

Statistische Untersuchung der Flächen- und Nutzstromanteile von Zonen in Nichtwohngebäuden (Fortführung)

BBSR-
Online-Publikation
51/2023

von

Steffen Henning
Kati Jagnow



Statistische Untersuchung der Flächen- und Nutzstromanteile von Zonen in Nichtwohngebäuden (Fortführung)

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: 10.08.18.7-20.43

Projektlaufzeit: 01.2021 bis 12.2022

IMPRESSUM

Herausgeber

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

Fachbetreuer

Steffen Kisseler, 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)

Steffen Henning, M. Eng. (Projektbearbeitung)
steffen.henning@h2.de

Prof. Dr.-Ing. Kati Jagnow (Projektleitung)
Professur für TGA, Energiebilanzierung und energetische Sanierung
kati.jagnow@h2.de

Redaktion

Hochschule Magdeburg-Stendal, Magdeburg
Steffen Henning
Kati Jagnow

Stand

Juli 2023

Gestaltung

Hochschule Magdeburg-Stendal, Magdeburg
Steffen Henning

Bildnachweis

Titelbild: Steffen Henning

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

Henning, Steffen; Jagnow, Kati, 2023: Statistische Untersuchung der Flächen- und Nutzstromanteile von Zonen in Nichtwohngebäuden (Fortführung). BBSR-Online-Publikation 51/2023, Bonn.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	7
Abstract	9
1 Einführung	11
2 Problemstellung	12
2.1 Stand der Forschung und der Baupraxis	12
2.2 Forschungslücke und Entwicklungsbedarf	13
3 Zielstellung	14
3.1 Konkrete Projektziele	14
3.2 Übergeordnete Ziele und der zugehöriger Beitrag des Projekts	14
4 Forschungsdesign	15
4.1 Arbeitshypothesen	15
4.2 Methodischer Ansatz	15
4.3 Projektteam und Organisation, Kooperationspartner	17
4.4 Arbeitspakete und Meilensteine	18
5 Projektverlauf	19
5.1 Durchführung der Datenaufnahme	19
5.1.1 Vorplanung zur Durchführung	19
5.1.2 Kontaktaufnahme und formale Voraussetzungen	19
5.1.3 Auswahl der Objekte in der Gebäuestichprobe	20
5.1.4 Bereitstellung von Gebäudedaten	20
5.1.5 Zeitraum der Datenaufnahme	20
5.1.6 Durchführung der Datenaufnahme vor Ort	20
5.1.7 Dokumentation der erhobenen Daten	21
5.1.8 Umfang der Datenaufnahme	21
5.1.9 Anspruch an die Detaillierung der Gerätedokumentation	22
5.1.10 Erhebung von Gerätebezeichnungen	22
5.1.11 Recherche fehlender Leistungsangaben	23
5.1.12 Umfang und Erweiterung der Gerätedatenbank, Zeitaufwand	24
5.1.13 Leistungseigenschaften der Anlagentechnik	24
5.1.14 Betriebszeiten und Nutzungsintensität von Arbeitshilfen	25
5.1.15 Betriebszeiten und Nutzungsintensität von Anlagen der Raumkonditionierung	25
5.1.16 Beschaffung von Stromverbrauchsdaten	25

5.2	Auswertung und Kennwernerhebung	26
5.2.1	Modellierung des Gesamtstrombedarfs – Grundlegende Berechnung	26
5.2.2	Modellierung des Gesamtstrombedarfs – Veranstaltungsnutzungen	26
5.2.3	Zeitaufwand in der Modellierung	29
5.3	Validierung der erarbeiteten Kennwerte	29
5.3.1	Ziel der Kennwertvalidierung	29
5.3.2	Methodik, Grundlage und Durchführung der Validierung	29
5.4	Beschreibung und Begründung von Änderungen zum ursprünglichen Antrag	30
5.4.1	Vergößerung der Datenbasis durch Detailbetrachtungen	30
5.4.2	Validierung der erarbeiteten Kennwerte	31
5.4.3	Fokus auf die Erhebung von Jahreskennwerten für den Nutzerstrombedarf	31
5.4.4	Prüfung möglicher Kooperationen	31
6	Ergebnisse	32
6.1	Zusammensetzung der Gebäuestichprobe	32
6.1.1	Gebäudedatenherkunft und Größenverteilung nach Nettogrundfläche	32
6.1.2	Gebäudedatenherkunft nach Gebäudenutzung	32
6.2	Ergebnisse der Modellierung des Gesamtstrombedarfs	33
6.3	Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf	34
6.3.1	Nutzungsprofil 03 – Großraumbüro	34
6.3.2	Nutzungsprofil 05 – Schalterhalle	35
6.3.3	Nutzungsprofil 06 – Einzelhandel/Kaufhaus	37
6.3.4	Nutzungsprofil 07 – Einzelhandel/Kaufhaus (Lebensmittelabteilung mit Kühlprodukten)	38
6.3.5	Nutzungsprofil 10 – Bettenzimmer	40
6.3.6	Nutzungsprofil 11 – Hotelzimmer	42
6.3.7	Nutzungsprofil 13 – Restaurant	44
6.3.8	Nutzungsprofil 14 – Küchen in Nichtwohngebäuden	45
6.3.9	Nutzungsprofil 22 – Gewerbliche und industrielle Hallen	47
6.3.10	Nutzungsprofil 23 – Zuschauerbereich	50
6.3.11	Nutzungsprofil 24 – Theaterfoyer	51
6.3.12	Nutzungsprofil 25 – Theaterbühne	53
6.3.13	Nutzungsprofil 26 – Messe, Kongress	54
6.3.14	Nutzungsprofil 27 – Ausstellungsräume und Museum	56
6.3.15	Nutzungsprofil 28 – Bibliothek – Lesesaal	58
6.3.16	Nutzungsprofil 29 – Bibliothek – Freihandbereich	59
6.3.17	Nutzungsprofil 30 – Bibliothek – Magazin und Depot	61
6.3.18	Nutzungsprofil 31 – Turnhalle (ohne Zuschauerbereich)	62
6.3.19	Nutzungsprofil 32 & 33 – Parkhäuser	64
6.3.20	Nutzungsprofil 34 – Saunabereich	65
6.3.21	Nutzungsprofil 35 – Fitnessraum	67
6.3.22	Nutzungsprofil 36 – Labor	69
6.3.23	Nutzungsprofil 37 – Untersuchungs- und Behandlungsräume	71
6.3.24	Nutzungsprofil 38 – Spezialpflegebereiche	73
6.3.25	Nutzungsprofil 39 – Flure des allgemeinen Pflegebereichs	75
6.3.26	Nutzungsprofil 40 – Arztpraxen und Therapeutische Praxen	76
6.3.27	Nutzungsprofil 41 – Lagerhallen, Logistikhallen	78

6.4	Aussagen zu weiteren elektrischen Verbrauchern	80
6.4.1	Zentrale Dienste (ZD)	80
6.4.2	Diverse Technik (DT)	81
6.4.3	Außenbeleuchtung bzw. Außengeräte (AB)	81
6.5	Ergebnisse der Kennwertvalidierung	81
6.6	Weitere Aussagen zur Ergebnisinterpretation	84
6.6.1	Einfluss des Nutzerverhaltens auf den Nutzerstrombedarf in Nichtwohngebäuden	84
6.6.2	Abbildung des technischen Stands in der Geräteausstattung	85
6.6.3	Einordnung von Energiesparpotenzialen	86
6.6.4	Einordnung der Begriffe „Arbeitshilfe“ und „Prozessenergie“	86
6.6.5	Gewichtung der Kennwerte nach individuellen Anteilen in der Nutzungsintensität	86
6.6.6	Plausibilitätskorridor der Kennwerte	87
7	Schlusswort	88
7.1	Einordnung in den wissenschaftlichen Kontext	88
7.2	Wissenschaftliche Anschlussfähigkeit	88
7.3	(Bau)praktische Anschlussfähigkeit und über den Bericht hinausgehender Output	88
8	Mitwirkende	89
9	Kurzbiographien	90
10	Literaturverzeichnis	91
11	Abbildungsverzeichnis	92
12	Anlagen	95
12.1	Anhang: Liste der untersuchten Nichtwohn-Objekte	95
12.2	Anhang: Ergebnisse der Modellierung des Gesamtstrombedarfs	97

Kurzfassung

Dieses Forschungsprojekt verfolgte das Ziel, den Nutzerstrombedarf in Nichtwohngebäuden zonenbezogenen und in unterschiedlicher Intensität besser einschätzen zu können. Während die DIN V 18599 in ihrem Bilanzierungsverfahren bereits Ansätze für den elektrischen Energiebedarf für die Raumkonditionierung (Beleuchtung, Heizung, Kühlung, Luftförderung, Trinkwarmwasser) enthält, fehlen gesicherte Kennwerte für die Abstraktion des Nutzereinflusses und weiterer elektrischer Verbraucher auf den elektrischen Energiebedarf in Nichtwohngebäuden. Eine Berücksichtigung im bisherigen Berechnungsverfahren erfolgt nicht oder nur teilweise und indirekt.

Zur Erarbeitung erster Kennwerte wurde 2020 ein erstes Projekt mit dem Titel „Statistische Untersuchung der Flächen- und Nutzstromanteile von Zonen in Nichtwohngebäuden“ (Forschungsinitiative „Zukunft bau“, Förderkennzeichen SWD 10.08.18-07.29) abgeschlossen, aus dem bereits Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf für 12 vergleichsweise häufige Norm-Nutzungsprofile nach DIN V 18599-10 hervorgingen. Das hier dokumentierte Projekt setzt die Vorgehensweise und Methodik des Vorprojektes fort, um – anhand einer neuen statistisch-empirischen Gebäudestichprobe – belastbare Kennwerte für möglichst viele der verbleibenden, vergleichsweise seltenen 29 Norm-Nutzungsprofile zu finden. In Abhängigkeit der Datenlage sollte möglichst eine Differenzierung nach geringer, mittlerer und hoher Nutzungsintensität erfolgen.

Die Bearbeitung wurde dabei durch zwei Forschungsfragen geleitet: Wie lassen sich Jahreskennwerte für den Nutzerstrombedarf in Nichtwohngebäuden zonenweise und statistisch abgesichert bestimmen? Und welche Bandbreiten bestehen in der Geräteausstattung und Nutzungsintensität, bzw. wie lassen sich diese für die praktische Anwendung sinnvoll kategorisieren?

Im Vergleich zu Wohngebäuden zeichnen sich Nichtwohngebäude durch ihre große Bandbreite an unterschiedlichen Nutzungen aus. Dabei unterscheidet sich der Energiebedarf von Gesamtgebäuden unterschiedlicher Gesamtnutzung zum Teil um ein Vielfaches. Da die Bestimmung des Energiebedarfs von Nichtwohngebäuden auf deren tatsächlicher Zusammensetzung unterschiedlicher Zonenflächen beruht, besitzt der Nutzereinfluss auf den Strombedarf eine große Bedeutung im Kontext einer Gesamtbilanz – nicht zuletzt bei der Betrachtung einer möglichen Eigenversorgung durch gebäudenah erzeugten Strom.

Für die Erhebung weiterer Jahreskennwerte konnte eine Gebäudestichprobe von 66 Nichtwohn-Objekten (Teilgebäude, Einzelgebäude, Gebäudekomplexe) erhoben und detailliert ausgewertet werden. Diese Objekte konzentrieren sich auf die Bereiche Hotel und Gastronomie, Produktion, Gesundheit bzw. Medizin, Sport, Labor und Veranstaltung.

Die Vorgehensweise des Vorprojektes wurde adaptiert: Nach Kontaktaufnahmen zu möglichen Datengebern und Zusagen der Unterstützung folgten raumweise Begehungen aller Gebäude jeweils mit der Dokumentation aller vorhandenen elektrischen Verbraucher. Unter Nutzung einer Auswertungsdatei wurden alle notwendigen Rauminformationen übertragen und die erhobenen elektrischen Anlagen und Geräte zugeordnet.

Nach Recherche der Leistungsangaben aller dokumentierten Verbraucher und der Hinterlegung erhobener Nutzungsangaben folgte eine Modellierung des Gesamtstrombedarfs für ein Jahr. Nach einem Abgleich mit dem vorliegenden Gesamtstromverbrauch auf eine Abweichung von maximal +/- 5% folgte die Isolation des Strombedarfs für Nutzergeräte/Arbeitshilfen durch Abzug aller übrigen Anteile. Mit der Auswertung aller Einzelräume, die sich einer bestimmten Zone zuordnen lassen, entstehen zonenweise Jahreskennwerte für den Nutzerstrombedarf. Die Ergebnisse wurden anhand verschiedener Gebäude validiert.

Die ursprünglich geplante Dokumentation von 100-150 Nichtwohnobjekten hinsichtlich ihrer Flächenaufteilung sowie die detaillierte Auswertung von 30-40 Gebäuden wurde zugunsten einer notwendigen Erweiterung der Datengrundlage auf 66 detailliert ausgewertete Objekte verändert.

Aus der gewählten und detailliert ausgewerteten Gebäuestichprobe konnten Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf in 29 Nichtwohn-Nutzungen und damit für alle noch ausstehenden Nutzungsprofile nach DIN V 18599 erarbeitet werden. Je nach Datengrundlage liegen für die meisten Zonen Angaben für die unterschiedlichen Nutzungsintensitäten gering, mittel und hoch vor. Für die praktischen Zuordnung der vor Ort vorgefundenen Geräteausstattung zu einer Nutzungsintensität wurden jeweils exemplarische Ausstattungsprofile formuliert. Durch die Gesamtaufnahme aller elektrischen Verbraucher liegen ebenfalls auch neue Kenntnisse über den generellen Einfluss von elektrischen Verbrauchern der „Zentralen Dienste“ und der „Diversen Technik“ auf den Energiebedarf von Nichtwohngebäuden vor.

Mit den Projekterkenntnissen soll mittelfristig eine bestehende Lücke in den Nutzungsrandbedingungen der DIN V 18599 geschlossen werden, um die dort bereits beschriebenen Randbedingungen weiter zu vervollständigen. In Kombination mit den Ergebnissen des Vorprojektes liegt nun jeweils eine erste Angabe für den jährlichen Nutzerstrombedarf in allen Norm-Nutzungsprofilen nach DIN V 18599 vor.

Es ist geplant, die vorliegenden Ergebnisse in Berichtform dem Arbeitskreis der DIN V 18599, in dem die Projektleiterin Mitglied ist, zur Direktverwendung vorzulegen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die gewonnenen Erkenntnisse für eine verbesserte Energiekonzepterstellung zu nutzen und eine wirklichkeitsnahe Beurteilung des Gesamtstrombedarfs von Nichtwohngebäuden mit Zuordnung zum GEG durchzuführen. Auch für Förderinstitute, namentlich die KfW, könnten die Kennwerte in ihr Prognose- und Nachweisverfahren für ein "Nullenergie-Nichtwohngebäude" einbeziehen. Ebenso können die Ergebnisse für eine mögliche Berücksichtigung im TEK-Tool des Institut Wohnen und Umwelt (IWU) Verwendung finden.

Auch wenn aus der gewählten Forschungsmethodik eine sehr aufwändige und kleinteilige Analyse von Nichtwohngebäude resultierte, konnten daraus Jahreskennwerte für den Nutzerstrombedarf und viele weitere neue Erkenntnisse gewonnen werden. Während die Berechnungsergebnisse in der Mehrzahl der betrachteten Nutzungsprofile in einer statistisch belastbaren Anzahl vorliegen, gehen mit Berücksichtigung des Projektumfangs und der Begrenzung der Gebäuestichprobe für einzelne Nutzungen nur wenige Datenpunkte hervor. Hier ist zukünftig eine weitere statistische Absicherung durch zusätzliche Stichprobengebäude anzustreben.

Abstract

This research project pursued the goal of being able to better estimate the user electricity demand in non-residential buildings on a zone-specific basis and at different intensities. While DIN V 18599 already contains approaches for the electrical energy demand for room conditioning (lighting, heating, cooling, air conditioning, domestic hot water) in its balancing procedure, there is a lack of reliable characteristic values for the abstraction of the user influence and other electrical consumers on the electrical energy demand in non-residential buildings. They are not taken into account in the previous calculation procedure, or only partially and indirectly.

In order to develop initial characteristic values, a first project entitled "Statistical investigation of the area and used electricity shares of zones in non-residential buildings (Statistische Untersuchung der Flächen- und Nutzstromanteile von Zonen in Nichtwohngebäuden)" was completed in 2020 (research initiative "Zukunft Bau", funding code SWD 10.08.18-07.29), from which annual characteristic values for the zone-related user electricity demand for 12 comparatively frequent standard utilisation profiles according to DIN V 18599-10 already emerged. The project documented here continues the procedure and methodology of the previous project in order to find – on the basis of a new statistical-empirical building sample – reliable characteristic values for as many as possible of the remaining, comparatively rare 29 standard utilisation profiles. Depending on the data available, the intensity of use should be differentiated into low, medium and high.

The work was guided by two research questions: How can annual parameters for the user electricity demand in non-residential buildings be determined on a zone-by-zone and statistically validated basis? And what bandwidths exist in the equipment and intensity of use, or how can these be meaningfully categorised for practical application?

Compared to residential buildings, non-residential buildings are characterised by their wide range of different uses. In some cases, the energy demand of buildings with different overall uses differs many times over. Since the determination of the energy demand of non-residential buildings is based on their actual composition of different zoned areas, the user influence on the electricity demand is of significant importance in the context of an overall balance – not least when considering a possible self-supply through electricity generated close to the building.

A building sample of 66 non-residential properties (partial buildings, individual buildings, building complexes) was surveyed and evaluated in detail for the collection of further annual characteristic values. These buildings are concentrated in the areas of hotel and gastronomy, production, health and medicine, sports, laboratory and events.

The procedure of the preliminary project was adapted: After contacting possible data providers and receiving promises of support, all buildings were inspected room by room, each with documentation of all existing electrical consumers. Using an evaluation file, all necessary room information was transferred, and the electrical systems and devices were assigned.

After researching the power data of all documented consumers and storing the collected usage data, the total electricity demand for one year was modelled. After a comparison with the existing total electricity consumption to a maximum deviation of +/- 5%, the electricity demand for user devices/work aids was isolated by deducting all other shares. With the evaluation of all individual rooms that can be assigned to a specific zone, zonal annual characteristic values for the user electricity demand are created. The results were validated using various buildings.

The originally planned documentation of 100-150 non-residential buildings with regard to their floor space distribution as well as the detailed evaluation of 30-40 buildings was changed in favour of a necessary expansion of the data basis to 66 non-residential objects evaluated in detail.

From the selected and detailed evaluated building sample, annual characteristic values for the zone-related user electricity demand in 29 non-residential uses and thus for all still outstanding use profiles according to

DIN V 18599 could be developed. Depending on the data basis, information is available for most zones for the different usage intensities low, medium and high. For the practical allocation of the equipment found on site to a usage intensity, exemplary equipment profiles were formulated in each case. Through the overall recording of all electrical consumers, new knowledge is also available about the general influence of electrical consumers of the "Central Services (Zentrale Dienste)" and the "Miscellaneous Technology (Diverse Technik)" on the energy demand of non-residential buildings.

In the medium term, the project findings are to be used to close an existing gap in the usage boundary conditions of DIN V 18599 in order to further complete the boundary conditions already described there. In combination with the results of the preliminary project, an initial indication of the annual user electricity demand is now available for all standard utilisation profiles according to DIN V 18599.

It is planned to present the available results in report form to the DIN V 18599 working group, of which the project manager is a member, for direct use. In addition, there is a possibility of using the findings for an improved energy concept preparation and a realistic assessment of the total electricity demand of non-residential buildings with allocation to the GEG. Funding institutions, namely KfW, could also include the characteristic values in their forecast and verification procedure for a "zero-energy non-residential building". The results can also be used for possible consideration in the TEK-Tool of the Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt (IWU).

Even though the chosen research methodology resulted in a complex and small-scale analysis of non-residential buildings, it was possible to obtain annual parameters for the user electricity demand and many other new findings. While the calculation results are available in a statistically reliable number for the majority of the utilisation profiles considered, only a few data points emerge for individual utilisations, considering the scope of the project and the limitation of the building sample. In the future, further statistical validation through additional sample buildings should be sought.

1 Einführung

Zur realitätsnahen Gesamtenergiebilanz eines Gebäudes gehören neben Wärmeaufwendungen auch die elektrischen Energiemengen. Es bestehen gegenseitige Abhängigkeiten, z.B. ist die Abwärme einer Elektrogerätenutzung den internen Wärmelasten zuzuordnen. Soll die Selbstnutzung einer Eigenstromproduktion eingeschätzt werden, müssen sämtliche Stromverbraucher bekannt sein - nicht nur die Aufwendungen für Beleuchtung und technische Gebäudeausstattung. Die Bewertung eines gekoppelten Energiekonzeptes, z.B. der Einsatz von Photovoltaik, welche primär den Nutzerstrom liefert und erst sekundär eine Wärmepumpe speist, ist ohne Kenntnisse zur Höhe des Nutzerstroms nicht möglich. Für alle Gebäude, auch Nichtwohnbauten, werden daher Nutzstrombedarfe benötigt.

Insbesondere Nichtwohnbauten zeichnen sich durch eine sehr große Bandbreite von Energieverbräuchen aus. Die Energiekennwerte von Lagerhallen und Krankenhäusern unterscheiden sich um mehrere Zehnerpotenzen. Zerlegt man die Gebäude jedoch in Zonen (Verkehrsfläche, Sanitärfläche, Werkstatt, Büro usw.) nimmt die Schwankungsbreite deutlich ab - sie ist aber weiterhin gegeben.

Bei der Energiebilanzierung von Nichtwohngebäuden fehlt bisher die normative Möglichkeit, den Anwenderstrombedarf realitätsnah abzuschätzen. Das Forschungsprojekt zielt darauf ab, den Strombedarf in Nichtwohngebäuden empirisch zu untersuchen und daraus zonenbezogene Jahreskennwerte für den Nutzerstrombedarf in drei Nutzungsintensitäten (gering, mittel, hoch) für ca. 25 seltener vorkommende Nutzungsprofile der DIN V 18599 abzuleiten. Es komplettiert damit ein Vorprojekt, in dem 15 häufige Nutzungsprofile untersucht werden.

Die Nutzung der Ergebnisse – und damit der innovative Charakter des Projektes – wird in der Energieberatung und Energiekonzepterstellung gesehen. Sobald das Thema "Nutzerstrom" in den Fokus der Energiebilanzierung rückt, ist von Folgeprojekten auszugehen.

Reale Gebäude und ihr gemessener Stromverbrauch bilden den zentralen Untersuchungsgegenstand dieses Projektes. Aufgrund der zahlenmäßigen Begrenzung des Stichprobenumfangs besteht keine finale Ergebnissicherheit, jedoch wird eine sehr gute Abbildung eines mittleren Anwendungsfalls erwartet. Es ist davon auszugehen, dass die Kennwerte für den Nutzstrombedarf in der Genauigkeit und der Ergebnisrelevanz in einem Korridor liegen, welche auch die anderen 28 Nutzungsranddaten (beispielsweise typische Innentemperaturen oder Beleuchtungsstärken) der DIN V 18599 aufweisen.

2 Problemstellung

2.1 Stand der Forschung und der Baupraxis

Auf Grundlage der verabschiedeten EU-Gebäuderichtlinie 2010/31/EU über die Gesamteffizienz von Gebäuden müssen seit Einführung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) alle Neubauten die Anforderungen an ein Niedrigstenergiegebäude erfüllen. Diese definieren sich u. a. über einen sehr geringen bzw. nahe Null befindlichen Energiebedarf und die positive Einbeziehung regenerativ erzeugter Energie aus eigener oder gebäudenaher Produktion.

Die Abschätzung der Nutzungsintensität (Autarkiegrad, Selbstnutzungsquote) von gebäudenah produziertem Strom spielt in diesem Zusammenhang eine große Rolle. Allerdings kann sie nur sinnvoll erfolgen, wenn neben dem Energiebedarf für die Raumkonditionierung auch die darüber hinausgehenden Anteile aus der Nutzung und dem übergeordneten Gebäudebetrieb bekannt sind.

Der Energiebedarf eines Nichtwohngebäudes in Bezug auf elektrischen Strom setzt sich aus ggf. vorhandene elektrischen Verbraucher der Raumkonditionierung (Beleuchtung, Heizung, Kälte, Luftförderung, Trinkwarmwasser), nutzerbedingten elektrischen Verbraucher (Arbeitshilfen) sowie weiteren elektrischen Verbrauchern (Zentrale Dienste, Diverse Technik, Außenbeleuchtung/Außengeräte) zusammen. Der Nutzerstrombedarf resultiert aus den typischerweise vorhandenen Arbeitshilfen.

Verschiedene Regelwerke und Veröffentlichungen enthalten Kenntnisse und Typologien zur elektrischen Geräteausstattung oder zum Elektroenergieverbrauch von Nichtwohnnutzungen (u. a. SIA 380/4, SIA 2056, VDI 3807, TEK-Tool des Instituts Wohnen und Umwelt IWU) – allerdings auf Gebäudeebene, nicht für einzelne Zonen. Einige Veröffentlichungen liefern darüber hinaus Häufigkeitsverteilungen für den Gesamtstromverbrauch einzelner Gebäudegruppen, jedoch ohne eine Analyse der Einzelausstattung mit Stromverbrauchern.

Im Rahmen des Forschungsprojektes "Teilenergiekennwerte von Nichtwohngebäuden (TEK)" des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) in Darmstadt wurde eine Detailaufnahme von 93 Nichtwohngebäuden unterschiedlicher Hauptnutzung durchgeführt. Neben der Erarbeitung von Teilenergiekennwerten für eine vereinfachte energetische Bilanzierung erfolgten weitere Untersuchungen an Bürogebäuden als größte Gebäudegruppe. Eine Unterteilung des Nutzstrombedarfs in "Arbeitshilfen" sowie "Zentrale Dienste" ist gegeben. Eine über alle Nichtwohnbauten gehende Analyse des zonenweisen Nutzstrombedarfs war nicht im Forschungsumfang enthalten.

Das abgeschlossene Forschungsvorhaben „TEK2GO“ des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU) griff die Ergebnisse des TEK-Forschungsprojektes mit dem Ziel auf, eine vereinfachte Bestimmung in der Verteilung von Raumzonen in Nichtwohngebäuden vorzunehmen. Die Datengrundlage erweitert die Kenntnisse über die Zonenzusammensetzung bestimmter Gebäudenutzungen. Neue Ergebnisse für die Untersuchung des zonenbezogenen Nutzerstrombedarfs waren kein Bestandteil des Projektes.

Im abgeschlossenen Projekt "Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude" des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU) wurde der Nichtwohnbestand in Deutschland hinsichtlich verschiedener Eigenschaften durch eine umfangreiche Stichprobe erfasst. Aus den Ergebnissen gehen zahlreiche neue Informationen über den Nichtwohnbestand hervor, die sich maßgeblich auf baulich-energetische Aspekte und geometrische Eigenschaften der Außenabmessungen beziehen. Die relevanten Parameter zur Verteilung der Gebäudenutzungen, der Anzahl von Vollgeschossen und unterirdischen Geschossen sowie der Abschätzung der Nettogrundfläche aus der Bruttogrundfläche werden in ihrer Detailtiefe für eine Validierung der hier erarbeiteten Kennwerte nicht als aussichtsreich eingeordnet.

2.2 Forschungslücke und Entwicklungsbedarf

Mit den Projekterkenntnissen soll eine bestehende Lücke in den Nutzungsrandbedingungen der DIN V 18599 geschlossen und gleichzeitig die Möglichkeit eingeräumt werden, eine wirklichkeitsnahe Beurteilung des Gesamtstrombedarfs von Nichtwohngebäuden durchführen zu können. Das Forschungsprojekt fällt damit in den Fokus des Gebäudeenergiegesetzes (GEG). Es wird eine Verbesserung für die Energiekonzepterstellung für Nichtwohngebäude erwartet. Auch für Förderinstitute, namentlich die KfW, könnten die Kennwerte in ihr Prognose- und Nachweisverfahren für ein "Nullenergie-Nichtwohngebäude" einbeziehen.

3 Zielstellung

Das Forschungsprojekt soll dazu beitragen, den Nutzerstrombedarf in Nichtwohngebäuden und die sich daraus ergebenden internen Lasten besser einschätzen zu können. Die Ergebnisse dieses Forschungsvorhabens komplettieren in Kombination mit dem Vorprojekt die in der DIN V 18599 vorhandenen, zonenbezogenen Ansätze für den Strombedarf der Beleuchtung, der mechanischen Lüftung und der thermischen Konditionierung.

Die Ergebnisse dieses Forschungsprojektes bilden eine Grundlage, um – zusammen mit den Anteilen der Raumkonditionierung – zukünftig eine Prognose für den Gesamtstrombedarf von Gebäuden auf Basis der DIN V 18599 vorzunehmen. Die im Rahmen dieses Forschungsprojektes erhobenen Kennwerte können dabei als Vorarbeit dienen, um langfristig eine Grundlage zur Bestimmung von Selbstnutzungsquoten von gebäudenah erzeugtem Strom zu liefern.

Die Projektergebnisse eignen sich auch zur Anwendung auf den Nichtwohngebäudebestand, um mögliche Verschwendungspotentiale des Stromverbrauchs aufzudecken. Aus der flächenmäßigen Zusammensetzung eines bestehenden Nichtwohngebäudes hinsichtlich der Zonen und dem zugehörigen Energiebedarf kann ein individueller Vergleichswert für den Strombedarf (mindestens für Arbeitshilfen) ermittelt werden. Zonen, die vergleichsweise stark von den typischen Kennwerten abweichen, können identifiziert und näher analysiert werden.

3.1 Konkrete Projektziele

Nach dem erfolgreichen Abschluss des Forschungsprojektes liegen zonenbezogene Jahreskennwerte für den Nutzerstrombedarf für ca. 25 der 28 seltenen, noch verbleibenden Nutzungsprofile nach DIN V 18599-10 vor. Dabei wird in Abhängigkeit der Datenlage jeweils möglichst eine Differenzierung der Nutzungsintensität in die Stufen "gering", "mittel" und "hoch" angestrebt. Eine Aufstellung der betrachteten Nutzungsprofile ist im Punkt „Forschungsdesign“ ersichtlich. Für die praktische Zuordnung von Räumen einer Zone zu einer Nutzungsintensität werden zonenbezogen typische vorgefundene Ausstattungen mit Arbeitshilfen unter Angabe konkreter Verbraucher formuliert. Die erarbeiteten Kennwerte wurden anhand von Validierungen geprüft.

In Verbindung mit den Ergebnissen des Vorprojektes (Jahreskennwerte für 12 häufig vorkommende Nutzungsprofile) liefern die Kennwerte dieses Projektes idealerweise belastbare Angaben für den Nutzerstrombedarf aller nach DIN V 18599-10 beschriebenen Nichtwohn-Nutzungsprofilen.

Als Nutzerstrombedarf ist die elektrische Energie zu verstehen, die aus der nutzerindividuellen elektrischen Geräteausstattung (Arbeitshilfen) von Räumen hervorgeht und die elektrischen Verbraucher der Raumkonditionierung übersteigt. „Arbeitshilfen“ werden gemeinsam mit weiteren elektrischen Verbrauchern der „Zentralen Dienste“, der „Diversen Technik“ und der „Außenbeleuchtung“ (bzw. Verbrauchern im Außenbereich) aktuell nicht oder nur zum Teil indirekt im Bilanzierungsverfahren nach DIN V 18599 erfasst. Für diese weiteren Verbraucher werden ebenfalls neue Kenntnisse erbracht.

3.2 Übergeordnete Ziele und der zugehöriger Beitrag des Projekts

Die Ergebnisse des Forschungsberichtes werden in Berichtform dem Gemeinschaftsausschuss der DIN V 18599 zur Direktverwendung vorgelegt. Die Projektleiterin ist Mitglied dieses Gremiums. Ziel ist die mittelfristige Integration der Projektergebnisse in die bestehende Fassung der DIN V 18599 zur weiteren Vervollständigung. Die Obleute des Ausschusses sehen eine Notwendigkeit in der Bearbeitung und formulierten im Vorfeld der Projektbeantragung entsprechende Unterstützungsschreiben.

4 Forschungsdesign

4.1 Arbeitshypothesen

Mit der Bearbeitung dieses Forschungsvorhabens wurde darauf abgezielt, die vorliegenden Ergebnisse des Vorprojektes zur Erarbeitung statistischer Angaben zu Flächen- und Nutzstromanteilen von Zonen in Nichtwohngebäuden zu erweitern und die Kennwertbildung fortzuführen. Der Fokus liegt hierbei in der Neubearbeitung von Jahreskennwerten für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf in den verbleibenden Nutzungsprofilen nach DIN V 18599-10.

Die Neubearbeitung umfasste die Nutzungsprofile (Nummerierung nach DIN V 18599):

Großraumbüros (Nr. 03), Schalterhallen (Nr. 05), Einzelhandel/Kaufhaus (Nr. 06), Einzelhandel – Kühlprodukte (Nr. 07), Bettzimmer (Nr. 10), Hotelzimmer (Nr. 11), Restaurant (Nr. 13), Küchen in Nichtwohngebäuden (Nr. 14), Gewerbliche und industrielle Hallen (Nr. 22.1/.2/.3), Zuschauer (Nr. 23), Theaterfoyer (Nr. 24), Theaterbühne (Nr. 25), Messe/Kongress (Nr. 26), Ausstellung (Nr. 27), Bibliothek – Lesesaal (Nr. 28), Bibliothek – Freihand (Nr. 29), Bibliothek – Magazin (Nr. 30), Turnhalle (Nr. 31), Parkhaus (Nr. 32 und 33), Sauna- und Wellnessbereich (Nr. 34), Fitnessraum (Nr. 35), Labor (Nr. 36), Untersuchungs- und Behandlungsraum (Nr. 37), Spezialpflegebereiche (Nr. 38), Flure des allgemeinen Pflegebereichs (Nr. 39), Arztpraxen und Therapeutische Praxen (Nr. 40), Lager-/Logistikhalle (Nr. 41)

Daraus leiteten sich folgende Forschungsfragen ab:

- Wie lassen sich Jahreskennwerte für den Nutzerstrombedarf in Nichtwohngebäuden zonenweise und statistisch abgesichert bestimmen?
- Welche Bandbreiten bestehen in der Geräteausstattung und Nutzungsintensität, wie lassen sich diese für die praktische Anwendung sinnvoll kategorisieren?

Mit den Systematik aus dem Vorprojekt, das detaillierte Kennwerte für 10 häufige Nutzungsprofile und genäherte Jahreskennwerte für 2 weitere Nutzungsprofile hervorgebrachte, wurde eine zielführende Bestimmung von Kennwerten für alle noch fehlenden, teils selten vorkommenden Profile angestrebt. Die bisherige Methodik erschien dafür als grundsätzlich geeignet.

Durch die notwendige Aufnahme aller Räume eines Gebäudes bzw. eines Gebäudeteils konnte die vorhandene Datengrundlage der bisher formulierten Kennwerte (z.B. im Nutzungsprofil Einzelbüro (Nr. 01)) ebenfalls erweitert werden. Gleichzeitig dienen die bisherigen Angaben einer möglichen Validierung.

Sollten sich künftig durch die Erhebung neuer Nichtwohngebäude ausreichend belastbare Einzelgebäude in einer bisher unberücksichtigten Gebäudenutzung ergeben, sollten diese ergänzt werden.

4.2 Methodischer Ansatz

Die Grundlage für die Erhebung von Jahreskennwerten für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf bildet eine statistisch-empirische Strichprobenuntersuchung. Sie beruht auf einer systematischen Einzelauswertung von ursprünglich geplant 100-150 Nichtwohngebäuden aus den Bereichen Hotel und Gastronomie, Produktion, Gesundheit bzw. medizinischen Einrichtung, Sport, Labor und Veranstaltung.

Die Vorgehensweise des Vorprojektes wird adaptiert und auf vergleichsweise seltener vorkommende Nichtwohngebäude bzw. Nichtwohnnutzungen übertragen. Das Ziel besteht insgesamt darin, nutzerspezifische Einflüsse in der Ausstattung und Anwendung elektrischer Verbraucher zu generalisieren. Die Methodik setzt sich im ersten Schritt aus einer Modellierung des Gesamtstrombedarfs und im zweiten Schritt aus einer Separierung von Räumen einer Zone und der Kennwerterhebung zusammen. Die Vorgehensweise lässt sich wie folgt beschreiben:

Modellierung des Gesamtstrombedarfs („Vorwärtsrechnung“)

- **Eingabe der Gebäudedaten:** Je Gebäude werden alle Räume in eine standardisierte Auswertungsdatei mit zugehöriger Raumnummer, Raumbezeichnung und Nettogrundfläche eingetragen. Es folgt eine Zuordnung jedes Raumes zu einem Nutzungsprofil nach DIN V 18599-10 (Zonierung).
- **Eingabe der elektrischen Anlagen und Geräte:** Die durch Begehungen aufgenommenen elektrischen Verbraucher werden in die zugehörige Auswertungsdatei mit ihrer Anzahl, Art und Bezeichnung manuell übertragen.
- **Zuordnung zu den jeweiligen Einzelräumen:** Es folgt eine Zuordnung der elektrischen Verbraucher zu den jeweiligen Räumen.
- **Zuordnung von Leistungsangaben und Laufzeiten:** Jedem Eintrag bzw. jedem dokumentiertem Verbraucher werden Leistungsangaben aus einer gemeinsamen Gerätedatenbank für Betrieb, Standby und Aus zugeordnet. Anschließend werden jedem Verbraucher typische Nutzungszeiten in diesen Betriebszuständen und eine Anzahl an Nutzungstagen pro Jahr zugeordnet. Hierbei entsteht eine sehr detaillierte bzw. kleinteilige Energiebilanz auf der Betrachtungsebene von Einzelverbrauchern. Die Gerätelaufzeit wird dabei durch Befragungen vor Ort und ggf. Kurzzeitmessungen erhoben.
- **Berechnung des Gesamtstrombedarfs für ein Jahr:** Für jeden Eintrag bzw. jedes dokumentierte Gerät ergibt sich aus dem Produkt von Anzahl, Leistungsangaben und Nutzungszeiten ein jährlicher Strombedarf. In der Summe aller elektrischen Verbraucher ergibt sich eine Modellierung des Gesamtstrombedarfs des Gebäudes für ein betrachtetes Jahr.
- **Gegenüberstellung mit dem Gesamtstromverbrauch für ein Jahr und Abgleich von Bedarf und Verbrauch:** Der Modellierung wird der erfasste Gesamtstromverbrauch des Nichtwohngebäudes für ein repräsentatives Jahr gegenübergestellt. Es folgt ein Abgleich beider Werte insofern, dass die Bedarfsmodellierung ggf. unter Verwendung plausibler Anpassungen auf eine maximale Abweichung von +/- 5% in Bezug auf den Verbrauchswert angenähert wird. Bei zusätzlichem Vorhandensein von Teilverbrauchswerten aufgrund installierter Unterzähler und der Kenntnis über deren räumliche Zugehörigkeit wird auch für kleinere Bereiche eine Annäherung der Bedarfsmodellierung auf +/- 5% in Bezug auf den Verbrauchswert angestrebt.

Kennerhebung und -validierung („Rückwärtsrechnung“)

- **Abzug Bedarfsanteil für elektrische Anlagen:** Für die weitere Betrachtung werden die rechnerisch ermittelten Bedarfsanteile am Gesamtstrombedarf für die Raumkonditionierung (Beleuchtung, Heizung, Kühlung, Warmwasser, Luftförderung) sowie weitere elektrische Verbraucher (Zentrale Dienste, Diverse Technik, Außenbeleuchtung/Außenanlagen) abgezogen. Übrig bleibt der gebäudeindividuelle Nutzerstrombedarf (Arbeitshilfen).
- **Aufsummierung der Raumbedarfe nach Zonen:** Für jedes Gebäude werden zonenbezogene Bedarfsgrößen für den Nutzerstrombedarf erstellt. Über alle untersuchten Gebäude werden anschließend aus den Modellierungen alle Räume mit einer bestimmten Zonenzuordnung (z.B. alle Verkehrsflächen) in eine zweite Auswertungsvorlage übertragen.

- **Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf:** Für alle erhobenen Einzelräume einer bestimmten Zonenzuordnung wird der jährliche Strombedarf für Arbeitshilfen berechnet und auf die jeweilige Nettogrundfläche bezogen. Die Ergebnisse sind dabei einer statistischen Verteilung unterworfen und werden in ihrer Verteilung grafisch dargestellt. Im Anschluss werden die Ergebnisse der Einzelräume nach der Größe aufsteigend geordnet, in ihrer Anzahl nach in Drittel eingeteilt und den Nutzungsintensitäten „gering“ (1. Drittel), „mittel“ (2. Drittel) und „hoch“ (3. Drittel) zugewiesen. Die berechneten Kennwerte ergeben sich jeweils aus dem arithmetischen Mittel der zugehörigen Einzelwerte im jeweiligen Drittel. Von dieser Vorgehensweise wird nur in begründeten Ausnahmefällen abgewichen. Abschließend erfolgt eine qualitative Beschreibung der typischen Ausstattung mit Arbeitshilfen zur praktischen Einordnung der Nutzungsintensität.
- **Abgleich und Validierung:** Die erarbeiteten Kennwerte werden dazu genutzt, um den detailliert berechneten Nutzerstrombedarf möglichst vieler untersuchter Nichtwohn-Objekte vereinfacht nachzubilden. Hierbei werden den bekannten Zonen- und Flächenzusammensetzungen die jeweiligen Kennwerte zugeordnet – anschließend folgt eine kennwertbasierte Berechnung des Nutzerstrombedarfs. Der Vergleich der Ergebnisse dient der Validierung und Plausibilisierung der gefundenen Angaben sowie ggf. der Bewertung von Abweichungen. Gleichzeitig zeigen sich erste Erfahrungen in der praktischen Anwendung.

4.3 Projektteam und Organisation, Kooperationspartner

Da sich dieses Projekt als Fortführung eines abgeschlossenen Projektes in der Förderung durch die Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ des BBSR anschließt, soll kurz auf das Erstprojekt eingegangen werden.

Das erste Forschungsvorhaben mit dem Titel „Statistische Untersuchung der Flächen- und Nutzstromanteile von Zonen in Nichtwohngebäuden“ (Förderkennzeichen SWD 10.08.18-07.29) fand im Zeitraum vom 01.01.2019 – 31.03.2020 an der Hochschule Magdeburg-Stendal, Fachbereich WUBS, statt. Die Projektleitung oblag Frau Prof. Dr.-Ing. Kati Jagnow, das Projekt wurde von Steffen Henning, M.Eng. bearbeitet. Weitere Projektförderer waren der Verein zur Förderung des NHRS (VF-NHRS) e.V. und die Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt GmbH (LENA). Der Endbericht mit Beschreibung der Vorgehensweise und Durchführung sowie den Ergebnissen des Forschungsprojektes ist online auf der Website von „Zukunft Bau“ und der Website der Hochschule Magdeburg-Stendal verfügbar.

Das hier bearbeitete Forschungsvorhaben bildet die inhaltlich-thematische Fortführung des Vorprojektes. Dementsprechend wurde als Titel „Statistische Untersuchung der Flächen- und Nutzstromanteile von Zonen in Nichtwohngebäuden (Fortführung)“ gewählt (Förderkennzeichen SWD 10.08.18-20.43). Projektleiterin sowie Projektbearbeiter sind die gleichen Personen wie im Vorprojekt.

Die Projektleiterin ist an der Hochschule Magdeburg-Stendal im Fachbereich Wasser, Umwelt, Bau und Sicherheit (WUBS) als Professorin für das Fachgebiet "Energiekonzepte und Anlagenoptimierung" berufen. Sie befasst sich seit etwa 20 Jahren mit der Energiekonzepterstellung von Wohn- und Nichtwohngebäuden, zunehmend auch im Bereich der Stromkonzepte. Sie arbeitet seit Gründung 2002 in dem Normgremium DIN V 18599 zur "Energetischen Bewertung von Gebäuden" mit und ist Koordinatorin für die Teile 1 sowie die Beiblätter 1 und 3. 2005 wurde sie in den VDI-Ausschuss 3807 "Verbrauchskennwerte für Gebäude" mit dem Schwerpunkt "Teilkennwerte" berufen. Durch die Normungs- und Richtlinienarbeit bestehen vielfältige Kontakte zu anderen Forschungseinrichtungen - durch die Projektarbeit entsprechend auch zu zahlreichen Praxispartnern.

Der Projektbearbeiter arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter seit 2017 am Fachbereich Wasser, Umwelt, Bau und Sicherheit (WUBS) und beschäftigt sich seitdem mit Nichtwohngebäuden hinsichtlich deren Zonierung und Geräteausstattung und der Bilanzierung des Gesamtstrombedarfs. Durch das Vorprojekt bestanden zahlreiche Erfahrungen in der Kontaktherstellung, Datenorganisation, Datenaufnahme von elektrischen Geräten und der Auswertung mit dem Ziel der Kennwertberechnung.

Beide Forschungsprojekte gliedern sich in den Gesamtablauf eines Promotionsvorhabens des Projektbearbeiters ein. Es handelt sich um die Arbeit „Erarbeitung von Stromlastprofilen und -teilenergiekennwerten als Grundlage der energetischen Bewertung für die regenerative Eigenstromnutzung in Nichtwohnbauten“, ein kooperatives Vorhaben der Universität Kassel (Erstbetreuung) und der Hochschule Magdeburg-Stendal. Eine Fertigstellung ist für Ende 2023 geplant.

4.4 Arbeitspakete und Meilensteine

Im Forschungsprojekt wurden folgende Arbeitspakete zur Erreichung der Projektziele formuliert:

- **Literaturrecherche (2 Monate):** Recherche von Gesamt- und ggf. Teilkennwerten für Strom in der Literatur sowie Projektdatenbanken (DBU, BBSR, IRB usw.) mit Schwerpunkt auf Produktionsstätten, Lagerhallen, Krankenhäuser, medizinische Einrichtungen, Labore und Küchen.
- **Planung der Gebäudeuntersuchung (2 Monate):** Kontaktaufnahme zu potenziellen Projektpartnern und Gebäudeeigentümern für 100-150 Nichtwohngebäude der genannten Gebäudenutzungen.
- **Zonierung (3 Monate):** Zonierung aller Gebäude nach DIN V 18599-10. Statistische Auswertung der flächenmäßigen Zusammensetzung der Objekte.
- **Verbrauchsdatenerhebung (1 Monat):** Erhebung von Stromkennwerten für alle Objekte, incl. ggf. Unterzählern.
- **Erfassung der Ausstattung (4 Monate):** Für 1/3 der Stichprobe: Begehung der Objekte, Erfassung aller relevanter Stromverbraucher (Art, Anzahl, Leistung) und deren Nutzungsintensität (Laufzeiten nach Betriebszustand), ggf. Kurzzeitmessungen für Sonderverbraucher. Statistische Auswertung zur Bandbreite der Ausstattung für die Nutzungszonen.
- **Bedarfsbilanz und Verbrauchsabgleich (1 Monat):** Rechnerische Ermittlung des Strombedarfs aller Verbraucher mit Abgleich zum gemessenen Stromverbrauch. Methodik sowie Auswertetabellen werden aus dem Vorprojekt übernommen.
- **Kennwertbildung und Plausibilisierung (4 Monate):** Unter Berücksichtigung der Nutzungsintensitäten (3 Stufen: gering, normal, intensiv) Ableitung typischer zonenbezogener Jahreskennwerte für den Nutzstrombedarf. Plausibilisierung der Daten anhand der restlichen 2/3 der Stichprobengebäude.
- **Abgleich mit der Literatur (4 Monate):** Reproduktion von Verteilungsfunktionen für den Gesamtstromverbrauch aus der Literatur (AGES, VDI 3807 usw.) anhand der gefundenen Kennwerte (Strombedarf je Zone, Zonenanteil je Gebäude). In der Gegenüberstellung von Modellberechnung Literaturkennwerten erfolgen Fehleranalysen, ggf. Korrekturen der getroffenen Annahmen sowie eine Diskussion möglicher Einflussfaktoren und Ergebnisbandbreiten.
- **Berichterstellung**

5 Projektverlauf

5.1 Durchführung der Datenaufnahme

5.1.1 Vorplanung zur Durchführung

Vor dem Projektbeginn bestanden umfangreiche Erfahrungen aus dem Vorprojekt hinsichtlich Gebäudeakquise, Geräteaufnahme und Bedarfsmodellierung mit anschließendem Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich sowie der Erhebung von Jahreskennwerten. Mit der gleichen personellen Besetzung in der Projektleitung und Projektbearbeitung und der Nutzung bestehender Strukturen zur Durchführung und Auswertung bestand eine direkte Arbeitsfähigkeit zu Projektbeginn.

Für die Untersuchung der angestrebten, eher seltener vorkommenden Nutzungszonen stand die Recherche geeigneter Gebäude im Vordergrund, die mutmaßlich die gesuchten Zonen enthalten. Aus der Erfahrung heraus wurden insbesondere Nichtwohngebäude mit dem Standort Magdeburg und Umgebung in den Fokus genommen, da häufig ein Begehungstermin vor Ort nicht ausreichte und so kurzfristig Rückfragen und ggf. weitere Begehungen umsetzbar waren. Für eine zielführende Ergänzung der Gebäuestichprobe trugen persönliche Kontakte der Projektleiterin zu Objekten in Braunschweig und Umgebung bei.

5.1.2 Kontaktaufnahme und formale Voraussetzungen

Im ersten Schritt wurden öffentliche Datengeber aus dem Vorprojekt angesprochen, bei denen Kenntnisse über das Eigentum und Betrieb relevanter Gebäude bestanden (z.B. aus der Flächenauswertung). Hierbei konnten kommunale Museen und Veranstaltungsgebäude in die Gebäuestichprobe eingehen. Mit Blick auf die Vielzahl an Nutzungen zeigte sich damit jedoch auch, dass Kontakte zu neuen Datengebern erforderlich wurden – insbesondere im privatwirtschaftlichen Bereich.

Im zweiten Schritt erfolgte so die Kontaktaufnahme und Gewinnung zu neuen öffentlichen Datengebern im Bereich Gesundheit, Betreibern kommunaler Veranstaltungsgebäude und Großküchen. Privatwirtschaftliche Datengeber konnten für die Untersuchung weiterer Objekte (z.B. Einzelhandel, Gewerbe, Fitness, Hotel) gewonnen werden. Der formale Ablauf der Kontaktaufnahme und Überzeugung zur Unterstützung des Forschungsvorhabens entsprach im Wesentlichen der bisherigen Vorgehensweise: Nach einer Kontaktfanfrage persönlich oder per E-Mail an die verantwortlichen Personen der Einrichtungen oder Unternehmen folgten bei grundlegender Bereitschaft persönliche Gespräche vor Ort. Dort fand in der Regel eine Kurzvorstellung des Projektes und der Beschreibung der geplanten Datenaufnahme und Auswertung statt. Hierbei bestand auch die Möglichkeit, offene Fragen zu klären und ggf. zu beachtende individuelle Gegebenheiten anzusprechen (z.B. Geheimhaltung, Zeitraum und Bereiche möglicher Begehung, Arbeitsschutz und Sicherheitsaspekte, Umfang der Dokumentation). Da sich für jeden einzelnen Datengeber ein ähnlich großer Grundaufwand ergibt, wurden vornehmlich Personen und Unternehmen angesprochen, die mehrere relevante Gebäude oder einen Gebäudekomplex betreiben. Bei einer finalen Zusage folgte die Bereitstellung von Grundrissunterlagen sowie eine Vereinbarung von ein oder mehreren Terminen vor Ort mit Benennung der Verantwortlichen.

Insgesamt lässt sich der organisatorische Aufwand als sehr hoch einordnen, da viele Datengeber nur Eigentümer oder Betreiber eines Objektes waren oder aufgrund des Fokus auf bestimmte seltene Nutzungen nur sehr große Objekte in Frage kamen, die häufig – aufgrund der Zählerstruktur – gesamt zu dokumentieren waren.

Die gefundenen Datengeber konzentrieren sich in zwei Bereiche:

- Öffentliche Betreiber und Eigentümer kommunaler Einrichtungen im Bereich Gesundheit und Pflege, Verwaltung, Archiv, Museum, Gastronomie, Bibliothek, Veranstaltung, Turnhallen (von Bildungsstätten)
- Private Betreiber und Eigentümer von Hotels, Geschäften im Einzelhandel, Fitness- und Wellnesseinrichtungen, Gewerbe- und Produktionseinrichtungen, Gastronomieeinrichtungen, Parkhäusern und Lagerhallen

Im Vergleich zum Vorprojekt blieb die Struktur mehrerer Organisationsebenen der Datengeber (Leitung, Abteilungsleitung, Objektmanagement, Betreiber, Hausmeister, Nutzer vor Ort) im öffentlichen Bereich bestehen. Im privaten Bereich zeigte sich regulär eine geringere Anzahl an Organisationsebenen – die Begründung ist hier in der gezielten Auswahl privater Objekte zu sehen, bei denen die Datengeber persönlich Inhaber oder Betreiber der Einrichtung waren und die entsprechende Entscheidungsbefugnis aufwiesen.

5.1.3 Auswahl der Objekte in der Gebäuestichprobe

Die Auswahl der Nichtwohnobjekte erfolgte nach verschiedenen Einflussfaktoren. Neben dem repräsentativen Charakter des (Teil-)Gebäudes (Vorhandensein von Räumen ein oder mehrerer gesuchter Nutzungsprofile in nennenswertem Umfang) für die gesuchten Nutzungen spielte die Größe der Objekte (im Idealfall kleine bis mittelgroße Objekte) und deren Zugänglichkeit (z.B. unter Berücksichtigung von Geheimhaltung, Betriebsablauf, Sicherheitsgefahren) eine entscheidende Rolle.

Insbesondere bei (teils sehr) selten vorkommenden Nutzungsprofilen wurde der Repräsentation in der Stichprobe Vorrang vor der Objektgröße gewährt, was zur vereinzelt Einbeziehung sehr großer und komplexer Objekte führte, um für möglichst alle fehlenden Nutzungsprofile Stichprobendaten zu erhalten – wenn auch unter Einbeziehung aller anderen vorhandenen Räumlichkeiten. Charakteristisch für bestimmte Nutzungen ist grundlegend auch eine große Einzelraumfläche (z.B. Turnhallen, Logistikhallen).

5.1.4 Bereitstellung von Gebäudedaten

Alle vorhandenen und der Untersuchung dienlichen Unterlagen (in der Regel Grundrissunterlagen, ggf. Stromverteilungspläne, Raumlisten) wurden durch die Datengeber individuell und überwiegend digital ohne zeitliche und räumliche Einschränkung physisch zur Verfügung gestellt. Eine Einsicht in Archive war nicht erforderlich, um notwendige Informationen zu erhalten.

Je nach Qualität der Planunterlagen handelte es sich in der Mehrzahl um Grundrisse mit Bemaßung und detaillierten Rauminformationen. In etwa 10% der Objekte waren nur lückenhaft bemaßte und bzw. oder Planunterlagen ohne Standard-Maßstab vorhanden – eine Flächenmessung erfolgte später digital mithilfe der Messfunktion eines PDF-Programmes in Kombination mit vor Ort gemessenen Referenzmaßen. Insbesondere bei sehr kleinen Objekten konnte aufgrund der Kurzfristigkeit und räumlichen Begrenzung auf ggf. zu suchende Planunterlagen verzichtet werden, da hier neben der Geräteaufnahme eine zweckmäßige Skizze mit Messung der Raumgeometrie mit vertretbarem Aufwand realisierbar war.

5.1.5 Zeitraum der Datenaufnahme

Im Vorfeld des Forschungsprojektes lagen bereits Informationen für 2 relevante Objekte vor. Im Rahmen des laufenden Promotionsvorhabens folgten die Datenaufnahmen einer Bibliothek und dreier Großküchen im August 2020 sowie mehrerer kleiner Geschäfte in Braunschweig im Dezember 2020. Insgesamt erschwerte die aufkommende Corona-Pandemie jedoch die Datenaufnahme vor Ort in erheblichem Umfang – etwa, weil Einrichtungen temporär geschlossen waren, durch Hygieneauflagen oder Bedenken der Besuch externer Personen verweigert wurde oder aufgrund von Kurzarbeit bzw. Produktionsunterbrechungen kein Ansprechpartner vor Ort verfügbar war.

Nach Gesprächen mit ersten Datengebern startete die Datenaufnahme im Projekt am 21.05.2021 mit ersten vornehmlich kommunalen und öffentlichen Gebäuden durchgehend bis zum 08.07.2021. Nach einer Pause folgte das Gros der Objekte in Begehungen, die durchgehend vom 24.08.2021 bis 23.06.2022 stattfanden. Insgesamt wurden 64 Objekte in 121 Begehungsterminen hinsichtlich ihrer Ausstattung mit elektrischen Verbrauchern für die Auswertung dokumentiert.

5.1.6 Durchführung der Datenaufnahme vor Ort

Die Vorgehensweise bei der Datenaufnahme vor Ort entspricht wesentlich der des Vorprojektes. Nach Kontakt zu individuell verantwortlichen Personen (z.B. Haustechnik, Geschäftsführung) wurden grundlegende bauliche und technische Strukturen des Objektes besprochen und ggf. kurz gemeinsam begangen.

Im Anschluss folgte eine alleinige und selbstständige raumweise Begehung relevanter Bereiche mit Dokumentation der vorhandenen elektrischen Verbraucher. Je nach Objekt war ein Gäste- oder Besucherausweis zur Legitimation mitzuführen. Ausnahmen in der alleinigen Begehung bilden besonders schützenswerte Bereiche, die einer Anmeldung bedürfen (z.B. Intensivstationen in Krankenhäusern, spezielle Fabrikanlagen) oder die generell nicht von externen Personen allein betreten werden dürfen (z.B. Magazine, Depots in Museen).

Die Durchführung der Datenaufnahme vor Ort war aufgrund des Zeitraums wesentlich von den Pandemiebedingungen geprägt, was mit einem erhöhten Organisationsaufwand einherging. In Einrichtungen mit Lebensmittelverarbeitung wurden zusätzlich Schuhüberzieher, Haarnetz und Einwegkittel erforderlich, in Produktions- und Gewerbeeinrichtungen waren Arbeitsschutzschuhe zu tragen.

5.1.7 Dokumentation der erhobenen Daten

Aus der Datenaufnahme des Vorprojektes gingen große Mengen an Papierunterlagen hervor, die nachträglich mit teilweise großem Aufwand eingescannt bzw. digitalisiert und archiviert wurden. Auch die bis dato verwendete Papiervorlage (Aufnahmebogen) eröffnete zunehmend Nachteile: Zu jeder Geräteliste musste für spätere Zuordnung der Raum angegeben werden. Diese Vorgehensweise funktioniert bei einer Beschriftung des Raumes (z.B. durch ein Schild), andererseits ist ein Blick auf den ausgedruckten Grundriss erforderlich, was sich besonders bei großen Objekten umständlich und zeitintensiv darstellte. Letztendlich wurde die Papiervorlage verworfen.

Nachdem bis einschließlich August 2020 die raumweise Dokumentation von Geräten und Nutzungsinformationen per Hand auf den zweckmäßig ausgedruckten Grundrissunterlagen (DIN A3) vorgenommen wurde, wechselte ab Oktober 2020 die Datenaufnahme hin zu einem Tablet. Mit einer entsprechenden Anwendung konnten die erhobenen Daten direkt auf den vorher bereitgestellten digitalen oder digitalisierten Grundrissen eingetragen werden. Die Vorteile lagen hierbei in der direkten Zuordnung zu einem Raum, der einfachen Korrektur und Ergänzung und insgesamt in der Zeitersparnis der entfallenden nachträglichen Digitalisierung. Insgesamt fand eine Dokumentation elektrischer Verbraucher auf 129 Grundrissen statt, zum Teil mit skizzenhafter Anordnung der Geräte. Die Archivierung der als Notiz erstellten Unterlagen erfolgte jeweils in Form eines PDF-Ausdruckes.

Ausnahmen in der digitalen Dokumentation bildeten sensible Bereiche wie z.B. potenzialfreie Arbeitsbereiche für Elektronik, Bereiche mit Geheimhaltung oder Bereiche mit brennbaren oder explosiven Stoffen. Hier wurde auf eine analoge Dokumentation zurückgegriffen.

5.1.8 Umfang der Datenaufnahme

Nach erfolgreichem Abschluss der Kontaktaufnahme und den Zusagen zahlreicher Datengeber zur Unterstützung des Forschungsprojektes lagen Informationen über 75 Nichtwohngebäude vor, die für Modellierung und Kennwerterhebung grundlegend in Frage kamen. Aufgrund von Abwägungen hinsichtlich fehlender und nicht vorhandener Unterlagen, Umbauarbeiten, Zutrittsbeschränkungen oder fehlender Abgrenzbarkeit der gemessenen Stromverbraucher auf bestimmte Bereiche konnten letztlich 66 Nichtwohn-Objekte in Untersuchung einbezogen werden. Diese Objekte setzen sich aus 16 Teilgebäuden (z.B. Ladenmietflächen in einem Einkaufszentrum, Stationen im Krankenhaus), 47 Einzelgebäuden und 3 Gebäudekomplexen aus mehreren baulich verbundenen Einzelgebäuden zusammen. Die Kriterien der Einteilung bildeten die vorhandenen baulich-strukturell abgrenzbaren Einheiten sowie die Zugehörigkeit eines Gesamtstromverbrauchs zu verschiedenen Gebäudebereichen.

Für jedes dieser 66 Nichtwohnobjekte wurde eine Gesamtaufnahme durchgeführt, das umfasst die Begehung aller Räume eines Objektes sowie die vollständige Aufnahme aller vor Ort ersichtlichen elektrischen Verbraucher (Anlagentechnik, Arbeitshilfen, Zentrale Dienste, Diverse Technik und Außenbeleuchtung/Außengeräte). Eine partielle Reduzierung der Begehung wurde bei Objekten mit vielen, typischerweise gleich ausgestatteten Räumen in einer Raumnutzung vorgenommen (Hotel, Krankenhausstation). Hier wurde eine Begehung und Aufnahme der Geräteausstattung auf jeweils 2-3

repräsentative Räume jedes vorhandenen Typs (z.B. Doppelzimmer in Hotels oder 2-Bett-Zimmer in Krankenhausstationen) in den relevanten Zonen (Hotelzimmer bzw. Bettenzimmer) reduziert und grundlegend alle vergleichbaren Räume angenommen. Der verbleibende Teil des Objektes wurde unabhängig davon vollständig begangen und dokumentiert.

Insgesamt wurden in diesem Projekt Nichtwohnobjekte mit einer Gesamt-Nettogrundfläche von 191.681 m² dokumentiert, welche sich auf 3.953 Einzelräume aufteilt. Bei den Begehungen wurden 50.302 elektrische Verbraucher in 20.254 Einträgen dokumentiert. Mit Abzug mehrfach vorhandener Räume gleicher Ausstattung (z.B. in Hotelzimmern oder Bettenzimmern) wurden insgesamt ca. 3.575 Einzelräume vor Ort begangen und vollständig mit ihrer elektrischen Geräteausstattung dokumentiert.

5.1.9 Anspruch an die Detaillierung der Gerätedokumentation

Wie bereits im Vorprojekt lag das Ziel in einer möglichst genauen Dokumentation der vorhandenen Geräte, auch wenn dieses Vorgehen mit sehr viel Aufwand verbunden ist. Bereits in den ersten Begehungen zeichnete sich ab, dass sich die Ausstattung unterschiedlich genutzter Nichtwohngebäude mit elektrischen Geräten deutlich spezifischer als in Büro- und Schulgebäuden darstellt. Die nun untersuchten Räume, die sich einem Nutzungsprofil zuordnen lassen, weisen große Gemeinsamkeiten in der objektiven Ausstattung auf (z.B. in Bezug auf die Beleuchtung) – allerdings weichen z.B. die Geräteausstattungen eines Ausstellungsraumes und die eines Fitnessraumes vollständig voneinander ab.

In der Regel sind nutzungsspezifische Arbeitshilfen anzutreffen, die fast ausschließlich in der jeweiligen Nutzung oder in thematisch verwandten Nutzungen vorkommen (z.B. medizinische Geräte in Spezialpflegebereiche oder in Untersuchungs- und Behandlungsräumen).

Selbst in den analysierten Nutzungen kommen aufgrund unterschiedlicher spezifischer Hersteller untereinander nur wenige gleiche Geräte vor. Die größten funktionalen Überschneidungen bestehen in Bereichen, in denen eine Datenverarbeitung stattfindet und eine entsprechende Ausstattung mit PC-Arbeitsplätzen vorhanden ist. Jedoch besteht auch hier eine große Bandbreite an Herstellern und Modellen von z.B. Monitoren oder Druckern.

Insgesamt lässt sich daraus ableiten, dass eine detaillierte und realitätsnahe Betrachtung der Geräteausstattung und der korrekten Berücksichtigung der Leistungsangaben ohne konkrete Hersteller- und Typenbezeichnungen nicht zielführend ist. Hierfür sind verschiedene Gründe anzuführen: 1) Für eine möglichst treffende Modellierung des individuellen Strombedarfs eines Objektes bzw. der Kennwertableitung sind die individuell vorhandenen Arbeitshilfen essenziell. 2) Aufgrund der großen Anzahl nutzungsspezifischer Geräte in den Einzelnutzungen fehlen spezifische Kenntnisse sowie die Zeit zur Recherche technisch vergleichbarer Geräte. Häufig liegen individuell konfigurierte Arbeitshilfen vor, wie z.B. bei Produktionsanlagen. 3) Ohne konkrete Bezeichnungen und Leistungsangaben der zugrunde gelegten elektrischen Verbraucher ist eine Nachprüfbarkeit der Berechnungsergebnisse und die spätere Verwendung der erhobenen Geräteinformationen erschwert.

5.1.10 Erhebung von Gerätebezeichnungen

Die Hersteller- und Modellbezeichnungen von elektrischen Geräten befinden sich meist auf angebrachten Typenschildern oder Schriftzügen am Gehäuse des Gerätes. Je nach baulicher Beschaffenheit lassen sich Informationen am Rahmen, der Vorder- oder Rückseite oder ggf. oberhalb des Netzanschlusses in Erfahrung bringen. Wenn Typenbezeichnungen nicht erkennbar waren, z.B. weil sie zu einem früheren Zeitpunkt entfernt wurden oder sich aufgrund der baulichen Situation an nicht zugänglichen Positionen befanden, folgte die Dokumentation charakteristischer Eigenschaften (Objektiver Nutzungszweck, Abmessungen, Skizzen, Fotos) für eine spätere Internet-Recherche. Dies betraf ca. 2% aller Verbraucher. Wie bereits im Vorprojekt angemerkt, enthalten Typenschilder regulär keine detaillierten Angaben über die typische Leistungsaufnahme in den üblichen Betriebszuständen. Lediglich für die Planung und Dimensionierung der Stromkreise nach VDE 0100 sind ggf. Maximalangaben vermerkt, die die regelmäßige Leistungsaufnahme deutlich übersteigen.

5.1.11 Recherche fehlender Leistungsangaben

Als notwendige Konsequenz unvollständiger Leistungsangaben schloss sich für die Verbraucher, die sich nicht in der aus dem Vorprojekt bestehenden Gerätedatenbank befanden, eine umfangreiche Online-Recherche an. Aufgrund der Menge an unterschiedlichen Verbrauchern, der begrenzten Bearbeitungszeit vor Ort und der Zugänglichkeit wurden Kurzzeitmessungen nur bei ausgewählten Verbrauchern durchgeführt. Hierzu zählen z.B. individuell beleuchtete oder elektrisch betriebene Exponate in Museen oder kleine, ortsveränderliche Verbraucher aus mehreren Komponenten.

Der Sucherfolg verwertbarer Leistungsangaben hängt maßgeblich von mehreren Einflussgrößen ab:

- der Pflicht der Hersteller zur Angabe von charakteristischen Stromverbrauchswerten (aufgrund gesetzlicher Bestimmungen) in Norm-Dokumenten oder speziellen Websites,
- der Selbstverpflichtung der Hersteller zur Transparenz, Umweltverantwortung und/oder Qualität zur Bereitstellung von möglichst detaillierten Geräteinformationen,
- dem Alter des Gerätes und
- der fortlaufenden Existenz des Herstellers oder der Herkunft des Herstellers (Angaben sind abrufbar, die Dokumentation ist jedoch in z.B. englischer, französischer oder spanischer Sprache verfasst).

Zielführende Suchergebnisse in Suchmaschinen ließen sich durch die Kombination der Modellbezeichnung mit verschiedenen Begriffen auffinden:

- deutsch: „Stromverbrauch“, „(technisches) Datenblatt“, „Handbuch“, „Bedienungsanleitung“, „Standby“
- englisch: „power consumption“ (Stromverbrauch), „specs“ bzw. „specification“ (Technische Spezifikationen), „manual“ (Bedienungsanleitung), „datasheet“ (Datenblatt)“, „white paper“ (Bericht, insbesondere Energiebedarfsangaben für EDV-Geräte), „environmental“ oder „eco declaration“ (Umweltangaben, Ressourcenverbrauch, insbesondere für EDV-Geräte), „idle“ (Leerlauf, Energiebedarf im Betriebszustand ohne Belastung, z.B. EDV-Geräte, Musikverstärker)

Herstellerdokumente oder Leistungsangaben konnten häufig gefunden werden auf:

- Websites der jeweiligen Gerätehersteller,
- offiziellen Online-Produktdatenbanken (z.B. eprel.ec.europa.eu oder energystar.gov),
- werbefinanzierte Internet-Portalen mit Sammlungen von Herstellerunterlagen und
- Online-Verkaufsanzeigen (insbesondere bei Vergleichssuchen, Typenschildangaben).

Jedem zu recherchierenden Gerät wurde eine maximale Recherchezeit von 10 Minuten pro Gerät eingeräumt. Nach dieser Zeit wurde die Suche abgebrochen und je nach Relevanz des Gerätes in Einzelfällen erneut aufgenommen.

Wenn trotz ausführlicher Suche keine Leistungseigenschaften erhoben werden konnten, wurden Leistungskennwerte nach folgender Systematik in absteigender Hierarchie angenommen:

- Übernahme der Leistungseigenschaften eines vergleichbaren Gerätes des gleichen Herstellers (z.B. Kühlschrank Modell 200 von Hersteller 1 erhält Angaben für Kühlschrank Modell 201)
- Übernahme der Leistungseigenschaften eines vergleichbaren Gerätes eines anderen Herstellers (z.B. Kühlschrank Modell 200 von Hersteller 1 erhält Angaben von vergleichbarem Kühlschrank Modell X20 von Hersteller 2)
- Testergebnisse aus einschlägigen Foren zu den betreffenden Geräten (z.B. Notebooks)
- Verwendung des Leistungsverhältnisses aus der Maximalleistung und der durchschnittlichen Leistungsaufnahme vergleichbarer Geräte (z.B. Kühlschrank Modell 200 besitzt eine Maximalleistung von 90 Watt und im Dauerbetrieb durchschnittlich 20 Watt – es ergibt sich ein Verhältnis von 0,22, das bei bekannter Maximalleistung eines anderen Kühlschranks zur Abschätzung der Dauerleistung verwendet werden kann)
- Kurzzeitmessungen vor Ort (wenn möglich, sonst Abschätzung aus Komponenten)

Für die Beurteilung auffindbarer Informationen und Unterlagen hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit ist insbesondere bei komplexen oder spezifischen Geräten ein technisches Verständnis über regulären Betriebsablauf erforderlich.

5.1.12 Umfang und Erweiterung der Gerätedatenbank, Zeitaufwand

Aus dem Vorprojekt lag eine Gerätedatenbank mit den Leistungsangaben von 1654 unterschiedlichen elektrischen Verbrauchern (davon 70 Beleuchtungen) mit Angaben für die Zustände "Betrieb", ggf. "Standby" und "Aus" vor. Diese umfangreiche Auflistung bildete eine gute Grundlage für das vorliegende Projekt, jedoch zeigte sich schnell, dass die in Büro- und Schulgebäuden vorhandenen elektrischen Arbeitshilfen (maßgeblich Monitore, PC, Beamer, Projektoren) nicht oder nur teilweise in den hier untersuchten Nutzungsprofilen vorkommen. Beispielsweise fehlen Angaben für z.B. medizinische Geräte, Fitnessgeräte oder gewerbliche Produktionsgeräte.

Bei der Aufnahme weiterer Nichtwohnnutzungen kam eine Vielzahl nutzungsspezifischer und teils hochkomplexer Geräte ergänzend hinzu, die den ursprünglich erwarteten Aufwand zur Erweiterung der Datenbank deutlich überstiegen. Aus den dokumentierten Objekten gingen am Ende 4112 weitere unterschiedliche Einzelverbraucher hervor, darunter 344 Beleuchtungen.

Insgesamt liegen nun für 5766 unterschiedliche Einzelverbraucher (davon 414 Beleuchtungen) detaillierte Angaben über die Leistungsaufnahme in unterschiedlichen Betriebszuständen vor.

Die Vielzahl an Beleuchtungen lässt sich im Gegensatz zum Vorprojekt auf die wachsende Verbreitung und große Bandbreite an LED-Leuchten mit unterschiedlicher Leistungsaufnahme (im Vergleich zu z. B. standardisierten Leuchtstoffröhren) zurückführen. Zum Teil wurden auch spezielle Objektbeleuchtungen (Museen, Lebensmittel-Einzelhandel), historische Beleuchtungen (z.B. T12-Leuchtstoffröhren und KVG), oder eher selten vorkommende Linienleuchten (S14D- oder S14S-Sockel) angetroffen und dokumentiert.

Zusammengefasst ergibt sich für die reine Recherche von Leistungsangaben eine Bearbeitungszeit von 223 Arbeitsstunden, was einer durchschnittlichen Recherchezeit und Eingabe der Kenndaten in die Datenbank von 3 Minuten und 15 Sekunden pro Verbraucher entspricht. Im Vergleich zum Vorprojekt (knapp 7 Minuten pro Verbraucher) ergab sich demnach eine deutliche Steigerung der Effizienz.

5.1.13 Leistungseigenschaften der Anlagentechnik

Im Sinne der gewählten Methodik sind zur Modellierung des Gesamtstrombedarfs neben den Arbeitshilfen auch die Leistungseigenschaften der Raumkonditionierung (Beleuchtung, Heizung, Kühlung, Luftförderung, Trinkwarmwasserbereitung) sowie weiterer Verbraucher (Zentrale Dienste, Diverse Technik, Außenbeleuchtung bzw. Außengeräte) zu berücksichtigen.

Die in der Modellierung des Gesamtstrombedarfs getroffenen Annahmen und Vorgehensweisen entsprechen denen des Vorprojektes, weshalb hierbei auf die Abschnitte 5.2.7.7 bis 5.2.7.14 im Endbericht des Vorprojektes „Statistische Untersuchung der Flächen- und Nutzstromanteile von Zonen in Nichtwohngebäuden“ verwiesen wird.

In der Raumkonditionierung durch Beleuchtung ist zu ergänzen, dass sich aus der fortschreitenden Umstellung von – meist standardisierten Leuchtstoffröhren (LSR) und Kompaktleuchtstofflampen (KLSL) auf LED – insgesamt ein Mehraufwand in der korrekten Berücksichtigung ergibt, da sich die Leistung bei Retrofit-Leuchtmitteln und Leuchten mit nicht austauschbarem Leuchtmittel meist nicht mehr aus einer standardisierten Bauform ergibt. Besonders in der Objektbeleuchtung eines Lebensmittelmarktes waren Leistungsangaben nur anhand vorhandener Herstellerunterlagen der Datengeber ersichtlich, da bei gleichem äußeren Aussehen der Lampe viele Freiheitsgrade den Energieverbrauch beeinflussen (z.B. Lichtfarbe, Optik, eingebautes LED-Leuchtmittel). Für einzelne, im Jahr 2018 eingebaute Objektleuchten waren bereits 2022 keine Herstellerunterlagen mehr verfügbar.

Vorteilhaft für die Modellierung sind Weiterentwicklungen im Bereich der Heizung- und Warmwasserverteilung. Viele dokumentierte Umwälzpumpen besitzen eine Nutzereinheit mit Display, an der momentane und zeitraumbezogene Energiekennwerte ablesbar waren. Dadurch verbessert sich deren Berücksichtigung in der Leistungsaufnahme im Vergleich zum Vorprojekt 2019.

5.1.14 Betriebszeiten und Nutzungsintensität von Arbeitshilfen

Das grundlegende Vorgehen in der Erhebung von Nutzungszeiten und der Abschätzung von Nutzungsintensitäten beruhte auf der Befragung ausgewählter Personen vor Ort (z. B. Hausmeister, Technische Betreuung, Mitarbeiter in Bereichen). Eine Einschätzung der regelmäßigen Betriebszeiten bestimmter Gerätegruppen oder Einzelgeräte wurde als notwendig erachtet, da sonst aufgrund der individuellen Komplexität der Nutzung keine zielführende Abschätzung möglich war.

Eine grundlegende Orientierung bildeten insbesondere in Gewerbe- und Handelsobjekten die jeweiligen Öffnungszeiten mit zusätzlicher Berücksichtigung individueller täglicher (z.B. für die tägliche Vor- und Nachbereitung, Pausen oder Schichtwechsel) und saisonaler Zeiträume (z.B. Unterschiede im Sommer und Winter, Feiertage, Betriebsferien).

Aus der Dokumentation der regelmäßigen Öffnungs- und Betriebszeiten konnten je Objekt Nutzungs- und Nichtnutzungstage pro Jahr berechnet werden. Je Verbrauchergruppe oder Arbeitsbereich konnten die dort vorhandenen Arbeitshilfen analog zum Vorprojekt mit einem regelmäßigen täglichen Nutzungsumfang berücksichtigt werden. Im einfachsten Fall besteht die Ausstattung aus Geräten, die dauerhaft einen bestimmten Betriebszustand aufweisen. Hierzu gehören z.B. gewerbliche Kühl- und Gefriergeräte, die sich dauerhaft in Nutzung befinden. Auch wurden vereinzelt Betriebsstundenzähler beobachtet (z.B. bei Kompressoren, Hubbühnen, Großgeräten), die eine Abschätzung des jährlichen Energiebedarfs durch Ablesung zwischen zwei Zeitpunkten und Differenzbildung (ohne Nullpunkt der Messung) oder durch Ablesung der Nutzung seit Jahresbeginn (Nullpunkt der Messung) ermöglichten.

5.1.15 Betriebszeiten und Nutzungsintensität von Anlagen der Raumkonditionierung

Die Erhebung verfügbarer Informationen über die Betriebszeiten und Nutzungsintensität von elektrischen Anlagen der Raumkonditionierung (Beleuchtung, Heizung, Kälte, Luftförderung, Trinkwarmwassererzeugung) sowie weiterer elektrischer Verbraucher (Zentrale Dienste, Diverse Technik, Außenbeleuchtung bzw. Außengeräte) beruht ebenfalls auf der Befragung der betreuenden Personen vor Ort. Die Vorgehensweise in der Berücksichtigung der Betriebszeiten entspricht der des Vorprojektes, weshalb hierzu auf Tabelle 13 (Abschnitt 5.2.8.3) und Tabelle 14 (Abschnitt 5.2.8.4) des Endberichts im abgeschlossenen Projekt „Statistische Untersuchung der Flächen- und Nutzstromanteile von Zonen in Nichtwohngebäuden“ verwiesen wird.

5.1.16 Beschaffung von Stromverbrauchsdaten

Beginnend mit den gemeinsamen Vorgesprächen zwischen Projektbearbeiter und Datengebern wurden im Vorfeld die Zählerstrukturen sowie Messintervalle in Erfahrung gebracht, da diese für die Zuordnung und Abgrenzung von Raum- und Gebäudebereichen in der Modellierung von großer Bedeutung waren. Falls diese Informationen aus organisatorischen Gründen nicht verfügbar waren, konnten je nach Organisation des Datengebers Personen vor Ort oder in anderen Geschäftsbereichen Auskunft geben.

Für die Modellierung erforderlich war mindestens der Gesamtstromverbrauch für ein zusammenhängendes Jahr, im Idealfall mit detaillierterer zeitlicher und räumlicher Unterteilung. Zum Abgleich des berechneten Gesamtstrombedarfs mit dem tatsächlichen Verbrauch eines Jahres wurden im Regelfall die Verbrauchswerte für das Jahr 2018 und/oder 2019 herangezogen, um Einflüsse der Corona-Pandemie (Schließungen, Minimal- oder Notbetrieb) in davon betroffenen Objekten auszuschließen. In davon weitgehend unabhängig betriebenen Einrichtungen (z.B. Lebensmitteleinzelhandel) wurden auch Angaben für den Gesamtstromverbrauch von 2020 und 2021 verwendet.

Die Bereitstellung der Stromverbrauchsdaten geschah meist im zeitlichen Zusammenhang mit der Datenaufnahme in unterschiedlicher Qualität – abhängig von der Höhe des absoluten Verbrauchswerts, der vorhandenen Zählerstruktur vor Ort und der tatsächlichen Erfassung. Für die Mehrzahl der Objekte liegen monatliche Werte für den Gesamtstromverbrauch mit Teilangaben für ca. 1-4 eindeutig zuordenbare Unterzähler vor. Für einzelne Objekte mit einem besonders geringen Gesamtstromverbrauch liegen allein Jahreswerte vor. Im Gegensatz dazu liegen für zahlreiche Objekte mit hohem Stromverbrauch (>100.000 kWh/a) häufig Lastprofile mit 15-Minuten-Werten für das Gesamtobjekt und monatlich abgelesene Verbrauchswerte von Unterzählern vor, die eine Zuordnung bestimmter Geräte und Räume zu Teilverbräuchen ermöglichen. Ein besonders hoher Aufwand entstand bei großen Einzelgebäuden oder Gebäudekomplexen, die z.B. aus Zweckmäßigkeit nur einen einzigen Gesamtzähler aufwiesen. Hier war neben den relevanten Nutzungen auch die Aufnahme weiterer Bereiche erforderlich, die nicht gezielt im Projektfokus standen.

Ein besonders hoher Nutzen von verfügbaren Lastprofilen zeigt sich bei der Auswertung der Veranstaltungs- und Messegebäude, da hier einzelne Veranstaltungen für die Auswertung herangezogen werden können. Eine monatliche Betrachtung des Stromverbrauchs wäre hierfür zu ungenau in der Berücksichtigung verschiedener Veranstaltungsformen.

5.2 Auswertung und Kennwerterhebung

5.2.1 Modellierung des Gesamtstrombedarfs – Grundlegende Berechnung

Die Vorgehensweise zur Modellierung des Gesamtstrombedarfs für jedes detailliert untersuchte Nichtwohn-Objekt entspricht der des Vorprojektes. Auf Grundlage einer selbsterstellten, systematischen Auswertungsvorlage wird je Objekt eine Datei erstellt. Nach Eingabe bzw. Übertragung der Einzelräume (Raumnummer, Raumbezeichnung, Nettogrundfläche des Raumes) und der Zuordnung zu einem Norm-Nutzungsprofil nach DIN V 18599-10 folgt die raumweise Hinterlegung aller elektrischen Verbraucher. Hierbei werden diese in ihrer Menge, ihren Leistungseigenschaften und ihrer täglichen Nutzungsintensität in unterschiedlichen Betriebszuständen berücksichtigt. Über den Betrachtungszeitraum von einem Jahr besteht so die Möglichkeit, raum- und gewerkeweise den tatsächlichen Gesamtstromverbrauch nachzubilden. Eine ausführliche Beschreibung der Struktur und Berechnungssystematik an einem Beispiel enthält der Endbericht des Vorprojektes „Statistische Untersuchung der Flächen- und Nutzstromanteile von Zonen in Nichtwohngebäuden“ im Abschnitt 5.3.4 „Detaillierte Berechnungssystematik - Modellierung Gesamtstrombedarf“.

Für die verbesserte Nutzbarkeit erhielt die Auswertungsvorlage geringfügige Anpassungen, z.B. zur Optimierung einer automatisierten Auswertung, der Erweiterung von Eingabebereichen aufgrund einer jetzt größeren Anzahl von Verbrauchern oder die Hinterlegung der erweiterten Gerätedatenbank. Die Berechnungssystematik und der strukturelle Aufbau der Datei blieben gleich.

Zur Modellierung des Gesamtstrombedarfs kamen die im Vorprojekt entwickelten Bearbeitungsschritte zur Anwendung, die sich damals bewährt haben (vgl. auch Abschnitt 5.3.5 im Endbericht des Vorprojektes). Aufgrund spezifischer Gegebenheiten und größerer Komplexität kam es zu einzelnen Ergänzungen in der Vorgehensweise. Insbesondere vor der Hinterlegung von Nutzungszeiten war es erforderlich, die festgestellten individuellen Nutzungsrandbedingungen (Betriebszeiten, Öffnungszeiten, Nutzungstage) und technischen Gegebenheiten (z.B. Vorhandensein von Unterzählern und deren Zuordnung zu Bereichen) möglichst genau zu berücksichtigen.

5.2.2 Modellierung des Gesamtstrombedarfs – Veranstaltungsnutzungen

Die übliche Berechnungssystematik zur Modellierung des Gesamtstrombedarfs legt eine regelmäßige, in der Intensität gleichbleibende Nutzung zugrunde. Dieser Ansatz eignet sich deshalb nur bedingt für die Auswertung unregelmäßig genutzter Zonen und der gleichzeitig schwankenden Nutzungsintensität.

Veranstaltungsgebäude zeichnen sich dadurch aus, dass sie sich abstrakt in zwei Betriebszustände einordnen lassen:

- **Ruhetag:** Die Gebäude werden (wochen-)täglich durch technisches Personal vor Ort betreut. Bis auf notwendige elektrische Anlagen (z.B. PC-Arbeitsplatz, Gebäudeleit- und Sicherheitstechnik, notwendige Beleuchtung und Lüftung, ggf. Netzwerk- und Basis-Tontechnik) sind alle veranstaltungsbezogenen elektrischen Verbraucher im Standby oder ausgeschaltet.
- **Veranstaltungstag:** In den Gebäuden finden zeitlich begrenzte, private oder öffentliche Veranstaltungen mit Gästen oder Publikum unter Nutzung spezifischer Verbraucher statt (z.B. Bestandteile der Bühnenbeleuchtung, Verstärker, Musikinstrumente, Lichtsteuerung, Kühlgeräte). Zusätzlich werden je nach Erfordernis vorhandene Anlagen zur Raumkonditionierung betrieben (insbesondere Beleuchtung und Lüftung). Für jede Veranstaltung ist eine mehr oder weniger umfangreiche Vor- und Nachbereitung (z.B. für Auf- und Abbau von Bühnentechnik, Reinigung) erforderlich – darüber hinaus werden zusätzliche Geräte durch die Veranstalter installiert, die sich bei jeder Veranstaltung unterscheiden und rückwirkend nicht dokumentierbar sind.

Ihr Gesamtstrombedarf setzt sich dementsprechend aus einem Grundanteil (Ruhetage) und einem nutzungsabhängigen Teil (Veranstaltungstage) zusammen.

Durch die Tatsache, dass sich der Energiebedarf beider Zustände in Bezug auf den jeweils zugehörigen Zeitraum stark unterscheidet, wird eine detaillierte Betrachtung der Einzelveranstaltungen mit zugehörigem Energiebedarf erforderlich. Diese Unterscheidung betrifft insbesondere die in Veranstaltungsgebäuden charakteristisch vorkommenden Räume der Norm-Nutzungsprofile „Zuschauer“ (Nr. 23), „Theaterfoyer“ (Nr. 24), „Theaterbühne“ (Nr. 25) und „Messe/Kongress“ (Nr. 26) nach DIN V 18599-10.

Für die detailliert untersuchten Veranstaltungsgebäude und den detailliert untersuchten Messekomplex lagen im Vorfeld der Modellierung jeweils folgende Informationen vor:

- alle Räume mit zugehörigen Informationen (Raumnummer, Bezeichnung, Nettogrundfläche, Zonenzuordnung)
- alle dauerhaft vorhandenen, elektrischen Verbraucher mit zugehörigen Leistungsangaben (dokumentiert durch Begehungen vor Ort, ggf. ergänzt durch Recherchen und Rückfragen)
- detaillierte Informationen über die typische Nutzungsintensität der elektrischen Verbraucher während des Ruhezustandes und während der Veranstaltungen (Befragung Haustechnik)
- ein Lastprofil des Objektes für ein gesamtes Jahr (01.01.-31.12.) mit Auflösung in 15-Minuten-Leistungsmittelwerten des Stromverbrauchs (hier: Betrachtung für das Jahr 2019), ggf. weitere Angaben für installierte Unterzählen (häufig Monatswerte) und
- der vollständige Veranstaltungskalender für das Objekt im Zeitraum des betrachteten Stromverbrauches mit Angaben zu Beginn, Ende und Art der stattgefundenen Veranstaltungen – ggf. mit zusätzlichen Angaben über die räumliche Ausdehnung innerhalb des Objektes (z.B. in welcher Messehalle, in welchem Veranstaltungssaal).

Die Vorgehensweise zur Erhebung veranstaltungsbezogener Kennwerte lässt sich wie folgt beschreiben:

- **Übertragung der Raum- und Geräteinformationen:** Die Rauminformationen und alle dokumentierten elektrischen Verbraucher werden zugehörig in die bisherige Auswertungsvorlage übertragen. Aus der Gerätedatenbank werden Leistungsangaben automatisch ergänzt. Bis zu diesem Punkt gleicht die Modellierung der üblichen Vorgehensweise.
- **Aufbereitung der Last- und Veranstaltungsinformationen:** Die vorliegenden 15-Minuten-Leistungsmittelwerte eines Jahres (35040 Werte) werden zur besseren Handhabung in Stundenmittelwerte (8760 Werte) zusammengefasst. Anschließend werden alle Veranstaltungen des betrachteten Jahres tabellarisch mit Datum, Beginn, Ende, Titel, Raumbezug und einer selbst gewählten Kategorisierung aufbereitet. Aus der Aufstellung geht die Gesamtzahl der Veranstaltungstage (bzw. indirekt der Ruhetage) im jeweiligen Objekt pro Jahr hervor.

- **Sortierung der elektrischen Verbraucher:** Alle elektrischen Verbraucher werden anhand ihrer Nutzungsintensität mit Erhalt der Raumzuordnung in drei Kategorien sortiert: Verbraucher bei Veranstaltungen, Verbraucher an Ruhetagen und Saisonale/Temporäre Verbraucher.
- **Modellierung des Grundanteils am Nutzerstrombedarf:** In der Auswertungsdatei wird der jährliche Teilstrombedarf für Verbraucher an Ruhetagen und in saisonaler Nutzung (z. B. Umwälzpumpen, Licht in Lagerbereichen) modelliert, indem tägliche bzw. saisonalen Nutzungszeiten in typischen Betriebszuständen hinterlegt werden. Aus der Berechnung geht der jährliche Grundbedarf an Strom ohne Veranstaltungsnutzung hervor. Gleichzeitig dient die Summe der regelmäßig aufgenommenen elektrischen Leistung der Plausibilisierung des Lastprofils an Zeitpunkten ohne Veranstaltung.
- **Modellierung des veranstaltungsabhängigen Anteils am Nutzerstrombedarf:** Die Verbraucher an Veranstaltungstagen werden raum- bzw. zonenbezogen separiert und mit ihren Leistungseigenschaften im Betrieb in eine erweiterte Auswertungsvorlage übertragen. Anschließend wird für jeden einzelnen Veranstaltungstag eine stundenweise Modellierung durchgeführt:
 1. Anhand des Datums wird das zugehörige Stunden-Lastprofil (0-24 Uhr, 24 Werte) des Veranstaltungstages herausgesucht.
 2. Von diesem Lastprofil wird ein repräsentatives Lastprofil von einem Tag ohne Veranstaltung stundenweise abgezogen, um den darüber hinaus angefallenen veranstaltungsbedingten Stromverbrauch näherungsweise zu bestimmen. Als repräsentative Lastprofile eignen sich Verbrauchswerte von gleichen Wochentagen in zeitlicher Nähe (z.B. 1 Woche früher oder später) oder – falls nicht möglich – auch Lastprofile des vorherigen oder folgenden Tages.
 3. Im Verlauf zwischen 0 und 24 Uhr werden anschließend für jede Stunde des Tages die vorher bestimmten Verbraucher während der Veranstaltung (z.B. Saalbeleuchtung, Lüftungsanlage des Saals, Verstärker) unter Berücksichtigung des Lastprofils plausibel angesetzt. Je nach Ausstattung der Veranstaltungsstätte und Möglichkeit der Zusammenfassung ergeben sich ca. 10-15 typische Verbraucher(gruppen), die in den Veranstaltungsablauf einzuordnen sind. Das Ziel besteht darin, die stündlich registrierte Last unter Berücksichtigung von Veranstaltungsbeginn und -ende vollständig nachzubinden. Diese Vorgehensweise erfordert detaillierte Einzelkenntnisse über die Nutzung und den Einsatz technischer Anlagen, welche im Vorfeld mit den betreuenden Personen der Haus- und Veranstaltungstechnik vor Ort umfangreich abgesprochen wurden.
 4. Die sich aus dem veranstaltungsabhängigen Lastprofil und der Modellierung ergebende Differenz des Strombedarfs und ggf. bekannten, fest installierten Nutzergeräten wird dem Nutzerstrombedarf (Arbeitshilfen) zugeordnet.
- **Berechnung von Kennwerten für den Nutzerstrombedarf:** Für jede Einzelveranstaltung (bestehend aus durchschnittlich 1-3 Veranstaltungstagen) wird der Nutzerstrombedarf für den Zeitraum der Veranstaltung sowie ggf. für Zeiträume der Vor- und Nachbereitung aufsummiert. Mit Bezug des errechneten Bedarfs auf die Gesamtdauer der Veranstaltung (z.B. Öffnungszeiten einer Messe, Dauer eines Konzertes) sowie die Publikums- bzw. Veranstaltungsfläche (Zuschauerbereich, Messefläche) entstehen jeweils spezifische Kennwerte für den Nutzerstrombedarf je Flächen- und Zeiteinheit – bezogen auf die jeweilige Veranstaltungsform.
- **Aufsummierung der Einzelveranstaltungen:** Entsprechend des Veranstaltungskalenders werden die bestimmten Nutzerstrombedarfe der Einzelveranstaltungen für ein Jahr aufsummiert und auf die vorhandenen Zonen typischer Veranstaltungsgebäude aufgeteilt. In Kombination mit dem Grundanteil dient dies der Plausibilisierung des Gesamtstromverbrauchs für das jeweilige Objekt.

5.2.3 Zeitaufwand in der Modellierung

Der Zeitaufwand zur Bedarfsmodellierung jedes Nichtwohn-Objektes hängt von individuellen Randbedingungen ab. Maßgebliche Einflussfaktoren sind die absolute Anzahl der dokumentierten elektrischer Verbraucher (indirekt verbunden mit der Größe des Objektes), der Komplexität des Gebäudes bzw. Gebäudeteils hinsichtlich der vorhandenen Technik zur Konditionierung und damit verbundene Unsicherheiten bzw. notwendige Rückfragen und Ergänzungen.

Für jedes Nichtwohn-Objekt umfasst der Aufwand für die Modellierung:

- die Übertragung der Rohdaten (Räume, Flächen, Zonen, Art und Anzahl der Geräte) in die Auswertungsvorlage zur Modellierung des Gesamtstrombedarfs, ggf. mit Korrekturen und manuellen Anpassungen der Datensätze
- Berechnung der jährlichen Nutzungstage und Nutzungsstunden für maßgebliche Verbrauchergruppen
- die Hinterlegung von Laufzeitprofilen oder individuellen Betriebszeiten für jeden Verbraucher
- ggf. die Zuordnung von Stromverbrauchsdaten zu Teilbereichen (Plausibilität durch Verbrauchswerte von Unterzählern)
- ggf. weitere individuelle Anpassungen und geringfügige Ergänzungen nach Rückfragen vor Ort

Der Zeitaufwand für die Modellierung des Gesamtstrombedarfs in den 66 detailliert untersuchten Nichtwohn-Objekten summiert sich auf 374 Arbeitsstunden, wobei sich der individuelle Zeitaufwand zwischen 0,5 Stunden (kleiner Laden) und 15,25 Stunden (großer Gewerbekomplex) je Objekt bewegt. Im Durchschnitt ergibt sich pro gewöhnlichem Objekt ein Zeitaufwand für die Modellierung von 4,75 Stunden. Bei den untersuchten Veranstaltungsgebäuden ergab sich je Objekt ein Modellierungsaufwand von 30 bis 42 Stunden je Objekt, da dort im Schnitt jeweils 60-90 Veranstaltungstage einzeln betrachtet wurden.

Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf den Zeitaufwand der Modellierung des Gesamtstrombedarfs. Aufwendungen für die jeweilige Organisation, Datenaufnahme vor Ort und die manuelle Übertragung der Verbraucher in eine Rohdatei sind zusätzlich entstanden.

5.3 Validierung der erarbeiteten Kennwerte

5.3.1 Ziel der Kennwertvalidierung

Aus dem abgeschlossenen Vorprojekt sowie diesem Forschungsvorhaben gehen aus der gewählten Methodik Jahreskennwerte den Nutzerstrombedarf für alle Norm-Nutzungsprofile hervor, bzw. liegen exemplarische Angaben für spezifische Nutzungen (Gewerbe, Veranstaltungen) vor. Die Ziele der Kennwertvalidierung liegen in der Prüfung der Anwendbarkeit der gefundenen Angaben sowie in einer Kontrolle der Plausibilität anhand der modellierten Nichtwohn-Objekte.

5.3.2 Methodik, Grundlage und Durchführung der Validierung

In einer separaten Aufstellung werden für jedes Gebäude die detailliert bestimmten Ergebnisse zum jährlichen Nutzerstrombedarf auf Basis der Zonenflächen mit einer vereinfachten Berechnung auf Grundlage der erhobenen Kennwerte verglichen.

Die Datengrundlage aus Modellierung je Nichtwohn-Objekt umfasst jeweils:

- die vorhandene Zonenzusammensetzung (Liste aller zugeordneten Norm-Nutzungsprofile),
- die zugehörige Gesamtfläche jeder Zone, aufsummiert aus den Einzelräumen,
- den zonenbezogenen jährlichen Nutzerstrombedarf (Arbeitshilfen) als Absolutwert in kWh/a und
- die Summe des jährlichen Nutzerstrombedarfs aus allen Zonen in kWh/a.

Die Datengrundlage für die Validierung unter Anwendung von Kennwerten nutzt:

- die erarbeiteten Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf (gering, mittel, hoch) aus dem Vorprojekt sowie aus diesem Projekt,
- die Beschreibungen typischer Geräteausstattungen für jedes Nutzungsprofil als Arbeitshilfe und
- die Informationen zur grundlegenden Nutzungsintensität von Hauptnutzungen, die eine grobe Einschätzung zulassen (z.B. konkretes Gewerbe bei Gewerbenutzungen, geschätzte Flächenanteile in Fitnessstudios mit geringer, mittlerer oder hoher Nutzungsintensität).

Bei der Datengrundlage der Validierung werden allein qualitative Informationen verwendet, die sich ohne eine detaillierte Aufnahme der Einzelgeräte einfach und schnell erheben lassen.

- Für alle Nichtwohn-Objekte, deren Modellierung des Gesamtstrombedarfs mithilfe der gewöhnlichen Auswertungsvorlage stattfand, wurden die tabellarischen Angaben zur Zonenzusammensetzung mit dem zugehörigen Nutzerstrombedarf in eine neue Datei übertragen. Dies umfasst alle Objekte mit Ausnahme der Veranstaltungsgebäude, da die dort vorgenommene Auswertungsstruktur aufgrund einer individuellen Nutzungsintensität derzeit keine Validierung ermöglicht.
- In der Gegenüberstellung wurde jeder Zone jedes Objektes eine Nutzungsintensität für den Nutzerstrombedarf zugewiesen. Als Standardwert wurde jeweils „mittel“ gewählt. Lagen objektiv bessere Kenntnisse vor, folgte eine Veränderung der Nutzungsintensität auf „gering“ oder „hoch“.
- Für alle Hauptnutzungen folgte je Gebäude eine grobe Abschätzung der jeweiligen Zonenfläche bezüglich der Nutzungsintensität, da in der Regel verschieden intensiv genutzte Bereiche innerhalb einer Zone gleichzeitig vorliegen (z.B. Fitnessstudio: 20% gering, 20% mittel, 60% hoch). An dieser Stelle wurde ein gewichteter Kennwert in der Berechnung berücksichtigt, um ein möglichst realitätsnahes Ergebnis zu erhalten. Für Gewerbenutzungen ist darüber hinaus die Berücksichtigung der konkreten Gewerbenutzung(en) aufgrund einer großen Bandbreite des Nutzerstrombedarfs unbedingt erforderlich.
- Die verwendeten Kennwerte des Nutzerstrombedarfs wurden jeweils mit den Zonenflächen multipliziert, über alle Zonen aufsummiert und mit dem Modellierungsergebnis verglichen.

5.4 Beschreibung und Begründung von Änderungen zum ursprünglichen Antrag

5.4.1 Vergrößerung der Datenbasis durch Detailbetrachtungen

Soweit es bei der geringen Projektgröße darstellbar war, sollte die Datenbasis nach Möglichkeit vergrößert werden. Allerdings sind hierzu zwei erschwerende Faktoren zu nennen: Einerseits war es unter den gegebenen Zeit- und Kostenansätzen des Projektes nicht möglich, weitere neue Objekte im großen Umfang zu akquirieren und auszuwerten. Andererseits lagen zum Zeitpunkt der Durchführung keine Datensätze anderer Forscher vor, die eine erforderliche Detailtiefe und Vollständigkeit in der elektrischen Geräteausstattung (Angaben über Art, Anzahl und Eigenschaften der Nutzergeräte) mit Raumzuordnung aufwiesen, um daraus Kennwerte abzuleiten. Auch die vorliegenden Datensätze aus dem Projekt "Teilenergiekennwerte von Nichtwohngebäuden (TEK)" des IWU Darmstadt weisen durch den damaligen Fokus des Projektes hierzu keine gesicherten Angaben auf.

Trotz des erheblichen Aufwands wurde mit dem Ziel, eine vergrößerte und besser abgesicherte Datenbasis für den Kennwerterhebung zu schaffen, die ursprüngliche Planung zur Detailbetrachtung von 30-40 Nichtwohngebäuden verändert. Letztlich wurden 66 neue Nichtwohn-Objekte – und damit etwa doppelt so viele wie ursprünglich geplant – detailliert dokumentiert und ausgewertet. Damit gelang es, die Datenbasis trotz der begrenzten Zeit- und Kostenstruktur des Projektes in erheblichem Umfang zu vergrößern und die Ergebnisse qualitativ zu verbessern. Gleichzeitig wurde diese Veränderung im Rahmen der akquirierten Objekte als notwendig angesehen, um die bereits am Anfang der Datenaufnahme beobachtete, stark unterschiedliche Geräteausstattung verschiedener Nutzungen zielführend in statistisch belastbaren Jahreskennwerten abzubilden.

5.4.2 Validierung der erarbeiteten Kennwerte

Resultierend aus der Detailaufnahme (fast) aller verwertbaren Nichtwohn-Objekte und einem Mangel an weiteren Nichtwohngebäuden mit bekannten Angaben zur Flächennutzung und zum Gesamtstromverbrauch wurde der ursprüngliche Plan aufgrund fehlender zusätzlicher Nichtwohngebäude zur Validierung verändert. Zur Plausibilisierung der gefunden Kennwerte aus dem Vorprojekt sowie diesem Projekt wurde versucht, den modellierten Nutzerstrombedarf mit Hilfe der zonenbezogen formulierten Jahreskennwerte für möglichst viele Gebäude einzeln nachzubilden.

5.4.3 Fokus auf die Erhebung von Jahreskennwerten für den Nutzerstrombedarf

Die Priorität des Forschungsprojektes lag in der Erarbeitung von statistisch abgesicherten Jahreskennwerten für den Nutzerstrombedarf für möglichst alle noch fehlenden Norm-Nutzungsprofile in Nichtwohngebäuden auf Basis einer begrenzten Gebäuestichprobe. Durch die Vielzahl unterschiedlicher Gebäudenutzungen und großen Unterschieden der Flächenaufteilung bei objektiv gleich genutzten Gebäuden (z.B. Gewerbe) wurden ergänzende Angaben für die statistische Zonenflächenverteilung zu den Ergebnissen des Vorprojektes nicht weiterverfolgt.

5.4.4 Prüfung möglicher Kooperationen

Im Rahmen der Projektbeantragung wurde angemerkt, eventuell mögliche Kooperationen (z.B. mit der DENA) zu prüfen. Jedoch zeigte sich, wie bereits ursprünglich vermutet, dass die potenziellen Kooperationspartner keine vorhandenen Datensätze aus anderen Projekten (z.B. dem DENA „Feldversuch Nichtwohnbau“) zur Verfügung stellen können, die der notwendigen Detaillierung für dieses Projekt aufweisen. Auch die Prüfung der 163 EnOB- Nichtwohnbauprojekte auf verwertbare Datensätze führte nicht zum Erfolg, weshalb allein selbst erhobene Datensätze zur Auswertung herangezogen wurden.

6 Ergebnisse

6.1 Zusammensetzung der Gebäuestichprobe

6.1.1 Gebäudedatenherkunft und Größenverteilung nach Nettogrundfläche

Untersucht wurden 66 Nichtwohn-Objekte und deren elektrische Verbraucher, davon:

- 16 Teilgebäude, 47 Einzelgebäude und 3 Gebäudekomplexe, die sich aus
- 31 öffentlichen und 35 privaten Objekte zusammensetzen.

Die Gesamtgrößenverteilung der Objekte nach Nettogrundfläche reicht von 19,54 m² bei dem kleinsten Objekt und 20.966,36 m² bei dem größten Objekt, wobei der Median bei einer Nettogrundfläche von 1.404,34 m² liegt. Je nach Zusammensetzung des Objektes lassen sich verschiedene Größenverteilungen differenzieren:

- Größenverteilung Teilgebäude: min. 19,54 m² (Rechenzentrum), max. 2.813,03 m² (Krankenhausstation)
- Größenverteilung Einzelgebäude: min. 64,25 m² (Wäscherei), max. 16.352,31 m² (Berufsschule)
- Größenverteilung Gebäudekomplexe: min. 5.125,29 m² (Gewerbe), max. 20.966,36 m² (Einzelhandel)

6.1.2 Gebäudedatenherkunft nach Gebäudenutzung

Die untersuchten Nichtwohn-Objekte lassen sich je nach Gebäudenutzung wie folgt einordnen:

Büro und Verwaltung (4), davon:

- Großraumbüro (1), Schalterhalle (2), Verwaltungsgebäude (1)

Einzelhandel (8), davon:

- Bekleidung (1), Blumen (1), Elektronik (1), Lebensmittel (2), Möbel (1), Raumausstattung (1), Schreibwaren (1)

Gesundheit (7), davon:

- Krankenhausstationen unterschiedlicher Fachrichtungen (7)

Gewerbe (9), davon:

- Fahrzeugzentrum (1), Medizinprodukte (2), Metallverarbeitung (2), Produktionslabor (1), Reinigung (2), Werkstatt (2)

Hotel und Gastronomie (9), davon:

- Großküche (3), Hotel (4), Restaurant (2)

Lager und Logistik (2), davon:

- Logistikhallen (2)

Parkhäuser und Tiefgaragen (3), davon:

- Parkhaus (1), Tiefgarage (2)

Schulen und Kitas (3), davon:

- Berufsschule (2), Grundschule (1)

Sportstätten (8), davon:

- Fitnessstudio (4), Kegelbahn (1), Turnhalle (3)

Veranstaltung (12), davon:

- Bibliothek (2), Kino (1), Messehalle (3), Museum (3), Stadthalle (2), Archiv (1)

Sonstige (1), davon:

- Rechenzentrum (1)

6.2 Ergebnisse der Modellierung des Gesamtstrombedarfs

Die Modellierung des Gesamtstrombedarfs für jedes Nichtwohn-Objekt bildete die Grundlage für die spätere Auswertung nach Zonen und die Ableitung von Kennwerten. Die selbst formulierte Zielstellung verfolgte eine rechnerische Annäherung und den Abgleich des Gesamtstrombedarfs für ein Jahr mit dem jeweils vorliegenden Gesamtstromverbrauch mit einer Abweichung von +/- 5% in Bezug auf den Verbrauch.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Einzelmodellierungen beschrieben, die sich auf insgesamt 60 Modellierungen erstrecken. Eine Angabe ist aufgrund des Rechenverfahrens für alle Nichtwohn-Objekte mit Ausnahme der Veranstaltungsgebäude bzw. -komplexe möglich. In zwei Einzelfällen ergaben sich gemeinsame Berechnungen von zwei Objekten, da diese an einem gemeinsamen Stromzähler erfasst werden und sich der vorliegende Gesamtverbrauchswert im Vorfeld nicht sicher aufteilen ließ.

Insgesamt zeigen sich Modellierungsergebnisse, die den Gesamtstromverbrauch der Teilgebäude, Einzelgebäude und Gebäudekomplexe sehr gut abbilden. Die Einzelergebnisse liegen über alle unterschiedlichen Gebäudenutzungen dicht beieinander und umfassen insgesamt einen Differenzbereich von -7,81% bis +4,93% des Bedarfs mit Bezug auf den Verbrauch. Mehr als die Hälfte der Modellierungsergebnisse (33 von 60) besitzt eine Abweichung von -2,00 bis +2,00% auf, mehr als ein Viertel der Berechnungen (17 von 60) liegt sogar im Bereich von -1,00 bis +1,00 % Abweichung.

Damit zeigt sich, dass die sehr detaillierte Aufnahme aller elektrischen Verbraucher, die Recherche und Verwendung spezifischer Leistungsdaten sowie der Berücksichtigung der individuellen Nutzungsintensität durch vorherige Befragung der Personen vor Ort zu sehr präzisen Modellierungsergebnissen führen kann. 57 von 60 Modellierungen erfüllen damit die vorher definierte Zielstellung einer Plausibilitätsprüfung der Modellierung für die anschließende Kennwertberechnung.

Kein Modellierungsergebnis überschreitet den Gesamtstromverbrauch um mehr als +5,00%, weshalb sich die größten Abweichungen auf drei Objekte, deren modellierter Gesamtstrombedarf den Gesamtstromverbrauch um mehr als -5,00% unterschreitet. Im Durchschnitt aller Modellierungsergebnisse ergibt sich mit -0,17% eine geringfügige Tendenz zur Unterschätzung des tatsächlichen Verbrauchswertes. Für die drei Modellierungen mit größeren Unterschätzungen (interne Bezeichnung „G“ für Gebäude sowie individuelle Gebäudenummer: G271: -7,81%, G325: -5,37%, G274: -5,03%) lassen sich individuelle Einflussfaktoren diskutieren.

- Gebäude 271 ist großes Einzelgebäude mit komplexer Technik zur Raumkonditionierung, u.a. sind mehrere Lüftungsanlagen und zwei Kälteanlagen und eine umfangreiche Beleuchtungsinstallation vorhanden. Es wird angenommen, dass neben den berücksichtigten Randbedingungen und Kenntnissen eine noch stärkere Nutzungsintensität vorliegt, die sich maßgeblich auf die Raumkonditionierung bezieht.
- Bei Gebäude 325 als ebenfalls großem Einzelgebäude fanden zwischen dem Zeitpunkt der Datenaufnahme und der zurückliegenden Verbrauchsangabe Modernisierungen der Haustechnik statt – darüber hinaus bestehen Unsicherheiten in der früheren Nutzungsintensität des vorhandenen Saunaofens als Großverbraucher.
- Ähnlich lässt sich auch die Abweichung bei Gebäude 274 als Großküche mit umfangreicher Ausstattung an gewerblichen Koch- und Spülgeräten vermuten, bei der die Einzelgeräte eine geringfügig größere Nutzungsintensität besitzen als in der Modellierung angenommen. Aus Zeitgründen wurde eine weitere Anpassung bisher nicht verfolgt.

Eine ausführliche Darstellung aller Einzelergebnisse in Listenform ist dem Anhang zu entnehmen.

6.3 Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

6.3.1 Nutzungsprofil 03 – Großraumbüro

Nutzung und Raumzuordnung

Zu dem Nutzungsprofil „03 Großraumbüro“ können Büro- und Verwaltungsräume mit sieben oder mehr Arbeitsplätzen zugeordnet werden, bei denen kein regelmäßiger Publikumsverkehr auftritt und kein Schalterbetrieb stattfindet. Büro- und Verwaltungsräume mit sieben oder mehr Arbeitsplätzen sowie gleichzeitigem regelmäßigem Publikumsverkehr und Schalterbetrieb sind dem Nutzungsprofil „05 Schaltherhallen“ zuzuordnen.

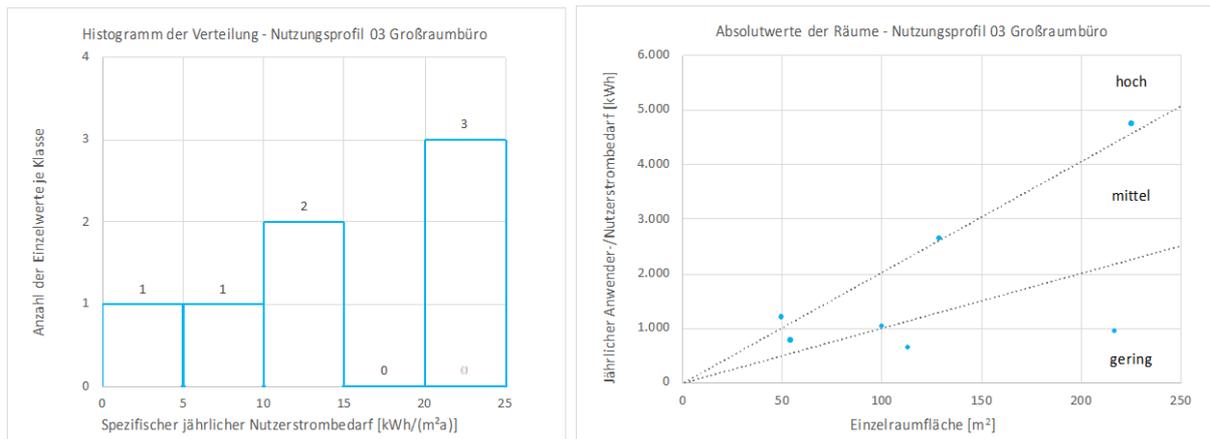
Typische Raumbezeichnungen

- Großraumbüro, (Dienstleistungsbezeichnung)

Randdaten der Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 7
- Raumflächen: min. 50,27 m², max. 225,85 m², Median 113,75 m², gesamt 891,33 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Gewerbe (6), Büro und Verwaltung (1)

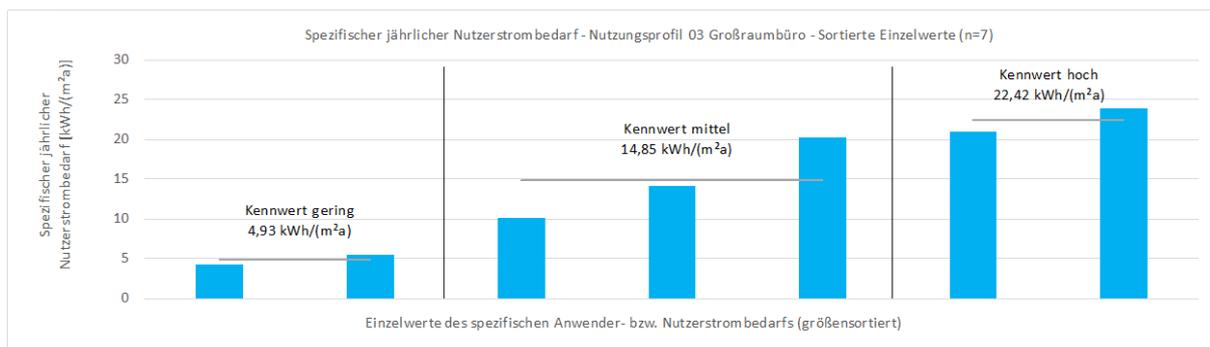
Abbildung 1 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 03 Großraumbüro



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert gering: 4,93 kWh/(m²a)
- Kennwert mittel: 14,85 kWh/(m²a)
- Kennwert hoch: 22,42 kWh/(m²a)

Abbildung 2 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 03 Großraumbüro



Typische Geräteausstattung

Kennwert gering

- 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

Kennwert mittel

- 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

Kennwert hoch

- 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)

Bemerkungen

Die Geräteausstattung der sieben untersuchten Großraumbüros ähnelt der eines Gruppenbüros, wobei durch die Integration von Verkehrs- und ggf. Sozialflächen eine vergleichsweise geringere Dichte an Arbeitsplätzen vorliegt. Darüber hinaus unterliegen Großraumbüros einer stärkeren Nicht-Belegung einzelner Arbeitsplätze aufgrund von Abwesenheiten (z.B. Krankheit, Außentermine) oder eine an die Geschäftstätigkeit angepasste Besetzung je nach Wochentag und Tageszeit. Bei einer Gesamtfläche von 891,33 m² und einer Anzahl zwischen 7 und 12 Arbeitsplätzen je dokumentiertem Großraumbüro ergibt sich eine Raumfläche von durchschnittlich 15,37 m² pro Arbeitsplatz. Die hier berechneten Kennwerte beziehen sich durchschnittlich auf eine regelmäßige Arbeitszeit von 8 Stunden/Tag bzw. 40 Stunden/Woche.

6.3.2 Nutzungsprofil 05 – Schalterhalle

Nutzung und Raumzuordnung

Dem Nutzungsprofil „05 Schalterhallen“ lassen sich Büro- und Verwaltungsbereiche zuordnen, die für einen regelmäßigen Publikumsverkehr und die individuelle Bearbeitung von Dienstleistungen ausgelegt sind (z.B. zur Ausstellung von Behördenunterlagen oder zur Vertragsbetreuung). Funktional setzen sich die dokumentierten Schalterhallen aus einem Empfangsbereich, Warteflächen mit zentralen Einrichtungen und Schalterarbeitsplätzen zusammen.

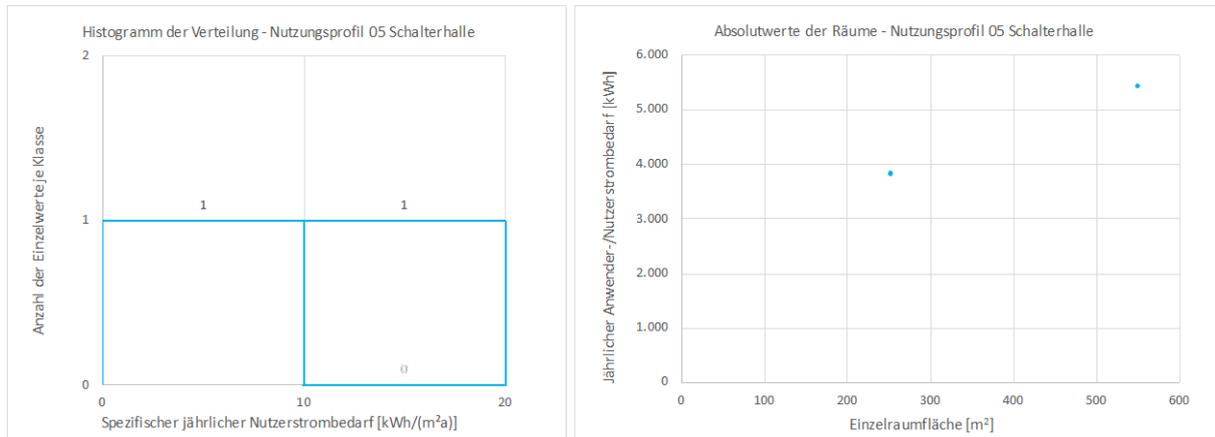
Typische Raumbezeichnungen

- Schalterhalle

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 2
- Raumflächen: min. 253,65 m², max. 551,75 m², Median 402,70 m², gesamt 805,40 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Büro und Verwaltung (2)

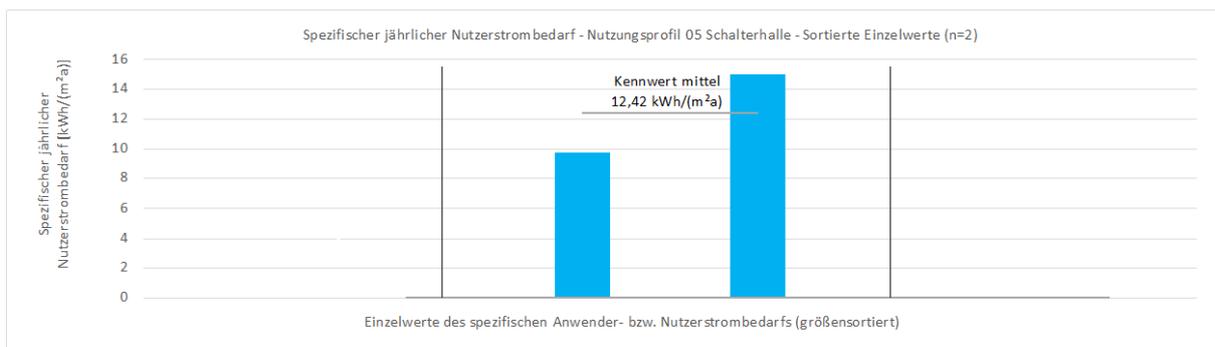
Abbildung 3 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 05 Schaltherhalle



Jahreskennwert für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert mittel: 12,42 kWh/(m²a)

Abbildung 4 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 05 Schaltherhalle



Typische Geräteausstattung

Kennwert mittel

- 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 Schaltherhalle: 1-2 Fernseher bis ca. 40" Diagonale (Wartebereich) 1-2 größere Verbraucher in Bereitschaft (z.B. Kassenautomat, Passfoto-Terminal)

Bemerkungen

Aufgrund der Möglichkeit, nur zwei Schaltherhallen in die Auswertung einbeziehen zu können, erscheint die Angabe eines mittleren Kennwertes als sinnvoll. Zugehörig zu der funktionalen Teilung des Raumes zeigen sich spezifische Geräteausstattungen an Empfangsbereich und Schaltern (PC-Arbeitsplätze zur Verwaltung, Dokumentenkontrolle, Beantragung) sowie an den zentralen Wartebereichen (z.B. Fernseher zur Information, Kassenautomat zur Bezahlung von Gebühren). Bei den untersuchten Schaltherhallen mit 16 bzw. 9 Arbeitsplätzen ergibt sich eine Belegungsdichte von 34,48 bzw. 28,18 m² pro Arbeitsplatz, die damit etwa dem Doppelten von Großraumbüros entspricht. Aufgrund des Publikumsverkehrs sind Sozialbereiche in separaten Räumlichkeiten untergebracht. Die hier berechneten Kennwerte beziehen sich durchschnittlich auf eine regelmäßige Arbeitszeit von 8 Stunden/Tag bzw. 40 Stunden/Woche, wobei die tatsächlichen Öffnungszeiten aufgrund interner Bearbeitung von Vorgängen geringer ausfallen.

6.3.3 Nutzungsprofil 06 – Einzelhandel/Kaufhaus

Nutzung und Raumzuordnung

In das Nutzungsprofil „06 Einzelhandel/Kaufhaus“ wurden grundlegend alle Verkaufsflächen im Einzel- und Großhandel einordnet, unabhängig von den verkauften Waren (z.B. unabhängig, ob Food oder Non-Food). Ausnahmen bestehen bei Verkaufsflächen, bei denen Kühlgeräte zum Einsatz kommen (Zuordnung zu Nutzung „07 Einzelhandel – Kühlprodukte“) oder bei Verkaufsflächen, die sich eher zu Gastronomie- oder spezifischen Gewerbebereichen zuordnen lassen (Nutzungsprofile 12-15 bzw. 22).

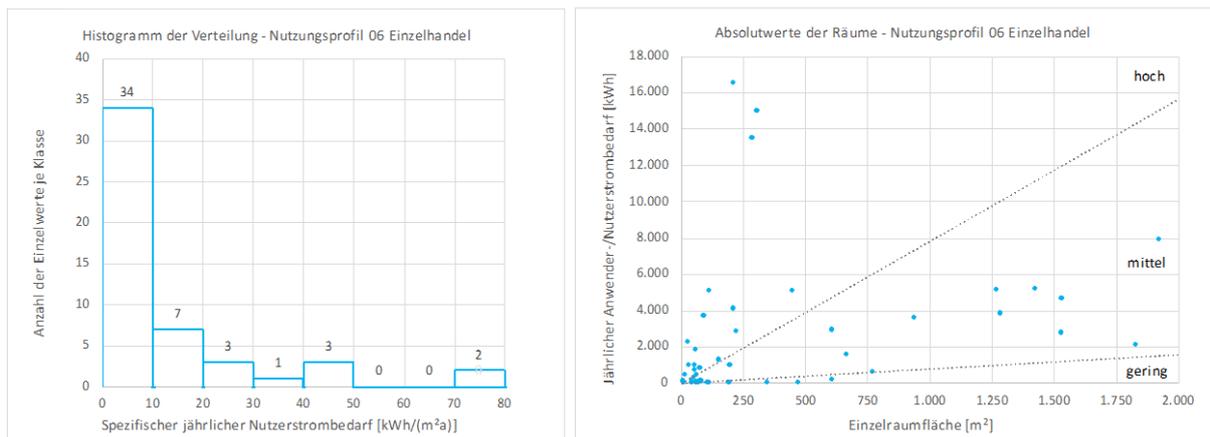
Typische Raumbezeichnungen

- Laden, Verkaufsfläche, Kasse, Kassenzone, (Artikelbezeichnungen), Koje (Möbelhaus), Ausstellung (Autohaus), Drogerie, Getränkemarkt, Marktfläche, Selbstbedienung

Randdaten der Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 50
- Raumflächen: min. 7,29 m², max. 1.927,19 m², Median 111,98 m², gesamt 19.105 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Einzelhandel (43), Gewerbe (7)

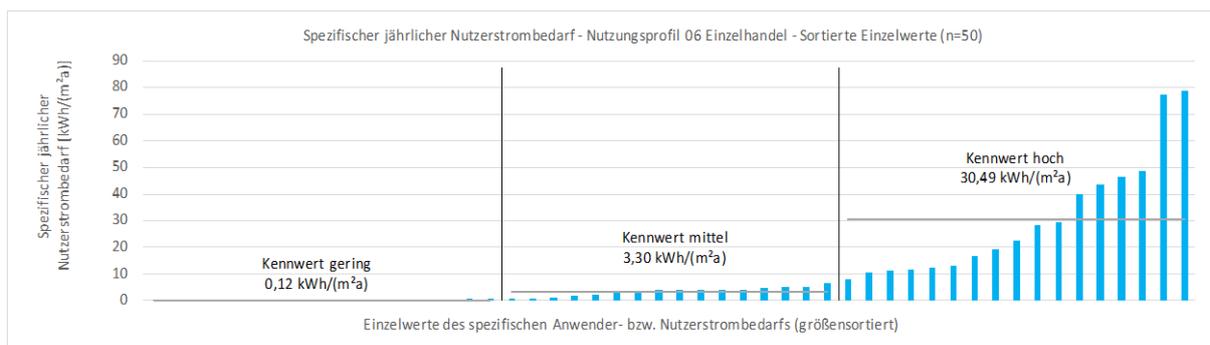
Abbildung 5 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 06 Einzelhandel



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert gering: 0,12 kWh/(m²a)
- Kennwert mittel: 3,30 kWh/(m²a)
- Kennwert hoch: 30,49 kWh/(m²a)

Abbildung 6 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 06 Einzelhandel



Typische Geräteausstattung

Kennwert gering

- Verkaufsflächen mit 1 Kassensystem (1 PC und 1 Monitor oder 1 Registrierkasse, 1 EC-Terminal, 1 Belegdrucker) und ggf. 1 Kompakt-Stereoanlage

Kennwert mittel

- 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 m² oder
- wie gering, zusätzlich mit kurzzeitig genutzten Arbeitshilfen (z.B. Schlüsseldienst) und punktueller LED-Dekorationsbeleuchtung

Kennwert hoch

- 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

Bemerkungen

Aufgrund der großen Bandbreite an Verkaufsflächen im Einzelhandel, die die jeweiligen Waren unterschiedlich präsentieren, gestaltet sich eine allgemeine Beschreibung der Geräteausstattung schwierig. Die grundlegende Ausstattung durch Arbeitshilfen umfasst eine oder mehrere Registrierkassen mit zugehörigen Komponenten wie Belegdrucker oder EC-Terminal.

Je nach Ausstattung des Geschäftes und der zu bewerbenden Waren kommt insbesondere Dekorationsbeleuchtung zur Anwendung (z.B. in Verkaufsregalen, Displays). Hierbei besteht der Unterschied zur Raumbeleuchtung darin, dass Dekorationsbeleuchtung für die Nutzung des Verkaufsraumes objektiv verzichtbar wäre und allein für den Zweck der Bewerbung von Waren Verwendung findet. Die berechneten Kennwerte beziehen sich auf eine durchschnittliche Öffnungszeit von 8-13 Stunden/Tag an 304 Tagen/Jahr (Montag-Samstag).

6.3.4 Nutzungsprofil 07 – Einzelhandel/Kaufhaus (Lebensmittelabteilung mit Kühlprodukten)

Nutzung und Raumzuordnung

In das Nutzungsprofil „07 Einzelhandel – Kühlprodukte“ wurden Räume und Teilbereiche größerer Verkaufsflächen eingeordnet, die Lebensmittel mit Kühlbedarf im Einzel- und Großhandel mithilfe von Kühlregalen, -theken und -truhen oder Gefrierschränken und -truhen mit elektrisch erzeugter Kälte bereitstellen. Ebenso wurden Raumflächen zugeordnet, die Kühlzellen oder sonstige Kühlgeräte für Lebensmittel oder wärmeempfindliche Waren und Güter (z.B. Arzneimittel, Blumen, historische Präparate) beinhalten.

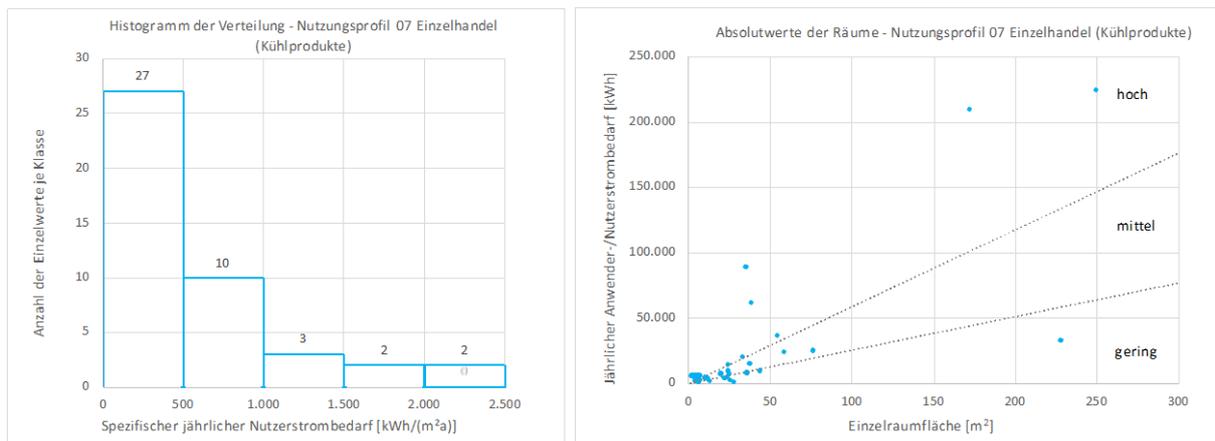
Typische Raumbezeichnungen

- Kühlregale, Kühltruhen, Gefrierabteilung, Theke (z.B. für Fleisch, Fisch, Käse), Kühlung, Kühlzelle, Kühllager, Anlieferung gekühlt, Vorkassenzone (Speiseeis)

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 44
- Raumflächen: min. 2,40 m², max. 250,08 m², Median 11,50 m², gesamt 1.422,68 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Einzelhandel (22), Hotel und Gastronomie (22)

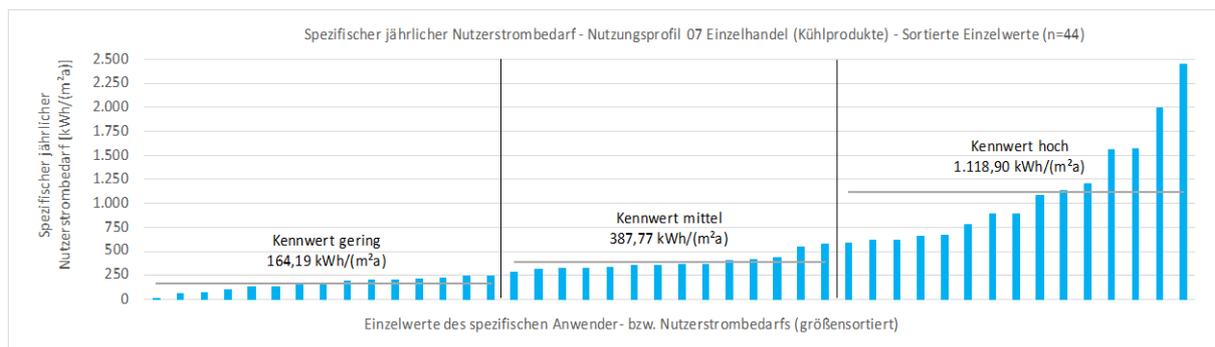
Abbildung 7 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 07 Einzelhandel (Kühlprodukte)



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert gering: 164,19 kWh/(m²a)
- Kennwert mittel: 387,77 kWh/(m²a)
- Kennwert hoch: 1.118,90 kWh/(m²a)

Abbildung 8 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 07 Einzelhandel (Kühlprodukte)



Typische Geräteausstattung

Kennwert gering

- 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. 1,88m je 100m² Fläche

Kennwert mittel

- 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 Scherbeneiserzeuger)

Kennwert hoch

- Kühlregale, Kühlschränke oder Kühltruhen (Plusbereich) bzw. Gefrierschränke oder Gefriertruhen (TK-Bereich), zentralgekühlt oder steckerfertig, in Standardlängen 1,88m/2,50m/3,75m durchgehend linear oder jeweils rückseitig als Insel angeordnet

Bemerkungen

Für Bereiche mit gekühlten Lebensmitteln und weiteren Waren und Gütern zeigt sich ein vergleichsweise hoher bis sehr hoher Energiebedarf. In der Auswertung wurde deutlich, dass bereits das Vorhandensein eines Kühlmöbels einen Bedarf ergibt, der deutlich über den Kennwerten des Nutzungsprofils „06 Einzelhandel/Kaufhaus“ liegt.

In der Modellierung des jährlichen Energiebedarfs für die dokumentierten Kühlmöbel konnten für fast alle Geräte Angaben aus der EPREL-Datenbank der Europäischen Union gefunden und verwendet werden. Die dort angegebenen Werte sind Herstellerdaten, die sich auf die gemessenen Energieverbräuche nach EN ISO 23953 und den zugehörigen Randdaten in der Norm-Nutzung (u.a. Öffnungszyklen, Laufzeit der Beleuchtung, Kondensatheizung) bezieht. Insbesondere bei den regulär vorhandenen Verbundkühlgeräten besteht keine reguläre Möglichkeit, den tatsächlichen Energieverbrauch unterschiedlicher Kühlmöbel vor Ort zu messen. Aus den Angaben der Datenbank war es deshalb möglich, den Verbrauchswert jeweils an die individuellen Randbedingungen des Geschäftes rechnerisch anzupassen und den Bedarf eines spezifischen Kühlmöbels zu ermitteln. Bei einzelnen (besonders alten) Geräten wurden Bedarfswerte von baulich vergleichbaren bekannten Modellen verwendet. Der Kennwert „hoch“ repräsentiert die untersuchten Kühl- und Gefrierabteilungen in Lebensmittelmärkten.

Für die Einordnung der Kennwerte ist die Bestimmung der hier verwendeten Bezugsfläche näher zu erläutern. Als Bezugsfläche wurde bei Kühlmöbeln jeweils die vorhandene Gerätefläche (Standardlängen 1,88/2,50m/3,75m, Tiefe durchschnittlich 1,00m) sowie – aufgrund des Energieaustausches – eine umrandende Rechteckfläche von 2,00m angenommen. Diese Fläche verringert sich ggf. durch angrenzende Wände oder Regalbereiche ohne Kühlung. Um eine Differenzierung der Kennwerte zu erreichen, wurden ggf. zusammenhängende Flächen mit Kühlgeräten unterschiedlicher Temperatur (z.B. Kühlregale stehen gegenüber Gefriertruhen) rechnerisch geteilt. Die hier berechneten Kennwerte beziehen sich wie die Flächen im Einzelhandel auf eine durchschnittliche Öffnungszeit von 8-13 Stunden/Tag an 304 Tagen/Jahr (Montag-Samstag), wobei aufgrund des Dauerbetriebs kaum ein Einfluss der Öffnungszeit auf den Energiebedarf der Kühlgeräte besteht.

6.3.5 Nutzungsprofil 10 – Bettzimmer**Nutzung und Raumzuordnung**

Dem Nutzungsprofil „10 Bettzimmer“ lassen sich Patientenzimmer in medizinischen Einrichtungen (meist Krankenhäusern) zuordnen, die der regulären stationären Behandlung dienen und für den Aufenthalt von ein oder mehr Patienten konzipiert sind. Bei einer intensiveren Überwachung und Geräteanwendung (Stationen IMC, ITS) wurden die Räume abweichend dem Nutzungsprofil „38 Spezialpflegebereiche“ zugeordnet. Die mit dem Zimmer verbundene Sanitärfläche wurde jeweils separat betrachtet und dem Nutzungsprofil „16 WC, Sanitär“ zugeschlagen (hier ohne Auswertung, da im ersten Teil des Forschungsvorhabens untersucht).

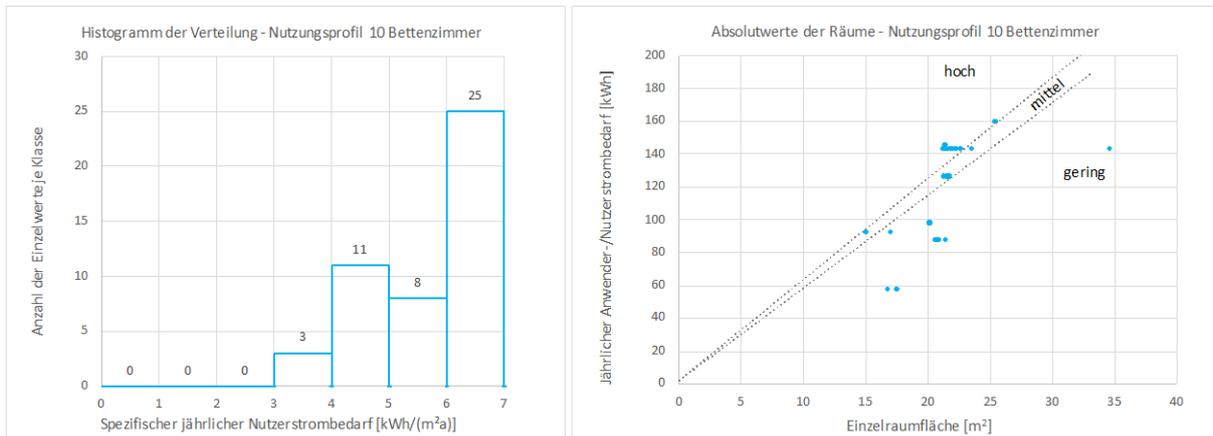
Typische Raumbezeichnungen

- Patientenzimmer, 1-/2-/3-/4-Bett-Zimmer (1-/2-/3-/4-BZ)

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 47
- Raumflächen: min. 15,07 m², max. 41,40 m², Median 21,53 m², gesamt 1.036,58 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Gesundheit/Krankenhaus (47)

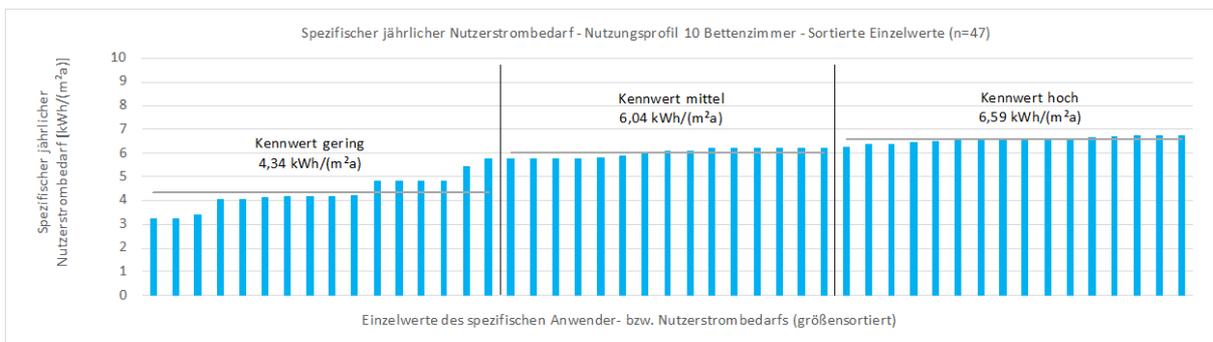
Abbildung 9 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 10 Bettenzimmer



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert gering: 4,34 kWh/(m²a)
- Kennwert mittel: 6,04 kWh/(m²a)
- Kennwert hoch: 6,59 kWh/(m²a)

Abbildung 10 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 10 Bettenzimmer



Typische Geräteausstattung

Kennwert gering

- je Patient: 1 Patientenbett (elektrisch verstellbar), 1 Leselampe mit LED oder LSR-Leuchtmittel, 1 Telefon, je Zimmer: 1 Fernseher bis 32" Diagonale

Kennwert mittel

- wie gering, zusätzlich je Patient: 1 Nachtlicht mit Leuchtstofflampe

Kennwert hoch

- wie mittel, jedoch Fernseher mit größerer Bilddiagonale oder temporär genutzte Arbeitshilfen mit geringem Energiebedarf (z.B. Infusions-/Spritzenpumpen)

Bemerkungen

In der Auswertung von 47 Bettenzimmern für ein bis drei Patienten in mehreren Stationen (Chirurgie, Hämatologie, Onkologie, Kardiologie) zeigt sich ein einheitliches Bild in der Geräteausstattung der Räume. Bei der Abgrenzung der Raumbelichtung und der nutzerabhängigen Beleuchtung wurden aufgrund der baulichen Situation vorhandene Wandkanäle oberhalb des Kopfes näher betrachtet. Hierbei befand sich je Patientenplatz oberseitig ein Leuchtmittel, welches als reguläres Raumlicht dient. Ein nach unten strahlendes Leuchtmittel war jeweils individuell durch die Patienten nutzbar und wurde so als Leselampe (Arbeitshilfe) eingestuft. Die berechneten Kennwerte berücksichtigen eine rechnerische Vollbenutzung von 275 Tagen/Jahr, die sich aus den jeweils vor Ort beobachteten Gegebenheiten ableitet. In den Kennwerten nicht berücksichtigt sind Komponenten des jeweils vorhandenen Rufsystems (z.B. Ruftaster, Signalleuchten), da diese den „Zentralen Diensten“ zuzuordnen sind.

6.3.6 Nutzungsprofil 11 – Hotelzimmer

Nutzung und Raumzuordnung

Räume, die einer regelmäßigen touristischen oder geschäftlichen Beherbergung von Personen dienen, wurden dem Nutzungsprofil „11 Hotelzimmer“ zugeordnet. Unter diesen Kriterien würden neben Gästezimmern in Hotels z.B. auch Jugendherbergen und Pensionen fallen, die jedoch in der untersuchten Gebäudestichprobe nicht vorhanden sind. Ähnlich wie bei Bettenzimmern wurden die jeweils zugehörigen WC- und Sanitärbereiche separiert und in ihrer Fläche dem Nutzungsprofil „16 WC, Sanitär“ zugeordnet (hier ohne Auswertung, da im ersten Teil des Forschungsvorhabens untersucht).

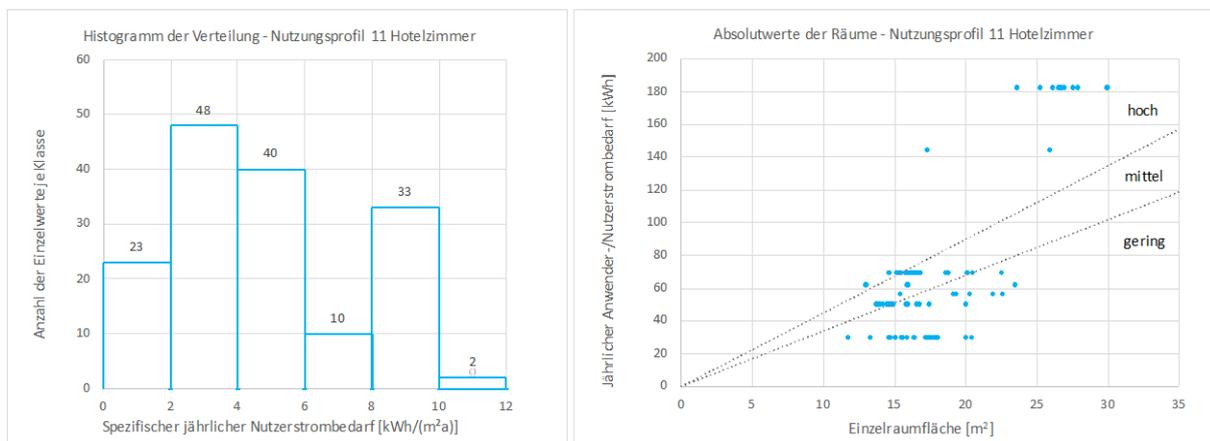
Typische Raumbezeichnungen

- Einzelzimmer (EZ), Doppelzimmer (DZ), Zimmer (ggf. mit Zahl oder Namensbezeichnung), Studiozimmer, Suite, Familienzimmer (FZ)

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 156
- Raumflächen: min. 11,80 m², max. 58,92 m², Median 17,08 m², gesamt 2.835,77 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Hotel (156)

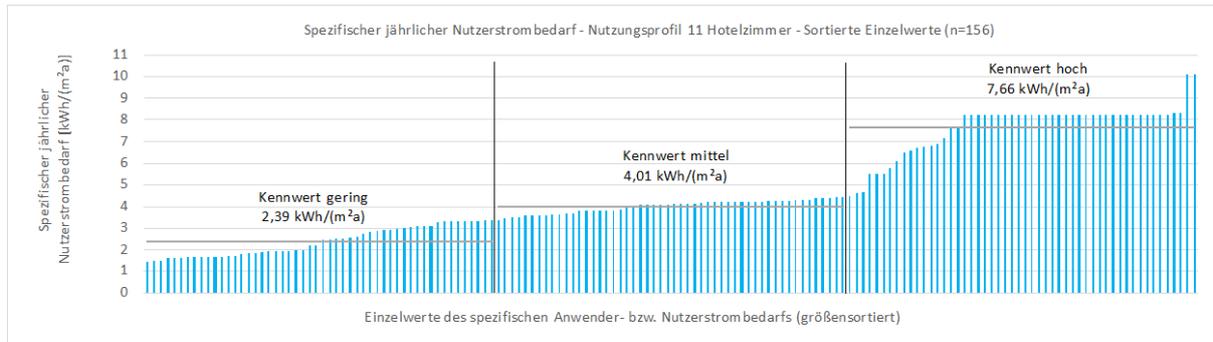
Abbildung 11 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 11 Hotelzimmer



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert gering: 2,39 kWh/(m²a)
- Kennwert mittel: 4,01 kWh/(m²a)
- Kennwert hoch: 7,66 kWh/(m²a)

Abbildung 12 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 11 Hotelzimmer



Typische Geräteausstattung

Kennwert gering

- 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

Kennwert mittel

- 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

Kennwert hoch

- 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

Bemerkungen

In der Auswertung zeigte sich, dass die große Anzahl gleich ausgestatteter Hotelzimmer eines Hotels die Stichprobenverteilung stark beeinflusste. Dementsprechend wurde der quantitativen Kennwertberechnung eine qualitative Unterscheidung vorangestellt. Ein vergleichsweise großer Sprung im Nutzerenergiebedarf entsteht durch die Anwesenheit eines Minibar-Kühlschranks, weniger durch z.B. die Vergrößerung der Bilddiagonale des Fernsehers. Dementsprechend wurde die Anzahl gleicher Räume des betreffenden Hotels in der Stichprobe reduziert, sodass ein Minibar-Kühlschrank zentrales Merkmal für die Einordnung des Nutzerstrombedarfs in den Kennwert „hoch“ ergibt. In der Modellierung des Energiebedarfs der Einzelräume wurden – bekannt oder durch das Hotelpersonal abgeschätzt – die jeweiligen Auslastungsdaten („room nights“ und „bed nights“) berücksichtigt. Je nach Auslastung des Hotels wurde mit den gefundenen Ansätzen so eine jährliche Zimmernutzung („room nights“) an 250-275 Tagen zugrunde gelegt.

6.3.7 Nutzungsprofil 13 – Restaurant

Nutzung und Raumzuordnung

Dem Nutzungsprofil „13 Restaurant“ wurden in der Analyse Räume zugeordnet, die dem üblichen Aufenthalts- bzw. Sitzbereich von Gästen in Gastronomieeinrichtungen (hier: in Restaurants und Hotels) entsprechen, um dort üblicherweise Speisen und Getränke zu bestellen und dort zu verzehren. In Abgrenzung zum Nutzungsprofil „12 Kantine“ bestehen hier regelmäßig größere Nutzungszeiten durch Mittags- und Abendangebote.

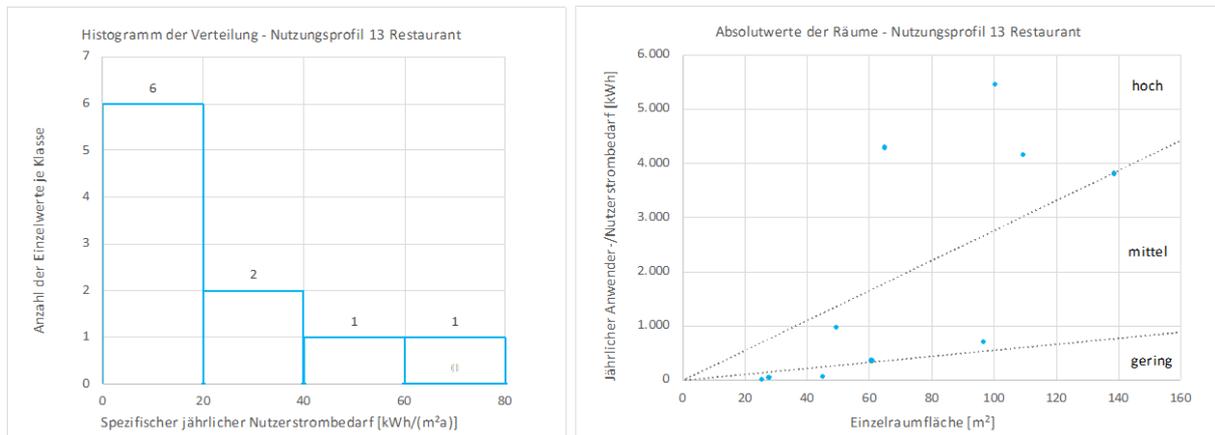
Typische Raumbezeichnungen

- Gastraum, Restaurant, Weingrotte, Sitzbereich

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 10
- Raumflächen: min. 25,88 m², max. 138,83 m², Median 63,22 m², gesamt 722,09 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Hotel (9), Restaurant (1)

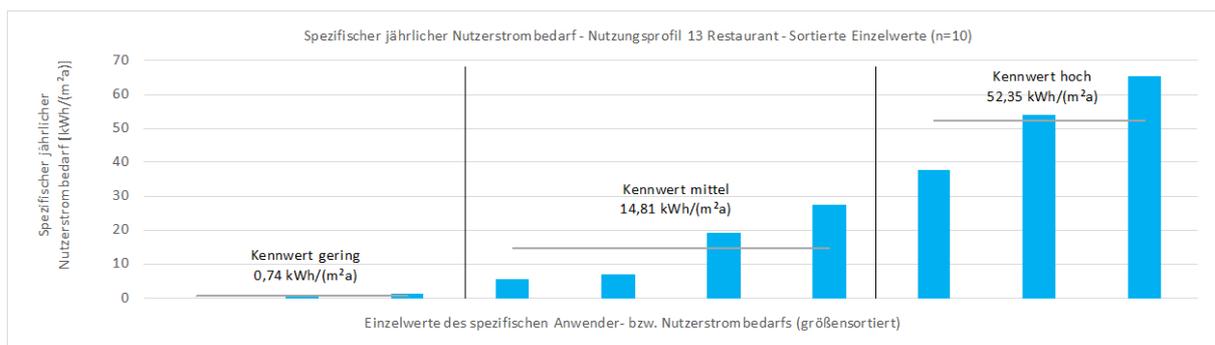
Abbildung 13 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 13 Restaurant



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert gering: 0,74 kWh/(m²a)
- Kennwert mittel: 14,81 kWh/(m²a)
- Kennwert hoch: 52,35 kWh/(m²a)

Abbildung 14 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 13 Restaurant



Typische Geräteausstattung

Kennwert gering

- keine Arbeitshilfen vorhanden oder
- punktuelle Dekorationsbeleuchtung auf LED-Basis

Kennwert mittel

- 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

Kennwert hoch

- wie mittel, jedoch zusätzlich mit integriertem Bar/Tresenbereich (1 Biertheke mit Zapfanlage und 1-2 Kühlischen, 1 Gefrierschrank/Gefrierbox, 1 Korbspülmaschine) oder
- wie mittel, jedoch mit höherer Gerätedichte oder zusätzlichen größeren Energieverbrauchern (z.B. LSR-Dekorationsbeleuchtung, Aquarien)

Bemerkungen

Die ausgewerteten Räume befinden sich mehrheitlich in als Hotel genutzten Gebäuden, wobei regulär eine gastronomische Tätigkeit unabhängig vom Hotelbetrieb besteht. Typische vorgefundene Arbeitshilfen dienen der Bestellung und Abrechnung (Kassensysteme), Unterhaltung (Fernseher, Stereoanlage) und stimmungsvollen Beleuchtung. Eine starke Erhöhung des Nutzerstrombedarfs entsteht durch baulich integrierte Bar- und Thekenbereiche in die Restaurantfläche oder weitere nutzerabhängige Verbraucher mit nennenswertem Strombedarf. Berücksichtigt wurde eine durchschnittliche Nutzung von 310 Tagen / Jahr, was in etwa einem Ruhetag in der Woche entspricht.

6.3.8 Nutzungsprofil 14 – Küchen in Nichtwohngebäuden

Zu dem Nutzungsprofil „14 Küchen in Nichtwohngebäuden“ wurden Räume zugeordnet, die der gewerblichen Zubereitung von Speisen (Kochküchen), der Ausgabe von Speisen (Essensausgabebereiche) oder der Reinigung von Kochutensilien bzw. Geschirr dienen (Spülküchen). Räume, die der Vorbereitung und ggf. Lagerung von Lebensmitteln im Zusammenhang mit der Küche dienen, wurden dem Nutzungsprofil „15 Küche, Vorbereitung“ zugeordnet (hier nicht ausgewertet, da im ersten Teil des Forschungsvorhabens untersucht) – ggf. vorhandene Kühlzellen wurden im Nutzungsprofil „07 Einzelhandel – Kühlprodukte“ berücksichtigt.

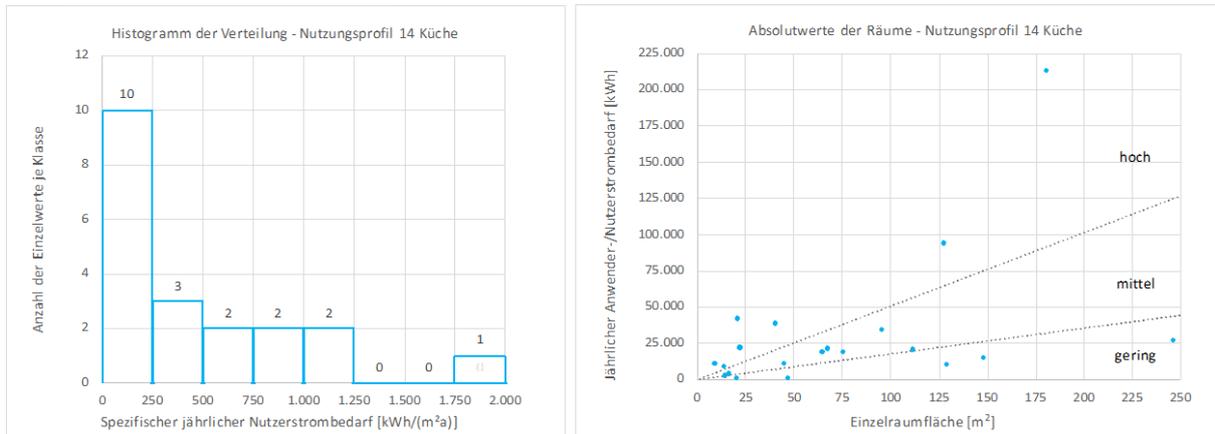
Typische Raumbezeichnungen

- Küche, Warme Küche, Essensausgabe, Spülküche, Kochküche, Buffet, Kaffeeküche

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 20
- Raumflächen: min. 9,52 m², max. 246,61 m², Median 56,35 m², gesamt 1.503,92 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Großküche (13), Hotel (6), Restaurant (1)

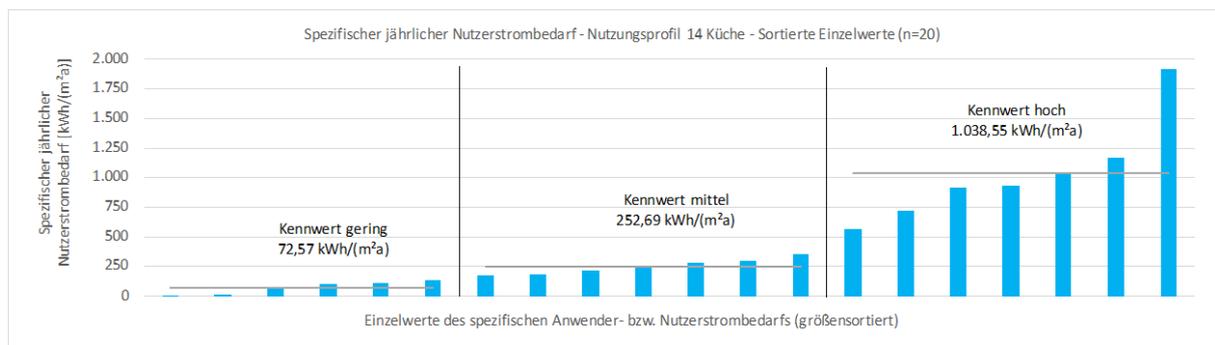
Abbildung 15 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 14 Küche



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert gering: 72,57 kWh/(m²a)
- Kennwert mittel: 252,69 kWh/(m²a)
- Kennwert hoch: 1.038,55 kWh/(m²a)

Abbildung 16 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 14 Küche



Typische Geräteausstattung

Kennwert gering

- Essensausgabebereiche (flächenabhängig); je 20m² Fläche: 1 Bain Marie bis 4x1/1GN mit Beleuchtung und Wärmestrahlern sowie 1 Kühlbecken (Standard 2x1/1GN, bei Salat auch bis 4x1/1GN), je 40m² Fläche: 1 Tellerspender, Je 60m² Fläche: 1 Fernseher (40 Zoll Diagonale), 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 Dosiereinrichtung

Kennwert mittel

- 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 Salamander, 1 Mikrowelle, 1 Saladette, 1 Bain Marie 3x1/1GN, 1 UV-Insektenfalle, zusätzlich ggf. diverse Kleingeräte mit kurzzeitiger Nutzung wie z.B. 1 Küchenmaschine, 1 Pürierstab, 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

Kennwert hoch

- Kochküchen: 3-6 Kombidämpfer (max. bis ca. 32 kW), 2-8 Kochkessel/Kochbecken, 1-3 Kippbratpfannen, 1-2 Fritteusen, 1 Elektroherd, 1 Mikrowelle, 1-2 Wärmeschränke für Rollwagen, 1 Mikrowelle, 1-2 UV-Insektenfallen, 2-5 Kühl- und Gefriergeräte (Schränke, Truhen, Schockfroster, Durchfahrkühlschränke), zusätzlich ggf. diverse Kleingeräte mit kurzzeitiger Nutzung wie z.B. 1 Dosenöffner, 1 Hubknetmaschine, 1 Vacuumiergerät, 1 Waage, 1-2 Kaffeemaschinen, 1-2 Wasserkocher oder
- Pizzaküchen: 1 Pizzabackofen (bis ca. 10 kW), 2-5 Kühl- und Gefriergeräte (Schränke, Truhen), 1 Mikrowelle, 1-2 Induktionskochfelder, 1 Saladette

Bemerkungen

Die untersuchten Küchenbereiche zeichnen sich durch eine hohe Gerätedichte und eine Vielzahl unterschiedlicher Arbeitshilfen aus, die für die individuelle Zubereitung und Bereitstellung von Speisen erforderlich werden. Da sich die Mehrzahl der untersuchten Räume in Großküchen befindet, die nur eine Mahlzeit anbieten (Mittagstisch), jedoch in einer sehr hohen Anzahl der hergestellten Mahlzeiten ist in Bezug auf die Nutzungszeiten und -intensität nach DIN V 18599-10 hier ggf. eine weiterführende Anpassung der Berechnungsergebnisse erforderlich.

Die jeweils berücksichtigten Geräte werden durchgehend elektrisch betrieben und weisen regelmäßig hohe Einzelleistungen (bis ca. 32 kW bei Koch- und Brateinrichtungen) auf. Es wurden vereinzelt auch Geräte (z.B. Konvektomaten/ Kombidämpfer, Herdeinrichtungen) beobachtet, deren Wärmeerzeugung über Gas erfolgt – hier reduziert sich der Strombedarf sehr stark bis auf null. Bei einem Auftreten gasbeheizter Arbeitshilfen fand eine individuelle Berücksichtigung statt.

6.3.9 Nutzungsprofil 22 – Gewerbliche und industrielle Hallen

Nutzung und Raumzuordnung

Aus dem Vergleich der untersuchten Räume lassen sich dem Nutzungsprofil „22 Gewerbliche und industrielle Hallen“ allgemein Fabrikhallen und Werkstätten zuordnen, die der Produktion, Pflege oder Reparatur von Waren und Gütern dienen. Aufgrund der Vielzahl unterschiedlichster Waren und Güter besteht eine große Bandbreite in den jeweils erforderlichen spezifischen Materialien, in der von den Herstellungsschritten abhängigen Geräteausstattung sowie in der körperlichen Aktivität der Mitarbeiter.

In der Zuordnung nach DIN V 18599-10 wird das Nutzungsprofil 22 weiter differenziert:

- Profil 22.1: Gewerbliche und industrielle Hallen – schwere Arbeit, stehende Tätigkeit
- Profil 22.2: Gewerbliche und industrielle Hallen – mittelschwere Arbeit, überwiegend stehende Tätigkeit
- Profil 22.3: Gewerbliche und industrielle Hallen – leichte Arbeit, überwiegend sitzende Tätigkeit

In der vorliegenden Gebäudestichprobe wurden insgesamt 50 unterschiedlich ausgestattete Räume dokumentiert und ausgewertet, in denen einer spezifischen gewerblichen Tätigkeit entsprechend des Nutzungsprofils „22 Gewerbliche und industrielle Hallen“ nachgegangen wird. Aufgrund der Vielzahl individueller Nutzungszwecke besitzen die hier aufgezeigten Ergebnisse einen exemplarischen Charakter. Hierbei wurde versucht, anhand der vor Ort beobachteten Intensität der körperlichen Tätigkeit eine unverbindliche Zuordnung zu den Differenzierungsprofilen 22.1, 22.2 und 22.3 vorzunehmen.

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 50
- Raumflächen: min. 1,95 m², max. 858,57 m², Median 80,58 m², gesamt 7.279,46 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Gewerbe (49), Einzelhandel (1)

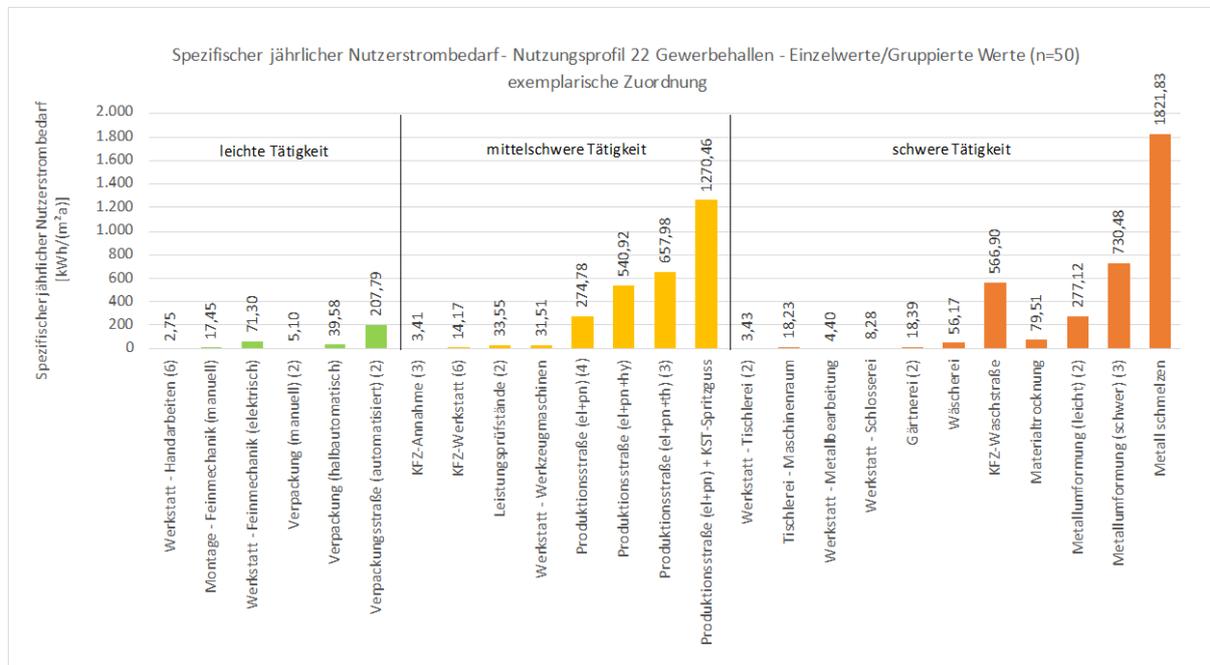
Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf (exemplarisch)

Der jährliche zonenbezogene Nutzerstrombedarf ist weniger von Intensität der körperlichen Tätigkeit, sondern von der Nutzung und damit verbundenen Geräteausstattung der Gewerbe- und Industrieflächen abhängig.

So zeigt sich ein geringer Nutzerstrombedarf z.B. in Bereichen für handwerkliche Arbeiten (2,75 kWh/(m²a)), Bankräumen in Tischlereien (3,43 kWh/(m²a)) oder der KFZ-Direktannahme (3,41 kWh/(m²a)). Höher liegt der Nutzerstrombedarf in Bereichen mit regelmäßiger Nutzung von elektrischen Handwerkzeugen und Hubeinrichtungen wie z.B. bei der Montage von Elektronik (17,45 kWh/(m²a)), in KFZ-Werkstätten ((14,17 kWh/(m²a)) oder in Maschinenräumen von Tischlereien inklusive Absaugungsanlagen ((18,23 kWh/(m²a)). Hohe Strombedarfswerte waren bei Produktionsstraßen zu beobachten, die elektrische (el), pneumatische (pn), hydraulische (hy) und/oder thermische Prozesse (th) einzeln oder in Kombination zur Herstellung von Waren und Gütern einsetzen (274,78 – 1.270,46 kWh/(m²a)). Die höchsten Strombedarfswerte waren in der Metallumformung (leicht, z.B. von Blechen und Drähten, 277,12 kWh/(m²a) bzw. schwer z.B. stanzen und walzen, 730,48 kWh/(m²a)) sowie im elektrischen Schmelzen von Metallen (1.812,83 kWh/(m²a)) zu beobachten.

Auch an dieser Stelle sei der Hinweis ergänzt, dass es sich hier nur um die Ergebnisse exemplarischer Gewerbenutzungen handelt, die in den Stichprobengebäuden dokumentiert werden konnten.

Abbildung 17 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 22 Gewerbehallen



Geräteausstattung (exemplarisch)

- Tischlerei – Maschinenraum: 1 Formatkreissäge, 1 Bandschleifmaschine, 1 Bandsäge, 2 Staubsauger, 1 Plattensäge, 1 Abricht-Dickenhobelmaschine, 1 Tischfräse, 1 Absauggebläse, 1 Kompressor
- Kfz-Werkstatt: je nach Größe ein oder mehrere Hebebühnen, Batterieladegeräte, Diagnose-PC, 1-2 PC-Arbeitsplätze für Bestellung und Auftragsbearbeitung (je 1 PC, 1 Monitor, 1 Drucker)
- Produktionsstraßen: Taktstraßen mit elektronischen, pneumatischen, hydraulischen und/oder thermischen Komponenten zur Herstellung, Abfüllung oder Verpackung von Waren und Gütern (z.B. (Takt)-Motoren, Sensoren, Lichtschranken, Heizelemente, Vibrationseinrichtungen, Siegelgeräte, Bildprüfung, Transportbänder, Etikettiereinrichtungen), je Produktionsbereich: 1 PC-Arbeitsplatz (1 PC, 1 Monitor, 1 Drucker) und ggf. Geräte zur Qualitätsprüfung
- Metallumformung: je nach Bereichsnutzung z.B. Blechstanzenmaschinen, Tiefziehmaschinen, Drahtziehmaschinen, Pressen, Schmelzöfen

Bemerkungen

Die Auswertung der dokumentierten Räume gestaltete sich als sehr komplex, da je nach Nutzung der gewerblichen oder industriellen Hallen nahezu vollständig unterschiedliche Ausstattungen an Arbeitshilfen vorlagen und zum Teil aus einer Vielzahl einzelner Komponenten bestanden. Darüber hinaus war es für die Einordnung der Nutzungsintensität erforderlich, die jeweils vorhandenen Prozesse (insbesondere bei komplexen Produktionsmaschinen) im Detail nachzuvollziehen. Die Dokumentation und Auswertung lassen sich grob in zwei verschiedene Herangehensweisen unterscheiden:

- **Einfache Herangehensweise:** Die Geräteausstattung setzt sich weitgehend aus Einzelverbrauchern zusammen, die in ihrer Anzahl, Art und Leistungsaufnahme in charakteristischen Betriebszuständen beschreibbar ist (z.B. eine Kreissäge). Die jeweilige Nutzungszeit lässt sich anhand von Messeinrichtungen, Nutzeraussagen oder anderen Betriebsgrößen zielführend abschätzen. Aus der Kombination von Anzahl, Leistungsaufnahme und Nutzungszeit geht ein jährlicher Strombedarf je Arbeitshilfe hervor. Diese Vorgehensweise entspricht der üblichen Systematik und eignete sich für alle Gewerbereiche außerhalb von Produktions- und Taktstraßen.
- **Komplexe Herangehensweise:** Insbesondere in (teil-)automatisierten Bereichen sind komplexe Produktionsmaschinen vorhanden, die sich individuell aus einer großen Anzahl von Einzelkomponenten (u. A. Stellmotoren, Sensoren, Pumpen) unterschiedlicher Nutzungsintensität zusammensetzen. Eine Messung des Energieverbrauchs der Gesamtmaschine war aus Sicherheitsgründen regulär nicht möglich, jedoch lagen zum Teil Verbrauchswerte von Unterzählern vor. Für alle Produktionsmaschinen, für die keine Daten vorlagen, erfolgte eine detaillierte Aufnahme aller erkennbaren elektrischen Einzelverbraucher durch Beobachtungen. Dabei wurde für jede Komponente die angebrachte Bezeichnung dokumentiert sowie – in der jeweiligen Abfolge der Nutzung – jeweils die Stand- und Betriebszeit innerhalb eines Taktes abgeschätzt. Mit der Verknüpfung der Leistungsaufnahme und der Betriebszustände innerhalb eines Taktes ergab sich in Summe aller Komponenten ein geschätzter Energiebedarf des jeweiligen Produktionsgerätes. Diese Vorgehensweise war je nach Komplexität der Anlage mit einem sehr hohen Aufwand verbunden.

In zahlreichen Gewerbenutzungen kommt Druckluft zur Anwendung, um z.B. den Verschleiß mechanisch beanspruchter Werkzeuge zu reduzieren. Die Druckluftherzeugung fand bei den dokumentierten Objekten durch ein oder mehrere zentrale Kompressoren statt, welche sich in einem separaten Raum außerhalb der Gewerbehalle befanden und aufgrund ihrer hohen Leistungsaufnahme und Laufzeiten einen erheblichen Strombedarf aufwiesen. Um diese Energiemenge angemessen zu berücksichtigen, wurden die jeweils gemessenen bzw. modellierten Strombedarfsmengen der Druckluftherzeugung objektbezogen auf alle Gewerbeflächen aufgeteilt, die Druckluft nutzen. Da sich die Kompressoren jedoch in einem anderen Raum befinden, besteht hinsichtlich der Abwärme eine Differenz in der lokalen Abwärme.

6.3.10 Nutzungsprofil 23 – Zuschauerbereich

Nutzung und Raumzuordnung

In das Nutzungsprofil „23 Zuschauerbereich“ wurden Räume eingeordnet, die in Veranstaltungsgebäuden für den Aufenthalt von Gästen und Zuschauern während einer Veranstaltung konzipiert sind. Sie befinden sich im baulichen Zusammenhang mit der Bühne oder einer vergleichbaren Veranstaltungsfläche und ermöglichen einen freien Blick darauf.

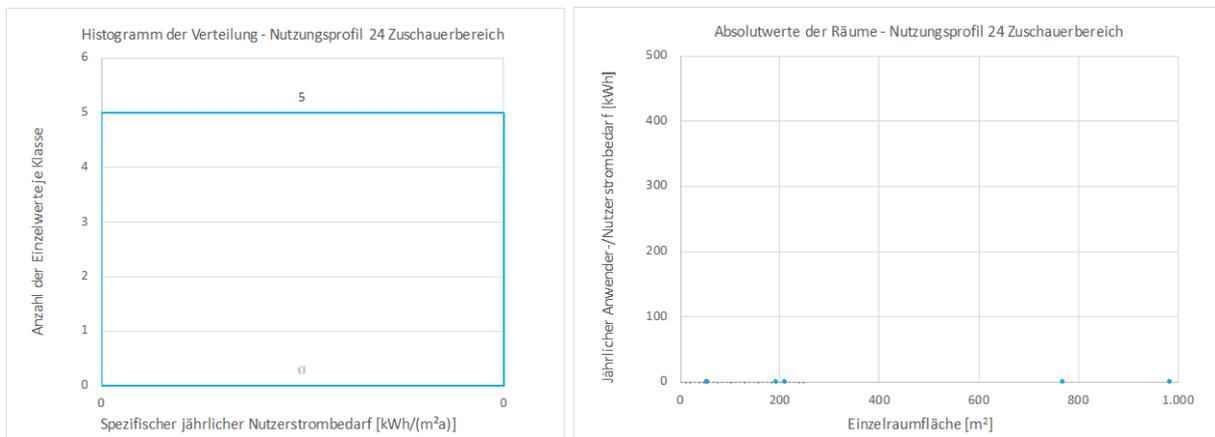
Typische Raumbezeichnungen

- Zuschauer, Saal, Rang, Festhalle

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 5
- Raumflächen: min. 54,63 m², max. 985,60 m², Median 209,36 m², gesamt 2.212,94 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Veranstaltung (5)

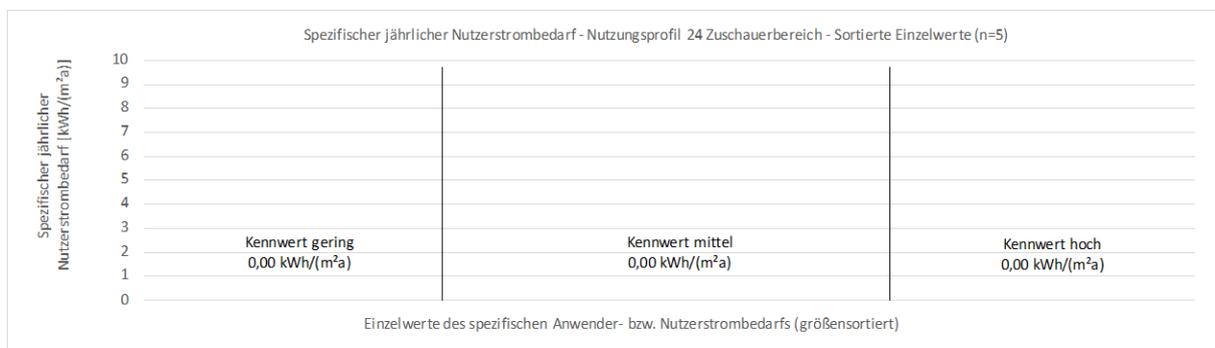
Abbildung 18 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 23 Zuschauerbereich



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert gering: 0,00 kWh/(m²a)
- Kennwert mittel: 0,00 kWh/(m²a)
- Kennwert hoch: 0,00 kWh/(m²a)

Abbildung 19 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 23 Zuschauerbereich



Typische Geräteausstattung

Kennwert gering/mittel/hoch

- keine Arbeitshilfen vorhanden

Bemerkungen

Die untersuchten Zuschauerbereiche beinhalteten keine Arbeitshilfen, die sich einem konkreten Nutzer zuordnen lassen. In Abhängigkeit der baulichen Gegebenheiten befinden sich häufig elektrische Verbraucher im Zuschauerbereich (z.B. diverse Bühnenstrahler, Verstärker, Mischpulte, Lichtsteuerungen), die mit der jeweiligen Veranstaltung in Verbindung stehen. Um eine doppelte Berücksichtigung zu vermeiden und mögliche Entkopplungen von Zuschauerbereichen und Veranstaltungsflächen herzustellen, werden rechnerisch alle veranstaltungsbedingten Verbraucher – wenn vorhanden – im Bedarf der Veranstaltungszone (Theaterbühne) berücksichtigt. Auch in Bezug auf die auftretende Abwärme ist diese Vorgehensweise vertretbar, da aufgrund der baulichen Verbindung von Zuschauerbereich und Veranstaltungsfläche ein Wärmeaustausch stattfinden kann. Der Energiebedarf für die üblicherweise vorhandene Sicherheitsbeleuchtung in Zuschauerbereichen (am Wandsockel, in den Treppenstufen, über Ausgängen) wird der Kategorie „Diverse Technik“ berücksichtigt.

6.3.11 Nutzungsprofil 24 – Theaterfoyer

Nutzung und Raumzuordnung

Zu dem Nutzungsprofil „24 Theaterfoyer“ wurden Räume zugeordnet, die eine Eingangshalle für ein Veranstaltungsgebäude bilden. Sie zeichnen sich häufig durch eine große zusammenhängende Fläche aus und bilden den Aufenthaltsraum von Besuchern vor und nach der Veranstaltung sowie in Pausen.

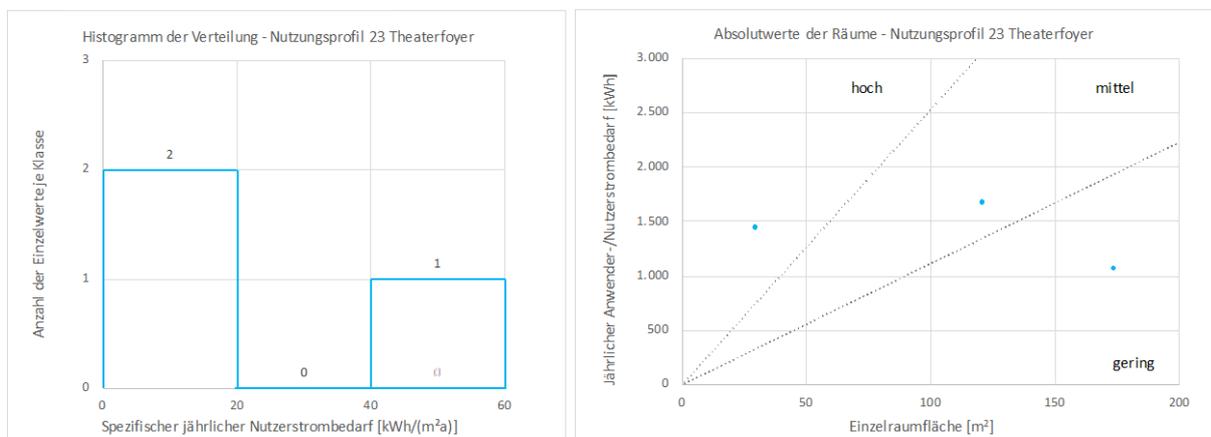
Typische Raumbezeichnungen

- Vorhalle, Foyer, Vestibül, Eingangshalle

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 3
- Raumflächen: min. 30,07 m², max. 174,21 m², Median 121,28 m², gesamt 325,56 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Veranstaltung (3)

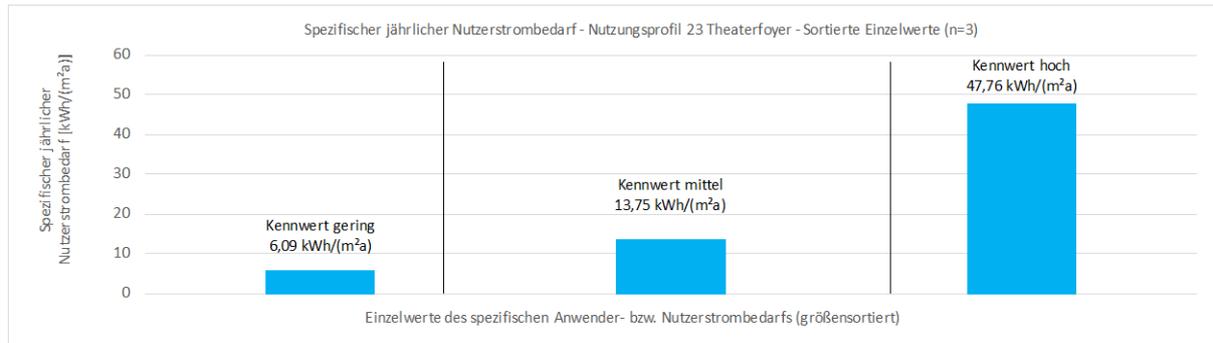
Abbildung 20 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 24 Theaterfoyer



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert gering: 6,09 kWh/(m²a)
- Kennwert mittel: 13,75 kWh/(m²a)
- Kennwert hoch: 47,76 kWh/(m²a)

Abbildung 21 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 24 Theaterfoyer



Typische Geräteausstattung

Kennwert gering

- ca. 1 Kühlgerät je 30 m² Raumfläche (z.B. gewerbliche Thekenkühlschränke, Getränkkekühlschränke, 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

Kennwert mittel

- ca. 1 Kühlgerät je 30 m² Raumfläche (z.B. gewerbliche Thekenkühlschränke, Getränkkekühlschränke, 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

Kennwert hoch

- 2 oder mehr Kühlgeräte je 30 m² Raumfläche (z.B. gewerbliche Thekenkühlschränke, Getränkkekühlschränke, 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)

Bemerkungen

In den drei beobachteten Räumen der Nutzung „Theaterfoyer“ konnte eine ähnliche Ausstattung festgestellt werden, die sich auf die Ticketorganisation (Kassensystem) und die gastronomische Versorgung (Kühlgeräte) konzentriert. Maßgeblich für den Nutzerstrombedarf zeigt sich die unterschiedliche Dichte gewerblicher Kühlgeräte sowie deren Betriebsführung durch das Personal vor Ort. Bei einer unregelmäßigen Nutzung wurde

ein Betrieb der Geräte an 90 Tagen pro Jahr berücksichtigt. Die Ergebnisse von drei Räumen, die in diesem Forschungsvorhaben erhoben werden konnten, bilden erste Kennwerte zum Nutzerstrombedarf. Für eine weitere Absicherung sind jedoch mehr Datensätze erforderlich. Für mögliche Foyers ohne Kühlgeräte ergibt sich in einer Beispielrechnung für die drei untersuchten Räume ein Nutzerstrombedarf zwischen 0,30 und 1,80 kWh/(m²a), im Durchschnitt 0,90 kWh/(m²a).

6.3.12 Nutzungsprofil 25 – Theaterbühne

Nutzung und Raumzuordnung

Dem Nutzungsprofil „25 Theaterbühne“ wurden Räume zugeordnet, die in Veranstaltungsgebäuden der meist öffentlichen Aufführung von z.B. Theaterstücken, Konzerten oder Vorträgen dienen. Diese Räume sind baulich mit einem Zuschauerbereich (Nutzungsprofil 24 Zuschauerbereich) verbunden und charakterisiert durch eine hohe Nutzungsintensität von Licht- und Tontechnik. Die Technik befindet sich hierbei zum Teil im Bereich der Bühne (oben und seitlich verdeckt) sowie im Zuschauerbereich (z.B. Verfolgerscheinwerfer in seitlicher Anordnung).

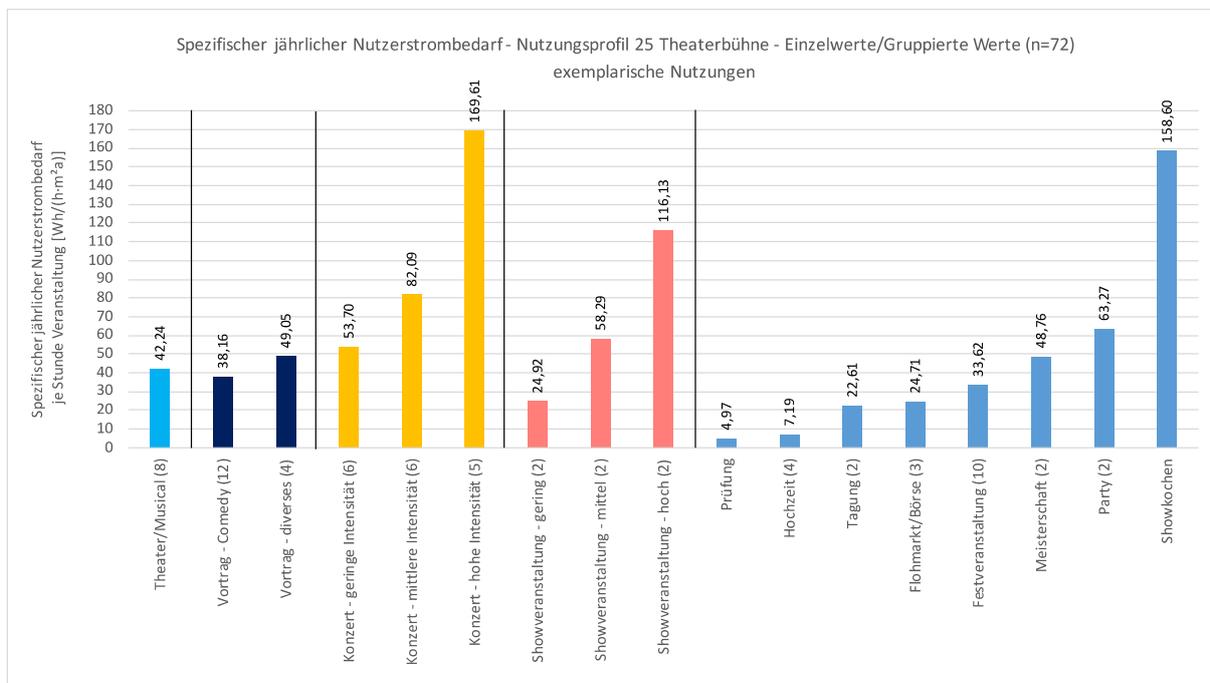
Typische Raumbezeichnungen

- Theaterbühne, Bühne, Große/Kleine Bühne (bei mehreren Flächen innerhalb eines Gebäudes)

Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf (exemplarisch)

Mit der Auswertung von 72 Einzelveranstaltungen unter Berücksichtigung der beschriebenen Methodik gehen für exemplarische Veranstaltungen Angaben zum Nutzerstrombedarf hervor. Die Angaben beziehen sich jeweils auf den Nutzerstrombedarf für 1 Stunde Veranstaltung und 1 Quadratmeter Bühnenfläche und berücksichtigen eine eventuelle Vor- und Nachbereitung (Aufbau, Abbau, Proben, Technikchecks), sofern diese erkennbar war. In der Berechnung des veranstaltungsabhängigen Nutzerstrombedarfs wurden alle elektrischen Verbraucher berücksichtigt (insbesondere Ton- und Lichteffekttechnik), die die fest installierte Beleuchtung (berücksichtigt in DIN V 18599) übersteigt.

Abbildung 22 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 25 Theaterbühne



Für die untersuchten Theater- und Musicalvorführungen ergibt sich ein veranstaltungsbezogener Nutzerstrombedarf von 42,24 Wh/(h·m²a). Auf einem ähnlichen Niveau bewegt sich der Bedarf bei Vorträgen

(38,16 Wh/(h·m²a) bei Comedy bzw. 49,05 Wh/(h·m²a) bei Sonstigen). Bei den 17 untersuchten Konzerten wurde zur Berücksichtigung einer unterschiedlichen Nutzungsintensität der Ton- und Effekttechnik (z.B. durch Vorverstärker, Aktivboxen, Endstufen, DMX-Steuerung) eine Differenzierung in gering (53,70 Wh/(h·m²a)), mittel (82,09 Wh/(h·m²a)) und hoch (169,61 Wh/(h·m²a)) vorgenommen. Eine ähnliche Vorgehensweise wurde für die Abstufung der untersuchten Showveranstaltungen vorgenommen. Der Bedarf wurde je nach Intensität in die Bereiche gering (24,92 Wh/(h·m²a)), mittel (58,29 Wh/(h·m²a)) und hoch (116,13 Wh/(h·m²a)) unterteilt. Für weitere exemplarische Nutzungen konnten ebenfalls Bedarfsangaben rechnerisch bestimmt werden.

Auch an dieser Stelle sei der Hinweis ergänzt, dass es sich hier nur um die Ergebnisse exemplarischer Veranstaltungen handelt, die anhand vorliegender Informationen rechnerisch nachgebildet wurden.

Bemerkungen

Die Summe des veranstaltungsbedingten Nutzerstrombedarfs setzt sich je Objekt aus der Anzahl und Art der Veranstaltungen über den Betrachtungszeitraum von einem Jahr zusammen. Das hier zur Auswertung herangezogene Veranstaltungsgebäude besitzt exemplarisch die im Diagramm angegebene Nutzungsverteilung. Insgesamt ergibt sich hierbei eine Summe von 75 Veranstaltungstagen und eine Veranstaltungsdauer von insgesamt 306 Stunden pro Jahr. Das untersuchte Objekt verfügt über umfangreiche professionelle Ton- und Lichttechnik vor Ort, die regelmäßig zum Einsatz kommt. Bei technikarmen Veranstaltungen (z.B. Konzerte mit analogen Musikinstrumenten, Gottesdienste) ist von einem sehr geringen bis keinem zusätzlichen Nutzerstrombedarf auszugehen, der die berücksichtigte Raumkonditionierung (insbesondere Beleuchtung) übersteigt. Zu diskutieren ist ebenfalls, wie trotz der Differenz in der Abwärmezuordnung ein Vorführraum eines Kinos anhand seiner regelmäßig genutzten Arbeitshilfen in den Bedarfsansätzen einer Theaterbühne berücksichtigt werden kann.

6.3.13 Nutzungsprofil 26 – Messe, Kongress

Nutzung und Raumzuordnung

Dem Nutzungsprofil „26 Messe, Kongress“ wurden Räume zugeordnet, die sich durch eine große Einzelraumfläche auszeichnen und in ihrer Fläche flexibel für die Durchführung von Messen, Tagungen und ggf. Märkten, Börsen und weiteren Veranstaltungen konzipiert sind. Die hier untersuchten Messehallen stammen aus einem gemeinsamen Messekomplex.

Typische Raumbezeichnungen

- Messe, Messehalle, Halle (mit Zahl oder Buchstabe)

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 3
- Raumflächen: min. 1.567,03 m², max. 3.227,44 m², Median 3.223,34 m², gesamt 8.017,81 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Messehallen (3)

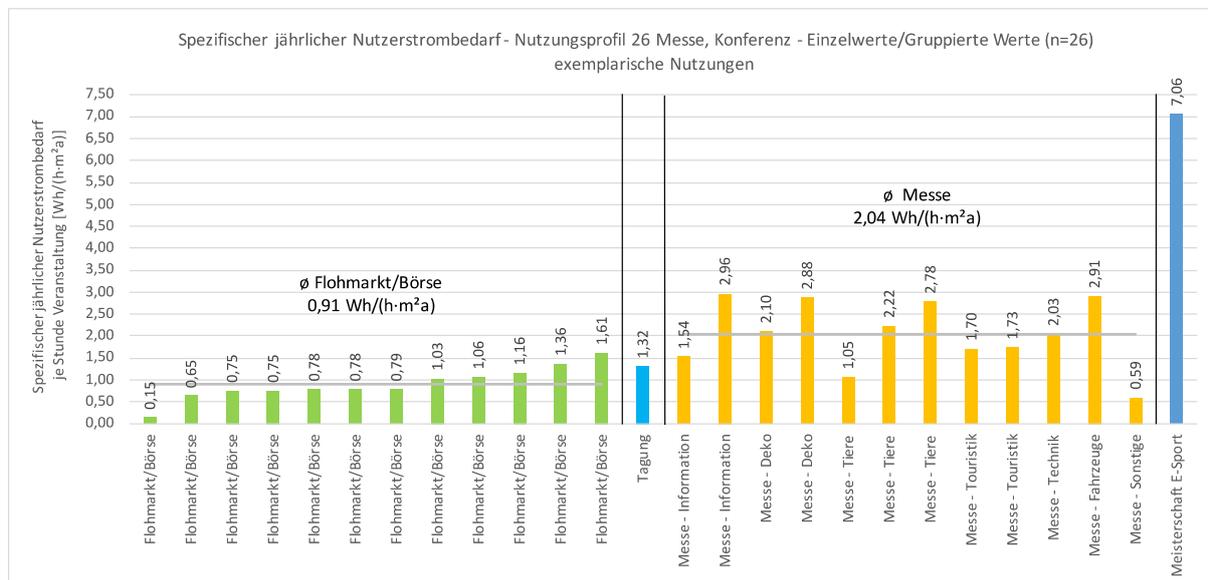
Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

Der Nutzerstrombedarf von Messeflächen setzt sich aus einem Grundanteil an Ruhetagen und einem nutzungsabhängigen Teil an Veranstaltungstagen zusammen:

- **Grundanteil:** Für den Nutzerstrombedarf ergibt sich im untersuchten Messekomplex je nach Halle ein Grundanteil von 0,5 bis 0,9 kWh/(m²a), der sich z.B. aus einem unregelmäßig genutzten PC-Arbeitsplatz und ggf. einer dauerhaft betriebenen Kühltruhe einer Veranstaltungsgastronomie zusammensetzt. Weitere dauerhaft betriebene elektrische Verbraucher (Netzwerktechnik, Tontechnik, Überwachungstechnik, Piktogramme) sind den Kategorien „Zentrale Dienste“ und „Diverse Technik“ zuzuordnen. Vorhandene Senk-Elektranten lassen sich der Kategorie „Außenbeleuchtung/Außengeräte“ zuordnen.

- Nutzungsabhängiger Anteil:** Für den untersuchten Messekomplex konnten 26 Veranstaltungen ausgewertet werden, die sich aus 52 einzelnen Veranstaltungstagen zusammensetzen. Hierbei konnten Veranstaltungen ausgewertet werden, die sich nach ihrer Bezeichnung und Durchführung in die Veranstaltungsformen „Flohmarkt/Börse“, „Tagung“, „Messe“ und „Meisterschaft“ einordnen ließen. Mit dem jeweiligen Bezug auf den zugehörigen offiziellen Zeitraum der Veranstaltung (Beginn und Ende) und der genutzten Messefläche ergeben sich Teilkennwerte für den Nutzerstrombedarf, die sich auf jeweils eine Stunde Veranstaltungszeit und einen Quadratmeter Messefläche beziehen. Für den Veranstaltungstyp „Flohmarkt/Börse“ ergab sich bei 12 Veranstaltungen ein veranstaltungsbezogener Nutzerstrombedarf von 0,15 bis 1,61 Wh/(h·m²a) (durchschnittlich 0,91 Wh/(h·m²a)). Bei Messen unterschiedlicher thematischer Ausrichtung konnte ein veranstaltungsbezogener Nutzerstrombedarf im Bereich von 0,59 bis 2,96 Wh/(h·m²a) identifiziert werden, der im Mittel einen Wert von durchschnittlich 2,04 Wh/(h·m²a) ergibt. Für die Veranstaltungstypen „Tagung“ und „Meisterschaft“ können nur exemplarische Werte angegeben werden (Tagung: 1,32 Wh/(h·m²a), Meisterschaft E-Sport 7,06 Wh/(h·m²a)).

Abbildung 23 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 26 Messe, Konferenz



Bemerkungen

In den Kennwerten enthalten ist ein ggf. vorhandener Mehraufwand für die Vor- und Nachbereitung von Veranstaltungen (z.B. durch Auf- und Umbau). Für die Berechnung eines Nutzerstrombedarfs für ein gesamtes Jahr ist die Nutzungsintensität und eine Aussage über den Anteil der jeweiligen Veranstaltungen an der Gesamtnutzung erforderlich. Für den hier untersuchten Messekomplex ergibt sich für das ausgewertete Jahr 2019 exemplarisch eine gesamte Veranstaltungszeit von 443 Stunden (Summe der offiziellen Öffnungszeiten von Messen und Märkten, Dauer von Tagungen und Meisterschaften), die sich auf 61 Veranstaltungstage aufteilt. Im Schnitt ergibt sich dadurch eine Veranstaltungsdauer pro Veranstaltungstag von je 7,3 Stunden. Die Zusammensetzung der Veranstaltungszeit verteilt sich auf 100 Stunden „Flohmarkt/Börse“ (22,6%), 25 Stunden „Tagung“ (5,6%), 300 Stunden „Messe“ (67,7%) und 18 Stunden „Meisterschaft“ (4,1%). Die Nutzung der Messeflächen konzentriert sich regelmäßig auf die Tage Freitag, Samstag und Sonntag. Von den 61 Veranstaltungstagen konnten nur 52 in die Auswertung eingehen, da aus technischen Gründen für einen Monat kein Lastprofil, sondern nur ein Monatsverbrauch aufgezeichnet wurde.

Aus dem Veranstaltungskalender gehen für diesen Zeitraum jedoch die Anzahl, Art und Dauer der Veranstaltungen hervor, die in der angegebenen Veranstaltungszeit und deren Aufteilung berücksichtigt wurden.

Um aus den gefundenen Angaben normative Kennwerte abzuleiten, wären Festlegungen über die Zahl der Veranstaltungstage sowie mögliche Standard-Anteile der unterschiedlichen Veranstaltungstypen an der Gesamtnutzung für die Intensitäten gering, mittel und hoch erforderlich.

6.3.14 Nutzungsprofil 27 – Ausstellungsräume und Museum

Nutzung und Raumzuordnung

Dem Nutzungsprofil „27 Ausstellungsräume und Museum“ wurden Räume zugeordnet, die der regelmäßigen Ausstellung von Exponaten z.B. mit künstlerischem, technischem, kulturhistorischem oder naturwissenschaftlichem Bezug dienen. Teile der Ausstellung können sich dabei saisonal mit Fokus auf eine bestimmte Thematik ändern. Die Räume entstammen aus öffentlichen Museen und Galerien.

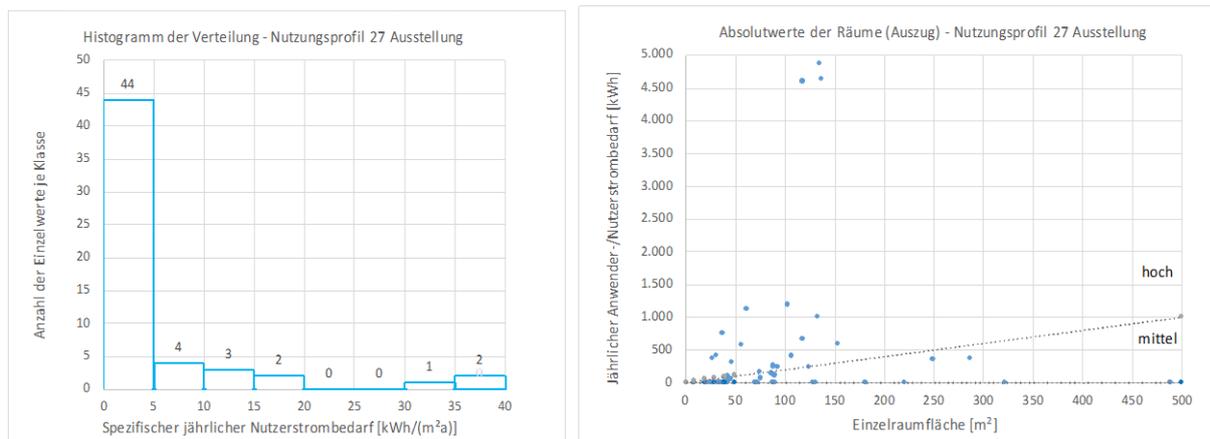
Typische Raumbezeichnungen

- Ausstellung, Galerie, Ausstellungshalle, Sonderausstellung

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 56
- Raumflächen: min. 21,16 m², max. 3.052,32 m², Median 74,30 m², gesamt 8.301 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Museum (56)

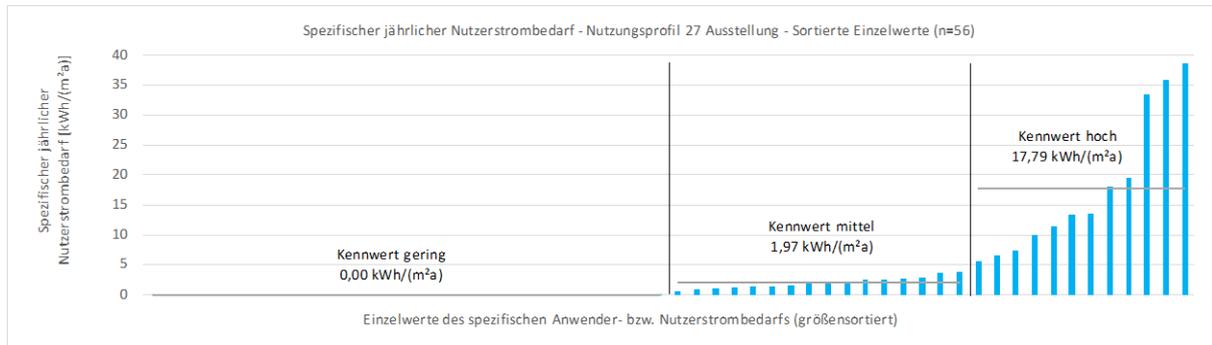
Abbildung 24 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 27 Ausstellung



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert gering: 0,00 kWh/(m²a)
- Kennwert mittel: 1,97 kWh/(m²a)
- Kennwert hoch: 17,79 kWh/(m²a), davon
Teilkennwerte hoch: hohe Intensität 11,71 kWh/(m²a), sehr hohe Intensität 36,03 kWh/(m²a)

Abbildung 25 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 27 Ausstellung



Typische Geräteausstattung

Kennwert gering

- keine Arbeitshilfen (z.B. Dekorationsbeleuchtung) vorhanden

Kennwert mittel

- 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)

Kennwert hoch (Teilkennwert hohe Intensität)

- 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)
- Vitrinen und Exponate mit Dekorationsbeleuchtung auf Basis von Leuchtstoffröhren (T5) ohne oder mit geringem LED-Ersatz

Kennwert hoch (Teilkennwert sehr hohe Intensität)

- 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)

Bemerkungen

Um Unsicherheiten in der praktischen Zuordnung von vorhandenen Geräteausstattungen zu hier formulierten Kennwerten zu vermeiden, folgte eine geringfügige Verschiebung der Grenze zwischen dem Kennwert „gering“ und „mittel“ (abweichend von der sonst praktizierten Drittelung der Stichprobe).

Dementsprechend repräsentiert der Kennwert „gering“ alle Ausstellungsräume, bei denen keine Arbeitshilfen zum Einsatz kommen (bzw. die Exponate keine eigene Dekorationsbeleuchtung besitzen). Die reguläre Raumbeleuchtung wird hier gleichzeitig für die Ausstellung genutzt. Der Nutzerstrombedarf steigt, wenn Vitrinen oder Exponate durch eine eigene Dekorationsbeleuchtung herausgestellt werden – je nach Effizienz der Leuchtmittel (LED, Leuchtstoffröhren T5, T8/T9) – ergibt sich eine Einordnung in ein mittleres oder hohes Bedarfsniveau bei einer proportionalen Anzahl von Exponaten je Raum. Gegebenenfalls lassen sich weitere Nutzergeräte wie interaktive Monitore oder vergleichsweise leistungsintensive Geräte beobachten, die mit der Ausstellung in Verbindung stehen. Bei der Berechnung der Kennwerte für den Nutzerstrombedarf wurden keine Raumbeleuchtungen einbezogen, die aufgrund ihrer Anpassungsfähigkeit auf Exponate ausgerichtet waren.

6.3.15 Nutzungsprofil 28 – Bibliothek – Lesesaal

Nutzung und Raumzuordnung

In das Nutzungsprofil „28 Bibliothek – Lesesaal“ erfolgte die Einordnung von Arbeitsräumen und Lesesälen in Bibliotheken und Archiven zur individuellen Einsicht in Bücher bzw. Archivalien. Je nach Ausstattung der Einrichtung besteht die Möglichkeit, einen vorhandenen Computer bzw. ein Notebook zu nutzen oder selbst ein Gerät für die Dokumentation der gewonnenen Informationen mitzubringen.

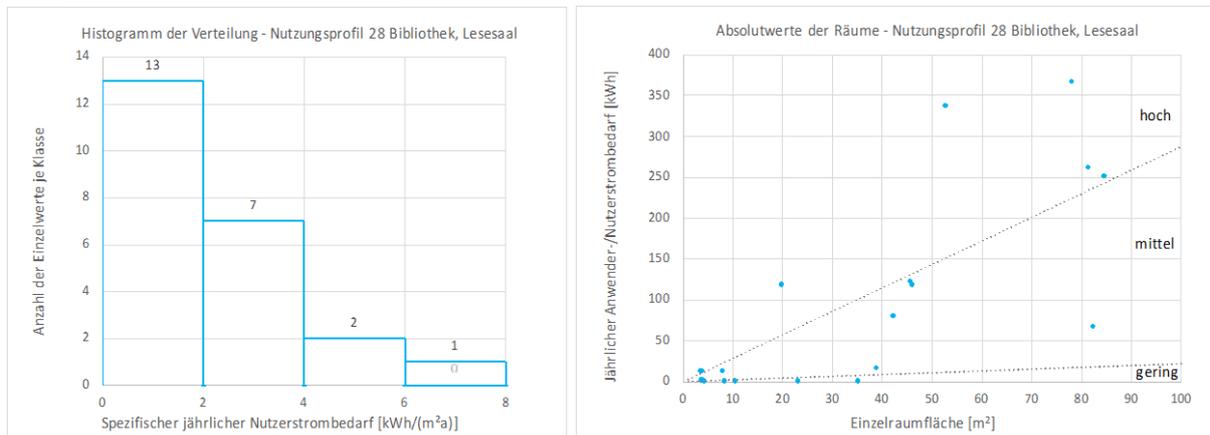
Typische Raumbezeichnungen

- Lesesaal, Benutzersaal, Gruppenarbeitsraum, Carrel/Lesekabine, Archivalien in Nutzung

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 23
- Raumflächen: min. 3,72 m², max. 84,80 m², Median 20,07 m², gesamt 696,04 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Bibliothek (17), Archiv (6)

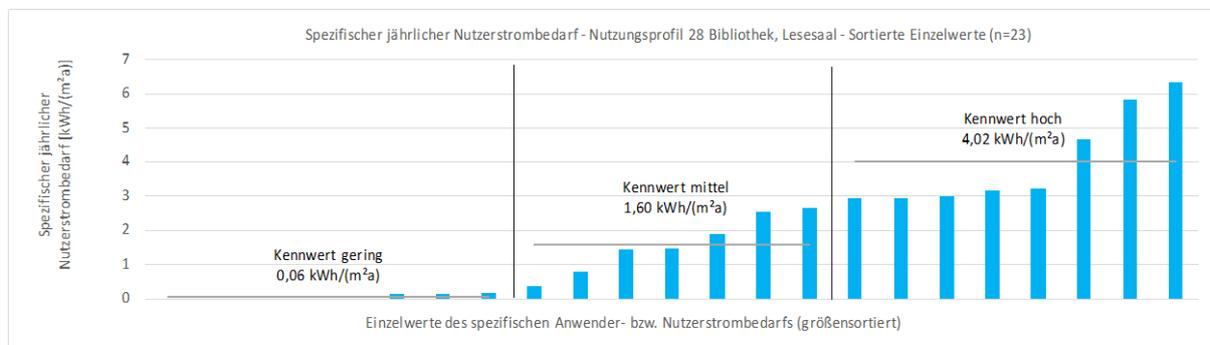
Abbildung 26 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 28 Bibliothek, Lesesaal



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert gering: 0,06 kWh/(m²a)
- Kennwert mittel: 1,60 kWh/(m²a)
- Kennwert hoch: 4,02 kWh/(m²a)

Abbildung 27 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 28 Bibliothek, Lesesaal



Typische Geräteausstattung

Kennwert gering

- keine Arbeitshilfen vorhanden oder
- LED-Tischlampen (ca. 1 Lampe pro 7m² Raumfläche)

Kennwert mittel

- LED-Tischlampen und 1 regelmäßig genutzter PC-Arbeitsplatz (1 PC, 1 Monitor oder 1 All-in-One-Gerät) je 40m² Raumfläche oder
- Arbeits- und Leseräume mit 1 regelmäßig genutzten interaktivem Tafelsystem oder 1 Beamer

Kennwert hoch

- 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

Bemerkungen

Bei einer üblicherweise geringen Raumgröße von Lesekabinen/Carrels im Vergleich zu Freihandbereichen ist entsprechend rechnerischen Nachweisführung auch eine flächenmäßige Zuordnung zu angrenzenden Freihandbereichen denkbar.

Die Nutzungsintensität von Leseräumen in Archiven kann dadurch geringer ausfallen, dass im Vergleich zu Bibliotheken ggf. eine Anmeldung zur Einsicht in Archivalien erforderlich ist. Dementsprechend wurde in der Berechnung eine durchschnittliche Nutzbarkeit von 250 Tagen / Jahr in Archiven und eine durchschnittliche Nutzbarkeit von 290 Tagen / Jahr in Bibliotheken zugrunde gelegt.

6.3.16 Nutzungsprofil 29 – Bibliothek – Freihandbereich

Nutzung und Raumzuordnung

Zum Nutzungsprofil „29 Bibliothek – Freihand“ erfolgte eine Zuordnung aller Räume, die sich durch frei zugängliche Freihand- und Regalbereiche für Ausleih- und Präsenzmedien (in der Regel Bücher und Zeitschriften) auszeichnen. Sie umfassen damit die zentralen Nutzungsbereiche einer Bibliothek. Je nach Raumgröße sind typischerweise ein oder mehrere Nutzerarbeitsplätze und Informationsschalter in den jeweiligen Freihandbereich integriert.

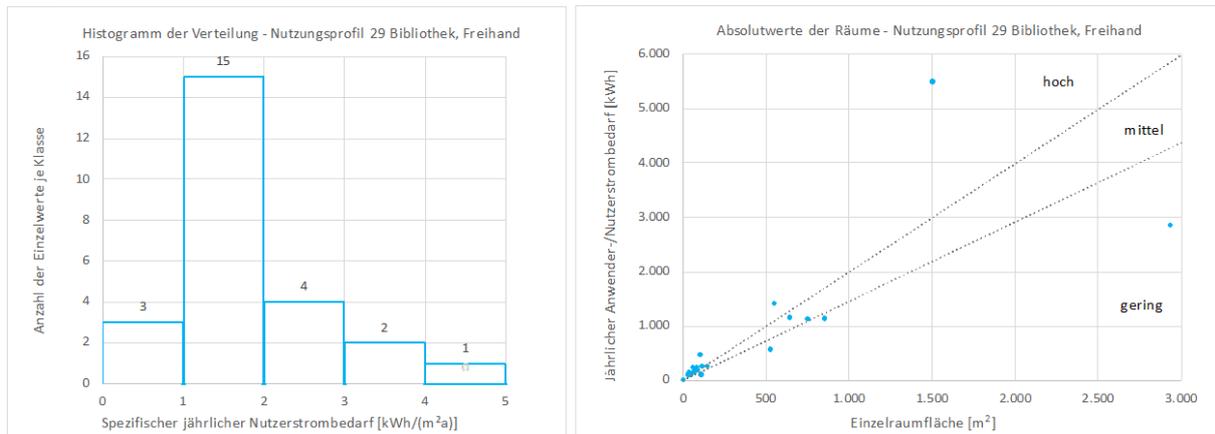
Typische Raumbezeichnungen

- Bibliothek Freihandbereich, Freihandbereich (ggf. mit Angabe der Fachrichtung)

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 25
- Raumflächen: min. 9,57 m², max. 2.944,28 m², Median 91,18 m², gesamt 9.145,37 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Bibliothek (24), Museum (1)

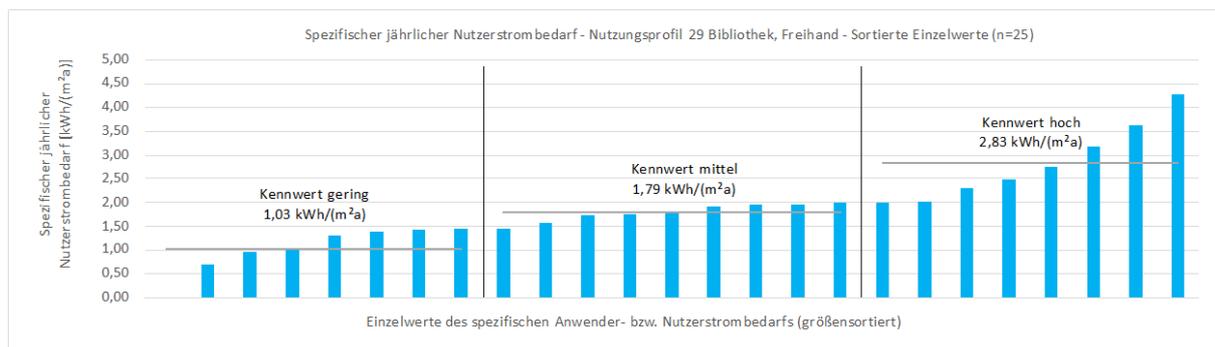
Abbildung 28 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 29 Bibliothek, Freihand



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert gering: 1,03 kWh/(m²a)
- Kennwert mittel: 1,79 kWh/(m²a)
- Kennwert hoch: 2,83 kWh/(m²a)

Abbildung 29 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 29 Bibliothek, Freihand



Typische Geräteausstattung

Kennwert gering

- 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 m²), bei Einzelflächen >500 m² mit integrierten Schaltern zur Nutzerinformation (jeweils 1-2 PC, 2-3 Monitore, 1-2 Tischlampen, 1 Drucker), ggf. Stromversorgung mitgebrachter mobiler Nutzergeräte (Notebooks, Tablets)

Kennwert mittel

- 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 m²) und integrierten Schaltern zur Nutzerinformation (jeweils 1-2 PC, 2-3 Monitore, 1-2 Tischlampen, 1 Drucker), Stromversorgung mitgebrachter mobiler Nutzergeräte (Notebooks, Tablets)

Kennwert hoch

- 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 m²) und Informationsbereichen (1 PC, 2 Monitore, 1 Tischlampe, 1 Drucker), Stromversorgung mitgebrachter mobiler Nutzergeräte (Notebooks, Tablets) oder
- Ausleihe- und Infobereiche (Selbstverbuchungsterminals, Ausleiheschalter mit 2-4 Arbeitsplätzen (je 1 PC, 1 Monitor, 1 Tischlampe, ggf. Fernseher) oder
- Bereiche mit Auflicht- oder Buchscannern im Bereitschaftsbetrieb

Bemerkungen

Der Nutzerstrombedarf in Freihandbereichen wird bei der insgesamt geringen Anzahl von Arbeitshilfen durch eine höhere Dichte bereitgestellter Arbeitsplätze beeinflusst. Vergleichsweise hohe Bedarfswerte ergeben sich deshalb in Bereichen mit einer Konzentration von dauerhaft betriebsbereiten Geräten zur Datenverarbeitung wie Terminals zur Selbstverbuchung oder Auflicht- bzw. Buchscanner. Für die hier untersuchten Räume wurde je nach Öffnungstagen eine Nutzungszeit zwischen 291 und 313 Tagen pro Jahr berücksichtigt (Montag-Freitag oder Montag-Samstag, vereinzelte Sonderöffnungszeiten).

6.3.17 Nutzungsprofil 30 – Bibliothek – Magazin und Depot

Nutzung und Raumzuordnung

In das Nutzungsprofil „30 Bibliothek – Magazin und Depot“ wurden nicht-öffentlich zugängliche Lagerbereiche eingeordnet, die wertvolle Archivalien und nicht ausgestellte Exponate in Bibliotheken, Museen und Archiven beherbergen. In Abhängigkeit der eingelagerten Gegenstände bestehen in der Regel Zutrittsbeschränkungen und ggf. konservatorische Anforderungen an z. B. Raumtemperatur, Luftfeuchtigkeit und/oder Sonneneinstrahlung.

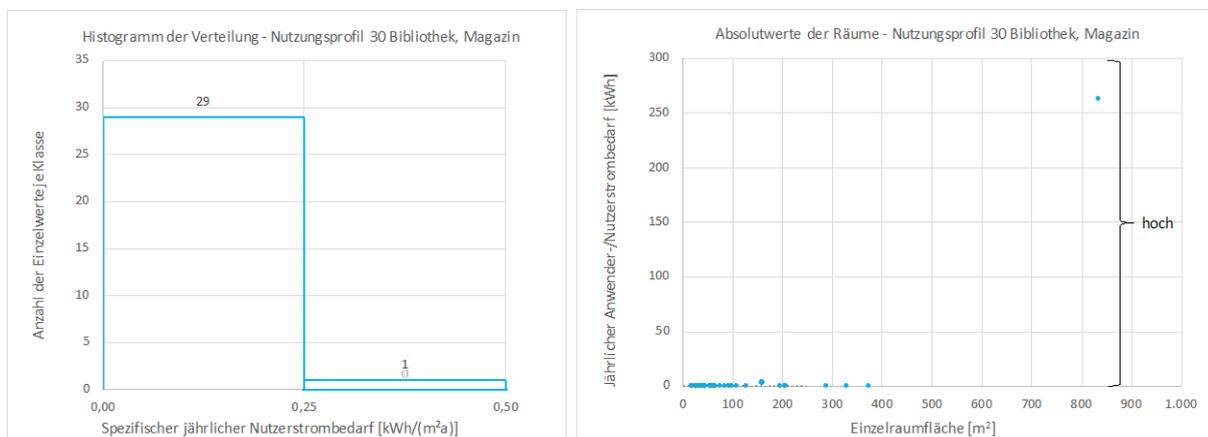
Typische Raumbezeichnungen

- Magazin, Depot, Museumsdepot, Depothalle, Archivalien, Tresor (Museum)

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 30
- Raumflächen: min. 19,38 m², max. 1.423,22 m², Median 65,23 m², gesamt 5.099,35 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Museum (18), Archiv (10), Bibliothek (2)

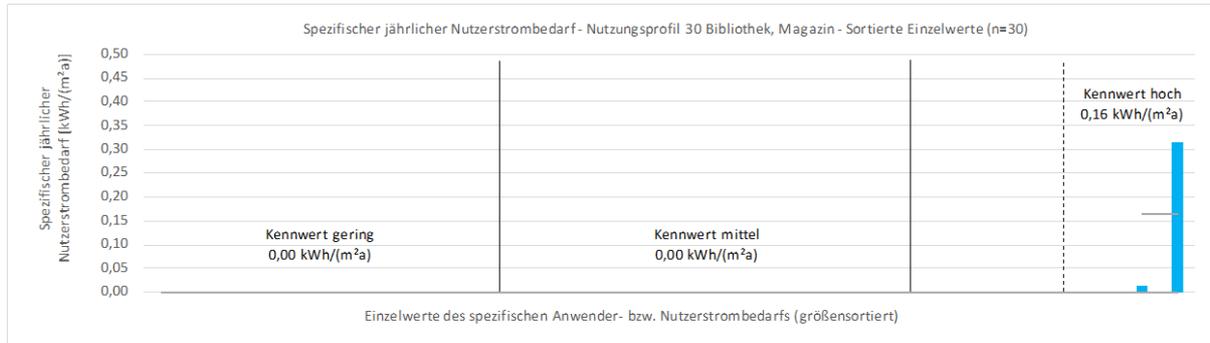
Abbildung 30 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 30 Bibliothek, Magazin



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert gering: 0,00 kWh/(m²a)
- Kennwert mittel: 0,00 kWh/(m²a)
- Kennwert hoch: 0,16 kWh/(m²a)

Abbildung 31 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 30 Bibliothek, Magazin



Typische Geräteausstattung

Kennwert gering und mittel

- keine Arbeitshilfen vorhanden

Kennwert hoch

- regulär keine Arbeitshilfen vorhanden, in Einzelfällen:
- Unregelmäßig genutzte Einzelarbeitsplätze mit Tischlampe und/oder Geräteausstattung (1 PC, 1 Monitor, 1 Drucker, 1 Telefon)

Bemerkungen

In 28 der 30 untersuchten Magazin- und Depoträumen konnten regulär keine Arbeitshilfen bzw. Nutzergeräte identifiziert werden. Hierfür sind verschiedene Einflüsse denkbar: In den überwiegend konditionierten Räumen herrschen häufig Temperaturen von 18°C und weniger, was einen dauerhaften Aufenthalt in überwiegend sitzender Tätigkeit erschwert. Gleichzeitig würden regelmäßige Abwärmelasten aus Personen, Beleuchtung und Geräten den Kältebedarf stark erhöhen. Die zwei untersuchten Magazine mit Arbeitshilfen (1 Bibliothek, 1 Museum) besitzen aufgrund ihrer baulichen Lage im Kellergeschoss und der gelagerten Gegenstände eine nur geringfügige thermische Konditionierung. Die vorhandenen Arbeitsplätze werden nur unregelmäßig zu kurzfristigen Recherchen genutzt.

6.3.18 Nutzungsprofil 31 – Turnhalle (ohne Zuschauerbereich)

Nutzung und Raumzuordnung

Die Zuordnung zum Nutzungsprofil „31 Turnhalle (ohne Zuschauerbereich)“ erfolgte bei Hallenflächen von Turn- und Sporthallen, die regulär für eine Nutzung im Sportunterricht von Bildungseinrichtungen und ggf. für eine zusätzliche Nutzung durch Sportvereine vorgesehen sind. Typischerweise befinden sich auf dem Hallenboden Feldmarkierungen für verschiedene Ballsportarten. Die hier untersuchten sechs Turn- und Sporthallen sind baulich integrierter oder getrennter Bestandteil verschiedener Schulformen. Kursräume und Fitnesshallen, die im Zusammenhang mit Fitnessstudios stehen, wurden der Nutzung „35 Fitnessräume“ zugeordnet.

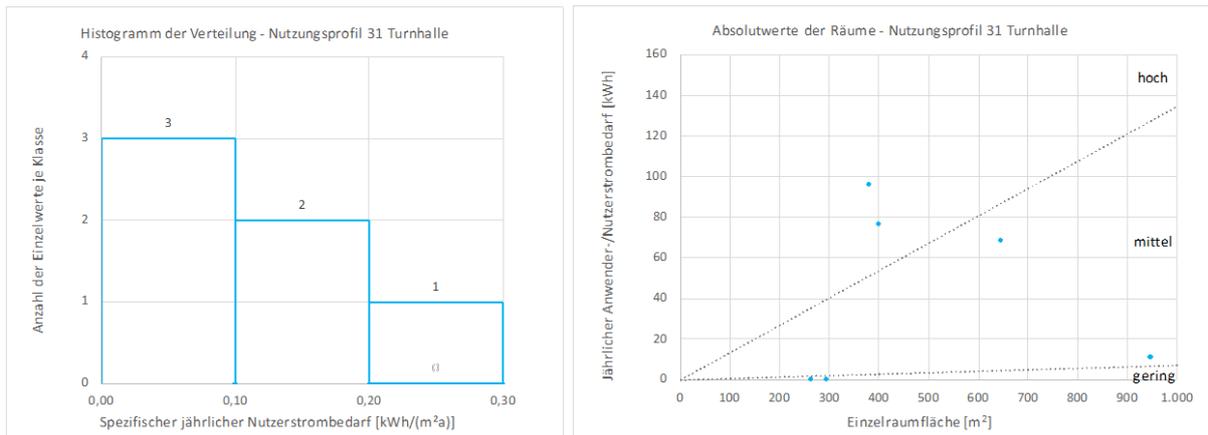
Typische Raumbezeichnungen

- Turnhalle, Sporthalle, Bewegungshalle

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 6
- Raumflächen: min. 264,80 m², max. 948,01 m², Median 392,19 m², gesamt 2.943,13 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Schule (4), Turnhallen (2)

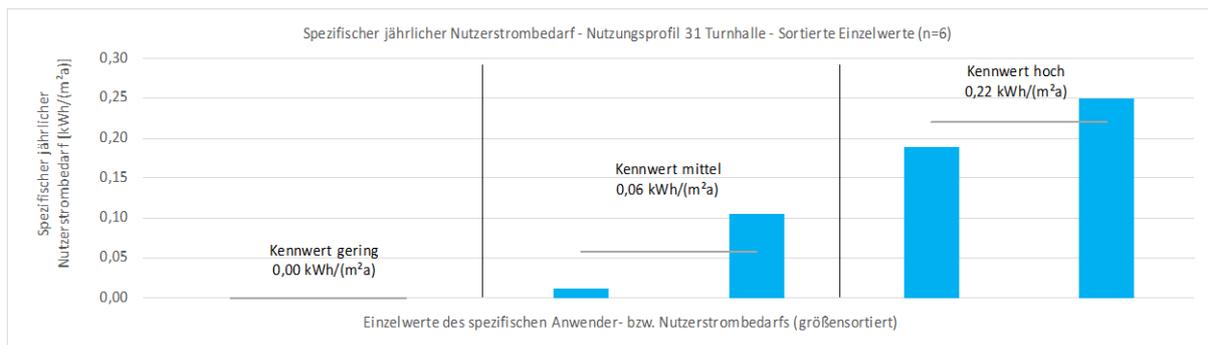
Abbildung 32 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 31 Turnhalle



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert gering: 0,00 kWh/(m²a)
- Kennwert mittel: 0,06 kWh/(m²a)
- Kennwert hoch: 0,22 kWh/(m²a)

Abbildung 33 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 31 Turnhalle



Typische Geräteausstattung

Kennwert gering

- keine Arbeitshilfen vorhanden

Kennwert mittel

- zur Turnhalle zugehörige Unterhaltungselektronik im Regieraum: 1-2 Verstärker, 1 CD-Player, ggf. 1 Mischpult

Kennwert hoch:

- wie mittel, jedoch: zusätzliche Verstärker, ggf. 1 Mikrofonanlage mit Sprechstelle
- ggf. weitere elektrische Arbeitshilfen mit Bezug zur Hallenfläche (z.B. Anzeigetafeln)

Bemerkungen

Für die Bestimmung von Kennwerten für den Nutzerstrombedarf werden die ggf. vorhandenen Arbeitshilfen aus einem in direkter Verbindung stehendem Kontrollraum (Regieraum, Hallenwart) auf die Fläche der Turn- bzw. Sporthalle bezogen. Für die jeweils vorhandenen Geräte wurde je nach Nutzungsintensität eine tägliche Nutzung von 1-2 Stunden bzw. der Hälfte der Nutzungszeit angenommen. Insgesamt ergibt sich aufgrund der geringen Geräteausstattung und großen Hallenflächen ein sehr geringer Nutzerstrombedarf. Die durchschnittliche Nutzung der Sporthallen beträgt je ca. 800 Stunden an 200 Tagen pro Jahr (Nutzung durch Schulsport) bzw. ca. 1100 Stunden an 250 Tagen im Jahr (Nutzung durch Schul- und Vereinssport).

6.3.19 Nutzungsprofil 32 & 33 – Parkhäuser

Nutzung und Raumzuordnung

Eine Zuordnung von Räumen und Flächen zu den Nutzungsprofilen „32 Parkhaus (Büro- und Privatnutzung)“ bzw. „33 Parkhaus (öffentliche Nutzung)“ erfolgte für privaten bzw. öffentlichen Parkraum für Kraftfahrzeuge in Parkhäusern oder Tiefgaragen. Da die drei untersuchten Parkhäuser bzw. Tiefgaragen sowohl öffentliche als auch private Parkflächen in nennenswertem Umfang aufwiesen und Gemeinsamkeiten in der generellen Geräteausstattung erkennbar waren, erschien eine gemeinsame Auswertung der Flächen sinnvoll.

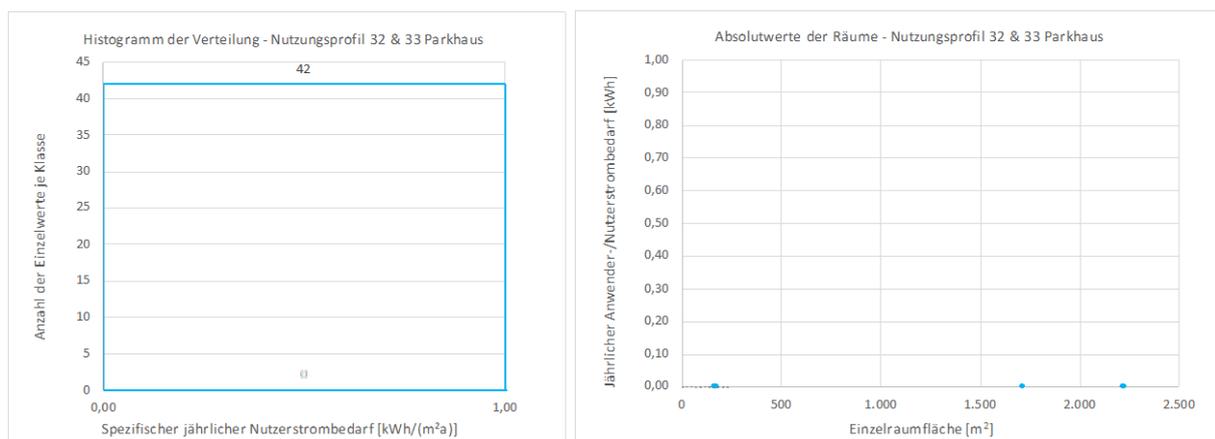
Typische Raumbezeichnungen

- Parkebene, Einfahrt/Ausfahrt Tiefgarage, Parkfläche, Rampe, Schleuse

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 42
- Raumflächen: min. 52,41 m², max. 2.230,04 m², Median 293,60 m², gesamt 18.133 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Parkhaus (32), Tiefgarage (10)

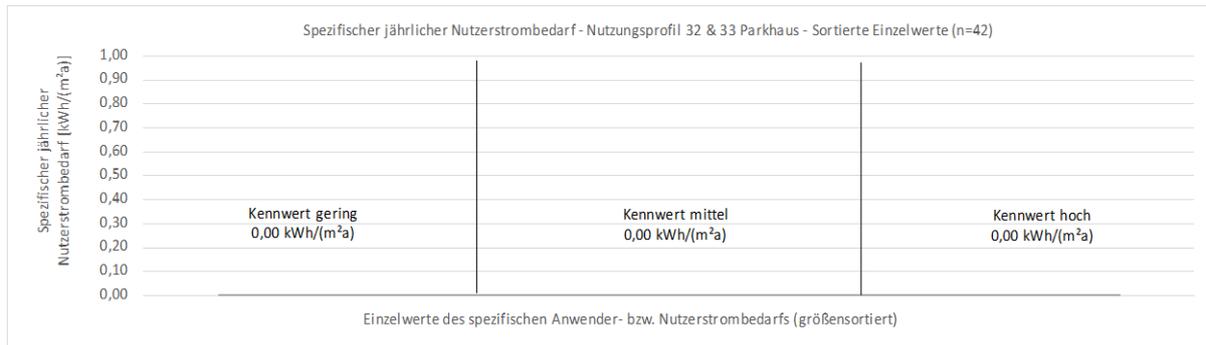
Abbildung 34 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 32 & 33 Parkhaus



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert gering/mittel/hoch: 0,00 kWh/(m²a)

Abbildung 35 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 32 & 33 Parkhaus



Typische Geräteausstattung

Kennwert gering/mittel/hoch

- keine Arbeitshilfen vorhanden

Bemerkungen

Auch wenn in den untersuchten Parkflächen keine Arbeitshilfen identifiziert wurden, besteht dennoch ein Strombedarf für z.B. zentrale Zugangssysteme (Schranken, Rolltore), Bezahlssysteme (Kassenautomaten) und Sicherheitstechnik (Videoüberwachung, Gaswarnung). Da sich diese Verbraucher jedoch keinem Nutzer konkret zuordnen lassen, wurden sie dokumentiert und in die Verbraucherkategorien „Zentrale Dienste“ bzw. „Diverse Technik“ eingeordnet.

Bei der Begehung und Aufnahme der Objekte wurde auch die Frage aufgeworfen, inwiefern in künftigen Überarbeitungen der DIN V 18599 eine Unterscheidung zwischen „Parkhaus“ (oberirdisch, teilweise Tageslicht, natürliche Belüftung) und „Tiefgarage“ (unterirdisch, Kunstlicht, ggf. mechanische Belüftung) bei der Bewertung des Gesamtenergiebedarfs zielführend wäre.

6.3.20 Nutzungsprofil 34 – Saunabereich

Nutzung und Raumzuordnung

In das Nutzungsprofil „34 Saunabereiche“ wurden Räume eingeordnet, in denen große Wärmemengen für körperliche Entspannungsanwendungen elektrisch erzeugt werden. In den untersuchten Objekten folgte eine Zuordnung verschiedener Saunazellen mit zugehörigem Ruhe-/Liegebereich und eines Solariums zu diesem Nutzungsprofil.

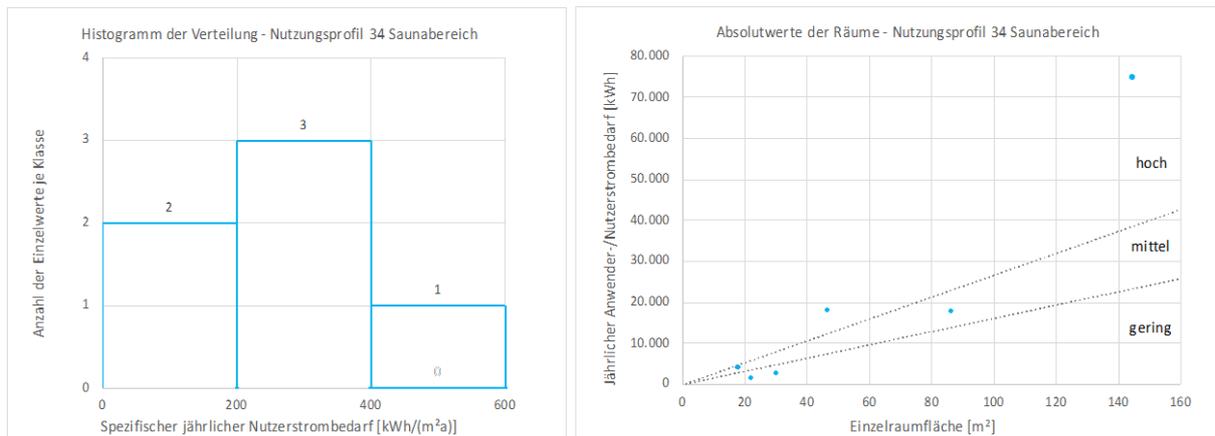
Typische Raumbezeichnungen

- Saunabereich, Trockensauna, Ruheraum, Solarium, Dampfbad

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 6
- Raumflächen: min. 18,24 m², max. 144,68 m², Median 38,59 m², gesamt 349,10 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Fitnessstudio (4), Hotel (2)

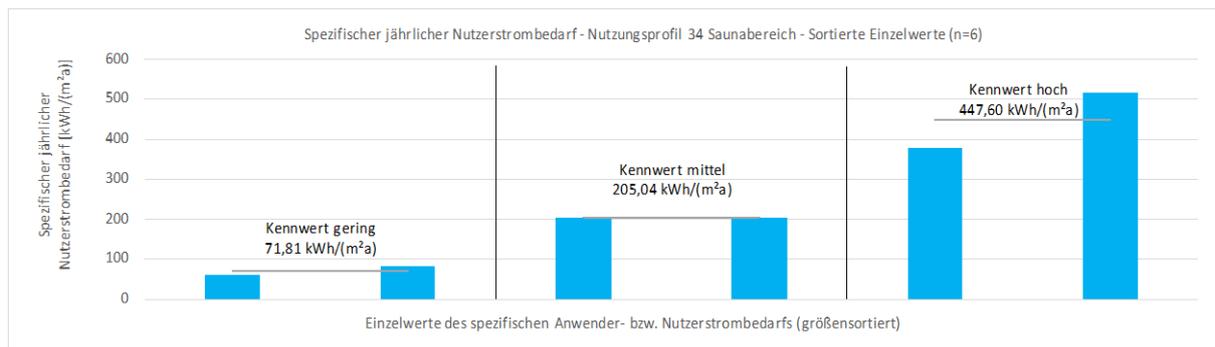
Abbildung 36 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 34 Saunabereich



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert gering: 71,81 kWh/(m²a)
- Kennwert mittel: 205,04 kWh/(m²a)
- Kennwert hoch: 447,60 kWh/(m²a)

Abbildung 37 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 34 Saunabereich



Typische Geräteausstattung

Kennwert gering

- 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

Kennwert mittel

- Trockensauna mit Saunaofen (elektrisch beheizt, tägliche Nutzung mit durchschnittlich ca. 2 bis 3h Heizdauer pro Tag) mit Dekorationsbeleuchtung, Ruhebereich mit oder ohne Dekorationsbeleuchtung (LED)

Kennwert hoch

- 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)

Bemerkungen

Die berechneten Kennwerte beziehen sich jeweils auf die Summe der Flächenanteile aus einer Saunazelle und ihrem zugehörigem Ruhebereich, da sich in den dokumentierten Objekten ein baulicher Zusammenhang zwischen beiden Bereichen ergab, die Abwärme der Saunazelle in hohem Maße in den angeschlossenen Ruhebereich abgegeben wird und sich die Fläche der beobachteten Ruhebereiche weitgehend proportional mit der Größe der Saunazelle vergrößerte.

In der Auswertung zeigt sich ein hoher Nutzerenergiebedarf für den Betrieb von Saunaöfen (beobachtet: 7-30 kW Leistungsaufnahme), Dampferzeugern (beobachtet: 7,5 kW Leistungsaufnahme) und Solarien (beobachtet: 14,5 kW Leistungsaufnahme). Je nach Saunaregelung (Auf- und Wiederaufheizung) und Frequentierung (Aufgüsse, Türöffnung) ergab sich eine Heizzeit von ca. 0,25-0,35h pro Nutzungsstunde (Beispiel.: 8 Stunden Nutzungszeit bei einer Heizzeit von ca. 0,25h pro Nutzungsstunde ergeben eine Heizdauer des Ofens von ca. 2 Stunden).

6.3.21 Nutzungsprofil 35 – Fitnessraum

Nutzung und Raumzuordnung

In das Nutzungsprofil „35 Fitnessraum“ wurden alle untersuchten Räume eingeordnet, die die Funktion eines Trainings-, Kurs- oder Fitnessraumes in Fitnessstudios oder anderen Einrichtungen erfüllen. In diesen Räumen sind regulär Sportgeräte für die dauerhafte Nutzung angeordnet, die für einen rein mechanischen oder elektrischen Betrieb ausgelegt sind. Auch die dokumentierten Einzelbahnen für Kegeln und Bowling wurden mit Bezug der elektrisch betriebenen Bahntechnik auf die Bahnfläche in diese Nutzung eingeordnet.

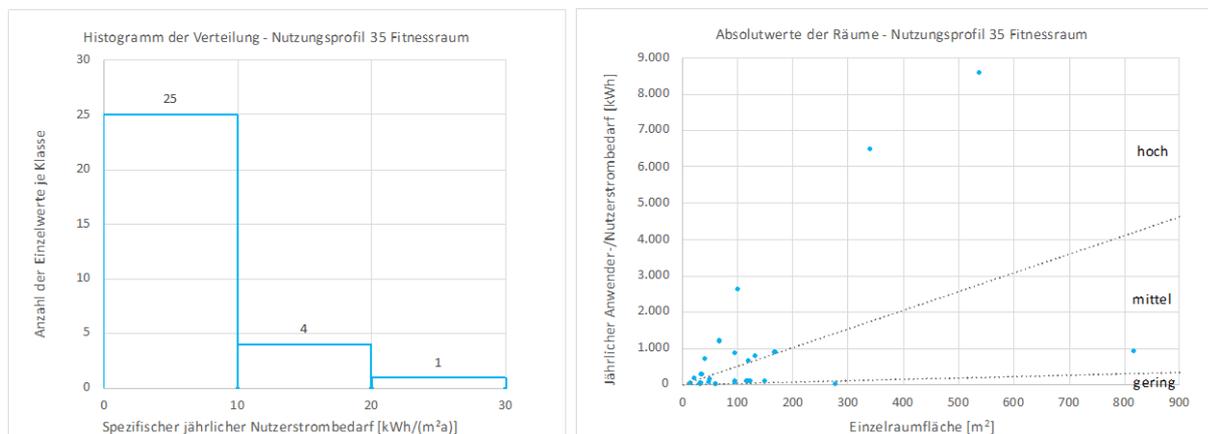
Typische Raumbezeichnungen

- Trainingsfläche, Kursraum, Kegelbahn, Fitnesshalle, Fitnessraum, Billiard, Gymnastikraum, Squashcourt, Krafraum, Boxhalle, Zirkeltraining

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 30
- Raumflächen: min. 17,22 m², max. 819,43 m², Median 65,81 m², gesamt 3.979,52 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Fitnessstudio (25), Hotel (4), Kegelbahn (1)

Abbildung 38 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 35 Fitnessraum



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

Der Jahreskennwert setzt sich aus zwei Teilen zusammen: dem Kennwert für Geräteausstattung und einem eventuellen Aufschlag für Tresen-/Empfangsbereiche innerhalb der Trainingsfläche:

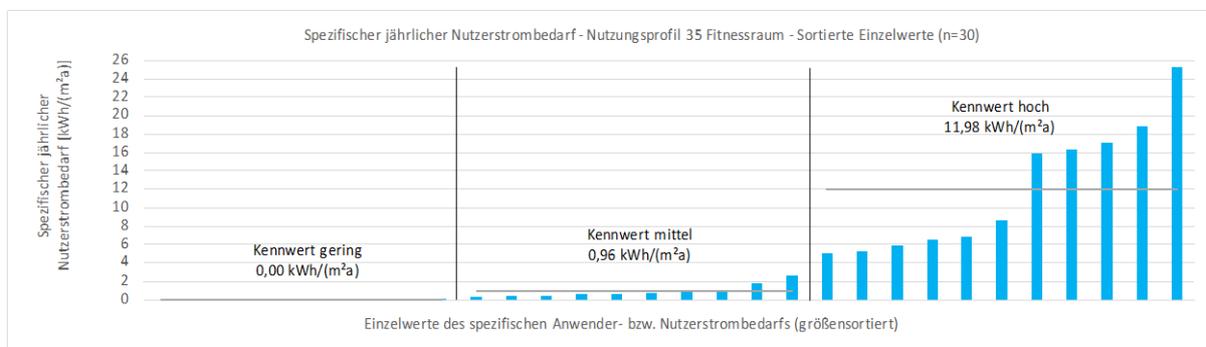
Kennwert für die Ausstattung mit Arbeitshilfen

- Kennwert gering: 0,00 kWh/(m²a)
- Kennwert mittel: 0,96 kWh/(m²a)
- Kennwert hoch: 11,98 kWh/(m²a), davon
Teilkennwerte hoch: hohe Intensität 6,64 kWh/(m²a), sehr hohe Intensität 18,70 kWh/(m²a),

Aufschlag für Tresen-/Empfangsbereich

- Aufschlag gering: 0,00 kWh/(m²a)
- Aufschlag mittel: 1,79 kWh/(m²a)
- Aufschlag hoch: 11,19 kWh/(m²a)

Abbildung 39 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 35 Fitnessraum



Typische Geräteausstattung Arbeitshilfen

Kennwert gering

- Trainingsbereiche ohne oder mit rein mechanisch betriebenen Sport- und Fitnessgeräten und ohne elektrisch betriebene Arbeitshilfen
- Typische Beispiele: Hantelräume, Squash Courts

Kennwert mittel

- 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, Intervallleuchten)
- Typische Beispiele: Kursräume in Fitnessstudios, Boxhallen

Kennwert hoch (Teilkennwert hohe Intensität)

- 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

Kennwert hoch (Teilkennwert sehr hohe Intensität)

- 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

Aufschlag für Tresen-/Empfangsbereich

Aufschlag gering

- kein Tresen- und Empfangsbereich
- typisch: Fitnessräume außerhalb von Fitnessstudios (z.B. in Hotels)

Aufschlag mittel

- Tresen- und Empfangsbereich, bestehend aus: 1 Kassensystem (PC, Monitor), 1 RFID-Terminal, 1 Belegdrucker, 1 Selbstbedienungs-Getränkestation (Kühlaggregat, Touch-Monitor, PC) oder 1 Getränk Kühlschrank, 1 Kaffeemaschine, je 500 m² Gesamttrainingsfläche: max. 1 weiteres Kühlgerät (z.B. Glastürkschrank, Snackautomat)
- Typisch: Tresen-/Empfangsbereiche in Fitnessstudios

Aufschlag hoch

- 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 500m²

Bemerkungen

In der Modellierung der untersuchten Einzelräume zeigt sich, dass ein eventuell in die Trainingsfläche integrierter Bar- und Tresenbereich in Gegenüberstellung mit den vorhandenen Fitness- und Unterhaltungsgeräten einen erheblichen Einfluss auf Nutzerstrombedarf besitzt. Auch Mischformen wurden beobachtet.

Um in der praktischen Anwendung eine sichere qualitative Einordnung der Räume in eine der beschriebenen Nutzungsintensitäten allein anhand der vorhandenen Trainings- und Unterhaltungsgeräte vornehmen zu können, wurde eine Zweiteilung als praktikable und sinnvolle Lösung angesehen. Je nach Vorhandensein eines Tresen-/Empfangsbereiches kann dieser entsprechend seiner Geräteausrüstung separat berücksichtigt werden. Die spezifischen Kennwerte für den Energiebedarf eines Tresen-/Empfangsbereiches wurden (wenn vorhanden) objektbezogen berechnet und auf die jeweilige Gesamtfläche der vorhandenen Fitnessbereiche bezogen.

6.3.22 Nutzungsprofil 36 – Labor

Nutzung und Raumzuordnung

In das Nutzungsprofil „36 Labor“ erfolgte die Einordnung von Laborräumen mit physikalischer, medizinischer, chemischer, biologischer oder pharmazeutischer Ausrichtung, in denen z.B. spezifische Analysen, Messungen, Probennahmen, Herstellungsprozesse oder Prüfungen durchgeführt werden.

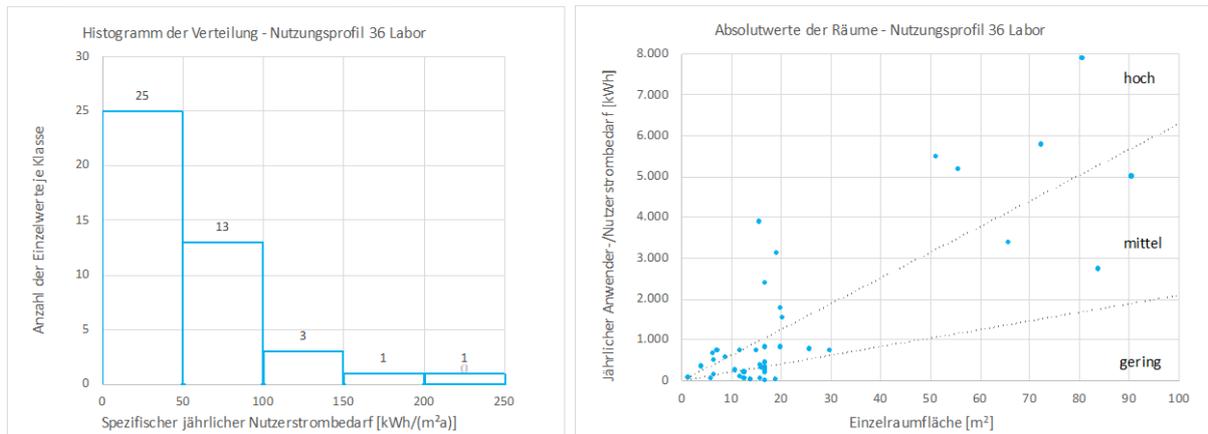
Typische Raumbezeichnungen

- Labor, Labordiagnostik, Sterilisation, Rezeptur/Defektur, Kalibrierung, Entwicklungslabor, Prüfraum, Messraum, Sensorik

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 43
- Raumflächen: min. 1,50 m², max. 90,57 m², Median 17,00 m², gesamt 1.062,43 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Gewerbe (35), Krankenhaus (5), Büro und Verwaltung (3)

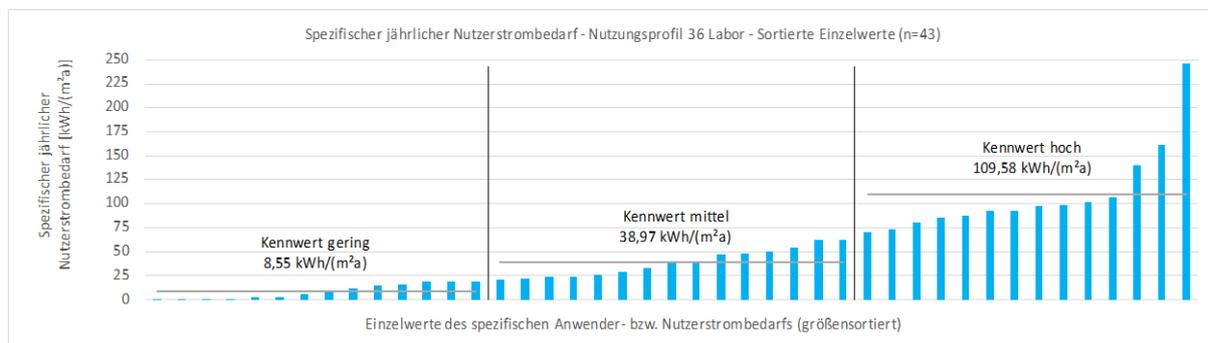
Abbildung 40 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 36 Labor



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert gering: 8,55 kWh/(m²a)
- Kennwert mittel: 38,97 kWh/(m²a)
- Kennwert hoch: 109,58 kWh/(m²a)

Abbildung 41 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 36 Labor



Typische Geräteausstattung

In allen untersuchten Laboren ließ sich ein hoher Ausstattungsgrad unterschiedlichster Geräte beobachten, die zur jeweiligen fachlichen Ausrichtung des Labors gehören. Die Nutzungsintensität der vorhandenen Arbeitshilfen ist ebenfalls sehr unterschiedlich, wobei nur ein geringer Teil der Geräte regelmäßig genutzt wird (Orientierung: mindestens 1-mal pro Woche).

Die in den 43 Laboren häufigsten, regelmäßig genutzten Einzelgeräte sind in absoluten Zahlen: Monitore (60), PC, Notebooks, All-in-One-PC (57), Analysegeräte (41), Analysewaagen (29), Tischlampen und Arbeitsleuchten (22), Kühl- und Gefrierschränke (20), Magnetrührgeräte (16), Wärmeschränke (13), Sicherheits-Werkbänke (8), Schüttelgeräte (7). Alle weiteren regelmäßig genutzten Arbeitshilfen wurden seltener als sieben Mal dokumentiert.

Aufgrund der Komplexität erfolgt eine Einordnung mit dem bisherigen Kenntnisstand über die Summe der mittleren jährlichen Einzelbedarfe aller regelmäßig genutzten Arbeitshilfen. Als Bezugsgröße wurde eine Raumfläche von 20 m² als sinnvoll angesehen.

Die mittleren Einzelbedarfe der beobachteten, in Laboren regelmäßig verwendeten Arbeitshilfen ergeben sich aus der Modellierung wie folgt [kWh/(Gerät-a)]:

- Arbeitshilfen mit geringem Einzelbedarf: Analysewaagen (6), Dosiergeräte (1), Mikroskope (4), Schmelzpunktbestimmer (6), Ultraschallbäder (10), Wasserbäder (12), Wasserentsalzung (1)
- Arbeitshilfen mit mittlerem Einzelbedarf: Tischlampen (13), Magnetrührgeräte (ggf. mit Heizfunktion) (16), Analysegeräte (30), PC (52), Monitor (35), Siebmaschinen (145),
- Arbeitshilfen mit hohem Einzelbedarf: Werkbänke (176), Kühlschänke (284), Medizin-Kühlschränke (411), Wärmeschränke (über 50°C) (551), Gefrierschränke (593)
- Arbeitshilfen mit sehr hohem Einzelbedarf: Rohröfen (728), Laborspülmaschinen (1140), Destillationsanlagen (1402), Ultratiefkühlschränke (2739)

Zuordnung zur Nutzungsintensität

Kennwert gering

- Summe der Einzelbedarfe aller regelmäßig genutzten Geräte bis einschließlich 380 kWh/a bei einer Bezugsgröße von 20 m² Raumfläche

Kennwert mittel

- Summe der Einzelbedarfe aller regelmäßig genutzten Geräte über 380 bis einschließlich 1250 kWh/a bei einer Bezugsgröße von 20 m² Raumfläche

Kennwert hoch

- Summe der Einzelbedarfe aller regelmäßig genutzten Geräte über 1250 kWh/a bei einer Bezugsgröße von 20 m² Raumfläche

Bemerkungen

Es wird empfohlen, die Betrachtung von Laboren nach unterschiedlicher spezifischer Ausrichtung ggf. weiter zu differenzieren und eine detailliertere Ausstattung an Arbeitshilfen zu beschreiben. Die hier untersuchten Räume entstammen überwiegend aus dem pharmazeutischen und chemischen Bereich mit Einzelräumen aus dem medizinischen und physikalischen Bereich.

6.3.23 Nutzungsprofil 37 – Untersuchungs- und Behandlungsräume

Nutzung und Raumbezeichnung

Der Nutzung „37 Untersuchungs- und Behandlungsräume“ wurden medizinische Untersuchungs- und Behandlungsräume in Arztpraxen, therapeutischen Praxen und Krankenhäusern (Fachabteilungen und Notfallmedizin) zugeordnet.

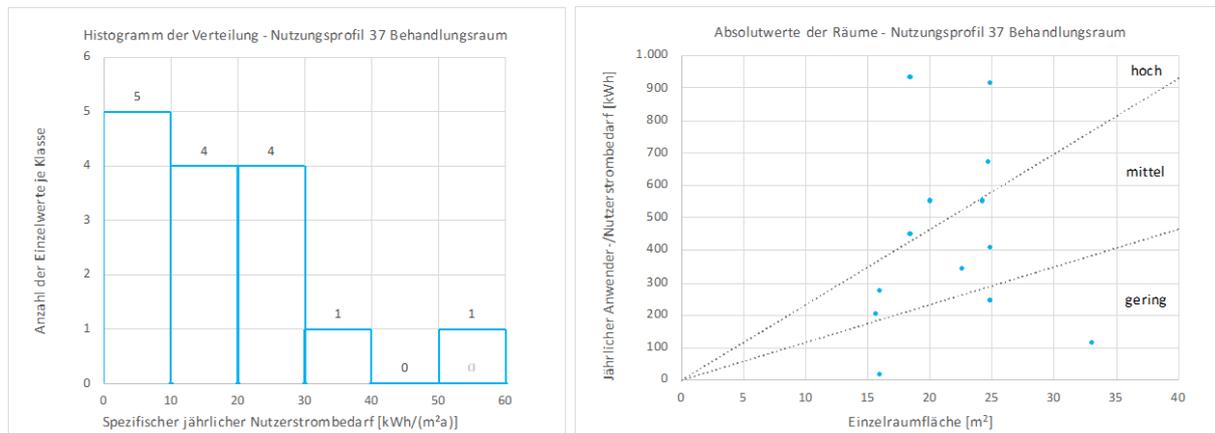
Typische Raumbezeichnungen

- Behandlung, Behandlungsraum, Untersuchung, Untersuchungsraum, U+B

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 15
- Raumflächen: min. 15,77 m², max. 33,09 m², Median 24,30 m², gesamt 334,91 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Krankenhaus (11), Arztpraxen (4)

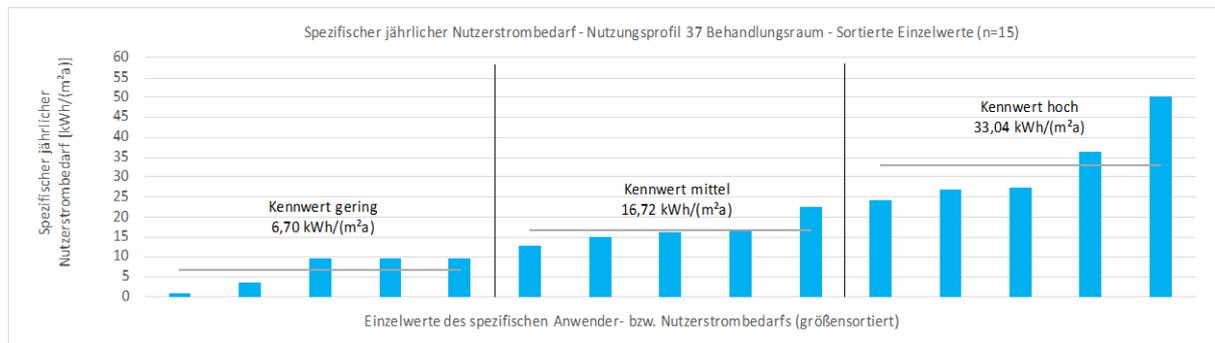
Abbildung 42 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 37 Untersuchungs- und Behandlungsraum



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert gering: 6,70 kWh/(m²a)
- Kennwert mittel: 16,72 kWh/(m²a)
- Kennwert hoch: 33,04 kWh/(m²a)

Abbildung 43 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 37 Untersuchungs- und Behandlungsraum



Typische Geräteausstattung

Kennwert gering

- 1 PC-Arbeitsplatz (Monitor, PC, Drucker, Telefon), 1 Untersuchungsleuchte (bis ca. 150W)

Kennwert mittel

- 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)

Kennwert hoch

- 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

Bemerkungen

In der Auswertung der vorliegenden Raumstichprobe zeigte sich eine Ausstattung mit allgemeinen Nutzergeräten (z.B. zur Verwaltung von Patientendaten) sowie individuellen Geräten zur Untersuchung und Behandlung, die sich je nach Fachdisziplin unterscheiden. Räume mit regelmäßig genutzten Großgeräten (z.B. CT, MRT, Röntgen), wurden dokumentiert – hier ist allein eine individuelle Betrachtung zielführend. Ebenfalls nicht enthalten sind - aufgrund einer fehlenden Datengrundlage - spezielle Räume, die regelmäßig für umfassende medizinische Eingriffe (OP-Räume, Schockräume Notaufnahme) verwendet werden.

6.3.24 Nutzungsprofil 38 – Spezialpflegebereiche

Nutzung und Raumzuordnung

In das Nutzungsprofil „38 Spezialpflegebereiche“ wurden Patienten- bzw. Bettzimmer in Krankenhäusern und medizinischen Einrichtungen eingeordnet, die regulär eine intensive pflegerische Überwachung (IMC) oder eine intensivmedizinische Versorgung (ITS) der jeweiligen Patienten ermöglichen. Im Unterschied zum Nutzungsprofil „10 Bettzimmer“ besteht eine hohe oder sehr hohe Anzahl an Nutzergeräten, z.B. Überwachung oder zur Bereitstellung lebenserhaltender Maßnahmen.

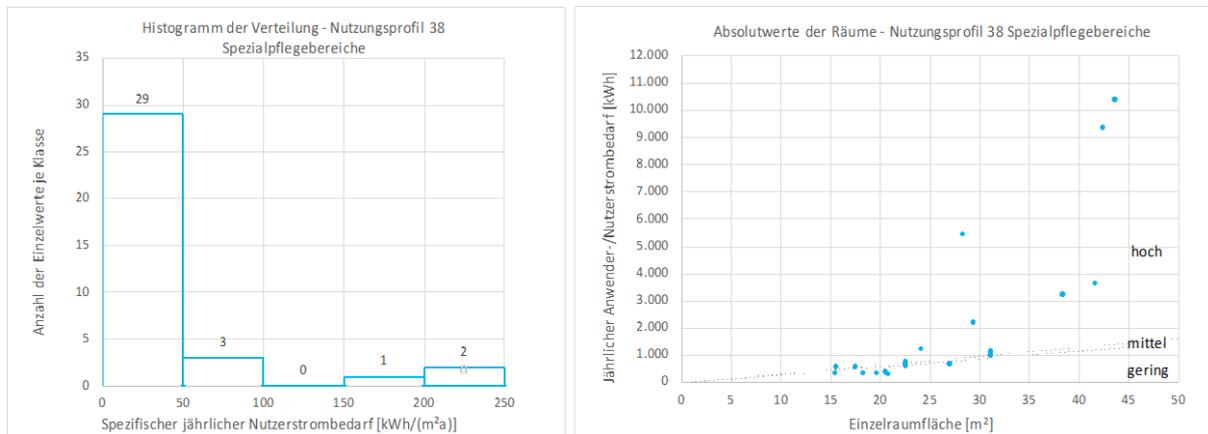
Typische Raumbezeichnungen

- Patientenzimmer (IMC), Patientenzimmer (ITS)

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 35
- Raumflächen: min. 15,55 m², max. 43,73 m², Median 27,04 m², gesamt 936,88 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Krankenhaus (35)

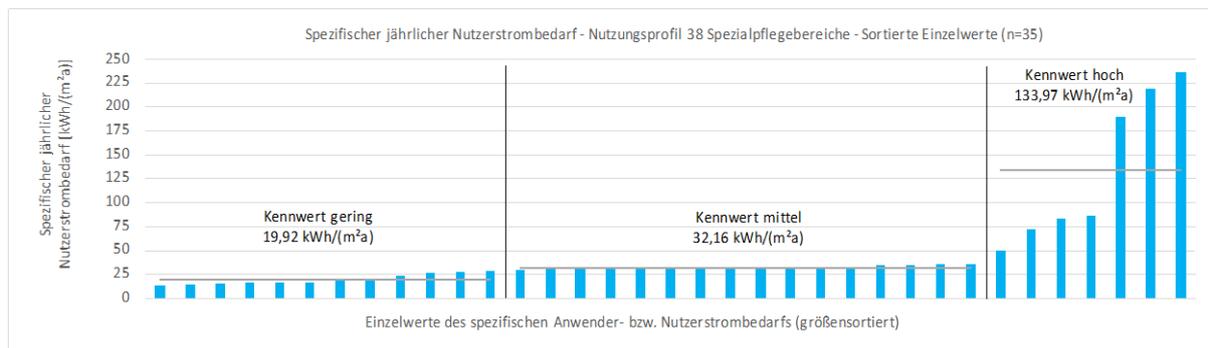
Abbildung 44 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 38 Spezialpflegebereiche



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert gering: 19,92 kWh/(m²a)
- Kennwert mittel: 32,16 kWh/(m²a)
- Kennwert hoch: 133,97 kWh/(m²a), davon
Teilkennwert hoch: hohe Intensität 73,07 kWh/(m²a), sehr hohe Intensität 215,18 kWh/(m²a)

Abbildung 45 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 38 Spezialpflegebereiche



Typische Geräteausstattung

Kennwert gering

- 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)

Kennwert mittel

- 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)

Kennwert hoch (hohe Intensität)

- 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

Kennwert hoch (sehr hohe Intensität)

- 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

Bemerkungen

Der Nutzerenergiebedarf ist wesentlich von der Anzahl und Intensität dauerhaft betriebener Nutzergeräte abhängig, die grundlegend die Patientenüberwachung sicherstellen und darüber hinaus weitere Lebensfunktionen unterstützen und erhalten. Zur klaren Abgrenzung der Kennwertzuordnung in der praktischen Anwendung wurde eine geringfügige Anpassung der Kennwertgrenzen vorgenommen, sodass keine Überschneidungen zwischen IMC und ITS bestehen.

Ein besonders hoher Nutzerenergiebedarf konnte in den sieben untersuchten Räumen der Neonatologie (4 IMC, 3 ITS) beobachtet werden, da sich hier regelmäßig zahlreiche elektrische Geräte im Betrieb befinden. Aufgrund der Versorgungssicherheit im Notfall ist auch an unbelegten Patientenplätzen eine grundlegende Anzahl von Geräten notwendigerweise in Bereitschaft. Die Auswertung der Bettenbelegung in der Datenaufnahme ergab eine rechnerische Nutzung von 70-75% des Jahres, bzw. 259-275 Tage/Jahr.

6.3.25 Nutzungsprofil 39 – Flure des allgemeinen Pflegebereichs

Nutzung und Raumzuordnung

In das Nutzungsprofil „39 Flure des allgemeinen Pflegebereichs“ wurden die Verkehrsflächen in den untersuchten medizinischen Einrichtungen eingeordnet, die der ganztägigen Nutzung dienen. Hierzu zählen z.B. Stationsflure in Krankenhäusern.

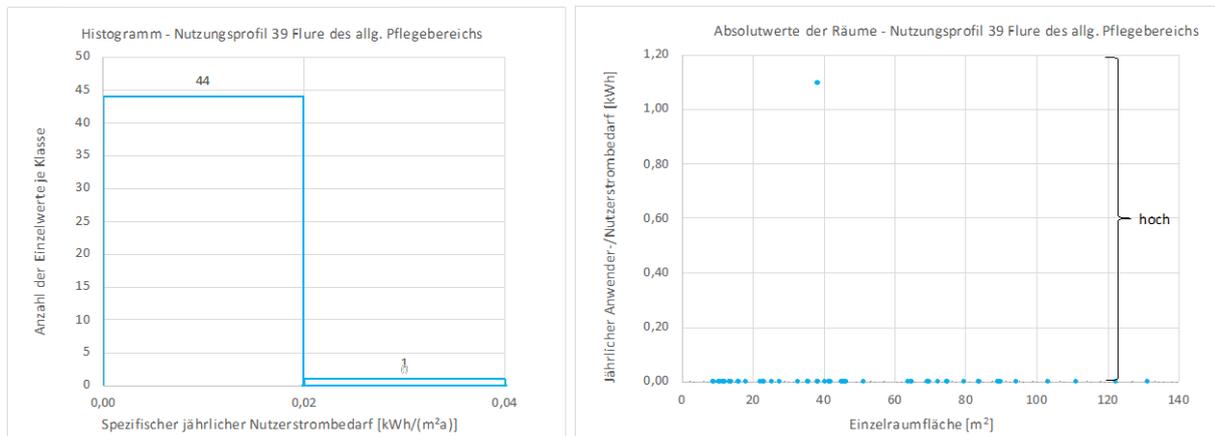
Typische Raumbezeichnungen

- Flur, Stationsflur, Schleuse

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 45
- Raumflächen: min. 9,05 m², max. 131,30 m², Median 41,55 m², gesamt 2.173,77 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Krankenhaus (45)

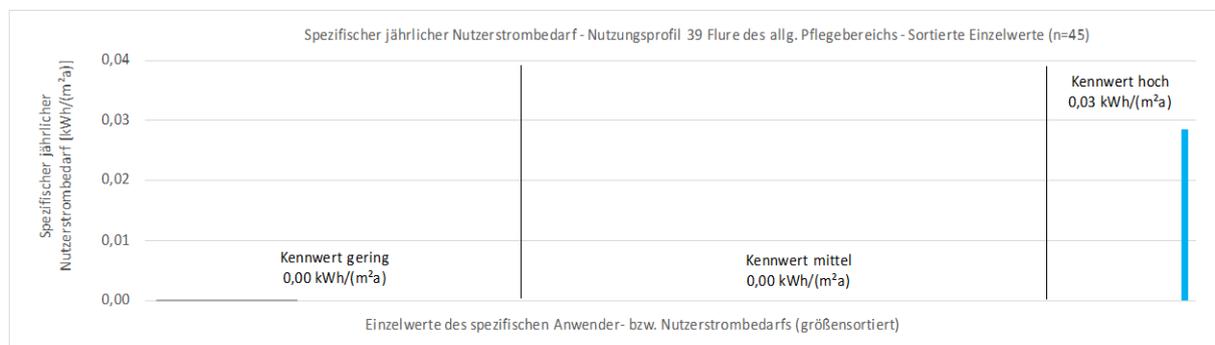
Abbildung 46 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 39 Flure des allgemeinen Pflegebereichs



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert gering: 0,00 kWh/(m²a)
- Kennwert mittel: 0,00 kWh/(m²a)
- Kennwert hoch: 0,03 kWh/(m²a)

Abbildung 47 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 39 Flure des allgemeinen Pflegebereichs



Typische Geräteausstattung

Kennwert gering/mittel

- keine Arbeitshilfen vorhanden

Kennwert hoch

- Einzelfälle: Nutzergeräte vorhanden (z.B. Waagen, Automaten)

Bemerkungen

Regulär lassen sich in den Fluren des allgemeinen Pflegebereiches – wie in gewöhnlichen Verkehrsflächen – nur in Einzelfällen Arbeitshilfen identifizieren. Im vorliegenden Fall mit Nutzerstrombedarf befand sich eine medizinisch genutzte Waage auf dem Flur, während in einem Verbindungsflur außerhalb des Bereichs der Datenaufnahme auch ein Snackautomat beobachtet wurde. Die regelmäßig beobachteten elektrischen Verbraucher zentralen Einrichtungen (Komponenten des Patientenrufsystems, DECT-Anlagen) fallen in die Kategorie „Zentrale Dienste“.

6.3.26 Nutzungsprofil 40 – Arztpraxen und Therapeutische Praxen

Nutzung und Raumzuordnung

Dem Nutzungsprofil „40 Arztpraxen und Therapeutische Praxen“ wurden vier untersuchte Arztpraxen jeweils als Nutzungseinheit zugeordnet. Je nach Größe umfasste eine Arztpraxis ein Arztzimmer (ggf. kombiniert mit einem Untersuchungs- und Behandlungsraum), einen Wartebereich mit Anmeldung, einem WC und einer Teeküche für das Personal. Je nach Größe der Praxis variierte die Anzahl bzw. Fläche der Behandlungsräume.

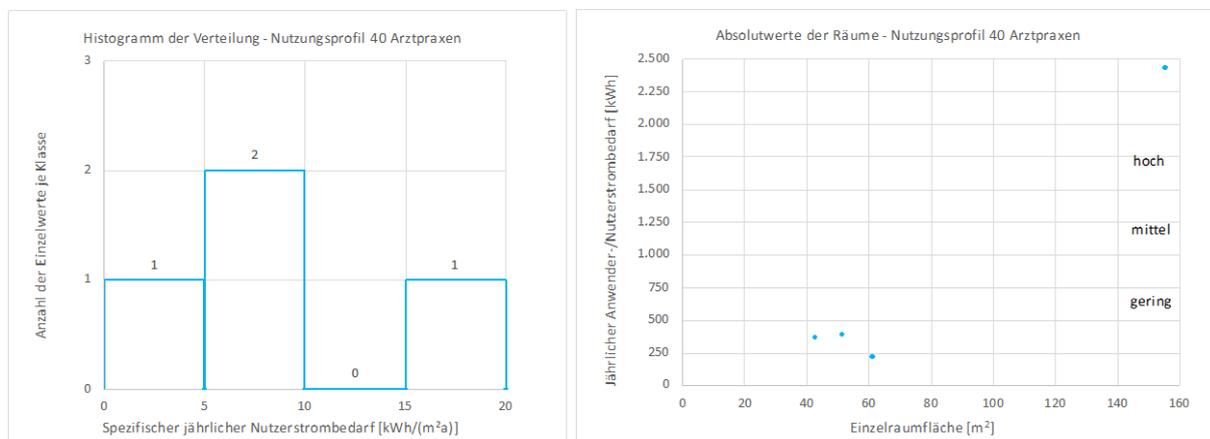
Typische Raumbezeichnungen

- Bezeichnungen der Bestandteile: Arztzimmer, Behandlungsraum, Wartezimmer, Anmeldung, Teeküche/Privat

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 4
- Raumflächen: min. 42,90 m², max. 155,61 m², Median 56,52 m², gesamt 311,55 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Arztpraxis (4)

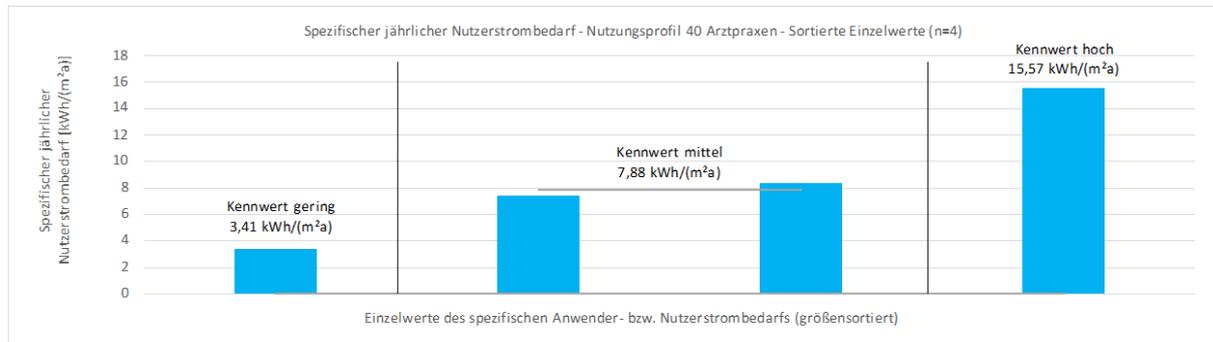
Abbildung 48 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 40 Arztpraxen und Therapeutische Praxen



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert gering: 3,41 kWh/(m²a)
- Kennwert mittel: 7,88 kWh/(m²a)
- Kennwert hoch: 15,57 kWh/(m²a)

Abbildung 49 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 40 Arztpraxen und Therapeutische Praxen



Typische Geräteausstattung

Kennwert gering

- 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

Kennwert mittel

- 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)

Kennwert hoch

- 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)

Bemerkungen

Insgesamt lässt sich eine grundlegende Ausstattung mit Arbeitshilfen in den Bereichen der Anmeldung, des Arztzimmers und der Teeküche beobachten, wenn auch die Anzahl untersuchter Arztpraxen sehr gering ist. Unterschiede bestehen im Vorhandensein spezifischer Medizingeräte in Untersuchungs- und Behandlungsräumen, welche für die jeweilige Fachpraxis erforderlich sind.

Eine regelmäßige Nutzung mehrerer größerer Verbraucher (z.B. Ultraschallgerät, Kühlschrank, Geschirrspüler) wird aktuell eher im Kennwert „hoch“ repräsentiert.

6.3.27 Nutzungsprofil 41 – Lagerhallen, Logistikhallen

Nutzung und Raumzuordnung

In das Nutzungsprofil „41 Lagerhallen, Logistikhallen“ wurden Räume und Flächen (gewerblicher) Lager- und Logistikhallen eingeordnet, die aufgrund ihrer hallenartigen Bauweise für die Aufbewahrung von Waren und Gütern vorgesehen sind und sich durch eine typische Strukturierung (z.B. durch Hochregale) auszeichnen. Je nach Art des Lagergutes sind z.B. Hubgeräte oder gekühlte Bereiche erforderlich.

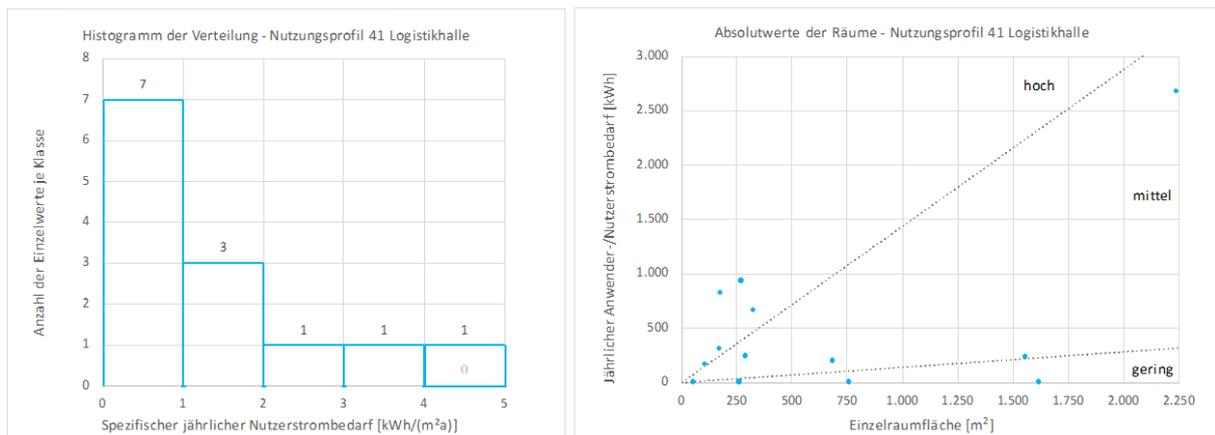
Typische Raumbezeichnungen

- Lagerfläche, Lagerhalle, Teilelager, Kühllager

Randdaten Raumstichprobe

- Anzahl der ausgewerteten Räume: 13
- Raumflächen: min. 55,04 m², max. 2.241,79 m², Median 293,00 m², gesamt 8.553,23 m²
- Herkunft der Räume nach Gebäudenutzung: Gewerbe (7), Logistikhalle (3), Einzelhandel (3)

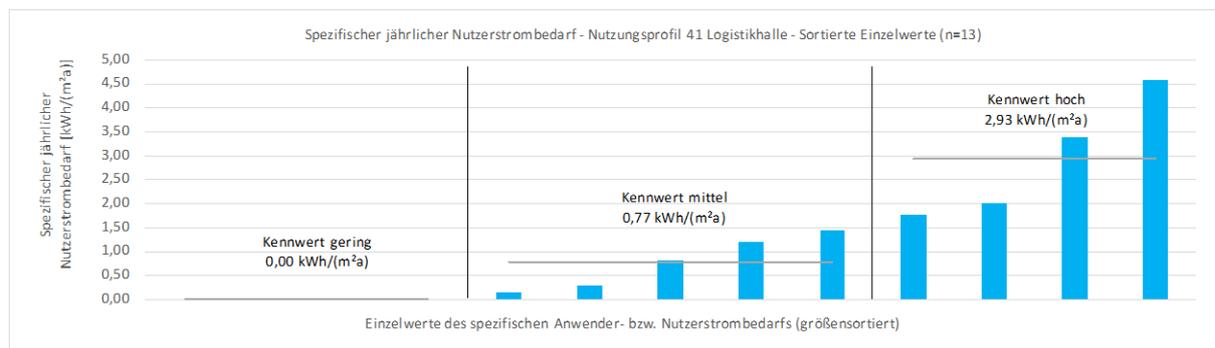
Abbildung 50 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 41 Lagerhalle, Logistikhalle



Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf

- Kennwert gering: 0,00 kWh/(m²a)
- Kennwert mittel: 0,77 kWh/(m²a)
- Kennwert hoch: 2,93 kWh/(m²a)

Abbildung 51 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 41 Lagerhalle, Logistikhalle



Typische Geräteausstattung

Kennwert gering

- keine Arbeitshilfen vorhanden

Kennwert mittel

- ein in die Lagerfläche integrierter Büro-Arbeitsplatz (1 PC, 1-2 Monitore, 1 Drucker) oder
- 1-3 regelmäßig genutzte Hubgeräte (z.B. Elektrostapler)

Kennwert hoch

- 2 oder mehr integrierte Büro-Arbeitsplätze oder
- 2 integrierte Büro-Arbeitsplätze sowie insgesamt mehrere regelmäßig genutzte größere Verbraucher (z.B. Hubgeräte, Kühlschränke, Scheuersauger)

Bemerkungen

Bei der Datenaufnahme wurde beobachtet, dass insbesondere kleinere Logistikhallen einen integrierten PC-Arbeitsplatz zur Disposition und Lagerhaltung besitzen. Wenn vorhanden, befindet sich dieser am Randbereich der Lagerfläche (z.B. neben den Toren der Anlieferung) und ist ggf. in einer Raum-in-Raum-Konstruktion untergebracht. Besonders größere Lagerflächen besitzen demgegenüber ein separates Büro außerhalb der Hallenfläche.

Je nach Größe und Lagergut kamen in den untersuchten Logistikhallen unterschiedliche elektrische Hubgeräte zum Einsatz, die regelmäßig über Nacht geladen wurden. Die angegebenen Kennwerte repräsentieren Lager- und Logistikhallen ohne eine Kühlung der darin befindlichen Waren durch Nutzergeräte (z.B. Kühlzellen).

Eine mit zwei Kühlzellen sowie einem Kühlregal ausgestattete Logistikhalle (328,37 m²) wurde ohne die vorhandenen Kühlgeräte berücksichtigt (Ergebnis: 2,01 kWh/(m²a)). Mit Kühlgeräten ergibt sich hier ein Bedarf von 135,59 kWh/(m²a), was der Nutzungsintensität „gering“ im Profil 07 „Einzelhandel – Kühlprodukte“ entspricht. Je nach Zugehörigkeit der Lagerhallen zu einem Verkaufs- oder Gewerbebereich fand eine Nutzung zwischen 8 und 13 Stunden täglich an 240 bis 304 Tagen im Jahr statt.

6.4 Aussagen zu weiteren elektrischen Verbrauchern

Neben den im Schwerpunkt untersuchten Arbeitshilfen, die den Nutzerstrombedarf repräsentieren, befinden sich in Gebäuden bzw. im baulichen Zusammenhang neben den Anlagen zur Raumkonditionierung noch weitere elektrische Verbraucher. Hierzu sind die Gruppen der „Zentralen Dienste“ (ZD), „Diverse Technik“ (DT) und „Außenbeleuchtung/Außengeräte“ (AB) einzuordnen.

Durch die formulierte Forschungsmethodik wurden Verbraucher dieser Zuordnung ebenfalls dokumentiert und für jedes Nichtwohn-Objekt in der Modellierung des Gesamtstrombedarfs berücksichtigt. Für eine erste Orientierung in der Breite unterschiedlicher Nichtwohngebäude wurden hier alle verwertbaren Angaben berücksichtigt, um spezifische Werte für deren Bedarf anzugeben. Die Ergebnisse bedürfen zukünftig einer weiteren Differenzierung nach Bestandteilen.

Nachfolgend sind hierzu die Ergebnisse der untersuchten Nichtwohnobjekte für den spezifischen Jahresbedarf von „Zentralen Diensten“ und „Diverser Technik“ mit Bezug auf die Gesamt-Nettogrundfläche dargestellt. Berücksichtigt wurden alle Objekte mit Ausnahme der Veranstaltungsgebäude aufgrund der dort verwendeten Berechnungssystematik und einem Rechenzentrum, das allein aus einem Raum der Zone 21 „Rechenzentrum“ besteht.

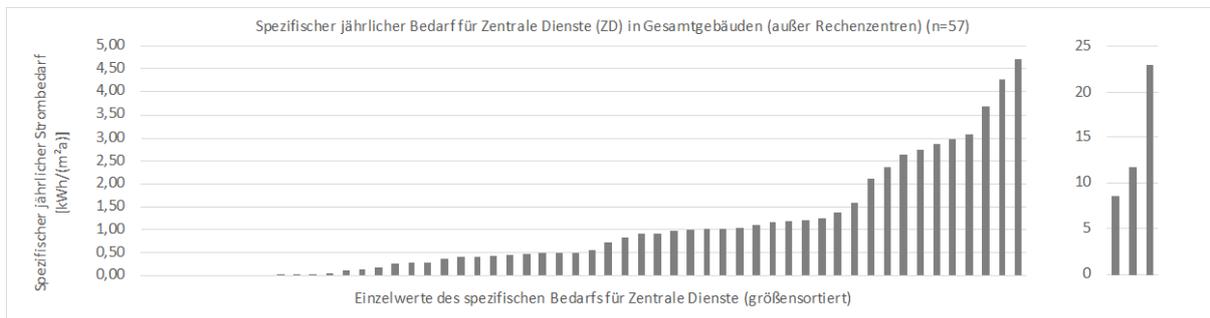
Aufgrund der Individualität der baulichen Ausgestaltung wurden Angaben für vorhandene Außenbeleuchtungen bzw. Außengeräte vorerst nicht betrachtet.

6.4.1 Zentrale Dienste (ZD)

Zur Kategorie der „Zentralen Dienste“ werden in diesem Forschungsvorhaben ortsveränderliche Verbraucher zugeordnet, die für die konkrete Gebäudenutzung (bzw. Hauptnutzung) notwendig sind und regulär übergeordnet und durchgehend zur Verfügung stehen. Sie lassen sich den Nutzern jeweils nur indirekt zuordnen. Typische Beispiele hierfür sind Serveranlagen und deren Komponenten (Server, Switches, Controller), Router, oder Telefonzentralen.

In der Auswertung von 57 Nichtwohn-Objekten geht eine Bandbreite von 0,00 kWh/(m²a) bis 22,97 kWh/(m²a) hervor, wobei fast alle Werte (54 von 57) einen Bedarf von 4,72 kWh/(m²a) oder weniger für Zentrale Dienste ergeben. Die drei größten aufgetretenen Werte repräsentieren ein Bürogebäude mit einem überdurchschnittlich großem Serverraum für eine ganze Liegenschaft (8,52 kWh/(m²a)), ein Großraumbüro mit einem räumlich integrierter Serverbereich (11,73 kWh/(m²a)) und ein sehr kleines Geschäft (Nettogrundfläche 29,38 m²) mit überdurchschnittlich dichter Überwachungs- und Netzwerktechnik (22,97 kWh/(m²a)).

Abbildung 52 - Spezifischer jährlicher Strombedarf für Zentrale Dienste (ZD) in Gesamtgebäuden



Die Auswertung des in der Gebäuestichprobe dokumentierten Rechenzentrums, das allein aus einem Raum besteht, ergab einen jährlichen Strombedarf für Zentrale Dienste von 383,21 kWh/(m²a).

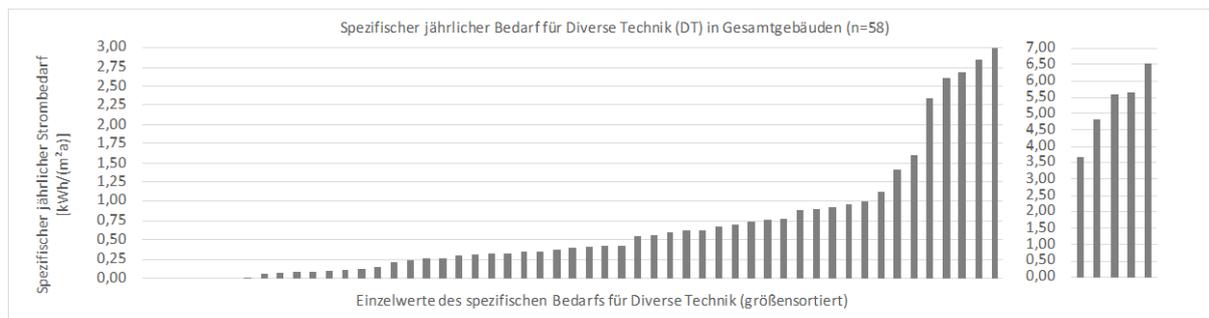
6.4.2 Diverse Technik (DT)

In die Kategorie „Diverse Technik“ werden in diesem Forschungsvorhaben elektrische Verbraucher eingeordnet, die ortsfest für den regulären Betrieb und die Zugänglichkeit eines Gebäudes erforderlich sind – weitgehend unabhängig von der Gebäudenutzung und Nutzungszusammensetzung. Hierzu gehören z.B. Aufzugsanlagen, Sicherheitsbeleuchtungen mit Batteriesystem, Brand- und Einbruchmeldeanlagen, Druckerhöhungsanlagen, Sprinkleranlagen, Notstromaggregate und Entrauchungsanlagen.

Aus den Ergebnissen von 58 untersuchten Nichtwohn-Objekten ergibt sich eine Verteilung des spezifischen jährlichen Strombedarfs für Diverse Technik von 0,00 kWh/(m²a) bis 6,56 kWh/(m²a), wobei die Mehrzahl der berücksichtigten Teilgebäude, Einzelgebäude und Gebäudekomplexe (53 von 58) einen Bedarf von 3,00 kWh/(m²a) oder weniger aufweisen.

Besonders stark ins Gewicht fallen Anlagen mit hoher Leistungsaufnahme und gleichzeitig großen Betriebszeiten. So resultieren beispielsweise die zwei größten Einzelwerte aus einem Objekt mit einer hoch frequentierten Aufzugsanlage (5,67 kWh/(m²a)) und einem Objekt mit zwei Druckerhöhungsanlagen und einem regelmäßig laufenden Kompressor (6,56 kWh/(m²a)). Als häufigste Einzelkomponenten Diverser Technik lassen sich Brandmeldeanlagen und Einrichtungen zur Sicherheitsbeleuchtung identifizieren.

Abbildung 53 - Spezifischer jährlicher Strombedarf für Diverse Technik (DT) in Gesamtgebäuden



6.4.3 Außenbeleuchtung bzw. Außengeräte (AB)

Die situationsspezifische Ausgestaltung der Außenbeleuchtung je nach Gebäude und ggf. zugehörigen Eingängen, Durchgängen und Parkplätzen konnte – analog zum Vorprojekt – auch bei den hier untersuchten Nichtwohn-Objekten beobachtet werden. Die Erweiterung auf den Begriff „Außengeräte“ wird als sinnvoll erachtet, da nun auch verschiedene elektrische Verbraucher im baulichen Zusammenhang dokumentiert wurden, die nicht zwingend der Beleuchtung dienen. Hierzu gehören z.B. auch Senk-Elektrotranten, die häufig eine elektrische Heizung für den frostsicheren Betrieb beinhalten.

6.5 Ergebnisse der Kennwertvalidierung

Die geplante Validierung der Jahreskennwerte bzw. der Bedarfsangaben für exemplarische Nutzungen (Gewerbe) konnte für 57 Modellierungen von Nichtwohn-Objekten durchgeführt werden. Mit der verwendeten Methodik und der Berücksichtigung einfach zu erhaltender Nutzungsinformationen ergibt sich eine sehr gute Näherung zwischen den Detailergebnissen der Modellierungen und der Anwendung der erarbeiteten Kennwerte. Daraus resultierend werden die erarbeiteten Kennwerte als grundlegend geeignet angesehen, um den zonenbezogenen jährlichen Nutzerstrombedarf näherungsweise abzuschätzen. Die Berechnungsergebnisse der Validierung umfassen einen Wertebereich von 1,4-facher Überschätzung bis 0,9-facher Unterschätzung in Bezug auf den Nutzerstrombedarf aus den jeweiligen Modellierungen. Allerdings ergeben sich große relative Abweichungen bei Objekten mit einem sehr kleinen absoluten Nutzerstrombedarf. Die absolute Differenz liegt bei in einem Bereich kleiner gleich 500 kWh/a je Objekt.

Unter den validierten Nichtwohn-Objekten liegen mehr als drei Viertel der Vergleichsergebnisse (47 von 57) in einem Korridor von -9,00 bis +9,09% Abweichung in Bezug auf das Detailergebnis der Modellierung. Mehr als die Hälfte der Validierungsrechnungen (32 von 57) auf Basis der Kennwerte weist sogar nur eine maximale Abweichung vom Detail-Ergebnis im Bereich von -5,00 bis +5,00% auf. Eine sehr gute Näherung zeigt sich über alle Größen des Nutzerstrombedarfs.

Abbildung 54 - Ergebnisvergleich der Modellierung und Validierung/Kennwertnutzung (1)

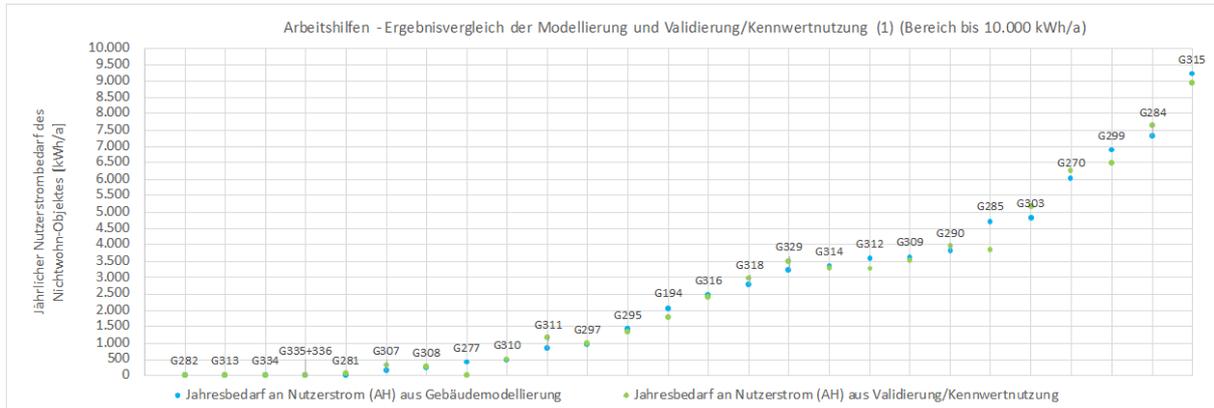


Abbildung 55 - Ergebnisvergleich der Modellierung und Validierung/Kennwertnutzung (2)

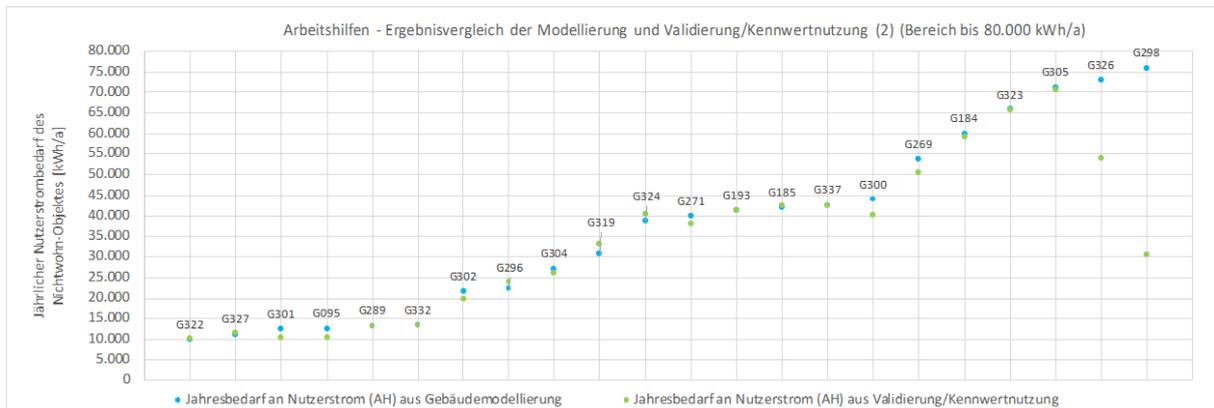
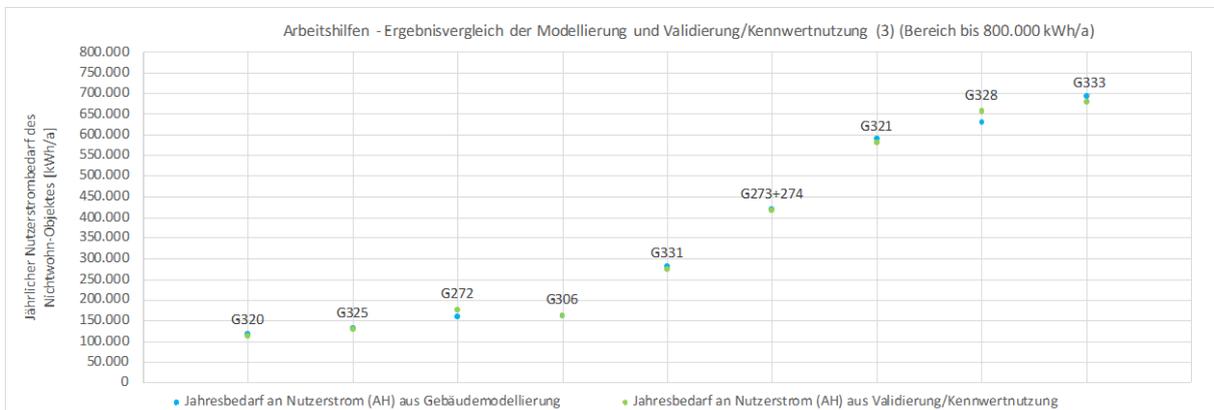


Abbildung 56 - Ergebnisvergleich der Modellierung und Validierung/Kennwertnutzung (3)



Für ein realistisches Ergebnis der Näherungsberechnung (bzw. der Anwendung der Kennwerte) sind mehrere Einflussfaktoren zu nennen:

- eine realitätsnahe Einschätzung der tatsächlichen Geräteausrüstung (ohne detaillierte Aufnahme) aus z.B. der Befragung der Nutzer, die gegebenenfalls die Zuordnung zur Nutzungsintensität „mittel“ stärker differenzieren kann,
- eine möglichst differenzierte Betrachtung der Hauptnutzung(en) hinsichtlich der Flächenanteile an der Gesamtzonenfläche, die eine jeweils unterschiedliche Nutzungsintensität aufweisen – für eine gute Näherung reichen auch grobe Schätzungen in gering, mittel und hoch und
- die konkrete Berücksichtigung des vorhandenen Gewerbes (Nutzungsprofile 22.1/.2/.3) in der Bestimmung des Nutzerstrombedarfs.

Trotz einer guten Passung der erarbeiteten Kennwerte zur Beschreibung des zonenbezogenen Nutzerstrombedarfs ergeben sich in Einzelfällen große Abweichungen. Neben Objekten mit einem besonders kleinen Energiebedarf lässt sich diese Differenz insbesondere bei Gebäuden beobachten, die eine (zum Teil) stark unterschiedliche Nutzungsintensität einzelner Bereiche aufweisen, als für die jeweiligen Kennwerte im Mittel berücksichtigt. Zum Beispiel lässt sich hier Gebäude 326 benennen, das als Hotel einen kleinen Küchenbereich aufweist, der jedoch eine überdurchschnittlich hohe Gerätedichte und Nutzungsintensität besitzt (neben Hotelgästen besteht auch ein regulärer Restaurantbetrieb). Der Kennwert „hoch“ reicht entsprechend nicht aus, um für den Bereich der Küche den detailliert berücksichtigten Energiebedarf abzubilden. Ähnlich gestaltet sich die Situation in Gebäude 298, einer weiteren Gastronomieeinrichtung, die nur aus einem Küchenbereich besteht. Die durchgehende Öffnungszeit an 24 Stunden pro Tag wird unter Anwendung des Kennwertes entsprechend unterrepräsentiert. Die Berücksichtigung unterschiedlicher Betriebs- und Nutzungszeiten in der Verwendung der Kennwerte bildet Gegenstand weiterer Forschung.

Weitere Ursachen von Abweichungen lassen sich in der Zonierung der Nichtwohn-Objekte erkennen, die gegebenenfalls kleine Räume mit spezifischer Nutzung (z.B. Wäscheaufbereitung im Hotel) flächenmäßig einer größeren Zone (z.B. Lager, Technik) zuschlägt, wobei die Raumnutzung im größeren Maßstab von der typischen Ausstattung der Zone abweicht und eventuell mit einem Kennwert separat zu berücksichtigen wäre (z.B. als Gewerbenutzung „Wäscherei“).

Durch die Zuordnung von bestimmten Verbrauchern in der Kennwernerhebung entstanden so auch Differenzen zwischen den Zonenergebnissen, z.B. da der Aufwand für Druckluft rechnerisch in den Kennwerten der Gewerbefläche berücksichtigt wird – die Kompressoren sich aber häufig in Räumen der Zonenzuordnung „Lager, Technik“ befinden.

Aus der Validierung der Kennwerte lassen sich zukünftig weitere Arbeitsschritte ableiten:

- Eine bessere Differenzierung von Kennwerten, bei denen mehrere Vielfache zwischen den einzelnen Intensitäten liegen (z.B. 18 Nebenflächen, 14 Küche) kann dazu beitragen, den Nutzerstrombedarf genauer zu prognostizieren.
- Eine weitergehende Betrachtung bzw. Überarbeitung von Kennwerten aus dem Vorprojekt wird als erforderlich angesehen, da die dortige Erhebung auf Büro- und Schulgebäuden beruht. Die Durchführung der Validierung hat aufgezeigt, dass in anders genutzten Nichtwohngebäuden häufiger nennenswerte Verbraucher in einzelnen Nutzungen auftreten. Hierzu gehören z.B. gekühlte Verkaufsautomaten in Verkehrsflächen oder Haartrockner in Bädern eines Hotels. Mit Rückgriff auf damalige Ergebnisse konnte diese Beobachtung in der Validierung näherungsweise berücksichtigt werden – eine weitere Differenzierung ist jedoch sinnvoll.
- Das Einführen von Leistungskennwerten, die mit einer gegebenenfalls angepassten Betriebszeit für eine noch bessere Bedarfsabbildung multipliziert werden können.

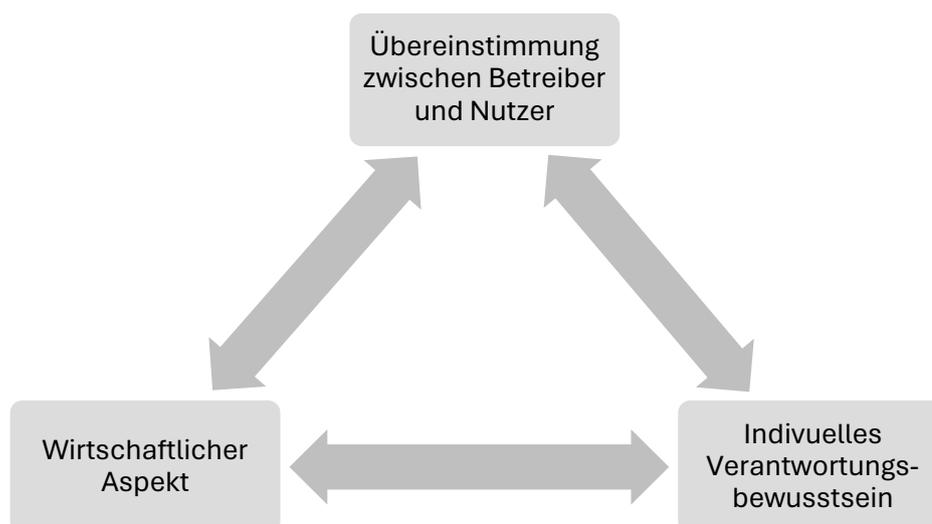
6.6 Weitere Aussagen zur Ergebnisinterpretation

6.6.1 Einfluss des Nutzerverhaltens auf den Nutzerstrombedarf in Nichtwohngebäuden

Das Nutzerverhalten besitzt in gewissen Grenzen einen Einfluss auf die Nutzungsintensität von elektrischen Verbrauchern, wobei sich im Rahmen dieses Forschungsprojektes hierzu keine quantitative Aussage treffen lässt. Grundlegend sind elektrische Geräte notwendig, um spezifische Tätigkeiten innerhalb der jeweiligen Nutzungen regelmäßig durchführen zu können (z.B. Verwaltung von Daten, Durchführung von Unterricht, Sportangebote in Fitnessstudios). Insbesondere bei medizinischen Zwecken wie z.B. bei der Notfallversorgung ist das Nutzerverhalten der dauerhaften Versorgungssicherheit untergeordnet.

Aus vielen Gesprächen mit Eigentümern, Betreibern und Nutzern der untersuchten Objekte bei der Datenaufnahme vor Ort lässt sich ableiten, dass der Nutzereinfluss auf den Energieverbrauch (hier fokussiert auf Strom für Arbeitshilfen) komplexen soziokulturellen und wirtschaftlichen Zusammenhängen unterliegt. Zusammengefasst lässt sich folgende Wahrnehmung formulieren: Umso stärker sich eine personelle Übereinstimmung aus Nutzer und Betreiber feststellen lässt, umso größer ein wirtschaftlicher Aspekt eine Rolle spielt und umso größer ein individuelles Energiesparbewusstsein vorherrscht, desto geringer bildet sich vergleichsweise im individuellen Fall ein Energiebedarf für Arbeitshilfen aus. Die gegenseitige Beeinflussung dieser drei Randbedingungen lässt sich wie folgt grafisch verdeutlichen:

Abbildung 57 – Zusammenhang von „Übereinstimmung zwischen Betreiber und Nutzer“, „Wirtschaftlicher Aspekt“ und „Individuelles Verantwortungsbewusstsein“ in Bezug auf das Nutzerverhalten, dargestellt als Dreiecksbeziehung



Je kleiner sich die Übereinstimmung bzw. je größer sich die administrative Distanz zwischen den – je nach Objekt – Einzelpersonen oder Personengruppen „Nutzer“ und „Betreiber“ ausbildet, umso geringer wurde im Querschnitt der Objekte im Nutzerverhalten ein Bewusstsein für Energiesparmaßnahmen beobachtet. Hierbei stellt sich im Vorfeld die Frage, wer konkret als „Nutzer“ eines Objektes zu identifizieren ist. Unter Annahme der Kriterien Verantwortlichkeit, Einflussmöglichkeit auf die Betriebsführung und ggf. möglicher Sanktionierung durch Dritte sind die Personen zuzuordnen, die als Personal einer konkreten Arbeitstätigkeit nachgehen. So sind in diesem Zusammenhang z.B. Besucher eines Museums nur bedingt als Nutzer zu sehen, da sie auf den Betrieb der Arbeitshilfen vor Ort nur wenig bis gar keinen Einfluss besitzen.

Eine stärkere Distanz zu wirtschaftlichen Aspekten (insbesondere Energiekosten) und eine fehlende Regelung des individuellen Nutzerverhaltens kann einen erhöhten Energiebedarf fördern. So lässt sich z.B. erklären, dass in zahlreichen Büroräumen neben den eigentlichen Arbeitsgeräten auch individuelle Geräte wie Kaffeemaschinen, Wasserkocher oder Kühlschränke mit nennenswertem Energiebedarf vorzufinden sind. Dieses Nutzerverhalten hat entsprechend Konsequenzen im wirtschaftlichen Sinne – je nach Intensität der Ausstattung ergeben sich für die Betreiber vergleichsweise geringere oder höhere Energiekosten.

Der wirtschaftlicher Aspekt des Nutzerverhaltens bezieht sich auf den Stromverbrauch bzw. mit den damit verbundenen, regelmäßigen Energiekosten. Je nach Nutzungsstruktur des Objektes haben die Eigentümer oder Betreiber ein Interesse daran, die Ausgaben für elektrische Energie möglichst gering zu halten. Besonders stark zum Tragen kommt dieser Punkt in privatwirtschaftlichen Einrichtungen, bei denen die Energiekosten einen vergleichsweise hohen Stellenwert im Geschäftsprozess einnehmen und einen existenziellen Einfluss auf den Fortbestand des Unternehmens besitzen. Hierbei ließ sich für Industrieunternehmen beobachten, dass Strom aufgrund großer Verbrauchsmengen vergleichsweise günstiger beschafft werden kann – gleichzeitig lassen sich Energiekosten bei der Produktion vergleichsweise einfach auf die Einzelprodukte umlegen. Demgegenüber stehen Objekte im öffentlich-rechtlichem Eigentum oder Betrieb, deren Finanzierung über öffentliche Mittel geschieht und deren gesellschaftlicher Wert über der Wirtschaftlichkeit steht (z.B. in der Krankenversorgung, öffentliche Bildung).

Letztlich nimmt das individuelle Verantwortungsbewusstsein von Einzelpersonen (Betreiber, Nutzer) einen hohen Stellenwert im Nutzerverhalten ein. Als in den Begehungen meistgenannte Begründungen der Nutzer lassen sich eine positive Einstellung zum verantwortungsvollen Umgang mit Strom, die persönliche Identifikation mit dem jeweiligen Wirkungsbereich und eine aus dem Privatleben adaptierte, sparsame Verhaltensweise zusammenfassen. Die entsprechenden Personen berichteten etwa davon, auf das Ausschalten ihrer persönlichen Geräte nach Ende der Nutzungszeit zu achten und auch andere Nutzer auf ein solches Verhalten gelegentlich hinzuweisen. Als förderlich wurde durch in Gesprächen dabei die konkrete Verantwortlichkeit von Nutzern zu abgrenzbaren Arbeitsplätzen oder Produktionsbereichen angesprochen, da in gemeinschaftlichen Bereichen eine Neigung zur Verantwortungsdiffusion besteht – wodurch Geräte häufig ungenutzt in Betrieb bleiben. Ein Nutzerbewusstsein, z.B. hinsichtlich der Frage von Standby kann nicht herausgearbeitet werden – hierfür ist die in der Stichprobe erfasste Datenbasis nicht geeignet.

Die in diesem Projekt erarbeiteten Kennwerte resultieren auf der Basis vorgefundener Betriebszeiten (Nutzungstage, Nutzungsstunden). Eine Variantenbildung mit Berücksichtigung einer typisierten Nutzungsintensität folgt im Rahmen eines laufenden Promotionsvorhabens. In diesem Zusammenhang findet auch die Ermittlung eines nutzungsunabhängigen Stromkennwertes statt, welcher immer vorhanden ist und den Energiebedarf außerhalb der Nutzungszeiten (z.B. im Stillstand) berücksichtigt. Diese Angaben berücksichtigen die vorgefundenen Gegebenheiten der Gebäuestichprobe und bilden ein Maß für das typische Nutzerverhalten ab.

6.6.2 Abbildung des technischen Stands in der Geräteausstattung

Der technische Stand der in den Stichprobengebäuden vorgefundenen Verbraucher lässt sich in erster Linie mit der wirtschaftlichen Situation der Einrichtung, dem Alter der Einrichtung, neuen technischen Möglichkeiten (z.B. in der Medizin), einem wirtschaftlichen Mehrwert (z.B. effizientere Produktionsmaschinen) oder arbeitsrechtlichen Anforderungen (z.B. geringere Emissionen, notwendige Ergonomie etc.) in Zusammenhang bringen.

Generell lässt sich ableiten, dass die bisherigen Arbeitshilfen weiter in Betrieb bleiben, wenn wenige finanzielle Mittel für neue Geräte verfügbar sind oder sich eine Neuanschaffung wegen fehlendem technischen oder wirtschaftlichem Mehrwert nicht lohnt. Eine Ausnahme bilden defekte Geräte, die notwendigerweise ersetzt werden müssen. Letztlich liegt es in der individuellen Verantwortung von Entscheidungsträgern, um z. B. bei Neuanschaffungen die Relevanz des Energiebedarfs mit in die Beschaffung einzubeziehen.

Für eine begrenzte Anzahl häufig vorkommender Geräte (z.B. PC, Monitor, Drucker, Kühlschrank) lässt sich auf Basis der vorliegenden Daten im Bestand eine derzeitige Bandbreite typischer Leistungsaufnahmen (Betrieb/Standby/Aus) ableiten, welche in einem laufenden Promotionsvorhaben untersucht wird. Allerdings muss auch davon ausgegangen werden, dass aufgrund des technischen Fortschrittes und einer sukzessiven Modernisierung der Geräteausstattung die ermittelten Kennwerte in einem mittleren Zeithorizont (z. B. 10 Jahre) an Aktualität verlieren. Eine mögliche Überarbeitung könnte dann durch eine Neufassung der Stichprobe oder eine pauschale Korrektur der vorhandenen Werte anhand stichprobenhafter Gesamteffizienzen erfolgen. Eine Möglichkeit könnte die Korrektur einzelner Teilkennwerte auf Basis heutiger und künftiger Effizienzmerkmale darstellen. Die sich thematisch anschließende Promotion gibt hierzu Hinweise auf die Gestaltung einer prinzipiellen Vorgehensweise.

6.6.3 Einordnung von Energiesparpotenzialen

Die Kennwertabbildung in diesem Forschungsvorhaben begründet sich auf der realitätsnahen Abbildung des Gesamtstrombedarfs in den untersuchten Nichtwohnobjekten. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde dementsprechend eine möglichst vollständige Dokumentation aller Räume, die detaillierte Aufnahme und rechnerische Berücksichtigung aller erkennbaren elektrischen Verbraucher auf Grundlage der individuellen Nutzungsrandbedingungen verfolgt.

Bezüglich der Kennwerterhebung wurde das Nutzerverhalten realitätsnah und ohne normative Einordnung in z.B. „Verschwendung“ oder „Sparsamkeit“ abgebildet. Dementsprechend besteht keine Lücke zwischen Bedarfsberechnung und Gesamtstromverbrauch. Da weder ein idealisiertes Nutzerverhalten noch ein optimale Geräteausstattung als "fiktives Optimum" berechnet wurde, gibt es keine qualitative Einschätzung zu diesem Thema.

6.6.4 Einordnung der Begriffe „Arbeitshilfe“ und „Prozessenergie“

Im Sinne der Zielrichtung der Normverbesserung geht es um den Strombedarf insgesamt – unabhängig von seiner Definition als "Arbeitshilfe" oder "Prozessenergie". Er soll möglichst vollständig abgeschätzt werden, damit die Bilanzierung von z.B. realer Autarkie einer Photovoltaik oder auch der realen Kühlenergie auf Basis korrekter interner Lasten treffsicher erfolgt.

Die Abgrenzung der Begrifflichkeiten „Arbeitshilfen“ und „Prozessenergien“ wird in der Kennwertberechnung nicht vorgenommen, da sich seitens der Zonierung bereits damit differenzierbare Unterschiede ergeben. Dem wird vorausgesetzt, dass alle dezentralen, nutzerbedingten elektrischen Verbraucher, die typischerweise in einer bestimmten Zonen vorkommen, zu den „Arbeitshilfen“ gezählt werden. Die Thematik der Produktion betrifft daher fast ausschließlich Räume, die sich den Nutzungsprofilen 14 (Küche), 15 (Küche-Vorbereitung) oder 22.1/.2/.3 (Gewerbliche und industrielle Hallen) zuordnen lassen. Die dort typischerweise vorhandenen Verbraucher dienen fast ausschließlich der Produktion von Nahrung, Waren und Gütern, inklusive der vor- und nachgelagerten Produktionsschritte (z. B. die Lagerung der Rohstoffe oder die Verpackung des fertigen Produktes). Allerdings sind individuelle, quantifizierbare Randbedingungen in der Nutzungsintensität anhand von messbaren Größen (z. B. Anzahl hergestellter Mahlzeiten, Produkte) entsprechend zu berücksichtigen. Die der Realität vorhandene Vielzahl unterschiedlicher Gewerbe und die daraus resultierende, individuelle Geräteausstattung ist schwer in diesem Projekt zu erfassen, weshalb nur exemplarische Nutzungen aufgezeigt werden können.

6.6.5 Gewichtung der Kennwerte nach individuellen Anteilen in der Nutzungsintensität

Innerhalb eines Gebäudes bzw. einer Nutzungseinheit zeigen sich in den Einzelräumen einer Zone regelmäßig individuelle Geräteausstattungen in gewissen Bandbreiten, aus denen – einzeln betrachtet – unterschiedliche Nutzungsintensitäten resultieren.

Hierzu lassen sich zwei Beispiele anführen:

- Fitnessstudios weisen typischerweise unterschiedlich stark genutzte Trainingsbereiche auf, die sich in der Geräteausstattung und der Nutzungsintensität unterscheiden – jedoch insgesamt dem Nutzungsprofil 35 (Fitnessraum) zugeordnet werden. So setzt sich die Trainingsfläche regelmäßig aus Kursräumen (geringe Intensität) und Trainingsräumen (mittlere/hohe Intensität) zusammen.
- In Fluren des allgemeinen Pflegebereichs (Nutzungsprofil 39) konnten in der Mehrzahl der untersuchten Räume keine Arbeitshilfen dokumentiert werden. Allerdings befinden sich in Einzelbereichen z.B. energieintensive Snackautomaten mit Kühlung.

Eine Wichtung der bereitgestellten Kennwerte ist nicht unbedingt erforderlich und aufgrund fehlender Informationen (z.B. im Planungsstand) zum Teil nicht realisierbar. Da sich die Kennwerte jedoch auf einzelne Zonen beziehen, kann die Gewichtung von Kennwerten als grundlegende Möglichkeit angesehen werden, den Nutzerstrombedarf bei bekannter Nutzungsintensität noch präziser zu bestimmen.

6.6.6 Plausibilitätskorridor der Kennwerte

Die in DIN V 18599-10 beschriebenen Randdaten der Norm-Nutzungsprofile geben jeweils eine Klassifizierung in eine geringe, mittlere und hohe Intensität für alle Nutzungsranddaten an, die einer Unsicherheit unterliegen. Die im Vorprojekt sowie diesem Projekt verwendete Methodik adaptiert diese Verfahrensweise, um einerseits dem Charakter der erarbeiteten Kennwerte im Sinne einer Verteilung zu entsprechen und andererseits eine spätere Integration und Anwendbarkeit der Ergebnisse in die vorhandenen Nutzungsranddaten zu ermöglichen. Die Klassifizierung in drei unterschiedliche Nutzungsintensitäten gibt letztlich einen Plausibilitätskorridor der Werteverteilung vor.

Auf die Angabe einer Standardabweichung σ soll in jedem Fall verzichtet werden, weil dies in Bezug auf die bereits dokumentierten Größen, wie z.B. bei Innentemperatur, Luftwechsel, oder Beleuchtungsstärke, unüblich ist.

7 Schlusswort

7.1 Einordnung in den wissenschaftlichen Kontext

Aus der gewählten Gebäuestichprobe wurden Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf in allen bisher fehlenden Nutzungsprofilen unter Berücksichtigung einer unterschiedlicher Nutzungsintensität erarbeitet. Während die Berechnungsergebnisse in der Mehrzahl der betrachteten Nutzungsprofile in einer statistisch belastbaren Anzahl vorliegen, gehen mit Berücksichtigung des Projektumfangs und der Begrenzung der Gebäuestichprobe für einzelne Nutzungen nur wenige Datenpunkte hervor. Hier ist zukünftig eine weitere statistische Absicherung durch weitere Stichprobengebäude anzustreben. Während der Projektbearbeitung sind keine Ergebnisse von dritter Seite bekannt geworden, die das Forschungsprojekt konzeptuell beeinflusst haben.

7.2 Wissenschaftliche Anschlussfähigkeit

Die erarbeiteten Jahreskennwerte für den zonenbezogenen Nutzerstrombedarf dienen in Kombination mit den Ergebnissen des Vorprojektes zur Vervollständigung einer Datenlücke. Sie erweitern die normative Basis zur Bilanzierung von Nichtwohngebäuden um den Anteil des Nutzereinflusses auf den Strombedarf. Diese ermöglichen z. B. eine Prognose eines realen Gesamtstrombedarfs. Die Anschlussfähigkeit lässt sich damit beschreiben, dass nach Abschluss des Projektes Kennwerte für den Nutzerstrombedarf in allen Norm-Nutzungsprofilen nach DIN V 18599-10 vorliegen, welche auf der detaillierten Analyse einer repräsentativen Stichprobe an Nichtwohn-Objekten beruhen.

7.3 (Bau)praktische Anschlussfähigkeit und über den Bericht hinausgehender Output

Die erzielten Ergebnisse werden in die relevanten Normungsgremien der DIN V 18599 und der VDI 3807 eingebracht, in welchen die Projektleiterin ein ständiges Mitglied ist. Im Anschluss werden die Ergebnisse diskutiert und zur Ergänzung als normative Kennwerte vorgelegt. Eine direkte kommerzielle Verwendung der Auftragnehmer ist nicht vorgesehen. Im Anschluss an das Projekt besteht die Möglichkeit, z.B. die Berechnung individueller Vergleichskennwerte für den Strombedarf von Nichtwohngebäuden in Energieausweisen zu vertiefen. Darüber hinaus lassen sich die Jahreskennwerte mit Untersuchung von Lastgängen auf kleinere Zeitintervalle differenzieren. Die Ergebnisse werden auch in einem laufenden Promotionsverfahren weiterverwendet. Hinsichtlich wissenschaftlicher Anschlussuntersuchungen kann festgehalten werden, dass eine weitere Verfeinerung der Datenbasis nach dem Projektende (z.B. durch eine größere Gebäuestichprobe oder eine feinere zeitliche Datenauflösung) aus Sicht der Projektgruppe und auch seitens anderer Forscher denkbar wäre. Die gefundene Datenbank kann anonymisiert nach Projektende auf Anfrage anderen Forschern zur Verfügung gestellt werden. Eine wirtschaftliche Anschlussfähigkeit ist nicht relevant, da es sich um ein nicht-kommerzielles Projekt in der Grundlagenforschung handelte.

Die erarbeiteten Stromkennwerte können in ein zukünftig geplantes Prognose- und Nachweisverfahren für „Nullenergie-Nichtwohngebäude“ (Interesse der KfW) oder das PHPP für Nichtwohnbauten integriert werden. Auch ein Einbezug in den öffentlich-rechtlichen Nachweis (GEG) wäre möglich, sofern die rechtlichen Randdaten (eine geänderte Europäische Gebäuderichtlinie EPBD) dies erforderlich machen. Nach Integration in die Normung wäre eine Implementation in bestehende Berechnungssoftware denkbar. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die Kennwerte für die Einarbeitung in bestehende gebührenfreie Software zur energetischen Gebäudebilanzierung (z.B. das TEK-Tool des IWU Darmstadt) zur Verfügung zu stellen. Dies erfolgte durch Direktbezug der jeweiligen Programmierer auf die Forschungsarbeit.

8 Mitwirkende

Autoren

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

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

Fachliche Betreuung

Steffen Kisseler, Dipl.-Ing. (Brüggemann Kisseler Ingenieure, Haan)

im Auftrag des BBSR

9 Kurzbiographien



Steffen Henning, M. Eng.

Jg. 1989, Berufsausbildung zum Trockenbaumonteur, Studium Bauingenieurwesen (Bachelor, dual) und Energieeffizientes Bauen (Master) an der Hochschule Magdeburg-Stendal (Abs. 2015), 2015-2016 Angebotskalkulation Innenausbau, seit 2017 Wiss. Mitarbeiter an der Hochschule Magdeburg-Stendal, Fachbereich WUBS, Themenschwerpunkte: Nichtwohngebäude, Energiebilanzierung



Prof. Dr.-Ing. Kati Jagnow

Jg. 1977, Studium der TGA an der Ostfalia Wolfenbüttel (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

10 Literaturverzeichnis

- Bagherian, B. Ritter, V., Swiderek, S., Kaufmann, D., Schmirmund, J., Rodriguez, M. & Rodrigo, F. (2022).** Tek-to-go: Erweiterung und Verbesserung der Bedienbarkeit einer Berechnungsmethode (Teil-Energie-Kennwert-Methode) für die energetische Bilanzierung von Nichtwohngebäuden im Bestand. BBSR-Online-Publikation 31/2022, Bonn. Endbericht. Zuletzt abgerufen am 20.04.2023 unter <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2022/bbsr-online-31-2022-dl.pdf>
- DIN V 18599-1:2018-12.** Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung. Teil 1 – Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger. Berlin: Beuth Verlag
- DIN V 18599-4:2018-12.** Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung. Teil 4 – Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung. Berlin: Beuth Verlag
- DIN V 18599-10:2018-12.** Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung. Teil 10 – Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten. Berlin: Beuth Verlag
- Henning, S., Jagnow, K. (2020).** Statistische Untersuchung der Flächen- und Nutzstromanteile von Zonen in Nichtwohngebäuden. Abschlussbericht. Magdeburg: Hochschule Magdeburg-Stendal. Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ des BBSR, Förderkennzeichen SWD 10.08.18.7-18.29. Zuletzt abgerufen am 28.04.2023 unter https://www.zukunftbau.de/fileadmin/user_upload/01_Forschungsforderung/Abschlussberichte/18.29_Forschungsbericht_21059016822.pdf
- Hörner, M., Bagherian B. & Jedek, C. (2014).** Teilenergiekennwerte von Nichtwohngebäuden (TEK) – Querschnittsanalyse der Ergebnisse in der Feldphase. Darmstadt: Institut Wohnen und Umwelt (IWU). Zuletzt abgerufen am 20.04.2023 unter https://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/tektool/IWU_TEK-QSA-Bericht.pdf
- Hörner, M., Cischinsky, H., Bischof, J., Schwarz, S., Behnisch, M., Meinel, G., Spars, G. & Busch, R. (2022).** Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude. Repräsentative Primärdatenerhebung zur statistisch validen Erfassung und Auswertung der Struktur und der energetischen Qualität des Nichtwohngebäudebestands in Deutschland. Schlussbericht ENOB:dataNWG. Darmstadt: Institut Wohnen und Umwelt (IWU). Zuletzt abgerufen am 28.04.2023 unter https://www.datanwg.de/fileadmin/user/iwu/BMWi-03ET1315_ENOBdataNWG_Schlussbericht_final.pdf
- Richtlinie 2010/31/EU** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamteffizienz von Gebäuden (Neufassung). Amtsblatt der Europäischen Union. Seite L 153/13 vom 18.06.2010. Zuletzt abgerufen am 20.04.2023 unter <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:DE:PDF>
- SIA 380/4:2006.** (zurückgezogen). Elektrische Energie im Hochbau. Zürich: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA).
- VDI 3807 Blatt 4: (08-2008).** Energie- und Wasserverbrauchskennwerte für Gebäude, Teilkennwerte elektrische Energie. Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure e.V.

11 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 03 Großraumbüro	34
Abbildung 2 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 03 Großraumbüro	34
Abbildung 3 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 05 Schalterhalle	36
Abbildung 4 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 05 Schalterhalle	36
Abbildung 5 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 06 Einzelhandel.....	37
Abbildung 6 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 06 Einzelhandel.....	37
Abbildung 7 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 07 Einzelhandel (Kühlprodukte).....	39
Abbildung 8 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 07 Einzelhandel (Kühlprodukte)...	39
Abbildung 9 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 10 Bettenzimmer.....	41
Abbildung 10 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 10 Bettenzimmer	41
Abbildung 11 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 11 Hotelzimmer	42
Abbildung 12 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 11 Hotelzimmer.....	43
Abbildung 13 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 13 Restaurant.....	44
Abbildung 14 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 13 Restaurant	44
Abbildung 15 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 14 Küche	46
Abbildung 16 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 14 Küche.....	46
Abbildung 17 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 22 Gewerbehallen	48
Abbildung 18 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 23 Zuschauerbereich	50
Abbildung 19 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 23 Zuschauerbereich.....	50
Abbildung 20 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 24 Theaterfoyer.....	51
Abbildung 21 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 24 Theaterfoyer	52
Abbildung 22 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 25 Theaterbühne	53
Abbildung 23 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 26 Messe, Konferenz.....	55
Abbildung 24 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 27 Ausstellung.....	56
Abbildung 25 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 27 Ausstellung	57

Abbildung 26 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 28 Bibliothek, Lesesaal	58
Abbildung 27 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 28 Bibliothek, Lesesaal.....	58
Abbildung 28 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 29 Bibliothek, Freihand	60
Abbildung 29 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 29 Bibliothek, Freihand	60
Abbildung 30 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 30 Bibliothek, Magazin.....	61
Abbildung 31 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 30 Bibliothek, Magazin	62
Abbildung 32 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 31 Turnhalle	63
Abbildung 33 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 31 Turnhalle.....	63
Abbildung 34 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 32 & 33 Parkhaus	64
Abbildung 35 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 32 & 33 Parkhaus.....	65
Abbildung 36 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 34 Saunabereich.....	66
Abbildung 37 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 34 Saunabereich	66
Abbildung 38 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 35 Fitnessraum.....	67
Abbildung 39 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 35 Fitnessraum	68
Abbildung 40 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 36 Labor	70
Abbildung 41 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 36 Labor.....	70
Abbildung 42 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 37 Untersuchungs- und Behandlungsraum	72
Abbildung 43 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 37 Untersuchungs- und Behandlungsraum	72
Abbildung 44 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 38 Spezialpflegebereiche	73
Abbildung 45 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 38 Spezialpflegebereiche	74
Abbildung 46 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 39 Flure des allgemeinen Pflegebereichs.....	75
Abbildung 47 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 39 Flure des allgemeinen Pflegebereichs.....	75
Abbildung 48 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 40 Arztpraxen und Therapeutische Praxen	76
Abbildung 49 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 40 Arztpraxen und Therapeutische Praxen.....	77

Abbildung 50 - Histogramm der Verteilung (links) und Absolutwerte der Räume (rechts) - Nutzungsprofil 41 Lagerhalle, Logistikhalle.....	78
Abbildung 51 - Spezifischer jährlicher Nutzerstrombedarf - Nutzungsprofil 41 Lagerhalle, Logistikhalle	79
Abbildung 52 - Spezifischer jährlicher Strombedarf für Zentrale Dienste (ZD) in Gesamtgebäuden	80
Abbildung 53 - Spezifischer jährlicher Strombedarf für Diverse Technik (DT) in Gesamtgebäuden.....	81
Abbildung 54 - Ergebnisvergleich der Modellierung und Validierung/Kennwertnutzung (1)	82
Abbildung 55 - Ergebnisvergleich der Modellierung und Validierung/Kennwertnutzung (2)	82
Abbildung 56 - Ergebnisvergleich der Modellierung und Validierung/Kennwertnutzung (3)	82
Abbildung 57 – Zusammenhang von „Übereinstimmung zwischen Betreiber und Nutzer“, „Wirtschaftlicher Aspekt“ und „Individuelles Verantwortungsbewusstsein“ in Bezug auf das Nutzerverhalten, dargestellt als Dreiecksbeziehung.....	84

12 Anlagen

12.1 Anhang: Liste der untersuchten Nichtwohn-Objekte

Reihenfolge der Angaben

Gebäudebezeichnung: Nutzungskategorie/Gebäudenutzung, Nettogrundfläche [m²] | Anzahl der Räume [-] | Anzahl unterschiedlicher Zonen [-] | (Flächengrößte Zonen nach Norm-Nutzungsprofilen der DIN V 18599-10) | Anzahl der Einträge/Zeilen mit elektrischen Verbrauchern [-] | Summe der elektrischen Verbraucher [-]

Liste der Nichtwohnobjekte

- G095: Schulen und Kitas/Grundschule | 120,43 | 2 | 1 | (14) | 33 | 59
- G184: Schulen und Kitas/Berufsschule | 13.583,1 | 248 | 13 | (08, 19, 20, 31) | 1.129 | 3.299
- G185: Schulen und Kitas/Berufsschule | 16.352,31 | 316 | 13 | (08, 19, 20, 02) | 955 | 2.570
- G193: Veranstaltung/Museum | 8.856,49 | 245 | 12 | (27, 19, 30, 20) | 1.007 | 2.506
- G194: Veranstaltung/Museum | 2.243,29 | 30 | 8 | (27, 19, 13, 20) | 130 | 455
- G250: Veranstaltung/Stadthalle | 3.486,4 | 78 | 10 | (23, 27, 19, 20, 24) | 258 | 880
- G269: Hotel und Gastronomie/Hotel | 6.430,14 | 297 | 13 | (11, 19, 20, 16) | 445 | 2.969
- G270: Veranstaltung/Bibliothek | 2.140,93 | 62 | 7 | (29, 19, 28, 02) | 201 | 636
- G271: Veranstaltung/Bibliothek | 13.125,84 | 246 | 13 | (29, 19, 20, 30) | 1.076 | 3.805
- G272: Hotel und Gastronomie/Großküche | 1.273,54 | 38 | 9 | (14, 12, 19, 20, 15) | 151 | 378
- G273: Hotel und Gastronomie/Großküche | 2.054,71 | 54 | 12 | (12, 14, 19, 20, 15) | 214 | 510
- G274: Hotel und Gastronomie/Großküche | 2.090,81 | 38 | 8 | (14, 12, 19, 20, 15) | 172 | 497
- G276: Veranstaltung/Stadthalle | 2.369,02 | 87 | 12 | (23, 04, 25, 24, 18) | 275 | 843
- G277: Sportstätten/Turnhalle | 704,11 | 24 | 5 | (31, 18, 16) | 57 | 105
- G281: Sportstätten/Turnhalle | 1.478,06 | 33 | 6 | (31, 18, 20, 16) | 72 | 168
- G282: Sportstätten/Turnhalle | 605,07 | 28 | 5 | (31, 18, 19, 20) | 52 | 82
- G284: Büro und Verwaltung/Schalterhalle | 1.226,29 | 28 | 7 | (05, 20, 19) | 197 | 340
- G285: Büro und Verwaltung/Schalterhalle | 318,64 | 10 | 7 | (05, 01, 18) | 72 | 218
- G289: Veranstaltung/Museum | 6.506,04 | 48 | 9 | (27, 30, 04, 19) | 236 | 497
- G290: Veranstaltung/Archiv | 4.441,56 | 140 | 11 | (30, 20, 19, 28) | 288 | 847
- G291: Veranstaltung/Messehalle | 3.770,46 | 22 | 3 | (26, 20, 16) | 65 | 224
- G292: Veranstaltung/Messehalle | 3.770,55 | 31 | 3 | (26, 20, 16) | 77 | 243
- G293: Veranstaltung/Messehalle | 1.609,32 | 9 | 3 | (26, 20, 16) | 9 | 44
- G295: Einzelhandel/Schreibwaren | 63,70 | 4 | 4 | (06, 20) | 37 | 65
- G296: Hotel und Gastronomie/Restaurant | 90,59 | 5 | 4 | (13, 14) | 37 | 53
- G297: Einzelhandel/Raumausstattung | 83,39 | 5 | 5 | (06, 20) | 29 | 55
- G298: Hotel und Gastronomie/Restaurant | 29,38 | 2 | 1 | (14) | 36 | 58
- G299: Gesundheit/Krankenhaus | 762,75 | 56 | 8 | (10, 39, 16) | 379 | 647

- G300: Gewerbe/Medizinprodukte | 2.813,03 | 117 | 11 | (20, 19, 39, 36) | 429 | 920
- G301: Gesundheit/Krankenhaus | 1.559,86 | 83 | 13 | (39, 10, 20, 16) | 478 | 826
- G302: Gesundheit/Krankenhaus | 1.778,46 | 98 | 12 | (39, 10, 37, 38) | 487 | 881
- G303: Büro und Verwaltung/Großraumbüro | 345,83 | 7 | 4 | (03, 20, 16) | 120 | 161
- G304: Sportstätten/Fitnessstudio | 850,73 | 20 | 7 | (35, 17, 34, 20) | 108 | 195
- G305: Einzelhandel/Möbel | 20.966,36 | 99 | 13 | (06, 41, 19, 02, 22) | 2.051 | 6.588
- G306: Einzelhandel/Lebensmittel | 781,66 | 18 | 8 | (06, 07, 20) | 82 | 249
- G307: Lager und Logistik/Logistikhalle | 432,24 | 3 | 1 | (41) | 21 | 82
- G308: Einzelhandel/Bekleidung | 211,2 | 7 | 5 | (20, 06) | 31 | 56
- G309: Einzelhandel/Blumen | 194,92 | 3 | 2 | (06, 07) | 12 | 19
- G310: Lager und Logistik/Logistikhalle | 226,26 | 9 | 4 | (20, 02) | 34 | 57
- G311: Sportstätten/Kegelbahn | 124,41 | 5 | 4 | (35, 20) | 22 | 34
- G312: Gewerbe/Werkstatt | 566,35 | 5 | 2 | (20, 22) | 77 | 108
- G313: Sonstige/Rechenzentrum | 19,54 | 1 | 1 | (21) | 21 | 44
- G314: Gewerbe/Reinigung | 64,25 | 3 | 3 | (22, 18, 16) | 25 | 41
- G315: Gewerbe/Werkstatt | 1.284,80 | 36 | 9 | (22, 20, 12, 16) | 198 | 345
- G316: Einzelhandel/Elektronik | 240,47 | 17 | 8 | (06, 20, 22) | 120 | 170
- G317: Veranstaltung/Kino | 461,31 | 25 | 7 | (23, 20, 25) | 88 | 139
- G318: Sportstätten/Fitnessstudio | 1.113,29 | 12 | 7 | (35, 20, 19) | 63 | 118
- G319: Gesundheit/Krankenhaus | 2.012,66 | 103 | 8 | (39, 38, 02, 20) | 662 | 1.180
- G320: Gewerbe/Fahrzeugzentrum | 10.974,23 | 150 | 14 | (22, 06, 41, 19, 02) | 1.284 | 2.844
- G321: Gewerbe/Medizinprodukte | 5.125,29 | 122 | 14 | (22, 36, 41, 02, 19) | 1.167 | 2.175
- G322: Büro und Verwaltung/Verwaltungsgebäude | 1.062 | 51 | 11 | (01, 02, 19, 20) | 275 | 404
- G323: Hotel und Gastronomie/Hotel | 3.338,94 | 242 | 10 | (11, 19, 16, 13) | 1021 | 1.839
- G324: Hotel und Gastronomie/Hotel | 1.330,62 | 65 | 10 | (20, 11, 13, 19) | 311 | 530
- G325: Sportstätten/Fitnessstudio | 3.740,84 | 77 | 12 | (35, 19, 34, 20) | 393 | 938
- G326: Hotel und Gastronomie/Hotel | 1.819,92 | 98 | 12 | (11, 19, 13, 16, 20) | 551 | 929
- G327: Sportstätten/Fitnessstudio | 907,1 | 33 | 6 | (35, 18, 19) | 101 | 241
- G328: Einzelhandel/Lebensmittel | 4.162,72 | 68 | 10 | (06, 07, 20, 19) | 598 | 1.466
- G329: Gesundheit/Krankenhaus | 414,83 | 8 | 3 | (40, 39) | 98 | 133
- G330: Gesundheit/Krankenhaus | 0,00 | 7 | 1 | (37) | 42 | 53
- G331: Gewerbe/Metallverarbeitung | 1.645 | 21 | 6 | (22, 41, 20) | 364 | 941
- G332: Gewerbe/Produktionslabor | 256,75 | 26 | 6 | (36, 20, 19) | 126 | 158
- G333: Gewerbe/Metallverarbeitung | 1.775,78 | 41 | 8 | (22, 20, 19, 36) | 356 | 550
- G334: Parkhäuser und Tiefgaragen/Tiefgarage | 5.507,84 | 25 | 4 | (33, 20, 19) | 139 | 278
- G335: Parkhäuser und Tiefgaragen/Tiefgarage | 2.781,52 | 6 | 2 | (33, 20) | 73 | 212

- G336: Parkhäuser und Tiefgaragen/Parkhaus | 10.749,53 | 41 | 3 | (33, 20, 19) | 192 | 579
- G337: Gesundheit/Krankenhaus | 453,13 | 15 | 4 | (38, 39) | 345 | 766

12.2 Anhang: Ergebnisse der Modellierung des Gesamtstrombedarfs

Reihenfolge der Angaben:

Gebäudebezeichnung: Nutzungskategorie/Gebäudenutzung, Nettogrundfläche [m²], modellierter Gesamtstrombedarf [kWh/a], Gesamtstromverbrauch [kWh/a], Abweichung der Modellierungsergebnisse in Bezug auf den Verbrauch [%]

(* Schätzung des Gesamtstromverbrauches durch den Eigentümer oder Betreiber)

Ergebnisse der Modellierung sortiert nach Abweichung:

- G271: Veranstaltung/Bibliothek | 13.125,84 | 761.266 | 825.790 | -7,81
- G325: Sportstätten/Fitnessstudio | 3.740,84 | 187.717 | 198.360 | -5,37
- G274: Hotel und Gastronomie/Großküche | 2.090,81 | 345.100 | 363.379 | -5,03
- G273: Hotel und Gastronomie/Großküche | 2.054,71 | 210.336 | 220.621 | -4,89
- G184: Schulen und Kitas/Berufsschule | 13583,1 | 349.860 | 367.390 | -4,77
- G308: Einzelhandel/Bekleidung | 211,2 | 3.179 | 3.337 | -4,73
- G307: Lager und Logistik/Logistikhalle | 432,24 | 27.919 | 29.256 | -4,57
- G289: Veranstaltung/Museum | 6.506,04 | 42.688 | 44.614 | -4,32
- G337: Gesundheit/Krankenhaus | 453,13 | 48.006 | 50.000* | -3,99
- G302: Gesundheit/Krankenhaus | 1.778,46 | 39.857 | 41.444 | -3,83
- G317: Veranstaltung/Kino | 461,31 | 6.305 | 6.550 | -3,74
- G323: Hotel und Gastronomie/Hotel | 3.338,94 | 127.562 | 132.438 | -3,68
- G327: Sportstätten/Fitnessstudio | 907,10 | 17.984 | 18.650 | -3,57
- G281: Sportstätten/Turnhalle | 1.478,06 | 42.886 | 44.460 | -3,54
- G284: Büro und Verwaltung/Schaltherhalle | 1.226,29 | 47.226 | 48.602 | -2,83
- G334: Parkhäuser und Tiefgaragen/Tiefgarage | 5.507,84 | 41.339 | 42.420 | -2,55
- G193: Veranstaltung/Museum | 8.856,49 | 866.546 | 887.731 | -2,39
- G309: Einzelhandel/Blumen | 194,92 | 4.799 | 4.913 | -2,32
- G297: Einzelhandel/Raumausstattung | 83,39 | 1.534 | 1.569 | -2,23
- G296: Hotel und Gastronomie/Restaurant | 90,59 | 23.741 | 24.240 | -2,06
- G272: Hotel und Gastronomie/Großküche | 1.273,54 | 169.121 | 172.442, -1,93
- G303: Büro und Verwaltung/Großraumbüro | 345,83 | 15.082 | 15.300 | -1,42
- G095: Schulen und Kitas/Grundschule | 120,43 | 14.180 | 14.300 | -0,84
- G277: Sportstätten/Turnhalle | 704,11 | 12.753 | 12.860 | -0,83
- G321: Gewerbe/Medizinprodukte | 5.125,29 | 1.096.696 | 1.105.707 | -0,81
- G269: Hotel und Gastronomie/Hotel | 6.430,14 | 402.900 | 406.098 | -0,79

- G306: Einzelhandel/Lebensmittel | 781,66 | 205.276 | 206.516 | -0,60
- G282: Sportstätten/Turnhalle | 605,07 | 6.550 | 6.588 | -0,58
- G185: Schulen und Kitas/Berufsschule | 16.352,31 | 194.276 | 194.525 | -0,13
- G301: Gesundheit/Krankenhaus | 1.559,86 | 26.763 | 26.713 | +0,19
- G328: Einzelhandel/Lebensmittel | 4.162,72 | 824.404 | 822.065 | +0,28
- G300: Gewerbe/Medizinprodukte | 2.813,03 | 122.863 | 122.495 | +0,30
- G329: Gesundheit/Krankenhaus | 414,83 | 6.524 | 6.500* | +0,37
- G320: Gewerbe/Fahrzeugzentrum | 10.974 | 614.311 | 611.978 | +0,38
- G194: Veranstaltung/Museum | 2.243,29 | 25.363 | 25.220 | +0,57
- G299: Gesundheit/Krankenhaus | 762,75 | 17.867 | 17.764 | +0,58
- G304: Sportstätten/Fitnessstudio | 850,73 | 34.097 | 33.870 | +0,67
- G330: Gesundheit/Krankenhaus | 0,00 | 191.404 | 190.000* | +0,74
- G298: Hotel und Gastronomie/Restaurant | 29,38 | 88.019 | 87.192 | +0,95
- G305: Einzelhandel/Möbel | 20.966 | 532.494 | 526.070 | +1,22
- G333: Gewerbe/Metallverarbeitung | 1.775,78 | 961.909 | 950.000* | +1,25
- G331: Gewerbe/Metallverarbeitung | 1.645 | 367.477 | 360.000* | +2,08
- G290: Veranstaltung/Archiv | 4.441,56 | 89.564 | 87.461 | +2,40
- G318: Sportstätten/Fitnessstudio | 1.113,29 | 12.621 | 12.324 | +2,41
- G335 + G336: Parkhäuser und Tiefgaragen/Tiefgarage | 13.531 | 63.833 | 62.260 | +2,53
- G312: Gewerbe/Werkstatt | 566,35 | 6.380 | 6.217 | +2,62
- G315: Gewerbe/Werkstatt | 1.284,8 | 31.032 | 30.141 | +2,96
- G316: Einzelhandel/Elektronik | 240,47 | 7.243 | 7.000* | +3,47
- G310: Lager und Logistik/Logistikhalle | 226,26 | 3.608 | 3.481 | +3,65
- G314: Gewerbe/Reinigung | 64,25 | 4.225 | 4.074 | +3,71
- G326: Hotel und Gastronomie/Hotel | 1.819,92 | 91.971 | 88.600 | +3,80
- G311: Sportstätten/Kegelbahn | 124,41 | 6.201 | 5.971 | +3,85
- G285: Büro und Verwaltung/Schalterhalle | 318,64 | 19.265 | 18.549 | +3,86
- G295: Einzelhandel/Schreibwaren | 63,70 | 2.891 | 2.782 | +3,92
- G322: Büro und Verwaltung/Verwaltungsgebäude | 1.062 | 37.464 | 36.000* | +4,07
- G319: Gesundheit/Krankenhaus | 2.012,66 | 53.953 | 51.760 | +4,24
- G332: Gewerbe/Produktionslabor | 256,75 | 31.304 | 30.000* | +4,35
- G313: Sonstige/Rechenzentrum | 19,54 | 11.968 | 11.463 | +4,41
- G324: Hotel und Gastronomie/Hotel | 1.330,62 | 57.625 | 55.000* | +4,77
- G270: Veranstaltung/Bibliothek | 2.140,93 | 16.492 | 15.713 | +4,96