlag
- [3] DIN V 18599 Beiblatt 1:2010-01. Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Beiblatt 1: Bedarfs-/Verbrauchsabgleich. Berlin: Beuth Verlag
- [4] Klauß, S. (2010). Entwicklung einer Datenbank mit Modellgebäuden für energiebezogene Untersuchungen, insbesondere der Wirtschaftlichkeit. Abschlussbericht. Kassel: Zentrum für Umweltbewusstes Bauen e.V. an der Universität Kassel. gefördert von BMU Aktenzeichen: IK III 2 – 46043-3/175 und DIBt: Geschäftszeichen P 52-5- 19.90-2042/19. Zuletzt abgerufen am 10.10.2024 unter https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/zb/Auftragsforschung/5EnergieKlima-Bauen/2010/DatenbankModellgebäude/DL_Endbericht.pdf
- [5] Dorsch, L. und Jagnow, K. (2020). Einheitliche Dokumentation der Gesamt- und Zwischenergebnisse der Energiebilanz nach DIN V 18599. Endbericht. Neuss, Braunschweig. Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ des BBSR, Förderkennzeichen SF – 10.08.17.7-09.27. Zuletzt abgerufen am 10.10.2024 unter <https://www.irbnet.de/daten/rswb/20069017693.pdf>
- [6] Oschatz, B. et al. (2010). Erarbeitung eines Leitfadens zum Abgleich Energiebedarf – Energieverbrauch. Abschlussbericht. Dresden: ITG Dresden, IWU Darmstadt, FH Braunschweig/ Wolfenbüttel, Schiller Engineering, W. Reiners, Fraunhofer IBP, Ages, IBUS Berlin. Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ des BBSR, Förderkennzeichen Z 6 - 10.08.18.7 - 07.13/ II 2 - F20-07-1. Zuletzt abgerufen am 10.10.2024 unter <https://www.irbnet.de/daten/rswb/09119005490.pdf>
- [7] Kornadt, O. et al. (2021). Analyse der Diskrepanz zwischen berechnetem Energiebedarf nach EnEV und tatsächlichem Energieverbrauch. Abschlussbericht. Kaiserslautern: Technische Universität Kaiserslautern, bow Ingenieure GmbH, ITG Energieinstitut GmbH. Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ des BBSR, Förderkennzeichen SWD-10.08.18.7-17.68. Zuletzt abgerufen am 10.10.2024 unter https://www.zukunftbau.de/fileadmin/user_upload/01_Forschungsf%C3%B6rderung/Abschlussberichte/17.68_Forschungsbericht_21059004867.pdf
- [8] Loga, T. et al (2021). Realbilanzierung für den Verbrauch-Bedarf-Vergleich. MOBASY-Teilbericht. Darmstadt: Institut Wohnen und Umwelt GmbH. Verbundprojekt Solares Bauen des BMWi, Förderkennzeichen FKZ 03SBE0004A. Zuletzt abgerufen am 10.10.2024 unter https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/energie/mobasy/2021_IWU_LogaEtAl_MOBASY-Realbilanzierung-Verbrauch-Bedarf-Vergleich.pdf
- [9] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.) (2018). Weiterentwicklung der Methoden für die Leerstandskorrektur beim Energieverbrauch. BBSR-Online-Publikation 07/2018. Bonn. Zuletzt abgerufen am 10.10.2024 unter <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2018/bbsr-online-07-2018-dl.pdf>
- [10] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.) (2019). Berücksichtigung des Nutzerverhaltens bei energetischen Verbesserungen. BBSR-Online-Publikation 04/2019. Bonn. Zuletzt abgerufen am 10.10.2024 unter <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2019/bbsr-online-04-2019-dl.pdf>

- [11] Henning, S. (2024). Erarbeitung zonenbezogener Leistungs- und Teilenergiekennwerte für den nutzerbedingten Strombedarf sowie für weitere elektrische Verbraucher in Nichtwohngebäuden als Grundlage einer Gesamtstrombilanzierung. Dissertationsschrift. Kassel, Magdeburg. Zuletzt abgerufen am 10.10.2024 unter <https://kobra.uni-kassel.de/handle/123456789/16041#>
- [12] Erhorn, H. et al (2023). Weitere Verbesserung der Anwendbarkeit der DIN V 18599 im Gebäudeenergiegesetz. Forschungsbericht Zukunft Bau. AZ: 10.08.17.7-21.54 (ID 300). Unveröffentlicht.

10.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Beispielhafte Abweichungen zwischen Bedarf und Verbrauch [1]	11
Abbildung 2 – Projektbearbeitung im Forschungsprojekt vs. in der späteren praktischen Anwendung	16
Abbildung 3 – Schematische Verästelung bei der Projektbeschreibung	16
Abbildung 4 – Beispielhafte Darstellung der Bewertungsmatrix	19
Abbildung 5 – Untersuchungsgebäude	24
Abbildung 6 – Erstellte Softwareprojekte	33
Abbildung 7 – Einzelauswertung der Softwareprojekte mit Tabellenkalkulation	34
Abbildung 8 – Überblick Auswertung mit der Tabellenkalkulation	34
Abbildung 9 – Auswertungstabelle mit Eingabebereich der Untersuchungsgrößen und Festlegung der Untersuchungsbandbreite	35
Abbildung 10 – Auswertungstabelle mit Eingabebereich der gewerkeweisen Endenergien	36
Abbildung 11 – Auswertungstabelle mit Ausgabebereich zur Feststellung der relativen Änderung der Endenergie	36
Abbildung 12 – Auswertungstabelle mit Ausgabebereich zur Feststellung der Softwareunterschiede	37
Abbildung 13 – Auswertungstabelle mit Ausgabebereich der Varianz	38
Abbildung 14 – Überarbeitungsbedarf des vorhandenen Beiblattes	65
Abbildung 15 – Abstufungen des Bilanzeinflusses	82
Abbildung 16 – Abstufungen der Abweichung bzw. der Streuung und des Fehlerpotenzials	82
Abbildung 17 – Visualisierung Option 1	84
Abbildung 18 – Visualisierung Option 2	85
Abbildung 19 – Visualisierung Optionen 3 und 4	85
Abbildung 20 – Visualisierung Option 5	85
Abbildung 21 – Produktionsgebäude: 3D-Modell mit Zonierung	93
Abbildung 22 – Produktionsgebäude: Grundrisse mit Zonierung	94
Abbildung 23 – Bürogebäude: 3D-Modell mit Zonierung	95
Abbildung 24 – Bürogebäude: Grundrisse mit Zonierung	96
Abbildung 25 – Mehrfamilienhaus: 3D-Modell mit Zonierung	97
Abbildung 26 – Mehrfamilienhaus: Grundrisse mit Zonierung	98
Abbildung 27 – Einfamilienhaus: 3D-Modell mit Zonierung	99
Abbildung 28 – Einfamilienhaus: Grundrisse mit Zonierung	99
Abbildung 29 – Verkaufsstätte: 3D-Modell mit Zonierung	100
Abbildung 30 – Verkaufsstätte: Grundrisse mit Zonierung	101
Abbildung 31 – Schulgebäude: 3D-Modell mit Zonierung	103
Abbildung 32 – Schulgebäude: Grundrisse mit Zonierung	104
Abbildung 33 – Hotelgebäude: 3D-Modell mit Zonierung	106
Abbildung 34 – Hotelgebäude: Grundrisse mit Zonierung	108

10.4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Arbeitspakete	20
Tabelle 2 – Expertenkreis, Aufgabenverteilung und Beratungsumfang	23
Tabelle 3 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die Gebäudegeometrie	24
Tabelle 4 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die Eigenschaften des Baukörpers	25

Tabelle 5 – Testparameter für die Eigenschaften der Anlagentechnik	26
Tabelle 6 – Parametervariation hinsichtlich der Lage von TGA-Komponenten.....	27
Tabelle 7 – Beispielhafte Parametervariation der Nutzungsranddaten für das Profil „Einzelbüro“	28
Tabelle 8 – Zusammenstellung parallel untersuchter Verfahren.....	29
Tabelle 9 – Schwerpunkte der Parametervariation in den einzelnen Projekten.....	30
Tabelle 10 – Parameterbewertung für die Endenergie der Beleuchtung	40
Tabelle 11 – Parameterbewertung für Nutzenergiebedarf Heizen (Heizwärmebedarf)	42
Tabelle 12 – Parameterbewertung für Nutzenergiebedarf Kühlen (Kühlbedarf)	44
Tabelle 13 – Parameterbewertung für die Nutzwärme der Raumluftechnik.....	46
Tabelle 14 – Parameterbewertung für die Nutzkälte der Raumluftechnik.....	46
Tabelle 15 – Parameterbewertung für die Nutzwärme und Nutzkälte der Wohnungslüftung	47
Tabelle 16 – Parameterbewertung für die Endenergie der Beheizung.....	48
Tabelle 17 – Parameterbewertung für die Endenergie der Kühlung im Nichtwohnbau	51
Tabelle 18 – Parameterbewertung für die Endenergie der Kühlung im Wohnbau	52
Tabelle 19 – Parameterbewertung für die Endenergie der Trinkwassererwärmung	53
Tabelle 20 – Parameterbewertung für die Transportenergie der Raumluftechnik	56
Tabelle 21 – Parameterbewertung für die Transportenergie der Wohnungslüftung.....	56
Tabelle 22 – Parameterbewertung für die Hilfsenergien aller Anlagen (ohne Transportenergie für Luft)	57
Tabelle 23 – Parameterbewertung für die regenerative Stromproduktion	60
Tabelle 24 – Typische Endenergiebedarfskennwerte für die Heizung.....	61
Tabelle 25 – Typische Endenergiebedarfskennwerte für die Trinkwassererwärmung.....	61
Tabelle 26 – Typische Endenergiebedarfskennwerte für die Kühlung	62
Tabelle 27 – Typische Endenergiebedarfskennwerte für die Beleuchtung	62
Tabelle 28 – Typische Endenergiebedarfskennwerte für den Lufttransport.....	62
Tabelle 29 – Typische Endenergiebedarfskennwerte für die sonstigen Hilfsenergien.....	63
Tabelle 30 – Detaillierte Annahmen der Trinkwarmwasserbedarfsbewertung [12].....	67
Tabelle 31 – Jahreskennwerte für den Nutzstrombedarf der Arbeitshilfen für standardisierte Nutzungszeiten [11]	69
Tabelle 32 – Jahreskennwerte für den Nutzstrombedarf aus Arbeitshilfen für beliebige Nutzungszeiten [11]	70
Tabelle 33 – Einzelkennwerte des Anwendungsstrombedarfs für Server (Profil 21) [11].....	72
Tabelle 34 – Einzelkennwerte des Anwendungsstrombedarfs für Produktion und Industrie (Profil 22) [11].....	72
Tabelle 35 – Einzelkennwerte des Anwendungsstrombedarfs für Labore (Profil 36) [11].....	73
Tabelle 36 – Energiekennwerte des Anwendungsstrombedarfs für zentrale Dienste [11].....	73
Tabelle 37 – Erläuterungen zu den Intensitäten der Geräteausstattung [11].....	75
Tabelle 38 – Gewerkeübergreifende Bewertung der Relevanz von Eingangsdaten.....	81
Tabelle 39 – Produktionsgebäude: Nutzung und Konditionierung	94
Tabelle 40 – Produktionsgebäude: thermische Hülle	94
Tabelle 41 – Produktionsgebäude: weitere geometrische Daten und Eigenschaften	94
Tabelle 42 – Bürogebäude: Nutzung und Konditionierung.....	96
Tabelle 43 – Bürogebäude: thermische Hülle.....	96
Tabelle 44 – Bürogebäude: weitere geometrische Daten und Eigenschaften	97
Tabelle 45 – Mehrfamilienhaus: Nutzung und Konditionierung.....	98
Tabelle 46 – Mehrfamilienhaus: thermische Hülle	98
Tabelle 47 – Mehrfamilienhaus: weitere geometrische Daten und Eigenschaften	98
Tabelle 48 – Einfamilienhaus: Nutzung und Konditionierung	100
Tabelle 49 – Einfamilienhaus: thermische Hülle	100
Tabelle 50 – Einfamilienhaus: weitere geometrische Daten und Eigenschaften.....	100
Tabelle 51 – Verkaufsstätte: Nutzung und Konditionierung	102
Tabelle 52 – Verkaufsstätte: thermische Hülle.....	102
Tabelle 53 – Verkaufsstätte: weitere geometrische Daten und Eigenschaften	102
Tabelle 54 – Schulgebäude: Nutzung und Konditionierung	105
Tabelle 55 – Schulgebäude: thermische Hülle	105

Tabelle 56 – Schulgebäude: weitere geometrische Daten und Eigenschaften.....	105
Tabelle 57 – Hotelgebäude: Nutzung und Konditionierung.....	109
Tabelle 58 – Hotelgebäude: thermische Hülle.....	109
Tabelle 59 – Hotelgebäude: weitere geometrische Daten und Eigenschaften.....	109
Tabelle 60 – Nutzungsranddaten der Profile 1, 2 und 4.....	110
Tabelle 61 – Nutzungsranddaten der Profile 7, 8 und 11.....	111
Tabelle 62 – Nutzungsranddaten der Profile 12, 13 und 14.....	111
Tabelle 63 – Nutzungsranddaten der Profile 15, 16 und 17.....	112
Tabelle 64 – Nutzungsranddaten der Profile 18, 19 und 20.....	113
Tabelle 65 – Nutzungsranddaten der Profile 22., EFH und MFH.....	114
Tabelle 66 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die Beleuchtung.....	115
Tabelle 67 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die Heizung.....	115
Tabelle 68 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die Trinkwassererwärmung.....	118
Tabelle 69 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die Kälteversorgung in Nichtwohnbauten.....	119
Tabelle 70 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die Raumluftechnik.....	120
Tabelle 71 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die Wohnungslüftung und -kühlung.....	120
Tabelle 72 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die regenerative Stromproduktion.....	122
Tabelle 73 – Quantitative Testergebnisse für die Nutz- und Endenergie der Beleuchtung.....	122
Tabelle 74 – Quantitative Testergebnisse für die Nutzenergie der Heizung (Heizwärmebedarf).....	123
Tabelle 75 – Quantitative Testergebnisse für die Nutzwärme der Raumluftechnik.....	123
Tabelle 76 – Quantitative Testergebnisse für die Nutzwärme der Wohnungslüftung.....	124
Tabelle 77 – Quantitative Testergebnisse für die Endenergie der Heizung.....	124
Tabelle 78 – Quantitative Testergebnisse für die Nutzenergie der Kühlung (Kühlbedarf).....	126
Tabelle 79 – Quantitative Testergebnisse für die Nutzkälte der Raumluftechnik.....	126
Tabelle 80 – Quantitative Testergebnisse für die Nutzkälte der Wohnungslüftung.....	127
Tabelle 81 – Quantitative Testergebnisse für die Endenergie der Kühlung von Nichtwohnbauten.....	127
Tabelle 82 – Quantitative Testergebnisse für die Endenergie der Kühlung von Wohnbauten.....	128
Tabelle 83 – Quantitative Testergebnisse für die Nutz- und Endenergie der Trinkwassererwärmung.....	128
Tabelle 84 – Quantitative Testergebnisse für die Transportenergie der Raumluftechnik.....	129
Tabelle 85 – Quantitative Testergebnisse für die Transportenergie der Wohnungslüftung.....	130
Tabelle 86 – Quantitative Testergebnisse für die sonstigen Hilfsenergien ohne Transportenergie.....	130
Tabelle 87 – Quantitative Testergebnisse für die Stromproduktion.....	132

10.5 Softwareverzeichnis

Für die Projektbearbeitung wurden nachfolgende Softwareprogramme verwendet:

- Heilmann, „IBP:18599“ (Stand der Programmierung Dezember 2023 bis Juli 2024, permanente Updates)
- ETU/Hottgenroth „Energieberater 18599“ (Stand der Programmierung August 2023, keine Updates)

Die programmierte Norm ist in beiden Fällen die DIN V 18599, Ausgabe 2018 [2].

11 Anlagen

11.1 Datenverfügbarkeit

Die Auswertungsdateien können beim Autorenteam als passwortgeschützte Tabellenkalkulation angefordert werden.

11.2 Detaillierte Beschreibung der Gebäudemodelle

11.2.1 Produktion

Die Produktionshalle mit angeschlossenem zweigeschossigem Büro- und Sanitärtrakt weist insgesamt eine Nettogrundfläche von 1145 m² auf. Die genutzten Flächen entfallen auf die niedrig beheizte Produktionshalle sowie auf Einzelbüros, Sanitärräume und Nebenflächen. Das Gebäude ist nicht unterkellert.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Ansichten sowie Grundrisse mit Zonierung.

Abbildung 21 – Produktionsgebäude: 3D-Modell mit Zonierung

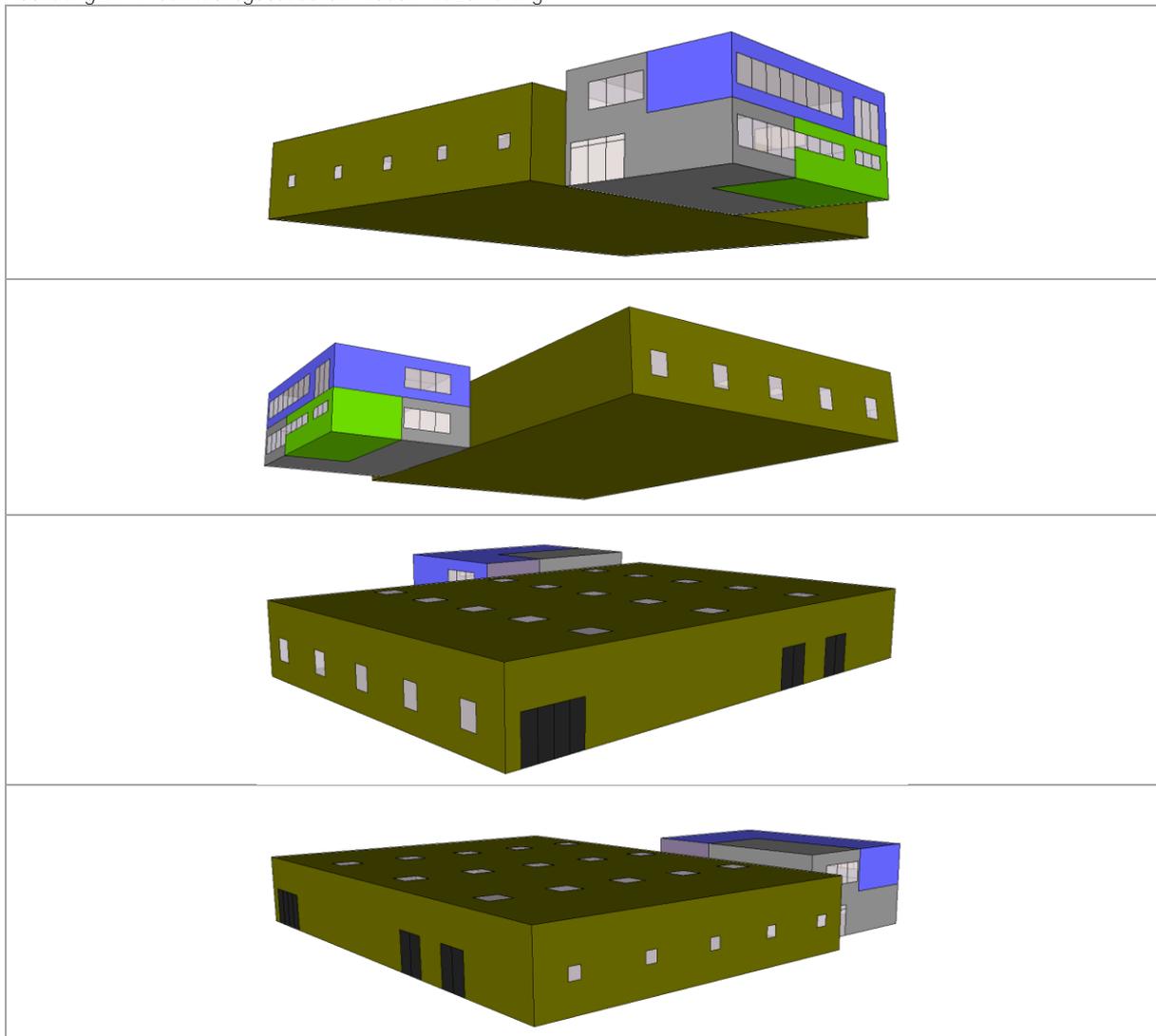
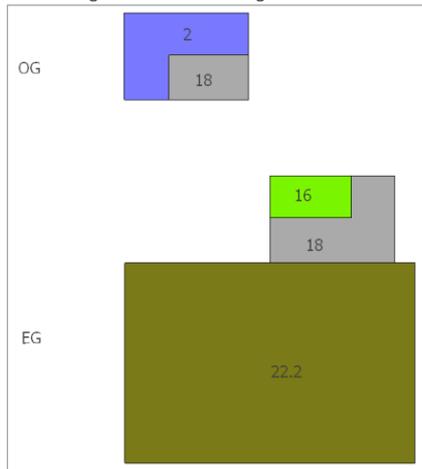


Abbildung 22 – Produktionsgebäude: Grundrisse mit Zonierung



Die nachfolgenden Tabellen dokumentieren die gewählte Zonierung mit Konditionierung, die Flächen der thermischen Gebäudehülle, Nettogrundfläche sowie weitere geometrische Daten.

Tabelle 39 – Produktionsgebäude: Nutzung und Konditionierung

Zone Nr.	Name	Nutzung Nr.	Konditionierung						
			Heizung		Kühlung	Beleuchtung	Warmwasser	RLT	
			normal	niedrig					
1	Halle	22.2		x		x			x
2	Nebenflächen	18	x			x			x
3	Büros	2	x			x			x
4	WC & Sanitär	16	x			x		x	x

Tabelle 40 – Produktionsgebäude: thermische Hülle

Zone Nr.	wärmeübertragende Umfassungsflächen brutto (ggf. netto) [m²]									
	WA1	WA2	DA1	DA2	BE1	BE2	TA1 Abzug	TA2 Abzug	FA Abzug	FL Abzug
1	N: 184,37 S: 105,06 O: 127,98 W: 127,98		H: 889,63		H: 889,63		N: 24,30		O: 9,38 W: 3,29	H: 42,13
2		N: 11,38 S: 17,01 O: 17,66 W: 51,67		H: 55,44		H: 114,32		W: 8,62	S: 7,50 O: 5,63 W: 5,63	
3		N: 6,32 S: 48,51 O: 33,99 W: 16,37		H: 110,88					S: 21,46 O: 5,62	
4		S: 31,50 O: 16,39				H: 52,00			S: 6,30	
Σ	545,39	250,80	889,63	166,32	889,63	166,32	24,30	8,62	64,81	42,13
	2908,09						139,86			

Tabelle 41 – Produktionsgebäude: weitere geometrische Daten und Eigenschaften

Zone Nr.	A _{NGF}	V	V _e	h _{licht}	n	L _{char}	B _{char}	H _{char}	Gebäudegruppe		
	m²	m³	m³	m	-	m	m	m	Heizung	TWW	
								zentral		dezentral	
1	854,2	4150,2	5187,8	4,86	1	35,80	24,85	5,15	5	-	-
2	145,2	399,0	498,8	2,75	2	15,40	10,80	3,15	1	4	8
3	94,3	259,0	323,8								
4	50,8	140,0	175,0								
Σ	1144,5	4948,2	6185,4	-	2	33,30	18,35	4,61	-	-	-

Für die Bodenplatte gelten folgende Größen:

- Bodenplatte: 150,9 m²
- exponierter Umfang: 44,0 m

11.2.2 Büro

Das Bürogebäude weist eine Nettogrundfläche von 472 m² auf. Die genutzten Flächen entfallen auf Einzel- und Gruppenbüros, Verkehrsflächen und Sanitärräume in zwei genutzten Etagen. Es gibt zusätzlich einen unbeheizten Keller.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Ansichten sowie Grundrisse mit Zonierung.

Abbildung 23 – Bürogebäude: 3D-Modell mit Zonierung

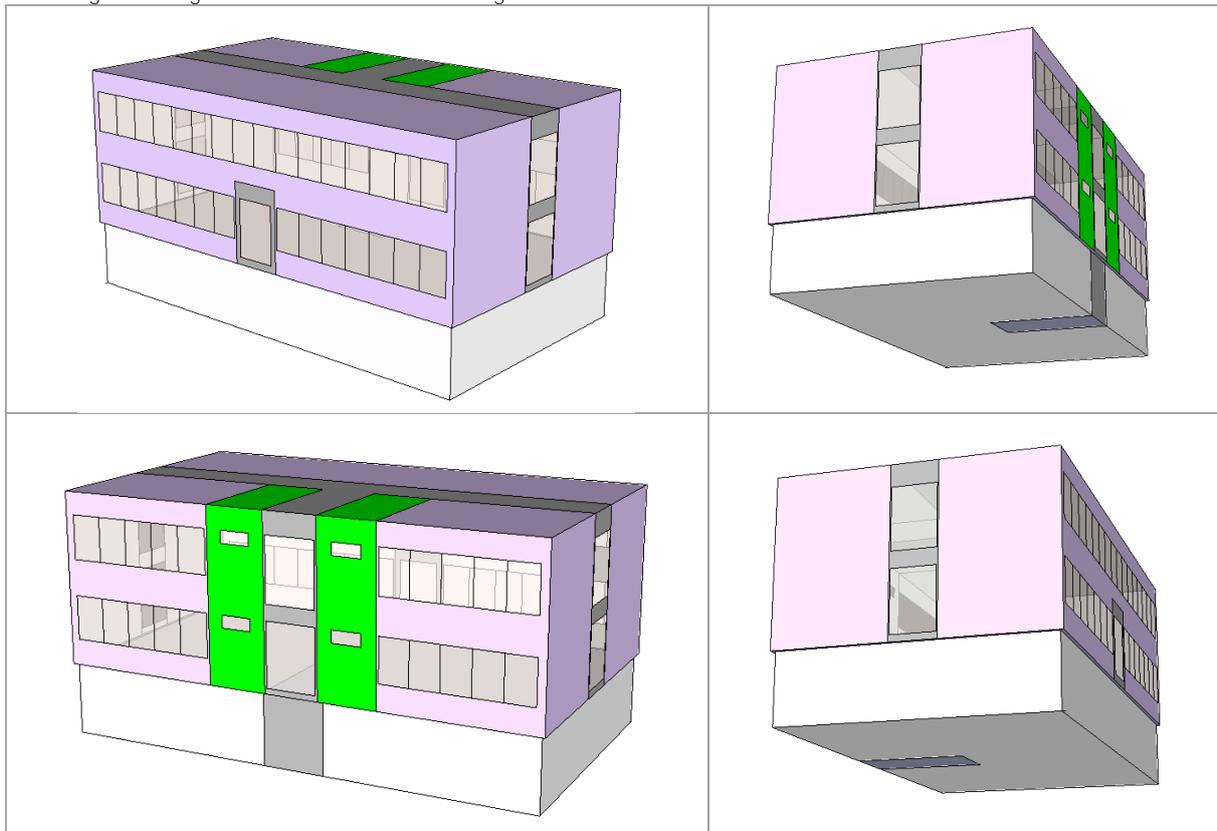
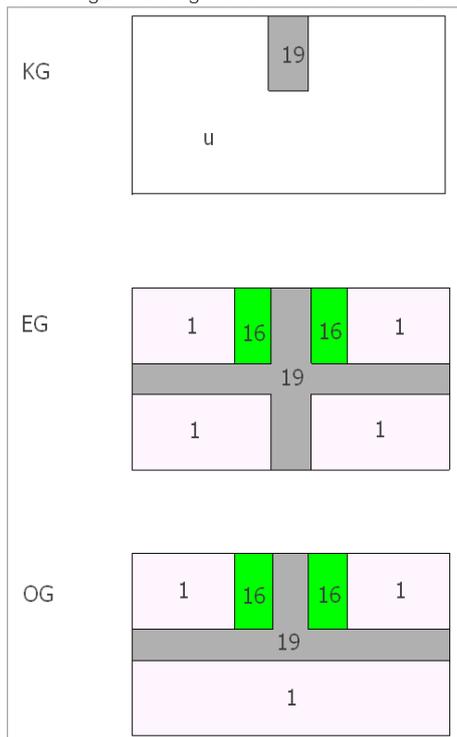


Abbildung 24 – Bürogebäude: Grundrisse mit Zonierung



Die nachfolgenden Tabellen dokumentieren die gewählte Zonierung mit Konditionierung, die Flächen der thermischen Gebäudehülle, Nettogrundfläche sowie weitere geometrische Daten.

Tabelle 42 – Bürogebäude: Nutzung und Konditionierung

Zone Nr.	Name	Nutzung Nr.	Konditionierung					
			Heizung		Kühlung	Beleuchtung	Warmwasser	RLT
			normal	niedrig				
1	Büro	1	x		x	x		x
2	Verkehr	19	x		x	x		x
3	Sanitär	16	x		x	x		x

Tabelle 43 – Bürogebäude: thermische Hülle

Zone Nr.	wärmeübertragende Umfassungsflächen brutto (ggf. netto) [m²]							
	DA	WA	WE	BU	WU	BE	FA Abzug	TU Abzug
1	H: 182,87	N: 103,60 S: 151,41 O: 76,88 W: 76,88		H: 179,49			N: 50,70 S: 76,05	
2	H: 54,29	N: 17,88 S: 8,76 O: 15,65 W: 15,65	N: 8,70	H: 66,68	div: 41,78	H: 14,06	N: 12,53 S: 6,26 O: 11,2 W: 11,2	S: 1,89
3	H: 17,73	N: 38,74		H: 17,73			N: 2,86	
Σ	254,89	505,45	8,70	263,90	41,78	14,06	170,8	1,89
	1088,78						172,69	

Tabelle 44 – Bürogebäude: weitere geometrische Daten und Eigenschaften

Zone Nr.	A _{NGF}	V	V _e	h _{licht}	n	L _{char}	B _{char}	H _{char}	Gebäudegruppe
	m ²	m ³	m ³	m	-	m	m	m	Heizung
1	302,56	847,17	1317,18	2,8	2	21,52	12,42	2,73	1
2	141,84	397,2	590,3	2,8	2				
3	27,36	76,6	132,1	2,8	2				
Σ	471,76	1320,97	2039,58	-	-	-	-	-	-

Für die Bodenplatte gelten folgende Größen:

- Bodenplatte: 256,52 m²
- exponierter Umfang: 66,60 m

Es gibt 33 Räume in dem Gebäude, was bei der gegebenen Zonierung einer mittleren Raumanzahl von 11 Räumen/Zone entspricht.

11.2.3 Mehrfamilienhaus

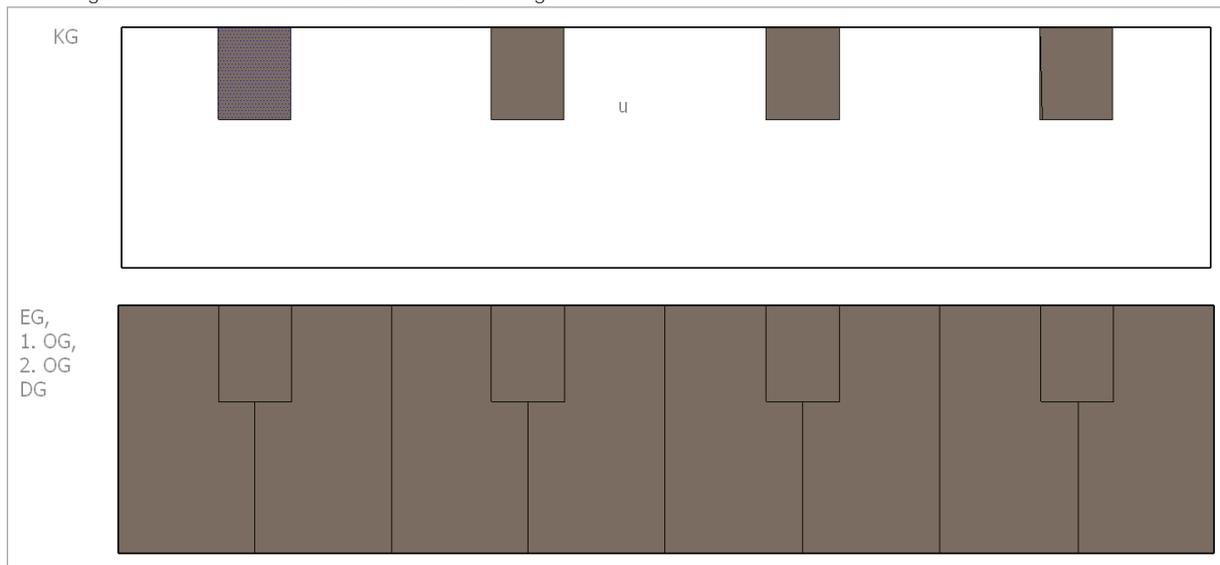
Das Mehrfamilienhaus weist eine Nettogrundfläche von 2302 m² verteilt auf 4 Geschosse und in 32 Wohneinheiten auf. Es gibt zusätzlich einen unbeheizten Keller, in den man über einen beheizten Kellertreppenabgang gelangt. **Die genutzten Flächen entfallen auf die Zone „Wohnen“.**

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Ansichten sowie Grundrisse mit Zonierung.

Abbildung 25 – Mehrfamilienhaus: 3D-Modell mit Zonierung



Abbildung 26 – Mehrfamilienhaus: Grundrisse mit Zonierung



Die nachfolgenden Tabellen dokumentieren die gewählte Zonierung mit Konditionierung, die Flächen der thermischen Gebäudehülle, Nettogrundfläche sowie weitere geometrische Daten.

Tabelle 45 – Mehrfamilienhaus: Nutzung und Konditionierung

Zone Nr.	Name	Nutzung Nr.	Konditionierung					
			Heizung		Kühlung	Beleuchtung	Warmwasser	RLT
			normal	niedrig				
1	Wohnen	MFH	x		x		x	(x)

Tabelle 46 – Mehrfamilienhaus: thermische Hülle

Zone Nr.	wärmeübertragende Umfassungsflächen brutto (ggf. netto) [m²]								
	DA	WA	WE	BU	WU	BE	FA Abzug	TA Abzug	TU Abzug
1	H: 633,00	N: 618,75 S: 618,75 O: 140,76 W: 140,76	N: 40,78	H: 569,14	S: 40,78 O: 51,96 W: 51,96	H: 63,86	N: 215,22 S: 241,28 O: 15,72 W: 15,72	N: 42,92	S: 8,00 O: 8,00 W: 8,00
Σ	633,00	1519,02	40,78	569,14	144,70	63,86	487,94	42,92	24,00
			2970,50				554,86		

Tabelle 47 – Mehrfamilienhaus: weitere geometrische Daten und Eigenschaften

Zone Nr.	A _{NGF}	V	V _e	h _{licht}	n	H _{char}	L _{char}	B _{char}	Gebäudegruppe
	m²	m³	m³	m	-	m	m	m	Heizung/Trink-warm-wasser
Σ	2302,14	6330,88	6976,01	2,75	4	2,93	52,75	12,00	1/1

Für die Bodenplatte gelten folgende Größen:

- Bodenplatte: 612,4 m²
- exponierter Umfang: 128,2 m

11.2.4 Einfamilienhaus

Das Einfamilienhaus weist eine Nettogrundfläche von 268 m² verteilt auf 2 Geschosse auf. Es gibt zusätzlich einen unbeheizten Keller, in den man über einen beheizten Kellertreppenabgang gelangt. Die genutzten Flächen entfallen auf die Zone „Wohnen“.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Ansichten sowie Grundrisse mit Zonierung.

Abbildung 27 – Einfamilienhaus: 3D-Modell mit Zonierung

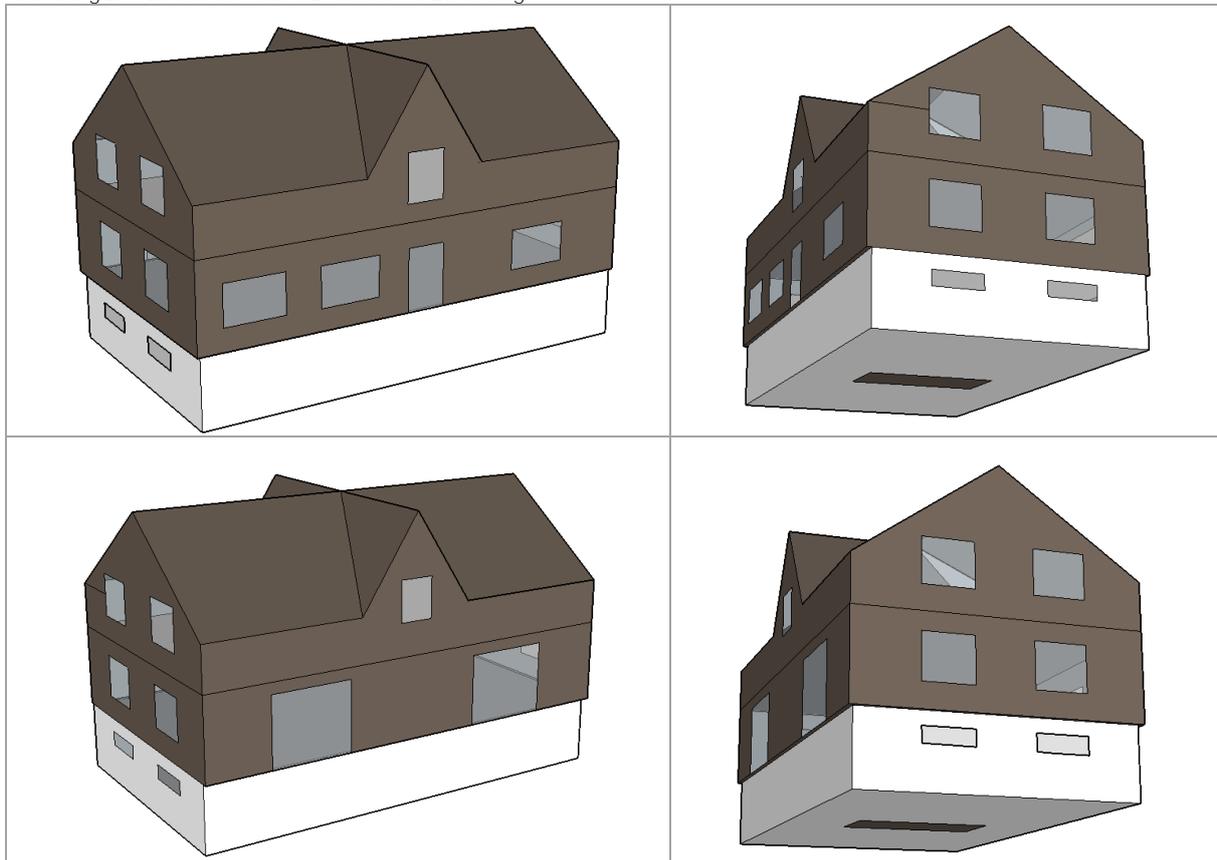


Abbildung 28 – Einfamilienhaus: Grundrisse mit Zonierung



Die nachfolgenden Tabellen dokumentieren die gewählte Zonierung mit Konditionierung, die Flächen der thermischen Gebäudehülle, Nettogrundfläche sowie weitere geometrische Daten.

Tabelle 48 – Einfamilienhaus: Nutzung und Konditionierung

Zone Nr.	Name	Nutzung Nr.	Konditionierung					
			Heizung		Kühlung	Beleuchtung	Warmwasser	RLT
			normal	niedrig				
1	Wohnen	EFH	x		x		x	(x)

Tabelle 49 – Einfamilienhaus: thermische Hülle

Zone Nr.	wärmeübertragende Umfassungsflächen brutto (ggf. netto) [m²]							
	DA	WA	BU	WU	BE	FA Abzug	TA Abzug	TU Abzug
1	N: 83,22 S: 83,22 O: 19,65 W: 19,65	N: 84,06 S: 84,06 O: 62,20 W: 62,20	H: 141,45	div: 33,66	H: 9,47	N: 11,31 S: 17,92 O: 10,90 W: 10,90	N: 2,99	S: 2,00
Σ	205,74	292,53	141,45	33,66	9,47	51,03	2,99	2,00
	682,85						56,02	

Tabelle 50 – Einfamilienhaus: weitere geometrische Daten und Eigenschaften

Zone Nr.	ANGF	V	V _e	h _{licht}	n	H _{char}	L _{char}	B _{char}	Gebäudegruppe
	m²	m³	m³	m	-	m	m	m	Heizung/Trink-warm-wasser
Σ	268,48	799,57	1058,22	2,98	2	3,06	16,35	9,38	1/1 bzw. 5

Für die Bodenplatte gelten folgende Größen:

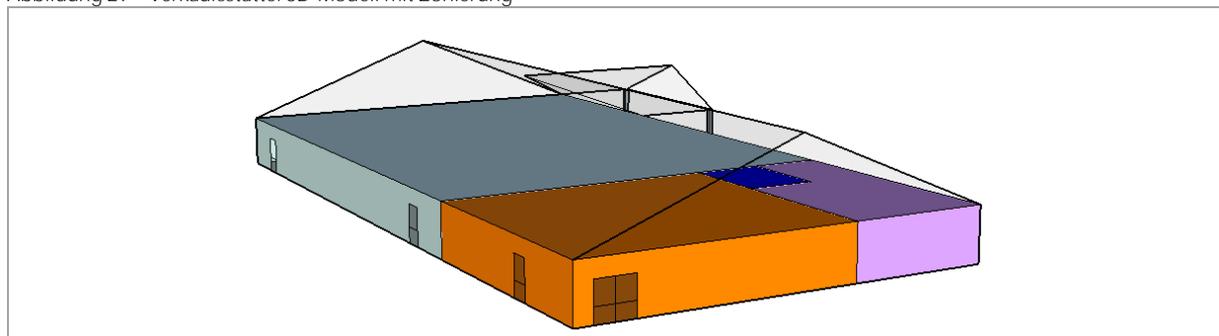
- Bodenplatte: 150,9 m²
- exponierter Umfang: 44,0 m

11.2.5 Verkaufsstätte

Der Verkaufsmarkt mit niedrig beheiztem Lager und Vorbereitungsräumen für Fleisch- oder Fischverkauf sowie Nebenräumen weist insgesamt eine Nettogrundfläche von 2405 m² auf. Das 4-zonige Gebäude ist nicht unterkellert.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Ansichten sowie Grundrisse mit Zonierung.

Abbildung 29 – Verkaufsstätte: 3D-Modell mit Zonierung



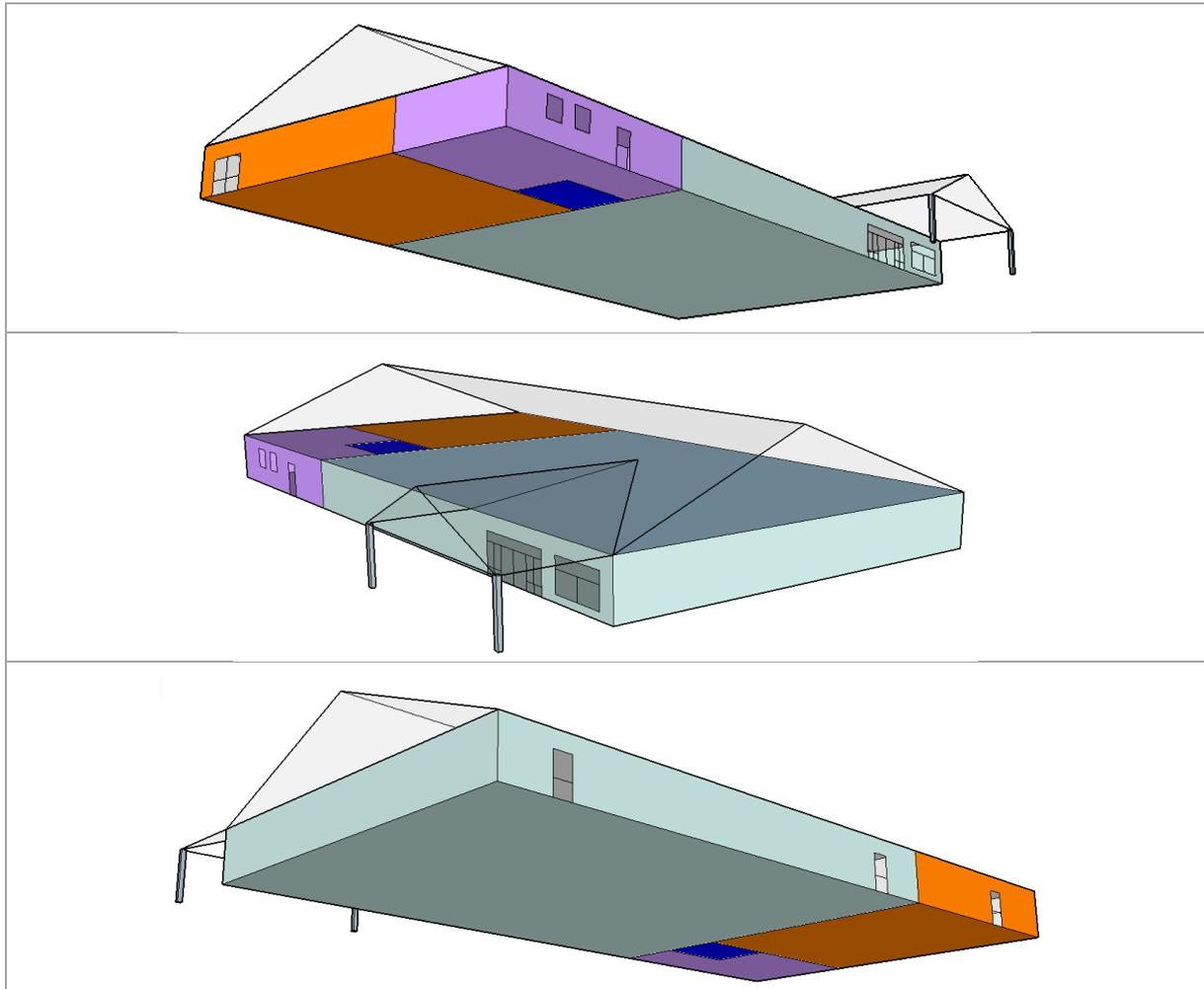
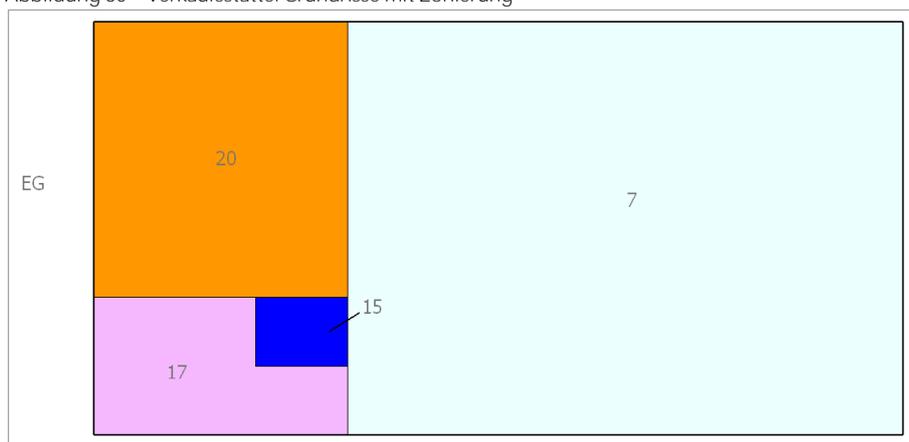


Abbildung 30 – Verkaufsstätte: Grundrisse mit Zonierung



Die nachfolgenden Tabellen dokumentieren die gewählte Zonierung mit Konditionierung, die Flächen der thermischen Gebäudehülle, Nettogrundfläche sowie weitere geometrische Daten.

Tabelle 51 – Verkaufsstätte: Nutzung und Konditionierung

Zone Nr.	Name	Nutzung Nr.	Konditionierung					
			Heizung		Kühlung	Beleuchtung	Warmwasser	RLT
			normal	niedrig				
1	Markt	7	x		x	x		
2	Lager	20		x	x	x		
3	Aufenthalt	17	x		x	x		
4	Vorbereitung	15		x	x	x		

Tabelle 52 – Verkaufsstätte: thermische Hülle

Zone Nr.	wärmeübertragende Umfassungsflächen brutto (ggf. netto) [m²]					
	WA	DA	BE	TA1 Abzug	TA2 Abzug	FA Abzug
1	S: 172,8 O: 230,4 W: 230,4	H: 1728,0	H: 1728,0		O: 11,66 W: 9,62	W: 33,1
2	N: 115,2 O: 105,6	H: 528,0	H: 528,0	N: 11,35	O: 5,83	
3	N: 57,6 W: 105,6	H: 216,0	H: 216,0		W: 5,83	W: 7,21
4		H: 48,0	H: 48,0			
Σ	1017,6	2520,0	2520,0	11,35	32,94	40,31
		6057,6			84,6	

Tabelle 53 – Verkaufsstätte: weitere geometrische Daten und Eigenschaften

Zone Nr.	A _{NGF}	V	V _e	h _{nicht}	n	L _{char}	B _{char}	H _{char}	Gebäudegruppe		
	m²	m³	m³	m	-	m	m	m	Heizung	TWW	
										zentral	dezentral
1	1664,79	7358,38	8294,4	4,42	1	70,0	36,0	4,8	3	-	-
2	502,1	2219,3	2534,4								
3	193,71	856,21	1036,8								
4	44,69	197,56	230,4								
Σ	2405,29	10631,45	12096,0	-	-	-	-	-	-	-	-

Für die Bodenplatte gelten folgende Größen:

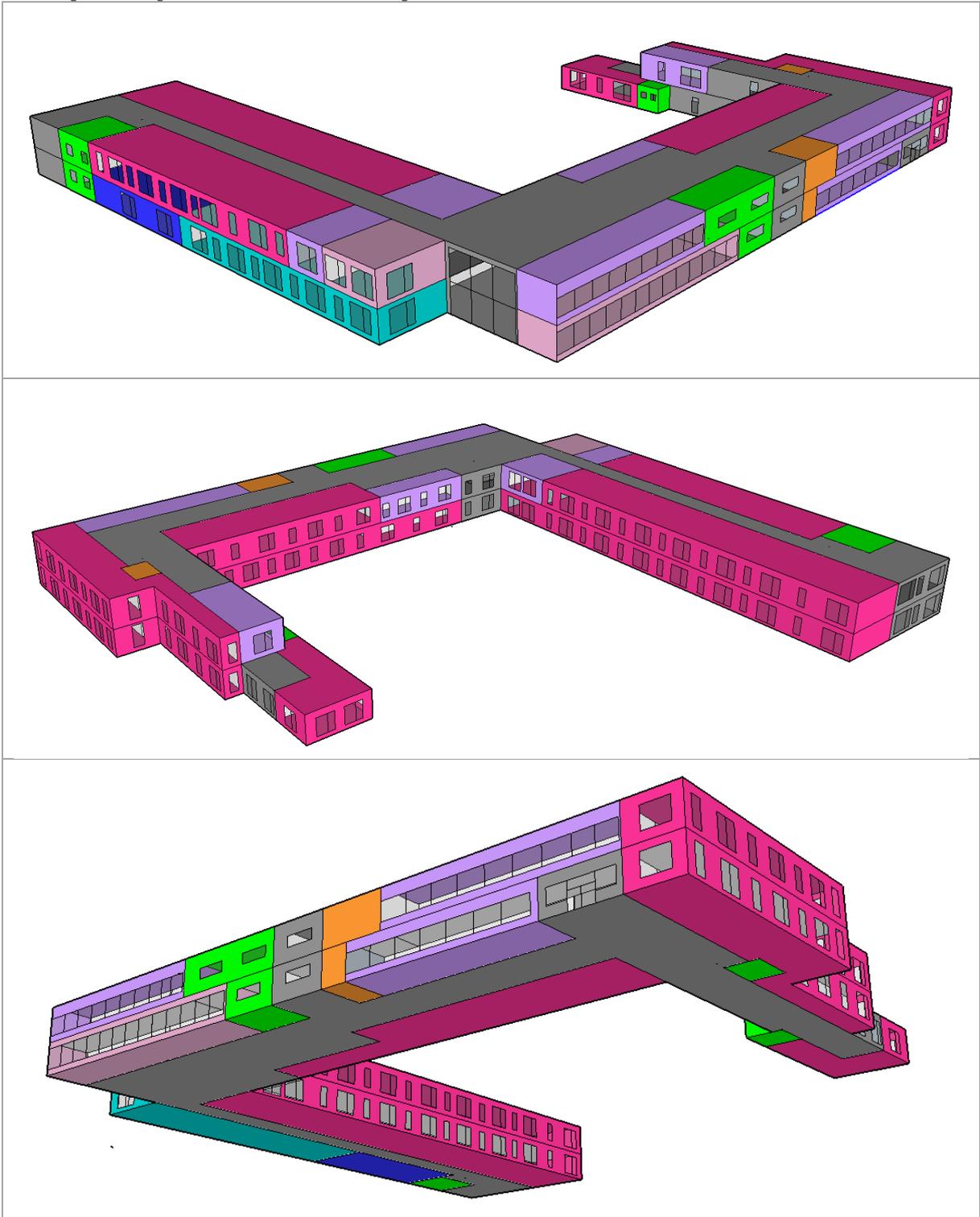
- Bodenplatte: 2520,0 m²
- exponierter Umfang: 212,0 m

11.2.6 Schule

Die zweigeschossige Schule weist insgesamt eine Nettogrundfläche von 4424 m² auf. Sie wird als Mehrzonen-Modell berechnet. Die Zonierung ergibt acht Zonen, die alle normal beheizt sind. Es gibt keinen Keller.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Ansichten sowie Grundrisse mit Zonierung.

Abbildung 31 – Schulgebäude: 3D-Modell mit Zonierung



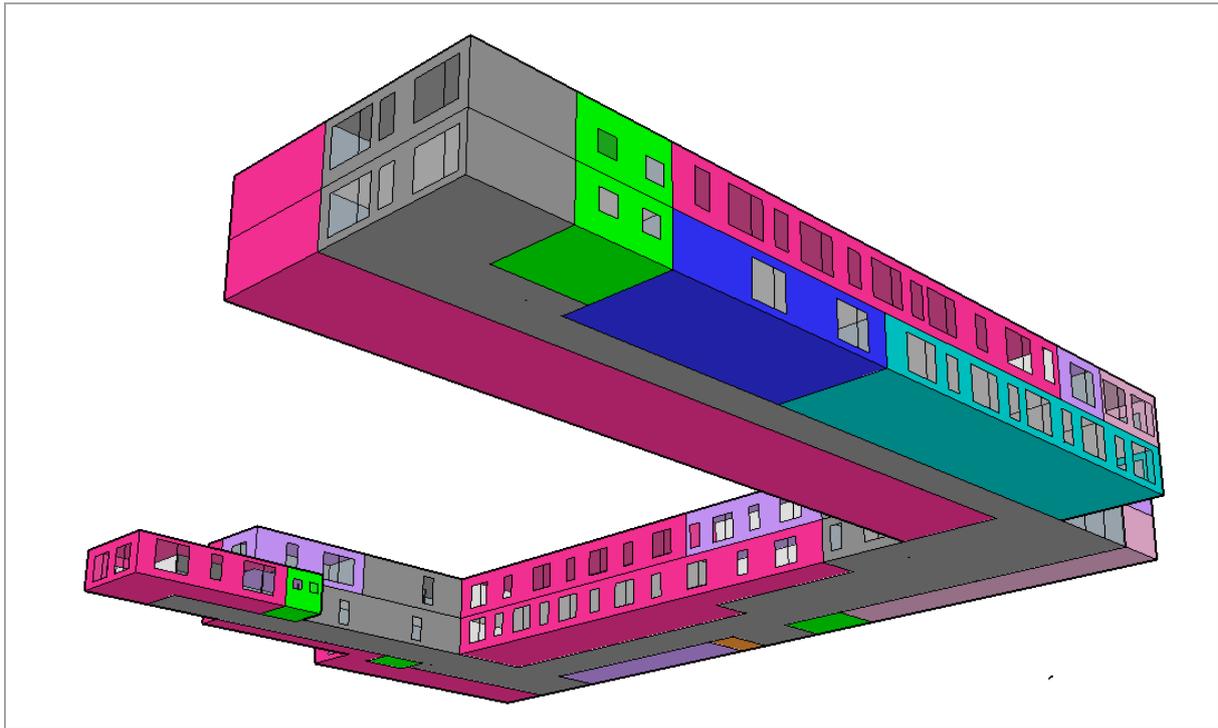
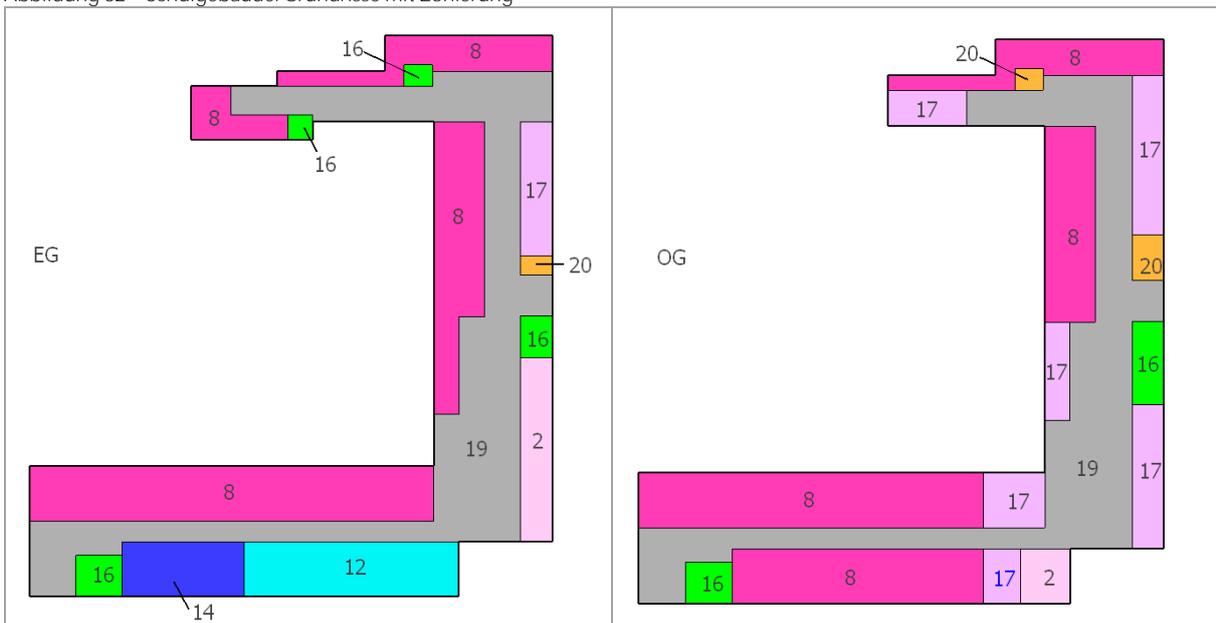


Abbildung 32 – Schulgebäude: Grundrisse mit Zonierung



Die nachfolgenden Tabellen dokumentieren die gewählte Zonierung mit Konditionierung, die Flächen der thermischen Gebäudehülle, Nettogrundfläche sowie weitere geometrische Daten.

Tabelle 54 – Schulgebäude: Nutzung und Konditionierung

Zone Nr.	Name	Nutzung Nr.	Konditionierung						
			Heizung		Kühlung	Beleuchtung	Warmwasser	RLT	
			normal	niedrig					
1	Klassen	8	x			x			x
2	Verkehr	19	x			x			x
3	Sonstige	17	x			x			x
4	Kantine	12	x			x			x
5	Sanitär	16	x			x	x		x
6	Büro	2	x			x			x
7	Küche	14	x			x	x		x
8	Lager	20	x			x			x

Tabelle 55 – Schulgebäude: thermische Hülle

Zone Nr.	wärmeübertragende Umfassungsflächen brutto (ggf. netto) [m²]					
	WA	DA1	DA2	BE	TA Abzug	FA Abzug
1	N: 35,00 S: 367,46 O: 172,82 W: 651,55	H: 983,96	H: 67,75	H: 898,15		N: 9,20 S: 68,43 O: 51,21 W: 166,02
2	N: 64,38 S: 125,65 O: 202,28 W: 21,77	H: 871,45	H: 26,00	H: 978,44	N: 3,80 S: 8,04 O: 30,75 W: 9,63	N: 14,41 S: 33,41 O: 26,14
3	N: 218,42 S: 65,94 O: 58,47 W: 31,17	H: 394,92		H: 83,16	S: 6,04	N: 116,01 S: 12,32 O: 13,88 W: 9,88
4	N: 25,80 O: 100,50			H: 231,00		N: 5,04 O: 35,16
5	N: 70,16 O: 57,23	H: 88,83	H: 8,75	H: 87,56		N: 8,70 O: 7,53
6	N: 115,20 O: 40,18	H: 53,67		H: 114,40		N: 50,86 O: 10,64
7	O: 56,95			H: 130,9		O: 10,35
8	N: 32,40	H: 40,16		H: 11,88		
Σ	2513,33	2432,99	102,50	2535,49	58,26	649,19
	7584,31			707,45		

Tabelle 56 – Schulgebäude: weitere geometrische Daten und Eigenschaften

Zone Nr.	A _{NGF}	V	V _e	h _{licht}	n	L _{char}	B _{char}	H _{char}	Gebäudegruppe		
	m²	m³	m³	m	-	m	m	m	Heizung	TWW	
										zentral	dezentral
1	1679,58	5459,15	6600,26	3,25	2	164,4	15,3	3,5	2	-	-
2	1667,33	5373,26	6458,57	3,22	2						
3	415,74	1401,56	1720,04	3,37	2						
4	209,83	637,88	773,85	3,04	1						
5	145,80	473,75	617,56	3,25	2						
6	143,02	453,03	579,14	3,17	2						
7	119,49	363,25	438,52	3,04	1						
8	43,38	145,46	186,38	3,35	2						
Σ	4424,17	14307,34	17374,31			164,4	15,3	3,5			

Für die Bodenplatte gelten folgende Größen:

- Bodenplatte: 2435,5 m²
- exponierter Umfang: 376,5 m

Weiterhin werden folgende Daten zu Essens- und Raumanzahlen festgelegt:

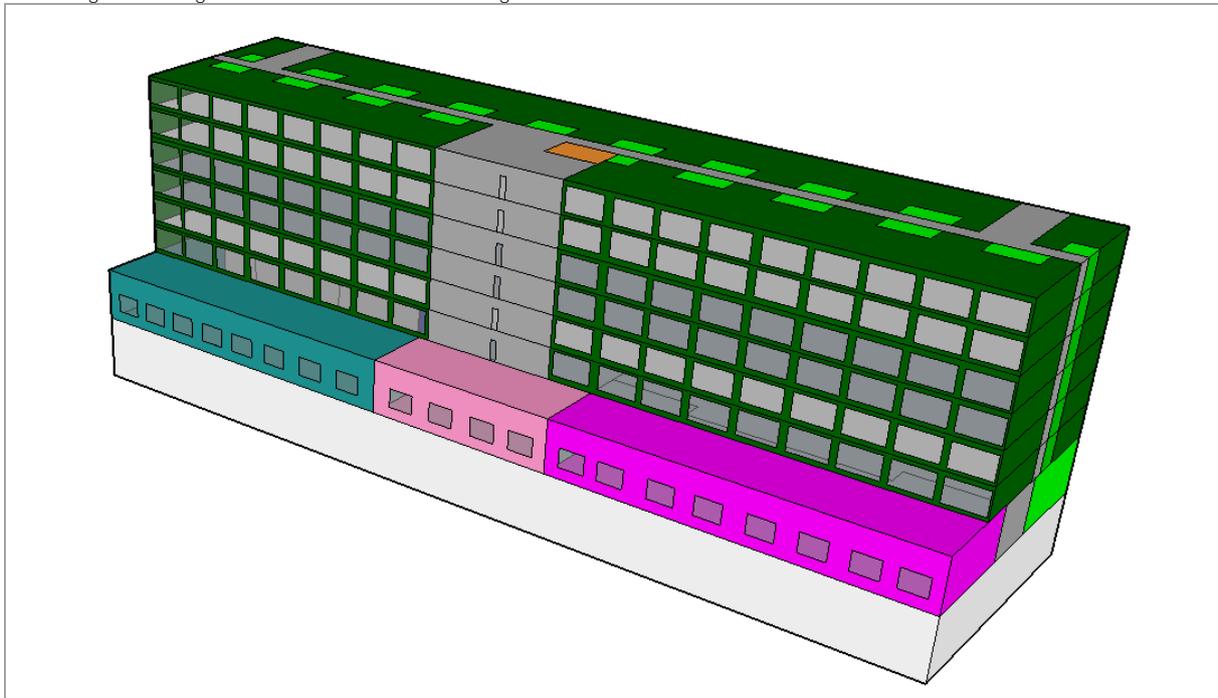
- 700 Essen
- Räume: Verkehr 10, Sanitär 26, Lager 3, Büro 9, sonstige 15, Klassen 28, Mensa 1, Küche 3
- Summe Räume: 95
- Räume pro Zone: Ø 12

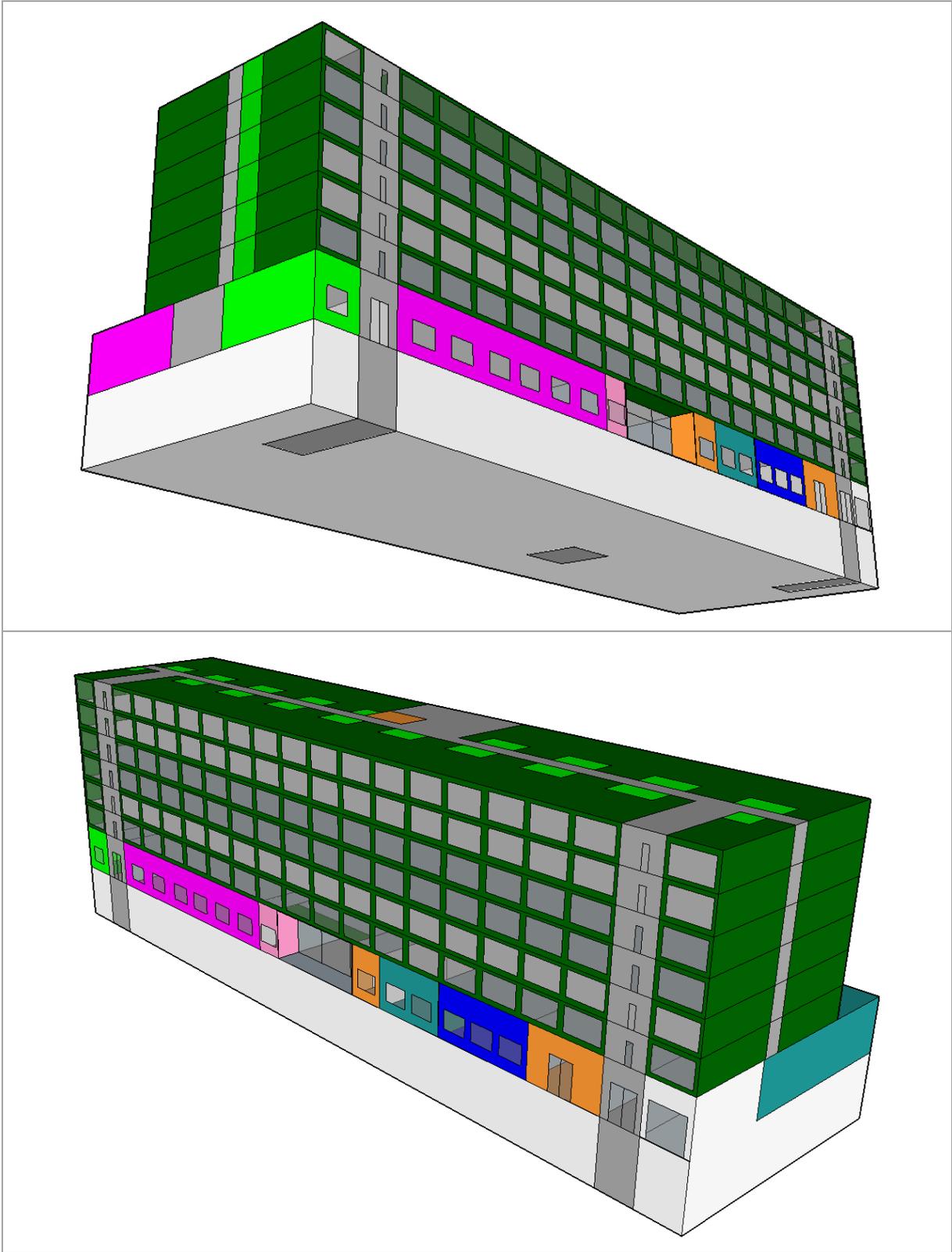
11.2.7 Hotel

Das siebengeschossige Hotel weist insgesamt eine Nettogrundfläche von 7860 m² auf. Es gibt zusätzlich einen unbeheizten Keller mit Tiefgarage. Es wird als Mehrzonen-Modell berechnet. Die Zonierung ergibt acht normal beheizte Zonen.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Ansichten sowie Grundrisse mit Zonierung.

Abbildung 33 – Hotelgebäude: 3D-Modell mit Zonierung





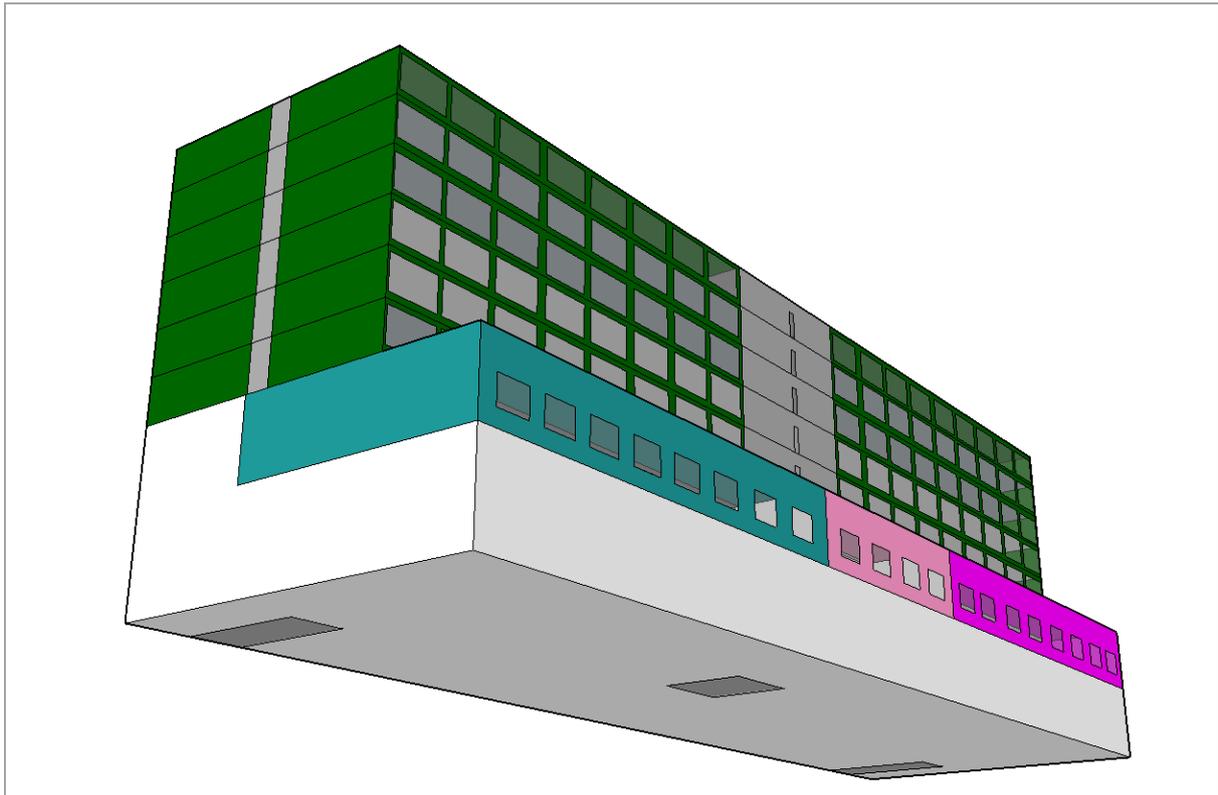
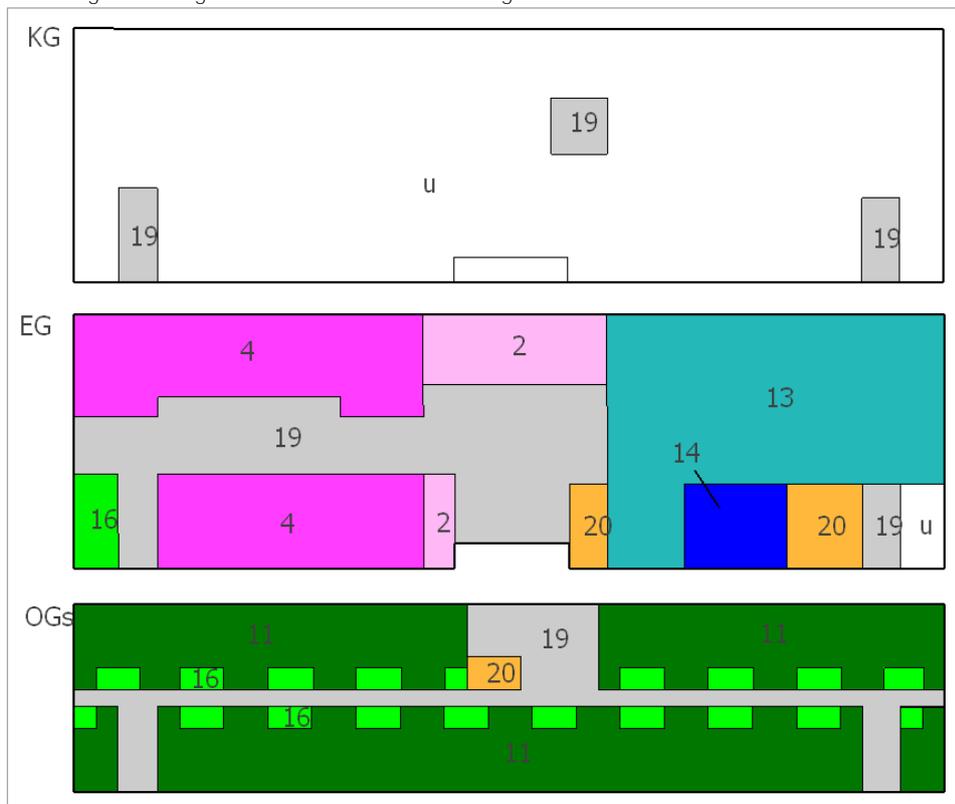


Abbildung 34 – Hotelgebäude: Grundrisse mit Zonierung



Die nachfolgenden Tabellen dokumentieren die gewählte Zonierung mit Konditionierung, die Flächen der thermischen Gebäudehülle, Nettogrundfläche sowie weitere geometrische Daten.

Tabelle 57 – Hotelgebäude: Nutzung und Konditionierung

Zone Nr.	Name	Nutzung Nr.	Konditionierung					
			Heizung		Kühlung	Beleuchtung	Warmwasser	RLT
			normal	niedrig				
1	Hotelzimmer	11	x		x	x		
2	Verkehr	19	x			x		
3	Sanitär	16	x		x	x	x	x
4	Restaurant	13	x		x	x		
5	Seminar	4	x		x	x		
6	Lager & Technik	20	x			x		
7	Gruppenbüro	2	x		x	x		
8	Küche	14	x		x	x	x	x

Tabelle 58 – Hotelgebäude: thermische Hülle

Zone Nr.	wärmeübertragende Umfassungsflächen brutto (ggf. netto) [m ²]								
	WA	DA	BU	WU	WE	BE	TA Abzug	TU Abzug	FA Abzug
8	O: 45,17		H: 73,47						O: 11,63
1	N: 267,12 S: 231,34 O: 1224,39 W: 1142,00	H: 970,85	H: 27,63						O: 770,64 W: 727,80
2	N: 25,20 S: 50,64 O: 211,14 W: 201,98	H: 256,84	H: 472,07	div: 379,74	O: 39,65	H: 27,11	O: 57,48	div: 12,00	O: 24,25 W: 6,03
3	S: 77,88 O: 19,56	H: 148,96	H: 39,60						O: 3,16
4	N: 75,22 O: 33,84 W: 148,46	H: 188,67	H: 540,82	div: 19,44					O: 7,75 W: 31,00
5	S: 45,26 O: 125,20 W: 146,57	H: 196,12	H: 486,04						O: 31,00 W: 23,26
6	S: 11,09 O: 50,26	H: 15,34	H: 81,76				O: 6,79		O: 3,88
7	N: 11,09 O: 25,16 W: 87,48	H: 103,22	H: 133,05						O: 15,50 W: 21,77
Σ	4256,05	1880,00	1854,44	399,18	39,65	27,11	64,27	12,00	1677,67
	8456,43						1753,94		

Tabelle 59 – Hotelgebäude: weitere geometrische Daten und Eigenschaften

Zone Nr.	A _{NGF}	V	V _e	h _{nicht}	n	L _{char}	B _{char}	H _{char}	Gebäudegruppe	
	m ²	m ³	m ³	m	-	m	m	m	Heizung	TWW
1	4282,55	11391,58	16310,28	2,66	6	80,0	18,27	3,09	1	1
2	1911,56	5032,72	7087,66	2,63	7					
3	484,77	1339,58	2673,12	2,76	7					
4	428,13	1922,30	2595,94	4,49	1					
5	418,00	1876,82	2332,99	4,49	1					
6	157,70	510,46	650,16	3,24	7					
7	109,86	493,27	638,64	4,49	1					
8	67,37	302,49	352,66	4,49	1					
Σ	7859,94	22869,22	32641,44	-	-	-	-	-	-	-

Für die Bodenplatte gelten folgende Größen:

- Bodenplatte: 1880,0 m²
- exponierter Umfang: 207,0 m

11.3 Detaillierte Beschreibung der Nutzungsranddaten

Nachfolgende Tabellen zeigen die Bandbreiten der Nutzungsranddaten aller Nutzungsprofile, die im Rahmen dieses Forschungsprojektes relevant sind.

Tabelle 60 – Nutzungsranddaten der Profile 1, 2 und 4

	Einheit	1 Einzelbüro			2 Gruppenbüro			4 Seminar, Besprechungen		
		von	Ø	bis	von	Ø	bis	von	Ø	bis
Nutzungszeiten										
tägliche Nutzungszeit	Uhr	8:30 bis 16:30	7:00 bis 18:00	5:30 bis 19:30	8:30 bis 16:30	7:00 bis 18:00	5:30 bis 19:30	8:30 bis 16:30	7:00 bis 18:00	5:30 bis 19:30
tägliche Nutzungszeit	h	8	11	14	8	11	14	8	11	14
Jährliche Nutzungstage	d/a	187	250	313	187	250	313	187	250	313
tägliche Betriebszeit Heizung, RLT und Kühlung	Uhr	7:00 bis 16:30	5:00 bis 18:00	3:00 bis 19:30	7:00 bis 16:30	5:00 bis 18:00	3:00 bis 19:30	7:00 bis 16:30	5:00 bis 18:00	3:00 bis 19:30
Raumkonditionen										
Raum-Solltemperatur Heizung	°C	18	21	24	18	21	24	18	21	24
Raum-Solltemperatur Kühlung	°C	21	24	27	21	24	27	21	24	27
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb	K	3	4	5	3	4	5	3	4	5
Mindestaußenvolumenstrom										
flächenbezogen	m ³ /(hm ²)	3	4	5	3	4	5	11,25	15	18,75
Mindestaußenluftvolumenstrom für Gebäude	m ³ /(hm ²)	1,8	2,5	3,2	1,8	2,5	3,2	1,8	2,5	3,2
relative Abwesenheit RLT	-	0,22	0,3	0,38	0,22	0,3	0,38	0,37	0,5	0,63
Teilbetriebsfaktor für Gebäudebetriebszeit	-	0,52	0,7	0,88	0,52	0,7	0,88	0,37	0,5	0,63
Beleuchtung										
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx	375	500	625	375	500	625	375	500	625
Minderungsfaktor k _A	-	0,63	0,84	1,05	0,69	0,92	1,15	0,69	0,93	1,17
relative Abwesenheit	-	0,22	0,3	0,38	0,22	0,3	0,38	0,37	0,5	0,63
Raumindex	-	0,67	0,9	1,13	0,93	1,25	1,57	0,93	1,25	1,57
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit	-	0,52	0,7	0,88	0,52	0,7	0,88	0,75	1	1,25
Betriebszeit während Tageszeit	h	1982	2543	2543	1982	2543	2543	1982	2543	2543
Betriebszeit während Nachtzeit	h	207	207	1146	207	207	1146	207	207	1146
Interne Wärmequellen										
Belegungsdichte	m ² /P	18	14	10	18	14	10	4	3	2
Personen	Wh/(m ² d)	22	30	38	22	30	38	70	94	118
Arbeitshilfen	Wh/(m ² d)	32	43	54	32	43	54	6	8	10
Automationsgrad										
Heizung	Klasse	A	C	D	A	C	D	A	C	D

Tabelle 61 – Nutzungsranddaten der Profile 7, 8 und 11

	Einheit	7 Einzelhandel/Kaufhaus mit Kühlprodukten (Markt)			8 Klassenzimmer			11 Hotelzimmer		
		von	Ø	bis	von	Ø	bis	von	Ø	bis
Nutzungszeiten										
tägliche Nutzungszeit	Uhr	9:30 bis 18:30	8:00 bis 20:00	6:30 bis 21:30	9:00 bis 14:00	8:00 bis 15:00	7:00 bis 16:00	22:30 bis 6:30	21:00 bis 8:00	19:30 bis 9:30
tägliche Nutzungszeit	h	9	12	15	5	7	9	8	11	14
Jährliche Nutzungstage	d/a	225	300	375	150	200	250	273	365	457
tägliche Betriebszeit Heizung, RLT und Kühlung	Uhr	8:00 bis 18:30	6:00 bis 20:00	5:00 bis 21:30	7:30 bis 14:00	6:00 bis 15:00	4:30 bis 16:00	21:00 bis 6:30	19:00 bis 8:00	17:00 bis 9:30
Raumkonditionen										
Raum-Solltemperatur Heizung	°C	18	21	24	18	21	24	18	21	24
Raum-Solltemperatur Kühlung	°C	21	24	27	21	24	27	21	24	27
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb	K	3	4	5	3	4	5	3	4	5
Mindestaußenvolumenstrom										
flächenbezogen	m ³ /(hm ²)	3	4	5	7,5	10	12,5	2,25	3	3,75
Mindestaußenluftvolumenstrom für Gebäude	m ³ /(hm ²)	1,8	2,5	3,2	1,8	2,5	3,2	1,5	2	2,5
relative Abwesenheit RLT	-	0,37	0,5	0,63	0,18	0,25	0,32	0,37	0,5	0,63
Teilbetriebsfaktor für Gebäudebetriebszeit	-	0,75	1	1,25	0,67	0,9	1,13	0,37	0,5	0,63
Beleuchtung										
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx	225	300	375	225	300	375	150	200	250
Minderungsfaktor k _A	-	0,69	0,93	1,17	0,72	0,97	1,22	0,75	1	1,25
relative Abwesenheit	-	0	0	0	0,18	0,25	0,32	0,45	0,6	0,75
Raumindex	-	1,87	2,5	3,13	1,5	2	2,5	0,93	1,25	1,57
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit	-	0,75	1	1,25	0,67	0,9	1,13	0,22	0,3	0,38
Betriebszeit während Tageszeit	h	2334	3009	3009	1100	1400	1400	0	743	743
Betriebszeit während Nachtzeit	h	591	591	1716	200	200	700	3348	3272	4643
Interne Wärmequellen										
Belegungsdichte	m ² /P	7	5	3	4	3	2	13	10	7
Personen	Wh/(m ² d)	63	84	105	75	100	125	52	70	88
Arbeitshilfen	Wh/(m ² d)	-127	-170	-213	15	20	25	33	44	55
Automationsgrad										
Heizung	Klasse	A	C	D	A	C	D	A	C	D

Tabelle 62 – Nutzungsranddaten der Profile 12, 13 und 14

	Einheit	12 Kantine			13 Restaurant			14 Küche NWB		
		von	Ø	bis	von	Ø	bis	von	Ø	bis
Nutzungszeiten										
tägliche Nutzungszeit	Uhr	9:00 bis 14:00	8:00 bis 15:00	7:00 bis 16:00	12:00 bis 22:00	10:00 bis 24:00	8:00 bis 2:00	12:00 bis 21:00	10:00 bis 23:00	8:00 bis 1:00
tägliche Nutzungszeit	h	5	7	9	10	14	18	9	13	17
Jährliche Nutzungstage	d/a	150	200	250	225	300	375	225	300	375
tägliche Betriebszeit Heizung, RLT und Kühlung	Uhr	6:30 bis 14:00	6:00 bis 15:00	4:30 bis 16:00	10:30 bis 22:00	8:00 bis 24:00	5:30 bis 2:00	10:30 bis 21:00	8:00 bis 23:00	5:30 bis 1:00
Raumkonditionen										
Raum-Solltemperatur Heizung	°C	18	21	24	18	21	24	18	21	24
Raum-Solltemperatur Kühlung	°C	21	24	27	21	24	27	21	24	27
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb	K	3	4	5	3	4	5	3	4	5

Tabelle 62 – Nutzungsranddaten der Profile 12, 13 und 14 (fortgeführt)

	Einheit	12 Kantine			13 Restaurant			14 Küche NWB		
		von	Ø	bis	von	Ø	bis	von	Ø	bis
Mindestaußenvolumenstrom										
flächenbezogen	m ³ /(hm ²)	13,5	18	22,5	13,5	18	22,5	67,5	90	112,5
Mindestaußenluftvolumenstrom für Gebäude	m ³ /(hm ²)	1,8	2,5	3,2	1,8	2,5	3,2	0	0	0
relative Abwesenheit RLT	-	0,52	0,7	0,88	0,45	0,6	0,75	0	0	0
Teilbetriebsfaktor für Gebäudebetriebszeit	-	0,75	1	1,25	0,52	0,7	0,88	0	0	0
Beleuchtung										
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx	150	200	250	150	200	250	375	500	625
Minderungsfaktor k _A	-	0,72	0,97	1,22	0,75	1	1,25	0,72	0,96	1,2
relative Abwesenheit	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Raumindex	-	1,87	2,5	3,13	1,87	2,5	3,13	1,12	1,5	1,88
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit	-	0,75	1	1,25	0,75	1	1,25	0,75	1	1,25
Betriebszeit während Tageszeit	h	1450	1750	1750	1511	2411	2411	1511	2411	2411
Betriebszeit während Nachtzeit	h	0	0	500	1789	1789	3289	1489	1489	2989
Interne Wärmequellen										
Belegungsdichte	m ² /P	2	1,2	0	2	1,2	0	13	10	7
Personen	Wh/(m ² d)	131	175	219	175	234	293	42	56	70
Arbeitshilfen	Wh/(m ² d)	7	10	13	10	14	18	1350	1800	2250
Automationsgrad										
Heizung	Klasse	A	C	D	A	C	D	A	C	D

Tabelle 63 – Nutzungsranddaten der Profile 15, 16 und 17

	Einheit	15 Küche (Vorbereitung)			16 WC & Sanitär			17 Sonstige Aufenthaltsräume		
		von	Ø	bis	von	Ø	bis	von	Ø	bis
Nutzungszeiten										
tägliche Nutzungszeit	Uhr	12:00 bis 21:00	10:00 bis 23:00	8:00 bis 1:00	8:30 bis 16:30	7:00 bis 18:00	5:30 bis 19:30	8:30 bis 16:30	7:00 bis 18:00	5:30 bis 19:30
tägliche Nutzungszeit	h	9	13	17	8	11	14	8	11	14
Jährliche Nutzungstage	d/a	225	300	375	187	250	313	187	250	313
tägliche Betriebszeit Heizung, RLT und Kühlung	Uhr	10:30 bis 21:00	8:00 bis 23:00	6:30 bis 1:00	7:00 bis 16:30	5:00 bis 18:00	3:00 bis 19:30	7:00 bis 16:30	5:00 bis 18:00	3:00 bis 19:30
Raumkonditionen										
Raum-Solltemperatur Heizung	°C	18	21	24	18	21	24	18	21	24
Raum-Solltemperatur Kühlung	°C	21	24	27	21	24	27	21	24	27
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb	K	3	4	5	3	4	5	3	4	5
Mindestaußenvolumenstrom										
flächenbezogen	m ³ /(hm ²)	11,25	15	18,75	11,25	15	18,75	5,25	7	8,75
Mindestaußenluftvolumenstrom für Gebäude	m ³ /(hm ²)	0	0	0	3,7	5	6,3	1,8	2,5	3,2
relative Abwesenheit RLT	-	0	0	0	0,52	0,7	0,88	0,37	0,5	0,63
Teilbetriebsfaktor für Gebäudebetriebszeit	-	0	0	0	0,75	1	1,25	0,6	0,8	1

Tabelle 63 – Nutzungsranddaten der Profile 15, 16 und 17

	Einheit	15 Küche (Vorbereitung)			16 WC & Sanitär			17 Sonstige Aufenthaltsräume		
		von	Ø	bis	von	Ø	bis	von	Ø	bis
Beleuchtung										
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx	225	300	375	150	200	250	225	300	375
Minderungsfaktor k_A	-	0,75	1	1,25	0,75	1	1,25	0,69	0,93	1,17
relative Abwesenheit	-	0,37	0,5	0,63	0,67	0,9	1,13	0,37	0,5	0,63
Raumindex	-	1,12	1,5	1,88	0,6	0,8	1	0,93	1,25	1,57
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit	-	0,75	1	1,25	0,75	1	1,25	0,75	1	1,25
Betriebszeit während Tageszeit	h	1511	2411	2411	1982	2543	2543	1982	2543	2543
Betriebszeit während Nachtzeit	h	1489	1489	2989	207	207	1146	207	207	1146
Interne Wärmequellen										
Belegungsdichte	m ² /P	13	10	7	-	-	-	4	3	2
Personen	Wh/(m ² d)	42	56	70	-	-	-	70	94	118
Arbeitshilfen	Wh/(m ² d)	135	180	225	-	-	-	6	8	10
Automationsgrad										
Heizung	Klasse	A	C	D	A	C	D	A	C	D

Tabelle 64 – Nutzungsranddaten der Profile 18, 19 und 20

	Einheit	18 Nebenfläche			19 Verkehrsfläche			20 Lager		
		von	Ø	bis	von	Ø	bis	von	Ø	bis
Nutzungszeiten										
tägliche Nutzungszeit	Uhr	8:30 bis 16:30	7:00 bis 18:00	5:30 bis 19:30	8:30 bis 16:30	7:00 bis 18:00	5:30 bis 19:30	8:30 bis 16:30	7:00 bis 18:00	5:30 bis 19:30
tägliche Nutzungszeit	h	8	11	14	8	11	14	8	11	14
Jährliche Nutzungstage	d/a	187	250	313	187	250	313	187	250	313
tägliche Betriebszeit Heizung, RLT und Kühlung	Uhr	7:00 bis 16:30	5:00 bis 18:00	3:00 bis 19:30	7:00 bis 16:30	5:00 bis 18:00	3:00 bis 19:30	7:00 bis 16:30	5:00 bis 18:00	3:00 bis 19:30
Raumkonditionen										
Raum-Solltemperatur Heizung	°C	18	21	24	18	21	24	18	21	24
Raum-Solltemperatur Kühlung	°C	21	24	27	21	24	27	21	24	27
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb	K	3	4	5	3	4	5	3	4	5
Mindestaußenvolumenstrom										
flächenbezogen	m ³ /(hm ²)	-	-	-	-	-	-	0,11	0,15	0,19
Mindestaußenluftvolumenstrom für Gebäude	m ³ /(hm ²)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
relative Abwesenheit RLT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Teilbetriebsfaktor für Gebäudebetriebszeit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Beleuchtung										
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx	75	100	125	75	100	125	75	100	125
Höhe der Nutzebene	m ³ /(hm ²)	0,8 m	0,8 m	0,8 m	0,2	0,2	0,2	0,8	0,8	0,8
Minderungsfaktor k_A	-	0,75	1	1,25	0,75	1	1,25	0,75	1	1,25
relative Abwesenheit	-	0,67	0,9	1,13	0,6	0,8	1	0,73	0,98	1,23
Raumindex	-	1,12	1,5	1,88	0,6	0,8	1	1,12	1,5	1,88
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit	-	0,75	1	1,25	0,75	1	1,25	0,75	1	1,25
Betriebszeit während Tageszeit	h	1982	2543	2543	1982	2543	2543	1982	2543	2543
Betriebszeit während Nachtzeit	h	207	207	1146	207	207	1146	207	207	1146
Interne Wärmequellen										
Belegungsdichte	m ² /P	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Personen	Wh/(m ² d)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arbeitshilfen	Wh/(m ² d)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Automationsgrad										
Heizung	Klasse	A	C	D	A	C	D	A	C	D

Tabelle 65 – Nutzungsranddaten der Profile 22., EFH und MFH

	Einheit	22.2 Halle (mittelschwere Arbeit)			Wohnen EFH			Wohnen MFH		
		von	Ø	bis	von	Ø	bis	von	Ø	bis
Nutzungszeiten										
tägliche Nutzungszeit	Uhr	8:30 bis 14:30	7:00 bis 16:00	5:30 bis 19:30	00:00- 24:00	00:00- 24:00	00:00- 24:00	00:00- 24:00	00:00- 24:00	00:00- 24:00
tägliche Nutzungszeit	h	6	9	12	24	24	24	18	24	24
Jährliche Nutzungstage	d/a	172	230	288	273	365	365	273	365	365
tägliche Betriebszeit Heizung	Uhr	8:00 bis 14:30	6:00 bis 16:00	4:00 bis 19:30	6:30 bis 23:00	6:00 bis 23:00	5:30 bis 23:00	6:30 bis 23:00	6:00 bis 23:00	5:30 bis 23:00
tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung	Uhr	8:00 bis 14:30	6:00 bis 16:00	4:00 bis 19:30	00:00- 24:00	00:00- 24:00	00:00- 24:00	00:00- 24:00	00:00- 24:00	00:00- 24:00
Raumkonditionen										
Raum-Solltemperatur Heizung	°C	14	17	20	17	20	23	17	20	23
Raum-Solltemperatur Kühlung	°C	23	26	29	22	25	28	22	25	28
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb	K	3	4	5	3	4	5	3	4	5
Anteil mitbeheizter Fläche	-				0,50	0,25	0	0,30	0,15	0
Mindestaußenvolumenstrom										
flächenbezogen	m ³ /(hm ²)	1,87	2,5	3,13	3	4	5	3	4	5
Mindestaußenluftvolumen- strom für Gebäude	m ³ /(hm ²)	1,5	2	2,5	1,8	2,5	3,2	1,8	2,5	3,2
relative Abwesenheit RLT	-	0,15	0,2	0,25	0,22	0,3	0,38	0,22	0,3	0,38
Teilbetriebsfaktor für Gebäudebetriebszeit	-	0,75	1	1,25	0,52	0,7	0,88	0,52	0,7	0,88
nutzungsbedingter Mindestaußenluftwechsel	h ⁻¹				0,30	0,50	0,70	0,30	0,50	0,70
Beleuchtung										
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx	300	400	500						
Minderungsfaktor k _A	-	0,63	0,85	1,07						
relative Abwesenheit	-	0,07	0,1	0,13						
Raumindex	-	1,87	2,5	3,13						
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit	-	0,67	0,9	1,13						
Betriebszeit während Tageszeit	h	1502	2018	2018						
Betriebszeit während Nachtzeit	h	52	52	916						
Interne Wärmequellen										
Belegungsdichte	m ² /P	32	25	18						
Personen	Wh/(m ² d)	30	40	50	33	45	57	67,5	90	112,5
Arbeitshilfen	Wh/(m ² d)	210	280	350						
Automationsgrad										
Heizung	Klasse	A	C	D						

11.4 Detaillierte Beschreibung der Anlagenranddaten

11.4.1 Beleuchtung

Tabelle 66 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die Beleuchtung

Größe	Untersuchungsbandbreite			
	von	Ø	bis	
Leistung nach dem Tabellenverfahren				
Beleuchtungsart	-	direkt	direkt / indirekt	indirekt
Wartungsfaktor	-	sehr saubere Räume und häufig gereinigte Leuchten	üblicher Wartungsfaktor	hohe Staubbelastung / sehr lange Wartungsintervalle
Art der LED	-	LEDs in LED-Leuchten als Lichtbänder	LED-Ersatzlampen für stabförmige Leuchtstofflampen	LED-Ersatzlampen für Glühlampen
Art der Leuchtstoff- und Entladungslampen	-	Leuchtstofflampe stabförmig mit EVG und effizienten Reflektoren	Leuchtstofflampe stabförmig mit VVG	Quecksilberdampf-Hochdrucklampen
Leistung nach dem Wirkungsgradverfahren				
Beleuchtungsart	-	direkt	direkt / indirekt	indirekt
Wartungsfaktor	-	sehr saubere Räume und häufig gereinigte Leuchten	üblicher Wartungsfaktor	hohe Staubbelastung / sehr lange Wartungsintervalle
Betriebswirkungsgrad Leuchte	-	1	0,7	0,4
Systemlichtausbeute	lm/W	140	80	60
Leistung nach Fachplanung oder Aufmaß				
Installierte Leistung	W	Faktor 1/3	Standardwert	Faktor 3
Verschattung und Tageslichtfunktionen				
Sonnenschutzvorrichtung	-	Außenjalousie (10° Stellung), weiß	Außenjalousie (10° Stellung), dunkelgrau	Innenjalousie (10°, hellgrau)
Steuerung des Sonnenschutzes	-	beweglich & strahlungsabhängig	manuell und zeitgesteuert	manuell und zeitgesteuert
Tageslichtfunktion	-	Lichtlenkung	automatisch	nur Blendschutz
Verbauungsindex	-	ohne/1,0	pauschal	mit/0,0
Regelung und Steuerung der künstlichen Beleuchtung				
Präsenzerfassung	-	ja		nein
Konstantlichtregelung	-	ja		nein
Art der Tageslichtkontrolle	-	tageslichtabhängig ausschaltend, keine Standby-Verluste, nicht wiedereinschaltend		manuelle Schaltung
Berücksichtigung von Tageslicht bei den Beleuchtungsbereichen				
Fenster den Bereichen zugeordnet	-	ja (Tageslicht berücksichtigt)	nein (kein Tageslicht)	
Brüstungshöhe	m	wie Sturzhöhe	wie gegeben	0

11.4.2 Heizung

Tabelle 67 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die Heizung

Größe	Untersuchungsbandbreite			
	von	Ø	bis	
Steuerung, Regelung und Betriebsweise der Anlage				
Betriebsart Heizung an Nutzungstagen	-	Abschaltung	Absenkbetrieb	kein reduzierter Betrieb
Betriebsart Heizung an Wochenenden	-	Abschaltung	Absenkbetrieb	kein reduzierter Betrieb
Systemtemperaturen				
zusammen mit Wärmepumpe	°C/°C	35/28		55/45
zusammen mit Kesseln, Fernwärme	°C/°C	55/45	70/55	90/70
für Heizkörper, Deckenstrahlungsheizung, Warmluftheizung	°C/°C	55/45	70/55	90/70
für TABS	°C/°C	28/24	25/22	22/20
für Flächenheizung	°C/°C	35/28	40/30	50/40
Übergabe: Heizkörper				
Anordnung		Radiatorposition Außenwand	vor Glasflächen, mit Strahlungsschutz	vor Glasflächen, ohne Strahlungsschutz
Art des Reglers	-	PI-Regler mit Optimierungsfunktion	P-Regler	ungeregelt, mit VL-Temperaturregelung
intermittierende Betriebsweise	-	ja		nein
Regelung ist zertifiziert	-	ja		nein

Tabelle 67 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die Heizung (fortgeführt)

Größe	Untersuchungsbandbreite			
	von	Ø	bis	
Übergabe: Flächenheizung				
Art des Systems	-	Heizungsanlagen in Verbindung mit mechanischer Lüftung	FBH, Nasssystem	Deckenheizung
Art der Dämmung	-	mit Mindestdämmung nach DIN 4108	mit Mindestdämmung nach DIN EN 1264	ohne Mindestdämmung nach DIN EN 1264
Regelungsart	-	PI-Regler mit Optimierungsfunktion	PI-Regler	ungeregelt
intermittierende Betriebsweise	-	ja	nein	
Regelung ist zertifiziert	-	ja	nein	
Regelungen mit Hilfsenergie je Zone	-	6	12	18
Übergabe: TABS				
Art des Reglers	-	zentrale Vorlauftemperaturregelung	konstante Vorlauftemperatur	
Intermittierende Betriebsweise	-	ja	nein	
Regelung ist zertifiziert	-	ja	nein	
Übergabe: Elektroheizung				
Art	-	Direktheizung	Speicherheizung	
Anordnung	-	Außenwand	Innenwand	
Art des Reglers	-	PID-Regler	P-Regler	
Regelung ist zertifiziert	-	ja	nein	
intermittierende Betriebsweise	-	ja	nein	
Hilfsenergie für Ventilator	-	ja	nein	
Übergabe: Warmluftheizung				
Regelungsart	-	Raumtemperatur (Kaskadenregelung)	Raumtemperatur	Ablufttemperatur
Zahl elektromotorischer Stellantriebe	-	1	6	12
Regelgüte	-	hoch	niedrig	
intermittierende Betriebsweise	-	ja	nein	
Übergabe: Deckenstrahlungsheizung				
Art des Reglers	-	PI-Regler mit Optimierungsfunktion	P-Regler	ungeregelt
Hilfsenergie Lufterhitzer	-	< 8 m, mit WLR, asynchron, radial	< 8 m, ohne WLR, asynchron, radial	< 8 m, ohne WLR, axial
Regelung ist zertifiziert	-	ja	nein	
Dämmung	-	Mindestdämmung DIN 4108-2	ohne Dämmung	
Abdeckung/Überdeckung	-	bis 10 cm	über 10 cm	
Hilfsenergie	-	nein	ja	
Übergabe: Hell- und Dunkelstrahler				
Ausführung	-	verbessert, Einhaltung der Abstände zur Wand	Normausführung	
Regelungsart	-	PI-Regler mit Optimierung	PI-Regler	ungeregelt
Hilfsenergie	-	keine	ohne Warmluftrückführung mit Asynchronmotor (Raumhöhe < 8 m)	ohne Warmluftrückführung mit EC-Motor (Raumhöhe < 8 m)
Übergabe: zusätzliche vernetzte Einzelraumregelungssysteme				
Art	-	Netzwerkbetrieb mit selbstständiger Anpassung und Interaktion	eigenständig	kein
Anzahl Regelungen je Zone	Stück	0	6	12
Leitungslängen direkte Eingabe				
Länge	m	· 0,5	Standardwert	· 2
Leitungslängen Näherungsverfahren				
Art des Rohrnetzes	-	Zweirohrnetz	Einrohrnetz	
Übergabe in angrenzenden Räumen	-	ja	nein	
Lage der Steigstränge	-	Innenwand	Außenwand	
Art des zentralen Verteilnetzes	-	Etagenringtyp	Etagenverteiltertyp	Steigstrangtyp
Weitere Eingaben zur Verteilung				
Baualterklasse/Dämmung Rohrleitungen	-	nach 1995	1980 bis 1995	vor 1980
Hydraulischer Abgleich	-	ja, für ≤ 8 HK	ja, für > 8 HK	nein

Tabelle 67 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die Heizung (fortgeführt)

Größe		Untersuchungsbandbreite		
		von	Ø	bis
Umwälzpumpe				
Leistung (Direkteingabe)	W	· 0,5	Standardwert	· 2
bekannter EEI-Wert	-	· 0,4	Standardwert	· 1,6
Pumpenregelung		Δp variabel	Δp konstant	ungeregelt
Bedarfsauslegung	-	auf den Bedarf ausgelegt		nicht auf den Bedarf ausgelegt
Intermittierende Betriebsweise	-	ja		nein
Überströmung	-	nein		ja
Absenkung außerhalb der Nutzungszeit	-	ja		nein
Pufferspeicher				
Baujahr	-	nach 1994	1988 bis 1993	vor 1978
Speichervolumen	l	· 0,5	Standardwert	· 1,5
Bereitschaftswärmeverlust	kWh/d	· 0,5	Standardwert	· 2
Speicher und Erzeuger im selben Raum	-	ja		nein
separate Umwälzpumpe	-	nein		ja
zentrale gas- oder ölbefeuerte Kessel				
Baujahr	-	nach 1994	1978 – 1994	vor 1978
Brennstoff	-	Heizöl	Flüssiggas	Erdgas
Leistung	kW	· 0,7	Standard	· 1,3
Wirkungsgrade	%	+ 1 %-Punkt	Standard	- 9 %-Punkte
Bereitschaftsverlust	%	· 0,5	Standard	· 2
Art des Brenners	-	Gebläsekessel mit Brennertausch	Gebläsekessel	Gas-Spezial-Heizkessel (atmosphärischer Brenner)
Art des Brennwertkessels	-	Gas, verbessert		Gas
Pumpenmanagement	-	integriert, mit raumtemperaturgeführter Kesseltemperaturregelung	integriertes, mit auβentemperaturgeführter Kesseltemperaturregelung	ohne
zentrale Holzkessel				
Baujahr	-	2024	2011	vor 1978
Kesseltyp	-	Pellet-Brennwertkessel	Pelletkessel	Hackschnitzelkessel
Leistung	kW	· 0,7	Standard	· 1,3
Wirkungsgrade	%	+ 1 %-Punkt	Standard	- 9 %-Punkte
Bereitschaftsverlust	%	· 0,5	Standard	· 2
Pumpenmanagement	-	integriert, mit raumtemperaturgeführter Kesseltemperaturregelung	integriertes, mit auβentemperaturgeführter Kesseltemperaturregelung	ohne
Luft-Wasser-Wärmepumpe				
Baujahr	-	2015		2000
Leistung	kW	· 0,8	Standard	· 1,2
Regelbarkeit des Kompressors	-	Stufenlos	Zweistufig	Einstufig
maximale Vorlauftemperatur	°C	55	60	65
untere Einsatztemperatur	°C	-13	-10	-7
Heizgrenztemperatur	°C	10	15	17
Bivalenter Betrieb	-	Paralleler Betrieb	Teilparalleler Betrieb	Alternativer Betrieb
Bivalenztemperatur	°C	-10	-7	-2
Produktwerte der COP und Leistungen	-	Produktwert		Standardwert
Erdreich-Wasser-Wärmepumpe				
Baujahr	-	2015		2000
Art der Erschließung	-	Erdsonde		Erdkollektor
Leistung	kW	· 0,8	Standard	· 1,2
Regelbarkeit des Kompressors	-	Stufenlos	Zweistufig	Einstufig
maximale Vorlauftemperatur	°C	55	60	60
untere Einsatztemperatur	°C	-13	-10	-7
Heizgrenztemperatur	°C	10	15	17
Bivalenter Betrieb	-	Paralleler Betrieb	Teilparalleler Betrieb	Alternativer Betrieb
Bivalenztemperatur	°C	-10	-7	-2
Produktwerte der COP und Leistungen	-	Produktwert		Standardwert
Fernwärme				
Art des Primärnetzes	-	Warmwasser hohe Temperatur	Warmwasser niedrige Temperatur	Warmwasser niedrige Temperatur
Dämmklasse der Station	-	: 4/5	: 3/4	: 1/2

Tabelle 67 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die Heizung (fortgeführt)

Größe	Untersuchungsbandbreite			
	von	Ø	bis	
KWK				
Baujahr	-	2015		1990
Nutzungsgrad	-	93 %	87 %	82 %
Anteil der KWK an der Wärmeerzeugung	-	80 %	50 %	30 %
thermische Leistung	kW	30	20	10
elektrische Leistung	kW	21	10	3
Stromkennzahl	-	0,7	0,5	0,3
Nutzungsgrad Heiznetz	-	100 %		90 %
dezentrale Hell- und Dunkelstrahler				
Typ Abgasabfuhr	-	kondensierend mehrstufig	nicht kondensierend, mehrstufig	nicht kondensierend, einstufig
Brennstoff	-	Flüssiggas		Erdgas
Art	-	Hellstrahler		Dunkelstrahler
dezentrale brennstoffbetriebene Einzelerzeuger				
Erzeugertyp	-	Gasraumheizer, schornsteingebunden	Ölbefuerter Einzelofen	Kohlbefeuerter eiserner Ofen
zentrale oder dezentrale elektrische Heizung				
Baujahr	-	2023	2020	1977
Typ	-	Direkt	Speicherheizung mit dynamischer Heizung	Speicherheizung mit stetiger dynamischer Heizung

Die Parameter der Solarthermie sind in der Tabelle 68 aufgeführt.

11.4.3 Trinkwassererwärmung

Tabelle 68 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die Trinkwassererwärmung

Größe	Untersuchungsbandbreite			
	von	Ø	bis	
Leitungslängen direkte Eingabe				
Länge	m	· 0,5	Standardwert	· 2
Leitungslängen Näherungsverfahren				
Art des zentralen Verteilnetzes	-	Ebenentyp		Steigstrangtyp
Übergabe in angrenzenden Räumen	-	ja		nein
Art des dezentralen Verteilnetzes	-	eine Zapfstelle in einem Raum	mehrere Zapfstellen in angrenzendem Raum	mehrere Zapfstellen in angrenzendem Raum
Weitere Eingaben zur Verteilung				
Baualtersklasse/Dämmung Rohrleitungen		nach 1995	1980 bis 1995	vor 1980
Laufzeit der Zirkulation	h/d	· 0,7	Standardwert	· 1,3 (max. 24 h)
Zirkulationspumpe				
Leistung (Direkteingabe)	W	· 0,5	Standardwert	· 2
Bedarfsauslegung	-	auf den Bedarf ausgelegt		nicht auf den Bedarf ausgelegt
Pumpenregelung	-	geregelt		ungeregelt
indirekte Trinkwassererwärmung und Solarspeicher				
Speichervolumen	l	· 0,5	Standardwert	· 1,5
Bereitschaftswärmeverlust	kWh/d	· 0,5	Standardwert	· 2
Baujahr	-	nach 1994	1988 bis 1993	vor 1978
Art des Systems	-	indirekt beheizter Speicher		Durchfluss-System
Einbaulage des Speichers	-	stehender Speicher		liegender Speicher
separate Umwälzpumpe	-	nein		ja
Speicher und Erzeuger im selben Raum	-	ja		nein
elektrische Durchlauferhitzer				
Baujahr	-	2023	1994	1979
Regelung	-	Elektronisch		Hydraulisch
dezentrale Gas-Durchlaufwasserheizer				
Anzahl der installierten Geräte	Stück	5	10	20
weitere Daten	-	siehe Heizung „Kessel“		
dezentrale direkt beheizte Gasspeicher				
Baujahr	-	nach 1994	1988 bis 1993	vor 1978
Brennstoff	-	Flüssiggas		Erdgas
Wirkungsgrad	%	74	82	90
Speichervolumen	l	· 0,5	Standardwert	· 1,5
Bereitschaftswärmeverlust	kWh/d	· 0,5	Standardwert	· 2
Einbaulage des Speichers	-	stehender Speicher		liegender Speicher

Tabelle 68 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die Trinkwassererwärmung (fortgeführt)

Größe	Untersuchungsbandbreite		
	von	Ø	bis
Wohnungsstation			
Konfiguration	-	sekundärseitig gemischter Heizkreis	direkt angeschlossener Heizkreis ohne Regelung der primärseitigen RL-Temperaturen im Stillstandsfall
			direkt angeschlossener Heizkreis mit Regelung der primärseitigen RL-Temperaturen im Stillstandsfall
Solarthermie			
Kollektorfläche	m ²	· 0,5	Standardwert
Neigung	°	40	30
Ausrichtung	°	0 (S)	315 (SO)
Kollektorart	-	Röhrenkollektor	Flachkollektor
Konversionsfaktor	-	0,75	0,69
Einstrahlwinkelkorrektur	-	0,92	0,88
Wärmeverlustkoeffizient	W/(m ² K)	3,15	3,60

Die getesteten weiteren Wärmeerzeuger sind in der Tabelle 67 aufgeführt.

11.4.4 Kälte

Tabelle 69 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die Kälteversorgung in Nichtwohnbauten

Größe	Untersuchungsbandbreite		
	von	Ø	bis
Steuerung und Regelung			
Kühlung läuft täglich auch außerhalb der täglichen Betriebszeiten	-	nein	ja
Kühlung ist an Nichtnutzungstagen abgeschaltet	-	ja	nein
Systemtemperaturen für die Kälteübergabe			
Kaltwasser	°C/°C	16/18	14/18
			6/12
Effizienz der Kälteerzeugung bei direkter Eingabe			
EER	-	6	3,7
			2,5
Effizienz der zentralen Kälteerzeugung im Kennwertverfahren			
Baujahr	-	ab 2016	1991 bis 2010
			vor 1980
Medientemperatur bei Sorptionskälte	°C	90	80
Kompressortyp und Kühlwassereintritt bei Kompressionskälte	-	Turbo & variabel	Kolben/Scroll & konstant
Freie Kühlung	-	ja	nein
Splitbauweise	-	ja	nein
Rückkühlung für zentrale Kälteanlagen			
Art der Rückkühlung	-	Verdunstungskühlung	Trockenrückkühlung
Rückkühlkreis	-	offener Kreislauf	geschlossener Kreislauf
			geschlossener Kreislauf
freien Rückkühlung		Freie Rückkühlung im Alternativbetrieb	keine freie Rückkühlung
Effizienz der dezentralen Kälteerzeugung im Kennwertverfahren			
Baujahr	-	ab 2016	1991 bis 2010
			vor 1980
Typ	-	VRF-System	Multi-Split
			Kompaktklimagerät
Effizienz der geothermischen Kühlung			
Bodenart	-	Quarzit	Kalkstein
			Ton/Schluff trocken
Sondentyp	-	2U	1U
Bohrtiefe	m	100	70
			40
Pumpenart	-	Hocheffizienzpumpen	Standardpumpen
Pumpenregelung	-	Geregelt	Ungeregelt
Kältespeicher			
Speichertyp	-	Speicher mit Wetterprognoseregulierung	Spitzenlastspeicher
			Redundanzspeicher

Tabelle 69 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die Kälteversorgung in Nichtwohnbauten (fortgeführt)

Größe		Untersuchungsbandbreite		
		von	Ø	bis
Hilfsenergien der Pumpen				
Leistungseingabe direkt	W	· 0,5	Standard	· 2,0
Effizienzbewertung vereinfacht	-	hohe Effizienz	mittlere Effizienz	niedrige Effizienz
Überströmung vorhanden	-	Nein		ja, 50 %
Hydraulischer Abgleich	-	Ja		Nein
Hydraulische Entkopplung	-	Ja		Nein
Betriebsweise der Pumpe	-	vollautomatisierter, bedarfsgerechter Betrieb	saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung	ganzjähriger Betrieb (auch ohne Bedarf)

11.4.5 Raumluftechnik

Tabelle 70 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die Raumluftechnik

Größe		Untersuchungsbandbreite			
		von	Ø	bis	
Steuerung und Regelung					
Lüftungsanlage wird auch an Nicht-Nutzungstagen betrieben	-	Nein		Ja	
konstante Volumenströme	-	Ja		Nein	
Bedarfsabhängige Regelung der Luftqualität	-	IDA-C6	IDA-C4	IDA-C1	
Sollwert der Zulufttemperatur	normal beheizte Zone	°C	22	20	19
	niedrig beheizte Zone	°C	22	17	14
Übergabe der Warmluft und Kaltluft an die Zonen					
Nutzungsgrad Wärmeübergabe	-	1		0,9	
Kanalnetz					
Oberfläche der Kanäle außerhalb des Gebäudes	m ²	0		100	
Wärme- und ggf. Feuchterückgewinnung					
Typ der Wärmerückgewinnung	-	WRG mit Feuchteübertragung	WRG ohne Feuchteübertragung	keine WRG	
Änderungsgrad für Temperatur und ggf. Feuchte	-	0,73		0,65	0,40
Befeuchtung und Verdunstungskühlung					
Indirekte Verdunstungskühlung	-	Ja		Nein	
Art der Befeuchtung	-	Dampfbefeuchtung	Geregelter Verdunstungs-befeuchter	Ungeregelter Verdunstungs-befeuchter	
Sollwert der Befeuchtungsregelung	g/kg	8		6	
Ventilatorleistung als Direkteingabe					
Leistung	W	· 0,5	Standardwert	· 2	
Ventilatorleistung über Standardwerte					
spez. Ventilatorleistung	kW/(m ³ /s)	· 0,5	Standard	· 2	
Wirkungsgrad	%	70		60	50
Druckverlust	Pa	· 0,7	Standard	· 1,3	

11.4.6 Wohnungslüftung und -kühlung

Tabelle 71 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die Wohnungslüftung und -kühlung

Größe		Untersuchungsbandbreite			
		von	Ø	bis	
Außenluftdurchlässe und Luftwechsel					
Luftwechsel	h-1	0,4		0,6	0,8
Vorhandensein ALD	-	nein		ja	
bedarfsgeführte Steuerung	-	ja		nein	

Tabelle 71 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die Wohnungslüftung und -kühlung (fortgeführt)

Größe	Untersuchungsbandbreite			
		von	Ø	bis
Lüftungszentralgerät				
Baujahr	-	2020	2005	1990
Dichtheit des Lüftungsgerätes	-	hohe Luftdichtheit	keine Korrektur	geringe Luftdichtheit
Wärmeverluste des Lüftungsgerätes	-	gering	mittel	hoch
Vorhandensein WRG	-	ja		nein
Temperaturgrenze Außenluft für Ventilatorabschaltung	°C	< -12 °C	< -6 °C	> -6 °C
Leistungsaufnahme der Regelung bei abgeschalteten Ventilatoren	W	1	10	20
Wärmerückgewinnung und Abtauung				
Wärmebereitstellungsgrad	%	73	65	40
Verhalten der Lüftung während des Abtaubetriebs	-	Vorerwärmung der Außenluft mit einem Heizregister	Vorerwärmung der Außenluft mit einem Erdreich-Zuluft-, Erdreich-Sole- oder Solar-Zuluft-Wärmeübertrager	Abschaltung oder Reduzierung der Drehzahl des Zuluftventilators
Luft-Luft-Wärmepumpe				
Baujahr	-	2020	2015	2000
Ventilatoren				
Art des Motors	-	DC		AC
Leistung Zu- und Abluftventilator	W/(m³/h)	0,28	0,35	0,60
Leistung Abluftventilator	W/(m³/h)	0,13	0,20	0,26
Wärmeübergabe bei Lüftungsanlagen mit Heizfunktion				
Regelung	-	Raumregelung PI-Regler	Raumregelung P-Regler	Zonenregelung P-Regler
Lage der Übergaben	-	Außenwand		Innenwand
Anzahl der elektronischen Regelungen	Stück	1	6	12
Auslegungstemperatur	°C	35	45	55
Kälteübergabe				
Art der Flächen	-	Decke		Fußboden
Systemtemperaturen Kaltwasser				
für TABS	°C/°C	18/20	20/22	22/24
zentrale Kälteanlagen				
Baujahr	-	2020	2005	1990
Erzeugertyp	-	passive Kühlung		Kompressionskältemaschine
Gebäudetyp	-	besser als WSchV 1995		WSchV 1995 oder schlechter
Steuerung	-	digital Scroll		taktend
Erzeuger steht in gekühlter Umgebung	-	nein		ja
EER (direkte Eingabe)	-	5	3,1	2
Leistungsaufnahme der Regelung	W	5	10	20
Leistungsaufnahme im Standby	W	5	10	20
Pumpen in zentralen Kälteanlagen				
Summe der Nennleistungen der Pumpen nach Auslegung	W	- 0,5	1203	- 2
dezentrale Kälteanlagen				
Gebäudetyp	-	besser als WSchV 1995		WSchV 1995 oder schlechter
Systemtyp	-	Kompressionskältemaschine, digital Scroll		RKS - Multi-Split, taktend
Erzeuger steht in gekühlter Umgebung	-	nein		ja
EER (direkte Eingabe)	-	3,5	2,6	2,5

11.4.7 Regenerative Stromproduktion

Tabelle 72 – Testparameter und Varianzbandbreiten für die regenerative Stromproduktion

Größe	Untersuchungsbandbreite		
	von	Ø	bis
Photovoltaik allgemeine Daten			
Orientierung	-	Süd	Horizontal
Belüftung	-	stark oder freistehend	mäßig belüftet
Peakleistung als Direkteingabe			
Peakleistung	kW	-30 %	Standardwert
Peakleistung über Standardwerte			
Modulfläche	m ²	-30 %	Standardwert
Modulart	-	monokristallines Silizium	polykristallines Silizium
Baujahr	-	ab 2017	bis 2016
Mikrowindkraft			
Nabenhöhe	m	50	30
Rotorfläche	m	200	40

11.5 Quantitative Ergebnisse der Parameteruntersuchung

11.5.1 Nutz- und Endenergie der Beleuchtung

Tabelle 73 – Quantitative Testergebnisse für die Nutz- und Endenergie der Beleuchtung

Größe	Datenart	Listenbeispiel, Einheit	Ergebnis im Test	Ergebniseinfluss
Abminderungsfaktor Rahmenanteil oder Glasanteil	Zahl	% ODER -	0,83 %	sehr gering
Art der Beleuchtung (je Unterrubrik)	Liste	Leuchtstofflampe stabförmig mit VVG, LED als Lichtbänder	39,80 %	mittel
Art der Sonnenschutzvorrichtung	Liste	Außenjalousie (10° Stellung), weiß	0,00 %	sehr gering
Art der Verglasung	Liste	3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung	2,17 %	sehr gering
Art des Kontrollsystems für Tageslicht	Liste	tageslichtabhängig ausschaltend, keine Standby-Verluste, nicht wieder einschaltend	7,19 %	sehr gering
Automatische Präsenzerfassung	ja/nein	-	9,86 %	gering
Belegungsichte, Personenzahl	Zahl	P	0,02 %	sehr gering
Beleuchtungsart	Liste	direkt / indirekt	63,47 %	hoch
Betriebswirkungsgrad Leuchte	Zahl	% ODER -	105,12 %	sehr hoch
Betriebszeit während Tag- und Nachtzeit	Zahl	h/a	29,23 %	gering
Brüstungshöhe	Zahl	m	5,97 %	gering
Energiedurchlassgrad	Zahl	% ODER -	0,65 %	sehr gering
Fensterflächen	Zahl	m ²	3,06 %	gering
Hüllflächen	Zahl	m ²	0,69 %	sehr gering
installierte bezogene Leistung	Zahl	W/m ²	nicht getestet	sehr hoch
installierte Leistung	Zahl	W	319,79 %	
jährliche Nutzungstage	Zahl	d/a	24,73 %	gering
Konstantlichtregelung	ja/nein	-	16,50 %	gering
Lichttransmissionsgrad	Zahl	% ODER -	0,00 %	sehr gering
Minderungsfaktor für Bereich der Sehaufgabe	Zahl	% ODER -	48,28 %	hoch
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit	Zahl	% ODER -	43,40 %	mittel
Nettogrundfläche	Zahl	m ²	26,93 %	mittel
Raumindex	Zahl	-	25,86 %	gering
relative Abwesenheit	Zahl	% ODER -	16,87 %	gering
Steuerung des Sonnenschutzes	Liste	beweglich & strahlungsabhängig	0,00 %	sehr gering
Systemlichtausbeute	Zahl	lm/W	82,60 %	hoch
Tageslichtfunktion	Liste	Lichtlenkung, nur Blendschutz	0,82 %	sehr gering
tägliche Nutzungszeit	Zahl	h/d	29,16 %	mittel
Verbauungsindex	Zahl	% ODER -	44,76 %	mittel
Wartungsfaktor	Liste	sehr saubere Räume und häufig gereinigte Leuchten	31,82 %	mittel
Wartungswert der Beleuchtungsstärke zum Beleuchtungsbereich zugehörige transparente Bauteile	Zahl	lx	53,05 %	hoch
	Liste	-	8,15 %	gering

11.5.2 Nutzenergie der Heizung (Heizwärmebedarf)

Tabelle 74 – Quantitative Testergebnisse für die Nutzenergie der Heizung (Heizwärmebedarf)

Größe	Datenart	Listenbeispiel, Einheit	Ergebnis im Test	Ergebniseinfluss
Abminderungsfaktor Rahmenanteil oder Glasanteil	Zahl	% ODER -	5,11 %	sehr gering
Art der Sonnenschutzvorrichtung	Liste	Außenjalousie (10° Stellung), weiß	0,62 %	sehr gering
Art der Verglasung	Liste	3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung	11,52 %	mittel
Art des Rahmens und Randverbunds	Liste	PVC 3-Kammer ODER Eingabe in W/(m²K)	11,04 %	mittel
Außenluftdurchlässe vorhanden	ja/nein	-	8,79 %	gering
Bauschwere	Kombi	mittelschwer ODER Eingabe in Wh/K	5,99 %	gering
Betriebsart Heizung (Wohnbau)	Liste	kein reduzierter Betrieb	9,81 %	mittel
Betriebsart Heizung an Nutzungstagen	Liste	Abschaltung	9,54 %	mittel
Betriebsart Heizung an Wochenenden	Liste	Absenkbetrieb	11,32 %	mittel
Bruttovolumen	Zahl	m³	0,00 %	sehr gering
Dachneigung	Liste	45°	0,00 %	sehr gering
Energiedurchlassgrad	Zahl	% ODER -	0,72 %	sehr gering
F _x (Verfahrenswechsel)	Liste	detaillierte Betrachtung, vereinfachte Betrachtung	4,92 %	sehr gering
F _x (Verwendung von Standardwerten)	Liste	Fußboden mit Randdämmung, 5 m waagrecht	2,01 %	sehr gering
Gebäudedichtheit	Kombi	Kategorie II ODER Eingabe in h ⁻¹	56,77 %	sehr hoch
Hüllflächen	Zahl	m²	32,96 %	hoch
jährliche Nutzungstage	Zahl	d/a	8,89 %	gering
Lage des Gebäudes	Liste	freie Lage	7,23 %	gering
mehrere Fassaden dem Wind ausgesetzt	ja/nein	-	14,49 %	mittel
Mindestaußenvolumenstrom	Zahl	m³/(h · m²)	7,65 %	gering
mitbeheizte Fläche (Wohnbau)	Zahl	% ODER -	9,11 %	gering
Nettogrundfläche	Zahl	m²	14,61 %	mittel
Nettovolumen	Zahl	m³	18,68 %	hoch
Nettovolumen vereinfacht über Bruttovolumen	ja/nein	-	1,61 %	sehr gering
Personenzahl	Zahl	P	4,39 %	sehr gering
Raum-Solltemperatur der Heizung	Zahl	°C	46,19 %	sehr hoch
Steuerung der Sonnenschutzvorrichtung	Liste	beweglich & strahlungsabhängig	0,21 %	sehr gering
Strahlungsabsorptionsgrade	Kombi	helle Wand ODER Eingabe in % ODER -	3,26 %	sehr gering
tägliche Betriebszeit der Heizung	Zahl	h/d	0,45 %	sehr gering
tägliche Nutzungszeit	Zahl	h/d	6,76 %	gering
Teilbetriebsfaktor für Gebäudebetriebszeit der RL	Zahl	K	1,68 %	sehr gering
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb	Zahl	K	0,40 %	sehr gering
Verbindung der Zone zur Außenluft	Liste	mit Fenster und Durchlässen	43,90 %	hoch
Wärmebrückenzuschlag	Kombi	Kategorie A nach DIN 4108 Beiblatt 2 ODER Eingabe in W/(m²K)	26,19 %	hoch
Wärmedurchgangskoeffizienten	Zahl	W/(m²K)	91,95 %	sehr hoch
Wärmequellen aus Arbeitshilfen	Zahl	Wh/(m²d) ODER kWh/(m²a)	6,48 %	gering
Wärmequellen aus Beleuchtung	Zahl	kWh/Bilanzzeitraum	11,82 %	mittel
Windabschirmung	Liste	mittlere Abschirmung	22,08 %	hoch
windexponierte Fassaden	Liste	mehr als eine Fassade	5,64 %	gering

11.5.3 Nutzwärme der Raumluftechnik

Tabelle 75 – Quantitative Testergebnisse für die Nutzwärme der Raumluftechnik

Größe	Datenart	Listenbeispiel, Einheit	Ergebnis im Test	Ergebniseinfluss
Art der RL-Befeuchtung	Liste	Dampfbefeuchtung	22,03 %	sehr hoch
bedarfsabhängige Steuerung des Volumenstroms	Liste	IDA-C6	0,55 %	sehr gering
Lüftungsanlage wird auch an Nicht-Nutzungstagen betrieben	ja/nein	-	0,00 %	sehr gering
Luftvolumenströme sind für alle versorgten Zonen konstant	ja/nein	-	0,09 %	sehr gering
Oberfläche der Kanäle der Luftverteilung außerhalb des Gebäudes	Zahl	m²	1,36 %	gering

Tabelle 75 – Quantitative Testergebnisse für die Nutzwärme der Raumluftechnik (fortgeführt)

Größe	Datenart	Listenbeispiel, Einheit	Ergebnis im Test	Ergebniseinfluss
Regelung der Befeuchtung	Liste	ungeregelt	6,71 %	mittel
relative Abwesenheit RLT	Zahl	% ODER -	0,00 %	sehr gering
Sollwert der Befeuchtung	Liste	8 g/kg	0,00 %	sehr gering
Sollwert Zuluft (Winter)	Zahl	°C	0,76 %	gering
Teilbetriebsfaktor für Gebäudebetriebszeit	Zahl	% ODER -	1,68 %	gering
Temperaturänderungsgrad der WRG	Zahl	% ODER -	10,70 %	hoch
Typ der Wärmerückgewinnung	Liste	WRG ohne Feuchteübertragung	26,06 %	sehr hoch

11.5.4 Nutzwärme der Wohnungslüftung

Tabelle 76 – Quantitative Testergebnisse für die Nutzwärme der Wohnungslüftung

Größe	Datenart	Listenbeispiel, Einheit	Ergebnis im Test	Ergebniseinfluss
Anlagenluftwechsel	Zahl	h ⁻¹	5,89 %	mittel
Dichtheit des Lüftungsgerätes	Liste	hohe Luftdichtheit	0,23 %	sehr gering
Leistungsaufnahme der Regelung bei abgeschalteten Ventilatoren	Zahl	W	0,26 %	sehr gering
Leistungsaufnahme der Ventilatoren mit bedarfsgeführter Steuerung (der Luftmenge)	Zahl	W/(m ³ /h)	4,84 %	mittel
Temperaturgrenze Außenluft für Abschaltung Zuluftventilator	ja/nein	-	3,42 %	mittel
Verhalten der Lüftung während des Abtaubetriebs	Zahl	°C	0,00 %	sehr gering
Wärmebereitstellungsgrad	Liste	Abschaltung oder Reduzierung der Drehzahl des Zuluftventilators	1,84 %	gering
Wärmeübertrager vorhanden	Zahl	% ODER -	11,99 %	hoch
Wärmeübertrager vorhanden	ja/nein	-	22,96 %	sehr hoch
Wärmeverluste des Lüftungsgerätes	Liste	mittel	0,01 %	sehr gering

11.5.5 Endenergie der Heizung

Tabelle 77 – Quantitative Testergebnisse für die Endenergie der Heizung

Größe	Datenart	Listenbeispiel, Einheit	Ergebnis im Test	Ergebniseinfluss
Abdeckung/Überdeckung von Deckenstrahlplatten	Liste	bis 10 cm	2,86 %	gering
Absenkung außerhalb der Nutzungszeit	ja/nein	-	0,01 %	sehr gering
Anteil der KWK an der Wärmeerzeugung	Zahl	% ODER -	11,80 %	hoch
Art der Abgasabfuhr bei dezentraler Hallenheizung	Liste	nicht kondensierend, mehrstufig	8,54 %	hoch
Art der brennstoffbetriebenen Einzelheizung	Liste	ölbefuerter Einzelofen	19,40 %	sehr hoch
Art der Dämmung bei Flächenheizungen	Liste	mit Mindestdämmung nach DIN 4108	4,09 %	mittel
Art der Einzelraumregelsysteme	Liste	Netzwerkbetrieb; eigenständig	6,07 %	mittel
Art der elektrischen Einzelheizung	Liste	Speicherheizung	7,29 %	mittel
Art der Geothermie/Erdwärmeschließung für Wärmepumpe	Liste	Erdsonde	4,21 %	mittel
Art der Hausstation bei Nah-/Fernwärme	Liste	Warmwasser hohe Temperatur	0,01 %	sehr gering
Art der Regelung der Übergabe	Liste	PI-Regler mit Optimierungsfunktion	4,48 %	mittel
Art des Brennwertkessels	Liste	verbessert	2,45 %	gering
Art des Kollektors	Liste	Flachkollektor	0,00 %	sehr gering
Art des Niedertemperaturkessels	Liste	mit Brenntausch	2,25 %	gering
Art des Rohrnetzes	Liste	Zweirohrnetz	0,01 %	sehr gering
Art Hallenheizung	Liste	Dunkelstrahler	1,24 %	sehr gering
Ausführung der Deckenstrahlung	Liste	Verbesserte Ausführung	2,89 %	gering
Auslegungstemperaturen	Kombi	70/55°C ODER Eingabe in °C	1,71 %	gering
Ausrichtung der Kollektoren	Liste	315° (SO)	1,93 %	gering
Automatisierungsgrad Heizen	Liste	Klasse B	6,78 %	mittel
Baualterklasse des Erzeugers	Kombi	nach 1994 ODER Eingabe einer Jahreszahl	2,21 %	gering
Baualterklasse des Speichers	Kombi	nach 1994 ODER Eingabe einer Jahreszahl	nicht getestet	siehe Tabelle 83
Baualterklasse/ Dämmung Rohrleitungen	Kombi	1980 - 1995 ODER Eingabe einer Jahreszahl	0,78 %	sehr gering

Tabelle 77 – Quantitative Testergebnisse für die Endenergie der Heizung (fortgeführt)

Größe	Datenart	Listenbeispiel, Einheit	Ergebnis im Test	Ergebniseinfluss
Bereitschaftswärmeverluste des Speichers	Zahl	kWh/d	1,00 %	sehr gering
Betriebsart Heizung	Liste	kein reduzierter Betrieb	9,81 %	hoch
Betriebsart Heizung an Nutzungstagen	Liste	Absenkbetrieb	9,54 %	hoch
Betriebsart Heizung an Wochenenden	Liste	Abschaltung	11,32 %	sehr hoch
Betriebsbereitschaftsverlust bei Kesseln	Zahl	kW ODER % ODER -	0,73 %	sehr gering
Bivalenter Betrieb bei Wärmepumpen	Liste	Teilparalleler Betrieb	9,51 %	hoch
Bivalenztemperatur für Wärmepumpe	Zahl	°C	4,01 %	mittel
Brennertyp für Kessel	Liste	atmosphärischer Brenner; Pelletbrenner	2,14 %	gering
Dämmklasse einer Übergabestation	Liste	4/5	0,06 %	sehr gering
Einstrahlwinkelkorrektur bei Solarthermie	Zahl	% ODER -	0,19 %	sehr gering
Energieträger bei brennstoffbetriebener Erzeugung	Liste	Erdgas	4,57 %	mittel
Heizgrenztemperatur bei Wärmepumpen	Kombi	10°C ODER Wert in °C	4,01 %	mittel
Heizkörperanordnung oder Lage der Übergaben	Liste	an der Außenwand	1,89 %	gering
Hydraulischer Abgleich	Liste	ja, für ≤ 8 Heizkörper/Abgleich	1,82 %	gering
integriertes Pumpenmanagement	Liste	mit außentemperaturgeführter Kesseltemperaturregelung	3,51 %	gering
Intermittierende Betriebsweise der Wärmeübergabe	ja/nein	-	0,47 %	sehr gering
Jährliche Nutzungstage	Zahl	d/a	8,89 %	hoch
Kollektorfläche bei Solarthermie	Zahl	m ²	5,20 %	mittel
Konfiguration der Wohnungsstation	Liste	sekundärseitig gemischter Heizkreis	0,66 %	sehr gering
Konversionsfaktor für Solarthermie	Zahl	-	0,31 %	sehr gering
Lage der Erzeuger (Heizung und Trinkwarmwasser) I	Liste	pauschal im beheizten; in bestimmten Zonen	1,33 %	sehr gering
Lage der Erzeuger (Heizung und Trinkwarmwasser) II	Liste	im Beheizten; im Unbeheizten	0,79 %	sehr gering
Lage der Leitungen und Speicher (Heizung) I	Liste	pauschal im beheizten; in bestimmten Zonen	3,82 %	gering
Lage der Leitungen und Speicher (Heizung) II	Liste	im Beheizten; im Unbeheizten	1,08 %	sehr gering
Lage der Steigestränge	Liste	Innenwand	0,02 %	sehr gering
Leistungsaufnahme im Standbybetrieb bei Kesseln	Zahl	kW	1,91 %	gering
Leistungsdaten der Wärmepumpe (COP)	Zahl	-	14,71 %	sehr hoch
Leitungslänge	Zahl	m	3,57 %	gering
maximale Vorlauftemperatur bei Wärmepumpen	Zahl	°C	0,01 %	sehr gering
Neigung der Kollektorfläche	Liste	°	3,78 %	gering
Nennleistung	Zahl	kW	4,38 %	mittel
Nettogrundfläche	Zahl	m ²	23,33 %	sehr hoch
Netztyp des zentralen Verteilnetzes	Liste	Ebenentyp	1,05 %	sehr gering
Nutzungsgrad der KWK	Zahl	g	4,42 %	mittel
Nutzungsgrad Heiznetz bei KWK	Zahl	% ODER -	5,51 %	mittel
Produkt ist zertifiziert (Regelung der Wärmeübergabe)	ja/nein	-	1,69 %	gering
Regelbarkeit von Wärmepumpen	Liste	zweistufig	27,28 %	sehr hoch
Regelgüte für Umluftheizregister	Liste	hoch	2,54 %	gering
Speicher und Erzeuger im selben Raum	ja/nein	-	0,32 %	sehr gering
Speichernenninhalt des Pufferspeichers	Zahl	l ODER m ³	5,67 %	mittel
Stromkennzahl für KWK	Zahl	% ODER -	8,19 %	hoch
System der Flächenheizung	Liste	FBH als Nasssystem	6,73 %	mittel
tägliche Betriebszeit Heizung	Zahl	h/d	0,37 %	sehr gering
tägliche Nutzungszeit	Zahl	h/d	6,76 %	mittel
untere Einsatzgrenze bei Wärmepumpen	Zahl	°C	9,06 %	hoch
Volllastwirkungsgrad von Kesseln	Zahl	% ODER -	11,51 %	sehr hoch
Wärmeverlust I für Solarthermie	Zahl	W/(m ² K)	0,22 %	sehr gering

11.5.6 Nutzenergie der Kühlung (Kühlbedarf)

Tabelle 78 – Quantitative Testergebnisse für die Nutzenergie der Kühlung (Kühlbedarf)

Größe	Datenart	Listenbeispiel, Einheit	Ergebnis im Test	Ergebniseinfluss
Abminderungsfaktor Rahmenanteil oder Glasanteil	Zahl	% ODER -	25,37 %	hoch
Art der Sonnenschutzvorrichtung	Liste	Außenjalousie (10° Stellung), weiß	1,54 %	sehr gering
Art der Verglasung	Liste	3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung	14,47 %	mittel
Art des Rahmens und Randverbunds	Liste	PVC 3-Kammer ODER Eingabe in W/(m²K)	6,12 %	gering
Außenluftdurchlässe vorhanden	ja/nein	-	3,50 %	sehr gering
Bauschwere	Kombi	mittelschwer ODER Eingabe in Wh/K	27,67 %	hoch
Bruttovolumen	Zahl	m³	0,00 %	sehr gering
Dachneigung	Liste	45°	ohne	siehe
Energiedurchlassgrad	Zahl	% ODER -	ohne	Tabelle 74
F _x (Verfahrenswechsel)	Liste	detaillierte Betrachtung, vereinfachte Betrachtung	2,36 %	sehr gering
F _x (Verwendung von Standardwerten)	Liste	Fußboden mit Randdämmung, 5 m waagrecht	0,09 %	sehr gering
Gebäudedichtheit	Kombi	Kategorie II ODER Eingabe in h ⁻¹	22,12 %	hoch
Hüllflächen	Zahl	m²	14,28 %	mittel
jährliche Nutzungstage	Zahl	d/a	24,58 %	sehr hoch
Kühlung ist an Nicht-Nutzungstagen abgeschaltet	ja/nein	-	2,02 %	sehr gering
Kühlung läuft täglich auch außerhalb der täglichen Betriebszeiten	ja/nein	-	0,64 %	sehr gering
Lage des Gebäudes	Liste	freie Lage	8,71 %	gering
mehrere Fassaden dem Wind ausgesetzt	ja/nein	-	5,39 %	gering
Mindestaußenvolumenstrom	Zahl	m³/(h · m²)	6,76 %	gering
Nettogrundfläche	Zahl	m²	13,59 %	mittel
Nettovolumen vereinfacht über Bruttovolumen	ja/nein	-	2,06 %	sehr gering
Nettovolumen	Zahl	m³	10,79 %	gering
Personenzahl	Zahl	P	14,89 %	mittel
Raum-Solltemperatur Kühlung	Zahl	°C	109,60 %	sehr hoch
Steuerung der Sonnenschutzvorrichtung	Liste	beweglich & strahlungsabhängig	0,77 %	sehr gering
Strahlungsabsorptionsgrade	Kombi	helle Wand ODER Eingabe in % ODER -	11,98 %	gering
tägliche Nutzungszeit	Zahl	h/d	19,49 %	mittel
Teilbetriebsfaktor für Gebäudebetriebszeit der RL T	Zahl	K	0,38 %	sehr gering
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb	Zahl	K	0,20 %	sehr gering
Verbindung der Zone zur Außenluft	Liste	mit Fenster und Durchlässen	26,55 %	hoch
Wärmebrückenzuschlag	Kombi	Kategorie A nach DIN 4108 Beiblatt 2 ODER Eingabe in W/(m²K)	8,52 %	gering
Wärmedurchgangskoeffizienten	Zahl	W/(m²K)	20,42 %	hoch
Wärmequellen aus Arbeitshilfen	Zahl	Wh/(m²d) ODER kWh/(m²a)	12,35 %	mittel
Wärmequellen aus Beleuchtung	Zahl	kWh/ Bilanzzeitraum	43,02 %	sehr hoch
Windabschirmung	Liste	mittlere Abschirmung	2,67 %	sehr gering
windexponierte Fassaden	Liste	mehr als eine Fassade	11,39 %	gering

11.5.7 Nutzkälte der Raumlufttechnik

Tabelle 79 – Quantitative Testergebnisse für die Nutzkälte der Raumlufttechnik

Größe	Datenart	Listenbeispiel, Einheit	Ergebnis im Test	Ergebniseinfluss
Art der RL T-Befeuchtung	Liste	Dampfbefeuchtung	3,43 %	hoch
bedarfsabhängige Steuerung des Volumenstroms	Liste	IDA-C6	0,00 %	sehr gering
Lüftungsanlage wird auch an Nicht-Nutzungstagen betrieben	ja/nein	-	0,00 %	sehr gering
Luftvolumenströme sind für alle versorgten Zonen konstant	ja/nein	-	0,00 %	sehr gering
Oberfläche der Kanäle der Luftverteilung außerhalb des Gebäudes	Zahl	m²	0,00 %	sehr gering
Regelung der Befeuchtung	Liste	ungeregelt	3,74 %	hoch

Tabelle 79 – Quantitative Testergebnisse für die Nutzkälte der Raumluftechnik (fortgeführt)

Größe	Datenart	Listenbeispiel, Einheit	Ergebnis im Test	Ergebniseinfluss
relative Abwesenheit RLT	Zahl	% ODER -	0,00 %	sehr gering
Sollwert der Befeuchtung	Liste	8 g/kg	0,00 %	sehr gering
Sollwert Zuluft (Sommer)	Zahl	°C	2,99 %	mittel
Teilbetriebsfaktor für Gebäudebetriebszeit	Zahl	% ODER -	0,15 %	gering
Temperaturänderungsgrad der WRG	Zahl	% ODER -	2,76 %	mittel
Typ der Wärmerückgewinnung	Liste	WRG ohne Feuchteübertragung	4,79 %	sehr hoch

11.5.8 Nutzkälte der Wohnungslüftung

Tabelle 80 – Quantitative Testergebnisse für die Nutzkälte der Wohnungslüftung

Größe	Datenart	Listenbeispiel, Einheit	Ergebnis im Test	Ergebniseinfluss
Anlagenluftwechsel	Zahl	h ⁻¹	5,15 %	mittel
Dichtheit des Lüftungsgerätes	Liste	hohe Luftdichtheit	0,00 %	sehr gering
Leistungsaufnahme der Regelung bei abgeschalteten Ventilatoren	Zahl	W	0,00 %	sehr gering
Leistungsaufnahme der Ventilatoren mit bedarfsgeführter Steuerung (der Luftmenge)	Zahl	W/(m ³ /h)	0,00 %	mittel
Temperaturgrenze Außenluft für Abschaltung Zuluftventilator	ja/nein	-	2,13 %	mittel
Verhalten der Lüftung während des Abtaubetriebs	Zahl	°C	0,00 %	sehr gering
Verhalten der Lüftung während des Abtaubetriebs	Liste	Abschaltung oder Reduzierung der Drehzahl des Zuluftventilators	0,00 %	gering
Wärmebereitstellungsgrad	Zahl	% ODER -	ohne	siehe Tabelle 76
Wärmeübertrager vorhanden	ja/nein	-	ohne	
Wärmeverluste des Lüftungsgerätes	Liste	mittel	ohne	

11.5.9 Endenergie Kühlung im Nichtwohnbau

Tabelle 81 – Quantitative Testergebnisse für die Endenergie der Kühlung von Nichtwohnbauten

Größe	Datenart	Listenbeispiel, Einheit	Ergebnis im Test	Ergebniseinfluss
Art der Übergabe	Liste	Kaltwasser 14/18 ohne Gebläse	10,52 %	gering
Baualterklasse des Kälteerzeugers	Liste	1991 bis 2010	20,24 %	mittel
Bodenart	Liste	Ton/Schluff trocken	51,83 %	hoch
Bohrtiefe	Zahl	m	43,84 %	hoch
Erzeuger in der Split-Bauweise	ja/nein	-	3,25 %	sehr gering
Heizmedientemperatur	Zahl	°C	0,39 %	sehr gering
indirekte Verdunstungskühlung	ja/nein	-	2,49 %	sehr gering
jährliche Nutzungstage	Zahl	d/a	24,58 %	mittel
Kühlung ist an Nichtnutzungstagen abgeschaltet	ja/nein	-	2,69 %	sehr gering
Kühlung läuft täglich auch außerhalb der täglichen Betriebszeiten	ja/nein	-	0,86 %	sehr gering
Nennkälteleistungszahl EER	Zahl	-	70,75 %	sehr hoch
Nutzungsgrad Wärmeübergabe	Zahl	% ODER -	0,00 %	sehr gering
Rückkühlkreis	Liste	geschlossener Kreislauf	2,36 %	sehr gering
Rückkühlsystem	Liste	Verdunstungskühlung	11,78 %	gering
Sondentyp	Liste	2U	17,20 %	mittel
Speichertyp	Liste	Spitzenlastspeicher	38,60 %	hoch
System der freien Kühlung	Liste	Freie Kühlung mit luftgekühlten KM	1,54 %	sehr gering
System der freien Rückkühlung	Liste	Freie Rückkühlung im Alternativbetrieb	0,53 %	sehr gering
tägliche Nutzungszeit	Zahl	h/d	21,66 %	mittel
Typ der dezentralen Kälte	Liste	VRF-System	34,57 %	hoch
Typ der zentralen Kälte und Art des Wassereinlasses	Liste	Kolben/Scroll & konstant	26,59 %	mittel

11.5.10 Endenergie Kühlung im Wohnbau

Tabelle 82 – Quantitative Testergebnisse für die Endenergie der Kühlung von Wohnbauten

Größe	Datenart	Listenbeispiel, Einheit	Ergebnis im Test	Ergebniseinfluss
Art der Kälteübergabe und -verteilung	Liste	Fußboden	0,73 %	gering
Auslegungstemperaturen	Zahl	°C	0,00 %	sehr gering
Baualtersklasse des Erzeugers	Liste	2015	0,00 %	sehr gering
EER	Zahl	-	31,63 %	hoch
Erzeuger steht in gekühlter Umgebung	ja/nein	-	0,40 %	gering
Erzeugertyp	Liste	Kompressionskältemaschine	76,06 %	sehr hoch
Gebäudetyp	Liste	EFH WSchV 1995 oder schlechter	7,81 %	gering
Jährliche Nutzungstage	Zahl	d/a	12,93 %	mittel
Lage der Übergaben	Liste	Innenwand	0,00 %	sehr gering
Regelung der Übergabe#	Liste	Einzelraumregelung PI-Regler	0,00 %	sehr gering
Regelung des Kompressors	Liste	Digital Scroll	10,85 %	mittel

11.5.11 Nutz- und Endenergie der Trinkwarmwassererwärmung

Tabelle 83 – Quantitative Testergebnisse für die Nutz- und Endenergie der Trinkwassererwärmung

Größe	Datenart	Listenbeispiel, Einheit	Ergebnis im Test	Ergebniseinfluss
Anteil der KWK an der Wärmezeugung	Zahl	% ODER -	13,12 %	hoch
Anzahl der installierten Gasdurchlauferhitzer	Zahl	Stück	29,53 %	hoch
Art der Geothermie/Erdwärmeerschließung für Wärmepumpe	Liste	Erdsonde	2,96 %	gering
Art der Hausstation bei Nah-/Fernwärme	Liste	Warmwasser hohe Temperatur	0,00 %	sehr gering
Art der Trinkwassererwärmung	Liste	Durchflusssystem; Speicher	0,05 %	sehr gering
Art der Übergabe bei dezentraler Verteilung	Liste	eine Zapfstelle in einem Raum	1,34 %	gering
Art des Brennwertkessels	Liste	verbessert	0,99 %	gering
Art des Brennwertkessels (DLE)	verbessert	Liste	2,32 %	gering
Art des Kollektors	Liste	Flachkollektor	0,00 %	sehr gering
Art des Niedertemperaturkessels	Liste	mit Brennertausch	0,09 %	sehr gering
Ausrichtung des Kollektors	Liste	315° (SO)	3,79 %	mittel
Baualtersklasse des Erzeugers	Kombi	nach 1994 ODER Eingabe einer Jahreszahl	1,04 %	gering
Baualtersklasse des Speichers	Kombi	nach 1994 ODER Eingabe einer Jahreszahl	3,99 %	mittel
Baualtersklasse/Dämmung Rohrleitungen	Kombi	bis 1979 ODER Eingabe einer Jahreszahl	14,88 %	hoch
Bereitschaftswärmeverluste bei Speichern	Zahl	kWh/d	5,12 %	mittel
Betriebsbereitschaftsverlust bei Kesseln	Zahl	kW ODER % ODER -	3,25 %	mittel
Bivalenter Betrieb bei Wärmepumpen	Liste	Teilparalleler Betrieb	0,00 %	sehr gering
Bivalenztemperatur für Wärmepumpe	Zahl	°C	0,00 %	sehr gering
Brennertyp für Kessel	Liste	atmosphärischer Brenner; Pelletbrenner	0,00 %	sehr gering
Dämmklasse einer Übergabestation	Liste	4/5	0,00 %	sehr gering
Einbaulage des Speichers	Liste	liegend	0,04 %	sehr gering
Einstrahlwinkelkorrektur bei Solarthermie	Zahl	% ODER -	0,54 %	gering
Energieträger bei brennstoffbetriebener Erzeugung	Liste	Erdgas	0,57 %	sehr gering
Heizgrenztemperatur bei Wärmepumpen	Kombi	12 °C ODER Eingabe in °C	0,00 %	sehr gering
integriertes Pumpenmanagement bei Kesseln	Liste	mit Außentemperaturgeführter Kesseltemperaturregelung	0,00 %	sehr gering
jährliche Nutzungstage	Zahl	d/a	18,34 %	hoch
Kollektorfläche bei Solarthermie	Zahl	m²	51,55 %	sehr hoch
Konfiguration der Wohnungsstation	Liste	sekundärseitig gemischter Heizkreis	4,89 %	mittel
Konversionsfaktor für Solarthermie	Zahl	-	1,08 %	gering
Lage der Leitungen und Speicher (Trinkwarmwasser) I	Liste	pauschal im beheizten; in bestimmten Zonen	0,20 %	sehr gering
Lage der Leitungen und Speicher (Trinkwarmwasser) II	Liste	im Beheizten; im Unbeheizten	1,89 %	gering
Lage der Steigestränge	Liste	Innenwand	0,16 %	sehr gering
Lage des Erzeugers (Heizung und Trinkwarmwasser) I	Liste	pauschal im beheizten; in bestimmten Zonen	0,06 %	sehr gering

Tabelle 83 – Quantitative Testergebnisse für die Nutz- und Endenergie der Trinkwassererwärmung (fortgeführt)

Größe	Datenart	Listenbeispiel, Einheit	Ergebnis im Test	Ergebniseinfluss
Lage des Erzeugers (Heizung und Trinkwarmwasser) II	Liste	im Beheizten; im Unbeheizten	0,24 %	sehr gering
Laufzeit der Zirkulation	Zahl	h/d	6,29 %	mittel
Regelung von DLE	Liste	elektronisch	0,40 %	sehr gering
Wirkungsgrad dezentraler Gasspeicherwassererwärmer	Zahl	% oder -	9,84 %	mittel
Leistungsaufnahme im Standbybetrieb bei Kesseln	Zahl	kW	19,82 %	hoch
Leistungsdaten der Wärmepumpe (COP)	Zahl	-	4,61 %	mittel
Leitungslänge	Zahl	m	31,04 %	hoch
Neigung der Kollektorfläche	Liste	°	8,75 %	mittel
Nennleistung des Erzeugers	Zahl	kW	1,41 %	gering
Nettogrundfläche	Zahl	m ²	53,97 %	sehr hoch
Netztyp des zentralen Verteilnetzes	Liste	Ebenentyp	2,82 %	gering
Nutzungsgrad der KWK	Zahl	% ODER -	3,96 %	mittel
Nutzungsgrad Heiznetz bei KWK	Zahl	% ODER -	1,44 %	gering
Regelbarkeit von Wärmepumpen	Liste	zweistufig	9,93 %	hoch
Speicher und Erzeuger im selben Raum	ja/nein	-	0,23 %	sehr gering
Speichernenninhalt des Trinkwarmwasserspeichers	Zahl	l ODER m ³	4,37 %	mittel
Stromkennzahl für KWK	Zahl	% ODER -	8,38 %	mittel
tägliche Nutzungszeit	Zahl	h/d	2,13 %	gering
Übergabe in angrenzenden Räumen bei zentraler Versorgung	ja/nein	-	0,00 %	sehr gering
untere Einsatzgrenze bei Wärmepumpen	Zahl	°C	0,00 %	sehr gering
Volllastwirkungsgrad von Kesseln	Zahl	% ODER -	0,66 %	gering
Wärmeverlust I für Solarthermie	Zahl	W/(m ² K)	0,43 %	sehr gering
Warmwasserbedarf (Nutzen) im Wohnbau	Zahl	kWh/(m ² a)	53,23 %	sehr hoch
Warmwasserbedarf (Nutzen) im Nichtwohnbau	Zahl	Wh/(m ² d) ODER kWh/(Bezug:d)	166,48 %	sehr hoch

11.5.12 Hilfsenergie für Lufttransport der Raumluftechnik

Tabelle 84 – Quantitative Testergebnisse für die Transportenergie der Raumluftechnik

Größe	Datenart	Listenbeispiel, Einheit	Ergebnis im Test	Ergebniseinfluss
Auslegungsdruckverlust im gesamten Kanalnetz inklusive Anlage (Zuluft)	Zahl	Pa	62,25 %	hoch
bedarfsabhängige Steuerung	Liste	IDA-C6	5,62 %	sehr gering
jährliche Nutzungstage	Zahl	d/a	37,69 %	mittel
Leistung Ventilator	Zahl	kW/(m ³ /s)	93,35 %	sehr hoch
Lüftungsanlage wird auch an Nicht-Nutzungstagen betrieben	ja/nein	-	0,00 %	sehr gering
Luftvolumenströme sind für alle versorgten Zonen konstant	ja/nein	-	32,46 %	mittel
Mindestaußenvolumenstrom flächenbezogen	Zahl	(m ³ /h)/m ²	31,82 %	mittel
Mittlerer Gesamtwirkungsgrad	Zahl	% ODER -	34,27 %	mittel
Nettogrundfläche	Zahl	m ²	19,06 %	gering
relative Abwesenheit RLT	Zahl	% ODER -	0,00 %	sehr gering
tägliche Nutzungszeit	Zahl	h/a	36,21 %	mittel
Teilbetriebsfaktor für Gebäudebetriebszeit der RLT	Zahl	% ODER -	0,00 %	sehr gering

11.5.13 Hilfsenergie für Lufttransport der Wohnungslüftung

Tabelle 85 – Quantitative Testergebnisse für die Transportenergie der Wohnungslüftung

Größe	Datenart	Listenbeispiel, Einheit	Ergebnis im Test	Ergebniseinfluss
Anlagenluftwechsel	Zahl	h^{-1}	28,34 %	hoch
Art des Motors	Liste	DC	25,73 %	hoch
Baualterklasse der Anlage	Kombi	ab 2018 ODER direkte Jahresangabe	13,91 %	mittel
Dichtheit des Lüftungsgerätes	Liste	hohe Luftdichtheit	0,18 %	sehr gering
jährliche Nutzungstage	Zahl	d/a	10,60 %	gering
Leistungsaufnahme der Ventilatoren	Zahl	W/(m ³ /h)	30,40 %	sehr hoch
Nettovolumen	Zahl	m ³	23,66 %	hoch
Temperaturgrenze Außenluft für Abschaltung Zuluftventilator	Zahl	°C	0,00 %	sehr gering
Verhalten der Lüftung während des Abtaubetriebs	Liste		0,44 %	sehr gering
Wärmebereitstellungsgrad	Zahl	% ODER -	3,36 %	sehr gering
W Wärmeübertrager vorhanden	ja/nein	-	11,93 %	gering

11.5.14 Sonstige Hilfsenergien

Tabelle 86 – Quantitative Testergebnisse für die sonstigen Hilfsenergien ohne Transportenergie

Größe	Datenart	Listenbeispiel, Einheit	Ergebnis im Test	Ergebniseinfluss
Anzahl der Einzelraumregelungen pro Zone	Zahl	Stück	1,79 %	gering
Anzahl der elektronischen Regelungen in Wohnungslüftungssystemen	Zahl	Stück	0,24 %	sehr gering
Anzahl der installierten Gas-Durchlaufwassererwärmer	Zahl	Stück	2,34 %	gering
Art der indirekten Lüfterhitzer	Liste	ohne Warmluftrückführung mit EC-Motor	32,38 %	sehr hoch
Art der Geothermie/ Erdwärmeerschließung	Liste	Erdsonde, Erdkollektor	0,23 %	sehr gering
Art der Hallenheizung	Liste	Dunkelstrahler	5,45 %	mittel
Art der Raumregelung	Liste	PI-Regler, Ablufttemperatur	1,46 %	gering
Art der RLT-Befeuchtung	Liste	geregelter Verdunstungsbefeuchter	2,33 %	gering
Art der Wassererwärmung	Liste	Speicher, Durchflusssystem	0,11 %	sehr gering
Art des Brennwertkessels	Liste	verbesserter Kessel	0,21 %	sehr gering
Art des Einzelraumregelsystems	Liste	Netzwerkbetrieb mit selbstständiger Anpassung und Interaktion	1,75 %	gering
Art des Rohrnetzes	Liste	Einrohrheizung	1,63 %	gering
Ausführung der Deckenstrahlung	Liste	verbesserte Ausführung und Einhaltung der Abstände zur Wand	0,65 %	sehr gering
Auslegung der Zirkulationspumpe	Liste	nicht auf den Bedarf ausgelegt	2,93 %	gering
Auslegungsleistung der Kältekreis-pumpe	Zahl	W	27,97 %	hoch
Auslegungslogik für die Heizungspumpe	Liste	auf den Bedarf ausgelegt	8,59 %	mittel
Automatisierungsgrad Heizen	Liste	Klasse A	3,29 %	gering
Baualterklasse des Heizungserzeugers	Kombi	nach 1994 ODER Eingabe einer Jahreszahl	2,92 %	gering
Betriebsart der Heizung	Liste	Absenkbetrieb	2,22 %	gering
Betriebsart der Heizung an Nutzungstagen	Liste	kein reduzierter Betrieb	7,15 %	gering
Betriebsart der Heizung an Wochenenden	Liste	Abschaltung	4,22 %	gering
Betriebsweise der Kälteversorgung allgemein	Liste	vollautomatisierter, bedarfsgerechter Betrieb	72,67 %	sehr hoch
Brennertyp bei Kesseln	Liste	atmosphärischer Brenner, Pelletbrenner	1,00 %	sehr gering
charakteristische Länge und Breite der Versorgungsbereiche für Heizung und Warmwasser	Liste	vereinfacht, detailliert	0,91 %	sehr gering
Heizgrenztemperatur für den Betrieb einer Wärmepumpe	Kombi	10°C ODER Eingabe in °C	2,08 %	gering
Heizungspumpe mit bekanntem EEI-Wert	Zahl	-	8,48 %	mittel
hydraulische Entkopplung vorhanden im Kälteverteilkreis	ja/nein	-	19,45 %	gering

Tabelle 86 – Quantitative Testergebnisse für die sonstigen Hilfsenergien ohne Transportenergie (fortgeführt)

Größe	Datenart	Listenbeispiel, Einheit	Ergebnis im Test	Ergebniseinfluss
hydraulischer Abgleich für den Heizungsverteilkreis	Liste	ja, für ≤ 8 Heizkörper/Abgleich	0,50 %	sehr gering
hydraulischer Abgleich für den Kälteverteilkreis	ja/nein	-	6,94 %	gering
integriertes Pumpenmanagement bei Kesseln	Liste	mit raumtemperaturgeführter Kesseltemperaturregelung	19,97 %	gering
intermittierende Betriebsweise der Heizungspumpe	ja/nein	-	0,67 %	sehr gering
intermittierende Betriebsweise der Wärmeübergabe	ja/nein	-	0,23 %	sehr gering
intermittierende Betriebsweise der Zirkulationspumpe	ja/nein	-	0,00 %	sehr gering
jährliche Nutzungstage	Zahl	d/a	11,96 %	hoch
Kollektorfläche, Neigung, Ausrichtung	div.	(alle Parameter, die Einfluss auf den Solarertrag nehmen)	6,77 %	mittel
Konfiguration der Wohnungsstation	Liste	sekundärseitig gemischter Heizkreis	0,12 %	sehr gering
Laufzeit der Zirkulationspumpe	Zahl	h/d	1,43 %	gering
Leistung der Heizungspumpe	Zahl	W	14,07 %	hoch
Leistung der Zirkulationspumpe	Zahl	W	4,05 %	gering
Leistungsaufnahme der Regelung bei abgeschalteten Ventilatoren einer Wohnungslüftungsanlage	Zahl	W	5,01 %	mittel
Lufterhitzer für die dezentrale Heizung	Liste	Raum <8 m, ohne Warmluftückführung (WLR), asynchron	13,87 %	hoch
Nennleistung des Heizwärmeerzeugers	Zahl	W, kW	8,99 %	gering
Nettogrundfläche	Zahl	m ²	7,62 %	mittel
Netztyp des Verteilnetzes (Leitungslänge des zentralen Heizungsnetzes)	Kombi	Etagenringtyp (ODER Eingabe in m)	0,39 %	sehr gering
Netztyp des Verteilnetzes (Leitungslänge des zentralen Trinkwarmwassernetzes)	Kombi	Steigstrangtyp (ODER Eingabe in m)	1,43 %	gering
Pumpenart bei geothermischer Kühlung	Liste	Hocheffizienzpumpen	0,00 %	sehr gering
Pumpenregelung bei geothermischer Kühlung	Liste	geregelt	0,00 %	sehr gering
Regelbarkeit einer Wärmepumpe	Liste	zweistufig	19,27 %	gering
Regelung der Heizungspumpe	Liste	Δp -variabel	13,36 %	hoch
Regelung der Zirkulationspumpe	Liste	geregelt	0,02 %	sehr gering
separate Umwälzpumpe für den Heizungspufferspeicher notwendig	ja/nein	-	4,60 %	gering
separate Umwälzpumpe für den Trinkwarmwasserspeicher notwendig	ja/nein	-	2,90 %	gering
Summe der Nennleistungen der Pumpen bei Wohnungskühlung mit Kompressionskälte	Zahl	W	0,00 %	sehr gering
System der Flächenheizung	Liste	FBH Nasssystem, Deckenheizung	1,33 %	sehr gering
tägliche Betriebszeit der Heizung	Zahl	h/d	0,05 %	sehr gering
tägliche Nutzungszeit	Zahl	h/d	8,56 %	mittel
Überströmung / -ventil vorhanden im Heizkreislauf	ja/nein	-	6,14 %	mittel
Überströmung / -ventil vorhanden im Kälteverteilkreis	Zahl	nein (0 %), ja (1 ... 100 %)	4,91 %	gering
vereinfachtes Verfahren für Energiebedarf der Kältekreispumpen	Liste	mittlere Effizienz	51,06 %	sehr hoch
Verteilnetztemperaturen Heizung (Vor- und Rücklauftemperatur)	Kombi	55/45°C ODER Eingabe in °C	16,89 %	hoch
Vorhandensein von Ventilatoren für die Wärmeübergabe	ja/nein	-	0,28 %	sehr gering
zertifizierter Regler für die Heizungsübergabe	ja/nein	-	0,24 %	sehr gering
Zirkulationspumpe mit bekanntem EEI-Wert	Zahl	-	0,00 %	sehr gering

11.5.15 Regenerative Stromproduktion

Tabelle 87 – Quantitative Testergebnisse für die Stromproduktion

Größe	Datenart	Listenbeispiel, Einheit	Ergebnis im Test	Ergebniseinfluss
Art der Module	Liste	monokristallines Silizium	15,57 %	sehr gering
Baualtersklasse der Module	Liste	ab 2017 ODER Eingabe	62,28 %	mittel
Belüftung der Module	Liste	stark belüftete oder freistehende Module	22,86 %	sehr gering
Modulfläche	Zahl	m ²	114,91 %	sehr hoch
Nabenhöhe	Zahl	m	19,09 %	gering
Orientierung der Module	Liste	Süd	40,23 %	gering
Peakleistung	Zahl	kW	80,95 %	hoch
Rotorfläche	Zahl	m ²	41,36 %	hoch

Hinweis zur sprachlichen Darstellung / Genderhinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf eine geschlechtsneutrale Differenzierung verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für alle Geschlechter. Die verkürzte Sprachform beinhaltet keine Wertung.

Im Rahmen der textlichen Ausführungen dieses Forschungsberichtes wird zur Mehrzahlbildung von Personengruppen (bei Unkenntnis der Gruppenzusammensetzung) das generische Maskulinum verwendet. Zudem nennen sich die Autorin und der Autor in diesem Sinne vereinfachend „Autoren“ oder „Forscherteam“.