



Zonierung und Nutzungsprofile im Energieausweis

Analyse der nationalen Vorschriften und Untersuchungen anhand des
Anwendungsbeispiels LKH Graz-West

D I P L O M A R B E I T

zur Erlangung des akademischen Grades eines

D I P L O M I N G E N I E U R S

Betreut am Institut für Wärmetechnik durch:

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Wolfgang Streicher
Dipl.-Ing. Markus Gratzl-Michlmair

Eingereicht für das Studium Bauingenieurwesen von:

Matthias Walser

Wien, am 22. März 2011

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Ich versichere, dass ich das Thema dieser Arbeit bisher weder im In- noch im Ausland (einem Beurteiler oder einer Beurteilerin) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Wien, am 22. März 2011

Abstract

The thesis deals with an analysis of the Austrian national regulations in respect of the Energy Performance Certificates. It concentrates on zoning, in other words the split up of a building for the calculation in (building) zones and service areas of the equipment. The problem how the rules of zoning and the utilisation profiles can be modified to facilitate a zoning as reproducible and unambiguous as possible is addressed. More concrete it shall be determined if and how orientation and the window area to outer surface ratio should be considered as a criterion for zoning, and if the consideration of that criterion leads to an improvement of the calculated energy figures in the sense of being more realistic.

In a first step the thesis deals with the inconsistencies and conflicts of the current zoning regulations. Subsequently comparative calculations are performed using the example of Landeskrankenhaus Graz-West particularly with regard to the effects of the consideration of orientation of windows and the window area to outer surface ratio in the process of zoning. Thus the relevance of that criterion on the calculated energy demand for heating and cooling is shown. The comparative calculations within one wing of the building using a detailed reference model confirm the hypothesis that no significant change occurs by consideration of the additional criterion. In comparing a multiple-zone-model, generated by the division of the building into individual wings, with the single-zone-model stipulated by the applicable regulations only minor deviations can be observed. This results in the recommendation to eliminate the zoning rules of orientation and window area to outer surface ratio in the regulations as a way of considering the structural conditions, if further research in other buildings does not yield differing conclusions. In case of retaining the criterion in dispute the necessity to clarify the mode of consideration of the criterion is stated. Furthermore some suggestions and recommendations are made on the basis of the preliminary analysis of the existing regulations and the comparative calculations.

Kurzfassung

Die Arbeit widmet sich der Analyse der nationalen Vorschriften zur Energieausweisung. Der Fokus liegt dabei auf der Zonierung, also der Unterteilung des Gebäudes für die Berechnung in (Gebäude-)Zonen und die Versorgungsbereiche der Anlagen. Es soll allgemein die Frage beantwortet werden, wie die Zonierungsregeln und die Nutzungsprofile so modifiziert werden können, dass anhand dieser eine möglichst reproduzierbare, unmissverständliche Zonierung möglich ist. Konkreter wird die Frage beleuchtet, ob und wie eine Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen als Zonierungskriterium vorgesehen ist, und ob eine Berücksichtigung dieses Zonierungskriteriums zu einer Verbesserung der errechneten Energiekennzahlen im Sinne größerer Realitätsnähe führt.

In einem ersten Schritt wird darauf eingegangen, welche ausschlaggebenden Umstände und möglichen Konsequenzen die Widersprüche und Unklarheiten der Zonierungsvorschriften haben. Anschließend werden am Beispiel des Landeskrankenhauses Graz-West Vergleichsrechnungen insbesondere hinsichtlich der Auswirkungen der Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen im Zuge der Zonierung durchgeführt. So soll die Relevanz dieses Kriteriums bei der Zonierung auf Nutzenergieebene geklärt werden. Bei den Vergleichsrechnungen innerhalb eines Gebäudetraktes unter Verwendung eines detaillierten Referenzmodells bestätigt sich die Hypothese, wonach keine maßgebliche Verbesserung der Energiekennzahlen durch die Berücksichtigung des zusätzlichen Zonierungskriteriums erfolgt. Beim Vergleich eines Mehrzonenmodells, das durch Unterteilung des Gebäudekomplexes in einzelne Gebäudetrakte entsteht, mit dem Einzonenmodell der geltenden Berechnungsvorschriften können nur geringe Abweichungen festgestellt werden. Es folgt daraus die Empfehlung, auf die beispielhafte Anführung als Form der Berücksichtigung der baulichen Gegebenheiten in den Vorschriften zu verzichten, sofern Untersuchungen an weiteren Gebäuden keine anderslautenden Ergebnisse liefern. Für den Fall der Beibehaltung des Kriteriums wird auf die Notwendigkeit einer Konkretisierung hinsichtlich der zu wählenden Vorgangsweise hingewiesen. Darüber hinaus werden weitere Vorschläge und Empfehlungen gemacht, die sich aus der einleitenden Analyse der geltenden Vorschriften sowie aus den Vergleichsrechnungen ergeben.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	13
1.1. Aufgabenstellung	15
1.2. Vorgehensweise	16
I. Literaturrecherche	19
2. Rahmenbedingungen der Energieausweiserstellung in Österreich	19
2.1. Begriffsbestimmungen	19
2.2. Nationale Vorschriften	22
3. Analyse der aktuellen Zonierungsvorschriften	26
3.1. Auszustellende Energieausweise	26
3.1.1. Gebäudekategorien	27
3.1.2. Zuordnung des Nutzungsprofils	28
3.1.3. Vereinfachung bei überwiegender Nutzung	30
3.2. Berechnung des Nutzenergiebedarfs	31
3.2.1. Unterteilung in (Gebäude-)Zonen	31
3.2.2. Berechnung der Energiekennzahlen auf Nutzenergieebene	34
3.3. Berechnung des Endenergiebedarfs	34
3.3.1. Unterteilung in Versorgungsbereiche der Anlagen	35
3.3.2. Berechnung der Energiekennzahlen auf Endenergieebene	37
3.4. Zusammenfassung der Kennzahlen für auszustellende Energieausweise	40
4. Bisherige Untersuchungen zu Zonierung und Nutzungsprofilen	42
5. Berücksichtigung der Art der Zonierung im Berechnungsverfahren	49
5.1. Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden, Version 2.5 (2006)	49
5.2. ÖNORM B 8110-6	50
II. Vergleichsrechnungen	53
6. Beschreibung der Berechnungsvorhaben	53
6.1. Berücksichtigung innerhalb eines Gebäudetrakts	54
6.2. Unterteilung eines Gebäudes in Gebäudetrakte	56
7. Allgemeine Berechnungsgrundlagen	58
7.1. Normungsstand	58
7.2. Berechnungstool	58

8. Das betrachtete Gebäude: LKH Graz-West	61
8.1. Datengrundlage	63
8.1.1. Planunterlagen	63
8.1.2. Sonstige Unterlagen	63
8.1.3. Begehung vor Ort	64
8.2. Beschreibung auf Gebäudeebene	64
8.2.1. Nutzung	65
8.2.2. Standort	66
8.2.3. Orientierung	66
8.2.4. Ermittlung von konditioniertem Volumen und thermischer Gebäudehülle	67
8.2.5. Ermittlung der Bauteilaufbauten	67
8.2.6. Verschattung	69
8.2.7. Wärmespeicherfähigkeit	70
8.2.8. Luftdichtheit der Gebäudehülle	70
8.3. Beschreibung auf Anlagenebene	70
8.3.1. Raumheizungssystem	71
8.3.2. Warmwassersystem	72
8.3.3. Raumlufttechniksysteme	72
8.3.4. Kühltechniksysteme	75
8.3.5. Beleuchtungssysteme	76
9. Nutzungsprofile	77
9.1. Detaillierte Nutzungsprofile für Bauteil C	77
9.2. „Verschmieren“ von Nutzungsprofilen	81
9.3. „Verschmiertes“ Nutzungsprofil für Bauteil C	82
9.4. Nutzungsprofil „Krankenhaus“ laut ÖNORM B 8110-5	82
10. Zonierungsvarianten	84
10.1. Bauteil C: 13-Zonen-Modell	84
10.2. Bauteil C: 4-Zonen-Modell	85
10.3. Bauteil C: 1-Zonen-Modell	85
10.4. LKH: 7-Zonen-Modell	85
10.5. LKH: 1-Zonen-Modell	88
11. Übersicht über die Berechnungsvarianten	90
11.1. Berechnungsvarianten am Bauteil C	90
11.2. Berechnungsvarianten am gesamten LKH	93
12. Ergebnisse	94
12.1. Ergebnisse der Vergleichsrechnungen am Bauteil C	96
12.1.1. Ergebnisse Referenzmodell (RM)	96

12.1.2. Abweichungen der vorschriftsmäßigen Berechnung ohne Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen innerhalb des Gebäudetrakts von RM (OIB-A bzw. OIB-A')	96
12.1.3. Abweichungen der vorschriftsmäßigen Berechnung mit Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen innerhalb des Gebäudetrakts von RM (OIB-B bzw. OIB-B')	98
12.1.4. Ergebnisse Referenzmodell bei pauschaler Berücksichtigung der Verschattung (RM')	100
12.1.5. Abweichungen der vorschriftsmäßigen Berechnung ohne Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen innerhalb des Gebäudetrakts von RM' (OIB-A')	101
12.1.6. Abweichungen der vorschriftsmäßigen Berechnung mit Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen innerhalb des Gebäudetrakts von RM' (OIB-B')	102
12.2. Ergebnisse der Vergleichsrechnungen am gesamten LKH	104
12.2.1. Ergebnisse bei Unterteilung des Gebäudes in Gebäudetrakte (OIB-Y bzw. OIB-Y')	104
12.2.2. Abweichungen durch Verzicht auf Unterteilung des Gebäudes in Gebäudetrakte (OIB-Z bzw. OIB-Z')	104
13. Schlussfolgerungen	106
13.1. Zonierung nach Orientierung und Fensterflächenanteil	106
13.2. Berücksichtigung der Verschattung	107
13.3. Nutzungsprofil „Krankenhaus“	108
III. Weiterentwicklung der Vorschriften	113
14. Vorschläge und Empfehlungen	113
14.1. Allgemeine Empfehlungen	113
14.1.1. Sprachliche Schärfung	113
14.1.2. Normenverweise	114
14.1.3. Zusammenfassende Darstellung für Aushang	114
14.2. Gebäudekategorien und Nutzungsprofile	114
14.2.1. Hilfskriterium „Organisatorisch getrennte Nutzbarkeit“	114
14.2.2. Abgrenzung „Sonstige konditionierte Gebäude“	115
14.2.3. Zuordnung „Zentrale Erschließungsflächen“	116
14.2.4. Nutzungsprofile für unbeheizte Bereiche	117
14.2.5. Nutzungsprofil „Krankenhaus“	118
14.3. Weitere Zonierung auf Gebäudeebene	120
14.3.1. Verzicht auf das 4-Kelvin-Kriterium	120
14.3.2. Zonierungskriterium „Orientierung und Fensterflächenanteile“	120
14.4. Zonierung auf Anlagenebene	120
14.4.1. Vereinfachung bei Wohngebäuden	120

14.4.2. Vernachlässigung untergeordneter Anlagen	121
14.4.3. Weiterentwicklung der Normen auf Anlagenebene	121
14.4.4. Multiple Systeme in Versorgungsbereichen	122
14.5. Pauschale Berücksichtigung der Verschattung	122
15. Zusammenfassung	125
Anhang	131
A. Erfassung des LKH Graz-West	131
A.1. Fotodokumentation der Gebäudehülle	131
A.2. Übersichtspläne Geschoße	133
A.3. Datenblätter der einzelnen Zonen	140
A.3.1. LKH: gesamtes Gebäude	141
A.3.2. LKH: Bauteil AB	142
A.3.3. LKH: Bauteil C / Bauteil C: 1-Zonen-Modell	143
A.3.4. LKH: Bauteil D	144
A.3.5. LKH: Bauteil E	145
A.3.6. LKH: Bauteil F	146
A.3.7. LKH: Bauteil G	147
A.3.8. LKH: Untergeschoß	148
A.3.9. Bauteil C: 13-Zonen-Modell	149
A.3.10. Bauteil C: 4-Zonen-Modell	155
B. Detailergebnisse Vergleichsrechnungen	158
B.1. LKH	158
B.2. Bauteil AB	159
B.3. Bauteil C	159
B.4. Bauteil D	162
B.5. Bauteil E	163
B.6. Bauteil F	163
B.7. Bauteil G	164
B.8. Bauteil UG	164
B.9. Bauteil C: 13-Zonen-Modell	165
B.10. Bauteil C: 4-Zonen-Modell	178
Abkürzungsverzeichnis	182
Tabellenverzeichnis	184
Abbildungsverzeichnis	184
Literatur	185

1. Einleitung

Die vorliegende Arbeit behandelt Teilbereiche der österreichischen Rechtsvorschriften und Berechnungsvorgaben für die Erstellung von Energieausweisen für Gebäude mit Fokus auf die Zonierung sowie die damit verbundenen Nutzungsprofile.

Die Einführung des Energieausweises zur Darstellung der Energieeffizienz eines Gebäudes geht zurück auf die sogenannte EU-Gebäuderichtlinie, die *Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden* [4]. In englischer Sprache wird sie als *Energy Performance of Buildings Directive* bezeichnet, wovon sich auch die gängige Kurzbezeichnung als *EPBD* ableitet.

Laut Angaben in der *EPBD* selbst ist der Gebäudebereich in der EU derzeit für über 40 % des Endenergieverbrauchs verantwortlich. Das zentrale Ziel der *EPBD* besteht daher darin, durch Verbesserungen der Gesamtenergieeffizienz im Gebäudebereich den Energiebedarf zu senken. Verknüpft ist dieses Ziel mit einer Reihe von Sub-Zielen, wie der Reduktion des Einsatzes von fossilen Brennstoffen, der Reduktion von Emissionen oder der Erhöhung der Sicherheit der Energieversorgung der EU.

Gibt die EU eine Richtlinie heraus, so sind die Mitgliedsstaaten verpflichtet, die darin definierten Anforderungen binnen einer vorgegebenen Frist in nationales Recht umzusetzen. Die *EPBD* fordert im Wesentlichen die Umsetzung von zwei zentralen Punkten:

- Die Definition von Mindestanforderungen an die Energieeffizienz von neuen und bestehenden Gebäuden und
- die Einführung und Verpflichtung zur Erstellung eines Ausweises über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.

Zur Ausstellung besagter Ausweise, die heute als Energieausweise für Gebäude benannt werden, ist die Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden erforderlich. Die *EPBD* sieht vor, dass für die notwendigen Berechnungen eine Methode herangezogen werden soll, die regional differenziert werden kann. Dies führte zur Entwicklung einer Vielzahl von neuen Vorschriften auf europäischer wie nationaler Ebene, um die notwendigen Berechnungen entsprechend zu regeln.

Die vom Europäischen Normungsinstitut CEN herausgegebenen Normen bilden aufgrund des von der EU-Kommission erteilten Mandats M343 den Rahmen für die anzuwendenden Berechnungsvorschriften. Die vom Österreichischen Normungsinstitut herausgegebenen Normen bilden im Wesentlichen die Berechnungsvorschriften für Österreich, soweit diese nicht in den zugehörigen Rechtsvorschriften bereits vorweggenommen werden. Die aktuellen österreichischen Normen basieren auf den europäischen, schränken aber die zulässigen Verfahren für Österreich ein und nehmen punktuell die vorgesehene regionale Differenzierung vor.

Nachdem die *EPBD* mit Jänner 2006 eine ambitionierte Frist zur Umsetzung vorgab, war es nicht möglich, die Fertigstellung der europäischen Normen abzuwarten. Es wurden aufgrund des Zeitdrucks parallel bereits nationale Berechnungsvorschriften entwickelt, wobei versucht wurde, auf die absehbaren Entwicklungen auf europäischer Ebene Rücksicht zu nehmen. Trotzdem war es erforderlich, die zusätzliche Frist von drei Jahren¹ für die Umsetzung des Energieausweises in Anspruch zu nehmen.

Die Ausgestaltung der zugehörigen Rechtsvorschriften gestaltete sich in Österreich nicht ganz einfach. Nachdem das Baurecht in Österreich Ländersache ist, oblag die Umsetzung weitgehend den einzelnen Bundesländern. Bundesgesetzlich wurde nur die Pflicht zur Vorlage von Energieausweisen geregelt. Um trotzdem möglichst einheitliche Rechtsvorschriften für den Energieausweis zu erreichen, wurde diese Thematik in die laufenden Beratungen zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften im Baurecht einbezogen. Im Rahmen des Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB) wurden so insgesamt sechs OIB-Richtlinien erarbeitet, die sich thematisch jeweils auf eine der „wesentlichen Anforderungen“ der *Bauprodukterichtlinie* [3] der Europäischen Gemeinschaft (heute EU) beziehen. Die *OIB-Richtlinie 6 – Energieeinsparung und Wärmeschutz* regelt neben den Anforderungen an Gebäude auch die Erstellung von Energieausweisen. Diese OIB-Richtlinie wurde in der Folge von allen Bundesländern außer Salzburg² ins Landesrecht übernommen.

Für die Berechnung verweist die *OIB-Richtlinie 6* auf den ebenfalls vom OIB herausgegebenen *Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden* [26]. Vor der Veröffentlichung der entsprechenden Normen auf nationaler Ebene regelte dieser vorübergehend die Berechnung der Energiekennzahlen. Die Berechnungsvorschriften wurden in weiterer Folge in die nationalen Normen übernommen. Heute sind im *Leitfaden* noch die wesentlichen Rahmenbedingungen für die Berechnungen geregelt. Für die Berechnungen selbst wird weitestgehend auf die entsprechenden nationalen Normen verwiesen. Diese liegen überwiegend bereits wieder in neuen Ausgaben vor, um Fehler zu korrigieren und diese an die inzwischen fertiggestellten europäischen Normen anzupassen.

Aus dieser nicht sehr langen, aber durchaus bewegten Geschichte heraus ist der Energieausweis für Gebäude in seiner österreichischen Ausprägung entstanden. Er soll eine möglichst objektive Bewertung der thermischen Qualität des Gebäudes und seiner haustechnischen Anlagen bei vertretbarem Erstellungsaufwand ermöglichen. Es sollte dabei nie vergessen werden, dass für die Berechnungen des Energieausweises eine ganze Reihe von Modellbildungen und vereinfachenden Annahmen notwendig ist. Der tatsächliche Energieverbrauch wird aber nicht zuletzt aufgrund des jeweiligen Nutzungsverhaltens

¹Vgl. *EPBD* [4], Artikel 15: Diese Frist wurde Mitgliedsstaaten gewährt, die zum Zeitpunkt des Inkrafttretens noch nicht in ausreichendem Maße über das notwendige Fachpersonal verfügten.

²Salzburg regelt die Energieausweiserstellung derzeit noch über eine Verordnung aus dem Jahr 2003 und scheint auch für die Zukunft eine Sonderlösung nur teilweise angelehnt an die Dokumente des OIB anzustreben. [Vgl. 65. *Verordnung der Salzburger Landesregierung vom 24. Juni 2003 über den Energieausweis von Bauten* (LGBl Nr 65/2003 18. Stück) und Entwurf für eine Bautechnikverordnung-Energie (BTV-E) der Salzburger Landesregierung vom 11.05.2010.] Auf diesen Sonderfall wird im Rahmen dieser Arbeit nicht mehr näher eingegangen.

und des tatsächlichen Klimas im jeweiligen Jahr immer von den errechneten Kennzahlen abweichen.

1.1. Aufgabenstellung

Für die Berechnung von Energiekennzahlen im Energieausweis kann es erforderlich sein, ein Gebäude in einzelne Bereiche zu unterteilen.

- Auf Nutzenergieebene wird die Energiebilanz jeweils für eine (Gebäude-)Zone aufgestellt. Der Nutzenergiebedarf ist dabei jene Energiemenge, die einer Zone zugeführt oder aus dieser abgeführt werden muss, um den thermischen Komfort im behaglichen Bereich zu halten.
- Auf Endenergieebene hingegen wird die Energiebilanz für die jeweilige Anlage für einen einheitlichen Versorgungsbereich aufgestellt. Der Endenergiebedarf wird ausgehend von der erforderlichen Nutzenergie für den Versorgungsbereich berechnet. Er stellt die Energiemenge dar, welche den haustechnischen Systemen zugeführt werden muss, um den thermischen Komfort im entsprechenden Versorgungsbereich aufrecht zu erhalten. Der Endenergiebedarf erhöht sich gegenüber dem Nutzenergiebedarf um die Verluste der haustechnischen Anlagen und reduziert sich gegebenenfalls durch die Nutzung von Umweltwärme.

Unter dem Überbegriff der Zonierung wird diese notwendige Unterteilung des betrachteten Gebäudes auf Nutzenergie- und Endenergieebene für die Berechnung der Energiekennzahlen zusammengefasst.

Um objektiv vergleichbare und möglichst reproduzierbare Kennzahlen unabhängig von der bearbeitenden Person zu ermitteln, werden die Regeln zur Zonierung für den Energieausweis in den rechtlichen Vorschriften weitestgehend vorgegeben. Diese Zonierungsvorschriften werden in der vom Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB) herausgegebenen *Richtlinie 6 – Energieeinsparung und Wärmeschutz* [28] sowie im zugehörigen *Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden* [26] definiert.

Eine wesentliche Rolle bei der Zonierung auf Nutzenergieebene spielen die Nutzungsprofile. Diese geben in konditionierten Bereichen standardisierte Nutzungsbedingungen für die Berechnung von Kennzahlen vor. Sie dienen für den Energieausweis gleichzeitig aber auch als Kriterium für die Unterteilung in (Gebäude-)Zonen. Abhängig von der Auswahl der vorgegebenen Nutzungsprofile und dem Grad ihrer Detaillierung ergeben sich somit auch unterschiedliche Voraussetzungen für die Zonierung. Die nationalen Vorschriften in Österreich sehen Nutzungsprofile vor, die auf die Nutzung eines gesamten Gebäudes bzw. größerer Teile davon abstellen. Dabei handelt es sich um eine sehr grobe Zuordnung. Im Falle einer feineren Zuordnung würde diese über die Nutzung einzelner Räume erfolgen. Im Österreich erfolgt jedoch für den Energieausweis innerhalb der einheitlichen „Gebäudenutzung“ keine weitere Unterscheidung hinsichtlich der konkreten Nutzung einzelner Räume.

Gespräche mit Personen, die regelmäßig Energieausweise ausstellen, sowie mit Herstellern von Software zur Energieausweiserstellung haben ergeben, dass bei der Anwendung der Zonierungsvorschriften und der damit verbundenen Zuordnung der Nutzungsprofile in der Praxis immer wieder Unklarheiten auftreten. Dieses Problem wurde in der vorliegenden Arbeit aufgegriffen. Die daraus abgeleitete Aufgabenstellung ist somit, Optimierungspotential in den nationalen Vorschriften aufzuzeigen, um die identifizierten Probleme und Unklarheiten bei der Zonierung sowie der damit verbundenen Zuweisung von Nutzungsprofilen beseitigen zu können.

Daraus ergibt sich folgende allgemeine Fragestellung: Wie können die Zonierungsregeln und die Nutzungsprofile so modifiziert werden, dass anhand dieser eine möglichst reproduzierbare, unmissverständliche Zonierung möglich ist?

Aus der Bearbeitung dieser Fragestellung heraus ergab sich im Zuge der Bearbeitung eine konkrete Problemstellung in den Zonierungsvorschriften, für die bis dato noch keine nähere Untersuchung vorliegt. Es wird derzeit in den Vorschriften keine klare Aussage darüber getroffen, ob und wie eine Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen als Zonierungskriterium vorgesehen ist. Im Zuge der Validierung des Berechnungsverfahrens wurde zwar für ausgewählte Räume mit unterschiedlichen Orientierungen und Fensterflächenanteilen festgestellt, dass das Berechnungsverfahren akzeptable Ergebnisse im Vergleich zur thermischen Simulation liefert.³ Es stellt sich jedoch die Frage, ob eine Berücksichtigung dieses Zonierungskriteriums innerhalb der heute geltenden Berechnungsvorschriften für ein gesamtes Gebäude zu einer Verbesserung der errechneten Energiekennzahlen im Sinne größerer Realitätsnähe führt. Nur unter dieser Bedingung wäre es gerechtfertigt, dieses zusätzliche Zonierungskriterium zu berücksichtigen. Dabei gilt es zu bedenken, dass jedes zusätzliche Kriterium den ohnehin schon beachtlichen Aufwand der Erstellung von Energieausweisen weiter erhöht.

Angesichts der sonstigen relativ groben Vereinfachungen, die der nationalen Energieausweisberechnung zugrunde liegen, wird keine maßgebliche Verbesserung der errechneten Energiekennzahlen durch dieses Zonierungskriterium erwartet.

1.2. Vorgehensweise

Aus dieser soeben beschriebenen zweistufigen Fragestellung ergibt sich für die vorliegende Arbeit folgender Aufbau:

- **Teil I: Literaturrecherche**

Den Ausgangspunkt und die Grundlage der Arbeit bildet die Zusammenstellung der relevanten Vorschriften zur Zonierung im österreichischen Energieausweis sowie die Klärung einiger für diese Arbeit zentraler Begriffe.

³Vgl. *Diplomarbeit Eiper* [1], die in Kapitel 4 zusammenfassend beschrieben wird.

Anschließend werden die derzeit rechtsgültigen Zonierungsvorschriften analysiert und auf Widersprüche und Unklarheiten hin untersucht. Wo immer es möglich erscheint, sollen daraus in weiterer Folge Vorschläge zur Konkretisierung bzw. Weiterentwicklung der Vorschriften hinsichtlich Zonierung und Nutzungsprofilen entstehen.

Es folgt ein allgemeiner Überblick über die vorhandene Literatur im Bereich Zonierung und Nutzungsprofile, bevor im Hinblick auf Teil II das Berechnungsverfahren auf eine Berücksichtigung der Zonierung hin untersucht wird.

- **Teil II: Vergleichsrechnungen**

In Teil II werden detaillierte Berechnungen zur Problemstellung der Zonierung nach Orientierung und Fensterflächenanteilen angestellt. Anhand von Vergleichsrechnungen an einem konkreten Objekt – dem Landeskrankenhaus Graz-West – soll überprüft werden, ob eine Berücksichtigung dieses Zonierungskriteriums zu einer Verbesserung der Energiekennzahlen führt.

Diese Überprüfung wird an einem ausgewählten Gebäudetrakt durchgeführt. Die Energiekennzahlen für diesen Gebäudetrakt werden anhand der normkonformen Berechnungen ermittelt. Für die Berechnung wird jedoch zwischen zwei verschiedenen Varianten der Zonierung unterschieden. Ein erster Berechnungsdurchgang erfolgt mit Zonierung anhand der Rechtsvorschriften ohne Berücksichtigung des fraglichen Zonierungskriteriums „Orientierung und Fensterflächenanteile“. In einem zweiten Durchgang werden die Kennzahlen unter zusätzlicher Berücksichtigung dieses Kriteriums berechnet.

Um beurteilen zu können, ob es durch das zusätzliche Zonierungskriterium auf Nutzenergieebene zu einer Verbesserung der Energiekennzahlen kommt, werden die beiden Varianten einem detaillierten Referenzmodell gegenübergestellt. Anschließend werden die Abweichungen der errechneten Kennzahlen jeder Variante von den Ergebnissen der Referenzvariante ermittelt. Eine Verbesserung der errechneten Energiekennzahlen liegt vor, wenn die Abweichungen bei Anwendung des fraglichen Zonierungskriteriums geringer ausfallen als bei Vernachlässigung desselben.

Ergänzend dazu soll am selben Objekt auch geprüft werden, wie sehr sich eine Unterteilung des gesamten Gebäudekomplexes in seine einzelnen Trakte auf die errechneten Kennzahlen auswirkt. Auch dies könnte als eine sehr grobe Form der Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen im Zuge der Zonierung angesehen werden.

Eine detailliertere Beschreibung der Berechnungsvorhaben erfolgt in der Einleitung zu Teil II.

- **Teil III: Weiterentwicklung der Vorschriften**

Abschließend sollen Vorschläge und Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Vorschriften zur Erstellung von Energieausweisen auf Grundlage dieser Arbeit gemacht werden. Die einzelnen Vorschläge auf Grundlage der in Teil I festgestellten Unklarheiten und Probleme sollen dazu beitragen, die Rechtsvorschriften unmissverständlich und auch in Spezialfällen sinnvoll anwendbar zu machen. Auch die Erkenntnisse aus den Vergleichsrechnungen in Teil II sollen gegebenenfalls in entsprechende Vorschläge zur Weiterentwicklung der Vorschriften münden.

Teil I.

Literaturrecherche

2. Rahmenbedingungen der Energieausweiserstellung in Österreich

Ende 2002 wurde auf EU-Ebene die Einführung von Energieausweisen für Gebäude über eine EU-Richtlinie (*EPBD* [4]) initiiert. Die Energieausweispflicht wurde in Österreich mit 1. Jänner 2008 für Neubauten und ein Jahr darauf auch für Bestandsgebäude eingeführt. Damit verbunden war, wie in der Einleitung bereits umrissen, die Definition der zugehörigen Vorschriften zur Energieausweiserstellung.

Als Grundlage für die weiteren Betrachtungen wird zuerst die Bedeutung einiger Begriffe für diese Arbeit geklärt. Im Anschluss wird auf die nationalen Vorschriften zur Erstellung von Energieausweisen eingegangen, die den Ausgangspunkt für die folgende Analyse der aktuellen Zonierungsvorschriften bilden.

2.1. Begriffsbestimmungen

Die folgenden Begriffsbestimmungen stellen das Rüstzeug dar, um die Bestimmungen hinsichtlich der Zonierung in weiterer Folge bearbeiten zu können. Der Großteil der beschriebenen Begriffe ist über die entsprechenden Vorschriften adäquat definiert. In einigen Punkten wurden für diese Arbeit Präzisierungen vorgenommen, auf die jedoch explizit hingewiesen wird. Auf eine alphabetische Reihung der beschriebenen Begriffe wurde zugunsten einer teilweise aufeinander aufbauenden Beschreibung verzichtet.

Konditionierter Bereich: Zum konditionierten Bereich eines Gebäudes zählen jene Räume bzw. Grundflächenanteile, die auf Grund bestimmungsgemäßer Nutzung unmittelbar oder über einen Raumverbund mittelbar konditioniert werden.⁴ Der gesamte konditionierte Bereich eines Gebäudes bildet den Ausgangspunkt für die gegebenenfalls notwendige Zonierung zur Berechnung der Energiekennzahlen.

⁴Vgl. ÖNORM B 8110-6 [15], 3.4. und 4. in Verbindung mit *Leitfaden* [26], 2.6.1; Anzumerken ist, dass der *Leitfaden* [26] davon ausgeht, dass ein Bereich dann als konditioniert zu betrachten ist, wenn für diesen Anforderungen an zumindest eine Art der Konditionierung (Heizung, Kühlung, Befeuchtung oder Belüftung) gestellt werden. Aufgrund der vorgegebenen Nutzungsprofile in ÖNORM B 8110-5 [13] können für die Betrachtung im Energieausweis derzeit jedoch nur solche Bereiche als konditioniert berücksichtigt werden, die zumindest beheizt werden. Nutzungsprofile für unbeheizte, beispielsweise nur über Anlagen belüftete Bereiche sind nicht vorhanden und das Heranziehen abgeänderter Nutzungsprofile ist für die Ausstellung rechtskonformer Energieausweise nicht zulässig. Ein Änderungsvorschlag dazu wird in Abschnitt 14.2.4 dieser Arbeit unterbreitet.

Zonierung: Als Zonierung wird in dieser Arbeit die notwendige Unterteilung des Gebäudes für die Berechnung des Energiebedarfs bezeichnet.⁵ Für die Berechnung des Nutzenergiebedarfs kann es erforderlich sein, das konditionierte Gebäude in unterschiedliche Zonen zu unterteilen. Für die Berechnung des Energiebedarfs der Anlagen sind die konditionierten Bereiche des Gebäudes gegebenenfalls in Versorgungsbereiche mit unterschiedlichen Versorgungssystemen zu unterteilen.

Zone: Eine Zone umfasst die Räume bzw. Grundflächenanteile innerhalb des konditionierten Bereichs eines Gebäudes, die durch einheitliche Nutzungsanforderungen (Temperatur, Belüftung und Beleuchtung) bei gleichartigen Randbedingungen gekennzeichnet sind.⁶ Die Energiebilanz auf Gebäudeebene wird für jede Zone getrennt erstellt. Auch die Bezeichnung als Gebäudezone ist gebräuchlich.

Versorgungsbereich: „Versorgungsbereiche umfassen jene Gebäudeteile bzw. jene Gebäudezonen, die von der gleichen „Anlagentechnik“ (Heizung, Warmwasser, Lüftung, Kühlung oder Beleuchtung) versorgt werden.“⁷ Die Energiebilanz einer Anlage wird für ihren jeweiligen Versorgungsbereich aufgestellt. „Ein Versorgungsbereich kann sich dabei über mehrere Zonen erstrecken, eine Zone kann aber auch mehrere (unterschiedliche) Versorgungsbereiche einschließen.“⁸ Das Hauptkriterium stellt ein einheitliches Versorgungssystem dar. Somit kann es auch erforderlich sein, für die vorhandenen Heizungssysteme eine andere Unterteilung in Versorgungsbereiche vorzunehmen als beispielsweise für die unterschiedlichen Lüftungssysteme im selben Gebäude.

Gebäudekategorie: Über die Gebäudekategorien wird für den Energieausweis zwischen verschiedenen Nutzungen eines Gebäudes unterschieden. Die möglichen Gebäudekategorien werden in der *OIB-Richtlinie 6* [28] definiert und sind in Abschnitt 3.1.1 dieser Arbeit angeführt. Abhängig von der Nutzung kann es notwendig sein, Teile eines Gebäudes unterschiedlichen Gebäudekategorien zuzuordnen.⁹

Nutzungsprofil: Das Nutzungsprofil definiert die anzunehmenden, einheitlichen Randbedingungen wie Temperatur, Luftwechsel und Nutzungszeiten für eine zu berechnende Zone.¹⁰ Die entsprechenden Nutzungsprofile für die verschiedenen Gebäudekategorien im Energieausweis sind über die ÖNORM B 8110-5 [13] vorgegeben.

Standortklima: Das Standortklima ist ein über die ÖNORM B 8110-5 [13] für die Berechnung von Energieausweisen vorgegebenes Klima zur Ermittlung von Energiekennzahlen für das Gebäude am tatsächlichen Standort. Für das gleiche Gebäude

⁵Vgl. *Leitfaden* [26], 2.6.

⁶Vgl. *Leitfaden* [26], 2.6.1.

⁷*Leitfaden* [26], 2.6.1; Im *Leitfaden* werden die Versorgungsbereiche auch fallweise als Zonen bezeichnet. In dieser Arbeit werden die beiden Begriffe „Zone“ und „Versorgungsbereich“ jedoch ausschließlich im Sinne der oben angeführten Definitionen verwendet, um Missverständnissen vorzubeugen.

⁸*Leitfaden* [26], 2.6.1

⁹Vgl. *OIB-Richtlinie 6* [28], 2.2.

¹⁰Vgl. ÖNORM B 8110-6 [15], 3.16.

ergeben sich abhängig vom Standort und dem dafür definierten Klima unterschiedliche Energiekennzahlen.

Referenzklima: Das Referenzklima ist ein in der ÖNORM B 8110-5 [13] für die Berechnung von Energieausweisen standortunabhängig vorgegebenes Klima zur Ermittlung von Energiekennzahlen. Diese Kennzahlen können zum Vergleich der thermischen Qualität von Gebäuden unabhängig vom Standort herangezogen werden.

Konditionierte Brutto-Grundfläche: Die konditionierte Brutto-Grundfläche wird unter Berücksichtigung der Detailfestlegungen der ÖNORM B 8110-6 [15] gemäß ÖNORM B 1800 [9] für jede Zone sowie für den gesamten konditionierten Bereich eines Gebäudes ermittelt.¹¹ Spezifische Angaben von Energiekennzahlen, die für das Standortklima zu ermitteln sind, werden auf diese Fläche bezogen.

Konditioniertes Brutto-Volumen: Das konditionierte Brutto-Volumen wird wiederum unter Berücksichtigung der Detailfestlegungen der ÖNORM B 8110-6 [15] gemäß ÖNORM B 1800 [9] für jede Zone sowie für den gesamten konditionierten Bereich eines Gebäudes ermittelt.¹² Spezifische Angaben von Energiekennzahlen, die für das Referenzklima zu ermitteln sind, werden auf dieses Volumen bezogen.

Gebäudetrakt: Als Gebäudetrakte oder auch Gebäudeflügel werden die miteinander verbundenen Baukörper eines Gebäudekomplexes bezeichnet. Der einzelne Gebäudetrakt kann dabei unmittelbar an den Hauptbau (Haupttrakt) angrenzen oder aber davon abgesetzt und nur über ein Verbindungselement mit ihm verbunden sein.¹³

Konditionierungssysteme: Für den Energieausweis werden bei der Betrachtung der haustechnischen Anlagen die folgenden Konditionierungssysteme unterschieden: Raumheizungssysteme, Warmwassersysteme, Raumlufttechniksysteme, Befeuchtungssysteme, Kühltechniksysteme und Beleuchtungssysteme.

Anlagenkonfiguration: Verfügt ein Bereich über eine einheitliche Anlagenkonfiguration, so bedeutet das im Rahmen dieser Arbeit, dass dieser Bereich jeweils über ein einheitliches Versorgungssystem hinsichtlich Heizung, Warmwasser, Lüftung, Kühlung und Beleuchtung verfügt.

Multiple Systeme: Von multiplen Systemen wird gesprochen, wenn in einem Gebäude unterschiedliche Bereitstellungs-, Speicher-, Verteil- und/oder Abgabesysteme vorhanden sind.¹⁴ Multiple Systeme führen zur Unterteilung in Versorgungsbereiche, sofern die unterschiedlichen Systeme getrennte Bereiche versorgen. In Sonderfällen können aber auch multiple Systeme für den selben Versorgungsbereich vorliegen.

¹¹ Vgl. ÖNORM B 8110-1 [10], 3.13.

¹² Vgl. ÖNORM B 8110-1 [10], 3.14.

¹³ Vgl. PEVSNER, N. ; HONOUR, H. ; FLEMING, J.: *Lexikon der Weltarchitektur*, 3. Auflage, 1992, Prestel-Verlag – ISBN 3-7913-1238-3; Siehe „Trakt“ bzw. „Flügel“.

¹⁴ Vgl. *Leitfaden* [26], 2.7. in Verbindung mit *Erläuternde Bemerkungen* [23], zu Punkt 2.7 des *Leitfaden*.

2.2. Nationale Vorschriften

Die nationalen Vorschriften zur Erstellung von Energieausweisen bilden den Ausgangspunkt und die Grundlage für die vorliegende Arbeit. Dabei handelt es sich einerseits um rechtliche Vorschriften und deren Erläuterungen und andererseits um die Normen, welche die anerkannten Regeln der Technik im jeweiligen Bereich definieren. Die Zonierungsvorschriften, die im nächsten Kapitel analysiert werden sollen, entstammen den Rechtsvorschriften. Die angeführten Normen wiederum enthalten insbesondere die konkreten Berechnungsvorschriften für den Energieausweis und damit auch für die Durchführung der Vergleichsrechnungen in Teil II.

Nachfolgend aufgezählte Dokumente bilden für Österreich aktuell die nationalen Vorschriften für den Energieausweis. Sie basieren, wie im Zuge der Einleitung bereits beschrieben, auf den entsprechenden europäischen Vorschriften.

Zuerst werden die rechtsverbindlichen Dokumente und deren Erläuterungen nach herausgebenden Institutionen und nachfolgend der Bedeutung des Dokuments geordnet angeführt. Für diese Dokumente erfolgt zusätzlich zu einer kurzen Beschreibung ihrer Bedeutung für die Energieausweiserstellung auch eine kompakte Klärung hinsichtlich ihres rechtlichen Status. Die relevanten Normen werden im Anschluss angeführt, wobei wiederum jeweils deren Anwendungsbereich kurz beschrieben wird.

Ein Teil der Normen wird hier aufgrund einer Unklarheit in zwei Fassungen angeführt: In derjenigen, auf die über das Dokument *OIB-Richtlinien – Zitierte Normen und sonstige technische Regelwerke* [29] verwiesen wird, und in der jeweils aktuellsten. Diese Unklarheit tritt auf, da das besagte Dokument seit seiner Herausgabe im Jahr 2007 nicht mehr überarbeitet wurde, während sich die entsprechenden Normen weiterentwickelt haben. Mehr dazu im Zuge der nachfolgenden Ausführungen zu diesem Dokument.

Energieausweis-Vorlage-Gesetz (EAVG) [30]. Das Bundesgesetz regelt in der geltenden, ersten Fassung die Pflicht zur Vorlage eines Energieausweises beim Verkauf und bei der In-Bestand-Gabe (Vermietung, Verpachtung) von Gebäuden und Nutzungsobjekten.

OIB-Richtlinie 6 – Energieeinsparung und Wärmeschutz [28]. Dieses vom OIB herausgegebene Dokument enthält die wesentlichen Anforderungen an Gebäude im Bereich Energieeinsparung und Wärmeschutz. Im Zuge dessen sind auch die Anforderungen an Energieausweise für Gebäude rechtsverbindlich geregelt. Zur Berechnung der dafür erforderlichen Kennzahlen wird durchgehend auf den *Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden* [26] verwiesen. Die *OIB-Richtlinie 6* dient zur Harmonisierung bautechnischer Vorschriften in ihrem Bereich und wurde von den einzelnen Bundesländern – mit der Ausnahme von Salzburg¹⁵ – durch

¹⁵Zur Situation in Salzburg wird auf die vorangegangenen Anmerkungen in Kapitel 1 verwiesen.

Beschluss des jeweiligen Landtages verbindlich ins landeseigene Baurecht übernommen. Die erste und nach wie vor aktuelle Ausgabe ist die von April 2007, wobei sich diese derzeit in Überarbeitung befindet. Mit der Herausgabe einer neuen Fassung ist frühestens in der zweiten Hälfte des laufenden Jahres zu rechnen.

OIB-Richtlinien – Zitierte Normen und sonstige technische Regelwerke [29]. Dieses Dokument fasst für alle OIB-Richtlinien (1-6) gesammelt die relevanten Normen und sonstigen technischen Regelwerke zusammen. So verweist auch die *OIB-Richtlinie 6* [28] und der nachfolgend genannte *Leitfaden* [26] auf dieses Dokument, um die geltende Fassung der heranzuziehenden Normen zu definieren. Nachdem dieses Dokument nach wie vor mit Stand von Oktober 2007 vorliegt, verweist es für die Berechnung von Energiekennzahlen inzwischen auf eine ganze Reihe veralteter Normen bzw. Vornormen.

Im Zuge dieser Aufzählung der Vorschriften wird aus diesem Grund sowohl die in diesem Dokument angeführte (ältere) als auch eine gegebenenfalls vorliegende neuere, überarbeitete Ausgabe der einzelnen Normen angeführt!

Insbesondere in die damals neu entwickelten Vornormen zur Berechnung des Energiebedarfs auf Endenergieebene haben sich teilweise gravierende Fehler eingeschlichen, die im Extremfall sogar eine Berechnung der jeweiligen Kennzahlen unmöglich machen. Inzwischen liegen für einen Großteil der zitierten Normen bereits neuere Ausgaben vor, die Überarbeitungen und damit Weiterentwicklungen dieser genannten (Vor-)Normen darstellen.

*In weiterer Folge wird für diese Arbeit daher jeweils nur mehr die aktuelle Ausgabe der in diesem Dokument angeführten Normen herangezogen und angeführt.*¹⁶

Zur Behebung dieser Problematik wird auf die Empfehlung in Abschnitt 14.1.2 verwiesen.

Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden [26]. Dieses vom OIB herausgegebene Dokument ist ein technischer Anhang zur *OIB-Richtlinie 6* [28] und hat damit ebenfalls rechtsverbindlichen Charakter. Der *Leitfaden* enthält neben den regulären Bestimmungen zur Berechnung der Energiekennzahlen auch ein vereinfachtes Verfahren und Empfehlungen für Verbesserungsmaßnahmen an Bestandsgebäuden. Mit Ausnahme der Berechnung des Endenergiebedarfs verweist er zur Berechnung der notwendigen Kennzahlen ohne Angabe der Ausgabe auf die entsprechenden Berechnungsnormen. Der *Leitfaden* liegt analog zur *Richtlinie 6* aktuell in der Ausgabe von April 2007 vor.

Erläuternde Bemerkungen zu OIB-Richtlinie 6 und zum OIB-Leitfaden [23]. Dieses ebenfalls mit Stand April 2007 vom OIB veröffentlichte Dokument dient dazu,

¹⁶Für die Energieausweiserstellung selbst ergibt sich in der Regel kaum eine Wahlmöglichkeit zwischen den Normversionen. Da die Berechnung mittels Softwareunterstützung erfolgt, ist man indirekt darauf angewiesen, die Normausgabe anzuwenden, die der jeweiligen Software zugrunde liegt.

die Intention der einzelnen Punkte der *OIB-Richtlinie 6* [28] sowie des *Leitfadens Energietechnisches Verhalten von Gebäuden* [26] festzuhalten. Die *Erläuternden Bemerkungen* besitzen selbst keinen rechtsverbindlichen Charakter. Ihr Inhalt kann jedoch als Interpretationshilfe für die Bestimmungen der beiden Dokumente angesehen werden.

FAQs zur OIB-Richtlinie 6 [24]. Die auf der Homepage des OIB veröffentlichten *FAQs* geben Antworten auf einige im Zuge der Erstellung von Energieausweisen wiederholt aufgetretene Unklarheiten. Entgegen ihrem Titel beziehen sich die *FAQs* nicht nur auf die praktische Anwendung der *Richtlinie 6* selbst, sondern auch auf den zugehörigen *Leitfaden* und einige allgemeine Punkte. Es handelt sich dabei um eine weitere Interpretationshilfe, die selbst keine rechtliche Bedeutung hat.

ÖNORM B 1800 : 2002 [9]. *Ermittlung von Flächen und Rauminhalten von Bauwerken.* Die Anwendung dieser Norm ist gemäß *Leitfaden* [26] zur Ermittlung der relevanten Gebäudedaten unter Beachtung einiger Sonderbestimmungen gemäß ÖNORM B 8110-6 [15] vorgeschrieben.

ÖNORM B 8110-1 : 2008 [10]. *Wärmeschutz im Hochbau – Teil 1: Anforderungen an den Wärmeschutz und Deklaration des Wärmeschutzes von Gebäuden/Gebäudeteilen – Heizwärmebedarf und Kühlbedarf.* Diese Norm hat nur mehr untergeordnete Bedeutung, da alle wesentlichen, darin definierten Anforderungen an Gebäude und deren Bauteile nunmehr direkt über die *OIB-Richtlinie 6* [28] rechtsverbindlich geregelt sind. Die Dokumente des OIB verweisen derzeit nicht auf diese Norm. Sie liefert aber als erster Teil der Normenreihe B 8110 eine Reihe von Definitionen für relevante Begriffe.

ÖNORM B 8110-3 : 1999 [11]. *Wärmeschutz im Hochbau – Teil 3: Wärmespeicherung und Sonneneinflüsse.* Diese Norm dient zur Ermittlung und Einschätzung der Wärmespeicherfähigkeit eines Gebäudes. Der Nachweis des sommerlichen Überwärmungsschutzes gemäß *OIB-Richtlinie 6* [28] wird soweit erforderlich anhand dieser Norm geführt. Die detailliert berechnete Wärmespeicherfähigkeit kann in weiterer Folge zur Ermittlung der Gebäudezeitkonstanten im Zuge der Berechnungen gemäß ÖNORM B 8110-6 [15] herangezogen werden.¹⁷

ÖNORM B 8110-5 : 2007 [12] bzw. 2010 [13]. *Wärmeschutz im Hochbau – Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile.* Diese Norm gibt das Referenzklima vor und definiert die Ermittlung des anzusetzenden Standortklimas. Zudem werden die für die Berechnung des Energieausweises verbindlich einzusetzenden Nutzungsprofile für die verschiedenen Gebäudekategorien laut *OIB-Richtlinie 6* [28] vorgegeben.

ÖNORM B 8110-6 : 2007 [14] bzw. 2010 [15]. *Wärmeschutz im Hochbau – Teil 6: Grundlagen und Nachweisverfahren – Heizwärmebedarf und Kühlbedarf.* Die Norm

¹⁷Sofern kein Nachweis laut ÖNORM B 8110-3 geführt wird, sieht die ÖNORM B 8110-6 Defaultwerte für die wirksame Wärmespeicherfähigkeit abhängig von der Bauweise vor.

dient zur Bestimmung des Heizwärmebedarfs sowie des Kühlbedarfs für den Energieausweis aufgrund der vorgegebenen Klimamodelle und Nutzungsprofile.

ÖNORM H 5055 : 2008 [18]. *Energieausweis für Gebäude.* Die Dokumente des OIB verweisen derzeit nicht auf diese Norm, womit sie aktuell keinen rechtsverbindlichen Charakter besitzt. Die rechtlich relevanten Vorgaben zum Energieausweis, die zumindest hinsichtlich der Ermittlung des Endenergiebedarfs im Widerspruch zu den Bestimmungen dieser Norm stehen, finden sich in der *OIB-Richtlinie 6* [28] und im zugehörigen *Leitfaden* [26]. Aktuell bietet die Norm unter anderem einen Überblick über die Verknüpfung der einzelnen Normen der Serien B 8110 und H 505X im Zuge der Energieausweisberechnung. Zudem liefert sie eine Definition für die im Rahmen der Energieausweiserstellung zu dokumentierenden Punkte.¹⁸ Die Norm soll im Zuge einer Überarbeitung eine Aufwertung erfahren.

ÖNORM H 5056 : 2007 (Vornorm) [35] bzw. 2010 [19]. *Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Heiztechnik-Energiebedarf.* Die Norm regelt auf Grundlage der Nutzungsprofile, des Heizwärmebedarfs und des Raumluftechnik-Energiebedarfs die Ermittlung des Heiztechnik-Energiebedarfs für den Energieausweis.

ÖNORM H 5057 : 2007 (Vornorm) [36] bzw. 2010 [20]. *Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Raumluftechnik-Energiebedarf für Wohn- und Nichtwohngebäude.* Diese Norm wird zur Bestimmung des erforderlichen Raumluftechnik-Energiebedarfs für Wohn- und Nicht-Wohngebäude herangezogen, sofern nicht ausschließlich natürlich belüftet wird.

ÖNORM H 5058 : 2007 (Vornorm) [37] bzw. 2010 [21]. *Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Kühltechnik-Energiebedarf.* Die Norm regelt die Ermittlung des Kühltechnik-Energiebedarfs ausgehend vom Kühlbedarf. Sie ist nur für die Berechnung von Energieausweisen von Nicht-Wohngebäuden von Bedeutung. Für die Berechnung des Endenergiebedarfs von Wohngebäuden werden allenfalls vorhandene Kühlgeräte vernachlässigt.¹⁹

ÖNORM H 5059 : 2007 (Vornorm) [38] bzw. 2010 [22]. *Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Beleuchtungsenergiebedarf.* Diese Norm gibt Werte für den Beleuchtungsenergiebedarf für Energieausweise von Nicht-Wohngebäuden vor bzw. regelt optional dessen detaillierte Berechnung gemäß der entsprechenden europäischen Norm. Für die Berechnung des Endenergiebedarfs von Wohngebäuden wird der Beleuchtungsenergiebedarf vernachlässigt.²⁰

¹⁸Vgl. ÖNORM H 5055 [18], 5.3: Befund. Die Norm schreibt vor, dass detailliert anzugeben ist, welche ÖNORMen und welche Hilfsmittel (z.B. Software) für die Energieausweisberechnung herangezogen wurden und wie die Kennwerte (geometrische, bauphysikalische und haustechnische Eingangsdaten) ermittelt wurden.

¹⁹Vgl. *Leitfaden* [26], 3.1.

²⁰Vgl. *Leitfaden* [26], 3.1.

3. Analyse der aktuellen Zonierungsvorschriften

Im Anschluss an die Klärung der Rahmenbedingungen für diese Arbeit, werden in diesem Kapitel die geltenden Zonierungsvorschriften für die Energieausweisberechnungen Schritt für Schritt analysiert. Wie bereits aus Abschnitt 2.2 hervorging, sind die für die Zonierung relevanten Bestimmungen auf mehrere Dokumente verteilt. Daher macht eine Bearbeitung in der Reihenfolge der einzelnen Bestimmungen in den zugrunde liegenden Dokumenten wenig Sinn. Die Reihenfolge der einzelnen Schritte dieser Analyse ergibt sich vielmehr aus der Reihenfolge ihrer Anwendung bei der Energieausweiserstellung. Im Zuge dieser Analyse sollen Probleme und Unschärfen in der Anwendung der Bestimmungen identifiziert werden.

Darauf aufbauend sollen in Teil III Vorschläge zur Modifizierung der Zonierungsregeln und gegebenenfalls auch der Nutzungsprofile entstehen. Das Ziel besteht darin, dass nach einer Umsetzung der Änderungsvorschläge die Zonierung weitestgehend unmissverständlich, objektiv und somit reproduzierbar vorgenommen werden kann.

Die folgende Analyse konzentriert sich im Wesentlichen auf die Zonierungsvorschriften. Der eigentlichen Zonierung gehen jedoch bereits einige vorbereitende Schritte voraus, die hier der Vollständigkeit halber zumindest benannt werden sollen. So gilt es vorab anhand der *OIB-Richtlinie 6* [28] zu klären, ob für das betreffende Gebäude bzw. seine Gebäudeteile überhaupt Energieausweispflicht herrscht. Anschließend sind die konditionierten Bereiche des Gebäudes im Sinne des *Leitfaden* [26] zu ermitteln.²¹ Dabei wird auch die Lage der thermischen Gebäudehülle identifiziert, die die konditionierten Bereiche von den unkonditionierten trennt.

3.1. Auszustellende Energieausweise

Die Anzahl der für ein Gebäude erforderlichen Energieausweise hängt derzeit von seiner Zuordnung zu Gebäudekategorien aufgrund der Nutzung ab. In den folgenden Abschnitten wird diese Unterteilung eines Gebäudes nach seiner Nutzung und die dabei vorgesehene Vereinfachung behandelt. Für alle sich daraus schließlich ergebenden Gebäudekategorien ist dann ein eigener Energieausweis auszustellen. Auch die Überprüfung der durch die *OIB-Richtlinie 6* [28] vorgegebenen Anforderungen erfolgt für jede dieser Gebäudekategorien getrennt.

Ein einziger Energieausweis kann daher für ein ganzes Gebäude nur dann ausgestellt werden, wenn es aufgrund der in den folgenden Unterabschnitten ausgeführten Kriterien als Ganzes ein und derselben nutzungsabhängigen Gebäudekategorie zugewiesen wird. Das Zusammenfassen von Energiekennzahlen von Bereichen unterschiedlicher Nutzung ist bislang noch nicht geregelt. In den *FAQs zur OIB-Richtlinie 6* [24] wird lediglich erläutert, dass die Ergebnisse von mit unterschiedlichen Nutzungsprofilen berechneten

²¹Zu beachten ist dabei die in den Begriffsbestimmungen in Abschnitt 2.1 zum konditionierten Bereich angemerkte implizite Einschränkung auf zumindest beheizte Bereiche.

Bereichen jedenfalls nicht einfach zu einem Gesamtergebnis für das Gebäude addiert werden dürfen.²²

3.1.1. Gebäudekategorien

Die konditionierten Bereiche eines Gebäudes sind in einem ersten Schritt anhand ihrer Nutzung einer oder mehreren verschiedenen Gebäudekategorien zuzuweisen. Die *OIB-Richtlinie 6* [28] stellt dazu folgende Gebäudekategorien zur Auswahl:²³

- Wohngebäude
- Nicht-Wohngebäude
 1. Bürogebäude
 2. Kindergarten und Pflichtschulen
 3. Höhere Schulen und Hochschulen
 4. Krankenhäuser
 5. Pflegeheime
 6. Pensionen
 7. Hotels
 8. Gaststätten
 9. Veranstaltungsstätten
 10. Sportstätten
 11. Verkaufsstätten
 12. Sonstige konditionierte Gebäude

Wie die Bezeichnung der einzelnen Gebäudekategorien bereits impliziert, stellt dies eine relativ grobe Zuordnung der Nutzung für das gesamte Gebäude oder einzelne Gebäudeteile bei unterschiedlichen Nutzungen dar. Die Betrachtung der Nutzung erfolgt somit nicht Raum für Raum aufgrund seiner konkreten Verwendung (z.B. Wohnraum, Nebenraum oder Nassräume), sondern grundsätzlich auf Gebäudeebene (z.B. Wohngebäude, Bürogebäude).

In der Praxis kommt es immer wieder zu Unschärfen bei der Zuweisung von Gebäudekategorien. Dabei geht es meist um die Frage, ob untergeordnete Teilbereiche eines Gebäudes als Teil einer bereits vorhandenen Gebäudekategorie zu betrachten oder in eine andere Kategorie einzuordnen sind. Ein entsprechendes Hilfskriterium, wie es in Abschnitt 14.2.1 mit der organisatorisch getrennten Nutzbarkeit vorgeschlagen wird,

²²Vgl. *FAQs zur OIB-Richtlinie 6* [24], Antwort auf Frage 2 zu Punkt 2.6 des *Leitfaden* [26].

²³*OIB-Richtlinie 6* [28], 2.2.

könnte dazu beitragen, diese Unschärfen zu reduzieren. Ganz vermieden werden können Unschärfen bei einer derart groben Unterteilung in verschiedene Kategorien aber wohl nie.

Damit liegt es im Zweifelsfall letztendlich immer in der Verantwortung der ausstellenden Person, in der erforderlichen Dokumentation²⁴ zur Energieausweiserstellung nachvollziehbar zu begründen, warum welche Zuweisung vorgenommen wurde. Sollte ein Bereich mit fraglicher Zuordnung von seiner Größe her eine sehr untergeordnete Rolle spielen, so gilt es zu beachten, dass dessen Nutzung eventuell aufgrund der nachfolgend in Abschnitt 3.1.3 beschriebenen Vereinfachungsmöglichkeit ohnehin vernachlässigt werden kann.

Sonderfall zentrale Erschließungsflächen: Ein Problem tritt bei Gebäuden auf, deren Teile unterschiedlichen Gebäudekategorien zuzuweisen sind. Einige diese Gebäude verfügen über zentrale Erschließungsflächen, die Bereiche unterschiedlicher Gebäudekategorien gemeinsam erschließen. In diesem Fall stellt sich die Frage, wie mit diesen Erschließungsflächen bei der Zuordnung zu den Gebäudekategorien umzugehen ist. Aktuell gibt es in den *FAQs zur Richtlinie 6* [24] drei Vorschläge, wie mit derartigen zentralen Erschließungsflächen umgegangen werden kann:²⁵

- Einer davon lautet, die gemeinsame zentrale Erschließungsfläche in die Gebäudekategorie „Sonstiges konditioniertes Gebäude“ einzuordnen. Das bedeutet, wie im Abschnitt 3.1.2 noch näher erläutert wird, dass der Energiebedarf dieses zentralen Bereichs im Endeffekt in den Energieausweisen nicht mitberücksichtigt wird. Diese Option erscheint im Sinne der Vergleichbarkeit insofern nicht wünschenswert, als Erschließungsflächen ja auch bei Gebäuden mit eindeutiger Gebäudekategorie jedenfalls mitzuberechnen sind, sofern sie im konditionierten Bereich liegen.
- Die anderen beiden Vorschläge sehen vor, derartigen Erschließungsflächen keine eindeutige Gebäudekategorie zuzuweisen, sondern sie als Teil der zu erschließenden Gebäudekategorien zu sehen. Sie unterscheiden sich lediglich hinsichtlich des Vorschlags für das anzuwendende Nutzungsprofil, worauf im nächsten Abschnitt noch näher eingegangen wird. Die Übernahme dieses Ansatzes in die Rechtsvorschriften erscheint sinnvoll. In Kombination mit einer entsprechenden Konkretisierung hinsichtlich der daraus folgenden Zuordnung eines Nutzungsprofils könnte dieser Ansatz, wie in Abschnitt 14.2.3 vorgeschlagen, zu einer einheitlichen Vorgangsweise führen.

3.1.2. Zuordnung des Nutzungsprofils

Mit der Wahl der Gebäudekategorie ist in der Regel auch schon das für die Berechnung verpflichtend zu verwendende Nutzungsprofil definiert. Die Nutzungsprofile, die

²⁴Vgl. *OIB-Richtlinie 6* [28], 8.1.2: „Anhang“.

²⁵Vgl. *FAQs zur OIB-Richtlinie 6* [24], Antwort auf Frage 2 zu Punkt 2.6 des *Leitfaden* [26].

die anzunehmenden Nutzungsbedingungen vorgeben, sind normseitig gleichlautend mit der Bezeichnung der Gebäudekategorien definiert.²⁶ Doch kaum eine Regel kommt ohne Ausnahmen aus. Hier ergeben sich gleich deren drei.

Sonderfall „Sonstige konditionierte Gebäude“: Eine Ausnahme bildet die Gebäudekategorie „Sonstige konditionierte Gebäude“. Für Gebäude(teile) dieser Kategorie erfolgt keine Berechnung von Energiekennzahlen, womit auch kein Nutzungsprofil dafür erforderlich ist. Die Kategorie „Sonstige konditionierte Gebäude“ dient als Sammelbecken für konditionierte Gebäude(teile), die keiner anderen Kategorie zugewiesen werden können.

In den *FAQs zur OIB-Richtlinie 6* [24] wird jedoch diesen Punkt betreffend sinngemäß darauf hingewiesen, dass zuerst versucht werden muss, die fraglichen Gebäudebereiche einer Gebäudekategorie mit ähnlichem Nutzungsprofil zuzuordnen.²⁷ Dieser rechtlich unverbindliche Hinweis wirft nun aber seinerseits die ungeklärte Frage auf, wo die Grenzen der Zuordnung zu dem Nutzungsprofil liegen, das „am ehesten entspricht“, und ab wann die Betrachtung als „Sonstiges konditioniertes Gebäude“ vorgesehen ist. Liegt die Zuordnung zu einer Gebäudekategorie daher aufgrund der Ähnlichkeit des Nutzungsprofils nicht bereits auf der Hand, so ist wohl die Zuordnung zur Kategorie „Sonstige konditionierte Gebäude“ die unproblematischere Wahl.

Für Gebäude(-teile) der Kategorie „Sonstige konditionierte Gebäude“ sind die weiteren Schritte zur Zonierung nicht mehr von Bedeutung. Für sie wird ohne Berechnung von Energiekennzahlen ein Energieausweis für sonstige konditionierte Gebäude ausgestellt.²⁸ Dieser enthält im Wesentlichen die U-Werte der Bauteile und im Falle von Bestandsgebäuden auch Verbesserungsmaßnahmen.

Für Gebäude(-teile) aller anderen Gebäudekategorien wird die Zonierung wie beschrieben fortgesetzt.

Sonderfall zentrale Erschließungsflächen: Die zweite Ausnahme bilden die bereits in Abschnitt 3.1.1 angesprochenen zentralen Erschließungsflächen für mehrere verschiedene Gebäudekategorien, sofern sie nicht als „Sonstiges konditioniertes Gebäude“ angesehen werden. Die beiden Vorschläge in den *FAQs zur Richtlinie 6*²⁹ laufen hier darauf hinaus, den Nutzenergiebedarf für diesen Bereich unabhängig von den Bereichen mit eindeutiger Gebäudekategorie zu errechnen. Somit sind derartige Erschließungsbereiche als eigene Zonen zu betrachten. Der für diese Zone errechnete Energiebedarf ist zu einem späteren Zeitpunkt auf die erschlossenen Gebäudekategorien aufzuteilen. Die Vorschläge unterscheiden sich jedoch hinsichtlich der Frage, mit welchem Nutzungsprofil dabei die zentrale Erschließungsfläche berechnet werden soll:

²⁶Vgl. ÖNORM B 8110-5 [13], Tabelle 2.

²⁷Vgl. *FAQs zur OIB-Richtlinie 6* [24], Antwort auf Frage 3 zu Punkt 2.2.2 der *OIB-Richtlinie 6* [28].

²⁸Vgl. *OIB-Richtlinie 6* [28], 8.4 und Anhang A.3 (Muster).

²⁹Vgl. *FAQs zur OIB-Richtlinie 6* [24], Antwort auf Frage 2 zu Punkt 2.6 des *Leitfaden* [26].

- Bei Vorliegen einer überwiegenden Nutzung soll die Erschließungsfläche mit diesem Nutzungsprofil berechnet werden.
- Liegt eine Nutzung vor, die eine maximale Nutzungszeit aufweist und zu deren Nutzbarkeit die Konditionierung der Erschließungsfläche notwendig ist, so soll die Erschließungsfläche mit deren Nutzungsprofil berechnet werden.

Die Betrachtung als eigene Zone ist jedenfalls notwendig, um deren Energiebedarf anschließend auf die erschlossenen Gebäudekategorien aufzuteilen. Im Sinne einer einheitlichen Vorgangsweise wäre jedenfalls ein eindeutig definiertes Nutzungsprofil für die Berechnung dieser zentralen Erschließungsflächen anzustreben. Aber auch eine dezidierte Klarstellung, wie der errechnete Energiebedarf auf die erschlossenen Gebäudekategorien aufgeteilt werden soll, erscheint in diesem Zusammenhang notwendig. Mehr dazu in Abschnitt 14.2.3.

Sonderfall Hallenbäder: Die dritte und letzte Ausnahme hat sich durch die Ergänzung des Nutzungsprofils „Hallenbäder“ ergeben, dem (noch) keine gleichlautende Gebäudekategorie in der *OIB-Richtlinie 6* [28] gegenübersteht.³⁰ Hallenbäder sind somit derzeit noch als Teil der Kategorie „Sportstätten“ einzuordnen, haben aber ein separates Nutzungsprofil.

Aufgrund der vorhandenen Systematik ist jedoch davon auszugehen, dass für Hallenbäder und gegebenenfalls angeschlossene andere Sportstätten getrennte Energieausweise auszustellen sind. Schließlich wird in den *FAQs zur Richtlinie 6* [24] festgehalten, dass das Ausstellen eines gemeinsamen Energieausweises aufgrund der Berechnung des Endenergiebedarfs von Bereichen mit unterschiedlichen Nutzungsprofilen bislang noch nicht geregelt ist.³¹

3.1.3. Vereinfachung bei überwiegender Nutzung

Die Zonierungsvorschriften sehen eine Vereinfachung vor, sofern bei einem Gebäude eine überwiegende Nutzung vorliegt:

Sind mindestens 90 % der konditionierten Brutto-Grundfläche eines Gebäudes mit unterschiedlichen Nutzungen der selben Gebäudekategorie und dem selben Nutzungsprofil

³⁰Das Nutzungsprofil „Hallenbäder“ wurde mit der aktuellen Ausgabe der ÖNORM B 8110-5 vom 1.1.2010 [13] eingeführt, die *OIB-Richtlinie 6* [28] blieb seit ihrer Einführung (Ausgabe April 2007) bisher unverändert. Zur Frage, ob die Norm in ihrer aktuellen Fassung Anwendung finden darf, siehe die Ausführungen zum Dokument *OIB-Richtlinien – Zitierte Normen und sonstige technische Regelwerke* [29] in Abschnitt 2.2.

³¹Vgl. *FAQs zur OIB-Richtlinie 6* [24], Antwort auf Frage 1 zu Punkt 2.6 des *Leitfaden* [26].

zugeordnet, so wird das gesamte Gebäude vereinfachend dieser überwiegenden Gebäudekategorie zugewiesen und mit dem zugehörigen Nutzungsprofil berechnet.³² Handelt es sich bei der überwiegenden Nutzung um die eines Wohngebäudes, so wird das gesamte Gebäude unabhängig von der 90 %-Bedingung auch dann vollständig als solches betrachtet, wenn alle anderen Gebäudekategorien zusammen nicht mehr als 50 m² konditionierte Netto-Grundfläche aufweisen.³³

Trifft keine dieser beiden Bedingungen zu, so sind alle vorhandenen Gebäudekategorien – unabhängig von ihrer jeweiligen Größe – getrennt voneinander zu behandeln.

Eine kleiner Widerspruch wurde hier über die *FAQs zur Richtlinie 6* [24] erzeugt. Diese besagen sinngemäß, dass dieses Vereinfachungskriterium (zumindest bei Wohngebäuden) nicht angewendet werden muss, sondern auch eine getrennte Betrachtung der untergeordneten Nutzung möglich ist.³⁴ In den Zonierungsvorschriften selbst sind die genannten Vereinfachungen jedoch nicht als Option formuliert. Wenn man nach dem exakten Wortlaut geht, so sehen die Rechtsvorschriften die betreffenden Vereinfachungen verpflichtend vor, sofern eines der beschriebenen Kriterien zutrifft.

3.2. Berechnung des Nutzenergiebedarfs

Mit der erfolgten Unterteilung aufgrund von Gebäudekategorien und Nutzungsprofilen wurde bereits ein erster Schritt zur Zonierung auf Nutzenergieebene getan. Dieser stellt den Ausgangspunkt für die eventuell notwendige weitere Unterteilung des Gebäudes in unterschiedliche Zonen für die Berechnung des Nutzenergiebedarfs dar.

3.2.1. Unterteilung in (Gebäude-)Zonen

Zur Zonierung auf Nutzenergieebene besagt der *Leitfaden* [26] einleitend folgendes:

„Erstens muss eine Zuordnung für die Berechnung des Nutzenergiebedarfs vorgenommen werden. Dabei werden Bereiche bzw. Räume gleicher Nutzung entsprechend den Nutzungsprofilen gemäß ÖNORM B 8110-5 unter Berücksichtigung der baulichen Gegebenheiten (z.B. Orientierungen und Fensterflächenanteile) zu Nutzungszonen zusammengefasst.“³⁵

³²Vgl. *OIB-Richtlinie 6* [28], 2.2.1 (Wohngebäude) und 2.2.2 (Nicht-Wohngebäude) in Verbindung mit *Leitfaden* [26], 2.6.3.1 lit. a, wobei die Bedingung dort jeweils folgendermaßen formuliert wird: „sofern andere Nutzungen im Ganzen einen Anteil von 10 % der konditionierten Brutto-Grundfläche nicht überschreiten“.

³³Vgl. *OIB-Richtlinie 6* [28], 2.2.1 bzw. *Leitfaden* [26], 2.6.3.1 lit. a.

³⁴Vgl. *FAQs zur OIB-Richtlinie 6* [24], Antwort auf Frage 5 zu Punkt 2.6 des *Leitfaden* [26].

³⁵*Leitfaden* [26], 2.6.3.

Anschließend zählt der *Leitfaden* in vier Punkten die effektiv anzuwendenden Zonierungskriterien auf Nutzenebene³⁶ auf. Von diesen ist nach der bereits vorgenommenen Unterteilung nach Gebäudekategorien bzw. Nutzungsprofilen nur mehr eines auch tatsächlich von Bedeutung. Es ist dies die nachfolgend beschriebene Unterteilung nach der Bauweise mit der zugehörigen Vereinfachungsmöglichkeit. Auf die restlichen Kriterien wird der Vollständigkeit halber im Anschluss noch kurz eingegangen.

Unterteilung nach der Bauweise: Wenn einzelne konditionierte Bereiche eines Gebäudes einer unterschiedlichen Bauweise entsprechen, so sind die jeweiligen Bereiche nach den Bestimmungen des *Leitfaden* [26] getrennt voneinander zu betrachten.³⁷ Folgende Bauweisen stehen für die Unterscheidung gemäß den Berechnungsvorschriften zur Verfügung:³⁸

- **leichte Bauweisen:** Zu den leichten Bauweisen werden beispielsweise Gebäude in Holzbauart ohne massive Innenbauteile zugeordnet.
- **mittelschwere Bauweisen:** Den mittelschweren Bauweisen werden beispielsweise Gebäude in Mischbauweise, sowie Gebäude in Massivbauweise mit abgehängten Decken und überwiegend leichten Trennwänden zugeordnet.
- **schwere Bauweisen:** Den schweren Bauweisen werden beispielsweise Gebäude mit großteils massiven Außen- und Innenbauteilen, schwimmenden Estrichen und ohne abgehängte Decken zugeordnet.
- **sehr schwere Bauweisen:** Den sehr schweren Bauweisen werden beispielsweise Gebäude mit sehr massiven Außen- und Innenbauteilen (Altbaubestand) zugeordnet.

Vereinfachung bei überwiegender Bauweise: Nach dieser Unterteilung anhand der Bauweise kommt das Vereinfachungskriterium bei überwiegender Bauweise analog zu dem bei überwiegender Nutzung zur Anwendung.

Sind mindestens 90 % der konditionierten Brutto-Grundfläche eines Gebäudes mit unterschiedlichen Bauweisen der selben Bauweise zugeordnet, so wird das gesamte Gebäude vereinfachend mit dieser überwiegenden Bauweise berechnet. Handelt es sich bei dem Gebäude mit überwiegender Bauweise um ein Wohngebäude, so wird das gesamte Gebäude unabhängig von der 90 %-Bedingung auch dann vollständig in der selben Bauweise

³⁶Vgl. *Leitfaden* [26], 2.6.3.1.

³⁷Vgl. *Leitfaden* [26], 2.6.3.1 lit. b.

³⁸Im *Leitfaden* [26] selbst werden im Kriterium als Beispiele die Bauweisen „leicht, mittel, schwer“ ohne weitere Erläuterung aufgezählt, während die im Text angeführte Einteilung samt Beschreibung aus Punkt 9.1.2 der zur konkreten Berechnung heranzuziehenden ÖNORM B 8110-6 [15] stammt.

berechnet, wenn die Bereiche aller anderen Bauweisen zusammen nicht mehr als 50 m² konditionierte Netto-Grundfläche ausmachen.³⁹

Trifft keine dieser beiden Bedingungen zu, so sind alle Bereiche mit unterschiedlicher Bauweise – unabhängig von ihrer Größe – getrennt voneinander zu behandeln.

Kriterien ohne weiteren Einfluss: Für die praktische Anwendung nicht mehr weiter von Bedeutung sind die anderen in diesem Zusammenhang im *Leitfaden* [26] genannten Kriterien.⁴⁰

Zum einen wird noch einmal eine Unterteilung nach den Nutzungsbedingungen inklusive Vereinfachungskriterium definiert. Nachdem die Nutzungsbedingungen über die Nutzungsprofile vorgegeben sind, läuft dies auf die bereits beschriebene Unterteilung nach der Nutzung über Gebäudekategorien und Nutzungsprofile und das entsprechende Vereinfachungskriterium hinaus.

Zum anderen wird das „4-Kelvin-Kriterium“ aus der ÖNORM EN ISO 13790 [17] übernommen. Dieses besagt sinngemäß, dass Bereiche, deren Solltemperaturen für das Heizen oder gegebenenfalls auch das Kühlen um mehr als vier Kelvin voneinander abweichen, nicht zu einer Zone zusammengefasst werden dürfen.⁴¹ Nachdem diese Differenz der Solltemperaturen nur dann auftreten kann, wenn diesen Bereichen unterschiedliche Nutzungsprofile zugeordnet sind, ist dieses Kriterium über die Trennung aufgrund der Gebäudekategorien und Nutzungsprofile bereits automatisch miterfüllt.

Orientierung und Fensterflächenanteile: Wie die im einleitenden Zitat zur Zonierung auf Nutzenergieebene beispielhaft angeführte Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen aussehen soll, darüber schweigen sich die rechtsverbindlichen Dokumente aus. Lediglich in den *Erläuternden Bemerkungen zu OIB-Richtlinie 6 und Leitfaden* [23] findet sich in einem Beispiel noch ein Hinweis darauf, wie das zu verstehen sein könnte. Darin heißt es für ein Bürogebäude:

„Unter Berücksichtigung der Orientierung ergeben sich für die Berechnung des Nutzenergiebedarfs 4 Zonen.“⁴²

³⁹Vgl. *Leitfaden* [26], 2.6.3.1 lit. a, wobei die Bedingung dort wiederum folgendermaßen definiert wird: „sofern andere Bauweisen im Ganzen einen Anteil von 10% der konditionierten Brutto-Grundfläche – bei Wohngebäuden entweder nicht mehr als 50 m² Netto-Grundfläche oder einen Anteil von 10% der Brutto-Grundfläche – nicht überschreiten“.

⁴⁰Vgl. *Leitfaden* [26], 2.6.3.1 lit. a, c und d.

⁴¹Vgl. ÖNORM EN ISO 13790 [17], 6.3.2.1; Der *Leitfaden* [26] verweist zwar auf diese Bestimmung, spricht in diesem Zusammenhang aber nicht von Solltemperaturen sondern von der Raumbilanzinnentemperatur. Diese Bestimmung bezieht sich jedenfalls auf die Temperaturangaben, die über die Nutzungsprofile für den Heiz- sowie den Kühlfall definiert sind und damit nicht auf möglicherweise in der Praxis real auftretende Temperaturunterschiede zwischen Räumen im konditionierten Bereich.

⁴²*Erläuternde Bemerkungen* [23], Beispiel 2 zu Punkt 2.6 des *Leitfaden* [26].

Da jedoch keine rechtlich bindende Vorgehensweise beschrieben wird, in welchen Fällen und wie die Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen zu erfolgen hat, kann dieses Kriterium derzeit nur als optional zulässig betrachtet werden. Aktuell muss mangels genauerer Bestimmungen davon ausgegangen werden, dass in der Praxis in der überwiegenden Zahl der Fälle keine Zonierung aufgrund der Orientierung und Fensterflächenanteile erfolgt, zumal diese mit Mehraufwand bei der Berechnung verbunden wäre.

Die Sinnhaftigkeit der Berücksichtigung der baulichen Gegebenheiten über Orientierung und Fensterflächenanteile wird in Teil II dieser Arbeit anhand von Vergleichsrechnungen an einem konkreten Gebäude hinterfragt.

3.2.2. Berechnung der Energiekennzahlen auf Nutzenergieebene

Somit wird schlussendlich zwischen jenen Zonen für die Berechnung auf Nutzenergieebene unterschieden, die sich auch nach Anwendung der entsprechenden Vereinfachungskriterien noch hinsichtlich des zu verwendenden Nutzungsprofils und/oder der Einstufung der Bauweise unterscheiden. Eine weitere Unterteilung der Zonen aufgrund von Orientierung und Fensterflächenanteilen scheint derzeit zulässig, aber nicht erforderlich zu sein. Hinzu kommen eigene Zonen für gemeinsam genutzte zentrale Erschließungsflächen, sofern diese nicht als „Sonstige konditionierte Gebäude“ betrachtet werden. Da deren Energiebedarf später auf verschiedene Gebäudekategorien aufgeteilt werden muss, müssen diese selbst dann von anderen Zonen getrennt bleiben, wenn das verwendete Nutzungsprofil und die Einstufung der Bauweise übereinstimmen.

Für die sich so ergebenden Gebäudezonen ist die Berechnung des Heizwärmebedarfs sowie des Kühlbedarfs nach ÖNORM B 8110-6 [15] jeweils getrennt vorzunehmen. Dafür ist die Erfassung der konditionierten Brutto-Grundfläche und des konditionierten Bruttovolumens für jede zu berechnende Zone erforderlich. Zudem ist jeweils der zugehörige Anteil der thermischen Gebäudehülle zu erfassen.

3.3. Berechnung des Endenergiebedarfs

Für die Berechnung des Endenergiebedarfs sind im nächsten Schritt die haustechnischen Anlagen zu betrachten. Diese stellen die erforderliche Nutzenergie zur Verfügung und sorgen somit für die Einhaltung der definierten Nutzungsbedingungen in den verschiedenen Zonen. Dabei wird je nach zu befriedigender Anforderung grundsätzlich zwischen folgenden Konditionierungssystemen unterschieden:

- Raumheizungssysteme laut ÖNORM H 5056 [19]
- Warmwassersysteme laut ÖNORM H 5056 [19]
- Raumluftechniksysteme laut ÖNORM H 5057 [20]

- Kühltechniksysteme laut ÖNORM H 5058 [21]
- Befeuchtungssysteme laut ÖNORM H 5056 [19] i.V.m. ÖNORM H 5057 [20]
- Beleuchtungssysteme laut ÖNORM H 5059 [22]

Die jeweils genannte Norm stellt die Berechnungsgrundlage für das betreffende Konditionierungssystem dar. Sie gibt damit auch jeweils die unterschiedliche Anlagentechnik vor, die für den Energieausweis abgebildet werden kann. Zwischen diesen Arten von Haustechniksystemen mit ihren Komponenten wird in der Folge unterschieden. Mögliche Komponenten eines haustechnischen Systems (z.B. zur Raumheizung) sind dabei:

- Bereitstellungssystem
- Speichersystem
- Verteilsystem
- Abgabesystem

Sonderfall Wohngebäude: Für die weiteren Betrachtungen ist einschränkend anzumerken, dass für Gebäude(-teile) der Kategorie Wohngebäude gemäß den Bestimmungen sowohl Beleuchtungssysteme als auch gegebenenfalls vorhandene Kühltechniksysteme im Energieausweis keine Berücksichtigung finden.⁴³ Dementsprechend ist auch die im nächsten Schritt beschriebene Unterteilung in Versorgungsbereiche für diese Konditionierungssysteme im Wohngebäude nicht erforderlich.

3.3.1. Unterteilung in Versorgungsbereiche der Anlagen

Die Unterteilung in Versorgungsbereiche erfolgt grundsätzlich für jedes Konditionierungssystem (Raumheizung, Warmwasser, Raumluftechnik, Kühlung, Beleuchtung) getrennt. Für das jeweilige Konditionierungssystem umfassen die einzelnen Versorgungsbereiche jene Bereiche, die von der gleichen Anlagentechnik (den gleichen Haustechniksystemen) versorgt werden.⁴⁴ Für Raumluftechniksysteme sind dabei auch Bereiche mit unterschiedlichen Anforderungen hinsichtlich der möglichen Funktionen Heizen, Kühlen, Befeuchten und Entfeuchten als getrennte Versorgungsbereiche zu betrachten.

Die Unterteilung in Versorgungsbereiche wird unabhängig von der Unterteilung in Zonen bei der Berechnung des Nutzenergiebedarfs durchgeführt.⁴⁵ Damit kann jede der folgenden drei Situationen eintreten:

⁴³Vgl. *Leitfaden* [26], 3.1.

⁴⁴Vgl. *Leitfaden* [26], 2.6.2 bzw. 2.6.3.2, wobei der *Leitfaden* hier auch Versorgungsbereiche als Zonen bezeichnet.

⁴⁵Vgl. *Leitfaden* [26], 2.6.3.

- Einzelne Versorgungsbereiche können sich über mehrere Zonen erstrecken.
- Eine Zone kann gleichzeitig auch einen Versorgungsbereich bilden.
- Eine Zone kann mehrere Versorgungsbereiche einschließen.

Bei der Unterteilung können auch Versorgungsbereiche entstehen, in denen multiple Systeme auftreten. Das ist dann der Fall, wenn mehrere Bereitstellungs-, Speicher-, Verteil- und/oder Abgabesysteme des selben Konditionierungssystems den selben Bereich versorgen. So kann es vorkommen, dass für einen Versorgungsbereich für Warmwasser z.B. mit Ölkessel und thermischer Solaranlage zwei verschiedene Bereitstellungssysteme vorhanden sind. In anderen Fällen kommt ein Versorgungsbereich mit mehrfachen Systemen zur Wärmeverteilung und -abgabe zustande. Dabei erfolgt die Wärmeverteilung beispielsweise über ein Wassersystem für die Abgabe über eine Fußbodenheizung, wobei gleichzeitig auch über ein vorhandenes zentrales Lüftungssystem beheizt werden kann. Auf die Berücksichtigung von multiplen Systemen in Versorgungsbereichen bei der Berechnung und dabei auftretende Probleme wird in der Folge noch näher eingegangen.

Schlussendlich ergibt sich für jedes Konditionierungssystem (auch die Raumlufttechnik)⁴⁶ jeweils eine eigene Unterteilung in Versorgungsbereiche.

Sonderfall Beleuchtungssysteme: Zur Berücksichtigung des Beleuchtungsenergiebedarfs gibt die ÖNORM H 5059 [22] Benchmarkwerte abhängig von der Gebäudekategorie vor. Alternativ ist zwar die detaillierte Berechnung gemäß ÖNORM EN 15193 [16] möglich, in der Regel werden jedoch der Einfachheit halber die Benchmarkwerte herangezogen. In diesem Fall ist für einen Energieausweis, der ja aktuell nur Bereiche der selben Gebäudekategorie umfassen darf, für die Beleuchtung keine Unterteilung in Versorgungsbereiche erforderlich.

Sonderfall Wohngebäude: Die *FAQs zur Richtlinie 6* [24] machen einen Vorschlag der vorwiegend auf bestehende Wohngebäude mit mehreren Eigentumswohnungen abstellt. In vielen dieser Gebäude werden die einzelnen Wohneinheiten über unterschiedliche Raumheizsysteme (z.B. Etagenheizungen und Fernwärmeanschlüsse) versorgt. In diesem Fall wird optional eine repräsentative Behandlung vorgeschlagen.⁴⁷ Dabei wird das gesamte Wohngebäude mit jedem vorkommenden Heizungssystem getrennt berechnet. Für einzelne Wohnungen wird dann immer der Energieausweis herangezogen, der das entsprechende Heizungssystem dieser Wohnung berücksichtigt. So kann vermieden werden, dass die Kennzahlen für eine Wohnung durch die Heizsysteme anderer Wohnungen positiv wie negativ beeinflusst werden. In den *FAQs* wird dieser Umgang für Nicht-Wohngebäude ausgeschlossen, wobei diese Vorgangsweise auch für Wohngebäude nicht verbindlich geregelt ist.

⁴⁶Vgl. *Leitfaden* [26], 2.6.3.2 Z 1.2.

⁴⁷Vgl. *FAQs zu Richtlinie 6* [24], Antwort auf die allgemeine Frage 4.

Umgangen werden kann dieses Problem an und für sich auch durch die Ausstellung getrennter Energieausweise für die einzelnen Wohnungen. Dies hat jedoch zwei Nachteile. Einerseits ist für alle Wohnungen aufsummiert jedenfalls mit einem deutlich höheren Arbeitsaufwand und damit mit höheren Kosten für die Erstellung der Ausweise zu rechnen. Andererseits sind die Default-Vorgaben in den Berechnungsnormen auf gesamte Gebäude ausgelegt, womit bei der Berechnung von Wärmeverteil-, -speicher- und -bereitstellungsverlusten für einzelne Wohnungen mit zu hohen Werten zu rechnen ist.

Vereinfachungen bei überwiegenden Systemen: Für jedes Konditionierungssystem getrennt besteht nach der zuvor durchgeführten Unterteilung in Versorgungsbereiche eine entsprechende Vereinfachungsmöglichkeit,⁴⁸ die hier sinngemäß wiedergegeben wird:

- **RLT-Anlage:** Werden mehr als 80 % der konditionierten Brutto-Grundfläche über die gleiche raumlufttechnische Anlage (RLT-Anlage) mit einheitlichen Anforderungen hinsichtlich Heizen, Kühlen, Be- und Entfeuchten versorgt, ist keine Unterteilung des konditionierten Bereichs in verschiedene Versorgungsbereiche für die Raumlufttechnik erforderlich.
- **Heizungs- und Warmwassersystem:** Wenn mehr als 80 % der konditionierten Brutto-Grundfläche über die gleiche Heizungsanlage versorgt werden, ist keine Unterteilung des konditionierten Bereichs in verschiedene Versorgungsbereiche für Heizung und Warmwasser erforderlich. Falls das Heizungs- bzw. Warmwasser nicht gemeinsam bereitgestellt wird (Unterschiede in Wärmeverteilung, -speicherung und -bereitstellung), sind das Heizungs- und das Warmwassersystem getrennt zu betrachten. In diesem Fall gilt dieses Kriterium für jedes System einzeln.
- **Kühlungssystem:** Wenn mehr als 80 % der konditionierten Brutto-Grundfläche über die gleiche Kühlanlage versorgt werden, ist keine Unterteilung des konditionierten Bereichs in verschiedene Versorgungsbereiche für die Kühlung erforderlich.
- **Beleuchtungssystem:** Wenn mehr als 80 % der konditionierten Brutto-Grundfläche über die gleiche Beleuchtungseinrichtung versorgt werden, ist keine Unterteilung des konditionierten Bereichs in verschiedene Versorgungsbereiche für die Beleuchtung erforderlich.

3.3.2. Berechnung der Energiekennzahlen auf Endenergieebene

Die Berechnung des Energiebedarfs auf Endenergieebene erfolgt über die bereits eingangs in Abschnitt 3.3 angeführten Normen für jeden Versorgungsbereich getrennt.

Hinsichtlich der Funktionen Heizen und Kühlen sind der Heizwärmebedarf und der Kühlbedarf für den Versorgungsbereich als Eingangsgrößen für die Berechnungen erforderlich.

⁴⁸Vgl. *Leitfaden* [26], 2.6.3.2.

In den Fällen, in denen Zonen und Versorgungsbereiche deckungsgleich sind, können die betreffenden Werte einfach übernommen werden. In allen anderen Fällen ist der zugehörige Nutzenergiebedarf für den Versorgungsbereich zu ermitteln.

Die *Erläuternden Bemerkungen zu Richtlinie 6 und Leitfaden* [23] heben hervor, dass der Nutzenergiebedarf homogen über die Fläche verteilt angenommen wird.⁴⁹ Es ist somit notwendig, den Flächenanteil des betreffenden Versorgungsbereichs an der jeweiligen Zone zu bestimmen. Zu diesem Anteil wird der absolute Wert für den Heizwärmebedarf bzw. den Kühlbedarf der jeweiligen Zone auf den betreffenden Versorgungsbereich übernommen.

Die Übernahme notwendiger Parameter aus den Nutzungsprofilen der versorgten Zonen auf die Versorgungsbereiche ist nicht näher geregelt. So wird zum Beispiel keine Aussage darüber getroffen, wie bei der Versorgung von Bereichen mit unterschiedlichen Nutzungszeiten, Nutzungstagen, Betriebszeiten und/oder Betriebstagen der Anlagen vorzugehen ist. Auch die Vorgangsweise beim Zusammenfassen von Bereichen mit unterschiedlichen Solltemperaturen im Heizfall hinsichtlich der Ermittlung von Heizkreistemperaturen gemäß ÖNORM H 5056 [19] ist nicht geregelt.

Sonderfall multiple Systeme in Versorgungsbereichen: Bei multiplen Systemen in Versorgungsbereichen ergeben sich Probleme im Zuge der Berechnung, da die Normen den Umgang damit nicht vollständig abbilden.⁵⁰ Bisher werden dazu nur in Einzelfällen gangbare Vorgangsweisen genannt.

- **Multiple Bereitstellungssysteme:**

So besagen die *FAQs zur Richtlinie 6* [24], dass im Fall von multiplen Bereitstellungssystemen jedes dieser Systeme mit seiner entsprechenden „logistischen Schaltung“ abzubilden ist.⁵¹ Im Falle einer eindeutigen Vorzugsschaltung wie z.B. bei einer thermischen Solaranlage oder einer Wärmepumpe gegenüber einem konventionellen Kessel lässt die betreffende Norm diese Abbildung zu. Hier wird über die Norm ein Berechnungsverfahren vorgegeben, über das bestimmt wird, welchen Anteil des bestehenden Bedarfs diese natürlichen Wärmequellen decken können. In allen anderen Fällen ist diese Regelung nicht anwendbar.

Stehen in einem Wohngebäude z.B. nebeneinander jeweils ein Kessel für die Brennstoffe Holz und Öl zur Verfügung, so kann nicht bestimmt werden, wie viel über Holz geheizt wird und welchen Anteil in der Folge die nachgeschaltete Ölheizung übernimmt. Das Berechnungsverfahren erlaubt es nicht einmal, gegebenenfalls über die Kesselleistung einen maximalen Anteil zu bestimmen. Der tatsächliche Anteil hängt ohnehin vom Nutzungsverhalten ab und kann nicht objektiv bestimmt

⁴⁹Vgl. *Erläuternde Bemerkungen* [23], Beispiel 3 zu Punkt 2.6 des *Leitfaden* [26].

⁵⁰Vgl. ÖNORM H 5056 [19], S.4, abschließende Anmerkung im Vorwort, wobei sich diese auch auf multiple Systeme im Gebäude allgemein bezieht.

⁵¹Vgl. *FAQs zu Richtlinie 6* [24], Antwort auf Frage zu Punkt 2.1 (der *Richtlinie 6?*).

werden. Spätestens mit der bevorstehenden Aufnahme von CO₂-Angaben in den Energieausweis, macht die Interpretation dieser Situation einen entscheidenden Unterschied.

- **Sonstige multiple Systeme:**

Der Umgang mit sonstigen multiplen Systemen (Speicherung, Verteilung, Abgabe) in Versorgungsbereichen ist nicht näher geregelt. Es kann über die vorhandenen Berechnungsverfahren ebenfalls nicht bestimmt werden, welches System welchen Anteil an der Versorgung des entsprechenden Versorgungsbereichs übernimmt.

Für einen speziellen Fall ist zwar keine Ermittlung des tatsächlichen Anteils, aber zumindest eine Vorgangsweise in den Berechnungsalgorithmen vorgegeben: Bei der Kombination einer Luftheizung mit einem anderen Abgabesystem (z.B. Fußbodenheizung) wird die Luftheizung mit dem über den Volumenstrom der RLT-Anlage begrenzten, maximal möglichen Anteil berücksichtigt und nur der gegebenenfalls verbleibende Restbedarf über das andere System berücksichtigt.

In der Realität wird in diesem Fall eher die Grundlast über die Fußbodenheizung abgedeckt, während über die Zuluft die Feinanpassung an die Solltemperatur vorgenommen wird. Die tatsächliche Schaltung wird jedenfalls viel zu komplex für eine Abbildung in einer statischen Berechnung des Energiebedarfs sein.

Ein Vorschlag zum Umgang mit multiplen Systemen in Versorgungsbereichen findet sich in Abschnitt 14.4.4.

Workaround für Berechnungsprogramme, die nur eine Zone mit einer Anlagenkonfiguration erfassen können: Um Energieausweise für Gebäude mit komplexerer Haustechnik auch mit Berechnungsprogrammen erstellen zu können, die nur die Erfassung einer Zone mit einer einheitlichen Anlagenkonfiguration unterstützen,⁵² ist ein Workaround notwendig. Mit diesem ist die Berechnung noch so komplexer Gebäude auch mit einfacheren Berechnungsprogrammen möglich, wobei lediglich die im *Leitfaden* [26] detailliert definierte Zuordnung der Verluste, die im folgenden Abschnitt 3.4 wiedergegeben wird, nicht gewährleistet werden kann. Die Vorgangsweise ergibt sich aus einem Vorschlag der ÖNORM H 5056 [19], der für andere Konditionierungssysteme übernommen wird.⁵³

Dementsprechend ist der Energiebedarf für eine Zone eines Gebäudes mit jeder in dieser Zone vorhandenen Anlagenkonfiguration getrennt zu berechnen. Das bedeutet, dass jede vorhandene Kombination von Haustechniksystemen aller Konditionierungssysteme (Raumheizung, Warmwasser, Raumluftechnik, Kühltechnik und Beleuchtung) jeweils für die gesamte Zone angesetzt wird. Anschließend werden die Kennzahlen für die Zone

⁵²Darunter fällt bis dato auch das OIB-Schulungstool.

⁵³Vgl. ÖNORM H 5056 [19], S. 4, abschließende Anmerkung im Vorwort.

durch gewichtete Mittelung der Kennzahlen aller darin vorhandenen Anlagenkonfigurationen ermittelt.

Dabei ist die Gewichtung über den Anteil der jeweiligen Anlagenkonfiguration an der konditionierten Brutto-Grundfläche oder dem konditionierten Brutto-Volumen der Zone gebräuchlich. Wird zwischen unterschiedlichen Raumlufttechnik-Anlagen unterschieden, so spricht die Definition des Lüftungsvolumens über die konditionierte Brutto-Grundfläche und eine fiktive Höhe⁵⁴ für die Anwendung der konditionierten Brutto-Grundfläche (BGF). Ansonsten bildet wohl das konditionierte Brutto-Volumen (V) die erste Wahl, da damit auch gegebenenfalls unterschiedliche Raumhöhen einfließen.

3.4. Zusammenfassung der Kennzahlen für auszustellende Energieausweise

In den vorigen Abschnitten wurde die Berechnung der Energiekennzahlen erst für einzelne Zonen (Nutzenergieebene: Abschnitt 3.2.2) und anschließend für einzelne Anlagen in ihrem Versorgungsbereich (Endenergieebene: Abschnitt 3.3.2) beschrieben. Abschließend sind diese Kennzahlen noch für die auszustellenden Energieausweise (Abschnitt 3.1) zusammenzufassen.

Die Verluste der Anlagen, die den zusätzlichen Energiebedarf auf Endenergieebene ausmachen, sind laut *Leitfaden* [26] folgendermaßen auf die verschiedenen Zonen aufzuteilen:

„2.7.2.1 Abgabeverluste

Abgabeverluste werden einmalig für den gesamten Versorgungsbereich ermittelt und anschließend gewichtet nach dem Heizwärme- bzw. Kühlbedarf auf die Zonen aufgeteilt.

2.7.2.2 Verteilungsverluste

Verteilungsverluste werden einmalig für den gesamten Versorgungsbereich bestimmt und anschließend gewichtet nach der konditionierten Brutto-Grundfläche auf die Zonen umgelegt.

2.7.2.3 Speicherverluste

Die Speicherverluste werden einmalig für den gesamten Versorgungsbereich ermittelt und anschließend gewichtet nach dem Heizwärme- bzw. Kühlbedarf auf die Zonen aufgeteilt. Die Wärmeabgabe der Speicherung wird vollständig in der Zone wirksam, in welcher der Speicher aufgestellt ist.

2.7.2.4 Bereitstellungsverluste

Die Bereitstellungsverluste werden einmalig für den gesamten Versorgungsbereich ermittelt und anschließend gewichtet nach dem Heizwärme- bzw. Kühlbedarf auf die Zonen aufgeteilt.

⁵⁴Vgl. ÖNORM B 8110-6 [15], 6.1, Formel (14).

2.7.2.5 Hilfsenergie

Die Hilfsenergie wird für das jeweilige Anlagensystem in den Bereichen Abgabe, Verteilung, Speicherung bzw. Bereitstellung für die jeweilige Zone ermittelt.⁵⁵

Die Ergebnisse, die nun für die einzelnen Zonen vorliegen, sind für alle Zonen aufzusummieren, die der betreffende Energieausweis umfasst. Erst wenn alle zonenbezogenen Kennzahlen für den Energieausweis vorschriftsmäßig zusammengefasst wurden, dürfen in einem letzten Schritt die spezifischen Kennzahlen daraus ermittelt werden.

Sonderfall Workaround für Berechnungsprogramme, die nur eine Zone mit einer Anlagenkonfiguration erfassen können: Nachdem hier aufgrund der berechnungsbedingt vorangegangenen gewichteten Mittelung bereits alle Ergebnisse auf Zonenebene vorliegen, sind die Ergebnisse nur mehr für all jene Zonen aufzusummieren, die der betreffende Energieausweis umfasst. Die zuvor zitierte Aufteilung der Verluste laut *Leitfaden* [26] kann dabei, wie bereits erwähnt, nicht gewährleistet werden.

Sonderfall zentrale Erschließungsflächen: Zentrale Erschließungsflächen für mehrere Gebäudekategorien wurden, sofern nicht als „Sonstiges konditioniertes Gebäude“ betrachtet, für die Berechnung als eigene Zonen definiert. Die für diese Zonen ermittelten Energiebedarfswerte sind nun noch auf die erschlossenen Gebäudekategorien aufzuteilen. Wie genau dies erfolgen soll, ist nicht explizit geklärt. Naheliegender erscheint, die Bedarfswerte anteilig anhand der konditionierten Brutto-Grundfläche (BGF) oder des konditionierten Brutto-Volumens (V) der damit erschlossenen Gebäudekategorien auf diese zu verteilen. Hinsichtlich der Entscheidung zwischen Brutto-Grundfläche und Brutto-Volumen sollte – wie bereits in Abschnitt 3.3.2 erläutert – für Lüftungsanlagen die Brutto-Grundfläche (BGF) und für alle anderen Systeme das Brutto-Volumen (V) herangezogen werden.

Anschließend sind auch die konditionierte Brutto-Grundfläche und das konditionierte Brutto-Volumen der zentralen Erschließungsfläche selbst anhand des selben Kriteriums wie zuvor sein Energiebedarf aufzuteilen. Damit wird sichergestellt, dass der Energieausweis auch den gesamten konditionierten Bereich abbildet und Verzerrungen bei der abschließenden Berechnung der spezifischen Kennzahlen vermieden werden.

⁵⁵ *Leitfaden* [26], 2.7.2.

4. Bisherige Untersuchungen zu Zonierung und Nutzungsprofilen

In der Literatur finden sich bereits einige Untersuchungen, die den Einfluss der Zonierung auf den Nutzenergiebedarf beleuchten. Vereinzelt gehen diese auch auf den Einfluss der Nutzungsprofile ein. Leider sind insbesondere die Überlegungen und Untersuchungen im Zuge der Entwicklung der Berechnungsverfahren kaum publikationsfähig aufbereitet oder gar veröffentlicht. Diese Informationen sind daher größtenteils nicht zugänglich.

Der folgende Überblick beschränkt sich somit auf die in der Literatur dokumentierten Untersuchungen zu Zonierung und Nutzungsprofilen mit Relevanz für den Energieausweis nach den österreichischen Rechtsvorschriften. Die Arbeiten werden chronologisch, beginnend mit der ältesten, angeführt:

Eiper, Th.: *Vergleich des Monatsbilanzverfahrens nach EN ISO 13790 bzw. OIB zur Bestimmung des Heiz- und Kühlwärmebedarfs von Gebäuden mit der dynamischen Gebäudesimulation* [1]

Diese Diplomarbeit aus dem Jahr 2005 vergleicht die Ergebnisse der Energieausweisberechnung mit denen einer dynamischen Gebäude- und Anlagensimulation. Im Gegensatz zur dynamischen Simulation bestehen im Zuge der Berechnung anhand des Monatsbilanzverfahrens einige systematische Einschränkungen, wobei die folgenden Punkte unüberbrückbare Schranken für die Genauigkeit der angestellten Betrachtungen darstellen:

- der Berechnungszeitraum von einem Monat und
- die Einschränkung auf fixe Raumbilanzierungstemperaturen im Heizfall und im Kühlfall.

Die Berechnungen erfolgten auf Grundlage der ISO/DIS 13790:2005 und dem damals aktuellen, unveröffentlichten Entwurf für den OIB-Leitfaden mit Stand Juli 2005. Bei der genannten Norm, die in der betreffenden Arbeit als prEN ISO 13790:2005 bezeichnet wird, handelt es sich um den damals vorliegenden Entwurf (DIS: Draft International Standard) für den Ersatz der (ÖNORM) EN ISO 13790:2004. Die verwendeten Berechnungsverfahren wurden im Rahmen der Arbeit auch hinsichtlich ihrer Unterschiede erläutert. Die Simulation der Referenzvariante erfolgte mit der Software TRN-SYS.

Der Vergleich beschränkt sich auf die Nutzenergieebene und damit den Heizwärmebedarf sowie den Kühlbedarf, der damals noch als Kühlwärmebedarf bezeichnet wurde. Die Arbeit vergleicht Ergebnisse für einzelne, ausgewählte Zonen verschiedener Gebäude, wobei die Zonen jeweils Bereiche mit einheitlicher Raumnutzung und Orientierung darstellen. Der Einfluss benachbarter Zonen wird nicht berücksichtigt. Die Nutzungsbedingungen

wurden in unterschiedlichen Varianten einerseits detailliert anhand der entsprechenden Raumnutzung und andererseits mittels Defaultwerten angesetzt.

Dabei wird festgestellt, dass das Monatsbilanzverfahren in Standard-Anwendungsfällen abgesehen vom Einfluss unterschiedlicher Berechnungsannahmen sehr gute Ergebnisse für den Heizwärmebedarf im Vergleich zur dynamischen Simulation liefert. Die Berechnungsmethode des Kühlwärmebedarfs hingegen führte damals in den berechneten Zonen durchgehend zu einer Unterschätzung des Kühlwärmebedarfs. Aus den Ergebnissen geht zudem deutlich hervor, dass detaillierte Angaben in Bezug auf die Nutzungsbedingungen sich in jedem Fall positiv auf die Genauigkeit des Heizwärmebedarfs und des Kühlbedarfs im Monatsbilanzverfahren auswirken.

Dazu ist anzumerken, dass das Monatsbilanzverfahren heute noch eines von drei nach ÖNORM EN ISO 13790:2008 [17] zulässigen Bilanzierungsverfahren ist. In Österreich kommt gemäß ÖNORM B 8110-6 [15] für die Energieausweiserstellung nach wie vor verpflichtend das Monatsbilanzverfahren mit dynamischen Elementen (quasi-stationäres Monatsbilanzverfahren) zur Berücksichtigung des Faktors Zeit zur Anwendung.

Eiper, Th.; Streicher, W.: *Berechnung des Energieausweises über die Gesamtenergieeffizienz des Berlaymont Gebäudes (EU-Kommissionsgebäude in Brüssel) in Anlehnung an das in Österreich in Entwicklung befindliche Berechnungsverfahren für Nichtwohngebäude (OIB-Leitfaden) [2]*

Dieser Forschungsbericht aus dem Jahr 2005 umfasst die Berechnung des Energiebedarfs des Berlaymont Gebäudes nach den österreichischen Berechnungsvorschriften.

Der Bericht entstand als österreichischer Beitrag zu einem EU-Projekt, bei dem der Energiebedarf dieses Gebäudes in insgesamt sechs EU-Mitgliedsstaaten (Österreich, Frankreich, Deutschland, Niederlande, Polen und Portugal) anhand der damals jeweils vorhandenen Berechnungsvorschriften ermittelt wurde. So entstand die Möglichkeit, Erfahrungen und Probleme in der Umsetzung der Gebäuderichtlinie mit den anderen teilnehmenden Staaten auszutauschen und die Ergebnisse miteinander zu vergleichen. Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurden die für die Berechnung notwendigen Gebäude- und Anlagendaten vorgegeben.

Die Berechnungen im Bericht werden soweit bereits möglich anhand des damals vorliegenden Entwurfs des OIB-Leitfadens in der Version 1.4 durchgeführt. Die Ermittlung des Nutzenergiebedarfs für Heizen, Kühlen und Warmwasser erfolgt nach Teil A des damaligen Leitfadens, die des Endenergiebedarfs für Heizen und Warmwasser nach Teil B. Für die restlichen Berechnungen wird mangels nationaler Berechnungsvorschriften auf die entsprechenden Teile der deutschen Vornorm DIN V 18599 in der Ausgabe von März 2005 zurückgegriffen. Erwähnenswert ist diesbezüglich, dass im Zuge der Berechnungen auch der Energiebedarf für Beleuchtung und Lüftung für die nicht beheizte Tiefgarage ermittelt wird, was in Österreich aktuell nicht üblich ist.

Es kommen an die DIN V 18599-10 angelehnte Nutzungsprofile zur Anwendung. Zusätzlich zur Nutzung wird aufgrund der Lage der Räume im Gebäude und der Orientierung ihrer Außenwandflächen weiter in Zonen unterteilt. Dadurch ergeben sich 144 Zonen für ein Gebäude mit beachtlichen 241.675 m² Gesamtfläche.

Der Vergleich zwischen den Ergebnissen der einzelnen Staaten zeigt in weiten Bereichen eine verhältnismäßig gute Übereinstimmung beim Nutz- und Endenergiebedarf soweit bereits berechenbar. Abweichungen treten insbesondere aufgrund eines jeweils unterschiedlichen für die Berechnungen herangezogenen typischen, nationalen Klimas auf.

Mach, Th.; Eiper, Th.; Heimrath, R.: *Vergleich des Rechenverfahrens der österreichischen Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie mit thermischen Simulationsrechnungen* [6]

Bei diesem Forschungsbericht aus dem Jahr 2005 handelt es sich um den Abschlussbericht zum Vergleich des Monatsbilanzverfahrens nach OIB mit einer thermischen Gebäudesimulation im Auftrag des österreichischen Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit. Die Berechnungen erfolgen anhand des damals in Arbeit befindlichen OIB-Leitfadens, die Simulation mit der Software TRNSYS.

Als Vergleichsobjekt dient der Erweiterungsbau des Weizer Energie- und Innovationszentrums (Forschungszentrum W.E.I.Z. II). Dieses Bürogebäude wird in unterschiedlichen Varianten hinsichtlich Klima, Ausstattung und Nutzung simuliert und berechnet. Hinsichtlich der Gebäudeausstattung wird dabei zwischen den drei Standards „Neubau“, „Niedrigenergie“ und „Passivhaus“ unterschieden.

Das Gebäude wird in insgesamt 30 Zonen unterteilt. Die Zonen ergeben sich aufgrund der unterschiedlichen Nutzung und Orientierung der Räume, wobei nur aneinander angrenzende Räume der selben Nutzung und Ausrichtung innerhalb eines Geschoßes zusammengefasst werden. Die Simulation der einzelnen Zonen erfolgt gekoppelt, das heißt es wird die Wärmeleitung zwischen angrenzenden Zonen berücksichtigt. Die Berechnung nach OIB erfolgt vorschriftsmäßig ungekoppelt.

Der Vergleich beschränkt sich dabei auf die Nutzenergieebene. Es erfolgt die Darstellung des ermittelten jährlichen Heizwärme- und Kühlbedarfs und die dabei entstehenden Abweichungen der Berechnung von der Simulation. Die Abweichungen werden für jede Zone sowie für das Gesamtgebäude in jedem der untersuchten 36 Szenarien dargestellt.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Jahresheizwärmebedarf für das Gesamtgebäude nach dem Monatsbilanzverfahren nach OIB durchgehend Abweichungen im Bereich von ca. 10% von den Ergebnissen der Simulation aufweist. Nur im Passivhausbereich fallen die Abweichungen aufgrund des geringeren Energieverbrauchs größtenteils höher aus. Der Jahreskühlbedarf wird im Zuge der Berechnung gegenüber der Simulation etwas überschätzt.

In Szenarien mit sehr geringem Kühlbedarf kommt es mitunter zu größeren Abweichungen, während die Fehlerrate des Monatsbilanzverfahrens im Vergleich zur Simulation bei Szenarien mit hohem Kühlbedarf wieder im Bereich von 10 % liegt.

Daher kommen die Autoren zum Resümee, dass die Berechnung anhand des Monatsbilanzverfahrens nach OIB eine grobe Abschätzung des Jahresenergiebedarfes hinsichtlich Heizen und Kühlen eines Bürogebäudes erlaubt.

Sofic, M.; Bednar, Th.: „Analyse der Genauigkeit des Monatsbilanzverfahrens zur Ermittlung des Kühlbedarfs von Nichtwohngebäuden“ [32]

Dieser Artikel in der Fachzeitschrift *Bauphysik* aus dem Jahr 2007 beschreibt eine Analyse der Genauigkeit des Monatsbilanzverfahrens hinsichtlich des ermittelten Kühlbedarfs an einem Zonenmodell mit Büronutzung. Das Monatsbilanzverfahren kommt dabei, soweit aus der Veröffentlichung hervorgeht, nach ISO/DIS 13790:2005 mit einigen beschriebenen Adaptierungen zur Anwendung. Die Ergebnisse des Bilanzverfahrens werden mit denen einer Simulationsrechnung mit der Software „buildopt“ verglichen.

Für die Fassade kommen im Zuge der Untersuchung drei verschiedenen Formen (Lochfassade, Lichtbandfassade, Ganzglasfassade) zur Anwendung, wobei die Betrachtung jeweils in leichter und in massiver Bauweise erfolgt. Es werden unterschiedliche Szenarien hinsichtlich Orientierung, inneren Wärmegewinne, Luftwechsel und Sonnenschutz betrachtet.

Die Bilanzierung erfolgt in drei Zonierungsvarianten: einem Einzonenmodell, einem Mehrzonenmodell und einem Modell mit jedem Raum als einzelne Zone. Durch den Vergleich der Zonierungsmodelle wird ersichtlich, dass das Einzonenmodell den niedrigsten Wert für den Kühlbedarf der drei Zonierungsvarianten liefert. Deshalb erfolgt eine detailliertere Untersuchung für das Einzonenmodell. Die Ergebnisse des Monatsbilanzverfahrens werden dabei als auf der sicheren Seite liegend betrachtet, solange sie die Ergebnisse der genaueren Simulationsrechnung nicht unterschreiten.

Die Ergebnisse der Untersuchung machen deutlich, dass die Berechnung des Kühlbedarfs nach dem Monatsbilanzverfahren den tatsächlichen Kühlbedarf in den meisten Fällen überschätzt. In 21 % der untersuchten Fälle hingegen kommt es beim Bilanzverfahren zu einer Unterschätzung des Kühlbedarfs. Daher wird ein Korrekturfaktor definiert, der sicherstellen soll, dass auch im Einzonenmodell in möglichst allen Fällen keine Unterschätzung des Kühlbedarfs auftritt.

Allgemein wird festgehalten, dass die Ergebnisse der Simulation bei ungekoppelter Berechnung gut mit denen der Bilanz übereinstimmen. Auch der Einfluss einer Kopplung der Zonen im Bilanzverfahren wird untersucht.⁵⁶ Dabei wird festgestellt, dass es

⁵⁶Die verwendeten europäischen Berechnungsvorschriften sehen im Gegensatz zu den österreichischen auch eine Möglichkeit zur gekoppelten Betrachtung vor.

mit stärker werdender Koppelung zwischen den Zonen (durch schlechtere U-Werte der Trennwände) zu einer immer stärkeren Überschätzung des Kühlbedarfs im Berechnungsverfahren gegenüber der Simulation kommt. In weiterer Folge werden noch zusätzliche Untersuchungen an einem Bürogebäude mit Atriumslüftung durchgeführt, die für die vorliegende Arbeit nicht von Bedeutung sind.

Michlmair, M.: Vergleichsberechnungen Energieausweiserstellung LKH Rottenmann. Validierung der vereinfachten Berechnungsmethode zur Erstellung eines Energieausweises am LKH Rottenmann [8]

Der Forschungsbericht im Auftrag der Steiermärkischen Krankenanstaltengesellschaft (KAGes) aus dem Jahr 2008 klärt, inwieweit die Anwendung des vereinfachten Verfahrens gemäß OIB-Leitfaden und die Verwendung von Default-Nutzungsprofilen korrekte Ergebnisse für den Energieausweis liefern. Die Untersuchung findet am Zubau des Funktionstraktes zum LKH Rottenmann statt. Die Berechnung erfolgt anhand des nach wie vor gültigen *OIB-Leitfaden* [26] mit den im Jahr 2008 jeweils aktuellen Ausgaben der einzelnen Berechnungsnormen.

Es werden insgesamt vier Berechnungsvarianten aufgrund unterschiedlicher Nutzungsprofile und Zonierung unterschieden. Für die Referenzvariante werden möglichst realitätsnahe Nutzungsprofile für die vorhandenen Nutzungen erhoben und bei der Zonierung zwischen diesen Nutzungen unterschieden, womit sich eine detaillierte Zonierung mit 19 Zonen ergibt. Zwei weitere Varianten ergeben sich aus einer geschoßweisen Zonierung einerseits mit aus den detaillierten Nutzungsprofilen ermittelten mittleren Profilen je Zone und andererseits mit den normgemäßen Nutzungsprofilen. Die Betrachtung des Gebäudetraktes als eine Zone bei Verwendung von normgemäßen Nutzungsprofilen bildet die vierte Variante, die auch als vereinfachte Berechnungsmethode bzw. vereinfachtes Verfahren bezeichnet wird.

Die Ergebnisse der vier Varianten werden im Detail analysiert. Das vereinfachte Verfahren liefert in dieser Untersuchung beinahe durchgehend niedrigere Werte als die Referenzvariante. Es wird daher festgehalten, dass die Ergebnisse bei Verwendung der Standard-Nutzungsprofile gemäß ÖNORM B 8110-5 : 2007 [12] nicht auf der sicheren Seite liegen. Lediglich bei den Werten HWB* und KB* ergeben sich nur geringfügige Unterschiede, da diese Werte unabhängig vom angesetzten Nutzungsprofil mit dem Nutzungsprofil Wohngebäude (HWB*) bzw. ohne Nutzungsprofil (KB*) ermittelt werden. Es wird der KAGes empfohlen, an Krankenhäusern – unabhängig vom rechtlich vorgegebenen Energieausweis – zur besseren Beurteilung der realen Situation im Bedarfsfall objektbezogene Berechnungen mit möglichst realen Nutzungsprofilen und einer Zonierung in Nutzungseinheiten vornehmen zu lassen.

Sofic, M.: *Erhöhung der Anwendbarkeit vereinfachter Berechnungsverfahren zur Bestimmung des Heizwärme- und Kühlbedarfs von Gebäuden (als Basis für ein Sicherheitskonzept)* [31]

Diese Dissertation aus dem Jahr 2009 stellt eine systematische Untersuchung der Rechenungenauigkeit dar, die sich bei Anwendung des Monatsbilanzverfahrens nach EN ISO 13790 durch den empirisch gefundenen Ausnutzungsgrad der Wärmegewinne ergibt. Dafür wird eine Parametervariation vorgenommen und so die Ungenauigkeit von Gebäudemodellen im Vergleich zur Simulation mit der Software „buildopt“ ermittelt. Das Monatsbilanzverfahren wird dazu nach der ISO/FDIS 13790 : 2007, dem finalen Entwurf (FDIS: Final Draft International Standard) für die spätere ÖNORM EN ISO 13790 : 2008 [17], angewandt.

Um die angestrebte Erhöhung der Anwendbarkeit dieses vereinfachten Verfahrens zu erreichen, muss eine entsprechende Genauigkeit des Verfahrens sowie eine zufriedenstellende Vorhersagegenauigkeit bei Veränderung der Gebäudeparameter vorliegen.

Als vereinfachte Untersuchung der Genauigkeit des Monatsbilanzverfahrens wird noch einmal auf die bereits weiter oben beschriebene Analyse hinsichtlich der Genauigkeit des ermittelten Kühlbedarfs [32] eingegangen. Die weitere Arbeit kommt zum Schluss, dass der über die ÖNORM B 8110-6 : 2007 [14] eingeführte Korrekturfaktor mit Sicherheit alle Rechenungenauigkeiten des vereinfachten Verfahrens abdeckt. Es wird festgestellt, dass die tatsächlichen Rechenungenauigkeiten für den Heizwärme- sowie den Kühlbedarf bei realitätsnahen Eingangsparametern sogar etwas geringer ausfallen.

Eine weitere betrachtete Untersuchung ergibt, dass bei einem Einzonenmodell im Vergleich zu einer ungekoppelten Simulation die Vorhersagegenauigkeit des vereinfachten Verfahrens bei einer Gebäudeparametervariation grundsätzlich gegeben ist. Die festgestellten Ungenauigkeiten des Verfahrens bestätigen jedoch die Einführung eines Korrekturfaktors als sinnvolle Verbesserung des Bilanzverfahrens für Einzonenmodelle.

Die Rechenungenauigkeiten des Monatsbilanzverfahrens werden anschließend anhand eines Modells für ein Bürogebäude mit dem Standort Wien quantifiziert. Es werden verschiedene Nutzungen, Fassadentypen und unterschiedliche Kopplungseigenschaften zwischen den Zonen berücksichtigt. Zudem werden die Materialparameter und Eigenschaften der Gebäudehülle systematisch variiert. Die festgestellten Rechenungenauigkeiten führen zu Korrekturfaktoren, die auch als Teilsicherheitsbeiwerte für ein semiprobabilistisches Sicherheitskonzept bei der Ermittlung des Heizwärme- und Kühlbedarfs von Gebäude herangezogen werden könnten.⁵⁷ Für den Kühlbedarf wird der Teilsicherheitsbeiwert mit 1,25 für eine Einzonenbilanz und 1,15 für eine Mehrzonenbilanz (Zonierung nach Raumnutzung) festgelegt. Für den Heizwärmebedarf ist keine Korrektur notwendig, sofern das

⁵⁷Dem liegt das Ziel zugrunde, dass die Bedarfswerte für die Erfüllung von Anforderungen an Gebäude mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht unterschätzt werden sollen. Derartige Sicherheitsfaktoren bewirken aber auch, dass selbst diejenigen Bedarfswerte erhöht werden, die gar nicht unterschätzt wurden.

Monatsbilanzverfahren nicht für ungekoppelte Systeme bei sehr kleinen Luftwechselzahlen herangezogen wird.

Der Vollständigkeit halber bleibt zu erwähnen, dass bei der Ermittlung der Teilsicherheitsbeiwerte ein Ausschlusskriterium zur Anwendung kam. Über eine maximale Raumheizlast von 60 W/m^2 und Raumkühllast von 80 W/m^2 werden Szenarien mit sehr hoher Heiz- bzw. Kühllast ausgeschlossen. Für Neubauten bzw. bei der thermischen Sanierung von Bestandsgebäuden hat diese Einschränkung aufgrund der zu erfüllenden energetischen Anforderungen keine Auswirkung mehr. Für Gebäude, die diese Grenzen für Heiz- und Kühllast überschreiten, gilt es zu beachten, dass der Korrekturfaktor nicht mehr die gesamte Ungenauigkeit abdecken kann. Insbesondere bei der Quantifizierung des Energiesparpotentials von Sanierungsmaßnahmen ist dies gegebenenfalls zu beachten.

5. Berücksichtigung der Art der Zonierung im Berechnungsverfahren

Bevor in Teil II Vergleichsrechnungen zum fraglichen Zonierungskriterium „Orientierung und Fensterflächenanteile“ vorgenommen werden, gilt es zu klären, ob diese Kriterium auch einen Einfluss auf das anzuwendende Berechnungsverfahren hat. Die Berechnungsvorschriften werden dazu auf eine mögliche Berücksichtigung der Art der Zonierung hin untersucht.

5.1. Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden, Version 2.5 (2006)

Bei Durchsicht einer Vorgängerversion des aktuellen *Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden* stößt man auf ein zusätzliches Zonierungskriterium, das auch Einfluss auf das anzuwendende Berechnungsverfahren hat. Die Version 2.5 des *Leitfaden* [25] nannte neben den im aktuellen *Leitfaden* Version 2.6 [26] angeführten konkreten Zonierungskriterien ein weiteres, wenn auch nur optionales, Kriterium: Die „Zonierung nach solaren Wärmegewinnen“⁵⁸, die folgendermaßen definiert wurde:

„Die Zonierung nach Orientierung der Gebäudehülle nach solaren Wärmegewinnen ist nicht zwingend erforderlich. Falls dieses Zonierungskriterium N.3 keine Anwendung findet, ist der Korrekturfaktor für den Kühlbedarf gemäß Gleichung [...] zu berücksichtigen. Wenn die Zonierungskriterien für solare Wärmegewinne eingehalten werden, bleibt der Korrekturfaktor unberücksichtigt [...].

1. Wenn die einzelnen Räume in einem Geschöß offen miteinander verbunden sind, ist keine weitere Zonierung der konditionierten Räume ist [sic!] erforderlich. (D.h. einzelne Räume sind nicht durch Wände getrennt – Türen werden als Bestandteil der Trennwand behandelt).
2. Sind einzelne Räume nicht offen miteinander verbunden, so muss nach folgenden Kriterien zoniert werden:
 - 2.1 Zumindest die von Südost bis Südwest orientierten Räume bis zur ersten Trennwand sind als eigene Zone zu berechnen (Anmerkung: Türen gelten als Bestandteil der Trennwand).
 - 2.2 Glasflächenanteile: Für die nach Südost bis Südwest orientierte Zone ist weiters nach Glasflächenanteilen zu zonieren. An Fassaden grenzende Räume sind zu unterschiedlichen Zonen zusammenzufassen, wenn sich das Verhältnis des Glasflächenanteils zum sonstigen Außenflächenanteil der Räume um mehr als 40% unterscheidet.“

In den Berechnungsvorschriften, die sich vor der Veröffentlichung der diesbezüglichen nationalen Normen im selben Leitfaden befanden, fand sich die Beschreibung des besagten Korrekturfaktors:

⁵⁸ *Leitfaden* v2.5 [25], 5.3, Kriterium N.3 – Orientierung nach solaren Wärmegewinnen.

„Mit dem Korrekturfaktor f_{corr} werden Bilanzierungsfehler berücksichtigt, die dadurch entstehen, wenn keine Zonierung aufgrund der Orientierung der Gebäudehülle nach den solaren Wärmegegewinnen (Zonierungskriterium N.3 [...]) erfolgt. Wird dieses Zonierungskriterium angewandt, bleibt der Korrekturfaktor [sic!] unberücksichtigt (d.h. $f_{corr} = 1$).“⁵⁹

Der Korrekturfaktor diene ausschließlich zur Korrektur des zu errechnenden jährlichen Kühlbedarfs, falls auf eine Zonierung nach solaren Wärmegegewinnen verzichtet wurde. Er wurde nach folgender Formel berechnet:⁶⁰

$$f_{corr} = 1,982 - 0,014 \cdot \tau_c \geq 1,0$$

Unter τ_c war dabei die minimale Gebäudezeitkonstante zu verstehen, die ihrerseits nach den Vorschriften der ÖNORM EN ISO 13790 zu ermitteln war.⁶¹

Die hier beschriebene Version 2.5 des *Leitfaden* [25] wurde niemals vom OIB beschlossen und somit auch nicht als gültige Version veröffentlicht. Sie dokumentiert jedoch einen Zwischenschritt im Übergang vom ursprünglich gültigen *Leitfaden* aus dem Jahr 1999 [27] auf den heute gültigen *Leitfaden* aus dem Jahr 2007 [26]. Somit bilden die Ausführungen dieser Arbeitsversion einen wichtigen Hinweis zur Intention einer Zonierung nach Orientierung und Fensterflächenanteilen.

5.2. ÖNORM B 8110-6

Wie zuvor beschrieben wurde festgestellt, dass in der Arbeitsversion 2.5 des *Leitfaden* [25] in der Berechnung des Kühlbedarfs ein Korrekturfaktor eingeführt wurde. Dieser wurde angewendet, um den jährlichen Kühlbedarf zu korrigieren, sofern keine Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen bei der Zonierung auf Nutzenergieebene erfolgte.

Das heute gültige Berechnungsverfahren für den Kühlbedarf wird durch die ÖNORM B 8110-6 [15] vorgegeben. Betrachtet man das Berechnungsverfahren, so findet sich darin ebenfalls ein Korrekturfaktor. Anstelle des jährlichen Kühlbedarfs erfolgt die Korrektur nunmehr schon im Zuge der Berechnung des monatlichen Kühlbedarfs. Der Korrekturfaktor ist dabei folgendermaßen definiert:⁶²

$$f_{corr} = \begin{cases} 1,4 & \text{für } \tau \leq 90 \\ -0,01 \cdot \tau + 2,3 & \text{für } 90 < \tau \leq 130 \\ 1,0 & \text{für } \tau > 130 \end{cases}$$

⁵⁹ *Leitfaden* v2.5 [25], A.11.4.

⁶⁰ *Leitfaden* v2.5 [25], A.11.4, Formel (A.89).

⁶¹ Vgl. *Leitfaden* v2.5 [25], A.10.2, Formel (A.79).

⁶² ÖNORM B 8110-6 [15], 9.3.1, Formel (57).

Unter τ ist dabei die für den jeweiligen Monat gemäß ÖNORM EN ISO 13790 [17] ermittelte Gebäudezeitkonstante zu verstehen.

Der Korrekturfaktor in dieser Form wurde im Zuge der in Kapitel 4 beschriebenen „Analyse der Genauigkeit des Monatsbilanzverfahrens zur Ermittlung des Kühlbedarfs von Nichtwohngebäuden“ [32] vorgeschlagen und bereits in die ÖNORM B 8110-6 : 2007 [14] in dieser Form aufgenommen. Die besagte Analyse der Genauigkeit erfolgte dabei im Vergleich zu einer Simulationsrechnung. Wesentlich erscheint in diesem Zusammenhang, dass sich der Korrekturfaktor für den Kühlbedarf explizit auf Einzonenmodelle bezieht.

Der Korrekturfaktor ist jedoch in der ÖNORM B 8110-6, sowohl in der Ausgabe von 2007 [14] als auch in der aktuellen [15], im Gegensatz zum *Leitfaden* in der Version 2.5 [25] nicht mehr optional anzuwenden. Er ist vielmehr Teil des Berechnungsverfahrens geworden, ohne dass unterschieden wird, ob eine Zonierung nach Orientierung und Fensterflächenanteilen erfolgt. Auch auf den Zweck des Faktors wird in der Norm nicht mehr hingewiesen.

Teil II.

Vergleichsrechnungen

6. Beschreibung der Berechnungsvorhaben

Wie in Teil I festgestellt wurde, nennen die Rechtsvorschriften eine Zonierung nach Orientierung und Fensterflächenanteilen explizit als Beispiel für die Berücksichtigung der baulichen Gegebenheiten. Es erfolgt jedoch keine Konkretisierung, in welchen Fällen und wie dieses Kriterium im Zuge der Berechnungen zu berücksichtigen ist.

Es ist unbestritten, dass die Orientierung und der Fensterflächenanteil in der Realität über die solaren Wärmegewinne eine direkte Auswirkung auf das Raumklima des betroffenen Bereichs haben. Die Auswirkungen auf angrenzende Räume ergeben sich durch Wärmeleitung durch die Trennwände und Luftaustausch z.B. durch offenstehende Türen.

Im Zuge der Recherche in Teil I wurde allerdings festgestellt, dass normseitig in das Berechnungsverfahren für den Kühlbedarf ein Korrekturfaktor integriert wurde. Dessen Ermittlung liegt zugrunde, dass keine Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen bei der Zonierung erfolgt. Das führt zur Vermutung, dass eine Berücksichtigung des fraglichen Kriteriums normseitig eigentlich nicht mehr vorgesehen ist.

Im Sinne der Rechtssicherheit im Zuge der Energieausweiserstellung erscheint es jedenfalls angebracht, diese Unklarheit in den Vorschriften zu beseitigen. Als Grundlage dafür soll hier ermittelt werden, wie sich die Berücksichtigung des fraglichen Kriteriums bei Anwendung der aktuellen Berechnungsvorschriften auf die errechneten Kennzahlen auswirkt. Während Abweichungen beim Kühlbedarf bereits absehbar sind, stellt sich die Frage, ob sich durch die feingliedrigere Zonierung auch berechnungsbedingte Auswirkungen auf die restlichen Kennzahlen ergeben. Die Beibehaltung und gegebenenfalls auch die Konkretisierung des fraglichen Kriteriums in den Rechtsvorschriften erscheint jedenfalls nur dann sinnvoll, wenn es durch dessen Berücksichtigung zu einer Verbesserung der errechneten Energiekennzahlen im Sinne von geringeren Abweichungen von einem Referenzmodell kommt.

Um die Auswirkungen der Anwendung des Kriteriums „Orientierung und Fensterflächenanteile“ anhand der aktuellen Berechnungsvorschriften wie angekündigt zu beleuchten, werden zwei Punkte rechnerisch an einem konkreten Gebäude, dem Landeskrankenhaus (LKH) Graz-West, untersucht:

- **Unterteilung eines Gebäudetrakts in Zonen:**

Es soll geklärt werden, wie sich eine Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen bei der Zonierung innerhalb eines Gebäudetrakts auf die vorschriftsmäßig errechneten Energiekennzahlen auswirkt. Dabei ist wie erwähnt zu berücksichtigen, dass für den in diesem Zusammenhang sicher am stärksten beeinflussten Kühlbedarf bereits ein Korrekturfaktor zur Berücksichtigung genau dieses Umstandes im Berechnungsverfahren eingeführt wurde. Dieser Faktor wurde wie bereits beschrieben für die Berechnung von Gebäuden in Einzonenmodellen ausgelegt. Er ist im Berechnungsverfahren jedoch so verankert, dass er für die vorschriftsmäßige Energieausweisberechnung unabhängig von den Zonierungskriterien jedenfalls fix anzuwenden ist. Daher ist nicht zu erwarten, dass sich die Energiekennzahlen durch die zusätzliche Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen im Zuge der Zonierung des Baukörpers maßgeblich verbessern. Auf die dazu geplanten Berechnungen wird im folgenden Abschnitt 6.1 näher eingegangen.

Da man berechtigter Weise davon ausgehen kann, dass eine Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen bei der Zonierung innerhalb eines Gebäudetrakts aufgrund des fix verankerten Korrekturfaktors im Berechnungsverfahren eigentlich nicht mehr vorgesehen ist, stellt sich die Frage, worauf die Anführung als Beispiel für die Berücksichtigung der baulichen Gegebenheiten bei der Zonierung abstellt.

- **Unterteilung eines Gebäudes in Gebäudetrakte:**

Eine denkbare, wenn auch recht grobe Form der Berücksichtigung könnte die Unterteilung größerer Gebäudekomplexe in einzelne Gebäudetrakte unterschiedlicher Ausrichtung sein. Es soll daher beleuchtet werden, wie groß der Einfluss einer derartigen Berücksichtigung auf die errechneten Energiekennzahlen ist. In Abschnitt 6.2 werden die dazu geplanten Berechnungen beschrieben.

Um einen Eindruck davon zu gewinnen, wie sich die Veränderungen von der Nutzenergieebene auf die Endenergieebene fortpflanzen, werden für alle nachfolgend näher beschriebenen Vergleichsrechnungen am LKH Graz-West auch die Kennzahlen auf Endenergieebene berechnet.

6.1. Berücksichtigung innerhalb eines Gebäudetrakts

An dieser Stelle wird erläutert, wie der Einfluss der Zonierung aufgrund von Orientierung und Fensterflächenanteilen innerhalb eines Gebäudetrakts im gültigen Berechnungsverfahren näher betrachtet und bewertet werden soll.

Die Untersuchung erfolgt an einem ausgewählten Gebäudetrakt des LKH Graz-West, dem sogenannten Bauteil C. Eine nähere Beschreibung desselben findet sich in Kapitel 8. Für diesen Trakt sollen die Energiekennzahlen anhand der gültigen nationalen

Vorschriften errechnet werden. Dabei wird in einem ersten Durchgang auf eine Zonierung aufgrund von Orientierung und Fensterflächenanteilen verzichtet. In einem zweiten Durchgang wird dieses Kriterium hingegen im Sinne der Ausführungen in Version 2.5 des *Leitfaden* [25], die bereits in Abschnitt 5.1 beschrieben wurden, berücksichtigt.

Um beurteilen zu können, welche Variante die besseren Kennzahlen liefert, werden deren Abweichungen von den Ergebnissen eines Referenzmodells errechnet und miteinander verglichen. Als Referenzmodell dient eine Berechnung anhand einer detaillierten Zonierung mit eigens hergeleiteten Nutzungsprofilen abhängig von der Raumnutzung.

Auf eine thermische Gebäudesimulation als Referenz auf Nutzenergieebene kann insofern verzichtet werden, als durch die in Kapitel 4 beschriebenen Arbeiten [1], [6], [32], [8] und [31] gezeigt werden konnte, dass das Monatsbilanzverfahren insbesondere bei der Verwendung detaillierter Nutzungsprofile eine gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Simulationsrechnungen zeigt. Es wird auch für die Referenzvariante das genormte Berechnungsverfahren herangezogen, wobei auf die Anwendung des in Abschnitt 5.2 beschriebenen Korrekturfaktors für den Kühlbedarf verzichtet wird. Dies scheint angebracht, nachdem Sofic in seiner Dissertation [31] zu der Erkenntnis kommt, dass bei einer Mehrzonenbilanz für den Kühlbedarf kein Korrekturfaktor erforderlich ist, sofern keine Kühlbedarfswerte über $20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ auftreten. Die nachfolgend am Referenzmodell errechneten Werte für den Kühlbedarf liegen jedenfalls deutlich unter dieser Grenze.

Alle Berechnungen auf Endenergieebene werden ausschließlich anhand der aktuellen Berechnungsvorschriften vorgenommen. Mangels Vergleichsmöglichkeit mit Ergebnissen von Simulationsrechnungen ist eine Aussage darüber, wie nahe die Ergebnisse der Berechnungen dem realen Energiebedarf kommen, daher nicht möglich. Die Ergebnisse auf Endenergieebene und deren Abweichungen in unterschiedlichen Berechnungsvarianten voneinander können aber sichtbar machen, wie sich Abweichungen auf Nutzenergieebene auf die Endenergieebene auswirken.

Vereinfachungsschritte zwischen Referenzmodell und Berechnung gemäß Leitfaden

Nachdem sich diese Arbeit neben der Zonierung auch den damit verbundenen Nutzungsprofilen und der Frage der Berücksichtigung der Verschattung widmet, sollen die Abweichungen vom Referenzmodell im Zuge des Vergleichs schrittweise beleuchtet werden. Dadurch soll zusätzliche Information über die Auswirkung der einzelnen im Verfahren implizierten Vereinfachungen und deren Relation zueinander gewonnen werden. Die Abweichungen durch folgende Vereinfachungsschritte sollen ausgehend vom Referenzmodell getrennt voneinander schrittweise herausgearbeitet werden:

- (1) verschmiertes Nutzungsprofil: Wechsel von detaillierten Nutzungsprofilen abhängig von der Raumnutzung zu einem einheitlichen, „verschmierten“ Nutzungsprofil für das betrachtete Objekt;
- (2) Reduktion der Zonenzahl: ausgehend von einem detaillierten Zonenmodell zur Zonierung gemäß nationalen Vorschriften (ohne bzw. mit Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen);
- (3) normatives Nutzungsprofil: Wechsel vom einheitlichen, „verschmierten“ Nutzungsprofil für das betrachtete Objekt auf das in den nationalen Vorschriften vorgesehene Normnutzungsprofil abhängig von der Gebäudekategorie;
- (4) pauschale Verschattung (*optional*): Wechsel von einer detaillierten Berücksichtigung der Verschattungssituation zur Berücksichtigung über pauschale Faktoren.

So sollen die Auswirkungen aller beschriebenen Vereinfachungsschritte ersichtlich gemacht werden. Die Relation zwischen den einzelnen Schritten soll zur Einschätzung beitragen, ob eine Zonierung nach Orientierung und Fensterflächenanteilen innerhalb eines Gebäudetrakts sinnvoll erscheint. Deren Auswirkung beschränkt sich auf den Vereinfachungsschritt (2), während die restlichen Vereinfachungsschritte (1), (3) und optional auch (4) durch das Berechnungsverfahren vorgegeben sind.

Eine Übersicht über alle am Bauteil C berechneten Varianten und die jeweils zugehörigen Vereinfachungsschritte findet sich nach der Klärung aller Rahmenbedingungen für die Berechnungen in Kapitel 11.

6.2. Unterteilung eines Gebäudes in Gebäudetrakte

Die hier in weiterer Folge beschriebene Untersuchung geht von der bereits begründeten Annahme aus, dass eine Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen bei der Zonierung innerhalb eines Gebäudetrakts nicht mehr vorgesehen ist. Als zweite noch denkbare Form der Berücksichtigung soll die getrennte Betrachtung der Trakte untersucht werden. Durch die getrennte Betrachtung der einzelnen Gebäudetrakte kann die unterschiedliche Orientierung und Fassadengestaltung der einzelnen Baukörper berücksichtigt werden. Unterschiedliche Fensterflächenanteile und Orientierungen der einzelnen Fassaden am selben Trakt werden bei dieser Art der Zonierung nicht mehr gesondert berücksichtigt.

An dieser Stelle wird somit erläutert, wie der Einfluss einer möglichen Zonierung durch getrennte Betrachtung unterschiedlicher Gebäudetrakte untersucht werden soll.

Die Energiekennzahlen werden dazu für alle oberirdischen Teile der unterschiedlichen Gebäudetrakte des LKH Graz-West getrennt berechnet. Das gesamte konditionierte Untergeschoss des LKHs, das hinsichtlich Orientierung und Fensterflächenanteilen keine große Bedeutung hat, wird zudem als eine einzige zusätzliche Zone betrachtet. Verglichen werden sollen die so errechneten und für das gesamte Gebäude aufsummierten Kennzahlen

mit einer Betrachtung ohne Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen. Das bedeutet in diesem Fall, dass das gesamte LKH angesichts gleicher Nutzung und Bauweise als eine einzige Zone angesehen wird. Alle Berechnungen erfolgen dabei vorschriftsgemäß unter Verwendung des durch die ÖNORM B 8110-5 [13] vorgegebenen Nutzungsprofils „Krankenhaus“.

Durch diese Betrachtung am Beispielgebäude soll abgeschätzt werden, ob eine derartige Form der Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen im Zuge der Zonierung auf Nutzenergieebene einen nennenswerten Einfluss auf die vorschriftsmäßig errechneten Kennzahlen hat.

Die Berechnung des gesamten LKH Graz-West mittels eines Referenzmodells analog zu dem für den Bauteil C würde einen großen Mehraufwand ohne entsprechenden Erkenntnisgewinn darstellen. Diese Variante wurde daher nur am Bauteil C als repräsentativem Baukörper betrachtet. Daher kann für den Vergleich der beiden Zonierungsvarianten des Gesamtgebäudes keine Aussage darüber getroffen werden, welche Kennzahlen denen eines entsprechenden Referenzmodells näher kämen. Es kann lediglich aufgezeigt werden, wie weit die einzelnen Energiekennzahlen durch die traktweise Unterteilung in Zonen divergieren.

Als notwendige Referenz für diesen Vergleich wird das Modell mit getrennter Berücksichtigung der Gebäudetrakte als detaillierteres Modell herangezogen und die Abweichungen des Einzonenmodells davon dargestellt.

7. Allgemeine Berechnungsgrundlagen

Nach der Beschreibung des Berechnungsvorhabens erfolgt nun ein Überblick über die allgemeinen Grundlagen der Berechnung, bevor im Anschluss in Kapitel 8 näher auf das betrachtete Gebäude eingegangen wird.

7.1. Normungsstand

Alle Berechnungen wurden, sofern nicht anders angeführt, auf Grundlage der bereits in Abschnitt 2.2 beschriebenen rechtlichen und technischen Bestimmungen vorgenommen. Die verwendeten Normen wurden dabei jeweils in ihrer aktuellen Fassung herangezogen. Besteht an einzelnen Stellen für die geplanten Untersuchungen Interpretations- oder Änderungsbedarf, so wird auf die gewählte Vorgangsweise im jeweils thematisch passenden Abschnitt mit der zugehörigen Begründung explizit hingewiesen.

7.2. Berechnungstool

Alle Berechnungen werden mit der Version „EA-geklNWGe-V02k“ des auf dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel basierenden OIB-Schulungstools für mechanisch gelüftete und gekühlte Nichtwohngebäude erstellt. Diese bis dato nur zu Validierungszwecken eingesetzte Programmversion beruht auf dem OIB-Schulungstool für beheizte Nichtwohngebäude, das von DI Dr. Christian Pöhn an der Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle (MA 39) der Stadt Wien entwickelt wurde. Die Erweiterung um die Programmteile Lüftung und Kühlung erfolgte durch DI Markus Gratzl-Michlmair am Institut für Wärmetechnik der TU Graz.

Das Tool erlaubt die Berechnung der Energiekennzahlen jeweils einer einzelnen Gebäudezone mit einer Konfiguration von zugehörigen haustechnischen Systemen. Die Ergebnisse einzelner Zonen können gegebenenfalls zu Gesamtergebnissen für größere Bereiche addiert werden. Eine durch die Rechtsvorschriften vorgesehene, systematische Berechnung von einzelnen haustechnischen Systemen für unterschiedliche, zonenunabhängige Versorgungsbereiche wäre durch Aufgliederung der einzelnen Tabellenblätter des Berechnungstools grundsätzlich denkbar. Dies würde jedoch voraussetzen, dass eine geeignete Zusammenfassung der für die Berechnung eines haustechnischen Systems jeweils notwendigen Eingangsdaten auch aus Gebäudezonen mit unterschiedlichen Nutzungsprofilen entsprechend geregelt wäre. Daher wird die Berechnung mit dem Berechnungstool jeweils für eine einzelne Zone mit jeder vorhandenen Anlagenkonfiguration getrennt durchgeführt.

Die Energiekennzahlen für eine Zone werden berechnet, indem alle Ergebnisse mit den verschiedenen vorhandenen Anlagenkonfigurationen mit ihrem Anteil an der konditionierten Brutto-Grundfläche der Zone gewichtet aufsummiert werden. Durch Aufsummie-

ren der Ergebnisse betreffender Zonen können zonenübergreifende Kennzahlen ermittelt werden, was jedoch nur innerhalb der selben Gebäudekategorie vorgesehen ist.

Nachdem diese Vorgangsweise selbst bei Verwendung des zu Validierungszwecken eingesetzten Berechnungstools erforderlich ist, kann davon ausgegangen werden, dass diese bis dato der gängigen Praxis entspricht. Versuche einer genaueren Zuordnung scheitern derzeit noch an einzelnen ungesicherten Eingangsparametern. Geringfügige Unterschiede können sich noch dadurch ergeben, dass teilweise auch über das konditionierte Volumen anstelle der konditionierten Brutto-Grundfläche gewichtet wird. Für das vorliegende Gebäude muss anlagenseitig lediglich zwischen verschiedenen raumlufttechnischen Anlagen unterschieden werden. Da dafür das Lüftungsvolumen maßgeblich ist und dieses über die Brutto-Grundfläche und eine fix vorgesehene fiktive Höhe ermittelt wird,⁶³ erfolgt die Gewichtung in dieser Arbeit über den Anteil an der Brutto-Grundfläche.

Notwendige Adaptierungen am Berechnungstool

Ausgehend von der Version „EA-geklNWGe-V02k“ des Berechnungstools wurden an diesem punktuelle Adaptierungen vorgenommen, um die in der Folge beschriebenen Vergleichsrechnungen am LKH Graz-West durchführen zu können:

- Nachdem es sich beim gesamten betrachteten Gebäude ausschließlich um ein Krankenhaus handelt, wurde der Gebäudetyp fix vorgegeben. Anstelle der Auswahl des Gebäudetyps wurde die Auswahl eines Nutzungsprofils gemäß Tabelle 6 auf Seite 78 ermöglicht. Das adaptierte Berechnungstool kann damit nicht mehr ohne entsprechende Änderungen für Energieausweisberechnungen von Nicht-Wohngebäuden mit anderer Nutzung (z.B. Bürogebäude) verwendet werden.
- Da für die Berechnung des Beleuchtungsenergiebedarfs ausschließlich Benchmarkwerte herangezogen werden, wurden alle ausschließlich für den Beleuchtungsenergiebedarf relevanten Daten aus den Nutzungsprofilen entfernt, da diese keine Relevanz für die gewählte Art der Berücksichtigung besitzen. Stattdessen wurde der spezifische jährliche Beleuchtungsenergiebedarf⁶⁴ (*LENI*) in den einzelnen Nutzungsprofilen ergänzt.
- Für die Berechnung des Nutzenergiebedarfs bei Lufterneuerung werden die spezifischen Energiekennwerte wie in der ÖNORM H 5057⁶⁵ vorgesehen abhängig von der täglichen Nutzungsdauer und nicht mehr abhängig vom jeweiligen Gebäudetyp⁶⁶ gewählt.

⁶³Vgl. ÖNORM B 8110-6 [15], 6.1, Formel (14): $V_V = 0,8 \cdot BGF \cdot 2,6 \text{ m}$ (wobei $0,8 \cdot BGF = BF$).

⁶⁴Der dafür vorgesehene Benchmarkwert wird in der ÖNORM H 5059 [22] inzwischen analog zur ÖNORM EN 15193 [16] als numerische Kenngröße der jährlichen Gesamtbeleuchtungsenergie, die im Gebäude benötigt wird, bezeichnet.

⁶⁵Vgl. ÖNORM H 5057 [20], Tabelle 3: Auswahl 7h, 12h oder 24h.

⁶⁶Bisher erfolgte im Berechnungstool die Auswahl der Werte indirekt über den Gebäudetyp, welcher über sein einheitliches Nutzungsprofil wiederum über eine fixe tägliche Nutzungsdauer verfügt.

- Für die Auswahl des Defaultwerts der spezifischen Leistungsaufnahme der Ventilatoren für den Zu- bzw. Abluftvolumenstrom (P_{SFP}) wird in allen Fällen der Wert für Nichtwohngebäude mit weniger als 15.000 m² BGF verwendet, da keine Anlage im LKH Graz-West für sich betrachtet mehr als 15.000 m² BGF versorgt. Das Berechnungstool zog an dieser Stelle, ausgehend von der Annahme, dass der Versorgungsbereich der Lüftungsanlage der gesamten betrachteten Gebäudezone entspricht, den BGF der zu berechnenden Gebäudezone heran, welcher auch über diesem Grenzwert liegen kann.
- Für die Berechnung von Gebäudezonen, die nur Teile des Gesamtgebäudes darstellen, wurde zusätzlich die BGF des gesamten Gebäudes erfasst. Die BGF des gesamten Gebäudes wird nun für die Auswahl des Defaultwerts der Rohrleitungsdurchmesser für Trinkwasser- und Heizungsleitungen herangezogen. Außerdem wird über das Verhältnis der BGF der zu berechnenden Zone zu der des Gesamtgebäudes der Anteil der Zone am Gesamtgebäude bestimmt. Pauschale (nicht flächenabhängige) Werte in der Berechnung der Defaultwerte der Rohrleitungslängen werden in weiterer Folge nur zu diesem Anteil der Zone am Gesamtgebäude berücksichtigt, um daraus resultierende Verzerrungen im Vergleich zwischen verschiedenen Zonierungsmodellen zu vermeiden. Die Wärmebereitstellung für Warmwasser und Raumheizung wurde dabei fix als zentral definiert.
- Für die Berechnung des jährlichen Energiebedarfs für Beleuchtung wurde die verwendete Fläche auf die Bezugsfläche (BF) laut ÖNORM B 8110-6⁶⁷ geändert, da zwar die ÖNORM H 5059 [22] keine Angaben dazu macht, worauf sich der spezifische Wert von $LENI$ bezieht, die zugrunde liegende ÖNORM EN 15193⁶⁸ jedoch definiert, dass sich $LENI$ auf die nutzbare Grundfläche des Gebäudes bezieht.
- Außerdem wurde die Berücksichtigung der durch Beleuchtung anfallenden inneren Wärmegevinne im Zuge der Ermittlung der stationären Kühllast gemäß Anhang A der ÖNORM H 5058 [21] auf den aktuellen Normungsstand aktualisiert. Die Berechnung der spezifischen elektrischen Bewertungsleistung p_{spez} wird bei Verwendung von Benchmarkwerten für $LENI$ nun über die diesbezüglichen Bestimmungen der ÖNORM H 5058⁶⁹ vorgenommen.
- Im Zuge der Ermittlung des außeninduzierten Kühlbedarfs (KB*) wurde bei der Berechnung des Korrekturfaktors f_{corr}^* ein fehlerhafter Bezug auf die Gebäudezeitkonstante τ_c durch den korrekten Bezug auf die eigens für diesen Fall ermittelte Gebäudezeitkonstante τ_c^* ersetzt.

⁶⁷Vgl. ÖNORM B 8110-6 [15], 4: vereinfachte Berechnung ($BF = 0,8 \cdot BGF$) verwendet.

⁶⁸Vgl. ÖNORM EN 15193 [16], Formel (10).

⁶⁹Vgl. ÖNORM H 5058 [21], Formel (A.17).

8. Das betrachtete Gebäude: LKH Graz-West

Im Zeitraum von Jänner 2009 bis August 2010 wurde am Institut für Wärmetechnik der TU Graz das Projekt „Pflichtenheft Energieausweis“ [5] für die Steiermärkische Krankenanstaltengesellschaft (KAGes) erarbeitet. Im Zuge des Projekts waren auch Energieausweisberechnungen für eine Auswahl von Krankenhäusern der KAGes, darunter das Landeskrankenhaus (LKH) Graz-West, zu erstellen. Das LKH Graz-West wurde für die Vergleichsrechnungen ausgewählt, da es durch unterschiedlich ausgerichtete Gebäudetrakte mit teilweise großzügigen Verglasungen, aber auch aufwändigen Verschattungssystemen gekennzeichnet ist. Die für die vorliegende Arbeit erhobenen und in diesem Kapitel beschriebenen Daten dienen darüber hinaus auch als Grundlage für die Ausstellung des Energieausweises für das Gebäude.

Es folgt nun eine kurze allgemeine Beschreibung des LKH Graz-West, bevor gezielt auf die einzelnen für die Energieausweiserstellung relevanten Aspekte auf Gebäude- und Anlagenebene eingegangen wird.

Das Landeskrankenhaus Graz-West der KAGes wurde in den Jahren 1998 bis 2002 unmittelbar neben dem bestehenden Unfallkrankenhaus Graz der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt (AUVA) errichtet. Am Gebäude wurden seither keine energetisch relevanten Sanierungen oder Umbauten vorgenommen.

Im Zuge der Planung des Krankenhauses wurden sieben Bauteile (inkl. Tiefgarage) unterschiedlicher Orientierung und Geschößzahl definiert, die jeweils vollständig unterkellert sind. Im Wesentlichen handelt es sich bei den als Bauteilen bezeichneten Gebäudeteilen um einzelne Gebäudetrakte.

Es wird zwischen den folgenden Bauteilen unterschieden, wobei die Abbildung 1 auf der nächsten Seite einen Überblick über deren Anordnung zulässt:

- Der Bauteil AB erstreckt sich von Nordwest nach Südost und weist oberirdisch fünf Vollgeschoße (Erdgeschoß bis 4. Obergeschoß) auf. Im Nordwesten schließt er über einen Verbindungsgang an das benachbarte UKH an.
- Bauteil C bildet die Verlängerung des Bauteils AB in Richtung Südost und hat ebenfalls fünf Vollgeschoße.
- Im Übergang von Bauteil AB zu Bauteil C schließt Bauteil D im rechten Winkel zu diesen beiden in Richtung Südwest an. Bauteil D verfügt über drei oberirdische Vollgeschoße (Erdgeschoß bis 2. Obergeschoß)
- Nordostseitig schließt etwa auf derselben Höhe Bauteil E an Bauteil AB an.
- Ausgehend von Bauteil E und wiederum im rechten Winkel zu diesem erstreckt sich zuerst Bauteil F und anschließend Bauteil G parallel zu Bauteil C nach Südosten.

- Im Nordosten an die Bauteile E und G anschließend erstreckt sich unterirdisch die zweigeschoßige Tiefgarage inkl. Wirtschaftszufahrt (Bauteil H, nicht in Abbildung 1 dargestellt).

Die Bauteile E, F und G weisen allesamt nur mehr zwei oberirdische Vollgeschoße (Erdgeschoß und 1. Obergeschoß) auf, wobei sich am Dach der Bauteile F und G jeweils eine Lüftungszentrale befindet. Am südöstlichen Ende der Bauteile F und G werden diese über einen Verbindungsgang mit dem Bauteil C verbunden. Dieser Verbindungsgang ist durchgehend unterkellert und besitzt im Untergeschoß auf Höhe der Bauteile F und G zusätzlich einige Nebenräume. Zwischen den Bauteilen C und F erstreckt sich der Verbindungsgang nur ins Erdgeschoß, während er zwischen den Bauteilen F und G bis ins 1. Obergeschoß reicht. Dieser Verbindungsgang schließt damit auch jeweils die vierte Seite der beiden Innenhöfe zwischen den Bauteilen C-E-F und E-F-G ab.

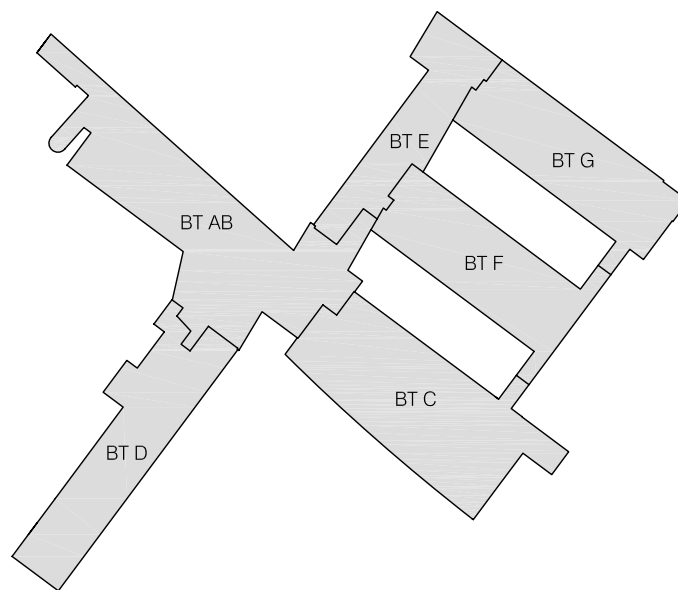


Abbildung 1: Übersicht Bauteile LKH Graz-West (genordet)

Das Geländeniveau in den beiden Innenhöfen befindet sich in etwa auf dem Niveau des Untergeschoßes, sodass die Fassaden der angrenzenden Bauteile im Untergeschoß zum Hof hin an Außenluft grenzen. Die hofseitigen Räume im Untergeschoß werden somit auch natürlich belichtet.

Die Beheizung und Warmwasserbereitung für das gesamte Gebäude erfolgt über eine Nahwärmeversorgung vom angrenzenden UKH aus. Die Kältebereitstellung erfolgt grundsätzlich über Kompressionskältemaschinen je Bauteil, für Büroräume in Einzelfällen auch über Split-Geräte. Während Bettenzimmer, Büroräume und eine Reihe von Nebenräumen natürlich belüftet werden, verfügen Gänge und Funktionsbereiche zum überwiegenden Teil über mechanische Lüftungsanlagen.

8.1. Datengrundlage

Zur Ermittlung der Energiekennzahlen für die angestrebten Vergleiche lagen die nachfolgend genannten Informationen zum LKH Graz-West vor.

8.1.1. Planunterlagen

Sämtliche Berechnungen auf Gebäudeebene erfolgten auf Grundlage der übermittelten digitalen Pläne des Gebäudes, die in Tabelle 1 aufgelistet sind. Nicht angeführt sind dabei die ebenfalls vorliegenden Grundrisspläne für die einzelnen Bauteile, da die angeführten Übersichtspläne verwendet wurden, die eine inhaltsgleiche Zusammenfassung der Grundrisse aller Bauteile in jeweils einem Plan darstellen. Einzelne Abmessungen von Fensterkonstruktionen sowie lokale Höhensprünge (z.B. bei Übergängen zwischen Bauteilen) wurden einerseits im Rahmen der Objektbegehung und andererseits durch Auswertung der Fotodokumentation⁷⁰ ermittelt.

Tabelle 1: Verfügbare Planunterlagen

<i>Bezeichnung</i>	<i>Inhalt</i>	<i>Datum</i>	<i>Maßstab</i>	<i>Form</i>
Übersichtsplan-UG.dwg	Grundrissplan UG	23.11.01	o.M. (1:200)	digital
Übersichtsplan-EG.dwg	Grundrissplan EG	14.11.01	o.M. (1:200)	digital
Übersichtsplan-1OG.dwg	Grundrissplan 1.OG	14.11.01	o.M. (1:200)	digital
Übersichtsplan-2OG.dwg	Grundrissplan 2.OG	14.11.01	o.M. (1:200)	digital
Übersichtsplan-3OG.dwg	Grundrissplan 3.OG	23.11.01	o.M. (1:200)	digital
Übersichtsplan-4OG.dwg	Grundrissplan 4.OG	23.11.01	o.M. (1:200)	digital
Übersichtsplan-DD.dwg	Dachdraufsicht	23.11.01	o.M. (1:200)	digital
<i>Ergänzende Systemschnitte für einzelne Bauteile:</i>			o.M. (1:200)	digital
A-AB-SC-04-a2.dwg	A-AB-SC-08-a.dwg	SchnittG-BTC.dwg	SchnittA-BTC.dwg	
A-D-SC-02-b2.dwg	A-D-SC-15-b1.dwg	Schnitt-09-B.dwg	Schnitt-A-BTF.dwg	
Schnitt-12_G.dwg	Schnitt-D-BTG.dwg			

Ergänzend zur Verfügung gestellte Pläne betreffend die haustechnischen Systeme erwiesen sich als zu unvollständig bzw. unzureichend dokumentiert, als dass sie für die Erfassung der Anlagenebene effektiv nutzbar gewesen wären.

8.1.2. Sonstige Unterlagen

- Bauphysikalische Nachweise gemäß Stmk. Bauordnung und Stmk. WärmeDämm-Verordnung (Kopie der Zweitschrift)⁷¹

⁷⁰Siehe Anhang A.1.

⁷¹Ersteller: Bauphysik Kalwoda, Datum: 1998-06-22, GZ: U-116-P-574-A,C.

- Raumlisten der KAGes mit Rohdaten zur Nutzung und Konditionierung (insbesondere Belüftung) der einzelnen Räume⁷²

8.1.3. Begehung vor Ort

Am 29.10.2009 wurde eine Erstbegehung vor Ort vorgenommen, an der folgende Personen teilnahmen: DI Johannes Almer (Projektleitung, KAGes), Ing. Alois Stock (Technischer Dienst, LKH Graz-West), Matthias Walser und DI Markus Gratzl-Michlmair (Institut für Wärmetechnik, TU Graz). Es folgten weitere Begehungen und Abklärungen seitens Matthias Walser insbesondere mit Ing. Alois Stock.

Insgesamt erfolgten:

- Begehung und Fotodokumentation der thermischen Gebäudehülle,⁷³
- Beschreibung der vorhandenen haustechnischen Systeme durch Ing. Alois Stock mit besonderem Augenmerk auf die im Energieausweis darzustellenden Elemente,
- Aushändigung von ergänzendem Planmaterial und von bauphysikalischen Nachweisen im Zuge der Einreichung.

8.2. Beschreibung auf Gebäudeebene

Dieser Abschnitt beschreibt, welche Daten des Gebäudes erhoben wurden und wie diese jeweils für die Berechnung von Energiekennzahlen interpretiert wurden. Es wird dazu auf die folgenden Punkte Schritt für Schritt eingegangen:

- die Nutzung des Gebäudes (8.2.1),
- seinen Standort (8.2.2) und
- seine Orientierung (8.2.3),
- die Ermittlung des konditionierten Volumens und der thermischen Gebäudehülle (8.2.4),
- die Ermittlung der Bauteilaufbauten (8.2.5),
- die Verschattung der verglasten Flächen (8.2.6),
- die Wärmespeicherfähigkeit (8.2.7) und
- die Luftdichtheit des Gebäudes (8.2.8).

⁷²Elektronisch übermittelt von DI (FH) Franz Puregger (Facility Management der KAGes) am 27.04.2010.

⁷³Siehe Anhang A.1.

8.2.1. Nutzung

Das LKH Graz-West weist – nach Bauteilen und Geschoßen geordnet aufgezählt – im Wesentlichen die folgenden realen Hauptnutzungen auf:

- **Bauteil AB:**

UG: Lüftungszentrale, Technikräume, Matratzenaufbereitung, Lager, Archiv;
EG: Eingangshalle, Rezeption, Cafeteria, Personalspeiseräume;
1.OG: Bereitschaftsräume Personal;
2.OG: Bettenstationen inkl. zugehöriger Funktionsräume;
3.OG: Bettenstationen inkl. zugehöriger Funktionsräume;
4.OG: Bettenstationen inkl. zugehöriger Funktionsräume;
DG: Liftüberfahrten, Technikräume.

- **Bauteil C:**

UG: Prosektur, Technischer Dienst, Elektroversorgung, Lüftungszentrale;
EG: Ambulanz (Innere Medizin, Chirurgie, Untersuchungsräume, Funktionsdiagnostik, Anästhesie);
1.OG: Tagesklinik inkl. zugehöriger Funktionsräume, Aufnahmestation;
2.OG: Ärztliche Administration & Bettenstation inkl. zugeh. Funktionsräume;
3.OG: Ärztliche Administration & Bettenstation inkl. zugeh. Funktionsräume;
4.OG: Ärztliche Administration & Bettenstation inkl. zugeh. Funktionsräume.

- **Bauteil D:**

UG: Lüftungszentrale, Lager, Garderoben;
EG: Verwaltung, Kapelle;
1.OG: Bettenstation inkl. zugehöriger Funktionsräume;
2.OG: Bettenstation inkl. zugehöriger Funktionsräume.

- **Bauteil E:**

UG: Garderoben, Waschräume, Aufenthaltsräume, Kältezentrale;
EG: Ärztliche Administration, Schockraum;
1.OG: Ärztliche Administration.

- **Bauteil F:**

UG: Labor, Apotheke, Reinigung, Wäschelager;
EG: Röntgendiagnostik;
1.OG: konservative Intensivmedizin, anästhesiologische Intensivpflege;
DG: Lüftungszentrale (nicht konditioniert).

- **Bauteil G:**

- UG:** Archiv, Lager, Reserve;
- EG:** 2-Ebenen-Angiografie/Herzkath., Endoskopie, Pathologie;
- 1.OG:** Operation/Asept., Sterilgutversorgung;
- DG:** Lüftungszentrale (nicht konditioniert).

- **Bauteil H:**

- 1.UG:** Tiefgarage Besucher;
- 2.UG:** Tiefgarage Personal; Wirtschaftszufahrt, Entsorgung, Trafostation.

Gebäudetyp gemäß OIB-Richtlinie 6: Die tatsächlichen Nutzungen des LKH Graz-West entsprechen damit vollständig der Gebäudekategorie „Krankenhaus“ gemäß *OIB-Richtlinie 6* [28], womit das gleichnamige Nutzungsprofil „Krankenhaus“ der ÖNORM B 8110-5 [13] für die rechtsgültige Berechnung von Energiekennzahlen heranzuziehen ist. Eine Zonierung aufgrund unterschiedlicher Nutzungsbedingungen, die über die Nutzungsprofile definiert sind, ist daher aufgrund der Rechtsvorschriften nicht vorgesehen.

8.2.2. Standort

Das Gebäude befindet sich im Bezirk Eggenberg (Katastralgemeinde Algersdorf) der steirischen Landeshauptstadt Graz.

- Koordinaten: 47° 4' 44" N, 15° 23' 54" O
- Höhe: 380 m ü. A.

Der Standort entspricht somit gemäß ÖNORM B 8110-5 der Klimaregion „Südost-südlicher Teil“. Aus der Klimaregion und der Höhenlage von 380 m ü. A. ergibt sich mit dem vom Österreichischen Institut für Bautechnik zur Verfügung gestellten Berechnungstool „NAT.xls“ eine Normaußentemperatur von -10,9°C.

8.2.3. Orientierung

Die Gebäudelängsachsen weichen jeweils rund 8° von der angegebenen Orientierung⁷⁴ ab, was im Zuge der notwendigen Modellbildung für den Energieausweis jedoch nicht weiter berücksichtigt wird. Der Umfang der Rundung des verglasten Stiegenhauses im

⁷⁴Siehe Beginn von Kapitel 8 bzw. Anhang A.3 (Datenblätter der einzelnen Zonen).

Bauteil AB am Übergang zum UKH wurde in einzelne 45°-Sektoren⁷⁵ unterteilt den entsprechenden Orientierungen zugewiesen.

8.2.4. Ermittlung des konditionierten Volumens und der thermischen Gebäudehülle

Das LKH Graz-West verfügt über durchgehend voll genutzte und konditionierte oberirdische Geschoße, die in der Einleitung dieses Kapitels auf Seite 61 bereits näher angeführt wurden. Das Untergeschoß ist mit Ausnahme einiger kleiner außenliegender Lagerräume im Bereich der Anlieferung ebenfalls vollständig konditioniert, wobei hier reduzierte Raumtemperaturen in Lager- und Technikräumen herrschen. Die Tiefgarage, die im Nordosten unterirdisch an die Bauteile E und G anschließt, wird lediglich belüftet. Die auf die Bauteile F und G aufgesetzten Lüftungszentralen für diese Bauteile sind wärmegeklämmt, werden aber lediglich durch Verluste der darin befindlichen haustechnischen Systeme geringfügig konditioniert.

Sämtliche Räume des LKH Graz-West mit Ausnahme oben erwähnter Lagerräume im Bereich der Anlieferung werden als konditioniert betrachtet. Sie werden von der thermischen Gebäudehülle umfasst und bilden das konditionierte Volumen. Die Lage der thermischen Gebäudehülle ist in den Übersichtsplänen in Anhang A.2 dargestellt. Eine Zusammenfassung der relevanten Daten findet sich zonenweise⁷⁶ in Anhang A.3. Der Vollständigkeit halber bleibt an dieser Stelle zu erwähnen, dass der Bereich um Rettungseingang und Schockraum abweichend von den Planvorgaben aufgrund der räumlichen Situation für die Berechnung von Energiekennzahlen dem Bauteil E anstelle von Bauteil G zugewiesen wurden.

Die Tiefgarage in Bauteil H gilt aufgrund der Belüftungsanlage zwar per Definition als konditioniert, wird jedoch im Energieausweis mangels passenden Nutzungsprofils (keine Beheizung) nicht berücksichtigt.⁷⁷ Die aufgesetzten Lüftungszentralen der Bauteile F und G werden als unkonditioniert angenommen, da die Konditionierung ausschließlich durch Geräteabwärme erfolgt.

8.2.5. Ermittlung der Bauteilaufbauten

Die Bauteilaufbauten und deren U-Werte, die in Tabelle 2 auf der nächsten Seite ersichtlich sind, wurden aus den vorliegenden bauphysikalischen Nachweisen im Zuge der

⁷⁵Die ÖNORM B 8110-5 [13] enthält Strahlungswerte in 22,5°-Schritten, die ÖNORM B 8110-6 [15] hingegen liefert Verschattungsfaktoren und Aktivierungsfaktoren (für bewegliche Verschattungselemente) in 90°- bzw. 45°-Schritten. Es wurde daher eine Unterteilung in 45°-Schritten gewählt (Süd, Südwest, West, Nordwest, usw.) und Verschattungsfaktoren wie durch die Norm vorgesehen gemittelt.

⁷⁶Vgl. Kapitel 10.

⁷⁷Vgl. Anmerkungen zum konditionierten Bereich in Abschnitt 2.1.

Baueinreichung übernommen.⁷⁸ Eine genauere Flächenzuordnung bei lokal abgeänderten Bauteilaufbauten ist aufgrund des vorliegenden Planmaterials nicht möglich.

Für Verglasungen und Türen wurden mangels konkreter Angaben von U-Werten und g-Werten für das LKH Graz-West die Anforderungswerte aus der Ausschreibung für den von der KAGES nahezu zeitgleich ausgeschriebenen Funktionstrakt des LKH Rottenmann übernommen. Die g-Werte von Litexglas und Spezialglas wurden ausgehend von den Werten der Standard- bzw. Sonnenschutzverglasung abgeschätzt. Die in den Berechnungen verwendeten Werte sind in Tabelle 3 abgebildet.

Tabelle 2: U-Wert-Annahmen Bauteile

<i>Bezeichnung</i>	<i>Bauteil</i>	<i>U-Wert</i>
AW	Außenwand	0,421
DA	Außendecke (Flachdach)	0,196
DE	Außendecke (Decke über Außenluft)	0,197
WT	Wand zu geschlossener Tiefgarage	0,664
EW	erdanliegende Wand	0,411
BP	erdanliegender Fußboden (Bodenplatte)	0,355

Tabelle 3: U-Wert- und g-Wert-Annahmen Fenster und Außentüren

<i>Bezeichnung</i>	<i>Bauteil</i>	<i>U-Wert</i>	<i>g-Wert</i>
FE-default	Fenster mit Standardverglasung und Glastüren	1,60	0,55
FE-Litex	Fenster mit weiß gepunktetem Litexglas	1,60	0,50
FE-Sonne	Fenster mit Sonnenschutzverglasung	1,60	0,40
FE-spezial	Fenster mit Spezialverglasung (Sonnenschutz im Glaszwischenraum)	1,60	0,30
AT	Außentüren (nicht verglast)	1,60	0,00

Nachdem keine spezifischen Daten für das LKH Graz-West vorliegen, wurde auf eine Unterteilung in Fenster- und Fensterbandkonstruktionen sowie großflächige Verglasungen (z.B. Pfosten-Riegel-Konstruktionen) verzichtet. An einigen Stellen wurden in Pfosten-Riegel-Konstruktionen anstelle regulärer Verglasung auch außen verglaste, jedoch undurchsichtige, wärme gedämmte Paneele eingesetzt. Mangels genauere Aufschlüsselung im bauphysikalischen Gutachten und Produktangaben werden diese Paneele mit dem Standard-U-Wert der Außenwände angesetzt.

⁷⁸Nähere Informationen dazu finden sich in Abschnitt 8.1.2. Die Angaben aus dem bauphysikalischen Nachweis aus dem Jahr 1998 sind in Form des k-Werts vorhanden. Bei opaken Bauteilen ist der k-Wert jedoch identisch mit dem U-Wert.

8.2.6. Verschattung

Beim LKH Graz-West kommt eine Vielzahl unterschiedlicher Verschattungssysteme zum Einsatz. Die Fenster in südwestlicher bzw. südöstlicher Ausrichtung sowie in den Obergeschoßen auch in nordöstlicher sowie nordwestlicher Orientierung verfügen zum überwiegenden Teil über außenliegende bewegliche Verschattungselemente. Dabei kommen hauptsächlich außenliegende Screens und Jalousien zum Einsatz. Alle großflächig vorhandenen beweglichen Verschattungseinrichtungen werden automatisch witterungsabhängig geregelt, in Betten-, Funktions- und Büroräumen können diese optional auch manuell gesteuert werden. Zudem liegt eine nachfolgend beschriebene fixe Verschattung vor. Die jeweilige Verschattungssituation ist auch aus der Fotodokumentation in Anhang A.1 ersichtlich.

- Die südwestorientierten Fenster der Bauteile AB sowie C sind in den Obergeschoßen mit fixen horizontalen Verschattungselementen versehen.
- Bei teilweise südorientierten Verglasungen wurden fallweise Auskragungen des darüber liegenden Geschoßes bzw. von Vordächern (z.B. bei BT D) genutzt, um eine Verschattungswirkung zu erzielen.
- An einigen Stellen (z.B. im EG im Südwesten von BT C und bei einzelnen Fluchttieghäusern) kommen fixe lamellenartige Verschattungselemente vor den Verglasungen zum Einsatz.
- Die insbesondere im Bauteil AB recht großflächige horizontale Verglasung wird lediglich durch die darüber liegenden Stockwerke etwas abgeschattet, außenliegende Verschattungselemente sind hier keine angebracht.
- Die Eigenverschattung durch andere Bauteile verursacht insbesondere in den Innenhofbereichen eine wesentliche Verschattungswirkung.

Es wird standardmäßig die detaillierte Berechnung der Verschattung gemäß ÖNORM B 8110-6⁷⁹ für die Ermittlung der Energiekennzahlen angewandt. Bewegliche wie unbewegliche Verschattungselemente sowie vertikale und punktuell auch seitliche Eigenverschattung werden dabei berücksichtigt. Die Horizontverschattung wird nur soweit berücksichtigt, als sie durch andere Bauteile des LKH selbst bzw. durch das UKH⁸⁰ erfolgt. Zusammenfassend sind die mittleren Verschattungsfaktoren für die unterschiedlichen Verglasungsflächen der einzelnen Zonen jeweils in Anhang A.3 dokumentiert. Zu Vergleichszwecken wird die Verschattung alternativ vereinfacht über die pauschalen Verschattungsfaktoren gemäß ÖNORM B 8110-6⁸¹ berücksichtigt, wobei unbewegliche Verschattungselemente genauso wie Eigenverschattung unberücksichtigt bleiben.

⁷⁹Vgl. ÖNORM B 8110-6 [15], 8.3.1.2.1.

⁸⁰Mangels Planmaterial für das UKH wird die Verschattungswirkung durch dessen Baukörper lediglich abgeschätzt.

⁸¹Vgl. ÖNORM B 8110-6 [15], 8.3.1.2.2: für Nichtwohngebäude $f_{S,h} = 0,75$ und $f_{S,c} = 1,00$.

8.2.7. Wärmespeicherfähigkeit

Das LKH Graz-West verfügt sowohl über Bereiche mit massiven Außenwänden als auch Bereiche mit Stahlbeton-Skelettstruktur mit vorgesetzter Fassadenkonstruktion. Die massiven Stahlbetondecken sind durch abgehängte Decken vom Raumvolumen getrennt und daher als thermische Speichermasse nicht aktivierbar. Die Fußbodenkonstruktionen weisen schwimmende Zementestriche auf, die Zwischenwände sind überwiegend als Gipskartonwände ausgeführt. Die Bauweise des gesamten LKH Graz-West wird daher als „mittelschwer“ laut ÖNORM B 8110-6⁸² eingestuft und der entsprechende Defaultwert der wirksamen Wärmespeicherfähigkeit angesetzt. Eine Zonierung des Gebäudes aufgrund unterschiedlicher Bauweisen ist somit nicht erforderlich.

8.2.8. Luftdichtheit der Gebäudehülle

Es liegt kein Blower-Door-Test für das Gebäude vor, der genaueren Aufschluss über die diesbezügliche Qualität der Gebäudehülle gibt. Das Alter der Fenster und Türen des LKH Graz-West stimmt mit dem Baualter des Gebäudes überein und die Öffnungen weisen eine mittelmäßige Luftdichtheit auf. Die Luftdichtheit des Gebäudes wird als „mittel“ eingeschätzt und dementsprechend für die Berechnungen gemäß Formel (18b) der ÖNORM B 8110-6 [15] der Wert von n_{50} mit $1,20 \text{ h}^{-1}$ angenommen.

8.3. Beschreibung auf Anlagenebene

Abschließend gilt es für das LKH Graz-West noch zu beschreiben, welche Daten über die verschiedenen Systeme von haustechnischen Anlagen für das Gebäude erhoben wurden, und wie diese jeweils für die Berechnung der Energiekennzahlen interpretiert wurden. Es wird dazu in weiterer Folge auf die angeführten Konditionierungssysteme eingegangen:

- das Raumheizungssystem (8.3.1),
- das Warmwassersystem (8.3.2),
- die Raumluftechniksysteme (8.3.3),
- die Kühltechniksysteme (8.3.4) sowie
- das Beleuchtungssystem (8.3.5).

⁸²Vgl. ÖNORM B 8110-6 [15], 9.1.2.

8.3.1. Raumheizungssystem

Das Heizungssystem läßt sich folgendermaßen charakterisieren und für die Berechnungen abbilden:

- Die Wärmebereitstellung für die Raumheizung und das Warmwasser erfolgt kombiniert über Nahwärme vom angrenzenden UKH Graz. Die Wärmeübergabe erfolgt über eine zentrale Übergabestation, von wo aus die Verteilung im Heizungsverteilnetz des Gebäudes vorgenommen wird. Die Abrechnung der Heizungskosten erfolgt nach dem an der Übergabestation erfassten Energiebezug. Für die Wärmebereitstellung werden deshalb die Normvorgaben für „Nah-/Fernwärme sekundär“ herangezogen.
- Es erfolgt keine Wärmespeicherung für die Raumheizung.
- Die Leitungen zur Wärmeverteilung für die Raumheizung wurden im Zuge der Gebäudeerrichtung gemeinsam mit der gesamten Heizungsanlage installiert. Verteil- und Steigleitungen sind mit 4-5 cm Wärmedämmung unabhängig vom Rohrdurchmesser versehen, weshalb aufgrund der Rohrleitungsdurchmesser ein Dämmstärkenverhältnis von 2/3 für Verteilleitungen und von 3/3 für Steigleitungen angenommen wird. Bei Anbindeleitungen beträgt die Dämmstärke rund 1/3 des Rohrleitungsdurchmessers. Die Armaturen in Verteil- und Steigleitungen sind größtenteils ungedämmt, weshalb diese pauschal als ungedämmt angenommen werden. Die Leitungsführung erfolgt ausschließlich im konditionierten Bereich. Die jeweiligen Gesamtlängen der Rohrleitungen sind nicht bekannt, womit die Defaultwerte gemäß ÖNORM H 5056⁸³ zur Anwendung kommen.
- Die Wärmeabgabe erfolgt zum überwiegenden Teil über Radiatoren. In einigen offenen Bereichen im Erdgeschoß der Bauteile AB bzw. C ist anstelle von Radiatoren eine Fußbodenheizung vorhanden, die teilweise zusätzlich durch Bodenkonvektoren unterstützt wird. In Gebäudeteilen mit vorhandener RLT-Anlage wird ein Teil der Heizlast über vorkonditionierte Zuluft eingebracht. In drei OP-Räumen wird ausschließlich über die RLT-Anlage beheizt.

Die Bereiche mit Fußbodenheizung machen lediglich rund 8 % und jene mit reiner Luftheizung nur rund 0,6 % der konditionierten Brutto-Grundfläche aus. Nachdem damit mehr als 80 % des Gebäudes über Radiatoren mit teilweiser Unterstützung durch die RLT-Anlage beheizt wird, werden die anderen Systeme (Fußbodenheizung, reine Luftheizung) in der Berechnung nicht weiter berücksichtigt.⁸⁴

Die Radiatoren werden mit Heizkreistemperaturen von circa 70/55 °C betrieben und über Thermostatventile geregelt. Für Bereiche mit Abgabe über Radiatoren und RLT-Anlage geht das verwendete Berechnungstool normgemäß von der höchstmöglichen Wärmeabgabe über die RLT-Anlage aus, der Rest wird über die

⁸³Vgl. ÖNORM H 5056 [19], Tabelle 26.

⁸⁴Vgl. Abschnitt 3.3.1, Vereinfachungen bei überwiegenen Systemen.

Radiatoren berücksichtigt. Dabei erfolgt eine Einzelraumregelung mit elektronischem Regelgerät mit Optimierungsfunktion.

8.3.2. Warmwassersystem

Die Warmwasserversorgung lässt sich wie folgt beschreiben und für die Berechnung von Energiekennzahlen abbilden:

- Die Wärmebereitstellung des Warmwassers erfolgt kombiniert mit der Raumheizung über Nahwärme vom angrenzenden UKH Graz. Die Berechnung der Wärmebereitstellung des Warmwassersystems erfolgt somit mit den Normvorgaben für „Nah-/Fernwärme sekundär“ bei kombinierter Bereitstellung.
- Es erfolgt keine Wärmespeicherung für das Warmwasser, womit wie bei der Raumheizung keine Verluste von Wärmespeichern zu berücksichtigen sind.
- Die Leitungen zur Warmwasserverteilung werden ausschließlich im konditionierten Bereich geführt. Hinsichtlich Rohrdurchmesser der Leitungen und der Temperatur des Wassers in den Leitungen wird auf die Normvorgaben zurückgegriffen. Die Verteil- und Steigleitungen (Zirkulationsleitungen) sind wie bei der Raumheizung mit 4-5 cm Wärmedämmung unabhängig vom Rohrdurchmesser gedämmt, woraus sich wiederum ein Dämmstärkenverhältnis von 2/3 für Verteilleitungen und von 3/3 für Steigleitungen ergibt. Die Armaturen sind auch hier größtenteils ungedämmt, womit die pauschale Annahme erfolgt, dass diese ungedämmt sind. Als Material für die Stichleitungen kommt ein Kunststoff-Aluminium-Verbundstoff zum Einsatz, weshalb als Material die Option Kunststoff gewählt wird. Die jeweiligen Gesamtlängen der entsprechenden Rohrleitungen sind nicht bekannt, womit auch hier auf die betreffenden Defaultwerte gemäß ÖNORM H 5056⁸⁵ zurückgegriffen wird. Dabei wird berücksichtigt, dass im Gebäude Zirkulationsleitungen zur Warmwasserversorgung vorhanden sind.

8.3.3. Raumluftechniksysteme

Teile der einzelnen Trakte des LKH Graz-West werden über zentrale raumluftechnische Anlagen versorgt. Dazu ist grundsätzlich eine Lüftungszentrale je Gebäudetrakt vorhanden, die mit entsprechenden Zentralgeräten ausgestattet ist. Hinsichtlich der Art der Konditionierung des Zuluftvolumenstroms lassen sich zahlreiche verschiedene Systeme innerhalb der Trakte weiter unterscheiden. Aufgrund der gleichartigen Wirkungsweise und der durch das verwendete Berechnungstool vorgegebenen Systematik bei der Berücksichtigung unterschiedlicher Versorgungsbereiche werden im Zuge der Energieausweisberechnung jeweils alle Anlagen mit gleichem Anlagentyp und gleicher Konditionierungsart (Lüftung, Teilklima, Vollklima) zusammengefasst. Als Leistungswerte werden

⁸⁵Vgl. ÖNORM H 5056 [19], Tabelle 8.

die normativ angeführten Defaultwerte übernommen. Die Art der Versorgungssituation in den einzelnen Räumen und die zugehörigen konditionierten Raumflächen ergeben sich aus den vorliegenden Raumlisten der KAGes⁸⁶, die die Rohdaten für die Ermittlung der Versorgungsbereiche bildeten und mit Hilfe von Ing. Alois Stock für die Energieausweis-Berechnung hinsichtlich der unterschiedlich abzubildenden Systeme interpretiert wurden. Die Tabelle 4 gibt eine Übersicht über die vorhandenen Systeme von RLT-Anlagen und die darüber versorgten Flächen für das gesamte LKH Graz-West.

Tabelle 4: Übersicht über die vorhandenen Systeme von RLT-Anlagen

	<i>Bezeichnung: Beschreibung</i>	<i>versorgte BGF</i>	<i>Anlagentyp</i>	<i>Konditionierungsart</i>
NAT:	natürliche Belüftung, keine Klimatisierung über RLT-Anlage	7.913 m ²	Fensterlüftung	—
LE:	einfache Lüftungsanlage ohne Zuluftkonditionierung	3.872 m ²	KVS (LE)	—
KVS:	Teilklimaanlage mit Heiz- und Kühlfunktion	2.553 m ²	KVS (PB)	H, K
VVS:	Teilklimaanlage mit Heiz- und Kühlfunktion	8.213 m ²	VVS (PB)	H, K
VVS:	Teilklimaanlage mit Heiz-, Kühl- und Befeuchtungsfunktion	61 m ²	VVS (PB)	H, K, B
VVS:	Vollklimaanlage	1.283 m ²	VVS (PB)	H, K, B, E

In der Übersicht wird hinsichtlich der Anlagentypen zwischen Systemen mit konstantem Volumenstrom (KVS) und solchen mit variablem Volumenstrom (VVS) unterschieden. Bei prozessbedingter Lüftung (PB) wird bei KVS-Systemen die Zulufttemperatur abhängig von der notwendigen Konditionierung bei gleichem Volumenstrom variiert. Bei VVS-Systemen wird der geförderte Volumenstrom bei konstanter Zulufttemperatur an den Energiebedarf im versorgten Bereich angepasst. Bei der Konditionierungsart steht „H“ für das Beheizen, „K“ für das Kühlen, „B“ für das Befeuchten und „E“ für das Entfeuchten der Zuluft.

Zu den Informationen von Tabelle 4 ist weiters zu erläutern, dass in den Bereichen, die mit „einfache Lüftungsanlage ohne Zuluftkonditionierung“ umschrieben werden, nur Abluftöffnungen vorhanden sind. Die Abluft aus diesen Bereichen wird jedoch über die Wärmerückgewinnungsanlage der zentralen RLT-Anlagen geführt. Die nötige Zuluft wird indirekt über angrenzende, mechanisch belüftete Bereiche zugeführt.

Für die Berechnung von Energiekennzahlen folgt aus der dargestellten Situation, dass das Gebäude trotz Versorgung über zentrale RLT-Anlagen aufgrund unterschiedlicher

⁸⁶Siehe Abschnitt 8.1.

Anlagentypen und Konditionierungsarten in unterschiedliche Versorgungsbereiche unterteilt werden muss. Der minimale Versorgungsbereich der Teilklimaanlage mit Heiz-, Kühl- und Befeuchtungsfunktion wird dabei vereinfachend der Vollklimaanlage zugeschlagen. Daraus resultieren die in Tabelle 5 beschriebenen Systeme von RLT-Anlagen, die in den Energieausweissberechnungen berücksichtigt werden.

Tabelle 5: Übersicht über die für den Energieausweis abgebildeten Systeme von RLT-Anlagen

	<i>Bezeichnung: Beschreibung</i>	<i>versorgte BGF</i>	<i>Anlagentyp</i>	<i>Konditionierungsart</i>
NAT:	natürliche Belüftung, keine Klimatisierung über RLT-Anlage	7.913 m ²	Fensterlüftung	—
LE:	einfache Lüftungsanlage ohne Zuluftkonditionierung	3.872 m ²	KVS (LE)	—
KVS:	Teilklimaanlage mit Heiz- und Kühlfunktion	2.553 m ²	KVS (PB)	H, K
VVS 1:	Teilklimaanlage mit Heiz- und Kühlfunktion	8.213 m ²	VVS (PB)	H, K
VVS 2:	Vollklimaanlage	1.344 m ²	VVS (PB)	H, K, B, E

Die RLT-Anlagen weisen abgesehen von den Grundvorgaben des jeweiligen Systems gemäß Tabelle 5 folgende Merkmale auf, die für ihre Abbildung im Energieausweis relevant sind:

- Zur Wärmerückgewinnung in den zentralen RLT-Anlagen werden Plattenwärmeübertrager im Kreuz-Gegenstrom-Prinzip eingesetzt. Nachdem keine spezifischen Nachweise über deren Rückwärmezahlen vorhanden sind, wird die Normvorgabe von 65 % in Rechnung gestellt. Die Wärmerückgewinnungsanlagen verfügen über einen Sommerbypass, sodass bei Betrieb der Kühlung die Abluft ohne Wärmerückgewinnung abgeführt werden kann, was in den Berechnungen Berücksichtigung findet. Eine Feuchterückgewinnung kann bei den zum Einsatz kommenden Plattenwärmeübertragern nicht vorgenommen werden.
- Die Befeuchtung in der Vollklimaanlage erfolgt über Dampfbefeuchter, das Verdampfen des erforderlichen Wassers erfolgt elektrisch. Die Berücksichtigung erfolgt anhand der entsprechenden Normvorgaben.
- Es sind keine Erdwärmetauscher in den Lüftungsanlagen vorhanden.
- Eine systematische Nachtlüftung zur Kühlung im Sommer ist – bedingt durch die Krankenhausnutzung – nicht möglich und wird somit auch nicht berücksichtigt.

- Zu Druckdifferenzen und Ventilatorwirkungsgraden sind keine Detailangaben bekannt. Es wird daher für KVS- und VVS-Systeme auf die Berechnung von Defaultwerten gemäß ÖNORM H 5057 [20] zurückgegriffen.
- Für Bereiche mit ausschließlich Abluftöffnungen wird die für die Lufterneuerung notwendige Frischluft über angrenzende, mechanisch belüftete Bereiche zugeführt. Der notwendige Energiebedarf für die Luftförderung der Abluft ist bereits in der Betrachtung des Zuluftbereichs mit abgedeckt (Zuluftvolumenstrom = Abluftvolumenstrom). Der Energiebedarf der Luftförderung wird dementsprechend in den Bereichen mit reinen Abluftöffnungen nicht mehr berücksichtigt, indem die Druckdifferenz mit 0 Pa und der Ventilatorwirkungsgrad mit 100 % vorgegeben wird.

8.3.4. Kühltechniksysteme

Für die beschriebenen raumlufttechnischen Anlagen mit Kühlfunktion wird die Kälte über zentrale Kompressionskältemaschinen im Wesentlichen je Gebäudetrakt bereitgestellt. Die Kältemaschinen sind dabei in den Lüftungszentralen der einzelnen Bauteile positioniert, die sich vorwiegend im Untergeschoß, für die Bauteile F und G jedoch in gedämmter Dachaufstellung befinden. Eine einzelne wassergekühlte Kältemaschine mit geringer Leistung wird in der Berechnung nicht gesondert behandelt, sondern vereinfachend mit den luftgekühlten Kältemaschinen mitberechnet. In untergeordneten Bereichen (vorwiegend ausgewählte Büroräume) kommen zur Kühlung auch Splitgeräte zum Einsatz. Da dieses System lediglich 3 % der konditionierten Brutto-Grundfläche des LKH versorgt, wird es nicht weiter berücksichtigt.⁸⁷

Da bereits für die RLT-Anlagen keine entsprechende Zuordnung der Räume zu den entsprechenden Versorgungssträngen vorliegt, kann auch keine Abbildung der einzelnen tatsächlich vorhandenen Kältemaschinen erfolgen, über die den Räumen die entsprechende Wärmemenge entzogen wird. Stattdessen wird für jeden Versorgungsbereich auf die Normvorgabe für die Leistung der Kältemaschinen zurückgegriffen.

Das abzubildende Kühltechniksystem verfügt damit über die folgenden Merkmale:

- Zur Kältebereitstellung sind luftgekühlte Kompressionskältemaschinen mit mehrstufigen Kolbenverdichtern im Einsatz, deren Rückkühlung über Trockenrückkühler erfolgt.
- Als Kältemittel wird R407C eingesetzt.
- Die Kälteabgabe erfolgt über zentrale Kühlung der Zuluft.

⁸⁷Vgl. Vorschlag in Abschnitt 14.4.2.

8.3.5. Beleuchtungssysteme

Eine detaillierte Erfassung der tatsächlich vorhandenen Beleuchtung und die damit verbundene Berechnung des Beleuchtungsenergiebedarfs nach ÖNORM EN 15193 [16] wird nicht vorgenommen. Stattdessen wird die Benchmark-Methode gemäß ÖNORM H 5059 [22] eingesetzt und für die verwendeten Nutzungsprofile jeweils ein festgelegter Defaultwert für den Beleuchtungsenergiebedarf herangezogen.

9. Nutzungsprofile

Für das bereits in Kapitel 6 beschriebene Berechnungsvorhaben kommen unterschiedliche Nutzungsprofile und Zonierungsvarianten am soeben beschriebenen Gebäude zur Anwendung. Nachdem in einer Zonierungsvariante nach der Raumnutzung unterschieden wird, folgt in diesem Abschnitt zuerst die Beschreibung der zum Einsatz kommenden Nutzungsprofile, bevor in Kapitel 10 auf die einzelnen Zonierungsvarianten eingegangen wird.

Über die in Tabelle 6 auf der nächsten Seite zusammengestellten Nutzungsprofile werden die Nutzungsbedingungen in den durchgeführten Vergleichsrechnungen abgebildet. In den einzelnen Unterabschnitten wird erläutert, wie die verwendeten Nutzungsprofile zustande kommen.

9.1. Detaillierte Nutzungsprofile für Bauteil C

Diese Nutzungsprofile stellen zusammen mit einer detaillierten Zonierung die Grundlage für das Referenzmodell der Vergleichsrechnungen am Bauteil C dar. Um eine raumweise Unterscheidung der Nutzungen zu ermöglichen, wurden für die Berechnungen in dieser Arbeit Nutzungsprofile definiert, die an die der DIN V 18599-10 [34] angelehnt sind. Anhand des zu betrachtenden Bauteils ergibt sich aus dieser deutschen Norm die Anzahl und die Bezeichnung der erstellten detaillierten Nutzungsprofile. Die für die Berechnungen nach österreichischer Normung notwendigen Angaben je Nutzungsprofil sind im Wesentlichen aus Tabelle 2 der ÖNORM B 8110-5 [13] ersichtlich und wurden folgendermaßen ermittelt:

- Die tägliche Nutzungszeit ($t_{Nutz,d}$) sowie die Nutzungstage pro Jahr ($d_{Nutz,a}$) wurden aufgrund weitgehender Übereinstimmung zwischen den diesbezüglichen Angaben der DIN V 18599-10⁸⁸ und der ÖNORM B 8110-5⁸⁹ aus der ÖNORM übernommen. Die Werte für die Nutzungsprofile „Büroräume“ sowie „Besprechung, Sitzung, Seminar“ und an diese angeschlossene „WC und Sanitärräume in NWG“ entsprechen den Werten des Nutzungsprofils „Bürogebäude“ der ÖNORM B 8110-5. Für alle anderen Nutzungsprofile wurden die Werte vom Nutzungsprofil „Krankenhaus“ der ÖNORM B 8110-5 übernommen.
- Ergänzend wurden auch die jährlichen Nutzungsstunden zur Tageszeit ($t_{Tag,a}$) und Nachtzeit ($t_{Nacht,a}$), die Betriebstage der raumlufttechnischen Anlage ($d_{RLT,a}$), der Heizung ($d_{h,a}$) und der Kühlung ($d_{c,a}$) sowie die tägliche Betriebszeit der raumlufttechnischen Anlage ($t_{RLT,d}$), der Heizung ($t_{h,d}$), der Kühlung ($t_{c,d}$) und der Nachtlüftung ($t_{NL,d}$) jeweils aus den zuvor genannten Nutzungsprofilen der ÖNORM B 8110-5 übernommen. Nachdem keine Nachtlüftung betrieben wird, bleibt deren tägliche Betriebszeit ($t_{NL,d}$) ohne Bedeutung für die Berechnung.

⁸⁸Vgl. DIN V 18599-10 [34], gleichnamige Werte in Tabelle 4, Spalten 5 und 6.

⁸⁹Vgl. ÖNORM B 8110-5 [13], Tabelle 2.

Tabelle 6: Verwendete Nutzungsprofile

zugehöriger Abschnitt:		detaillierte Nutzungsprofile ^{a)} – 9.1							9.3	9.4
Variable	Einheit	Büroräume (1)	Besprechung, Sitzung, Seminar (4)	Bettzimmer (10)	WC und Sanitärräume in NWG (16)	WC und Sanitärräume in NWG (16a)	Sonstige Aufenthaltsräume (17)	Nebenfleichen (ohne Aufenthaltsräume) (18)	„verschmiertes“ Nutzungsprofil für BT C	Krankenhaus laut ÖNORM B 8110-5
$d_{Nutz,1}$	[d/M]	23	23	31	31	23	31	31	31	31
$d_{Nutz,2}$	[d/M]	20	20	28	28	20	28	28	28	28
$d_{Nutz,3}$	[d/M]	23	23	31	31	23	31	31	31	31
$d_{Nutz,4}$	[d/M]	22	22	30	30	22	30	30	30	30
$d_{Nutz,5}$	[d/M]	23	23	31	31	23	31	31	31	31
$d_{Nutz,6}$	[d/M]	22	22	30	30	22	30	30	30	30
$d_{Nutz,7}$	[d/M]	23	23	31	31	23	31	31	31	31
$d_{Nutz,8}$	[d/M]	23	23	31	31	23	31	31	31	31
$d_{Nutz,9}$	[d/M]	22	22	30	30	22	30	30	30	30
$d_{Nutz,10}$	[d/M]	23	23	31	31	23	31	31	31	31
$d_{Nutz,11}$	[d/M]	22	22	30	30	22	30	30	30	30
$d_{Nutz,12}$	[d/M]	23	23	31	31	23	31	31	31	31
$t_{Nutz,d}$	[h/d]	12	12	24	24	12	24	24	24	24
$d_{Nutz,a}$	[d/a]	269	269	365	365	269	365	365	365	365
$t_{Tag,a}$	[h/a]	2970	2970	5020	5020	2970	5020	5020	5020	5020
$t_{Nacht,a}$	[h/a]	258	258	3740	3740	258	3740	3740	3740	3740
$t_{RLT,d}$	[h/d]	14	14	24	24	14	24	24	24	24
$d_{RLT,a}$	[d/a]	269	269	365	365	269	365	365	365	365
$t_{h,d}$	[h/d]	14	14	24	24	14	24	24	24	24
$d_{h,a}$	[d/a]	269	269	365	365	269	365	365	365	365
$t_{c,d}$	[h/d]	12	12	24	24	12	24	24	24	24
$t_{NL,d}$	[h/d]	8	8	8	8	8	8	8	8	8
$d_{c,a}$	[d/a]	269	269	365	365	269	365	365	365	365
θ_{ih}	[°C]	22	22	22	22	22	22	22	22	22
θ_{ic}	[°C]	26	26	26	26	26	26	26	26	26
x	[-]	m.T.	m.T.	m.T.	m.T.	m.T.	m.T.	m.T.	m.T.	m.T.
$n_{L,RLT}$	[1/h]	6,00	12,50	3,00	5,77	5,77	3,00	0,40	2,14	2,00
$n_{L,FL}$	[1/h]	1,54	5,77	1,54	5,77	5,77	2,69	0,06	1,38	2,00
$n_{L,NL}$	[1/h]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50
$LENI$	[kWh/m ² a]	24,00	13,00	20,00	39,20	39,20	68,30	36,40	37,89	82,30
$q_{i,h,n}$	[W/m ²]	3,50	6,33	4,50	0,00	0,00	6,33	0,00	2,95	7,50
$q_{i,c,n}$	[W/m ²]	8,50	10,67	6,50	0,00	0,00	10,50	0,00	4,93	11,25
$wwwb$	[Wh/m ² d]	58,14	58,14	58,14	58,14	58,14	58,14	58,14	58,14	70,00

^{a)}Die detaillierten Nutzungsprofile wurden aus den Nutzungsprofilen der DIN V 18599-10 [34] abgeleitet. Näheres dazu in Abschnitt 9.1.

- Die Solltemperaturen des konditionierten Raumes wurden im Heizfall (θ_{ih}) fix mit 22 °C sowie im Kühlfall (θ_{ic}) fix mit 26 °C angenommen, um die Vergleichbarkeit mit dem Nutzungsprofil „Krankenhaus“ zu gewährleisten, für das diese Werte vorgeschrieben sind.
- Die Feuchteanforderung (x) wurde der Vollständigkeit halber mit Toleranz (m.T.) angenommen, wobei in Bauteil C jedoch keine Be- bzw. Entfeuchtung vorgenommen wird.
- Die energetisch wirksame Luftwechselrate bei Fensterlüftung ($n_{L,FL}$) wurde aus dem flächenbezogenen Mindestaußenluftvolumenstrom⁹⁰ (\dot{V}_A in [$m^3/(h \cdot m^2)$]) laut DIN V 18599-10 mit Hilfe der in der ÖNORM B 8110-6 [15] für das Lüftungsvolumen fix vorgegebenen Raumhöhe⁹¹ von 2,6 m ermittelt.
- Die energetisch wirksame Luftwechselrate bei Raumlüftung ($n_{L,RLT}$), die ausschließlich für die Berechnung von Lüftungssystemen zur prozessbedingten Konditionierung mit konstantem Volumenstrom von Bedeutung ist, wurde grundsätzlich als Mittelwert der angegebenen Bandbreite für den in der Praxis vorhandenen Luftwechsel bei voller Kühlfunktion über die Zuluft laut DIN V 18599-10⁹² angenommen. Dies war jedoch nur für die Nutzungsprofile „Büroräume“ und „Besprechung, Sitzung, Seminar“ möglich, da für die restlichen Nutzungsprofile keine diesbezüglichen Werte angegeben sind. Für das Nutzungsprofil „WC und Sanitärräume in NWG“ wurde daher die ohnehin recht hohe energetisch wirksame Luftwechselrate bei Fensterlüftung ($n_{L,FL}$) mit 5,77 h⁻¹ übernommen, während die Luftwechselraten bei Raumlüftung für die Nutzungsprofile „Bettzimmer“ und „Sonstige Aufenthaltsräume“ ergänzend mit 3,00 h⁻¹ sowie für „Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)“ mit 0,40 h⁻¹ angenommen wurden.
- Der spezifische jährliche Beleuchtungsenergiebedarf ($LENI$), der für die einzelnen Gebäudekategorien als Benchmarkwert in der ÖNORM H 5059 [22] vorgegeben ist, wurde für die einzelnen Nutzungsprofile mangels ähnlicher Angaben in der DIN V 18599-10 aus dem Standardwert des jährlichen spezifischen Elektrizitätsbedarfs für die Beleuchtung⁹³ ($E'_{Li+LiAc}$) laut SIA 2024 [7] errechnet. Eine Umrechnung der Bezugsfläche war nicht erforderlich, da die EN 15193 [16]⁹⁴ den Wert für $LENI$ auf die nutzbare Grundfläche des Gebäudes bezieht und diese somit im Wesentlichen mit der Bezugsfläche NGF für den Wert von $E'_{Li+LiAc}$ in der SIA 2024 übereinstimmt. Für den Großteil der zu erstellenden Nutzungsprofile waren in der SIA äquivalente Profile vorhanden. Für das Nutzungsprofil „Sonstige Aufenthaltsräume“ wurde der Wert aus den SIA-Angaben für „Behandlungsräume“ (Anteil

⁹⁰Vgl. DIN V 18599-10 [34], Tabelle 4, Spalte 19.

⁹¹Vgl. ÖNORM B 8110-6 [15], Formel (14).

⁹²Vgl. DIN V 18599-10 [34], Tabelle A.1 ff. zu den betreffenden Nutzungsprofilen in Anhang A.

⁹³Vgl. SIA 2024 [7], Raumnutzungsdatenblatt des jeweiligen Nutzungsprofils im Bereich Beleuchtung; Standardwert entspricht dem höchsten Wert des angegebenen Bereichs.

⁹⁴Die EN 15193 [16] bildet die Grundlage für die ÖNORM H 5059 [22] und die Berechnung der darin angegebenen Benchmarkwerte.

7/8) und „Stationszimmer“ (Anteil 1/8) berechnet. Der Wert für „Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)“ setzt sich zu gleichen Teilen aus den SIA-Angaben für „Nebenräume“ und „Verkehrsflächen“ zusammen. Bei bedeutenden Abweichungen von Nutzungstagen und Nutzungsstunden zwischen SIA und ÖNORM wurden die Werte entsprechend hochgerechnet. So wurden die Werte für die Nutzungsprofile „WC und Sanitärräume in NWG“, „Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)“ und der Wert für den Anteil der „Behandlungsräume“ am Nutzungsprofil „Sonstige Aufenthaltsräume“ aufgrund der Abweichung der Nutzungstage um 40 % erhöht. Durch Abweichungen der Nutzungsdauer wurden die Werte der Nutzungsprofile „Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)“ und der Wert des Anteils der „Behandlungsräume“ am Nutzungsprofil „Sonstige Aufenthaltsräume“ verdoppelt, der Wert für das Nutzungsprofil „WC und Sanitärräume in NWG“ hingegen aufgrund der in der SIA ohnehin sehr hohen Zahl von Vollnutzungsstunden trotz erhöhter Nutzungsdauer beibehalten.

- Die inneren Wärmegewinne infolge von Personen und Geräten im Heizfall ($q_{i,h,n}$) und im Kühlfall ($q_{i,c,n}$) wurden errechnet, indem die maximale spezifische Leistung der internen Wärmequellen aus Personen und Arbeitshilfen⁹⁵ laut DIN V 18599-10 jeweils mit der Anzahl der dazu angegebenen Vollnutzungsstunden multipliziert und die Summe durch die wie oben beschrieben ermittelte tägliche Nutzungszeit geteilt wurde. Für die inneren Wärmegewinne im Heizfall ($q_{i,h,n}$) wurden dabei die in der DIN mit „tief“ beschriebenen Leistungen herangezogen, im Kühlfall ($q_{i,c,n}$) jeweils der Mittelwert aus den mit „mittel“ und „hoch“ beschriebenen Leistungen. Nachdem das Nutzungsprofil „Sonstige Aufenthaltsräume“ im Gegensatz zur DIN V 18599-10 mit einer Nutzungsdauer von 24 Stunden täglich angenommen wurde und dieses vorwiegend Räume umfasst, für die erhöhte innere Wärmegewinne zu erwarten sind (z.B. Untersuchungsräume), wurde für dieses Profil die Anzahl der Vollnutzungsstunden gegenüber den DIN-Vorgaben verdoppelt.
- Der tägliche Warmwasser-Wärmebedarf ($wwwb$) wurde als einheitlicher spezifischer Wert für das gesamte LKH Graz-West anhand der Angaben der DIN V 18599-10 zum Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser⁹⁶ ermittelt. Dazu wurde der flächenbezogene Wert von $0,53 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ NGF}_{\text{Bettzimmer}} \cdot \text{Tag})$ herangezogen, mit der Fläche der Bettzimmer (inkl. Intensivpflege exkl. Begleitzimmer rund 2.620 m^2) multipliziert und durch die BGF des gesamten LKH dividiert.

Die daraus entstandenen detaillierten Nutzungsprofile sind in Tabelle 6 auf Seite 78 abgebildet. Umfasst eine der im Abschnitt 10.1 dargestellten, detaillierten Gebäudezonen Bereiche mit unterschiedlichen Nutzungsprofilen, so muss als Grundlage für die Berechnung ein einheitliches, „verschmiertes“ Nutzungsprofil für diese Zone gebildet werden. Wie dies im Detail erfolgt, ist im folgenden Abschnitt 9.2 beschrieben.

⁹⁵Vgl. DIN V 18599-10 [34], Tabelle A.1 ff. zu den betreffenden Nutzungsprofilen in Anhang A.

⁹⁶Vgl. DIN V 18599-10 [34], Tabelle 6, flächenbezogener Nutzenergiebedarf Trinkwarmwasser.

9.2. „Verschmieren“ von Nutzungsprofilen

Werden Bereiche eines Gebäudes zu einer Gebäudezone zusammengefasst, die unterschiedlichen Nutzungsprofilen zuzuordnen sind, so ist es Voraussetzung für das normgemäße Erstellen der Energiebilanz, dass aus den betreffenden Nutzungsprofilen ein einziges für diese Zone repräsentatives Nutzungsprofil ermittelt wird. Die meisten Parameter der einzelnen Nutzungsprofile mit ihren lokalen Besonderheiten werden dazu anteilmäßig gewichtet auf die gesamte Zone „verschmiert“, womit ein durchschnittliches Nutzungsprofil für die jeweilige Gebäudezone entsteht. Diese „verschmierten“ Nutzungsprofile für Zonen kommen im Detail folgendermaßen zustande:

- Für folgende Werte wird jeweils der Maximalwert der zusammenfassenden Nutzungsprofile herangezogen, da zumindest einzelne Teile dieser Zone über diese jeweilige Nutzungsdauer verfügen:
 - Nutzungstage im jeweiligen Monat ($d_{Nutz,1}$ bis $d_{Nutz,12}$)
 - Nutzungstage pro Jahr ($d_{Nutz,a}$)
 - tägliche Nutzungszeit ($t_{Nutz,d}$)
 - jährliche Nutzungsstunden zur Tageszeit ($t_{Tag,a}$)
 - jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit ($t_{Nacht,a}$)
 - Betriebstage der raumlufttechnischen Anlage ($d_{RLT,a}$)
 - tägliche Betriebszeit der raumlufttechnischen Anlage ($t_{RLT,d}$)
 - Betriebstage der Heizung ($d_{h,a}$)
 - tägliche Betriebszeit der Heizung ($t_{h,d}$)
 - Betriebstage der Kühlung ($d_{c,a}$)
 - tägliche Betriebszeit der Kühlung ($t_{c,d}$)
- Die energetisch wirksamen Luftwechselraten bei Fensterlüftung ($n_{L,FL}$) und bei Raumlufttechnik ($n_{L,RLT}$) werden jeweils flächengewichtet über alle zu verschmierenden Nutzungsprofile i unter Bezug auf die Nutzungsdauer des verschmierten Nutzungsprofils berechnet:
$$n_{L,\dots} = \frac{\sum (BF_i \cdot n_{L,\dots,i} \cdot t_{Nutz,d,i} \cdot d_{Nutz,a,i})}{\sum BF_i \cdot t_{Nutz,d} \cdot d_{Nutz,a}}$$
- Der spezifische jährliche Beleuchtungsenergiebedarf ($LENI$) wird berechnet, indem die Summe des mit dem Flächenanteil an der Zone multiplizierten spezifischen jährlichen Beleuchtungsenergiebedarfs ($LENI_i$) der beteiligten Nutzungsprofile i gebildet wird.

- Die inneren Wärmegewinne infolge Personen und Geräte im Heizfall ($q_{i,h,n}$) und im Kühlfall ($q_{i,c,n}$) werden errechnet, indem die Summe der mit dem Flächenanteil an der Zone multiplizierten jeweiligen Wärmegewinne ($q_{i,\dots,n,i}$) der beteiligten Nutzungsprofile i gebildet wird.
- Die restlichen Werte sind für alle zur Anwendung kommenden Nutzungsprofile einheitlich und können daher auch für das „verschmierte“ Nutzungsprofil jeweils unverändert herangezogen werden.

9.3. „Verschmiertes“ Nutzungsprofil für Bauteil C

Das „verschmierte“ Nutzungsprofil für den Bauteil C wird wie in Abschnitt 9.2 beschrieben als einheitliches Profil für den gesamten Bauteil C errechnet. Die sich daraus ergebenden maßgeblichen Werte für dieses Nutzungsprofil sind in Tabelle 6 auf Seite 78 dokumentiert. Dieses Profil dient in weiterer Folge zur Ermittlung des Einflusses des „Verschmierens“ der Nutzungsprofile, wie es die ÖNORM B 8110-5 mit ihren einheitlichen Nutzungsprofilen für gesamte Gebäudetypen fix vorsieht. Es wird zur Aufschlüsselung der Abweichungen anhand der einzelnen Vereinfachungsschritte bei den Vergleichsrechnungen am Bauteil C herangezogen. Ein Überblick über die Berechnungsvarianten und die einzelnen Vereinfachungsschritte wird nachfolgend in Kapitel 11 geboten.

9.4. Nutzungsprofil „Krankenhaus“ laut ÖNORM B 8110-5

Das Nutzungsprofil „Krankenhaus“ laut ÖNORM B 8110-5 wird sowohl für die Vergleichsrechnungen am gesamten LKH als auch für die am Bauteil C herangezogen. Es ist das durch die Rechtsvorschriften vorgegebene Profil für die Gebäudekategorie „Krankenhaus“. Die einzelnen Werte des Nutzungsprofils sind wiederum aus Tabelle 6 auf Seite 78 ersichtlich.

Die Nutzungsprofile gemäß ÖNORM B 8110-5 stellen sozusagen „verschmierte“ Nutzungsprofile für einen Gebäudetyp (in diesem Fall „Krankenhaus“) dar, wobei diese Nutzungsprofile unabhängig davon anzuwenden sind, welche Flächenanteile unterschiedliche raumweise Nutzungen innerhalb des tatsächlich betrachteten Gebäudes bei einheitlichem Gebäudetyp besitzen. Unter der Annahme, dass bei der Ermittlung der Nutzungsprofile gemäß ÖNORM B 8110-5 statistische Daten zu den Flächenanteilen unterschiedlicher Nutzungen innerhalb des jeweiligen Gebäudetyps zugrunde gelegt wurden, kommt also zum Effekt des „Verschmierens“ ein statistischer Effekt hinzu, der für weitere Abweichungen verantwortlich zeichnet.

Die Vergleichsrechnungen am gesamten LKH werden ausschließlich mit dem für rechtsverbindliche Energieausweise vorgeschriebenen Nutzungsprofil „Krankenhaus“ durchgeführt. Für die Vergleichsrechnungen am Bauteil C dient das Nutzungsprofil zum Vergleich mit dem ermittelten „verschmierten“ Nutzungsprofil für den Bauteil C. Daraus

soll der erwähnte statistische Effekt als einer der vorhandenen Vereinfachungsschritte sichtbar gemacht werden. Einen Überblick zum Einsatz dieses Nutzungsprofils im Zuge der Vergleichsrechnungen bietet Kapitel 11.

10. Zonierungsvarianten

Im Rahmen dieser Arbeit wurden für die Vergleichsrechnungen am gesamten Gebäude sowie am Bauteil C jeweils mehrere Zonierungsvarianten erarbeitet. Diese zielen speziell darauf ab, den Einfluss von Orientierung und Fensterflächenanteilen im Zuge der Zonierung zu beleuchten. Für die Betrachtungen am Bauteil C wird zwischen drei unterschiedlich detaillierten Zonierungsvarianten unterschieden, für die Untersuchung am gesamten LKH zwischen zwei weiteren. Diese Zonierungsvarianten werden in den folgenden Unterabschnitten näher beschrieben und sind in den Abbildungen 2 und 3 (S. 86-87) für den Bauteil C und in Abbildung 4 (S. 89) für das gesamte LKH dargestellt.

10.1. Bauteil C: 13-Zonen-Modell

Das 13-Zonen-Modell für den Bauteil C stellt die detaillierteste Zonierung dar, die für diesen Gebäudetrakt vorgenommen wird. Die Räume werden dazu anhand ihrer planmäßigen Nutzung den detaillierten Nutzungsprofilen zugeordnet. Wie diese detaillierten Nutzungsprofile zustande kommen, wurde in Abschnitt 9.1 beschrieben. Dargestellt sind sie in Tabelle 6 auf Seite 78. Anschließend werden Räume, denen das gleiche Nutzungsprofil zugewiesen ist, bei überwiegend gleicher Orientierung und ähnlichem Fensterflächenanteil jeweils zu einer Zone zusammengefasst. Die in einer Zone zusammengefassten Räume müssen dabei nicht zwingend aneinander grenzen, sondern lediglich gemeinsame Merkmale hinsichtlich der Orientierung ihrer Fassaden und dem Anteil der Fensterflächen an der Fläche der jeweiligen Fassade aufweisen.⁹⁷ Zur weiteren Reduktion der Zonenanzahl werden die kleinen innenliegenden Sanitärräume jeweils der Zone zugeschlagen, über die sie erschlossen werden. Dazu wird ein entsprechendes „verschmiertes“ Nutzungsprofil für diese Zone gemäß Abschnitt 9.2 herangezogen.

Die Vorgehensweise bei der Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen orientiert sich dabei an den diesbezüglichen Bestimmungen in der unveröffentlichten Version 2.5 des *Leitfaden* [25]. Auf diese wurde bereits in Abschnitt 5.1 eingegangen. Die Bestimmung des Fensterflächenanteils erfolgt dabei für unterschiedlich ausgerichtete Fassadenflächen jeweils getrennt. Am betrachteten Gebäudetrakt ergibt sich dadurch effektiv keine Unterteilung aufgrund unterschiedlicher Fensterflächenanteile.

In den Abbildungen 2 und 3 (S. 86-87) werden die Zonen des 13-Zonen-Modells durch durchgezogene blaue Begrenzungslinien voneinander getrennt dargestellt. Kommen innerhalb einer Zone unterschiedliche Nutzungsprofile zu Anwendung, so werden diese Bereiche durch strichlierte blaue Linien voneinander abgegrenzt. Die Bezeichnung der

⁹⁷ Auch die Zonierungsvorschriften der DIN V 18599-1 [33], die in Abschnitt 6.2 der Norm definiert sind, sehen nicht vor, dass die zusammenzufassenden Räume aneinander grenzen müssen.

jeweiligen Zone und die Nennung der zugehörigen Nutzungsprofile (in runden Klammern) erfolgt in blauer Schrift.

10.2. Bauteil C: 4-Zonen-Modell

Das 4-Zonen-Modell für den Bauteil C entsteht als Vereinfachung des 13-Zonen-Modells, indem dessen erstes Teilungskriterium nicht mehr berücksichtigt wird. Dadurch werden nun jene Zonen im Gebäudetrakt zusammengefasst, die bei überwiegend gleicher Orientierung und ähnlichem Fensterflächenanteil im 13-Zonen-Modell rein aufgrund unterschiedlicher Nutzungsprofile getrennt sind. Dadurch entsteht im Prinzip jeweils eine Zone entlang der Südwest- bzw. Nordostfassade und eine weitgehend innenliegende Kernzone mit einem kleinen Anteil an der Südostfassade. Im Südwesten wird das Erdgeschoß aufgrund des deutlichen Vorsprungs des Ambulanzbereichs, der zu abweichenden Raumtiefen und deutlichen Unterschieden im Oberflächen-Volumen-Verhältnis führt, getrennt von den darüber liegenden Geschoßen betrachtet.

Daraus resultiert das 4-Zonen-Modell, dessen Zonen in den Abbildungen 2 und 3 (S. 86-87) durch unterschiedliche farbliche Hinterlegung voneinander getrennt dargestellt sind. Die Bezeichnung der Zonen erfolgt in farbiger Schrift, jeweils im passenden Farbton zur Hinterlegung.

10.3. Bauteil C: 1-Zonen-Modell

Im 1-Zonen-Modell für den Bauteil C wird auch auf das im 4-Zonen-Modell verbliebene Zonierungskriterium „Orientierung und Fensterflächenanteile“ verzichtet, womit der gesamte Gebäudetrakt eine Zone darstellt.

Der gesamte in den Abbildungen 2 und 3 (S. 86-87) in unterschiedlichen Farben hinterlegte Gebäudetrakt bildet über alle Geschoße eine einzige Zone. Auf eine getrennte Darstellung wird aufgrund des geringen Informationsgehalts verzichtet.

10.4. LKH: 7-Zonen-Modell

Dieses Zonierungsmodell basiert wie in Abschnitt 6.2 bereits ausgeführt auf der Unterteilung des gesamten Gebäudekomplexes anhand seiner unterschiedlichen Gebäudetrakte. Einzelne Trakte unterscheiden sich aufgrund unterschiedlicher Fassadengestaltung und Ausrichtung. Daher könnte dies eine sehr grobe Form der Berücksichtigung des Kriteriums „Orientierung und Fensterflächenanteile“ darstellen.

Das Untergeschoß hat keine relevante Bedeutung hinsichtlich Orientierung und Fensterflächenanteilen. Die vorhandenen Fensterflächen zu den Innenhöfen werden durch die mehrgeschoßigen Trakte darüber weitgehend verschattet. Das gesamte konditionierte Untergeschoß bildet daher eine einheitliche Zone. Dazu wird zwischen den verbleibenden

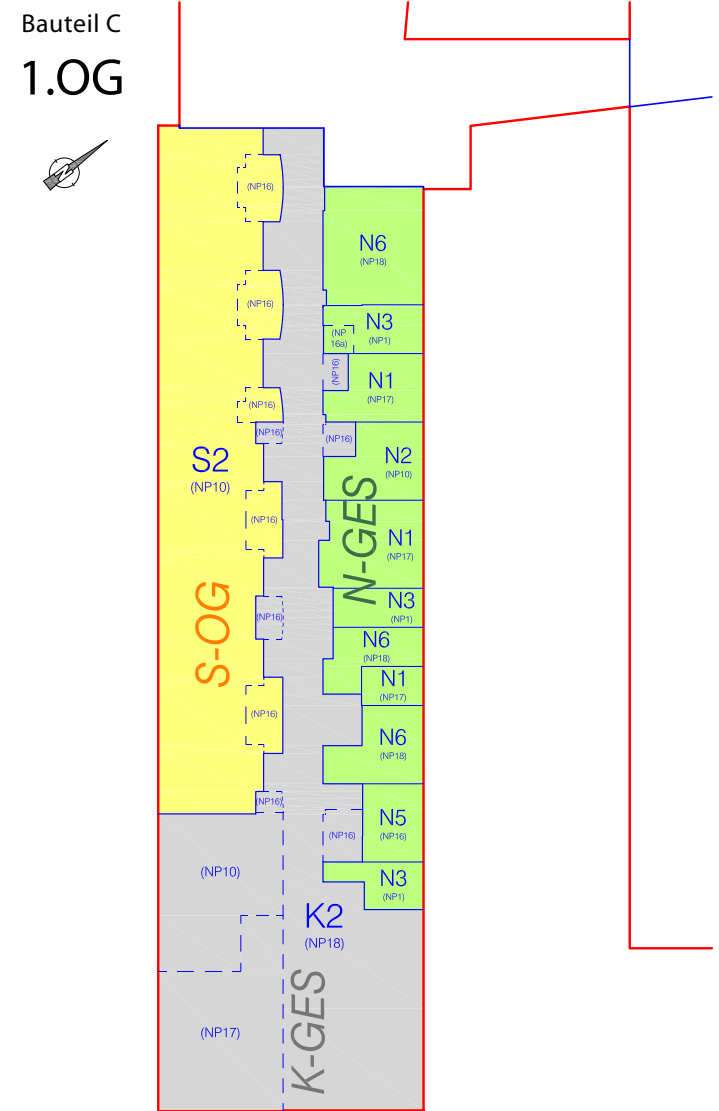
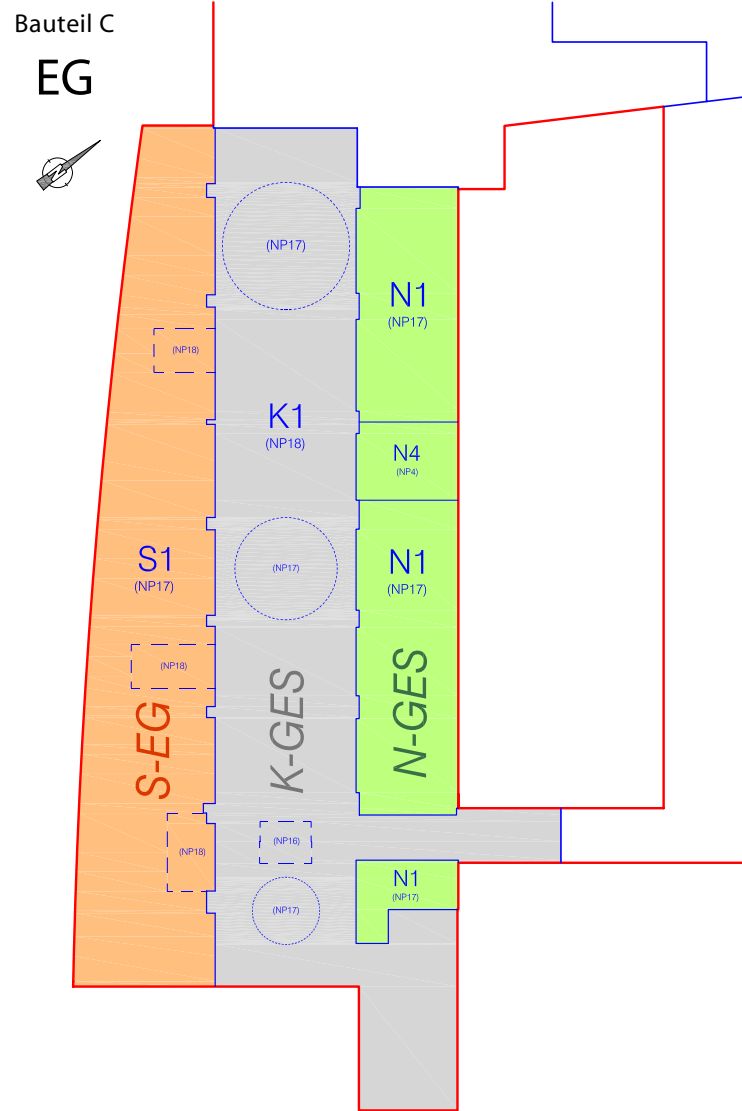


Abbildung 2: Zonierung Bauteil C – Teil 1 (Erdgeschoß - 1. Obergeschoß)

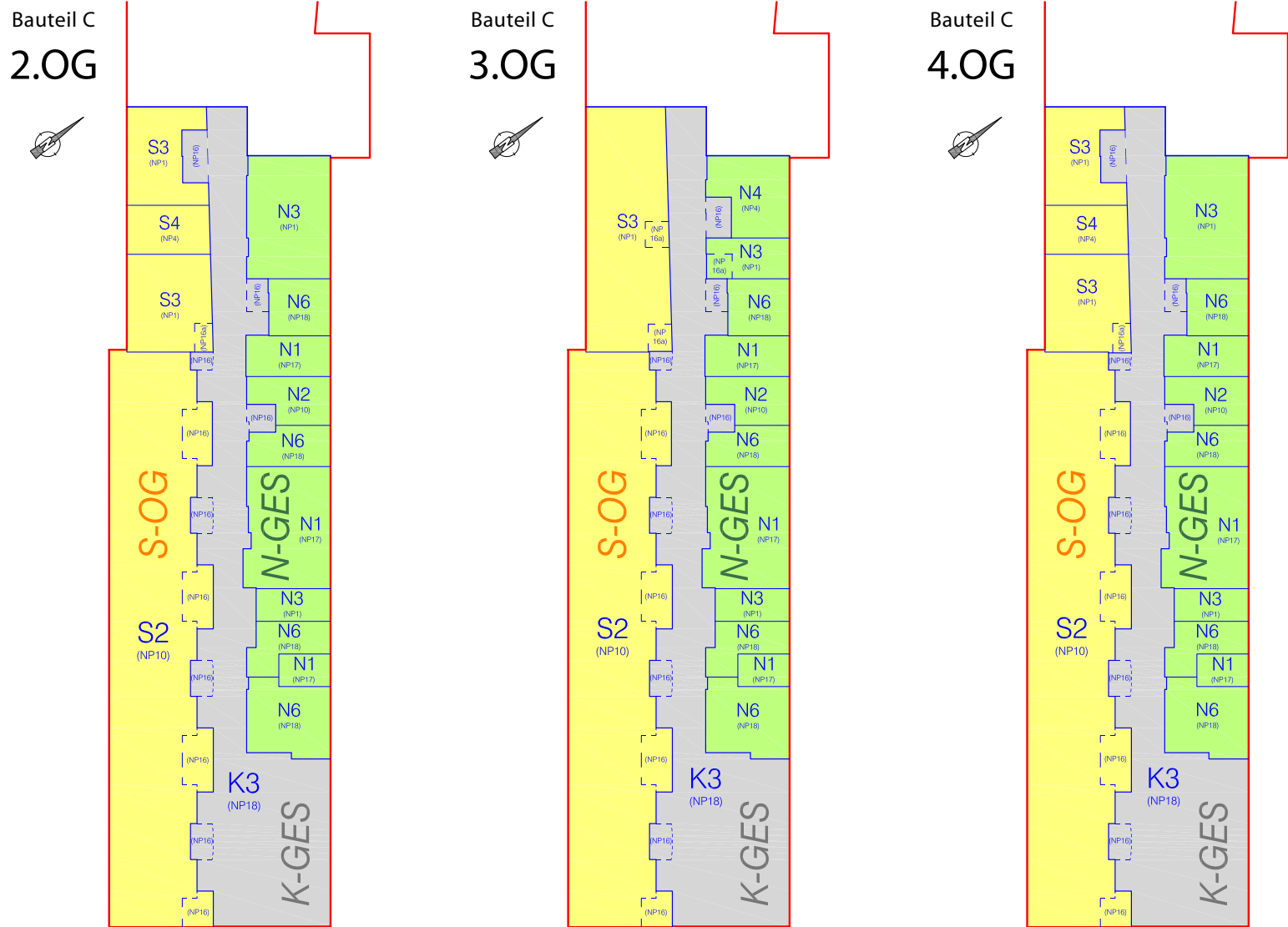


Abbildung 3: Zonierung Bauteil C – Teil 2 (2. Obergeschoß - 4. Obergeschoß)

oberirdischen Teilen jedes Gebäudetraktes des LKHs unterschieden. Dadurch ergeben sich insgesamt sechs Zonen für die unterschiedlichen Gebäudetrakte ab dem Erdgeschoß aufwärts und eine weitere für das gesamte Untergeschoß.

Das 7-Zonen-Modell ist in Abbildung 4 (S. 89) für alle Geschoße dargestellt, wobei die blauen Linien die Grenzen zwischen den einzelnen Zonen darstellen. Die Beschriftung der einzelnen Zonen erfolgt in blauer Schrift.

10.5. LKH: 1-Zonen-Modell

In diesem Modell erfolgt wiederum keine Berücksichtigung von Unterschieden hinsichtlich Orientierung und Fensterflächenanteilen. Da das Gebäude einer einheitlichen Gebäudekategorie zugeordnet ist und auch keine Trennung aufgrund der Bauweise erforderlich ist, fasst das 1-Zonen-Modell für das LKH alle konditionierten Bereiche des Gebäudekomplexes zu einer Zone zusammen.

Das 1-Zonen-Modell für das LKH umfasst den gesamten, in Abbildung 4 (S. 89) jeweils rot umrandet dargestellten, konditionierten Bereich über alle Geschoße.

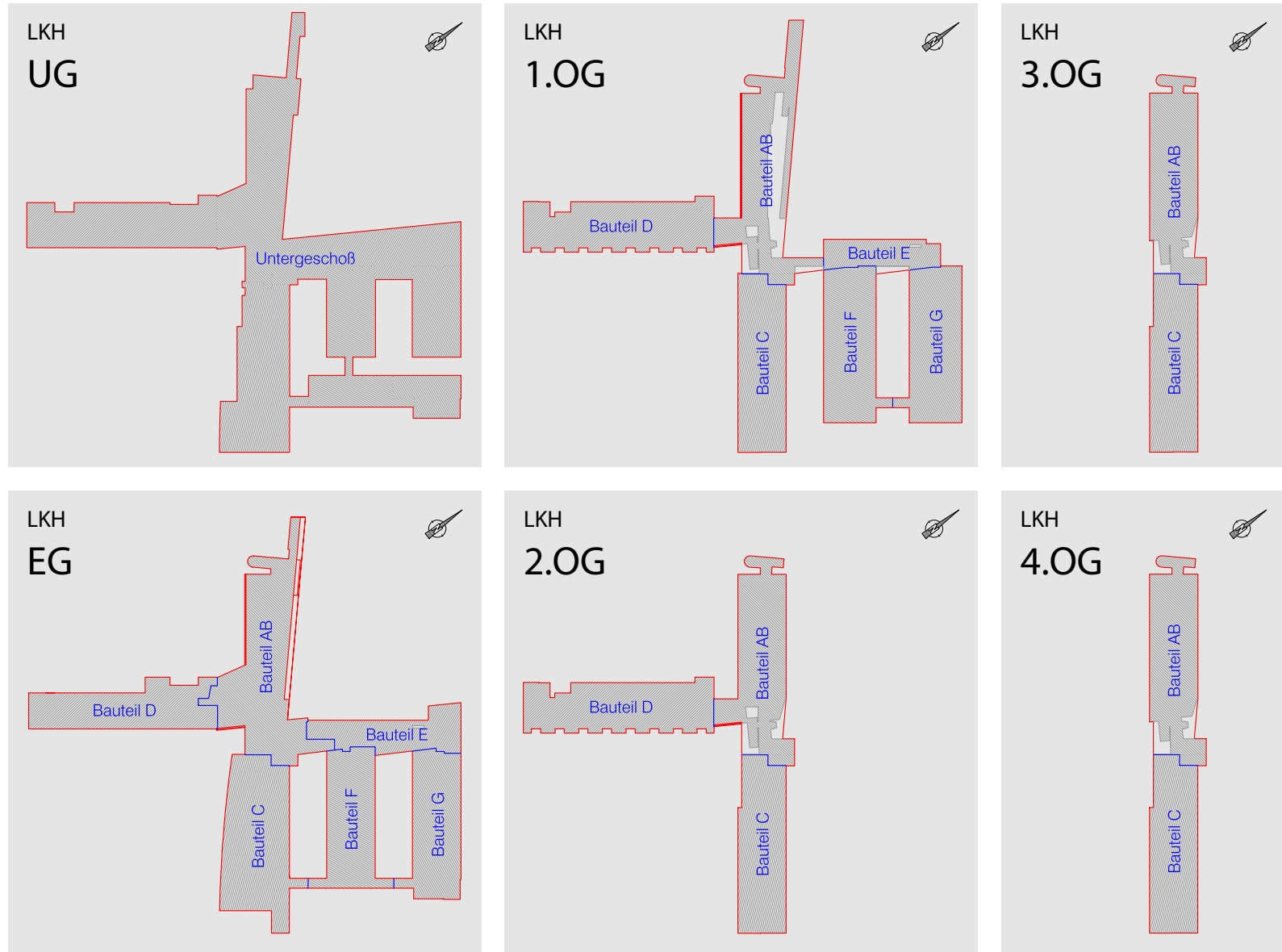


Abbildung 4: Zonierung LKH (Untergeschoß - 4. Obergeschoß)

11. Übersicht über die Berechnungsvarianten

Es wurden oben bereits die Berechnungsgrundlagen allgemein und für das Gebäude geklärt und die zur Anwendung kommenden Nutzungsprofile und Zonierungsvarianten erarbeitet. Nun soll noch einmal zusammengefasst werden, welche Berechnungsvarianten sich daraus ergeben, um das in Kapitel 6 beschriebene Berechnungsvorhaben umzusetzen.

11.1. Berechnungsvarianten am Bauteil C

In Abbildung 5 auf Seite 92 sind die Berechnungsvarianten am Bauteil C dargestellt. Diese dienen zur Ermittlung des Einflusses der Zonierung aufgrund von Orientierung und Fensterflächenanteilen innerhalb eines Gebäudetrakts im Vergleich mit den weiteren im Verfahren implizierten Vereinfachungen hinsichtlich Nutzungsprofilen und Verschattung. Die einführende Beschreibung des diesbezüglichen Berechnungsvorhabens erfolgte bereits in Abschnitt 6.1.

- Den Ausgangspunkt der Betrachtungen stellt das Referenzmodell **RM** dar, das mit detaillierten Nutzungsprofilen im 13-Zonen-Modell bei detaillierter Berücksichtigung der Verschattung berechnet wird.
- Im Vereinfachungsschritt (1) erfolgt der Wechsel von den detaillierten Nutzungsprofilen abhängig von der Raumnutzung zu einem einheitlichen, „verschmierten“ Nutzungsprofil für den betrachteten Gebäudetrakt.
- Im nächsten Vereinfachungsschritt erfolgt eine Reduktion der Zonenzahl. Ausgehend vom detaillierten 13-Zonen-Modell erfolgt ohne Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen bei der Zonierung der Vereinfachungsschritt (2a) zum 1-Zonen-Modell. Mit Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen erfolgt stattdessen der Vereinfachungsschritt (2b) zum 4-Zonen-Modell.
- Es folgt in den Vereinfachungsschritten (3a) bzw. (3b) der Wechsel vom einheitlichen, „verschmierten“ Nutzungsprofil für das betrachtete Objekt auf das in den nationalen Vorschriften vorgesehene Normnutzungsprofil „Krankenhaus“ abhängig von der Gebäudekategorie.
- Über diese Vereinfachungsschritte wurde das Referenzmodell soweit schrittweise vereinfacht, dass diese Modelle nun hinsichtlich Zonierung und Nutzungsprofilen den beiden möglichen Interpretationen der Berechnungsvorschriften bei detaillierter Berücksichtigung der Verschattung entsprechen. Das Modell **OIB-A** verzichtet dabei auf die Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen, während das Modell **OIB-B** dieses Kriterium berücksichtigt.

- Die Vereinfachungsschritte (4a) bzw. (4b) stellen jeweils die optional mögliche Vereinfachung ausgehend von einer detaillierten Berücksichtigung der Verschattungssituation zur Berücksichtigung über pauschale Faktoren dar.
- Die Modelle **OIB-A'** und **OIB-B'** entsprechen den Berechnungsvorschriften bei pauschaler Berücksichtigung der Verschattung ohne bzw. mit dem Zonierungskriterium „Orientierung und Fensterflächenanteile“.

Wie die Ergebnisse dieser Untersuchungen mit detaillierter Berücksichtigung der tatsächlichen Verschattungssituation zeigen werden, ist der außeninduzierte Kühlbedarf für dieses Objekt relativ unbedeutend gegenüber dem Kühlbedarf aufgrund der inneren Wärmegewinne. Es gilt also zusätzlich zu prüfen, inwiefern ein stärkerer Einfluss der solaren Wärmegewinne und ein damit verbundener höherer außeninduzierter Kühlbedarf die Effekte der zuvor betrachteten Vereinfachungsschritte beeinflusst.

- Dazu wird von einem neuen Referenzmodell **RM'** ausgegangen, das über das 13-Zonen-Modell und die detaillierten Nutzungsprofile bei nunmehr pauschaler Berücksichtigung der Verschattung zustande kommt.
- Im Vereinfachungsschritt (1') erfolgt analog zur ursprünglichen Betrachtung der Wechsel von den detaillierten Nutzungsprofilen zu einem einheitlichen, „verschmierten“ Nutzungsprofil für den Bauteil C.
- In den Schritten (2a') und (2b') erfolgt die Reduktion der Zonenzahl auf das 1-Zonen-Modell bzw. das 4-Zonen-Modell.
- Es folgt wiederum in den Vereinfachungsschritten (3a') bzw. (3b') der Wechsel vom einheitlichen, „verschmierten“ Nutzungsprofil für den Bauteil C auf das Normnutzungsprofil „Krankenhaus“.
- Die Vereinfachungen ausgehend von **RM'** bei durchgehend pauschaler Berücksichtigung der Verschattung enden wie die vorige Betrachtung abhängig von der Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen im Zuge der Zonierung bei den Modellen **OIB-A'** bzw. **OIB-B'**.

Diese zusätzliche Betrachtung stellt ein Worst-Case-Szenario hinsichtlich solarer Wärmeeinstrahlung am betrachteten Objekt dar, da im Kühlfall jeweils gar keine Berücksichtigung der an und für sich vorhandenen fixen Verschattung erfolgt. Die beweglichen Verschattungseinrichtungen hingegen unverändert berücksichtigt. Auch diese Berechnungsvarianten mit den beschriebenen Vereinfachungsschritten sind aus Abbildung 5 auf der nächsten Seite ersichtlich.

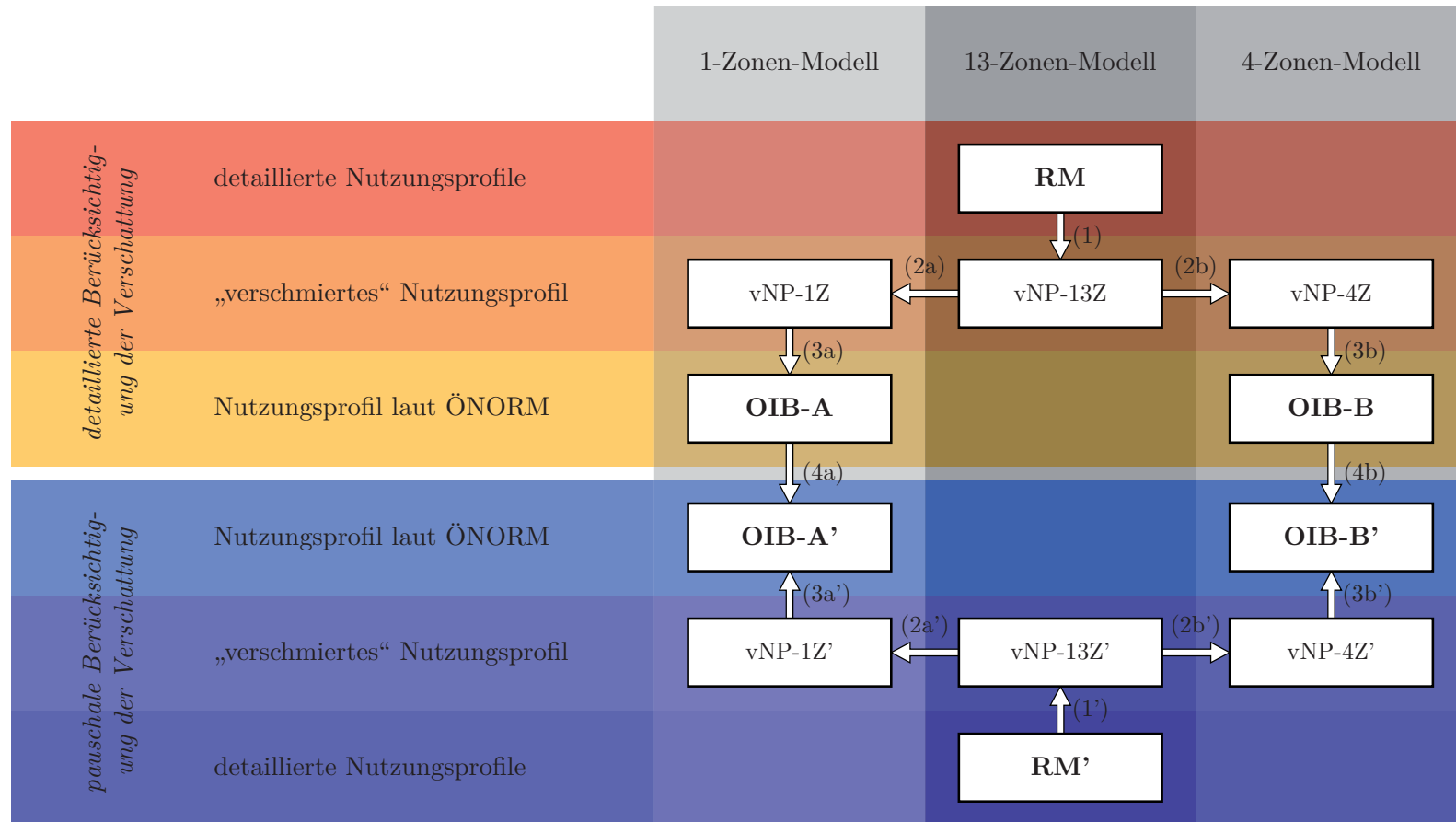


Abbildung 5: Berechnungsvarianten am Bauteil C

11.2. Berechnungsvarianten am gesamten LKH

In Abbildung 6 sind die Berechnungsvarianten am gesamten LKH dargestellt. Diese dienen zur Ermittlung des Einflusses einer Unterteilung eines Gebäudekomplexes in einzelne Gebäudetrakte, wie dies in Abschnitt 6.2 bereits beschrieben wurde.

Verglichen wird das 7-Zonen-Modell für das gesamte LKH, bei dem die einzelnen Gebäudetrakte voneinander getrennt sind, mit dem 1-Zonen-Modell, das den gesamten konditionierten Bereich des LKHs in eine Zone zusammenfasst. Nachdem die Reduktion der Zonenzahl in den Vergleichen am Bauteil C den zweiten Vereinfachungsschritt dargestellt hat, wird dieser Schritt hier analog dazu mit (2) bzw. (2') bezeichnet.

Auf einen Vergleich der Effekte mit anderen Vereinfachungsschritten wird wie angekündigt verzichtet, womit alle Berechnungen hierzu mit dem Normnutzungsprofil „Krankenhaus“ erfolgen. Unterschieden wird lediglich noch zwischen der detaillierten und der pauschalen Berücksichtigung der Verschattung.

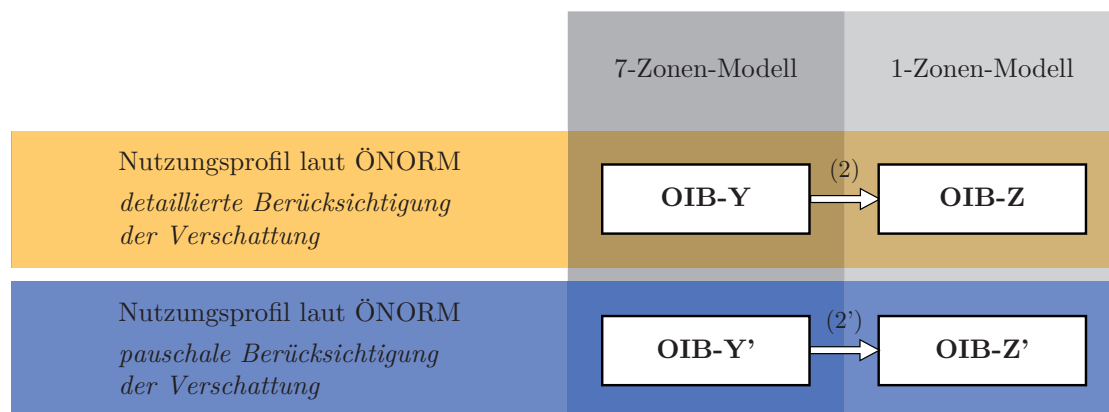


Abbildung 6: Berechnungsvarianten am gesamten LKH

12. Ergebnisse

Dieser Abschnitt widmet sich der Darstellung der Ergebnisse der soeben beschriebenen Berechnungsvarianten am Bauteil C sowie am gesamten LKH. Vorab wird auf die Art der Darstellung der Ergebnisse eingegangen, bevor die eigentlichen Ergebnisse der Vergleichsrechnungen dokumentiert werden.

Zur Darstellung herangezogene Kennzahlen: Für den Vergleich der Ergebnisse werden der Übersicht halber nur ausgewählte Energiekennzahlen herangezogen. Tabelle 7 bietet einen Überblick über die am Energieausweis angeführten Kennzahlen und deren Kurzbezeichnungen, die in weiterer Folge teilweise verwendet werden. In der Tabelle sind jene Kennzahlen in schwarzer Schrift angeführt, die für die Vergleiche herangezogen werden, während die übrigen in grauer Schrift dargestellt sind.

Tabelle 7: Für den Energieausweis zu ermittelnde Energiekennzahlen

<i>Variable</i>	<i>Bezeichnung</i>
HWB _{Ref.klima}	Heizwärmebedarf bei Referenzklima
KB* _{Ref.klima}	außeninduzierter Kühlbedarf bei Referenzklima
HWB*	Heizwärmebedarf mit Nutzungsprofil Wohngebäude
HWB	Heizwärmebedarf
WWWB	Warmwasser-Wärmebedarf
NERLT-h	Nutzenergiebedarf für das Heizen des Luftvolumenstroms
KB	Kühlbedarf
NERLT-k	Nutzenergiebedarf für das Kühlen des Luftvolumenstroms
NERLT-d	Nutzenergiebedarf für das Dampfbefeuchten des Luftvolumenstroms
NE	Luftförderungsenergiebedarf ^{a)}
HTEB-RH	Heiztechnik-Energiebedarf für Raumheizung
HTEB-WW	Heiztechnik-Energiebedarf für Warmwasser
HTEB	Heiztechnik-Energiebedarf
KTEB	Kühltechnik-Energiebedarf
HEB	Heizenergiebedarf
KEB	Kühlenergiebedarf
RLTEB	Nutzenergiebedarf für die Konditionierung des Luftvolumenstroms (Heizen, Kühlen, Befeuchten)
BefEB	Befeuchtungsenergiebedarf ^{b)}
BelEB	Beleuchtungsenergiebedarf
EEB	Endenergiebedarf

^{a)}Die geltenden Berechnungsvorschriften weisen für das Kürzel „NE“ am Energieausweis keine zugehörige Variable aus. Beim verwendeten Berechnungstool wird unter „NE“ der Luftförderungsenergiebedarf als Summe des Energiebedarfs der Ventilatoren zur Luftförderung ausgewiesen. Diese Zuordnung wird in dieser Arbeit übernommen.

^{b)}Der Befeuchtungsenergiebedarf ist Teil des Endenergiebedarfs und wird daher in der Tabelle angeführt und für die Vergleiche dargestellt, obwohl dieser in der Übersicht der Kennzahlen auf Seite 2 von Energieausweisen für Nicht-Wohngebäude nicht abgebildet wird.

Darstellung der Ergebnisse der Referenzvarianten: Die Ergebnisse der Referenzvarianten werden jeweils als spezifische Kennzahlen für das Referenzklima auf das konditionierte Brutto-Volumen bezogen in der Einheit [kWh/m³a] und für das Standortklima auf die konditionierte Brutto-Grundfläche bezogen in [kWh/m²a] angegeben. Die Ergebnisse der Referenzvarianten stellen den Ausgangspunkt für die Darstellung der Abweichungen der weiteren Berechnungsvarianten dar.

Darstellung der Ergebnisse für andere Berechnungsvarianten: Die Darstellung der Ergebnisse für alle anderen Berechnungsvarianten erfolgt in Form der prozentuellen Abweichung der einzelnen Kennzahlen von denen der zugehörigen Referenzvariante. Alle errechneten Abweichungen werden dabei konsequent auf die entsprechenden Werte der Referenzvariante bezogen. Dadurch können die relativen Abweichungen verschiedener Vereinfachungsschritte direkt in ihrer Größe miteinander verglichen werden.

Für die Betrachtung und den Vergleich der Abweichungen durch die einzelnen Vereinfachungsschritte am Bauteil C erfolgt eine umfangreichere Darstellung. Hier werden zuerst die Abweichungen der einzelnen Vereinfachungsschritte wie beschrieben getrennt voneinander dargestellt. Zusätzlich erfolgt darunter jeweils die Angabe der kumulierten Abweichungen für alle Vereinfachungsschritte bis zur aktuellen, um die Entwicklung der Gesamtabweichung vom Referenzmodell sichtbar zu machen. Um die Zuordnung der einzelnen Berechnungsvarianten zu erleichtern, werden am unteren Ende der Tabelle jeweils die angewandten Modelle und Vereinfachungsschritte analog zur Abbildung 5 auf Seite 92 noch einmal angeführt.

Restliche Ergebnisse: Die gesammelten Ergebnisse inklusive aller Energiekennzahlen, die am Energieausweis selbst angeführt werden, sind für alle in Kapitel 11 dargestellten Berechnungsvarianten und deren einzelne Zonen aus Anhang B ersichtlich. Dort sind die Ergebnisse zum einen jeweils zonenbezogen in der Einheit [kWh/a] angegeben. Zum anderen werden die Kennzahlen bei Referenzklima spezifisch auf das konditionierte Brutto-Volumen bezogen in der Einheit [kWh/m³a] und bei Standortklima spezifisch auf die konditionierte Brutto-Grundfläche bezogen in [kWh/m²a] dargestellt.

Verbale Beschreibung der Ergebnisse: Die Ergebnisdarstellung erfolgt tabellarisch über die Darstellung der Ergebnisse der Referenzvarianten sowie der Abweichungen der restlichen Berechnungsvarianten davon. In der Folge wird verbal nur mehr auf maßgebliche Abweichungen oder besondere Übereinstimmungen bei den Ergebnissen eingegangen. Auf eine durchgehende verbale Wiedergabe aller Ergebnisse wird mangels zusätzlichen Informationsgehalts gegenüber der Darstellung in Tabellenform verzichtet.

12.1. Ergebnisse der Vergleichsrechnungen am Bauteil C

12.1.1. Ergebnisse Referenzmodell (RM)

Als Referenzmodell RM zur Bewertung der vereinfachten Berechnungsvarianten dient das in Abschnitt 10.1 beschriebene 13-Zonen-Modell mit den zugrunde liegenden detaillierten Nutzungsprofilen gemäß Abschnitt 9.1 bei detaillierter Berücksichtigung der tatsächlich vorhandenen Verschattungssituation gemäß ÖNORM B 8110-6.⁹⁸ Die Berechnung ergibt für das Referenzmodell die in Tabelle 8 dargestellten Energiekennzahlen.

Tabelle 8: Ergebnisse Referenzmodell RM

	spezifisch	Einheit
$HWB_{Ref.klima}$	20,9	kWh/m ³ a
$KB^*_{Ref.klima}$	0,5	kWh/m ³ a
HWB	95,6	kWh/m ² a
WWWB	20,6	kWh/m ² a
KB	8,9	kWh/m ² a
HEB	157,2	kWh/m ² a
KEB	11,6	kWh/m ² a
BefEB	0,0	kWh/m ² a
BelEB	30,3	kWh/m ² a
EEB	199,2	kWh/m ² a

Im Hinblick auf die nachfolgend dargestellten Abweichungen ist anzumerken, dass der absolute Wert von $KB^*_{Ref.klima}$ sehr klein ist. Dadurch ergeben sich bereits bei kleinen absoluten Abweichungen sehr hohe prozentuelle Abweichungen bezogen auf diesen Wert. In abgeschwächter Form trifft dies auch auf KB zu.

12.1.2. Abweichungen der vorschriftsmäßigen Berechnung ohne Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen innerhalb des Gebäudetrakts von RM (OIB-A bzw. OIB-A')

Die Abweichungen der einzelnen Vereinfachungsschritte ausgehend vom Referenzmodell RM hin zur vorschriftsmäßigen Berechnung ohne Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen innerhalb des Gebäudetrakts sind in Tabelle 9 dargestellt.

⁹⁸Die mittleren Verschattungsfaktoren für die unterschiedlichen Verglasungsflächen sind für die einzelnen Zonen dieses Modells aus Abschnitt A.3.9 ersichtlich.

Das Modell OIB-A stellt die vorschriftsmäßige Berechnung mit detaillierter Berücksichtigung der Verschattung dar, während OIB-A' die Verschattung nur mehr über normseitig vorgegebene pauschale Faktoren berücksichtigt.

Tabelle 9: Abweichungen der Vereinfachungsschritte von RM zu OIB-A bzw. OIB-A'

Einzelabweichungen Vereinfachungsschritte				
	Schritt (1)	Schritt (2a)	Schritt (3a)	Schritt (4a)
HWB _{Ref.klima}	-4,6 %	4,0 %	-6,5 %	-4,8 %
KB* _{Ref.klima}	0,0 %	-61,9 %	0,0 %	229,5 %
HWB	-5,0 %	0,8 %	-5,2 %	-5,2 %
WWWB	3,2 %	0,0 %	21,1 %	0,0 %
KB	-25,2 %	22,1 %	324,2 %	115,5 %
HEB	-2,4 %	-0,6 %	1,6 %	-3,2 %
KEB	-5,7 %	8,1 %	43,9 %	8,9 %
BefEB	-	-	-	-
BelEB	0,0 %	0,0 %	117,1 %	0,0 %
EEB	-2,2 %	0,0 %	21,7 %	-2,0 %

Kumulierte Abweichungen durch Vereinfachungsschritte				
	(1)	(1)-(2a)	(1)-(3a)	(1)-(4a)
HWB _{Ref.klima}	-4,6 %	-0,6 %	-7,1 %	-11,9 %
KB* _{Ref.klima}	0,0 %	-61,9 %	-61,9 %	167,6 %
HWB	-5,0 %	-4,2 %	-9,4 %	-14,6 %
WWWB	3,2 %	3,2 %	24,3 %	24,3 %
KB	-25,2 %	-3,1 %	321,1 %	436,7 %
HEB	-2,4 %	-3,1 %	-1,4 %	-4,7 %
KEB	-5,7 %	2,5 %	46,4 %	55,3 %
BefEB	-	-	-	-
BelEB	0,0 %	0,0 %	117,1 %	117,1 %
EEB	-2,2 %	-2,3 %	19,4 %	17,4 %

Modelle und Vereinfachungsschritte für Tabelle 9: (Vgl. Abbildung 5 auf Seite 92)	
RM	→(1)→ vNP-13Z →(2a)→ vNP-1Z →(3a)→ OIB-A →(4a)→ OIB-A'

Betrachtet man die Abweichungen durch die Vereinfachungsschritte (1) und (2a), so fällt auf, dass sich deren Effekte für die Werte HWB_{Ref.klima}, HWB und KB teilweise aufheben. Trotz des Wechsels auf ein „verschmiertes“ Nutzungsprofil und der Reduktion auf eine Zone bleiben die kumulierten Abweichungen sehr gering. Der Wert von KB*_{Ref.klima} hingegen wird deutlich unterschätzt, wobei die prozentuelle Abweichung wohl auch des-

halb so hoch ausfällt, weil die absoluten Werte hier sehr klein sind.

Durch den Schritt (3a), den Wechsel auf das Normnutzungsprofil „Krankenhaus“, kommt es zu einer sehr viel höheren Einschätzung von KB und BeEB als im Referenzmodell. Die Abweichung von KEB fällt deshalb geringer aus als die von KB, weil nur Teile des Gebäudes über Kühlsysteme versorgt werden. Im Gegenzug werden $HWB_{Ref.klima}$ und HWB durch diesen Schritt noch niedriger als zuvor eingeschätzt. Wie die in Anhang B.3 dargestellten absoluten Zahlen deutlich machen, lässt sich die deutlich höhere Einschätzung des EEB überwiegend auf die höheren Werte von BeEB zurückführen.

Durch den Wechsel auf die pauschale Berücksichtigung der Verschattung in Schritt (4a) kommt es am betrachteten Gebäude zusätzlich zu einer deutlich höheren Einschätzung von $KB^*_{Ref.klima}$ und auch KB, während die Werte von $HWB_{Ref.klima}$ und HWB noch einmal etwas sinken.

12.1.3. Abweichungen der vorschriftsmäßigen Berechnung mit Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen innerhalb des Gebäudetrakts von RM (OIB-B bzw. OIB-B')

Tabelle 10 auf der nächsten Seite zeigt die Abweichungen der einzelnen Vereinfachungsschritte ausgehend vom Referenzmodell RM hin zur vorschriftsmäßigen Berechnung mit Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen innerhalb des Gebäudetrakts. Das Modell OIB-B berücksichtigt die Verschattung detailliert, OIB-B' lediglich über pauschale Faktoren.

Ein Vergleich mit Tabelle 9 auf der vorherigen Seite zeigt, dass die Abweichungen in weiten Bereichen nur unwesentlich anders ausfallen, als bei Betrachtung ohne das zusätzliche Zonierungskriterium „Orientierung und Fensterflächenanteile“. Deshalb wird lediglich auf Abweichungen eingegangen, die sich gegenüber dieser maßgeblich verändert haben.

Durch die Berücksichtigung des zusätzlichen Zonierungskriteriums kommt es bei der Reduktion der Zonenzahl in Schritt (2b) nicht mehr zur Unterschätzung von $KB^*_{Ref.klima}$. Der Wert fällt stattdessen etwas höher als beim Referenzmodell aus. Im Gegenzug gleichen sich die Effekte von Schritt (1) und (2b) bei $HWB_{Ref.klima}$ und HWB nicht mehr aus, wodurch es für diese Kennzahlen nun durch jeden Vereinfachungsschritt und damit insgesamt zu einer stärkeren Unterschätzung gegenüber dem Referenzmodell kommt.

Tabelle 10: Abweichungen der Vereinfachungsschritte von RM zu OIB-B bzw. OIB-B'

Einzelabweichungen Vereinfachungsschritte				
	Schritt (1)	Schritt (2b)	Schritt (3b)	Schritt (4b)
HWB _{Ref.klima}	-4,6 %	-0,4 %	-5,2 %	-4,8 %
KB* _{Ref.klima}	0,0 %	12,8 %	0,0 %	141,3 %
HWB	-5,0 %	-0,4 %	-5,4 %	-5,1 %
WWWB	3,2 %	0,0 %	21,1 %	0,0 %
KB	-25,2 %	26,5 %	320,8 %	110,9 %
HEB	-2,4 %	-0,6 %	1,5 %	-3,2 %
KEB	-5,7 %	3,4 %	46,3 %	6,9 %
BefEB	-	-	-	-
BelEB	0,0 %	0,0 %	117,2 %	0,0 %
EEB	-2,2 %	-0,3 %	21,7 %	-2,1 %

Kumulierte Abweichungen durch Vereinfachungsschritte				
	(1)	(1)-(2b)	(1)-(3b)	(1)-(4b)
HWB _{Ref.klima}	-4,6 %	-5,0 %	-10,2 %	-15,0 %
KB* _{Ref.klima}	0,0 %	12,8 %	12,8 %	154,0 %
HWB	-5,0 %	-5,4 %	-10,8 %	-15,9 %
WWWB	3,2 %	3,2 %	24,3 %	24,3 %
KB	-25,2 %	1,3 %	322,1 %	433,0 %
HEB	-2,4 %	-3,0 %	-1,5 %	-4,7 %
KEB	-5,7 %	-2,2 %	44,0 %	50,9 %
BefEB	-	-	-	-
BelEB	0,0 %	0,0 %	117,1 %	117,1 %
EEB	-2,2 %	-2,5 %	19,2 %	17,1 %

Modelle und Vereinfachungsschritte für Tabelle 10: (Vgl. Abbildung 5 auf Seite 92)

RM →(1)→ vNP-13Z →(2b)→ vNP-4Z →(3b)→ **OIB-B** →(4b)→ **OIB-B'**

12.1.4. Ergebnisse Referenzmodell bei pauschaler Berücksichtigung der Verschattung (RM')

Ein grober Vergleich der Ergebnisse für $KB^*_{Ref.klima}$ und KB für das Referenzmodell RM in Tabelle 8 auf Seite 96 unter Einbeziehung einer durchschnittlichen Höhe von rund 2,50 m zeigt, dass der Kühlbedarf vorwiegend durch nicht nutzbare innere Wärmegewinne verursacht wird. Um zusätzlich zu überprüfen, wie sich ein stärkerer Einfluss von solaren Wärmegewinnen auf die Abweichungen durch die Vereinfachungsschritte auswirkt, wird das Referenzmodell bei pauschaler Berücksichtigung der Verschattung herangezogen und als RM' bezeichnet. Damit erfolgt im Kühlfall über die normseitig vorgegebenen Verschattungsfaktoren überhaupt keine Berücksichtigung der vorhandenen fixen Verschattung. Bewegliche Verschattungseinrichtungen bleiben unverändert berücksichtigt.

Tabelle 11 zeigt die Ergebnisse für das neue Referenzmodell RM', von dem nun wieder die Abweichungen durch die einzelnen Vereinfachungsschritte hin zu den Modellen OIB-A' und OIB-B' ermittelt werden. Die dazu notwendigen Vereinfachungsschritte und Berechnungsvarianten wurden bereits in Abbildung 5 auf Seite 92 dargestellt.

Tabelle 11: Ergebnisse Referenzmodell bei pauschaler Verschattung RM'

	spezifisch	Einheit
$HWB_{Ref.klima}$	19,5	kWh/m ³ a
$KB^*_{Ref.klima}$	1,1	kWh/m ³ a
HWB	88,7	kWh/m ² a
WWWB	20,6	kWh/m ² a
KB	13,6	kWh/m ² a
HEB	149,9	kWh/m ² a
KEB	12,2	kWh/m ² a
BefEB	0,0	kWh/m ² a
BelEB	30,3	kWh/m ² a
EEB	192,4	kWh/m ² a

Die Ergebnisse für das neue Referenzmodell RM' zeigen, dass dieses einen um rund 120 % bzw. 0,6 kWh/m³a höheren Wert für $KB^*_{Ref.klima}$ und einen um rund 53 % bzw. 4,7 kWh/m²a höheren Wert für KB als das ursprüngliche Referenzmodell RM aufweist. Im Gegenzug sinken $HWB_{Ref.klima}$ und HWB jeweils um rund 7%. Beim EEB bewirkt die pauschale Berücksichtigung der Verschattung eine Reduktion des Wertes um 3,4%.

12.1.5. Abweichungen der vorschriftsmäßigen Berechnung ohne Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen innerhalb des Gebäudetrakts von RM' (OIB-A')

Tabelle 12 zeigt die Abweichungen der einzelnen Vereinfachungsschritte ausgehend vom neuen Referenzmodell RM' hin zur vorschriftsmäßigen Berechnung ohne Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen innerhalb des Gebäudetrakts. Die Berücksichtigung der Verschattung erfolgt dabei durchgehend über pauschale Faktoren.

Tabelle 12: Abweichungen der Vereinfachungsschritte von RM' zu OIB-A'

Einzelabweichungen Vereinfachungsschritte			
	Schritt (1')	Schritt (2a')	Schritt (3a')
HWB _{Ref.klima}	-4,4 %	4,3 %	-5,4 %
KB* _{Ref.klima}	0,0 %	15,4 %	0,0 %
HWB	-5,0 %	1,1 %	-4,0 %
WWWB	3,2 %	0,0 %	21,1 %
KB	-18,2 %	29,6 %	240,3 %
HEB	-2,4 %	-0,7 %	3,1 %
KEB	1,7 %	10,5 %	35,7 %
BefEB	-	-	-
BelEB	0,0 %	0,0 %	117,1 %
EEB	-1,8 %	0,1 %	23,1 %

Kumulierte Abweichungen durch Vereinfachungsschritte			
	(1')	(1)-(2a')	(1)-(3a')
HWB _{Ref.klima}	-4,4 %	-0,1 %	-5,5 %
KB* _{Ref.klima}	0,0 %	15,4 %	15,4 %
HWB	-5,0 %	-3,9 %	-7,9 %
WWWB	3,2 %	3,2 %	24,3 %
KB	-18,2 %	11,4 %	251,7 %
HEB	-2,4 %	-3,1 %	0,0 %
KEB	1,7 %	12,1 %	47,8 %
BefEB	-	-	-
BelEB	0,0 %	0,0 %	117,1 %
EEB	-1,8 %	-1,6 %	21,5 %

Modelle und Vereinfachungsschritte für Tabelle 12: (Vgl. Abb. 5 auf S. 92)
RM' → (1') → vNP-13Z' → (2a') → vNP-1Z' → (3a') → OIB-A'

Im Vergleich zur Betrachtung bei detaillierter Berücksichtigung der Verschattung in Tabelle 9 auf Seite 97 kommt es nur punktuell zu relevanten Veränderungen der Abweichungen. Bemerkenswert ist jedenfalls, dass es durch die Reduktion der Zonenzahl in Schritt (2a') nicht mehr zu einer deutlichen Unterschätzung von $KB^*_{Ref.klima}$ kommt. Stattdessen findet sogar ein leichter Anstieg der Werte gegenüber RM' statt. Der Grund dafür ist die geringere Nutzbarkeit der nun relativ hohen solaren Wärmegewinne im 1-Zonen-Modell. Die solaren Wärmegewinne treten im 13-Zonen-Modell in den außenliegenden Zonen auf, die durch ihren überdurchschnittlichen Anteil an den Transmissionswärmeverlusten des Gebäudes eine höhere Nutzbarkeit der Wärmegewinne aufweisen. Ansonsten fallen die relativen Abweichungen von RM' bei KB kumuliert nach Schritt (3a') etwas geringer aus, als nach Schritt (3a) ausgehend von RM. Dies dürfte auf die höheren absoluten Ausgangswerte zurückzuführen sein.

12.1.6. Abweichungen der vorschriftsmäßigen Berechnung mit Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen innerhalb des Gebäudetrakts von RM' (OIB-B')

Ausgehend vom neuen Referenzmodell RM' stellt Tabelle 13 auf der nächsten Seite die Abweichungen der einzelnen Vereinfachungsschritte hin zur vorschriftsmäßigen Berechnung mit Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen innerhalb des Gebäudetrakts dar. Die Verschattung wird wiederum durchgehend pauschal berücksichtigt.

Im Vergleich zu Tabelle 10 auf Seite 99 ergeben sich keine bedeutenden Abweichungen. Lediglich die relativen Abweichungen von RM' bei KB fallen auch hier kumuliert nach Schritt (3b') etwas geringer aus, als nach Schritt (3b) ausgehend von RM. Die Überschätzung von $KB^*_{Ref.klima}$ fällt nun in Schritt (2b') etwas geringer aus, als zuvor in Schritt (2b). Zu einem gegenläufigen Effekt wie bei der Vereinfachung hin zum 1-Zonen-Modell kommt es hier aber durch die Beibehaltung von außenliegenden Zonen im 4-Zonen-Modell nicht mehr.

Tabelle 13: Abweichungen der Vereinfachungsschritte von RM' zu OIB-B'

Einzelabweichungen Vereinfachungsschritte			
	Schritt (1')	Schritt (2b')	Schritt (3b')
HWB _{Ref.klima}	-4,4 %	-0,1 %	-4,2 %
KB* _{Ref.klima}	0,0 %	9,5 %	0,0 %
HWB	-5,0 %	-0,2 %	-4,2 %
WWWB	3,2 %	0,0 %	21,1 %
KB	-18,2 %	29,6 %	237,9 %
HEB	-2,4 %	-0,3 %	2,6 %
KEB	1,7 %	1,1 %	40,8 %
BefEB	-	-	-
BelEB	0,0 %	0,0 %	117,2 %
EEB	-1,8 %	-0,1 %	23,1 %

Kumulierte Abweichungen durch Vereinfachungsschritte			
	(1')	(1)-(2b')	(1)-(3b')
HWB _{Ref.klima}	-4,4 %	-4,6 %	-8,8 %
KB* _{Ref.klima}	0,0 %	9,5 %	9,5 %
HWB	-5,0 %	-5,2 %	-9,3 %
WWWB	3,2 %	3,2 %	24,3 %
KB	-18,2 %	11,4 %	249,3 %
HEB	-2,4 %	-2,6 %	-0,1 %
KEB	1,7 %	2,8 %	43,6 %
BefEB	-	-	-
BelEB	0,0 %	0,0 %	117,1 %
EEB	-1,8 %	-1,9 %	21,2 %

Modelle und Vereinfachungsschritte für Tabelle 13: (Vgl. Abb. 5 auf S. 92)
RM' →(1')→ vNP-13Z' →(2b')→ vNP-4Z' →(3b')→ OIB-B'

12.2. Ergebnisse der Vergleichsrechnungen am gesamten LKH

12.2.1. Ergebnisse bei Unterteilung des Gebäudes in Gebäudetrakte (OIB-Y bzw. OIB-Y')

In Tabelle 14 sind die Ergebnisse für das gesamte LKH Graz-West bei Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen über die getrennte Betrachtung der einzelnen Gebäudetrakte dargestellt. OIB-Y bezeichnet dabei die Berechnung mit detaillierter Berücksichtigung der Verschattung, während OIB-Y' mit den normseitig optional vorgesehenen, pauschalen Verschattungsfaktoren berechnet wurde.

Tabelle 14: Ergebnisse OIB-Y und OIB-Y'

	OIB-Y		OIB-Y'	
	spezifisch	Einheit	spezifisch	Einheit
HWB _{Ref.klima}	18,9	kWh/m ³ a	18,1	kWh/m ³ a
KB* _{Ref.klima}	0,6	kWh/m ³ a	1,9	kWh/m ³ a
HWB	92,0	kWh/m ² a	87,8	kWh/m ² a
WWWB	25,6	kWh/m ² a	25,6	kWh/m ² a
KB	36,0	kWh/m ² a	47,3	kWh/m ² a
HEB	161,6	kWh/m ² a	156,9	kWh/m ² a
KEB	18,0	kWh/m ² a	19,1	kWh/m ² a
BefEB	2,7	kWh/m ² a	2,7	kWh/m ² a
BelEB	65,8	kWh/m ² a	65,8	kWh/m ² a
EEB	248,2	kWh/m ² a	244,6	kWh/m ² a

Bemerkenswert ist, dass die Verwendung der pauschalen Verschattungsfaktoren zu einer deutlichen Überschätzung von KB*_{Ref.klima} und KB führt. Im Gegenzug erfolgt eine leichte Unterschätzung von HWB_{Ref.klima} und HWB. Da nur Teile des konditionierten Bereichs tatsächlich gekühlt werden, während der gesamte Bereich beheizt wird, kommt es dadurch zu einer leichten Unterschätzung von EEB. Die selben Folgen der Verwendung pauschaler Verschattungsfaktoren konnten bereits bei den Vergleichsrechnungen am zuvor betrachteten Bauteil C festgestellt werden.

12.2.2. Abweichungen durch Verzicht auf Unterteilung des Gebäudes in Gebäudetrakte (OIB-Z bzw. OIB-Z')

Der Verzicht auf eine Unterteilung des LKH in seine Gebäudetrakte, bezeichnet als Vereinfachungsschritt (2) bzw. (2'), führt zur Betrachtung des gesamten Gebäudekomplexes als eine Zone. In Tabelle 15 auf der nächsten Seite werden die Abweichungen von den

Ergebnissen bei getrennter Betrachtung der Gebäudetrakte jeweils bei detaillierter und pauschaler Berücksichtigung der Verschattung abgebildet.

Tabelle 15: Abweichungen der Vereinfachungsschritte von OIB-Y zu OIB-Z und von OIB-Y' zu OIB-Z'

Abweichungen		
	Schritt (2)	Schritt (2')
HWB _{Ref.klima}	-0,3 %	-0,3 %
KB* _{Ref.klima}	-68,2 %	-32,4 %
HWB	-0,3 %	-0,3 %
WWWB	0,0 %	0,0 %
KB	-1,1 %	-1,2 %
HEB	-2,4 %	-2,1 %
KEB	-12,4 %	-13,5 %
BefEB	-0,7 %	-0,2 %
BelEB	0,0 %	0,0 %
EEB	-2,5 %	-2,4 %

Am deutlichsten fallen die Abweichungen bei KB*_{Ref.klima} aus, wobei sich bei stärkerer Verschattung im Zuge der detaillierten Betrachtung höhere Abweichungen ergeben, als bei pauschaler Berücksichtigung. Es kommt sowohl bei HWB als auch bei KB zu einer niedrigeren Einschätzung der Werte, womit in der Folge auch der EEB geringer ausfällt.

13. Schlussfolgerungen

Aus den zuvor beschriebenen Ergebnissen der Vergleichsrechnungen gilt es nun, Schlüsse zu ziehen. Die ermittelten Abweichungen zwischen den verschiedenen Berechnungsvarianten dienen als Grundlage dafür. Die Schlussfolgerungen werden thematisch gegliedert zusammengefasst. Zuerst wird auf die zentrale Frage der Zonierung nach Orientierung und Fensterflächenanteilen eingegangen. Darauf folgen darüber hinausgehende Überlegungen zur Berücksichtigung der Verschattung und zum Normnutzungsprofil „Krankenhaus“.

13.1. Zonierung nach Orientierung und Fensterflächenanteil

Die Unterschiede aufgrund der Berücksichtigung des Zonierungskriteriums „Orientierung und Fensterflächenanteile“ ergeben sich durch unterschiedliche Ausnutzungsgrade der vorhandenen Wärmegewinne in den jeweiligen Zonen. Allgemein ist die Nutzbarkeit von Wärmegewinnen in mehreren kleinen Zonen geringer als in einer großen, da sich die lokalen Wärmegewinne in einer großen Zone besser verteilen und somit gleichmäßiger sein können. Dazu kommt der Effekt, dass die Nutzbarkeit von Wärmegewinnen in Zonen, die großen Anteil an der thermischen Gebäudehülle haben, höher ausfällt, da in diesen Zonen auch überdurchschnittlich hohe Transmissionswärmeverluste anfallen.

Im Rahmen der durchgeführten Vergleichsrechnungen am Bauteil C sowie am gesamten LKH wirken sich diese Umstände folgendermaßen aus:

- Wie die Ergebnisse der Vergleiche am Bauteil C in Abschnitt 12.1 zeigen, liefert der betrachtete Gebäudetrakt des LKH Graz-West keine Hinweise darauf, dass sich durch eine Zonierung innerhalb eines Gebäudetrakts nach Orientierung und Fensterflächenanteilen unter normgemäßen Berechnungsbedingungen eine ausschlaggebende Verbesserung der Energiekennzahlen ergibt.
 - Bei Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen ergab sich am Beispiel dieses Gebäudetrakts eine noch geringere Einschätzung des Heizwärmebedarfs als ohne Berücksichtigung. Dabei liegt bereits der Wert ohne Berücksichtigung des Kriteriums unter dem Wert des Referenzmodells. Verbesserungen ergaben sich durch dieses zusätzliche Zonierungskriterium hingegen beim außeninduzierten Kühlbedarf bei detaillierter Berücksichtigung der tatsächlichen Verschattungssituation. Hier kam es zu einer deutlichen Reduktion der Abweichungen.
 - Etwas anders stellt sich die Situation bei durchgehend pauschaler Berücksichtigung der Verschattung dar, bei der die solaren Wärmegewinne im Verhältnis zu den inneren Wärmegewinnen am betrachteten Objekt deutlich an Bedeutung gewinnen. Hier kommt es unabhängig von der Berücksichtigung

des zusätzlichen Zonierungskriteriums zu einer höheren Einschätzung des außeninduzierten Kühlbedarfs als beim Referenzmodell. Dabei liegt der außeninduzierte Kühlbedarf bei Berücksichtigung des zusätzlichen Kriteriums etwas näher am Wert des Referenzmodells als ohne Berücksichtigung. Der Heizwärmebedarf wird sowohl bei Referenzklima als auch bei Standortklima in allen Berechnungsvarianten gegenüber dem Referenzmodell unterschätzt. Hier fallen die kumulierten Abweichungen ohne Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen geringer aus.

- Der Unterschied beim errechneten Endenergiebedarf mit und ohne Berücksichtigung einer Zonierung nach Orientierung und Fensterflächenanteilen fällt am untersuchten Objekt mit weniger als einem Prozent vernachlässigbar klein aus.
- Die Ergebnisse in Abschnitt 12.2 liefern für das gesamte LKH Graz-West einen Anhaltspunkt dafür, wie groß der Einfluss einer Zonierung nach unterschiedlich orientierten Gebäudetrakten ausfällt. Auswirkungen ergeben sich hierbei insbesondere auf den außeninduzierten Kühlbedarf.

Ob ein diesbezügliches Zonierungskriterium zu einer maßgeblichen Verbesserung der Energiekennzahlen im Sinne einer Reduktion der Differenz zu einem genaueren Referenzmodell führt, konnte im Zuge dieser Arbeit nicht geklärt werden. Festzuhalten ist, dass die Erfüllung der Anforderungen an den außeninduzierten Kühlbedarf durch die räumlich eingeschränkte Nutzbarkeit von Wärmegewinnen bei Gebäuden mit mehreren Trakten erschwert würde. Ansonsten ergeben sich relativ geringe Auswirkungen auf die errechneten Energiekennzahlen.

Die an diesem Gebäude beispielhaft ermittelten Auswirkungen sind durch zusätzliche Untersuchungen an weiteren Objekten zu überprüfen. Aus diesen Vergleichsrechnungen kann jedenfalls keine Notwendigkeit für die Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen im Zuge der Zonierung innerhalb eines Gebäudetrakts abgeleitet werden. Auch ein dringender Bedarf nach einer Unterteilung in Gebäudetrakte lässt sich durch die durchgeführten Vergleiche nicht begründen.

13.2. Berücksichtigung der Verschattung

Die Untersuchungen am LKH Graz-West haben gezeigt, dass im konkreten Fall die Ergebnisse für den Heizwärmebedarf bei Verwendung des in der ÖNORM B 8110-6 [15] optional vorgesehenen pauschalen Verschattungsfaktors mit dem Wert 0,75 auf der unsicheren Seite liegen. Abschnitt 12.1 zeigt für den Bauteil C, dass die errechneten Werte für den Heizwärmebedarf bei pauschaler Berücksichtigung der Verschattung im Vergleich zur detaillierten Betrachtung noch weiter unter den Wert des Referenzmodells sinken. Am gesamten LKH lässt sich in Abschnitt 12.2 der selbe Trend erkennen.

Ermöglicht die Norm das Heranziehen pauschaler Werte als Vereinfachungsmöglichkeit, so sind diese Werte in der Regel derart gestaltet, dass der damit errechnete Energiebedarf höher – und damit hinsichtlich der Erfüllung von Anforderungen auf der sicheren Seite liegend – ausfällt. Kurz gefasst kann durch diesen Ansatz ein reduzierter Arbeitsaufwand bei der Erstellung gegen etwas schlechtere Kennzahlen abgetauscht werden. So soll der Fall vermieden werden, dass ein Gebäude in einem baurechtlichen Verfahren bei vereinfachter Berechnung genehmigungsfähig wäre und bei detaillierter Berechnung nicht.

Für das LKH Graz-West wird dieses Ziel in puncto pauschale Berücksichtigung der Verschattung jedenfalls verfehlt. Dazu muss jedoch angemerkt werden, dass an diesem Gebäude, wie in Abschnitt 8.2.6 beschrieben, definitiv überdurchschnittlich viel Augenmerk auf den Einsatz fixer Verschattungselemente gelegt wurde.

Beim Kühlbedarf führt die pauschale Berücksichtigung der Verschattung hingegen zu einer viel deutlicheren Überschätzung des Energiebedarfs, wobei hier die Abweichungen zumindest auf der sicheren Seite liegen. Gleichzeitig kann bei pauschaler Berücksichtigung der Verschattung die Einhaltung der Anforderungen an den Kühlbedarf im Neubau sowohl am Bauteil C als auch am Gesamtgebäude nicht mehr über den Energieausweis nachgewiesen werden. Es ergeben sich Werte von $1,1 \text{ kWh/m}^3\text{a}$ (Bauteil C) bzw. $1,9 \text{ kWh/m}^3\text{a}$ (LKH) für den außeninduzierten Kühlbedarf bei einem höchstzulässigen Wert von $1,0 \text{ kWh/m}^3\text{a}$ bei Neubauten von Nicht-Wohngebäuden. Damit wird in diesem Fall der Nachweis gegen sommerliche Überwärmung nach ÖNORM B 8110-3 [11] oder die Berechnung des Energieausweises mit detaillierter Berücksichtigung der Verschattung erforderlich.

Ein Vorschlag zur Berücksichtigung von fixen Verschattungselementen auch bei Verwendung der pauschalen Verschattungsfaktoren wird in Abschnitt 14.5 unterbreitet.

13.3. Nutzungsprofil „Krankenhaus“

Für die Vergleichsrechnungen am Bauteil C wurde passend für den Gebäudetrakt anhand von auf die Raumnutzung bezogenen Nutzungsprofilen ein „verschmiertes“ Nutzungsprofil ermittelt. Vergleicht man dieses mit dem in der ÖNORM B 8110-5 [13] global definierten Nutzungsprofil „Krankenhaus“, so zeigen sich wesentliche Abweichungen. Sichtbar werden diese in den Vergleichsrechnungen am Bauteil C in Abschnitt 12.1 jeweils im dritten Vereinfachungsschritt. Dieser zeigt die Abweichungen durch den Wechsel vom „verschmierten“ Nutzungsprofil auf das Normnutzungsprofil.

Es kommt dadurch in allen Betrachtungen zu einer Unterschätzung des Heizwärmebedarfs und zu einer drastischen Überschätzung des Kühlbedarfs. Bei den anforderungsrelevanten Werten bei Referenzklima kommt es ebenfalls zu einer Unterschätzung des Heizwärmebedarfs, während der außeninduzierte Kühlbedarf unverändert bleibt.

Schließlich wird der außeninduzierte Kühlbedarf ohne Berücksichtigung eines Nutzungsprofils berechnet. Zudem ist ein Anstieg des Warmwasserwärmebedarfs zu beobachten.

Deutlich fällt auch die höhere Einschätzung des Beleuchtungsenergiebedarfs aus. Die Erhöhung des Endenergiebedarfs lässt sich fast vollständig auf den Anstieg des Beleuchtungsenergiebedarfs zurückführen. Die Abweichung beim Kühlbedarf schlägt auf den Kühlenergiebedarf lediglich in gedämpfter Form durch, da nur Teile des konditionierten Bereichs tatsächlich gekühlt werden. Der Heizenergiebedarf weicht aufgrund der Reduktion des Heizwärmebedarfs und der gegenläufigen Erhöhung des Warmwasserwärmebedarfs nur unbedeutend ab.

Die Ursache für diese Effekte bilden unterschiedliche Annahmen in den angesetzten Nutzungsprofilen, die bereits in Tabelle 6 auf Seite 78 ersichtlich sind:

- Die Ansätze für die inneren Wärmegewinne in der ÖNORM B 8110-5 liegen deutlich über den für den Bauteil C des LKH Graz-West in dieser Arbeit ermittelten. Im Heizfall liegt der Ansatz um etwas mehr als 150 % höher, im Kühlfall auch um beinahe 130 %.

Eine höhere Annahme der inneren Wärmegewinne im Heizfall führt zu einer niedrigeren Einschätzung des Heizwärmebedarfs. Eine höhere Annahme der inneren Wärmegewinne im Kühlfall hingegen bewirkt eine Steigerung des Kühlbedarfs. Die beiden Effekte schlagen sich auch auf die Ergebnisse auf Endenergieebene durch.

Zu den Ansätzen für die inneren Wärmegewinne kann folgendes angemerkt werden:

- Die Werte für das „verschmierte“ Nutzungsprofil wurden gemäß Abschnitt 9.2 aus den Werten der detaillierten Nutzungsprofile ermittelt. Die Werte in den zugrunde liegenden detaillierten Nutzungsprofilen wurden wie in Abschnitt 9.1 beschrieben aus den diesbezüglichen Angaben der DIN V 18599-10 [34] ermittelt. Sie beruhen auf der Nutzung der einzelnen Räume, soweit für diese Nutzungsprofile in der DIN vorhanden sind. Für Untersuchungsräume und Stationszimmer wurde das Nutzungsprofil „Sonstige Aufenthaltsräume“ mit angepasster Nutzungsdauer verwendet.

Der betrachtete Bauteil C umfasst mit dem Ambulanzbereich im Erdgeschoß und den Bettentrakten inklusive zugehöriger Funktionsräume und einigen Büroräumen in den Obergeschossen relativ repräsentative Nutzungen für ein Krankenhaus, jedoch keine hoch spezialisierten Funktionsbereiche wie OP-Räume.

- Die Werte in der ÖNORM B 8110-5 werden für den Gebäudetyp „Krankenhaus“ pauschal, ohne Berücksichtigung der Nutzung einzelner Räume, vorgegeben. Es werden keine Angaben dazu gemacht, wie diese Werte ermittelt wurden.

- Die ÖNORM B 8110-5 geht von einer um rund 20 % höheren Annahme für den Warmwasserbedarf aus, als die in dieser Arbeit ermittelten Nutzungsprofile.

Dies führt zu einer nur unwesentlich höheren Abweichung im Warmwasserwärmebedarf und einer leichten Erhöhung des Heizenergiebedarfs.

Die Ansätze kommen folgendermaßen zustande:

- Dem einheitlichen Wert für alle detaillierten Nutzungsprofile liegt der flächenbezogene Wert für den Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser der DIN V 18599-10 zugrunde. Die DIN geht dabei von der Fläche der Bettenzimmer als Bezugsfläche aus, die ÖNORM B 8110-5 jedoch gibt Werte bezogen auf die Brutto-Grundfläche des Gebäudes vor. Daher wurden die Vorgabe der DIN V 18599-10 auf die Brutto-Grundfläche des gesamten Gebäudes umgerechnet.
- Die ÖNORM B 8110-5 gibt direkt einen Warmwasserbedarf bezogen auf die Brutto-Grundfläche vor.
- Große Abweichungen ergeben sich zudem beim Beleuchtungsenergiebedarf. Hier liegt der Wert laut ÖNORM H 5059 [22] um 117 % höher als der für den Bauteil C anhand der detaillierten Nutzungsprofile ermittelte Wert für das „verschmierte“ Nutzungsprofil.

Dies führt zu einer ebenso hohen Abweichung beim Beleuchtungsenergiebedarf und zu zusätzlichen inneren Wärmegewinnen aus der Beleuchtung, die den Kühlbedarf der betreffenden Zonen noch einmal erhöhen. Die starke Abweichung beim Beleuchtungsenergiebedarf verursacht am Bauteil C den bei weitem überwiegenden Teil der Abweichungen beim Endenergiebedarf.

Es liegen folgende Ansätze zugrunde:

- Die Werte der detaillierten Nutzungsprofile kommen, wie in Abschnitt 9.1 ausgeführt, abhängig von der Raumnutzung anhand der Angaben der SIA 2024 [7] zustande. Im Gegensatz zu den inneren Wärmegewinnen konnte hier für die Ermittlung eines Wertes für die „Sonstigen Aufenthaltsräume“ auch auf Angaben für Untersuchungsräume zurückgegriffen werden.
- Es wurde der Benchmarkwert für den Gebäudetyp „Krankenhaus“ aus der ÖNORM H 5059 verwendet, der einem Richtwert aus der ÖNORM EN 15193 entspricht.⁹⁹ Zu dessen Ermittlung liegen keine genaueren Informationen vor.

Der Vollständigkeit halber sei abschließend erwähnt, dass die durchgeführten Untersuchungen natürlich keine Rückschlüsse auf die Werte von Nutzungsprofilen gemäß ÖNORM B 8110-5 für andere Gebäudetypen als das Krankenhaus zulassen.

⁹⁹Vgl. ÖNORM EN 15193 [16], Anhang F (informativ), Tabelle F.1.

In Summe gesehen zeigen die Vergleichsrechnungen am Bauteil C unabhängig von der Berücksichtigung des Zonierungskriteriums „Orientierung und Fensterflächenanteile“ relativ gute Übereinstimmungen der vorschriftsmäßigen Berechnungen mit den Referenzmodellen. Im Bereich der Verschattung ergeben sich Unterschiede abhängig von der Art der Berücksichtigung im Zuge der Berechnung. Hinsichtlich der verwendeten Nutzungsprofile konnten in mehreren Bereichen deutliche Unterschiede in den Ansätzen festgestellt werden.

Auf Grundlage dieser Schlussfolgerungen und der Erkenntnisse aus Teil I werden im folgenden Teil III Vorschläge zur Weiterentwicklung der nationalen Vorschriften zur Energieausweiserstellung gemacht.

Teil III.

Weiterentwicklung der Vorschriften

14. Vorschläge und Empfehlungen

Basierend auf der Analyse der aktuellen Zonierungsvorschriften in Kapitel 3 und auf den Schlussfolgerungen aus den Vergleichsrechnungen in Kapitel 13 werden nun abschließend Vorschläge und Empfehlungen zur Weiterentwicklung der nationalen Vorschriften gemacht. Sie richten sich an die zuständigen Gremien des Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB) und des Österreichischen Normungsinstituts und können im Zuge von Überarbeitungen der jeweils relevanten Dokumente gerne aufgegriffen werden. Die Vorschläge und Empfehlungen sollen einen Beitrag zur Weiterentwicklung und unmissverständlichen Anwendbarkeit der nationalen Vorschriften zur Energieausweiserstellung liefern.

Es gilt vorab noch zu betonen, dass es vorrangig um eine Weiterentwicklung der Vorschriften innerhalb der bestehenden Systematik geht. Die zugrunde liegende Systematik der Unterscheidung nach der Nutzung auf Gebäudeebene und nicht auf Raumebene wird dabei beibehalten. Auch an den anderen wesentlichen Eckpunkten der problemlos anwendbaren Zonierungsvorschriften wird festgehalten. Vorschläge, die auf eine zu starke Veränderung bereits eingespielter Vorschriften hinauslaufen, hätten – nicht zuletzt wegen des dadurch verursachten Aufwandes – wohl ohnehin kaum Chancen auf Umsetzung.

14.1. Allgemeine Empfehlungen

14.1.1. Sprachliche Schärfung

Insbesondere bei den Zonierungsvorschriften ergibt sich an vielen Stellen Potential zur sprachlichen Schärfung im Sinne einer Konkretisierung der jeweiligen Formulierungen, um damit möglichen Missverständnissen vorzubeugen. Die sinngemäße Wiedergabe der einzelnen Bestimmungen im Rahmen der Analyse in Kapitel 3 kann in weiten Bereichen als Vorschlag für eine Reformulierung verstanden werden.

Einen konkreten Vorschlag gilt es aufgrund seiner Wichtigkeit hervorzuheben. Dieser dient dazu, Missverständnisse bei der Verknüpfung von Gebäude- und Anlagenebene im Zuge der Zonierung und der anschließenden Berechnung zu vermeiden. Die Bereiche, die sich aus der Unterteilung des Gebäudes aufgrund der vorhandenen Anlagentechnik ergeben, sollten durchgehend und ausschließlich als „Versorgungsbereiche“ bezeichnet werden. Derzeit werden diese an einzelnen Stellen auch als „Zonen“ bezeichnet. Die Bezeichnung als „Zone“ sollte den einzelnen Bereichen bei der Unterteilung des Gebäudes

zur Berechnung des Nutzenergiebedarfs vorbehalten bleiben. Der Begriff „Zonierung“ kann dabei unverändert den Überbegriff für die Unterteilung des Gebäudes für die Berechnung auf Nutz- und Endenergieebene darstellen.

14.1.2. Normenverweise

Wie bereits in Abschnitt 2.2 beschrieben, können die aktuellen Ausgaben der Normen und damit die anerkannten Regeln der Technik nicht durchgehend ohne Rechtsunsicherheit zur Berechnung der Energiekennzahlen angewendet werden. Teilweise verweist das rechtsverbindliche Dokument *OIB-Richtlinien – Zitierte Normen und sonstige technische Regelwerke* [29] noch auf inzwischen veraltete Normausgaben. Um durchgehend die Berechnung nach den aktuell anerkannten Regeln der Technik zu ermöglichen, sollten die dafür notwendigen Normverweise dringend aktualisiert oder sinnvollerweise gleich durch einen dynamischen Verweis auf die genannten Normen „in der aktuellen Ausgabe“ ersetzt werden.

14.1.3. Zusammenfassende Darstellung für Aushang

Sind Teile eines Gebäudes, wie in Abschnitt 3.1 beschrieben, unterschiedlichen Gebäudekategorien zuzuweisen, so ist für jede Gebäudekategorie ein eigener Energieausweis auszustellen. Ein Zusammenfassen der Kennzahlen zu einem Energieausweis ist nicht erlaubt. Um bei derartigen Gebäuden den Aushang von Energieausweisen – wie er für öffentliche Gebäude vorgeschrieben ist – zu erleichtern, erscheint eine zusätzliche optionale, zusammenfassende Darstellung für das gesamte Gebäude jedoch sinnvoll. Diese Darstellung kann und darf den eigentlichen Energieausweis für die jeweilige Gebäudekategorie nicht ersetzen. Bietet diese aber einen Überblick über die Kennzahlen und die Einstufung der Energieeffizienz der einzelnen Gebäudekategorien, so wäre sie jedenfalls dazu geeignet, verwirrende und unübersichtliche Mehrfachaushänge zu vermeiden.

14.2. Gebäudekategorien und Nutzungsprofile

14.2.1. Hilfskriterium „Organisatorisch getrennte Nutzbarkeit“

Bei der in Abschnitt 3.1.1 beschriebenen Zuordnung der Gebäudekategorien besteht in vielen Fällen Interpretationsbedarf. Um diesen etwas einzudämmen, könnte die bereits in den *FAQs zur OIB-Richtlinie 6* [24] in einem Beispiel¹⁰⁰ genannte organisatorisch getrennte Nutzbarkeit als allgemeingültiges Hilfskriterium für die Zuordnung der Gebäu-

¹⁰⁰Vgl. *FAQs zur OIB-Richtlinie 6* [24], Antwort auf Frage 2 zu Punkt 2.2.2 der *Richtlinie 6* [28]. Die Zuordnung in diesem Beispiel müsste mittlerweile aufgrund der Ergänzung desselben wohl zum Nutzungsprofil „Hallenbäder“ anstatt zum Profil „Sportstätten“ erfolgen.

dekategorien definiert werden. Wie sich dieses Hilfskriterium auswirken würde, sollen folgende Beispiele verdeutlichen:

- Das Büro der Direktion einer Pflichtschule macht für sich noch kein Bürogebäude aus, sondern wird mit den Klassenzimmern, den obligatorischen Gangflächen, Sanitärräumen usw. der Kategorie „Kindergarten und Pflichtschulen“ zugeordnet, da diese Bereiche nicht organisatorisch unabhängig voneinander genutzt werden können. Für die Turnsäle der Schule hingegen, die in der Regel einen eigenen größeren Bereich bzw. Baukörper bilden und für die eine organisatorisch getrennte Nutzung z.B. durch Vereine möglich ist, wäre die Zuordnung zur Kategorie „Sportstätten“ vorzunehmen.
- Ein Kiosk inmitten einer Sporthalle wird mit der Halle der Kategorie „Sportstätten“ zuzuweisen sein, da dieser nur zu den Öffnungszeiten der Halle genutzt werden kann.
- Eine Kantine in einem größeren Bürogebäude wird als Teil des Bürogebäudes anzusehen sein, sofern die Kantine über keine eigene Erschließung unabhängig von der Büronutzung verfügt, und somit nur gemeinsam mit dem Bürogebäude betrieben werden kann. Ein Restaurant im Erdgeschoß eines Bürogebäudes hingegen wird als „Gaststätte“ einzuordnen sein, sofern dieses einen eigenen Zugang besitzt, der auch außerhalb der Büronutzungszeiten verwendet werden kann. Sinngemäß sind auch Kantinen als „Gaststätten“ zu betrachten, sofern sie von der Gebäudesituation her so organisiert sind, dass sie auch durch hausfremde Personen unabhängig von der Hauptnutzung des Gebäudes genutzt werden können. Stellt die Kantine die Hauptnutzung des Gebäudes dar, so ist die Zuordnung zur Gebäudekategorie „Gaststätten“ ohnehin unumstritten.
- Ein Gebäude eines Industriebetriebs, das aus einem Bürotrakt besteht, an den eine Produktions- und eine Lagerhalle angeschlossen ist, wird teilweise als „Bürogebäude“ und als „Sonstiges konditioniertes Gebäude“ zu betrachten sein, wobei insbesondere bei der Lagerhalle vorher natürlich geklärt werden muss, ob diese überhaupt als konditioniert zu betrachten und damit einer Gebäudekategorie zuzuweisen ist. Das Büro des Werksmeisters inmitten einer Produktionshalle hingegen wird für sich allein die Betrachtung als „Bürogebäude“ nicht rechtfertigen, da dieses nicht von der Produktionshalle organisatorisch getrennt genutzt werden kann.

14.2.2. Abgrenzung „Sonstige konditionierte Gebäude“

In Abschnitt 3.1.2 wurde ausgeführt, dass die *FAQs zur OIB-Richtlinie 6* [24] hinsichtlich der Abgrenzung von „Sonstigen konditionierten Gebäuden“ einen Widerspruch zu den Rechtsvorschriften erzeugen. Den rechtlich unverbindlichen *FAQs* zufolge muss

geprüft werden, ob eine Zuordnung zu einer Gebäudekategorie mit ähnlichem Nutzungsprofil möglich ist. Die Rechtsvorschriften sehen keine entsprechende Bestimmung vor.

Es sollte daher klargestellt werden, ob eine Zuweisung zur Kategorie „Sonstige konditionierte Gebäude“ nur dann zulässig ist, wenn die fraglichen Gebäudebereiche keiner Gebäudekategorie mit ähnlichem Nutzungsprofil zugeordnet werden können. Dazu ist anzumerken, dass es schwierig sein wird, eine nachvollziehbare Regelung zu finden, in welchen Fällen ein Nutzungsprofil als ähnlich anzusehen ist.

14.2.3. Zuordnung „Zentrale Erschließungsflächen“

In den Abschnitten 3.1.1 und 3.1.2 wurde festgestellt, dass der Umgang mit zentralen Erschließungsflächen, die Gebäudeteile unterschiedlicher Gebäudekategorien gemeinsam erschließen, weder rechtsverbindlich noch eindeutig geregelt ist. Es erscheint wünschenswert, den Energiebedarf der konditionierten Erschließungsflächen in die Kennzahlen der erschlossenen Gebäudekategorien miteinzubeziehen. Zentrale Erschließungsflächen sollten daher jedenfalls als getrennte (Gebäude-)Zonen mit einem eindeutig vordefinierten Nutzungsprofil berechnet werden.

Ein eindeutiges Nutzungsprofil sollte sich aus den Nutzungsprofilen der erschlossenen Gebäudekategorien ergeben. Das Profil muss jedenfalls unterschiedliche Größen der erschlossenen Gebäudekategorien berücksichtigen und auf die maximale Nutzungsdauer der erschlossenen Kategorien Rücksicht nehmen. Als Vorbild für dessen Ermittlung kann die in Abschnitt 9.2 beschriebene Erstellung von „verschmierten“ Nutzungsprofilen dienen. Die Gewichtung müsste dabei über den Anteil der jeweiligen Gebäudekategorie an der Brutto-Grundfläche aller durch diese Erschließungsfläche erschlossenen Gebäudekategorien erfolgen.

Die so ermittelten Kennzahlen der zentralen Erschließungsfläche sind anschließend anteilig den erschlossenen Gebäudekategorien zuzuweisen. Für die Aufteilung sollte wieder der Anteil der jeweiligen Kategorie an der Brutto-Grundfläche aller erschlossenen Kategorien herangezogen werden. Damit erhöhen sich die zonenbezogen berechneten Kennzahlen der erschlossenen Gebäudekategorien um den zugewiesenen Anteil der zonenbezogenen Kennzahlen der Erschließungsfläche. Es erhöht sich also sowohl die auszuweisende Brutto-Grundfläche, als auch der Energiebedarf um den Anteil der Erschließungsfläche. In einem letzten Schritt können aus den zonenbezogenen Kennzahlen für die erschlossenen Gebäudekategorien dann noch die spezifischen Kennzahlen errechnet werden.

Ist die Ermittlung des Nutzungsprofils für die zentrale Erschließungsfläche aus den vordefinierten Nutzungsprofilen der Gebäudekategorien eindeutig geregelt, so kann diese in Softwarelösungen zur Energieausweiserstellung abgebildet werden. Damit sollte sich

nahezu kein Mehraufwand bei der Berechnung der zentralen Erschließungsflächen gemäß diesem Vorschlag gegenüber der Berechnung mit einem der bisher vorhandenen Nutzungsprofile ergeben.

Sonderfall „Sonstige konditionierte Gebäude“: Ist eine der erschlossenen Gebäudekategorien „Sonstige konditionierte Gebäude“, so ist in zwei Punkten eine leicht abgeänderte Vorgangsweise notwendig:

- Bei der Ermittlung des eindeutigen Nutzungsprofils ist der Anteil dieser Gebäudekategorie mangels Nutzungsprofil nicht zu berücksichtigen. Dies gilt auch für die aufsummierte Brutto-Grundfläche der versorgten Kategorien, die als Bezugsfläche für die Gewichtung dient.
- Die Aufteilung der Kennzahlen hat jedoch unter Berücksichtigung des Anteils der Gebäudekategorie „Sonstige konditionierte Gebäude“ zu erfolgen, wobei der Anteil dieser Kategorie nicht auszuweisen ist.

Damit wird auch für die Erschließungsfläche der Anteil, der dieser besonderen Gebäudekategorie zufällt, nicht ausgewiesen, ohne Einfluss auf die ermittelten Kennzahlen der anderen erschlossenen Kategorien zu nehmen.

14.2.4. Nutzungsprofile für unbeheizte Bereiche

Wie in Abschnitt 2.1 zum konditionierten Bereich angemerkt, sind alle derzeit vorhandenen Nutzungsprofile darauf ausgelegt, dass der konditionierte Bereich zumindest beheizt wird. Der *Leitfaden* [26] hingegen sieht formal vor, dass Bereiche als konditioniert zu betrachten sind, wenn für diese Anforderungen an zumindest eine Art der Konditionierung (Heizung, Kühlung, Befeuchtung oder Belüftung) gestellt werden.¹⁰¹ Um diesen Widerspruch zu beseitigen, bieten sich zwei Alternativen an:

- Um die heute übliche Vorgangsweise beizubehalten und den Widerspruch zu lösen, ist die Definition im *Leitfaden* entsprechend anzupassen. Dazu könnte die Definition für den konditionierten Bereich bzw. die konditionierte Zone so erfolgen, dass zumindest Anforderungen hinsichtlich der Beheizung für die Nutzung durch Personen gestellt werden.
- Setzt man die aktuelle Definition konsequent um, so wären ergänzende Nutzungsprofile in der ÖNORM B 8110-5 [13] notwendig, um auch den Energiebedarf von unbeheizten, aber ansonsten konditionierten Bereichen berücksichtigen zu können. Ein Beispiel dafür könnte ein Nutzungsprofil „Tiefgaragen“ darstellen, das Anforderungen hinsichtlich Belüftung und Beleuchtung stellt.

Allerdings erscheint es wohl wenig sinnvoll, bei Tiefgaragen für ein Gebäude eigene Energieausweise auszustellen. Immerhin dient die Tiefgarage meist der Nutzung

¹⁰¹Vgl. *Leitfaden* [26], 2.6.1.

des Gebäudes selbst, womit es näher läge, den Energieaufwand auf die Nutzungen des Gebäudes umzulegen. Diese Überlegungen würden auf ein Nutzungsprofil ohne entsprechende Gebäudekategorie hinauslaufen, womit die Zuordnung des Energiebedarfs von Zonen mit derartigen Nutzungsprofilen getrennt zu regeln wäre. Ähnliche Überlegungen ergäben sich wohl auch bei anderen Vorschlägen für Nutzungsprofile für unbeheizte Bereiche. Eine Regelung der Aufteilung des Energiebedarfs könnte sich gegebenenfalls an den Vorschlag für die zentralen Erschließungsflächen in Abschnitt 14.2.3 anlehnen.

Beachtet werden muss dabei auch, dass sich damit für jede Art der Konditionierung unterschiedliche konditionierte Grundflächen ergeben würden. Bislang sind alle spezifischen Kennzahlen am Energieausweis auf die beheizte Brutto-Grundfläche der jeweiligen Gebäudekategorie bezogen, die aufgrund der vorhandenen Nutzungsprofile die konditionierten Flächen aller anderen Arten der Konditionierung mit einschließt. Somit wäre auch die Bezugsfläche für die einzelnen spezifischen Kennzahlen bei der Einführung von Nutzungsprofilen für unbeheizte Bereiche noch explizit zu regeln.

Die Einführung von Nutzungsprofilen für unbeheizte Bereiche wäre mit beträchtlichem zusätzlichem Regelungsaufwand verbunden, was für eine Anpassung der Definition des konditionierten Bereichs spricht. Hinsichtlich der Relevanz der Berücksichtigung von unbeheizten Bereichen liegt derzeit nur ein stichprobenartiger Wert für die Parkflächen (Tiefgaragen) des Berlaymont-Gebäudes der EU-Kommission vor. Bei diesem macht der ermittelte Energiebedarf für das Belüften und Beleuchten der Parkflächen 1,8 % des gesamten Endenergiebedarfs aus, wobei dieses Gebäude hinsichtlich seiner Dimensionen¹⁰² zweifelsohne einen Extremfall darstellt.¹⁰³ Die Relevanz der Berücksichtigung unbeheizter Bereiche wäre vor Einführung derartiger Nutzungsprofile jedenfalls im Zuge einer Untersuchung an mehreren Gebäuden kritisch zu prüfen.

14.2.5. Nutzungsprofil „Krankenhaus“

Aufgrund der in Abschnitt 13.3 festgestellten Abweichungen wird angeregt, die Ansätze für die inneren Wärmegewinne sowie den Benchmarkwert für den Beleuchtungsenergiebedarf bei Krankenhäusern in ihrer Höhe zu hinterfragen. Zu hohe Ansätze für die inneren Wärmegewinne führen wie ausgeführt zu einer Unterschätzung des Heizwärmebedarfs bzw. zu einer Überschätzung des Kühlbedarfs. Höhere Ansätze für den Beleuchtungsenergiebedarf wirken sich aufgrund höherer innerer Wärmegewinne verstärkend auf die zuvor genannten Effekte aus, und führen über den Beleuchtungsenergiebedarf selbst auch direkt zu höheren Werten auf Endenergieebene.

¹⁰²Ein paar Eckpunkte zum Gebäude aus *Endbericht Berlaymont* [2], 2.2 und 3.1: Das Gebäude besteht aus 14 Geschoßen über und vier Geschoßen unter der Erdoberfläche. Es wurde eine beheizte Nutzfläche von 141.642 m² ermittelt, der 37.681 m² Parkplatzfläche gegenüberstehen. Durchschnittlich wird das Gebäude von rund 3.000 Personen pro Tag belegt.

¹⁰³Vgl. *Endbericht Berlaymont* [2], 3.2.

Innere Wärmegewinne: Als Grundlage für die Bewertung von Bettentrakten, Ambulanz- und Büroflächen können die in Abschnitt 9.1 dieser Arbeit auf Grundlage der DIN V 18599-10 [34] ermittelten Nutzungsprofile dienen. Ergänzende Werte für Funktionstrakte liefert der *Endbericht Rottenmann* [8], in dem die detailliert ermittelten Nutzungsprofile für den Zubau eines Funktionstrakts am LKH Rottenmann dokumentiert sind. Zu den Schlüssen aus den Untersuchungen am LKH Rottenmann ist anzumerken, dass den Untersuchungen noch das Nutzungsprofil gemäß ÖNORM B 8110-5:2007 [12] zugrunde liegt. Dieses geht von einer Solltemperatur im Heizfall von 20 °C aus, während der Wert in der aktuellen Ausgabe auf 22 °C erhöht wurde. Auf die in Tabelle 3 im Anhang vom *Endbericht Rottenmann* dokumentierten Ansätze für die inneren Wärmegewinne hat dies jedoch keine Auswirkungen.

Beleuchtungsenergiebedarf: Die Höhe des genormten Benchmarkwerts für Krankenhäuser sollte kritisch beleuchtet werden. Bei den Untersuchungen am Bauteil C fallen die aus der Schweizer SIA 2024 [7] stammenden Ansätze für die Benchmarkwerte der betrachteten Raumnutzungen deutlich niedriger aus als derzeit in der ÖNORM H 5059 [22] vorgesehen. Ansätze für die spezialisierten Funktionsbereiche wären ergänzend zu ermitteln, um anhand statistischer Daten einen durchschnittlichen Wert für Krankenhäuser zu errechnen. Auf den *Endbericht Rottenmann* [8] kann diesbezüglich nicht zurückgegriffen werden, da dort der Beleuchtungsenergiebedarf noch anhand der VORNORM ÖNORM H 5059:2007 [38] bestimmt wurde. Es sind daher keine Benchmarkwerte abhängig von der Raumnutzung für die Nutzungsprofile ermittelt worden.

Ein Vergleich der Benchmarkwerte der ÖNORM H 5059 mit den in der ÖNORM EN 15193 [16] angegebenen Richtwerten zeigt, dass bei der Übernahme der Werte nicht einheitlich vorgegangen wurde. Die Benchmarkwerte nahezu aller Gebäudekategorien entsprechen den Richtwerten der vergleichbaren Kategorien in der europäischen Norm für die beste von drei Beleuchtungsgüteklassen. Für Krankenhäuser hingegen wird der um 62 % höhere Richtwert für die mittlere Güteklasse übernommen. Die Senkung des Benchmarkwerts für Krankenhäuser auf den Richtwert der besten Beleuchtungsgüteklasse sollte daher in Betracht gezogen werden.¹⁰⁴

Hinsichtlich der Verwendung von Benchmarkwerten gemäß ÖNORM H 5059 sollte unabhängig von einer allfälligen Änderung bei der Krankenhausnutzung jedenfalls die Bezugsfläche geklärt werden. Folgt man der EN 15193 [16], so beziehen sich die Werte für den Beleuchtungsenergiebedarf auf die Netto-Grundfläche, während zumindest einige Berechnungsprogramme derzeit – mangels Angabe direkt in der ÖNORM H 5059 – die vom Betrag her größere Brutto-Grundfläche heranziehen. Eine Angabe der Bezugsfläche in der ÖNORM H 5059 würde zu einer einheitlichen Vorgangsweise und damit auch zu vergleichbaren Ergebnissen führen. Anstelle der Netto-Grundfläche wird im Berechnungsverfahren üblicherweise die Bezugsfläche BF mit 80 % der Brutto-Grundfläche an-

¹⁰⁴Um weiterhin eine Differenzierung zwischen den Gebäudekategorien „Pflegeheime“ und „Krankenhäuser“ zu erzielen, wäre in der Folge auch ein reduzierter Benchmarkwert für die Pflegeheime festzulegen.

gesetzt. Die Übernahme der Bezugsfläche BF laut ÖNORM B 8110-6 [15] in die ÖNORM H 5059 würde sich daher anbieten.

14.3. Weitere Zonierung auf Gebäudeebene

14.3.1. Verzicht auf das 4-Kelvin-Kriterium

Wie in Abschnitt 3.2.1 ausgeführt, bleibt das im *Leitfaden* [26] genannte 4-Kelvin-Kriterium bei der Unterteilung in Zonen ohne jegliche Auswirkung. Die zugrunde liegende Bestimmung der ÖNORM EN ISO 13790 [17] besagt, dass Bereiche, deren Solltemperaturen für das Heizen oder gegebenenfalls auch das Kühlen um mehr als vier Kelvin voneinander abweichen, nicht in einer Zone zusammengefasst sein dürfen. Auftreten kann dieser Fall bei Einhaltung der Vorschriften nur bei Bereichen mit unterschiedlichen Nutzungsprofilen und die sind ohnehin aufgrund unterschiedlicher Nutzung als getrennte Zonen zu betrachten. Dementsprechend sollte dieses Kriterium im *Leitfaden* der Übersicht halber gar nicht mehr angeführt werden.

14.3.2. Zonierungskriterium „Orientierung und Fensterflächenanteile“

Um eine einheitliche Vorgangsweise bei der Zonierung auf Gebäudeebene zu erreichen, ist die in Abschnitt 3.2.1 beschriebene Rechtsunsicherheit zu beseitigen. Dazu ist entweder die Streichung des beispielhaft angeführten Zonierungskriteriums „Orientierung und Fensterflächenanteile“ aus dem *Leitfaden* [26] oder aber eine nachvollziehbare Konkretisierung hinsichtlich der tatsächlichen Herangehensweise erforderlich.

Anzumerken ist in diesem Zusammenhang, dass jedes zusätzliche Zonierungskriterium den Arbeitsaufwand bei der Erstellung von Energieausweisen weiter erhöht. Am Beispiel des LKH Graz-West konnte, wie in Abschnitt 13.1 ausgeführt, keine maßgebliche Verbesserung der Ergebnisse durch die Berücksichtigung dieses Kriteriums innerhalb eines Gebäudetrakts festgestellt werden. Es wird daher vorgeschlagen, auf das Kriterium zu verzichten, sofern ergänzende Untersuchungen an weiteren Gebäuden keine grob abweichenden Ergebnisse liefern.

14.4. Zonierung auf Anlagenebene

14.4.1. Vereinfachung bei Wohngebäuden

Wie in Abschnitt 3.3 angemerkt, finden sowohl Beleuchtungssysteme als auch gegebenenfalls vorhandene Kühltechniksysteme im Energieausweis für Wohngebäude gemäß *Leitfaden* [26] keine Berücksichtigung. Bei der Definition der Berechnung des Endenergiebedarfs werden diese Systeme im Unterschied zu Nicht-Wohngebäuden einfach nicht

in die zu bildende Summe einbezogen. Warum diese Einschränkung erfolgt, kann aus den Vorschriften heraus nicht nachvollzogen werden.

- Die Berechnung des Beleuchtungsenergiebedarfs stellt bei Anwendung von Benchmarkwerten gemäß ÖNORM H 5059 [22] eigentlich keinen nennenswerten Aufwand dar. Die Kennzahl könnte bei Ergänzung eines Benchmarkwertes für Wohngebäude ohne zusätzlichen Eingabeaufwand durch die Software zur Energieausweiserstellung errechnet werden.
- Wohngebäude sind aufgrund der Anforderungen an den Endenergiebedarf bei Neubau bzw. Sanierung so zu planen, dass keine Kühlung notwendig ist. Sollten bestehende Wohngebäude dennoch über kühltechnische Anlagen verfügen, so sollte deren Energiebedarf im Sinne einer umfassenden Darstellung mit abgebildet werden.

Dementsprechend wird angeregt, diese Einschränkung aufzuheben und einen Benchmarkwert für den Beleuchtungsenergiebedarf für Wohngebäude in die genannte Norm aufzunehmen.

14.4.2. Vernachlässigung untergeordneter Anlagen

Trifft eine der in Abschnitt 3.3.1 genannten Vereinfachungen bei überwiegenden Systemen nicht zu, so ist derzeit für dieses Konditionierungssystem jedes vom Versorgungsbereich her noch so unbedeutende System zu berücksichtigen. Um den Erfassungsaufwand zu begrenzen, sollte eine Bestimmung zur Diskussion gestellt werden, nach der Anlagen mit minimalen Versorgungsbereichen (von z.B. unter 3 oder 5 % der konditionierten Brutto-Grundfläche) vernachlässigt werden können, wenn nicht ohnehin aufgrund der 80 %-Regel nur das überwiegende System zu berücksichtigen ist.

14.4.3. Weiterentwicklung der Normen auf Anlagenebene

Die Normen zur Berechnung auf Anlagenebene sollten dahingehend überprüft und gegebenenfalls weiterentwickelt werden, dass die Abbildung von Anlagensystemen auch dann problemlos möglich ist, wenn Anlagen oder einzelne Komponenten davon Bereiche in Zonen mit unterschiedlichen Nutzungsprofilen versorgen. Dies stellt die Voraussetzung für die vorschriftsmäßige Verteilung der Verluste der einzelnen Anlagenkomponenten dar, die in Abschnitt 3.4 beschrieben wird.

Bis dies gewährleistet ist, sollte der im Zuge der Abschnitte 3.3.2 und 3.4 beschriebene Workaround für Berechnungsprogramme, die nur eine Zone mit einer Anlagenkonfiguration erfassen können, explizit zugelassen werden. Immerhin gilt diese Einschränkung nach wie vor selbst für das zu Validierungszwecken eingesetzte OIB-Schulungstool.

14.4.4. Multiple Systeme in Versorgungsbereichen

Bei multiplen Systemen in Versorgungsbereichen, deren Berücksichtigung im Berechnungsverfahren nicht geregelt ist,¹⁰⁵ stellt sich die Frage, wie die entsprechenden Verluste und damit die daraus folgenden Kennzahlen auf Endenergieebene bestimmt werden sollen. Vorschriftsmäßig berechnen lässt sich jedes einzelne der multiplen Systeme für sich, ohne die jeweils alternativen Systeme dazu zu berücksichtigen.

Die größten Auswirkungen werden sich wohl bei multiplen Bereitstellungssystemen auf die zukünftig auszuweisenden CO₂-Werte ergeben. Daher wird für multiple Bereitstellungssysteme vorgeschlagen, dass die Berechnung grundsätzlich mit jedem vorhandenen Bereitstellungssystem getrennt zu erfolgen hat. Ausgenommen davon sind Bereitstellungssysteme die auf der Nutzung von Umweltwärme basieren (Solarthermie, Wärmepumpen), da diese ja bereits gemäß Norm kombiniert mit jedem anderen Bereitstellungssystem berücksichtigt werden können.

Dazu ist eine Regelung zu treffen, wie die ermittelten Kennzahlen auszuweisen sind. Der Anhang zum Energieausweis, in dem die Dokumentation der Berechnung zu erfolgen hat, sollte dabei jedenfalls den entsprechenden Wertebereich (Minimalwert und Maximalwert) der variierenden Kennzahlen unter Angabe der Ergebnisse jeder Variante ausweisen. Bei Wärmebereitstellungssystemen würde dies zum Beispiel den Heiztechnikenergiebedarf und in der Folge den Endenergiebedarf sowie künftig auch den daraus ermittelten Primärenergiebedarf und schlussendlich die CO₂-Emissionen betreffen. Am Energieausweis selbst könnte das Ausweisen des jeweiligen Wertebereichs, des Mittelwertes oder des jeweils günstigsten bzw. ungünstigsten Wertes vorgeschrieben werden.

Für multiple Speicher-, Verteilungs- und Abgabesysteme in Versorgungsbereichen sind keine drastischen Auswirkungen auf die errechneten Kennzahlen zu erwarten. Hier könnte wahlweise die getrennte Betrachtung analog zu den Bereitstellungssystemen oder das Heranziehen des jeweils ungünstigsten weil energieintensivsten Falles zugelassen werden. So könnte auch hier eine relativ einheitliche Vorgangsweise erzielt werden.

14.5. Pauschale Berücksichtigung der Verschattung

Bei Gebäuden mit aufwändigen fixen Verschattungseinrichtungen sollten die starken Abweichungen beim Kühlbedarf durch die pauschale Berücksichtigung der Verschattung, auf deren Folgen in Abschnitt 13.2 eingegangen wird, vermieden werden. Diese ergeben sich durch die fehlende Berücksichtigung der vorhandenen fix montierten Verschattungselemente.

Es wird angeregt, die Verschattungsfaktoren von ausschließlich zu Verschattungszwecken angebrachten feststehenden Elementen auch bei pauschaler Berücksichtigung der

¹⁰⁵Vgl. Abschnitt 3.3.2, Sonderfall multiple Systeme in Versorgungsbereichen.

Verschattung miteinzubeziehen. Der Verschattungsfaktor für das betreffende Element könnte dazu analog zur detaillierten Ermittlung der Verschattungsfaktoren bestimmt und mit dem jeweiligen pauschalen Verschattungsfaktor für die betroffenen Fenster- bzw. Verglasungsflächen multipliziert werden.

Die Berücksichtigung muss gegebenenfalls sowohl im Heizfall als auch im Kühlfall erfolgen. Damit sollte auch weitgehend verhindert werden, dass sich bei Gebäuden mit aufwändigen feststehenden Verschattungselementen bei pauschaler Berücksichtigung der Verschattung zu geringe Werte für den Heizwärmebedarf ergeben.

15. Zusammenfassung

Die Arbeit widmet sich der Analyse der nationalen Vorschriften zur Energieausweiserstellung. Der Fokus liegt dabei auf der Zonierung, also der Unterteilung des Gebäudes für die Berechnung in (Gebäude-)Zonen und die Versorgungsbereiche der Anlagen. Die Forderung nach einheitlichen Nutzungsbedingungen stellt eines der maßgeblichsten Kriterien zur Unterteilung in Zonen für die Berechnung des Nutzenergiebedarfs dar. Daher kommt den Nutzungsprofilen, die die anzunehmenden Bedingungen für einzelne Gebäudenutzungen vorgeben, spezielle Bedeutung im Zuge der durchgeführten Untersuchungen zu.

Das zentrale Element von Teil I bildet die Analyse der Zonierungsvorschriften. Die einzelnen Bestimmungen, die sich aus den Rechtsvorschriften im Zusammenwirken mit den zugehörigen Berechnungsnormen ergeben, werden in der Reihenfolge, in der sie bei der Erstellung von Energieausweisen relevant werden, Schritt für Schritt beschrieben. Dabei werden Widersprüche und Unklarheiten sichtbar gemacht. Auf die ausschlaggebenden Umstände und die möglichen Konsequenzen daraus wird detailliert eingegangen. Darüber hinaus erfolgt eine Zusammenfassung des Forschungsstandes insbesondere hinsichtlich Zonierung und Nutzungsprofilen, soweit dieser speziell für die österreichische Ausgestaltung der Energieausweiserstellung von Bedeutung ist. In Vorbereitung für Teil II wird noch eine Untersuchung des normierten Berechnungsverfahrens auf eine mögliche Berücksichtigung der Art der Zonierung vorgenommen.

In Teil II werden am Beispiel des Landeskrankenhauses Graz-West Vergleichsrechnungen insbesondere hinsichtlich der Auswirkungen der Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen im Zuge der Zonierung durchgeführt. Der Grund dafür ist, dass in Teil I festgestellt wurde, dass die Rechtsvorschriften keine klare Aussage darüber treffen, ob und wie dieses Kriterium bei der Zonierung auf Nutzenergieebene zu berücksichtigen ist.

Am sogenannten Bauteil C, einem Gebäudetrakt des Krankenhauses, werden die Auswirkungen einer Zonierung nach Orientierung und Fensterflächenanteilen innerhalb eines Gebäudetrakts ermittelt. Die Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen erfolgt dabei im Wesentlichen gemäß eines Entwurfs für den *Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden* in der Version 2.5 [25] aus dem Jahr 2006. Um eine Bewertung vornehmen zu können, werden die Ergebnisse der vorschriftsmäßigen Berechnung ohne bzw. mit Berücksichtigung des betrachteten Zonierungskriteriums den Ergebnissen eines Referenzmodells gegenübergestellt.

Das Referenzmodell weist eine detaillierte Zonierung mit an die DIN V 18599-10 [34] angelehnten Nutzungsprofilen abhängig von der Raumnutzung auf. Nachdem das Gebäude vielfältige Verschattungseinrichtungen aufweist, wird die Verschattungssituation für die Untersuchung detailliert erhoben. Damit stehen bereits nahezu alle Daten dafür

bereit, um die Abweichungen ausgehend vom Referenzmodell zusätzlich anhand einzelner Vereinfachungsschritte aufzuschlüsseln. Folgende Vereinfachungsschritte werden dabei unterschieden:

- (1) Wechsel von detaillierten Nutzungsprofilen abhängig von der Raumnutzung zu einem einheitlichen, „verschmierten“ Nutzungsprofil für das betrachtete Objekt;
- (2) Reduktion der Zonenzahl ausgehend von einem detaillierten Zonenmodell zur Zonierung gemäß nationalen Vorschriften (ohne bzw. mit Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen);
- (3) Wechsel vom einheitlichen, „verschmierten“ Nutzungsprofil für das betrachtete Objekt auf das in den nationalen Vorschriften vorgesehene Normnutzungsprofil abhängig von der Gebäudekategorie;
- (4) Wechsel von einer detaillierten Berücksichtigung der Verschattungssituation zur Berücksichtigung über pauschale Faktoren (*optional*).

Durch die getrennte Betrachtung der einzelnen Vereinfachungsschritte können die Ursachen für die maßgeblichen Abweichungen identifiziert werden. Diese Informationen dienen als zusätzliche Ansatzpunkte für Vorschläge in Teil III.

Für die Betrachtungen am Bauteil C bestätigt sich die Hypothese, wonach keine maßgebliche Verbesserung der Energiekennzahlen durch die Berücksichtigung des zusätzlichen Zonierungskriteriums erfolgt. Einer klaren Reduktion der Abweichungen beim außeninduzierten Kühlbedarf stehen größere Abweichungen beim Heizwärmebedarf gegenüber. Die Unterschiede beim Endenergiebedarf durch diesen Vereinfachungsschritt fallen marginal aus.

Ergänzend wird am gesamten Krankenhaus teilweise eine Unterteilung des Gebäudekomplexes in einzelne Gebäudetrakte als weitere denkbare Form einer Zonierung nach Orientierung und Fensterflächenanteilen vorgenommen. Das sich dadurch ergebende Mehrzonenmodell wird dem Einzonenmodell bei Verzicht auf eine Berücksichtigung des Kriteriums gegenübergestellt. Es wird durchgehend das Normnutzungsprofil „Krankenhaus“ herangezogen und die Verschattung in zwei getrennten Rechengängen sowohl detailliert als auch pauschal berücksichtigt.

Die Auswirkungen durch diese Form der Berücksichtigung des Kriteriums fallen fast ausschließlich beim außeninduzierten Kühlbedarf ins Gewicht. Inwieweit die Abweichungen hier einer Verbesserung der Kennzahlen entsprechen, kann mangels entsprechend detailliertem Referenzmodell nicht geklärt werden.

In Teil III werden, der allgemeinen Fragestellung dieser Arbeit folgend, basierend auf den Vorarbeiten in den vorangegangenen Teilen Vorschläge und Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Vorschriften gemacht. Das Ziel stellen dabei möglichst reproduzierbar und unmissverständlich anzuwendende Zonierungsvorschriften dar.

Es wird festgestellt, dass am Beispiel des Landeskrankenhauses Graz-West aus den Vergleichsrechnungen in Teil II keine dringende Notwendigkeit für eine Berücksichtigung von Orientierung und Fensterflächenanteilen bei der Zonierung abgeleitet werden kann. Daher folgt die Empfehlung, auf die beispielhafte Anführung als Form der Berücksichtigung der baulichen Gegebenheiten in den Vorschriften zu verzichten, sofern Untersuchungen an weiteren Gebäuden keine anderslautenden Ergebnisse liefern. Für den Fall der Beibehaltung des Kriteriums wird auf die Notwendigkeit einer Konkretisierung hinsichtlich der zu wählenden Vorgangsweise hingewiesen.

Darüber hinaus werden basierend auf der in Teil I durchgeführten Analyse weitere Vorschläge und Empfehlungen gemacht, die sich auf die untenstehend angeführten Punkte beziehen.

- Allgemeine Empfehlungen:
 - Zur sprachlichen Schärfung der Formulierungen der Vorschriften,
 - zur bestehenden Problematik veralteter Normverweise und
 - für einen Vorschlag zur zusammenfassenden Darstellung mehrerer Energieausweise für den Aushang im Gebäude.
- Hinsichtlich Gebäudekategorien und Nutzungsprofilen:
 - Zum möglichen Hilfskriterium „Organisatorisch getrennte Nutzbarkeit“ bei der Zonierung nach der Nutzung,
 - zur fraglichen Abgrenzung der Gebäudekategorie „Sonstige konditionierte Gebäude“,
 - zum Umgang mit „Zentralen Erschließungsflächen“ hinsichtlich Zuordnung eines Nutzungsprofils und Zuweisung des Energiebedarfs zu den erschlossenen Gebäudekategorien,
 - zu unbeheizten Bereichen und
 - zu einzelnen Ansätzen des Normnutzungsprofils „Krankenhaus“.
- Hinsichtlich der weiteren Zonierung auf Gebäudeebene:
 - Zum Verzicht auf das 4-Kelvin-Kriterium bei der Zonierung auf Nutzenergieebene.
- Hinsichtlich der Zonierung auf Anlagenebene:
 - Zur bestehenden Vereinfachung bei Wohngebäuden durch Verzicht auf die Berücksichtigung der Funktionen Kühlen und Beleuchten,
 - zur Vernachlässigung untergeordneter Anlagen,
 - zum Umgang mit Verlusten von Anlagen mit zonen- und nutzungsübergreifenden Versorgungsbereichen und

- zur Einbeziehung von multiplen Systemen.
- Hinsichtlich Verschattung:
 - Zur Berücksichtigung fixer Verschattungselemente bei pauschaler Berücksichtigung der Verschattung.

Alle Vorschläge und Empfehlungen richten sich an die zuständigen Gremien des Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB) und des Österreichischen Normungsinstituts und können im Zuge von Überarbeitungen der jeweils relevanten Dokumente gerne aufgegriffen werden. Sie sollen einen Beitrag zur Weiterentwicklung und unmissverständlichen Anwendbarkeit der nationalen Vorschriften zur Energieausweiserstellung liefern.

Anhang

A. Erfassung des LKH Graz-West

A.1. Fotodokumentation der Gebäudehülle



SW-Fassade Bauteil AB, links schließt UKH an, rechts Bauteil D



Rechts NW-Fassade Bauteil D, links hinten SW-Fassade Bauteil AB



Links Teil NW-Fassade und rechts SW-Fassade von Bauteil D



Links SW-Fassade und rechts Teil SO-Fassade von Bauteil D



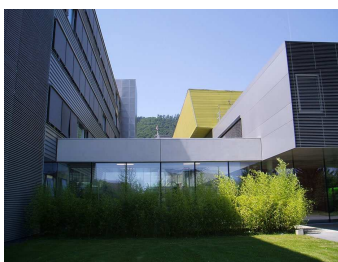
SO-Fassade Bauteil D, Anschluss an SW-Fassade Bauteil AB (Mitte) und Fortsetzung durch SW-Fassade Bauteil C



SW-Fassaden der Bauteile AB (links) und C (Mitte und rechts)



SW- (links) und SO-Fassade (rechts) von Bauteil C



Links NO-Fassade Bauteil C, Mitte Verbindungsgang, rechts SW- und SO-Fassade Bauteil F



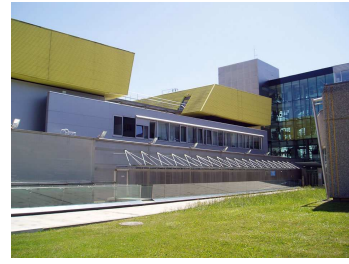
Links SO-Fassade Bauteil F, Mitte Verbindungsgang, rechts SW- und SO-Fassade Bauteil G



Oben SO- (links) und NO-Fassade (rechts) von Bauteil G, rechts darunter Wirtschaftszufahrt (Bauteil H)



NW-Fassade Bauteil E im Anschluss an die NO-Fassade von Bauteil G (links)



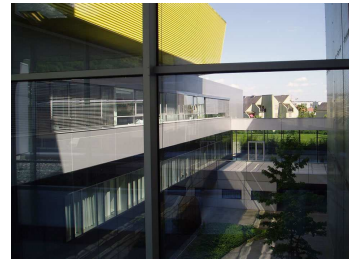
NW-Fassade Bauteil E, rechts Eingangsbereich der NO-Fassade von Bauteil AB



NO-Fassade von Bauteil AB mit verglastem Eingangsbereich links, rechts Hallenbad des UKH



Links NO-Fassade von Bauteil AB, rechts bzw. dahinter UKH



Blick aus Bauteil E in den Innenhof zwischen den Bauteilen C-E-F: links SW-Fassade Bauteil F, rechts Verbindungsgang zu Bauteil C



Blick aus Bauteil E in den Innenhof zwischen den Bauteilen C-E-F: rechts NO-Fassade Bauteil C, links Verbindungsgang zu Bauteil F



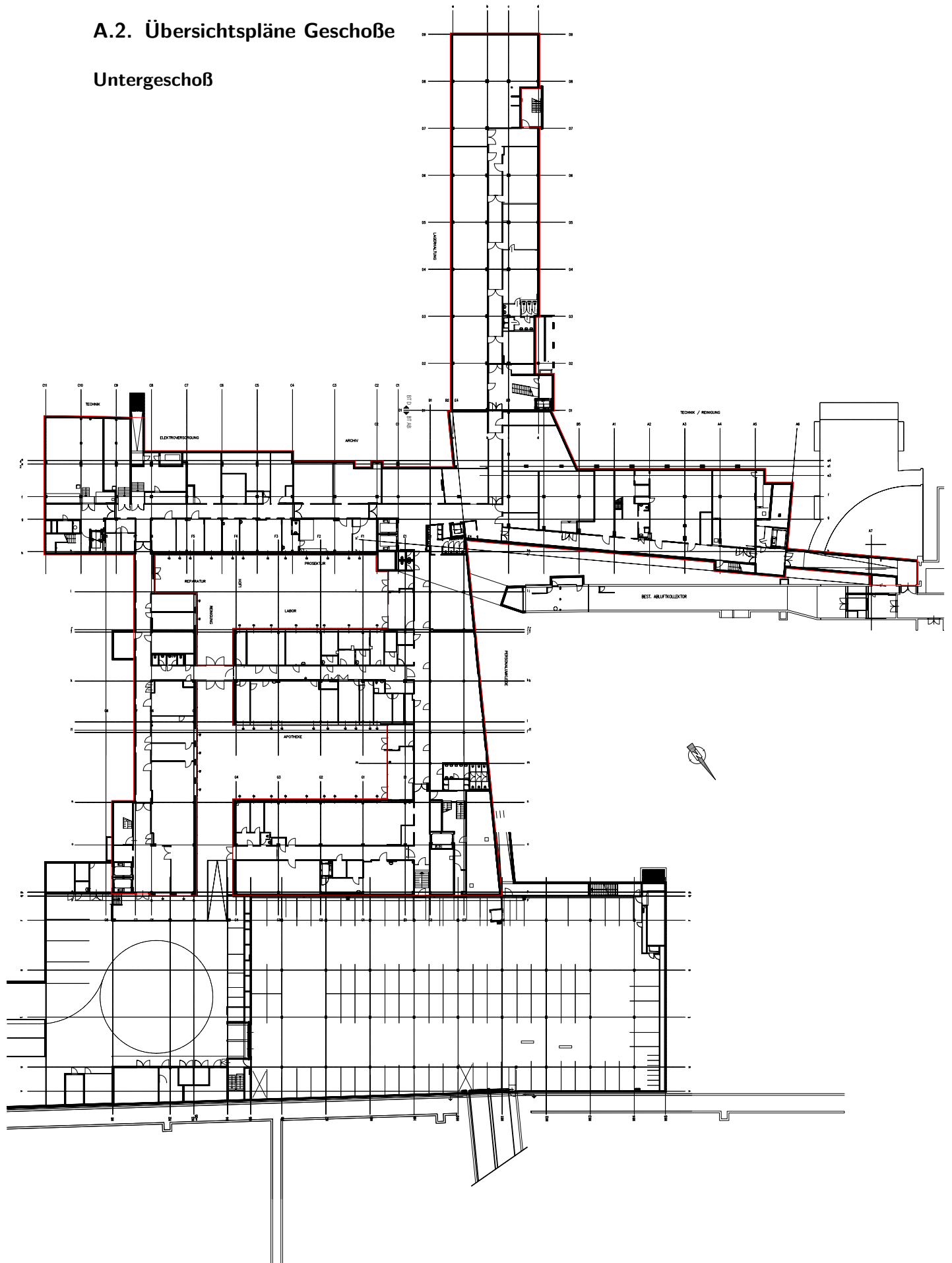
Blick aus Bauteil E in den Innenhof zwischen den Bauteilen E-F-G: links SW-Fassade Bauteil G, rechts Verbindungsgang zu Bauteil F



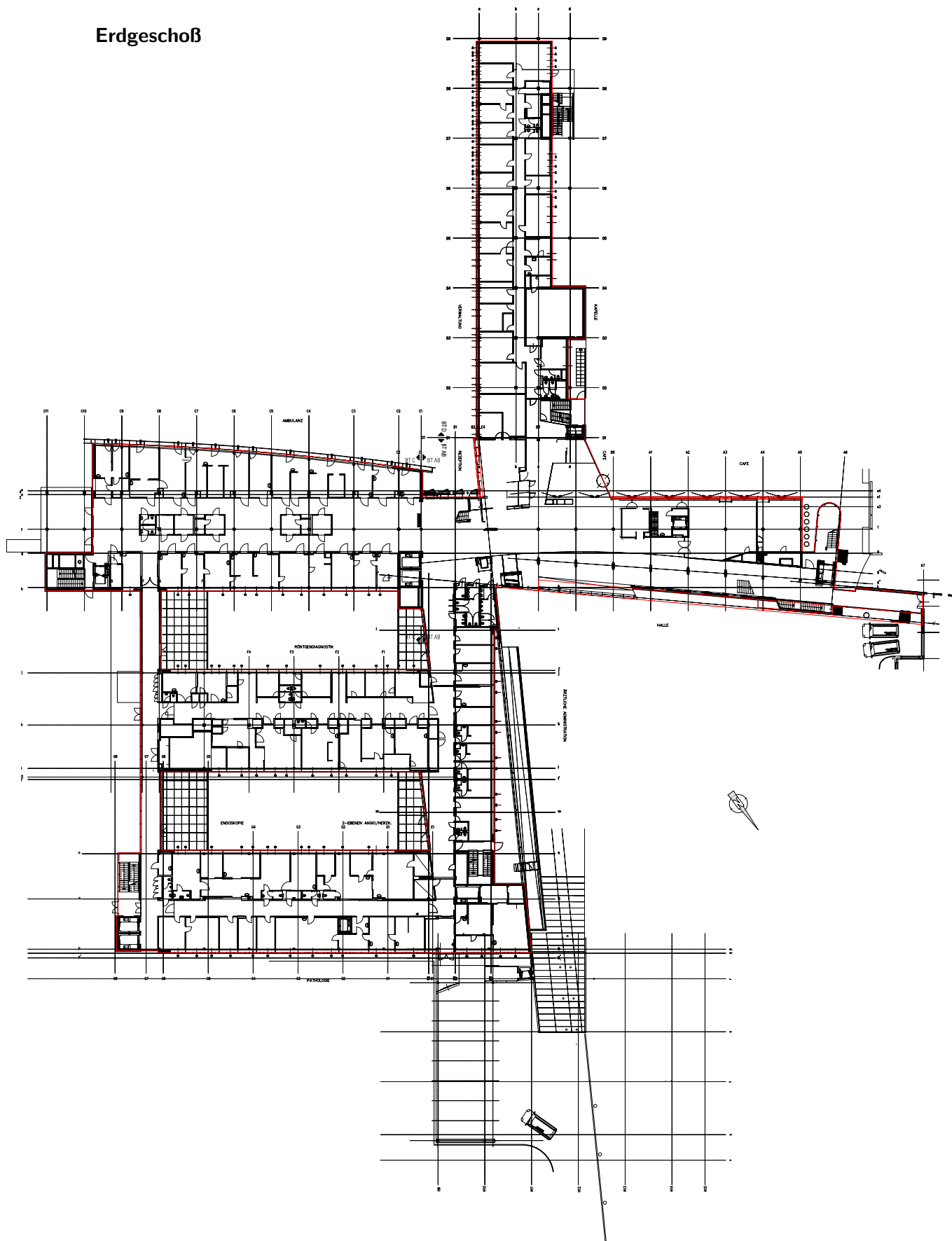
Blick aus Bauteil E in den Innenhof zwischen den Bauteilen E-F-G: rechts NO-Fassade Bauteil F, links Verbindungsgang zu Bauteil G

A.2. Übersichtspläne Geschoße

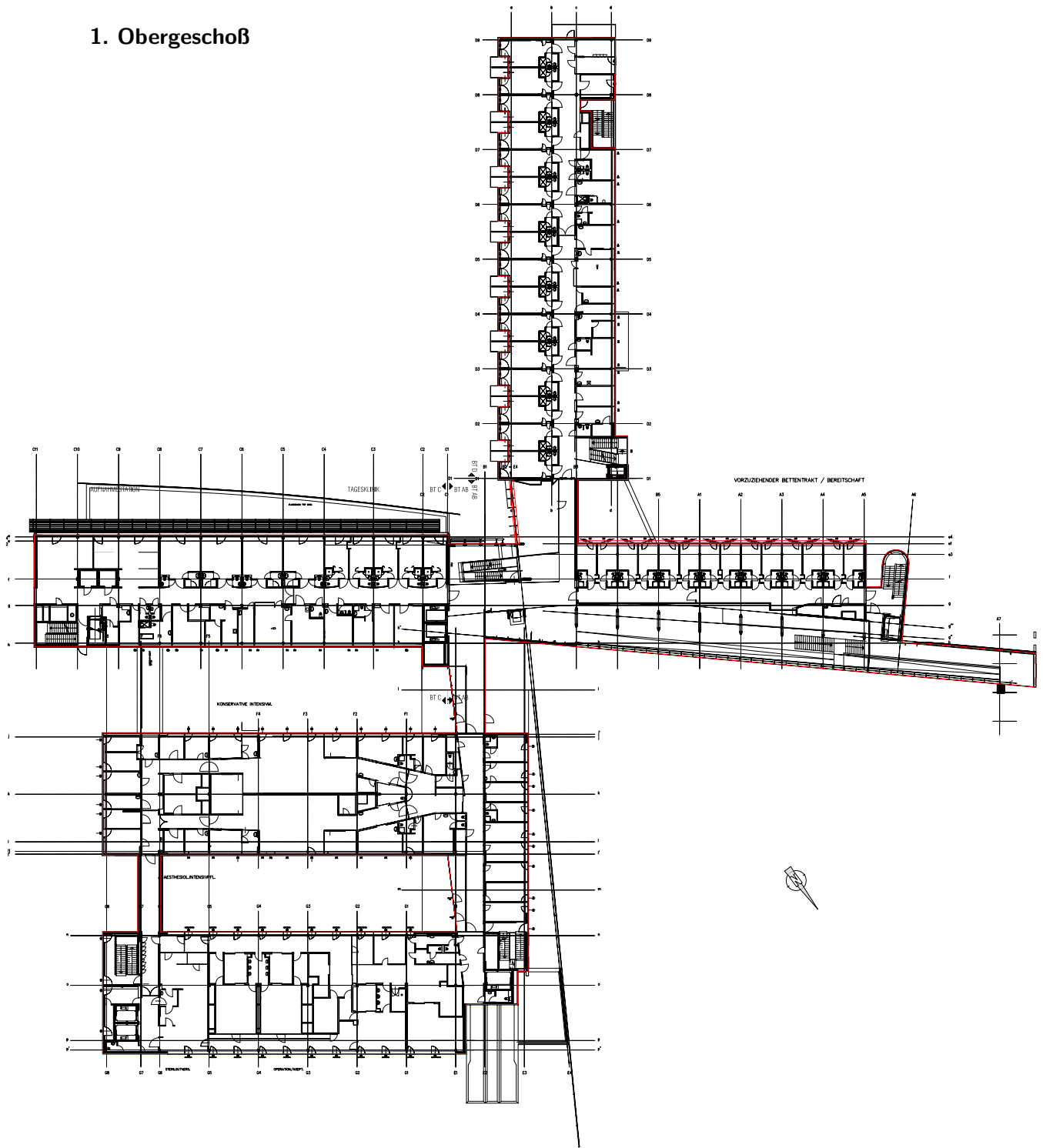
Untergeschoß



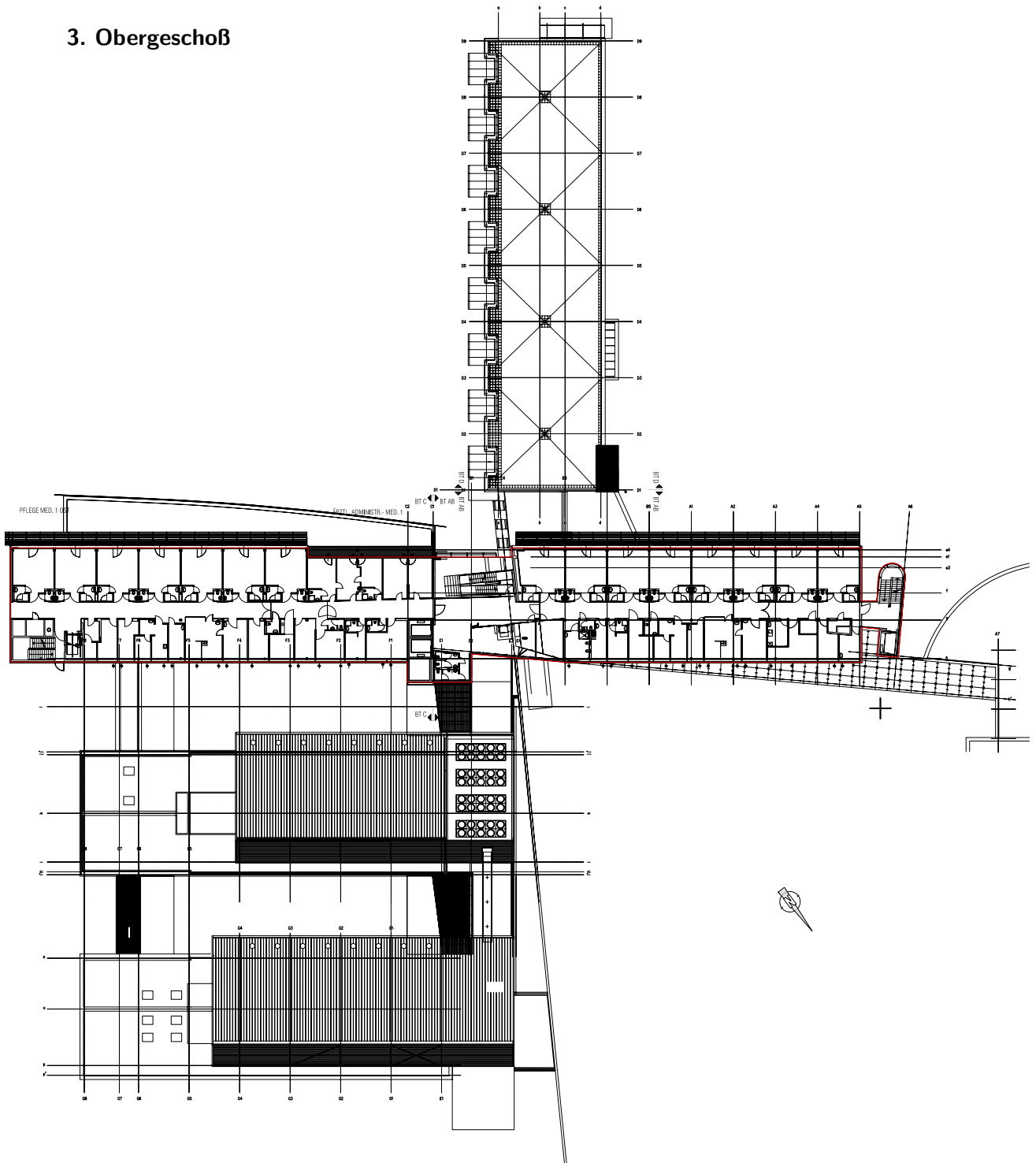
Erdgeschoß



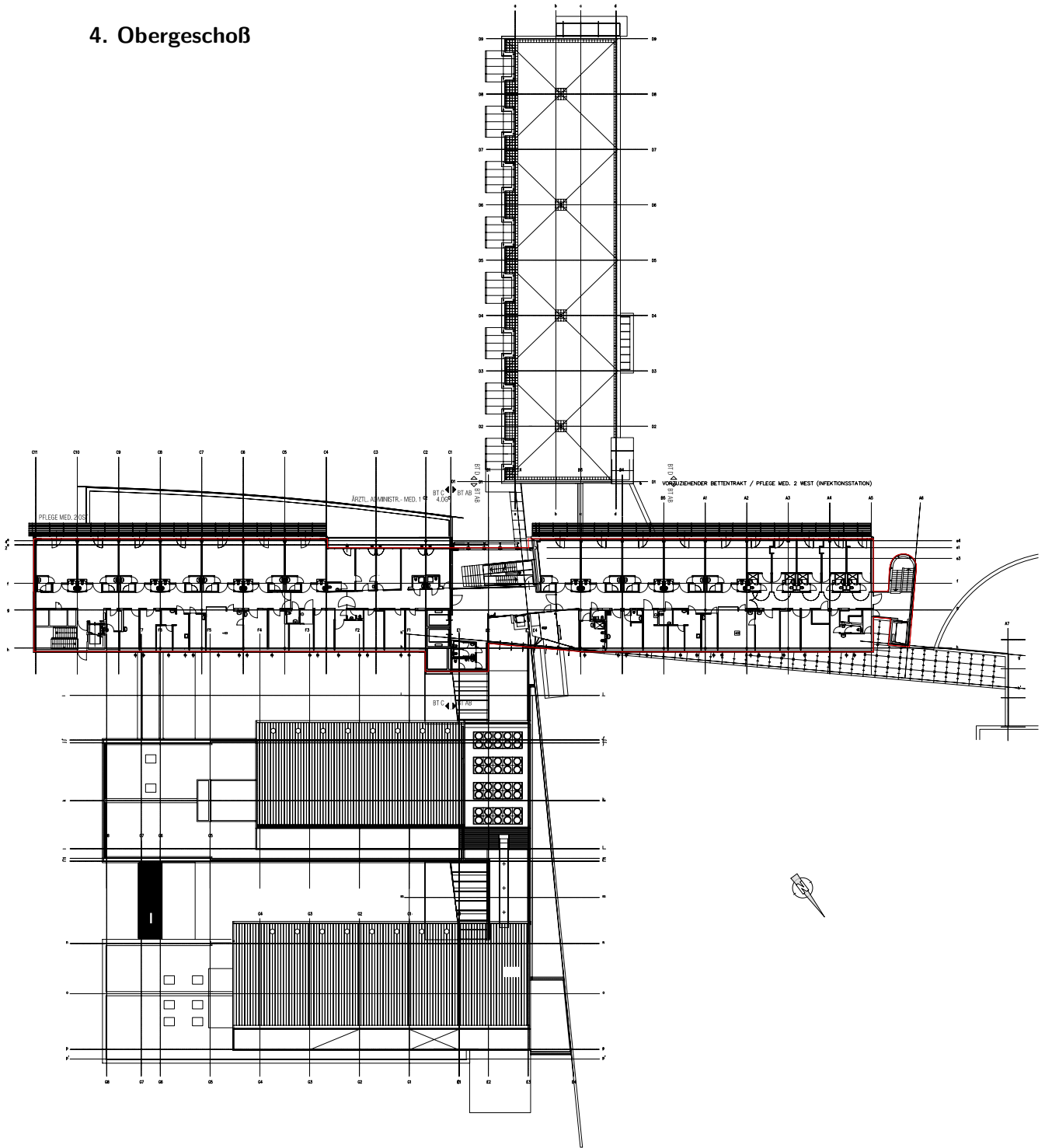
1. Obergeschoß



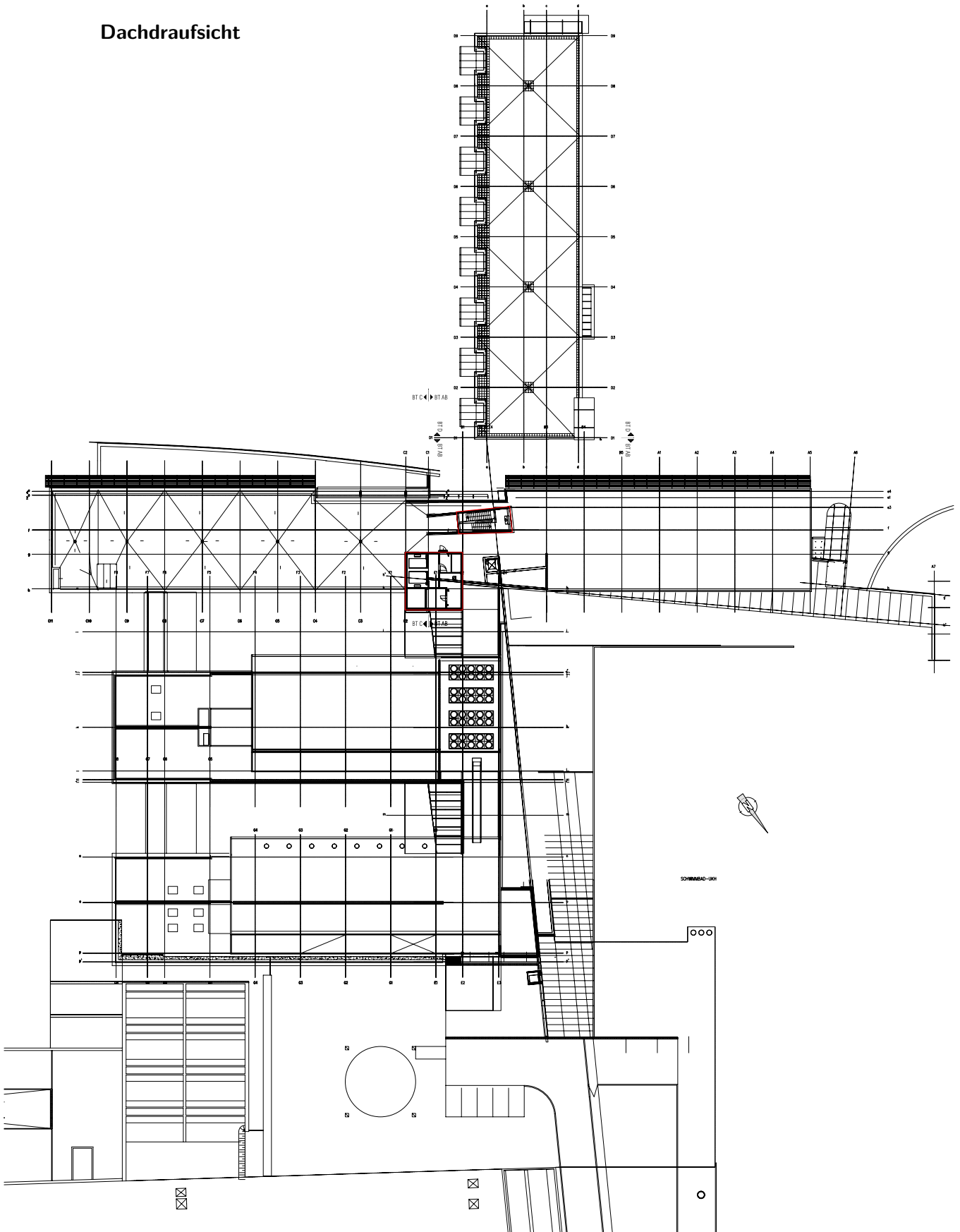
3. Obergeschoß



4. Obergeschoß



Dachdraufsicht



A.3. Datenblätter der einzelnen Zonen

Auf den folgenden Seiten sind die Daten der einzelnen Zonen kompakt zusammengefasst. Dabei wird insbesondere auf die Konditionierung und die thermische Gebäudehülle der jeweiligen Zone eingegangen. Für Zonen, die auch mit den detaillierten Nutzungsprofilen gemäß Kapitel 9 berechnet werden, wird zusätzlich ein Überblick über die vorhandenen Nutzungen geboten.

Konditionierung: Bei der Übersicht über die Art der Konditionierung wird die Lüftung betreffend zwischen natürlicher Lüftung (NAT; Fensterlüftung) und Systemen zur Lufterneuerung (LE) oder prozessbedingten Lüftung unterschieden. Bei prozessbedingter Lüftung wird zwischen Systemen mit konstantem Volumenstrom (KVS) und solchen mit variablem Volumenstrom (VVS) unterschieden.¹⁰⁶ Bei der Konditionierungsart steht „H“ für das Beheizen, „K“ für das Kühlen, „B“ für das Befeuchten und „E“ für das Entfeuchten der Zuluft.

Thermische Gebäudehülle: Bei der Übersicht über die thermische Gebäudehülle erfolgt zuerst eine Zusammenstellung der Flächen der verschiedenen Typen der Gebäudehülle und der zugehörigen U-Werte.

Anschließend werden die Verglasungsflächen nach Orientierung geordnet angeführt. Unterschieden wird dabei nach dem g-Wert der jeweiligen Verglasung, dem Typ der Gebäudehülle, in dem die Fläche positioniert ist, und der gegebenenfalls für die entsprechenden Flächen vorhandenen beweglichen Verschattungseinrichtung. Es kommen Außen- und Innenjalousien (aJalousie bzw. iJalousie), reflektierende Außen- wie Innenscreens (aScreen bzw. iScreen) sowie einfache Textilrollos als bewegliche Verschattungseinrichtungen zum Einsatz. Diese werden entweder manuell gesteuert oder über Sensoren automatisch geregelt, wobei in den Fällen, in denen beides möglich ist, von einer rein manuellen Steuerung ausgegangen wird. Für jeden Typ der dadurch unterschiedenen Verglasungsflächen werden darüber hinaus die mittleren Verschattungsfaktoren im Heiz- ($f_{s,h}$) sowie im Kühlfall ($f_{s,c}$) angegeben. Diese ergeben sich flächengewichtet aus der detaillierten Ermittlung der Verschattungsfaktoren für jede Verglasungsfläche gemäß ÖNORM B 8110-6¹⁰⁷, wobei vertikale und punktuell auch seitliche Eigenverschattung berücksichtigt werden. Die Horizontverschattung wird nur soweit berücksichtigt, als sie durch andere Bauteile des LKH selbst bzw. durch das UKH erfolgt.

Zuletzt werden gegebenenfalls noch die vorhandenen Außentürflächen angeführt. Dazu ist anzumerken, dass verglaste Türen bereits den Verglasungsflächen zugeordnet wurden. Die Unterscheidung erfolgt hier nach dem Typ der Gebäudehülle, in dem die Tür positioniert ist.

¹⁰⁶Bei KVS-Systemen wird die Zulufttemperatur abhängig von der notwendigen Konditionierung bei gleichem Volumenstrom variiert. Bei VVS-Systemen wird der geförderte Volumenstrom bei konstanter Zulufttemperatur an den Energiebedarf im versorgten Bereich angepasst.

¹⁰⁷Vgl. ÖNORM B 8110-6 [15], 8.3.1.2.1.

A.3.1. LKH: gesamtes Gebäude

konditionierter Bereich							
BGF	konditionierte Brutto-Grundfläche	23.894,13	m ²				
V	konditioniertes Brutto-Volumen	107.098,12	m ³				
	durchschnittliche Raumhöhe	4,48	m				
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:							
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	20.566,74	23.894,13	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:							
NAT	keine Klimatisierung	6.810,88	7.912,78	33,1%	NAT	--	
LE	einfache Lüftungsanlage	3.332,73	3.871,92	16,2%	LE	--	
KVS	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	2.197,48	2.553,00	10,7%	KVS	H+K	
VVS1	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	7.069,03	8.212,69	34,4%	VVS	H+K	
VVS2	Vollklimaanlage	1.156,62	1.343,74	5,6%	VVS	H+K+B+E	
	Summe	20.566,74	23.894,13	100,0%			
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:							
AW	Außenwand	13.349,40					0,421
DA	Außendecke (Flachdach)	6.964,41					0,196
DE	Außendecke (Decke über Außenluft)	876,25					0,197
WT	Wand zu geschlossener Tiefgarage	208,75					0,664
EWo	erdanliegende Wand (≤ 1,5m unter Niveau)	914,85					0,411
EWu	erdanliegende Wand (> 1,5m unter Niveau)	2.030,93					0,411
BPo	erdanliegender Fußboden (Bodenplatte ≤ 1,5m unter Niveau)	232,46					0,355
BPU	erdanliegender Fußboden (Bodenplatte > 1,5m unter Niveau)	5.866,80					0,355
Fensteröffnungen in Oberflächen:							
NW	g=default, keine bew. Verschattung	338,04	0,419	0,436	0,55	AW	1,600
NW	g=default, iScreen gesteuert	34,82	0,320	0,350	0,55	AW	1,600
NW	g=default, aScreen gesteuert	163,94	1,000	1,000	0,55	AW	1,600
NW	g=default, aJalousie gesteuert	133,10	0,643	0,759	0,55	AW	1,600
NW	g=default, aJalousie geregelt	22,40	0,320	0,350	0,55	AW	1,600
NW	g=Litex, keine bew. Verschattung	159,99	0,944	0,950	0,50	AW	1,600
W	g=default, keine bew. Verschattung	39,41	0,630	0,570	0,55	AW	1,600
W	g=Litex, keine bew. Verschattung	29,47	1,000	1,000	0,50	AW	1,600
SW	g=default, keine bew. Verschattung	569,62	0,359	0,473	0,55	AW	1,600
SW	g=default, iScreen gesteuert	78,46	0,910	0,940	0,55	AW	1,600
SW	g=default, aScreen gesteuert	614,71	0,400	0,520	0,55	AW	1,600
SW	g=default, aScreen geregelt	180,33	0,516	0,623	0,55	AW	1,600
SW	g=default, aJalousie gesteuert	438,74	0,582	0,643	0,55	AW	1,600
SW	g=default, aJalousie geregelt	122,46	0,789	0,743	0,55	AW	1,600
SW	g=Litex, keine bew. Verschattung	37,49	0,863	0,833	0,50	AW	1,600
SW	g=Sonnenschutz, keine bew. Verschattung	46,06	0,910	0,940	0,40	AW	1,600
S	g=Litex, keine bew. Verschattung	29,47	1,000	1,000	0,50	AW	1,600
SO	g=default, keine bew. Verschattung	267,65	0,380	0,366	0,55	AW	1,600
SO	g=default, Textilrollo gesteuert	27,93	0,982	0,986	0,55	AW	1,600
SO	g=default, aScreen geregelt	167,67	0,347	0,214	0,55	AW	1,600
SO	g=default, aJalousie gesteuert	466,86	0,785	0,798	0,55	AW	1,600
SO	g=default, aJalousie geregelt	135,12	0,694	0,619	0,55	AW	1,600
SO	g=Litex, keine bew. Verschattung	100,15	0,173	0,313	0,50	AW	1,600
NO	g=default, keine bew. Verschattung	1.166,33	0,596	0,640	0,55	AW	1,600
NO	g=default, iScreen gesteuert	56,26	0,780	0,860	0,55	AW	1,600
NO	g=default, aScreen gesteuert	517,85	0,926	0,936	0,55	AW	1,600
NO	g=default, aScreen geregelt	82,84	1,000	1,000	0,55	AW	1,600
NO	g=default, aJalousie gesteuert	173,72	0,776	0,803	0,55	AW	1,600
H	g=default, keine bew. Verschattung	181,82	0,520	0,650	0,55	DA	1,600
H	g=Litex, keine bew. Verschattung	42,03	0,960	0,960	0,50	DA	1,600
H	g=spezial, keine bew. Verschattung	98,48	0,766	0,860	0,30	DA	1,600
Türöffnungen in Oberflächen:							
alle	g=0	45,09			0,00	AW	1,600
alle	g=0	2,66			0,00	EWo	1,600
alle	g=0	4,62			0,00	WT	1,600

A.3.2. LKH: Bauteil AB

konditionierter Bereich						
BGF	konditionierte Brutto-Grundfläche	5.606,22	m ²			
V	konditioniertes Brutto-Volumen	25.868,98	m ³			
	durchschnittliche Raumhöhe	4,61	m			
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima
Heizung:						
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	4.890,27	5.606,22	100,0%		
RLT-Anlage / Klimatisierung:						
NAT	keine Klimatisierung	1.314,33	1.506,75	26,9%	NAT	--
LE	einfache Lüftungsanlage	407,99	467,72	8,3%	LE	--
VVS1	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	3.167,95	3.631,75	64,8%	VVS	H+K
	Summe	4.890,27	5.606,22	100,0%		
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.
Oberflächen:						
AW	Außenwand	4.008,26				0,421
DA	Außendecke (Flachdach)	1.508,65				0,196
DE	Außendecke (Decke über Außenluft)	99,93				0,197
EWo	erdanliegende Wand (≤ 1,5m unter Niveau)	79,46				0,411
BPo	erdanliegender Fußboden (Bodenplatte ≤ 1,5m unter Niveau)	5,40				0,355
Fensteröffnungen in Oberflächen:						
NW	g=default, keine bew. Verschattung	58,08	0,382	0,409	0,55	AW 1,600
NW	g=default, iScreen gesteuert	34,82	0,320	0,350	0,55	AW 1,600
NW	g=Litex, keine bew. Verschattung	159,99	0,944	0,950	0,50	AW 1,600
W	g=default, keine bew. Verschattung	39,41	0,630	0,570	0,55	AW 1,600
W	g=Litex, keine bew. Verschattung	29,47	1,000	1,000	0,50	AW 1,600
SW	g=default, keine bew. Verschattung	60,71	0,360	0,220	0,55	AW 1,600
SW	g=default, iScreen gesteuert	78,46	0,910	0,940	0,55	AW 1,600
SW	g=default, aScreen gesteuert	206,31	0,400	0,520	0,55	AW 1,600
SW	g=default, aScreen geregelt	180,33	0,516	0,623	0,55	AW 1,600
SW	g=default, aJalousie gesteuert	81,80	0,360	0,220	0,55	AW 1,600
SW	g=default, aJalousie geregelt	122,46	0,789	0,743	0,55	AW 1,600
SW	g=Litex, keine bew. Verschattung	37,49	0,863	0,833	0,50	AW 1,600
SW	g=Sonnenschutz, keine bew. Verschattung	46,06	0,910	0,940	0,40	AW 1,600
S	g=Litex, keine bew. Verschattung	29,47	1,000	1,000	0,50	AW 1,600
SO	g=default, keine bew. Verschattung	4,68	0,765	0,791	0,55	AW 1,600
SO	g=default, aScreen geregelt	77,11	0,360	0,220	0,55	AW 1,600
SO	g=default, aJalousie gesteuert	52,34	0,410	0,310	0,55	AW 1,600
SO	g=default, aJalousie geregelt	35,29	0,410	0,310	0,55	AW 1,600
SO	g=Litex, keine bew. Verschattung	100,15	0,173	0,313	0,50	AW 1,600
NO	g=default, keine bew. Verschattung	671,46	0,760	0,783	0,55	AW 1,600
NO	g=default, aScreen gesteuert	165,68	1,000	1,000	0,55	AW 1,600
NO	g=default, aScreen geregelt	82,84	1,000	1,000	0,55	AW 1,600
H	g=default, keine bew. Verschattung	181,82	0,520	0,650	0,55	DA 1,600
H	g=Litex, keine bew. Verschattung	42,03	0,960	0,960	0,50	DA 1,600
H	g=spezial, keine bew. Verschattung	46,20	0,580	0,770	0,30	DA 1,600
Türöffnungen in Oberflächen:						
alle	g=0	19,28			0,00	AW 1,600

A.3.3. LKH: Bauteil C / Bauteil C: 1-Zonen-Modell

konditionierter Bereich							
BGF	konditionierte Brutto-Grundfläche	4.978,60 m ²					
V	konditioniertes Brutto-Volumen	20.410,92 m ³					
	durchschnittliche Raumhöhe	4,10 m					
Nutzung		kond.NGF	kond.BGF	Anteile			
1	Büroräume	414,69	473,90	9,5%			
4	Besprechung, Sitzung, Seminar	94,41	107,89	2,2%			
10	Bettzimmer	1.058,28	1.209,38	24,3%			
16	WC und Sanitärräume in NWG (24h)	218,23	249,39	5,0%			
16a	WC und Sanitärräume in NWG (12h)	15,06	17,21	0,3%			
17	Sonstige Aufenthaltsräume	957,37	1.094,06	22,0%			
18	Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)	1.598,55	1.826,78	36,7%			
	Summe	4.356,59	4.978,60	100,0%			
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:							
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	4.295,40	4.978,60	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:							
NAT	keine Klimatisierung	1.537,12	1.781,60	35,8%	NAT	--	
LE	einfache Lüftungsanlage	458,03	530,88	10,7%	LE	--	
KVS	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	899,43	1.042,49	20,9%	KVS	H+K	
VVS1	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	1.400,82	1.623,63	32,6%	VVS	H+K	
	Summe	4.295,40	4.978,60	100,0%			
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:							
AW	Außenwand	2.848,98					0,421
DA	Außendecke (Flachdach)	1.351,14					0,196
DE	Außendecke (Decke über Außenluft)	146,88					0,197
EWo	erdanliegende Wand (≤ 1,5m unter Niveau)	49,57					0,411
BPo	erdanliegender Fußboden (Bodenplatte ≤ 1,5m unter Niveau)	208,83					0,355
Fensteröffnungen in Oberflächen:							
NW	g=default, keine bew. Verschattung	25,26	0,320	0,350	0,55	AW	1,600
SW	g=default, keine bew. Verschattung	138,55	0,425	0,548	0,55	AW	1,600
SW	g=default, aScreen gesteuert	408,40	0,400	0,520	0,55	AW	1,600
SW	g=default, aJalousie gesteuert	162,41	0,760	0,823	0,55	AW	1,600
SO	g=default, keine bew. Verschattung	30,28	0,220	0,190	0,55	AW	1,600
SO	g=default, Textilrollo gesteuert	27,93	0,982	0,986	0,55	AW	1,600
SO	g=default, aJalousie geregelt	25,26	0,360	0,220	0,55	AW	1,600
NO	g=default, keine bew. Verschattung	114,22	0,452	0,522	0,55	AW	1,600
NO	g=default, aScreen gesteuert	352,18	0,892	0,906	0,55	AW	1,600

A.3.4. LKH: Bauteil D

konditionierter Bereich							
BGF	konditionierte Brutto-Grundfläche	2.952,07	m ²				
V	konditioniertes Brutto-Volumen	13.126,34	m ³				
	durchschnittliche Raumhöhe	4,45	m				
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:							
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	2.596,16	2.952,07	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:							
NAT	keine Klimatisierung	1.436,96	1.633,95	55,3%	NAT	--	
LE	einfache Lüftungsanlage	244,34	277,84	9,4%	LE	--	
VVS1	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	914,86	1.040,28	35,2%	VVS	H+K	
	Summe	2.596,16	2.952,07	100,0%			
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:							
AW	Außenwand	2.270,48					0,421
DA	Außendecke (Flachdach)	1.051,83					0,196
DE	Außendecke (Decke über Außenluft)	187,24					0,197
EWo	erdanliegende Wand (≤ 1,5m unter Niveau)	82,77					0,411
BPo	erdanliegender Fußboden (Bodenplatte ≤ 1,5m unter Niveau)	18,23					0,355
Fensteröffnungen in Oberflächen:							
NW	g=default, keine bew. Verschattung	27,57	0,705	0,739	0,55	AW	1,600
NW	g=default, aScreen gesteuert	163,94	1,000	1,000	0,55	AW	1,600
NW	g=default, aJalousie gesteuert	133,10	0,643	0,759	0,55	AW	1,600
SW	g=default, keine bew. Verschattung	76,40	0,387	0,357	0,55	AW	1,600
SW	g=default, aJalousie gesteuert	35,77	0,720	0,795	0,55	AW	1,600
SO	g=default, keine bew. Verschattung	28,50	0,564	0,489	0,55	AW	1,600
SO	g=default, aJalousie gesteuert	389,26	0,841	0,887	0,55	AW	1,600
NO	g=default, keine bew. Verschattung	71,05	0,187	0,240	0,55	AW	1,600

A.3.5. LKH: Bauteil E

konditionierter Bereich							
BGF	konditionierte Brutto-Grundfläche	928,95	m ²				
V	konditioniertes Brutto-Volumen	4.126,42	m ³				
	durchschnittliche Raumhöhe	4,44	m				
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:							
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	812,12	928,95	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:							
NAT	keine Klimatisierung	378,77	433,26	46,6%	NAT	--	
LE	einfache Lüftungsanlage	30,87	35,31	3,8%	LE	--	
VVS1	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	402,48	460,38	49,6%	VVS	H+K	
	Summe	812,12	928,95	100,0%			
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:							
AW	Außenwand	669,49					0,421
DA	Außendecke (Flachdach)	549,28					0,196
Fensteröffnungen in Oberflächen:							
NW	g=default, keine bew. Verschattung	122,11	0,542	0,529	0,55	AW	1,600
SO	g=default, aScreen geregelt	90,55	0,336	0,209	0,55	AW	1,600
NO	g=default, keine bew. Verschattung	42,51	0,227	0,310	0,55	AW	1,600
H	g=spezial, keine bew. Verschattung	52,28	0,930	0,940	0,30	DA	1,600
Türöffnungen in Oberflächen:							
alle	g=0	9,73			0,00	AW	1,600

A.3.6. LKH: Bauteil F

konditionierter Bereich							
BGF	konditionierte Brutto-Grundfläche	1.769,89	m ²				
V	konditioniertes Brutto-Volumen	8.466,50	m ³				
	durchschnittliche Raumhöhe	4,78	m				
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:							
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	1.521,08	1.769,89	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:							
NAT	keine Klimatisierung	258,38	300,64	17,0%	NAT	--	
LE	einfache Lüftungsanlage	163,87	190,67	10,8%	LE	--	
VVS1	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	544,20	633,22	35,8%	VVS	H+K	
VVS2	Vollklimaanlage	554,63	645,35	36,5%	VVS	H+K+B+E	
	Summe	1.521,08	1.769,89	100,0%			
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:							
AW	Außenwand	1.198,92					0,421
DA	Außendecke (Flachdach)	974,77					0,196
DE	Außendecke (Decke über Außenluft)	236,96					0,197
EWo	erdanliegende Wand (≤ 1,5m unter Niveau)	13,05					0,411
Fensteröffnungen in Oberflächen:							
NW	g=default, keine bew. Verschattung	50,53	0,282	0,313	0,55	AW	1,600
NW	g=default, aJalousie geregelt	11,20	0,320	0,350	0,55	AW	1,600
SW	g=default, keine bew. Verschattung	83,27	0,250	0,490	0,55	AW	1,600
SW	g=default, aJalousie gesteuert	83,66	0,320	0,540	0,55	AW	1,600
SO	g=default, keine bew. Verschattung	83,20	0,411	0,462	0,55	AW	1,600
SO	g=default, aJalousie gesteuert	25,26	0,700	0,440	0,55	AW	1,600
SO	g=default, aJalousie geregelt	36,46	0,879	0,796	0,55	AW	1,600
NO	g=default, keine bew. Verschattung	66,89	0,390	0,500	0,55	AW	1,600
NO	g=default, aJalousie gesteuert	86,15	0,550	0,600	0,55	AW	1,600

A.3.7. LKH: Bauteil G

konditionierter Bereich							
BGF	konditionierte Brutto-Grundfläche	1.791,61	m ²				
V	konditioniertes Brutto-Volumen	8.547,50	m ³				
	durchschnittliche Raumhöhe	4,77	m				
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:							
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	1.548,03	1.791,61	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:							
NAT	keine Klimatisierung	225,73	261,25	14,6%	NAT	--	
LE	einfache Lüftungsanlage	81,59	94,43	5,3%	LE	--	
VVS1	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	638,72	739,22	41,3%	VVS	H+K	
VVS2	Vollklimaanlage	601,99	696,71	38,9%	VVS	H+K+B+E	
	Summe	1.548,03	1.791,61	100,0%			
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:							
AW	Außenwand	1.229,19					0,421
DA	Außendecke (Flachdach)	954,23					0,196
DE	Außendecke (Decke über Außenluft)	205,24					0,197
EWo	erdanliegende Wand (≤ 1,5m unter Niveau)	9,29					0,411
Fensteröffnungen in Oberflächen:							
NW	g=default, keine bew. Verschattung	25,26	0,280	0,310	0,55	AW	1,600
NW	g=default, aJalousie geregelt	11,20	0,320	0,350	0,55	AW	1,600
SW	g=default, keine bew. Verschattung	87,36	0,498	0,649	0,55	AW	1,600
SW	g=default, aJalousie gesteuert	75,09	0,670	0,760	0,55	AW	1,600
SO	g=default, keine bew. Verschattung	51,47	0,398	0,442	0,55	AW	1,600
SO	g=default, aJalousie geregelt	38,11	1,000	1,000	0,55	AW	1,600
NO	g=default, keine bew. Verschattung	39,96	0,763	0,849	0,55	AW	1,600
NO	g=default, iScreen gesteuert	56,26	0,780	0,860	0,55	AW	1,600
NO	g=default, aJalousie gesteuert	87,57	1,000	1,000	0,55	AW	1,600

A.3.8. LKH: Untergeschoß

konditionierter Bereich						
BGF	konditionierte Brutto-Grundfläche	5.866,80	m ²			
V	konditioniertes Brutto-Volumen	26.551,45	m ³			
	durchschnittliche Raumhöhe	4,53	m			
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima
Heizung:						
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	4.903,68	5.866,80	100,0%		
RLT-Anlage / Klimatisierung:						
NAT	keine Klimatisierung	1.503,56	1.798,87	30,7%	NAT	--
LE	einfache Lüftungsanlage	2.102,07	2.514,93	42,9%	LE	--
KVS	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	1.298,05	1.553,00	26,5%	KVS	H+K
	Summe	4.903,68	5.866,80	100,0%		
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.
Oberflächen:						
AW	Außenwand	1.124,08				0,421
DA	Außendecke (Flachdach)	574,50				0,196
WT	Wand zu geschlossener Tiefgarage	208,75				0,664
EWo	erdanliegende Wand (≤ 1,5m unter Niveau)	680,71				0,411
EWu	erdanliegende Wand (> 1,5m unter Niveau)	2.030,93				0,411
BPu	erdanliegender Fußboden (Bodenplatte > 1,5m unter Niveau)	5.866,80				0,355
Fensteröffnungen in Oberflächen:						
NW	g=default, keine bew. Verschattung	29,23	0,159	0,207	0,55	AW 1,600
SW	g=default, keine bew. Verschattung	123,35	0,245	0,448	0,55	AW 1,600
SO	g=default, keine bew. Verschattung	69,52	0,299	0,194	0,55	AW 1,600
NO	g=default, keine bew. Verschattung	160,25	0,331	0,394	0,55	AW 1,600
Türöffnungen in Oberflächen:						
alle	g=0	16,08			0,00	AW 1,600
alle	g=0	2,66			0,00	EWo 1,600
alle	g=0	4,62			0,00	WT 1,600

A.3.9. Bauteil C: 13-Zonen-Modell

Zone S1:

Nutzung		kond.NGF	kond.BGF	Anteile			
17	Sonstige Aufenthaltsräume	303,52	335,45	90,0%			
18	Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)	33,60	37,14	10,0%			
Summe		337,12	372,59	100,0%			
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:							
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	337,12	100,0%	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:							
LE	einfache Lüftungsanlage	27,93	30,87	8,3%	LE	--	
KVS	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	309,19	341,72	91,7%	KVS	H+K	
Summe		337,12	372,59	100,0%			
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:							
AW	Außenwand	250,74					0,421
DA	Außendecke (Flachdach)	371,13					0,196
EWo	erdanliegende Wand (≤ 1,5m unter Niveau)	29,77					0,411
BPo	erdanliegender Fußboden (Bodenplatte ≤ 1,5m unter Niveau)	208,83					0,355
Fensteröffnungen in Oberflächen:							
SW	g=default, keine bew. Verschattung	104,10	0,470	0,590	0,55	AW	1,600
SO	g=default, Textilrollo gesteuert	2,49	0,800	0,850	0,55	AW	1,600

Zone S2:

Nutzung		kond.NGF	kond.BGF	Anteile			
10	Bettzimmer	925,38	1.034,42	89,2%			
16	WC und Sanitärräume in NWG (24h)	111,82	125,00	10,8%			
Summe		1.037,20	1.159,42	100,0%			
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:							
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	1.037,20	100,0%	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:							
NAT	keine Klimatisierung	925,38	1.034,42	89,2%	NAT	--	
LE	einfache Lüftungsanlage	111,82	125,00	10,8%	LE	--	
Summe		1.037,20	1.159,42	100,0%			
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:							
AW	Außenwand	800,90					0,421
DA	Außendecke (Flachdach)	312,50					0,196
DE	Außendecke (Decke über Außenluft)	54,93					0,197
Fensteröffnungen in Oberflächen:							
SW	g=default, aScreen gesteuert	367,17	0,400	0,520	0,55	AW	1,600

Zone S3:

Nutzung		kond.NGF	kond.BGF	Anteile			
1	Bürräume	232,53	260,94	96,0%			
16a	WC und Sanitärräume in NWG (12h)	9,64	10,82	4,0%			
Summe		242,17	271,76	100,0%			
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:							
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	242,17	100,0%	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:							
NAT	keine Klimatisierung	232,53	260,94	96,0%	NAT	--	
LE	einfache Lüftungsanlage	9,64	10,82	4,0%	LE	--	
Summe		242,17	271,76	100,0%			
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:							
AW	Außenwand	177,36					0,421
DA	Außendecke (Flachdach)	80,93					0,196
Fensteröffnungen in Oberflächen:							
SW	g=default, aJalousie gesteuert	140,46	0,762	0,825	0,55	AW	1,600

Zone S4:

Nutzung		kond.NGF	kond.BGF	Anteile			
4	Besprechung, Sitzung, Seminar	40,12	43,94	100,0%			
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:							
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	40,12	100,0%	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:							
NAT	keine Klimatisierung	40,12	43,94	100,0%	NAT	--	
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:							
AW	Außenwand	28,14					0,421
DA	Außendecke (Flachdach)	21,97					0,196
Fensteröffnungen in Oberflächen:							
SW	g=default, aJalousie gesteuert	21,95	0,750	0,815	0,55	AW	1,600

Zone K1:

Nutzung	kond.NGF	kond.BGF	Anteile			
16 WC und Sanitärräume in NWG (24h)	6,50	7,76	1,4%			
17 Sonstige Aufenthaltsräume	91,77	109,57	19,2%			
18 Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)	380,32	454,10	79,5%			
Summe	478,59	571,44	100,0%			
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)	kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:						
RAD Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	465,75	100,0%	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:						
LE einfache Lüftungsanlage	84,63	103,83	18,2%	LE	--	
KVS Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	381,12	467,61	81,8%	KVS	H+K	
Summe	465,75	571,44	100,0%			
thermische Gebäudehülle	Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:						
AW Außenwand	243,47					0,421
DA Außendecke (Flachdach)	21,11					0,196
EWo erdanliegende Wand ($\leq 1,5\text{m}$ unter Niveau)	18,48					0,411
Fensteröffnungen in Oberflächen:						
NW g=default, keine bew. Verschattung	25,26	0,320	0,350	0,55	AW	1,600
SW g=default, keine bew. Verschattung	34,45	0,290	0,420	0,55	AW	1,600
SO g=default, keine bew. Verschattung	30,28	0,220	0,190	0,55	AW	1,600
SO g=default, aJalousie geregelt	25,26	0,360	0,220	0,55	AW	1,600
NO g=default, keine bew. Verschattung	6,01	0,290	0,420	0,55	AW	1,600

Zone K2:

Nutzung	kond.NGF	kond.BGF	Anteile			
10 Bettzimmer	60,66	70,71	16,5%			
16 WC und Sanitärräume in NWG (24h)	18,13	21,13	4,9%			
17 Sonstige Aufenthaltsräume	76,44	89,11	20,8%			
18 Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)	212,49	247,70	57,8%			
Summe	367,72	428,66	100,0%			
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)	kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:						
RAD Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	357,67	100,0%	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:						
LE einfache Lüftungsanlage	47,93	57,44	13,4%	LE	--	
VVS1 Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	309,74	371,22	86,6%	VVS	H+K	
Summe	357,67	428,66	100,0%			
thermische Gebäudehülle	Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:						
AW Außenwand	207,80					0,421
DE Außendecke (Decke über Außenluft)	91,95					0,197
Fensteröffnungen in Oberflächen:						
SW g=default, aScreen gesteuert	41,23	0,400	0,520	0,55	AW	1,600
SO g=default, Textilrollo gesteuert	7,44	1,000	1,000	0,55	AW	1,600
NO g=default, keine bew. Verschattung	6,05	0,290	0,420	0,55	AW	1,600

Zone K3:

Nutzung		kond.NGF	kond.BGF	Anteile			
16	WC und Sanitärräume in NWG (24h)	66,70	77,64	9,0%			
18	Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)	671,95	782,14	91,0%			
Summe		738,65	859,78	100,0%			
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:							
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	700,35	100,0%	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:							
LE	einfache Lüftungsanlage	155,58	191,00	22,2%	LE	--	
VVS1	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	544,77	668,78	77,8%	VVS	H+K	
Summe		700,35	859,78	100,0%			
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:							
AW	Außenwand	244,40					0,421
DA	Außendecke (Flachdach)	286,36					0,196
Fensteröffnungen in Oberflächen:							
SO	g=default, Textilrollo gesteuert	18,00	1,000	1,000	0,55	AW	1,600
NO	g=default, keine bew. Verschattung	16,35	0,290	0,420	0,55	AW	1,600

Zone N1:

Nutzung		kond.NGF	kond.BGF	Anteile			
17	Sonstige Aufenthaltsräume	485,64	548,11	100,0%			
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:							
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	485,64	100,0%	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:							
NAT	keine Klimatisierung	50,99	57,55	10,5%	NAT	--	
KVS	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	182,44	205,91	37,6%	KVS	H+K	
VVS1	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	252,21	284,65	51,9%	VVS	H+K	
Summe		485,64	548,11	100,0%			
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:							
AW	Außenwand	386,16					0,421
DA	Außendecke (Flachdach)	83,41					0,196
EWo	erdanliegende Wand ($\leq 1,5m$ unter Niveau)	1,32					0,411
Fensteröffnungen in Oberflächen:							
NO	g=default, keine bew. Verschattung	75,61	0,514	0,564	0,55	AW	1,600
NO	g=default, aScreen gesteuert	109,59	0,910	0,921	0,55	AW	1,600

Zone N2:

Nutzung		kond.NGF	kond.BGF	Anteile			
10	Bettzimmer	72,24	81,97	100,0%			
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:							
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	72,24	100,0%	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:							
NAT	keine Klimatisierung	50,10	56,85	69,4%	NAT	--	
VVS1	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	22,14	25,12	30,6%	VVS	H+K	
	Summe	72,24	81,97	100,0%			
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:							
AW	Außenwand	62,63					0,421
DA	Außendecke (Flachdach)	18,89					0,196
Fensteröffnungen in Oberflächen:							
NO	g=default, aScreen gesteuert	31,16	0,808	0,831	0,55	AW	1,600

Zone N3:

Nutzung		kond.NGF	kond.BGF	Anteile			
1	Büroräume	182,16	208,20	97,1%			
16a	WC und Sanitärräume in NWG (12h)	5,42	6,19	2,9%			
	Summe	187,58	214,39	100,0%			
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:							
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	187,58	100,0%	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:							
NAT	keine Klimatisierung	136,30	155,78	72,7%	NAT	--	
LE	einfache Lüftungsanlage	5,42	6,19	2,9%	LE	--	
VVS1	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	45,86	52,41	24,4%	VVS	H+K	
	Summe	187,58	214,39	100,0%			
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:							
AW	Außenwand	146,22					0,421
DA	Außendecke (Flachdach)	67,79					0,196
Fensteröffnungen in Oberflächen:							
NO	g=default, aScreen gesteuert	72,10	0,882	0,898	0,55	AW	1,600

Zone N4:

Nutzung		kond.NGF	kond.BGF	Anteile			
4	Besprechung, Sitzung, Seminar	54,29	61,54	100,0%			
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:							
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	54,29	100,0%	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:							
NAT	keine Klimatisierung	27,61	31,30	50,9%	NAT	--	
KVS	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	26,68	30,24	49,1%	KVS	H+K	
	Summe	54,29	61,54	100,0%			
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:							
AW	Außenwand	43,98					0,421
Fensteröffnungen in Oberflächen:							
NO	g=default, keine bew. Verschattung	10,20	0,440	0,500	0,55	AW	1,600
NO	g=default, aScreen gesteuert	11,51	1,000	1,000	0,55	AW	1,600

Zone N5:

Nutzung		kond.NGF	kond.BGF	Anteile			
16	WC und Sanitärräume in NWG (24h)	15,08	17,98	100,0%			
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:							
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	15,08	100,0%	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:							
LE	einfache Lüftungsanlage	15,08	17,98	100,0%	LE	--	
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:							
AW	Außenwand	20,74					0,421
Fensteröffnungen in Oberflächen:							
NO	g=default, aScreen gesteuert	10,18	0,840	0,870	0,55	AW	1,600

Zone N6:

Nutzung		kond.NGF	kond.BGF	Anteile			
18	Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)	300,19	347,03	100,0%			
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:							
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	300,19	100,0%	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:							
NAT	keine Klimatisierung	74,09	85,65	24,7%	NAT	--	
VVS1	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	226,10	261,38	75,3%	VVS	H+K	
	Summe	300,19	347,03	100,0%			
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:							
AW	Außenwand	236,43					0,421
DA	Außendecke (Flachdach)	87,05					0,196
Fensteröffnungen in Oberflächen:							
NO	g=default, aScreen gesteuert	117,64	0,897	0,911	0,55	AW	1,600

A.3.10. Bauteil C: 4-Zonen-Modell

Zone S-EG:

Nutzung		kond.NGF	kond.BGF	Anteile			
17	Sonstige Aufenthaltsräume	303,52	335,45	90,0%			
18	Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)	33,60	37,14	10,0%			
	Summe	337,12	372,59	100,0%			
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:							
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	337,12	100,0%	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:							
LE	einfache Lüftungsanlage	27,93	30,87	8,3%	LE	--	
KVS	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	309,19	341,72	91,7%	KVS	H+K	
	Summe	337,12	372,59	100,0%			
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:							
AW	Außenwand	250,74					0,421
DA	Außendecke (Flachdach)	371,13					0,196
EWo	erdanliegende Wand ($\leq 1,5\text{m}$ unter Niveau)	29,77					0,411
BPo	erdanliegender Fußboden (Bodenplatte $\leq 1,5\text{m}$ unter Niveau)	208,83					0,355
Fensteröffnungen in Oberflächen:							
SW	g=default, keine bew. Verschattung	104,10	0,470	0,590	0,55	AW	1,600
SO	g=default, Textilrollo gesteuert	2,49	0,800	0,850	0,55	AW	1,600

Zone S-OG:

Nutzung		kond.NGF	kond.BGF	Anteile			
1	Bürräume	232,53	259,95	17,6%			
4	Besprechung, Sitzung, Seminar	40,12	44,85	3,0%			
10	Bettzimmer	925,38	1.034,52	70,1%			
16	WC und Sanitärräume in NWG (24h)	111,82	125,01	8,5%			
16a	WC und Sanitärräume in NWG (12h)	9,64	10,78	0,7%			
Summe		1.319,49	1.475,11	100,0%			
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:							
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	1.319,49	100,0%	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:							
NAT	keine Klimatisierung	1.198,03	1.339,33	90,8%	NAT	--	
LE	einfache Lüftungsanlage	121,46	135,78	9,2%	LE	--	
Summe		1.319,49	1.475,11	100,0%			
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:							
AW	Außenwand	1.006,40					0,421
DA	Außendecke (Flachdach)	415,40					0,196
DE	Außendecke (Decke über Außenluft)	54,93					0,197
Fensteröffnungen in Oberflächen:							
SW	g=default, aScreen gesteuert	367,17	0,400	0,520	0,55	AW	1,600
SW	g=default, aJalousie gesteuert	162,41	0,760	0,823	0,55	AW	1,600

Zone N-GES:

Nutzung		kond.NGF	kond.BGF	Anteile			
1	Bürräume	182,16	207,65	16,3%			
4	Besprechung, Sitzung, Seminar	54,29	61,89	4,9%			
10	Bettzimmer	72,24	82,35	6,5%			
16	WC und Sanitärräume in NWG (24h)	15,08	17,19	1,4%			
16a	WC und Sanitärräume in NWG (12h)	5,42	6,18	0,5%			
17	Sonstige Aufenthaltsräume	485,64	553,58	43,6%			
18	Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)	300,19	342,19	26,9%			
Summe		1.115,02	1.271,02	100,0%			
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:							
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	1.115,02	100,0%	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:							
NAT	keine Klimatisierung	339,09	386,53	30,4%	NAT	--	
LE	einfache Lüftungsanlage	20,50	23,37	1,8%	LE	--	
KVS	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	209,12	238,38	18,8%	KVS	H+K	
VVS1	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	546,31	622,74	49,0%	VVS	H+K	
Summe		1.115,02	1.271,02	100,0%			
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:							
AW	Außenwand	896,16					0,421
DA	Außendecke (Flachdach)	257,14					0,196
EWo	erdanliegende Wand ($\leq 1,5m$ unter Niveau)	1,32					0,411
Fensteröffnungen in Oberflächen:							
NO	g=default, keine bew. Verschattung	85,81	0,505	0,556	0,55	AW	1,600
NO	g=default, aScreen gesteuert	352,18	0,892	0,906	0,55	AW	1,600

Zone K-GES:

Nutzung		kond.NGF	kond.BGF	Anteile			
10	Bettzimmer	60,66	71,18	3,8%			
16	WC und Sanitärräume in NWG (24h)	91,33	107,17	5,8%			
17	Sonstige Aufenthaltsräume	168,21	197,39	10,6%			
18	Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)	1.264,76	1.484,14	79,8%			
Summe		1.584,96	1.859,88	100,0%			
Konditionierung (Vereinfachungen laut OIB-Leitfaden)		kond.NGF	kond.BGF	Anteile	Lüftung	Klima	
Heizung:							
RAD	Radiatoren (und Luftheizung bei entspr. RLT-Anlage)	1.523,77	100,0%	100,0%			
RLT-Anlage / Klimatisierung:							
LE	einfache Lüftungsanlage	288,14	351,70	18,9%	LE	--	
KVS	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	381,12	465,19	25,0%	KVS	H+K	
VVS1	Teilklimaanlage mit Kühlfunktion	854,51	1.043,00	56,1%	VVS	H+K	
Summe		1.523,77	1.859,88	100,0%			
thermische Gebäudehülle		Fläche	F_sh	F_sc	g-Wert	Zuord.	U-Wert
Oberflächen:							
AW	Außenwand	695,67					0,421
DA	Außendecke (Flachdach)	307,47					0,196
DE	Außendecke (Decke über Außenluft)	91,95					0,197
EWo	erdanliegende Wand ($\leq 1,5m$ unter Niveau)	18,48					0,411
Fensteröffnungen in Oberflächen:							
NW	g=default, keine bew. Verschattung	25,26	0,320	0,350	0,55	AW	1,600
SW	g=default, keine bew. Verschattung	34,45	0,290	0,420	0,55	AW	1,600
SW	g=default, aScreen gesteuert	41,23	0,400	0,520	0,55	AW	1,600
SO	g=default, keine bew. Verschattung	30,28	0,220	0,190	0,55	AW	1,600
SO	g=default, Textilrollo gesteuert	25,44	1,000	1,000	0,55	AW	1,600
SO	g=default, aJalousie geregelt	25,26	0,360	0,220	0,55	AW	1,600
NO	g=default, keine bew. Verschattung	28,41	0,290	0,420	0,55	AW	1,600

B. Detailergebnisse Vergleichsrechnungen

B.1. LKH

Ergebnisse Zone LKH

	NP Krankenhaus, det. Verschattung				NP Krankenhaus, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	1.136.573	10,6			1.050.436	9,8		
HWB	2.017.388	18,8	2.191.715	91,7	1.932.167	18,0	2.090.296	87,5
WWWB			610.495	25,6			610.495	25,6
NERLT-h			1.077.756	45,1			1.048.255	43,9
KB*	19.437	0,2			139.669	1,3		
KB			850.930	35,6			1.115.534	46,7
NERLT-k			253.237	10,6			269.924	11,3
NERLT-d			56.091	2,3			55.231	2,3
NE			798.372	33,4			800.116	33,5
HTEB-RH			671.074	28,1			672.365	28,1
HTEB-WW			282.391	11,8			282.391	11,8
HTEB			953.465	39,9			954.756	40,0
KTEB			376.198	15,7			395.102	16,5
HEB			3.769.423	157,8			3.669.013	153,6
KEB			376.198	15,7			395.102	16,5
RLTEB			1.387.085	58,1			1.373.410	57,5
BefEB			65.066	2,7			64.068	2,7
BelEB			1.573.190	65,8			1.573.190	65,8
EEB			5.783.877	242,1			5.701.373	238,6

Zusammenfassung Ergebnisse 7-Zonen-Modell

	NP Krankenhaus, det. Verschattung				NP Krankenhaus, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	1.147.760	10,7			1.059.625	9,9		
HWB	2.023.156	18,9	2.198.839	92,0	1.937.987	18,1	2.097.477	87,8
WWWB			610.495	25,6			610.495	25,6
NERLT-h			1.015.893	42,5			981.752	41,1
KB*	61.126	0,6			206.537	1,9		
KB			860.152	36,0			1.129.549	47,3
NERLT-k			257.484	10,8			288.708	12,1
NERLT-d			56.502	2,4			55.366	2,3
NE			925.586	38,7			927.204	38,8
HTEB-RH			754.178	31,6			743.960	31,1
HTEB-WW			282.377	11,8			282.377	11,8
HTEB			1.036.555	43,4			1.026.336	43,0
KTEB			429.562	18,0			456.875	19,1
HEB			3.861.381	161,6			3.749.513	156,9
KEB			429.562	18,0			456.875	19,1
RLTEB			1.329.879	55,7			1.325.826	55,5
BefEB			65.542	2,7			64.225	2,7
BelEB			1.573.190	65,8			1.573.190	65,8
EEB			5.929.674	248,2			5.843.803	244,6

B.2. Bauteil AB

Ergebnisse Zone BT-AB

	NP Krankenhaus, det. Verschattung				NP Krankenhaus, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	314.672	12,2			290.833	11,2		
HWB	515.837	19,9	556.115	99,2	491.590	19,0	527.076	94,0
WWWB			143.239	25,6			143.239	25,6
NERLT-h			338.379	60,4			329.786	58,8
KB*	46.507	1,8			133.221	5,1		
KB			276.501	49,3			378.374	67,5
NERLT-k			100.348	17,9			115.882	20,7
NERLT-d			-	-			-	-
NE			354.696	63,3			355.314	63,4
HTEB-RH			244.568	43,6			242.107	43,2
HTEB-WW			66.255	11,8			66.255	11,8
HTEB			310.823	55,4			308.362	55,0
KTEB			168.469	30,1			178.241	31,8
HEB			1.013.336	180,8			981.771	175,1
KEB			168.469	30,1			178.241	31,8
RLTEB			438.727	78,3			445.668	79,5
BefEB			-	-			-	-
BelEB			369.114	65,8			369.114	65,8
EEB			1.550.919	276,6			1.529.125	272,8

B.3. Bauteil C

Ergebnisse Zone BT-C

	NP Krankenhaus, det. Verschattung				NP Krankenhaus, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	204.939	10,0			184.393	9,0		
HWB	396.665	19,4	431.209	86,6	376.176	18,4	406.613	81,7
WWWB			127.203	25,6			127.203	25,6
NERLT-h			198.642	39,9			190.329	38,2
KB*	3.754	0,2			26.401	1,3		
KB			187.415	37,6			238.829	48,0
NERLT-k			48.316	9,7			53.542	10,8
NERLT-d			-	-			-	-
NE			176.687	35,5			177.008	35,6
HTEB-RH			150.980	30,3			150.493	30,2
HTEB-WW			58.837	11,8			58.837	11,8
HTEB			209.817	42,1			209.330	42,0
KTEB			84.838	17,0			90.003	18,1
HEB			771.288	154,9			746.135	149,9
KEB			84.838	17,0			90.003	18,1
RLTEB			246.958	49,6			243.871	49,0
BefEB			-	-			-	-
BelEB			327.790	65,8			327.790	65,8
EEB			1.183.916	237,8			1.163.928	233,8

Ergebnisse Zone BT-C

	verschmiertes NP, det. Verschattung				verschmiertes NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	204.939	10,0			184.393	9,0		
HWB	424.577	20,8	456.023	91,6	397.648	19,5	424.152	85,2
WWWB			105.651	21,2			105.651	21,2
NERLT-h			184.277	37,0			171.943	34,5
KB*	3.754	0,2			26.401	1,3		
KB			43.133	8,7			75.624	15,2
NERLT-k			27.504	5,5			32.641	6,6
NERLT-d			-	-			-	-
NE			162.649	32,7			162.649	32,7
HTEB-RH			135.434	27,2			131.873	26,5
HTEB-WW			58.406	11,7			58.406	11,7
HTEB			193.840	38,9			190.279	38,2
KTEB			59.388	11,9			68.279	13,7
HEB			758.632	152,4			723.111	145,2
KEB			59.388	11,9			68.279	13,7
RLTEB			211.781	42,5			204.584	41,1
BefEB			-	-			-	-
BelEB			150.911	30,3			150.911	30,3
EEB			968.931	194,6			942.301	189,3

Zusammenfassung Ergebnisse 13-Zonen-Modell

	verschmiertes NP, det. Verschattung				verschmiertes NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	203.857	10,0			183.398	9,0		
HWB	407.386	20,0	452.151	90,8	380.391	18,6	419.277	84,2
WWWB			105.652	21,2			105.652	21,2
NERLT-h			197.193	39,6			189.433	38,0
KB*	9.866	0,5			22.884	1,1		
KB			33.286	6,7			55.554	11,2
NERLT-k			26.837	5,4			29.770	6,0
NERLT-d			-	-			-	-
NE			154.732	31,1			154.729	31,1
HTEB-RH			140.319	28,2			137.976	27,7
HTEB-WW			58.378	11,7			58.378	11,7
HTEB			198.697	39,9			196.354	39,4
KTEB			54.666	11,0			61.901	12,4
HEB			763.718	153,4			728.388	146,3
KEB			54.666	11,0			61.901	12,4
RLTEB			224.030	45,0			219.203	44,0
BefEB			-	-			-	-
BelEB			150.912	30,3			150.912	30,3
EEB			969.295	194,7			941.201	189,0

Zusammenfassung Ergebnisse 13-Zonen-Modell

	detaillierte NP, det. Verschattung				detaillierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	203.857	10,0			183.398	9,0		
HWB	427.049	20,9	476.121	95,6	398.043	19,5	441.462	88,7
WWWB			102.349	20,6			102.349	20,6
NERLT-h			168.633	33,9			161.773	32,5
KB*	9.866	0,5			22.884	1,1		
KB			44.503	8,9			67.916	13,6
NERLT-k			26.099	5,2			30.159	6,1
NERLT-d			-	-			-	-
NE			151.930	30,5			150.058	30,1
HTEB-RH			142.736	28,7			141.175	28,4
HTEB-WW			54.504	10,9			54.504	10,9
HTEB			197.240	39,6			195.679	39,3
KTEB			57.956	11,6			60.894	12,2
HEB			782.575	157,2			746.224	149,9
KEB			57.956	11,6			60.894	12,2
RLTEB			194.732	39,1			191.932	38,6
BefEB			-	-			-	-
BelEB			150.985	30,3			150.985	30,3
EEB			991.517	199,2			958.104	192,4

Zusammenfassung Ergebnisse 4-Zonen-Modell

	NP Krankenhaus, det. Verschattung				NP Krankenhaus, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	202.514	9,9			183.097	9,0		
HWB	383.624	18,8	424.730	85,3	362.932	17,8	400.228	80,4
WWWB			127.203	25,6			127.203	25,6
NERLT-h			202.229	40,6			194.676	39,1
KB*	11.127	0,5			25.063	1,2		
KB			187.852	37,7			237.205	47,6
NERLT-k			50.460	10,1			54.714	11,0
NERLT-d			-	-			-	-
NE			172.091	34,6			172.231	34,6
HTEB-RH			155.979	31,3			155.404	31,2
HTEB-WW			58.830	11,8			58.830	11,8
HTEB			214.809	43,1			214.234	43,0
KTEB			83.479	16,8			87.451	17,6
HEB			770.807	154,8			745.648	149,8
KEB			83.479	16,8			87.451	17,6
RLTEB			252.689	50,8			249.390	50,1
BefEB			-	-			-	-
BelEB			327.791	65,8			327.791	65,8
EEB			1.182.077	237,4			1.160.890	233,2

Zusammenfassung Ergebnisse 4-Zonen-Modell

	verschmiertes NP, det. Verschattung				verschmiertes NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	202.514	9,9			183.097	9,0		
HWB	405.766	19,9	450.207	90,4	379.814	18,6	418.558	84,1
WWWB			105.651	21,2			105.651	21,2
NERLT-h			194.849	39,1			185.284	37,2
KB*	11.127	0,5			25.063	1,2		
KB			45.075	9,1			75.633	15,2
NERLT-k			27.980	5,6			31.365	6,3
NERLT-d			-	-			-	-
NE			157.898	31,7			157.892	31,7
HTEB-RH			140.642	28,2			139.838	28,1
HTEB-WW			58.399	11,7			58.399	11,7
HTEB			199.041	40,0			198.237	39,8
KTEB			56.659	11,4			62.594	12,6
HEB			759.059	152,5			726.497	145,9
KEB			56.659	11,4			62.594	12,6
RLTEB			222.828	44,8			216.649	43,5
BefEB			-	-			-	-
BelEB			150.911	30,3			150.911	30,3
EEB			966.629	194,2			940.002	188,8

B.4. Bauteil D

Ergebnisse Zone BT-D

	NP Krankenhaus, det. Verschattung				NP Krankenhaus, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	151.776	11,6			151.204	11,5		
HWB	309.506	23,6	333.778	113,1	308.852	23,5	333.058	112,8
WWWB			75.425	25,6			75.425	25,6
NERLT-h			105.585	35,8			105.221	35,6
KB*	4.596	0,4			17.129	1,3		
KB			113.168	38,3			137.792	46,7
NERLT-k			23.434	7,9			23.863	8,1
NERLT-d			-	-			-	-
NE			68.088	23,1			68.241	23,1
HTEB-RH			64.899	22,0			64.670	21,9
HTEB-WW			34.887	11,8			34.887	11,8
HTEB			99.786	33,8			99.557	33,7
KTEB			33.143	11,2			33.561	11,4
HEB			511.242	173,2			510.290	172,9
KEB			33.143	11,2			33.561	11,4
RLTEB			129.019	43,7			129.084	43,7
BefEB			-	-			-	-
BelEB			194.364	65,8			194.364	65,8
EEB			738.749	250,2			738.215	250,1

B.5. Bauteil E

Ergebnisse Zone BT-E

	NP Krankenhaus, det. Verschattung				NP Krankenhaus, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	58.437	14,2			52.247	12,7		
HWB	103.371	25,1	112.476	121,1	97.009	23,5	105.052	113,1
WWWB			23.735	25,6			23.735	25,6
NERLT-h			50.038	53,9			47.142	50,7
KB*	404	0,1			7.183	1,7		
KB			30.034	32,3			45.116	48,6
NERLT-k			9.255	10,0			10.940	11,8
NERLT-d			-	-			-	-
NE			32.067	34,5			32.161	34,6
HTEB-RH			27.214	29,3			25.855	27,8
HTEB-WW			10.976	11,8			10.976	11,8
HTEB			38.191	41,1			36.831	39,6
KTEB			13.547	14,6			15.232	16,4
HEB			175.331	188,7			166.520	179,3
KEB			13.547	14,6			15.232	16,4
RLTEB			59.294	63,8			58.082	62,5
BefEB			-	-			-	-
BelEB			61.162	65,8			61.162	65,8
EEB			250.040	269,2			242.914	261,5

B.6. Bauteil F

Ergebnisse Zone BT-F

	NP Krankenhaus, det. Verschattung				NP Krankenhaus, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	94.440	11,2			79.624	9,4		
HWB	141.728	16,7	154.197	87,1	127.697	15,1	137.671	77,8
WWWB			45.221	25,6			45.221	25,6
NERLT-h			135.028	76,3			125.633	71,0
KB*	351	-			12.345	1,5		
KB			53.146	30,0			83.789	47,3
NERLT-k			27.156	15,3			31.382	17,7
NERLT-d			27.443	15,5			26.612	15,0
NE			86.428	48,8			86.680	49,0
HTEB-RH			67.002	37,9			63.833	36,1
HTEB-WW			20.915	11,8			20.915	11,8
HTEB			87.917	49,7			84.748	47,9
KTEB			37.366	21,1			42.810	24,2
HEB			288.546	163,0			268.804	151,9
KEB			37.366	21,1			42.810	24,2
RLTEB			189.627	107,1			183.627	103,8
BefEB			31.834	18,0			30.870	17,4
BelEB			116.530	65,8			116.530	65,8
EEB			474.275	268,0			459.014	259,3

B.7. Bauteil G

Ergebnisse Zone BT-G

	NP Krankenhaus, det. Verschattung				NP Krankenhaus, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	81.140	9,5			77.716	9,1		
HWB	125.538	14,7	136.316	76,1	122.335	14,3	132.437	73,9
WWWB			45.776	25,6			45.776	25,6
NERLT-h			145.724	81,3			143.661	80,2
KB*	1.879	0,2			8.436	1,0		
KB			63.559	35,5			78.613	43,9
NERLT-k			32.992	18,4			33.473	18,7
NERLT-d			29.059	16,2			28.754	16,0
NE			89.716	50,1			89.895	50,2
HTEB-RH			66.087	36,9			65.769	36,7
HTEB-WW			21.172	11,8			21.172	11,8
HTEB			87.259	48,7			86.941	48,5
KTEB			42.931	24,0			44.180	24,7
HEB			270.510	151,0			266.303	148,6
KEB			42.931	24,0			44.180	24,7
RLTEB			207.774	116,0			205.888	114,9
BefEB			33.708	18,8			33.355	18,6
BelEB			117.960	65,8			117.960	65,8
EEB			465.109	259,6			461.797	257,8

B.8. Bauteil UG

Ergebnisse Zone UG

	NP Krankenhaus, det. Verschattung				NP Krankenhaus, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	242.357	9,1			223.608	8,4		
HWB	430.511	16,2	474.747	80,9	414.327	15,6	455.570	77,7
WWWB			149.897	25,6			149.897	25,6
NERLT-h			42.498	7,2			39.981	6,8
KB*	3.635	0,1			1.823	0,1		
KB			136.331	23,2			167.036	28,5
NERLT-k			15.983	2,7			19.625	3,3
NERLT-d			-	-			-	-
NE			117.904	20,1			117.904	20,1
HTEB-RH			133.428	22,7			131.233	22,4
HTEB-WW			69.335	11,8			69.335	11,8
HTEB			202.762	34,6			200.568	34,2
KTEB			49.267	8,4			52.849	9,0
HEB			831.128	141,7			809.690	138,0
KEB			49.267	8,4			52.849	9,0
RLTEB			58.481	10,0			59.605	10,2
BefEB			-	-			-	-
BelEB			386.270	65,8			386.270	65,8
EEB			1.266.665	215,9			1.248.809	212,9

B.9. Bauteil C: 13-Zonen-Modell

Zone S1:

Ergebnisse Zone S1								
	verschmierte NP, det. Verschattung				verschmierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	24.579	17,6			21.400	15,3		
HWB	37.847	27,1	40.493	108,7	33.977	24,3	35.906	96,4
WWWB			7.907	21,2			7.907	21,2
NERLT-h			28.217	75,7			25.443	68,3
KB*	548	0,4			3.489	2,5		
KB			3.191	8,6			6.743	18,1
NERLT-k			1.768	4,7			3.056	8,2
NERLT-d			-	-			-	-
NE			27.760	74,5			27.760	74,5
HTEB-RH			22.862	61,4			21.649	58,1
HTEB-WW			4.369	11,7			4.369	11,7
HTEB			27.231	73,1			26.018	69,8
KTEB			7.085	19,0			9.262	24,9
HEB			76.145	204,4			70.332	188,8
KEB			7.085	19,0			9.262	24,9
RLTEB			29.985	80,5			28.498	76,5
BefEB			-	-			-	-
BelEB			11.294	30,3			11.294	30,3
EEB			94.524	253,7			90.888	243,9

	detaillierte NP, det. Verschattung				detaillierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	24.579	17,6			21.400	15,3		
HWB	39.986	28,6	43.052	115,5	36.545	26,2	38.956	104,6
WWWB			7.907	21,2			7.907	21,2
NERLT-h			25.384	68,1			22.966	61,6
KB*	548	0,4			3.489	2,5		
KB			7.006	18,8			11.126	29,9
NERLT-k			3.042	8,2			4.327	11,6
NERLT-d			-	-			-	-
NE			35.543	95,4			35.543	95,4
HTEB-RH			28.329	76,0			27.288	73,2
HTEB-WW			4.369	11,7			4.369	11,7
HTEB			32.698	87,8			31.657	85,0
KTEB			10.314	27,7			12.342	33,1
HEB			84.127	225,8			78.981	212,0
KEB			10.314	27,7			12.342	33,1
RLTEB			28.426	76,3			27.293	73,3
BefEB			-	-			-	-
BelEB			19.410	52,1			19.410	52,1
EEB			113.852	305,6			110.733	297,2

Zone S2:

Ergebnisse Zone S2

	verschmierte NP, det. Verschattung				verschmierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	66.392	14,3			53.219	11,4		
HWB	147.301	31,7	158.227	136,5	128.902	27,7	136.437	117,7
WWWB			24.604	21,2			24.604	21,2
NERLT-h			-	-			-	-
KB*	134	-			3.866	0,8		
KB			5.459	4,7			12.507	10,8
NERLT-k			-	-			-	-
NERLT-d			-	-			-	-
NE			-	-			-	-
HTEB-RH			6.958	6,0			8.960	7,7
HTEB-WW			13.600	11,7			13.600	11,7
HTEB			20.558	17,7			22.560	19,5
KTEB			-	-			-	-
HEB			204.668	176,5			184.787	159,4
KEB			-	-			-	-
RLTEB			-	-			-	-
BefEB			-	-			-	-
BelEB			35.144	30,3			35.144	30,3
EEB			239.813	206,8			219.932	189,7

	detaillierte NP, det. Verschattung				detaillierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	66.392	14,3			53.219	11,4		
HWB	197.809	42,5	213.032	183,7	177.382	38,1	188.938	163,0
WWWB			24.604	21,2			24.604	21,2
NERLT-h			-	-			-	-
KB*	134	-			3.866	0,8		
KB			3.126	2,7			7.755	6,7
NERLT-k			-	-			-	-
NERLT-d			-	-			-	-
NE			-	-			-	-
HTEB-RH			8.906	7,7			8.873	7,7
HTEB-WW			13.600	11,7			13.600	11,7
HTEB			22.506	19,4			22.473	19,4
KTEB			-	-			-	-
HEB			261.600	225,6			237.368	204,7
KEB			-	-			-	-
RLTEB			-	-			-	-
BefEB			-	-			-	-
BelEB			20.471	17,7			20.471	17,7
EEB			282.071	243,3			257.838	222,4

Zone S3:

Ergebnisse Zone S3

	verschmierte NP, det. Verschattung				verschmierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	14.186	13,5			14.313	13,6		
HWB	32.629	31,0	34.093	125,5	32.813	31,2	34.310	126,2
WWWB			5.767	21,2			5.767	21,2
NERLT-h			-	-			-	-
KB*	1.700	1,6			3.065	2,9		
KB			4.099	15,1			5.433	20,0
NERLT-k			-	-			-	-
NERLT-d			-	-			-	-
NE			-	-			-	-
HTEB-RH			2.829	10,4			2.820	10,4
HTEB-WW			3.186	11,7			3.186	11,7
HTEB			6.015	22,1			6.006	22,1
KTEB			-	-			-	-
HEB			46.422	170,8			46.631	171,6
KEB			-	-			-	-
RLTEB			-	-			-	-
BefEB			-	-			-	-
BelEB			8.238	30,3			8.238	30,3
EEB			54.660	201,1			54.869	201,9

	detaillierte NP, det. Verschattung				detaillierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	14.186	13,5			14.313	13,6		
HWB	19.970	19,0	20.462	75,3	20.123	19,1	20.641	76,0
WWWB			4.250	15,6			4.250	15,6
NERLT-h			-	-			-	-
KB*	1.700	1,6			3.065	2,9		
KB			6.819	25,1			8.674	31,9
NERLT-k			-	-			-	-
NERLT-d			-	-			-	-
NE			-	-			-	-
HTEB-RH			1.355	5,0			1.325	4,9
HTEB-WW			1.405	5,2			1.405	5,2
HTEB			2.760	10,2			2.730	10,0
KTEB			-	-			-	-
HEB			27.783	102,2			27.932	102,8
KEB			-	-			-	-
RLTEB			-	-			-	-
BefEB			-	-			-	-
BelEB			5.350	19,7			5.350	19,7
EEB			33.133	121,9			33.282	122,5

Zone S4:

Ergebnisse Zone S4

	verschmierte NP, det. Verschattung				verschmierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	2.427	13,8			2.427	13,8		
HWB	5.518	31,4	5.781	131,6	5.518	31,4	5.781	131,6
WWWB			932	21,2			932	21,2
NERLT-h			-	-			-	-
KB*	156	0,9			317	1,8		
KB			512	11,7			691	15,7
NERLT-k			-	-			-	-
NERLT-d			-	-			-	-
NE			-	-			-	-
HTEB-RH			422	9,6			422	9,6
HTEB-WW			513	11,7			513	11,7
HTEB			935	21,3			935	21,3
KTEB			-	-			-	-
HEB			8.026	182,7			8.026	182,7
KEB			-	-			-	-
RLTEB			-	-			-	-
BefEB			-	-			-	-
BelEB			1.332	30,3			1.332	30,3
EEB			9.358	213,0			9.358	213,0

	detaillierte NP, det. Verschattung				detaillierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	2.427	13,8			2.427	13,8		
HWB	7.531	42,8	7.970	181,4	7.531	42,8	7.970	181,4
WWWB			687	15,6			687	15,6
NERLT-h			-	-			-	-
KB*	156	0,9			317	1,8		
KB			543	12,3			702	16,0
NERLT-k			-	-			-	-
NERLT-d			-	-			-	-
NE			-	-			-	-
HTEB-RH			249	5,7			249	5,7
HTEB-WW			226	5,2			226	5,2
HTEB			475	10,8			475	10,8
KTEB			-	-			-	-
HEB			9.368	213,2			9.368	213,2
KEB			-	-			-	-
RLTEB			-	-			-	-
BefEB			-	-			-	-
BelEB			457	10,4			457	10,4
EEB			9.824	223,6			9.824	223,6

Zone K1:

Ergebnisse Zone K1

	verschmierte NP, det. Verschattung				verschmierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	15.304	5,7			10.871	4,1		
HWB	30.739	11,5	33.234	58,2	24.864	9,3	26.312	46,0
WWWB			12.127	21,2			12.127	21,2
NERLT-h			20.743	36,3			17.021	29,8
KB*	219	0,1			3.515	1,3		
KB			1.568	2,7			6.134	10,7
NERLT-k			2.313	4,0			3.362	5,9
NERLT-d			-	-			-	-
NE			37.986	66,5			37.986	66,5
HTEB-RH			29.435	51,5			26.225	45,9
HTEB-WW			6.702	11,7			6.702	11,7
HTEB			36.136	63,2			32.927	57,6
KTEB			12.579	22,0			17.353	30,4
HEB			82.048	143,6			71.903	125,8
KEB			12.579	22,0			17.353	30,4
RLTEB			23.056	40,3			20.383	35,7
BefEB			-	-			-	-
BelEB			17.321	30,3			17.321	30,3
EEB			111.948	195,9			106.578	186,5

	detaillierte NP, det. Verschattung				detaillierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	15.304	5,7			10.871	4,1		
HWB	24.082	9,0	25.925	45,4	18.485	6,9	19.355	33,9
WWWB			12.127	21,2			12.127	21,2
NERLT-h			16.396	28,7			12.618	22,1
KB*	219	0,1			3.515	1,3		
KB			1.702	3,0			8.337	14,6
NERLT-k			1.219	2,1			3.513	6,1
NERLT-d			-	-			-	-
NE			17.218	30,1			17.218	30,1
HTEB-RH			16.583	29,0			16.145	28,3
HTEB-WW			6.702	11,7			6.702	11,7
HTEB			23.285	40,7			22.846	40,0
KTEB			6.385	11,2			8.787	15,4
HEB			61.971	108,4			54.936	96,1
KEB			6.385	11,2			8.787	15,4
RLTEB			17.614	30,8			16.130	28,2
BefEB			-	-			-	-
BelEB			19.452	34,0			19.452	34,0
EEB			87.808	153,7			83.175	145,6

Zone K2:

Ergebnisse Zone K2

	verschmierte NP, det. Verschattung				verschmierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	9.381	5,0			8.068	4,3		
HWB	20.531	11,0	22.147	51,7	18.786	10,0	20.077	46,8
WWWB			9.097	21,2			9.097	21,2
NERLT-h			31.522	73,5			29.453	68,7
KB*	317	0,2			90	-		
KB			1.267	3,0			2.032	4,7
NERLT-k			4.034	9,4			4.374	10,2
NERLT-d			-	-			-	-
NE			11.083	25,9			11.083	25,9
HTEB-RH			10.988	25,6			10.832	25,3
HTEB-WW			5.027	11,7			5.027	11,7
HTEB			16.015	37,4			15.859	37,0
KTEB			4.208	9,8			4.875	11,4
HEB			47.783	111,5			45.550	106,3
KEB			4.208	9,8			4.875	11,4
RLTEB			35.556	82,9			33.827	78,9
BefEB			-	-			-	-
BelEB			12.994	30,3			12.994	30,3
EEB			64.985	151,6			63.418	147,9

	detaillierte NP, det. Verschattung				detaillierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	9.381	5,0			8.068	4,3		
HWB	19.276	10,3	20.749	48,4	17.521	9,4	18.669	43,6
WWWB			9.097	21,2			9.097	21,2
NERLT-h			25.371	59,2			23.585	55,0
KB*	317	0,2			90	-		
KB			1.014	2,4			1.772	4,1
NERLT-k			3.403	7,9			3.713	8,7
NERLT-d			-	-			-	-
NE			9.957	23,2			9.957	23,2
HTEB-RH			10.428	24,3			10.348	24,1
HTEB-WW			5.027	11,7			5.027	11,7
HTEB			15.455	36,1			15.375	35,9
KTEB			3.821	8,9			4.449	10,4
HEB			45.844	106,9			43.676	101,9
KEB			3.821	8,9			4.449	10,4
RLTEB			28.774	67,1			27.298	63,7
BefEB			-	-			-	-
BelEB			13.875	32,4			13.875	32,4
EEB			63.539	148,2			62.000	144,6

Zone K3:

Ergebnisse Zone K3

	verschmierte NP, det. Verschattung				verschmierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	9.698	2,9			9.783	2,9		
HWB	30.047	9,0	32.815	38,2	30.123	9,0	32.939	38,3
WWWB			18.245	21,2			18.245	21,2
NERLT-h			55.291	64,3			55.106	64,1
KB*	1.264	0,4			1.230	0,4		
KB			2.465	2,9			2.833	3,3
NERLT-k			7.423	8,6			7.450	8,7
NERLT-d			-	-			-	-
NE			17.652	20,5			17.652	20,5
HTEB-RH			23.174	27,0			22.923	26,7
HTEB-WW			10.085	11,7			10.085	11,7
HTEB			33.258	38,7			33.007	38,4
KTEB			7.306	8,5			7.359	8,6
HEB			85.075	98,9			84.947	98,8
KEB			7.306	8,5			7.359	8,6
RLTEB			62.714	72,9			62.556	72,8
BefEB			-	-			-	-
BelEB			26.062	30,3			26.062	30,3
EEB			118.442	137,8			118.367	137,7

	detaillierte NP, det. Verschattung				detaillierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	9.698	2,9			9.783	2,9		
HWB	25.195	7,5	27.255	31,7	25.258	7,5	27.361	31,8
WWWB			18.245	21,2			18.245	21,2
NERLT-h			23.126	26,9			23.132	26,9
KB*	1.264	0,4			1.230	0,4		
KB			586	0,7			854	1,0
NERLT-k			3.222	3,7			3.219	3,7
NERLT-d			-	-			-	-
NE			9.796	11,4			9.796	11,4
HTEB-RH			22.743	26,5			22.632	26,3
HTEB-WW			10.085	11,7			10.085	11,7
HTEB			32.827	38,2			32.717	38,1
KTEB			3.796	4,4			3.825	4,4
HEB			79.239	92,2			79.235	92,2
KEB			3.796	4,4			3.825	4,4
RLTEB			26.348	30,6			26.351	30,6
BefEB			-	-			-	-
BelEB			25.209	29,3			25.209	29,3
EEB			108.244	125,9			108.269	125,9

Zone N1:

Ergebnisse Zone N1

	verschmierte NP, det. Verschattung				verschmierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	24.962	10,7			24.947	10,7		
HWB	43.715	18,7	47.257	86,2	43.695	18,7	47.236	86,2
WWWB			11.631	21,2			11.631	21,2
NERLT-h			34.366	62,7			34.282	62,5
KB*	2.012	0,9			4.807	2,1		
KB			5.525	10,1			8.177	14,9
NERLT-k			5.702	10,4			6.150	11,2
NERLT-d			-	-			-	-
NE			35.707	65,1			35.707	65,1
HTEB-RH			25.187	46,0			25.045	45,7
HTEB-WW			6.428	11,7			6.428	11,7
HTEB			31.615	57,7			31.473	57,4
KTEB			13.459	24,6			13.632	24,9
HEB			91.066	166,1			90.902	165,8
KEB			13.459	24,6			13.632	24,9
RLTEB			40.068	73,1			40.432	73,8
BefEB			-	-			-	-
BelEB			16.614	30,3			16.614	30,3
EEB			121.139	221,0			121.149	221,0

	detaillierte NP, det. Verschattung				detaillierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	24.962	10,7			24.947	10,7		
HWB	52.125	22,3	56.787	103,6	52.107	22,3	56.767	103,6
WWWB			11.631	21,2			11.631	21,2
NERLT-h			55.430	101,1			55.426	101,1
KB*	2.012	0,9			4.807	2,1		
KB			11.570	21,1			14.361	26,2
NERLT-k			8.984	16,4			9.353	17,1
NERLT-d			-	-			-	-
NE			45.551	83,1			45.551	83,1
HTEB-RH			32.268	58,9			32.275	58,9
HTEB-WW			6.428	11,7			6.428	11,7
HTEB			38.696	70,6			38.703	70,6
KTEB			17.918	32,7			17.982	32,8
HEB			107.665	196,4			107.653	196,4
KEB			17.918	32,7			17.982	32,8
RLTEB			64.414	117,5			64.779	118,2
BefEB			-	-			-	-
BelEB			29.949	54,6			29.949	54,6
EEB			155.532	283,8			155.584	283,9

Zone N2:

Ergebnisse Zone N2

	verschmierte NP, det. Verschattung				verschmierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	4.879	14,8			4.972	15,1		
HWB	9.805	29,7	10.584	129,1	9.935	30,1	10.730	130,9
WWWB			1.739	21,2			1.739	21,2
NERLT-h			1.963	23,9			2.000	24,4
KB*	433	1,3			764	2,3		
KB			1.040	12,7			1.361	16,6
NERLT-k			404	4,9			395	4,8
NERLT-d			-	-			-	-
NE			1.825	22,3			1.825	22,3
HTEB-RH			1.502	18,3			1.555	19,0
HTEB-WW			959	11,7			959	11,7
HTEB			2.462	30,0			2.514	30,7
KTEB			720	8,8			701	8,6
HEB			15.169	185,1			15.369	187,5
KEB			720	8,8			701	8,6
RLTEB			2.367	28,9			2.395	29,2
BefEB			-	-			-	-
BelEB			2.485	30,3			2.485	30,3
EEB			18.373	224,1			18.555	226,4

	detaillierte NP, det. Verschattung				detaillierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	4.879	14,8			4.972	15,1		
HWB	10.459	31,7	11.295	137,8	10.592	32,1	11.444	139,6
WWWB			1.739	21,2			1.739	21,2
NERLT-h			2.157	26,3			2.184	26,6
KB*	433	1,3			764	2,3		
KB			847	10,3			1.132	13,8
NERLT-k			421	5,1			415	5,1
NERLT-d			-	-			-	-
NE			1.789	21,8			1.789	21,8
HTEB-RH			1.550	18,9			1.547	18,9
HTEB-WW			959	11,7			959	11,7
HTEB			2.509	30,6			2.506	30,6
KTEB			691	8,4			681	8,3
HEB			15.935	194,4			16.083	196,2
KEB			691	8,4			681	8,3
RLTEB			2.578	31,5			2.599	31,7
BefEB			-	-			-	-
BelEB			1.312	16,0			1.312	16,0
EEB			17.938	218,8			18.076	220,5

Zone N3:

Ergebnisse Zone N3

	verschmierte NP, det. Verschattung				verschmierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	11.660	13,5			12.149	14,1		
HWB	24.573	28,5	26.532	123,8	25.269	29,3	27.309	127,4
WWWB			4.550	21,2			4.550	21,2
NERLT-h			3.953	18,4			4.099	19,1
KB*	1.133	1,3			1.592	1,8		
KB			2.682	12,5			3.116	14,5
NERLT-k			820	3,8			782	3,6
NERLT-d			-	-			-	-
NE			3.363	15,7			3.363	15,7
HTEB-RH			3.036	14,2			3.164	14,8
HTEB-WW			2.513	11,7			2.513	11,7
HTEB			5.548	25,9			5.677	26,5
KTEB			1.368	6,4			1.284	6,0
HEB			37.126	173,2			38.038	177,4
KEB			1.368	6,4			1.284	6,0
RLTEB			4.773	22,3			4.881	22,8
BefEB			-	-			-	-
BelEB			6.499	30,3			6.499	30,3
EEB			44.993	209,9			45.821	213,7

	detaillierte NP, det. Verschattung				detaillierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	11.660	13,5			12.149	14,1		
HWB	15.585	18,1	16.825	78,5	16.164	18,8	17.461	81,4
WWWB			3.353	15,6			3.353	15,6
NERLT-h			2.575	12,0			2.717	12,7
KB*	1.133	1,3			1.592	1,8		
KB			5.040	23,5			5.677	26,5
NERLT-k			1.293	6,0			1.252	5,8
NERLT-d			-	-			-	-
NE			4.402	20,5			4.346	20,3
HTEB-RH			3.085	14,4			3.183	14,8
HTEB-WW			1.108	5,2			1.108	5,2
HTEB			4.194	19,6			4.291	20,0
KTEB			1.942	9,1			1.765	8,2
HEB			24.658	115,0			25.396	118,5
KEB			1.942	9,1			1.765	8,2
RLTEB			3.868	18,0			3.969	18,5
BefEB			-	-			-	-
BelEB			4.192	19,6			4.192	19,6
EEB			30.792	143,6			31.353	146,2

Zone N4:

Ergebnisse Zone N4

	verschmierte NP, det. Verschattung				verschmierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	3.103	12,2			3.089	12,1		
HWB	6.247	24,5	6.751	109,7	6.227	24,4	6.729	109,3
WWWB			1.306	21,2			1.306	21,2
NERLT-h			1.851	30,1			1.845	30,0
KB*	262	1,0			634	2,5		
KB			678	11,0			1.028	16,7
NERLT-k			204	3,3			277	4,5
NERLT-d			-	-			-	-
NE			2.457	39,9			2.457	39,9
HTEB-RH			1.820	29,6			1.819	29,6
HTEB-WW			720	11,7			720	11,7
HTEB			2.540	41,3			2.539	41,3
KTEB			940	15,3			958	15,6
HEB			10.964	178,2			10.942	177,8
KEB			940	15,3			958	15,6
RLTEB			2.055	33,4			2.121	34,5
BefEB			-	-			-	-
BelEB			1.865	30,3			1.865	30,3
EEB			13.770	223,8			13.765	223,7

	detaillierte NP, det. Verschattung				detaillierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	3.103	12,2			3.089	12,1		
HWB	8.048	31,5	8.715	141,6	8.027	31,4	8.692	141,2
WWWB			962	15,6			962	15,6
NERLT-h			2.749	44,7			2.744	44,6
KB*	262	1,0			634	2,5		
KB			688	11,2			989	16,1
NERLT-k			510	8,3			538	8,7
NERLT-d			-	-			-	-
NE			6.169	100,2			6.169	100,2
HTEB-RH			4.254	69,1			4.257	69,2
HTEB-WW			317	5,2			317	5,2
HTEB			4.571	74,3			4.574	74,3
KTEB			2.119	34,4			2.125	34,5
HEB			14.440	234,6			14.420	234,3
KEB			2.119	34,4			2.125	34,5
RLTEB			3.259	53,0			3.282	53,3
BefEB			-	-			-	-
BelEB			640	10,4			640	10,4
EEB			17.199	279,5			17.185	279,2

Zone N5:

Ergebnisse Zone N5

	verschmierte NP, det. Verschattung				verschmierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	1.272	16,4			1.316	17,0		
HWB	1.898	24,4	2.043	113,6	1.952	25,1	2.103	116,9
WWWB			382	21,2			382	21,2
NERLT-h			-	-			-	-
KB*	212	2,7			306	3,9		
KB			350	19,5			436	24,3
NERLT-k			-	-			-	-
NERLT-d			-	-			-	-
NE			-	-			-	-
HTEB-RH			100	5,6			92	5,1
HTEB-WW			209	11,6			209	11,6
HTEB			309	17,2			301	16,7
KTEB			-	-			-	-
HEB			3.096	172,2			3.150	175,2
KEB			-	-			-	-
RLTEB			-	-			-	-
BefEB			-	-			-	-
BelEB			545	30,3			545	30,3
EEB			3.641	202,5			3.695	205,5

	detaillierte NP, det. Verschattung				detaillierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	1.272	16,4			1.316	17,0		
HWB	4.098	52,8	4.409	245,2	4.179	53,8	4.500	250,3
WWWB			382	21,2			382	21,2
NERLT-h			-	-			-	-
KB*	212	2,7			306	3,9		
KB			112	6,2			145	8,1
NERLT-k			-	-			-	-
NERLT-d			-	-			-	-
NE			-	-			-	-
HTEB-RH			77	4,3			76	4,2
HTEB-WW			209	11,6			209	11,6
HTEB			286	15,9			285	15,8
KTEB			-	-			-	-
HEB			5.440	302,6			5.532	307,7
KEB			-	-			-	-
RLTEB			-	-			-	-
BefEB			-	-			-	-
BelEB			564	31,4			564	31,4
EEB			6.004	333,9			6.096	339,0

Zone N6:

Ergebnisse Zone N6

	verschmierte NP, det. Verschattung				verschmierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	16.014	11,5			16.845	12,1		
HWB	29.805	21,5	32.192	92,8	30.907	22,3	33.409	96,3
WWWB			7.364	21,2			7.364	21,2
NERLT-h			19.285	55,6			20.184	58,2
KB*	2.023	1,5			2.697	1,9		
KB			4.450	12,8			5.063	14,6
NERLT-k			4.171	12,0			3.925	11,3
NERLT-d			-	-			-	-
NE			16.899	48,7			16.897	48,7
HTEB-RH			12.007	34,6			12.469	35,9
HTEB-WW			4.069	11,7			4.069	11,7
HTEB			16.076	46,3			16.538	47,7
KTEB			7.001	20,2			6.477	18,7
HEB			56.127	161,7			57.811	166,6
KEB			7.001	20,2			6.477	18,7
RLTEB			23.457	67,6			24.109	69,5
BefEB			-	-			-	-
BelEB			10.519	30,3			10.519	30,3
EEB			73.647	212,2			74.806	215,6

	detaillierte NP, det. Verschattung				detaillierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	16.014	11,5			16.845	12,1		
HWB	18.291	13,2	19.644	56,6	19.274	13,9	20.709	59,7
WWWB			7.364	21,2			7.364	21,2
NERLT-h			15.446	44,5			16.402	47,3
KB*	2.023	1,5			2.697	1,9		
KB			5.450	15,7			6.390	18,4
NERLT-k			4.006	11,5			3.830	11,0
NERLT-d			-	-			-	-
NE			21.506	62,0			19.690	56,7
HTEB-RH			12.908	37,2			12.976	37,4
HTEB-WW			4.069	11,7			4.069	11,7
HTEB			16.977	48,9			17.045	49,1
KTEB			10.971	31,6			8.937	25,8
HEB			44.504	128,2			45.646	131,5
KEB			10.971	31,6			8.937	25,8
RLTEB			19.452	56,1			20.232	58,3
BefEB			-	-			-	-
BelEB			10.106	29,1			10.106	29,1
EEB			65.580	189,0			64.688	186,4

B.10. Bauteil C: 4-Zonen-Modell

Zone S-EG:

Ergebnisse Zone S-EG

	NP Krankenhaus, det. Verschattung				NP Krankenhaus, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	24.579	17,6			21.400	15,3		
HWB	31.689	22,7	34.213	91,8	28.809	20,6	30.767	82,6
WWWB			9.520	25,6			9.520	25,6
NERLT-h			19.408	52,1			17.182	46,1
KB*	768	0,5			4.885	3,5		
KB			15.744	42,3			23.034	61,8
NERLT-k			5.391	14,5			6.919	18,6
NERLT-d			-	-			-	-
NE			25.943	69,6			25.943	69,6
HTEB-RH			20.981	56,3			19.898	53,4
HTEB-WW			4.401	11,8			4.401	11,8
HTEB			25.382	68,1			24.299	65,2
KTEB			9.666	25,9			11.386	30,6
HEB			69.593	186,8			65.056	174,6
KEB			9.666	25,9			11.386	30,6
RLTEB			24.799	66,6			24.101	64,7
BefEB			-	-			-	-
BelEB			24.531	65,8			24.531	65,8
EEB			103.791	278,6			100.973	271,0

	verschmierte NP, det. Verschattung				verschmierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	24.579	17,6			21.400	15,3		
HWB	37.847	27,1	40.493	108,7	33.977	24,3	35.906	96,4
WWWB			7.907	21,2			7.907	21,2
NERLT-h			28.217	75,7			25.443	68,3
KB*	768	0,5			4.885	3,5		
KB			4.467	12,0			9.440	25,3
NERLT-k			2.158	5,8			3.897	10,5
NERLT-d			-	-			-	-
NE			27.760	74,5			27.760	74,5
HTEB-RH			22.862	61,4			21.649	58,1
HTEB-WW			4.369	11,7			4.369	11,7
HTEB			27.231	73,1			26.018	69,8
KTEB			7.123	19,1			9.339	25,1
HEB			76.145	204,4			70.332	188,8
KEB			7.123	19,1			9.339	25,1
RLTEB			30.375	81,5			29.339	78,7
BefEB			-	-			-	-
BelEB			11.294	30,3			11.294	30,3
EEB			94.563	253,8			90.965	244,1

Zone S-OG:

Ergebnisse Zone S-OG

	NP Krankenhaus, det. Verschattung				NP Krankenhaus, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	81.831	13,9			69.789	11,9		
HWB	197.085	33,5	212.142	143,8	182.786	31,1	195.119	132,3
WWWB			37.689	25,6			37.689	25,6
NERLT-h			-	-			-	-
KB*	909	0,2			8.803	1,5		
KB			54.897	37,2			74.306	50,4
NERLT-k			-	-			-	-
NERLT-d			-	-			-	-
NE			-	-			-	-
HTEB-RH			16.150	10,9			17.688	12,0
HTEB-WW			17.431	11,8			17.431	11,8
HTEB			33.581	22,8			35.119	23,8
KTEB			-	-			-	-
HEB			284.954	193,2			269.404	182,6
KEB			-	-			-	-
RLTEB			-	-			-	-
BefEB			-	-			-	-
BelEB			97.121	65,8			97.121	65,8
EEB			382.075	259,0			366.525	248,5

	verschmierte NP, det. Verschattung				verschmierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	81.831	13,9			69.789	11,9		
HWB	183.905	31,3	196.239	133,0	166.970	28,4	176.207	119,5
WWWB			31.303	21,2			31.303	21,2
NERLT-h			-	-			-	-
KB*	909	0,2			8.803	1,5		
KB			12.676	8,6			24.820	16,8
NERLT-k			-	-			-	-
NERLT-d			-	-			-	-
NE			-	-			-	-
HTEB-RH			10.611	7,2			12.122	8,2
HTEB-WW			17.304	11,7			17.304	11,7
HTEB			27.914	18,9			29.426	19,9
KTEB			-	-			-	-
HEB			256.955	174,2			238.351	161,6
KEB			-	-			-	-
RLTEB			-	-			-	-
BefEB			-	-			-	-
BelEB			44.714	30,3			44.714	30,3
EEB			301.668	204,5			283.064	191,9

Zone K-GES:

Ergebnisse Zone K-GES

	NP Krankenhaus, det. Verschattung				NP Krankenhaus, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	34.243	4,3			28.614	3,6		
HWB	54.215	6,9	60.555	32,6	49.544	6,3	54.902	29,5
WWWB			47.520	25,6			47.520	25,6
NERLT-h			112.242	60,3			106.140	57,1
KB*	1.803	0,2			1.187	0,2		
KB			55.772	30,0			70.278	37,8
NERLT-k			24.894	13,4			26.697	14,4
NERLT-d			-	-			-	-
NE			80.016	43,0			80.016	43,0
HTEB-RH			71.134	38,2			69.764	37,5
HTEB-WW			21.979	11,8			21.979	11,8
HTEB			93.113	50,1			91.742	49,3
KTEB			41.904	22,5			44.476	23,9
HEB			202.254	108,7			195.217	105,0
KEB			41.904	22,5			44.476	23,9
RLTEB			137.136	73,7			132.837	71,4
BefEB			-	-			-	-
BelEB			122.454	65,8			122.454	65,8
EEB			366.613	197,1			362.148	194,7

	verschmierte NP, det. Verschattung				verschmierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	34.243	4,3			28.614	3,6		
HWB	81.278	10,3	88.157	47,4	73.525	9,3	79.004	42,5
WWWB			39.469	21,2			39.469	21,2
NERLT-h			104.947	56,4			96.942	52,1
KB*	1.803	0,2			1.187	0,2		
KB			7.396	4,0			14.547	7,8
NERLT-k			13.872	7,5			15.342	8,2
NERLT-d			-	-			-	-
NE			69.162	37,2			69.162	37,2
HTEB-RH			63.498	34,1			61.466	33,0
HTEB-WW			21.818	11,7			21.818	11,7
HTEB			85.316	45,9			83.284	44,8
KTEB			25.541	13,7			30.043	16,2
HEB			214.083	115,1			202.880	109,1
KEB			25.541	13,7			30.043	16,2
RLTEB			118.819	63,9			112.284	60,4
BefEB			-	-			-	-
BelEB			56.377	30,3			56.377	30,3
EEB			296.001	159,2			289.300	155,5

Zone N-GES:

Ergebnisse Zone N-GES

	NP Krankenhaus, det. Verschattung				NP Krankenhaus, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	61.860	11,8			63.293	12,1		
HWB	107.745	20,5	117.819	92,7	109.202	20,8	119.440	94,0
WWWB			32.475	25,6			32.475	25,6
NERLT-h			70.580	55,5			71.354	56,1
KB*	8.414	1,6			15.073	2,9		
KB			61.439	48,3			69.587	54,7
NERLT-k			20.175	15,9			21.098	16,6
NERLT-d			-	-			-	-
NE			66.131	52,0			66.271	52,1
HTEB-RH			47.714	37,5			48.054	37,8
HTEB-WW			15.019	11,8			15.019	11,8
HTEB			62.734	49,4			63.074	49,6
KTEB			31.908	25,1			31.589	24,9
HEB			214.006	168,4			215.971	169,9
KEB			31.908	25,1			31.589	24,9
RLTEB			90.754	71,4			92.452	72,7
BefEB			-	-			-	-
BelEB			83.684	65,8			83.684	65,8
EEB			329.598	259,3			331.244	260,6

	verschmierte NP, det. Verschattung				verschmierte NP, pausch. Verschattung			
	Referenzklima		Standortklima		Referenzklima		Standortklima	
	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch	zonenbez.	spezifisch
HWB*	61.860	11,8			63.293	12,1		
HWB	116.003	22,1	125.318	98,6	117.918	22,5	127.440	100,3
WWWB			26.972	21,2			26.972	21,2
NERLT-h			61.685	48,5			62.900	49,5
KB*	8.414	1,6			15.073	2,9		
KB			20.536	16,2			26.826	21,1
NERLT-k			11.949	9,4			12.126	9,5
NERLT-d			-	-			-	-
NE			60.976	48,0			60.971	48,0
HTEB-RH			43.671	34,4			44.600	35,1
HTEB-WW			14.909	11,7			14.909	11,7
HTEB			58.581	46,1			59.509	46,8
KTEB			23.994	18,9			23.212	18,3
HEB			211.875	166,7			214.934	169,1
KEB			23.994	18,9			23.212	18,3
RLTEB			73.634	57,9			75.026	59,0
BefEB			-	-			-	-
BelEB			38.527	30,3			38.527	30,3
EEB			274.397	215,9			276.673	217,7

Abkürzungsverzeichnis

BefEB	Befeuchtungsenergiebedarf (Endenergiebedarf für Befeuchtung)
BelEB	Beleuchtungsenergiebedarf (Endenergiebedarf für Beleuchtung)
BF	Bezugsfläche
BGF	konditionierte Brutto-Grundfläche
BT	Bauteil
CEN	Comité Européen de Normalisation (franz.), Europäisches Komitee für Normung
CO ₂	Kohlendioxid
DIN	Deutsches Institut für Normung / Deutsche Norm
EEB	Endenergiebedarf
EG	Europäische Gemeinschaft
EN	Europäische Norm
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive (engl.) Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden
EU	Europäische Union
FL	Fensterlüftung
g-Wert	Gesamtenergiedurchlassgrad (einer Verglasung)
HEB	Heizenergiebedarf (Endenergiebedarf für Heizen)
HWB	Heizwärmebedarf
HWB*	Heizwärmebedarf mit Nutzungsprofil Wohngebäude
HTEB	Heiztechnik-Energiebedarf
HTEB-RH	Heiztechnik-Energiebedarf für Raumheizung
HTEB-WW	Heiztechnik-Energiebedarf für Warmwasser
ISO	International Organization for Standardization (engl.), Internationale Organisation für Normung / Internationale Norm
KAGes	Steiermärkische Krankenanstaltengesellschaft
KB	Kühlbedarf
KB*	außeninduzierter Kühlbedarf
KEB	Kühlenergiebedarf (Endenergiebedarf für Kühlen)
kond.	konditioniert
KTEB	Kühltechnik-Energiebedarf
KVS	konstanter Volumenstrom
LE	Lufterneuerung
LKH	Landeskrankenhaus
NAT	natürlich
NE	Luftförderungsenergiebedarf (analog zum OIB-Schulungstool verwendet; auch LFEB)
NERLT-h	Nutzenergiebedarf für das Heizen des Luftvolumenstroms
NERLT-k	Nutzenergiebedarf für das Kühlen des Luftvolumenstroms
NERLT-d	Nutzenergiebedarf für das Dampfbefeuchten des Luftvolumenstroms
NGF	konditionierte Netto-Grundfläche
NL	Nachtlüftung

o.M.	ohne Maßstab
ÖNORM	Österreichische Norm
OIB	Österreichisches Institut für Bautechnik
PB	prozessbedingt
Ref.klima	Referenzklima
RLT	raumlufttechnisch
RLTEB	Nutzenergiebedarf für die Konditionierung des Luftvolumenstroms (Heizen, Kühlen, Befeuchten)
SIA	Schweizerischer Ingenieur und Architektenverein (Normenherausgeber Schweiz) / Schweizer Norm
TRNSYS	transient systems simulation (engl.), instationäre Systemsimulation
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient
ü. A.	über Adria
UKH	Unfallkrankenhaus
V	konditioniertes Brutto-Volumen
VVS	variabler Volumenstrom
WWWB	Warmwasser-Wärmebedarf
zonenbez.	zonenbezogen
Abb.	Abbildung
bzw.	beziehungsweise
FAQs	frequently asked questions (engl.), häufig gestellte Fragen
ff.	und folgende
i.V.m.	in Verbindung mit
inkl.	inklusive
lit.	littera (lat.), Buchstabe
S.	Seite
vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel
zugeh.	zugehörig

Tabellenverzeichnis

1.	LKH Graz-West: Verfügbare Planunterlagen	63
2.	LKH Graz-West: U-Wert-Annahmen Bauteile	68
3.	LKH Graz-West: U-Wert- und g-Wert-Annahmen Fenster und Außentüren	68
4.	LKH Graz-West: Übersicht über die vorhandenen Systeme von RLT- Anlagen	73
5.	LKH Graz-West: Übersicht über die für den Energieausweis abgebildeten Systeme von RLT-Anlagen	74
6.	Verwendete Nutzungsprofile	78
7.	Für den Energieausweis zu ermittelnde Energiekennzahlen	94
8.	Ergebnisse Referenzmodell RM	96
9.	Abweichungen der Vereinfachungsschritte von RM zu OIB-A bzw. OIB-A'	97
10.	Abweichungen der Vereinfachungsschritte von RM zu OIB-B bzw. OIB-B'	99
11.	Ergebnisse Referenzmodell bei pauschaler Verschattung RM'	100
12.	Abweichungen der Vereinfachungsschritte von RM' zu OIB-A'	101
13.	Abweichungen der Vereinfachungsschritte von RM' zu OIB-B'	103
14.	Ergebnisse OIB-Y und OIB-Y'	104
15.	Abweichungen der Vereinfachungsschritte von OIB-Y zu OIB-Z und von OIB-Y' zu OIB-Z'	105

Abbildungsverzeichnis

1.	Übersicht Bauteile LKH Graz-West (genordet)	62
2.	Zonierung Bauteil C – Teil 1 (Erdgeschoß - 1. Obergeschoß)	86
3.	Zonierung Bauteil C – Teil 2 (2. Obergeschoß - 4. Obergeschoß)	87
4.	Zonierung LKH (Untergeschoß - 4. Obergeschoß)	89
5.	Berechnungsvarianten am Bauteil C	92
6.	Berechnungsvarianten am gesamten LKH	93

Literatur

- [1] EIPER, Th.: *Vergleich des Monatsbilanzenverfahrens nach EN ISO 13790 bzw. OIB zur Bestimmung des Heiz- und Kühlwärmebedarfs von Gebäuden mit der dynamischen Gebäudesimulation*, Technische Universität Graz, Diplomarbeit, 2005
- [2] EIPER, Th. ; STREICHER, W.: *Berechnung des Energieausweises über die Gesamtenergieeffizienz des Berlaymont Gebäudes (EU-Kommissionsgebäude in Brüssel) in Anlehnung an das in Österreich in Entwicklung befindliche Berechnungsverfahren für Nichtwohngebäude (OIB-Leitfaden) / Institut für Wärmetechnik – Technische Universität Graz. 2005. – Forschungsbericht*
- [3] EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFT: *Richtlinie 89/106/EWG des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte*. Amtsblatt Nr. L 040 vom 11.02.1989
- [4] EUROPÄISCHE UNION: *Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden*. Amtsblatt Nr. L 001 vom 04.01.2003
- [5] GRATZL-MICHLMAIR, M. ; STREICHER, W.: *Pflichtenheft Energieausweis KAGes / Institut für Wärmetechnik – Technische Universität Graz. 2010. – Forschungsbericht*
- [6] MACH, Th. ; EIPER, Th. ; HEIMRATH, R.: *Vergleich des Rechenverfahrens der österreichischen Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie mit thermischen Simulationsrechnungen / Institut für Wärmetechnik – Technische Universität Graz. 2005. – Forschungsbericht*
- [7] MERKBLATT SIA 2024 : 2006-08: *Standard-Nutzungsbedingungen für die Energie- und Gebäudetechnik*. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
- [8] MICHLMAIR, M.: *Vergleichsberechnungen Energieausweiserstellung LKH Rottenmann. Validierung der vereinfachten Berechnungsmethode zur Erstellung eines Energieausweises am LKH Rottenmann / Institut für Wärmetechnik – Technische Universität Graz. 2008. – Forschungsbericht*
- [9] NORM ÖNORM B 1800 : 2002-01-01: *Ermittlung von Flächen und Rauminhalten von Bauwerken*
- [10] NORM ÖNORM B 8110 TEIL 1 : 2008-01-01: *Wärmeschutz im Hochbau – Teil 1: Anforderungen an den Wärmeschutz und Deklaration des Wärmeschutzes von Gebäuden/Gebäudeteilen – Heizwärmebedarf und Kühlbedarf*
- [11] NORM ÖNORM B 8110 TEIL 3 : 1999-12-01: *Wärmeschutz im Hochbau – Teil 3: Wärmespeicherung und Sonneneinflüsse*
- [12] NORM ÖNORM B 8110 TEIL 5 : 2007-08-01: *Wärmeschutz im Hochbau – Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile*

- [13] NORM ÖNORM B 8110 TEIL 5 : 2010-01-01: *Wärmeschutz im Hochbau – Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile*
- [14] NORM ÖNORM B 8110 TEIL 6 : 2007-08-01: *Wärmeschutz im Hochbau – Teil 6: Grundlagen und Nachweisverfahren – Heizwärmebedarf und Kühlbedarf*
- [15] NORM ÖNORM B 8110 TEIL 6 : 2010-01-01: *Wärmeschutz im Hochbau – Teil 6: Grundlagen und Nachweisverfahren – Heizwärmebedarf und Kühlbedarf*
- [16] NORM ÖNORM EN 15193 : 2008-01-01: *Energetische Bewertung von Gebäuden – Energetische Anforderungen an die Beleuchtung*
- [17] NORM ÖNORM EN ISO 13790 : 2008-10-01: *Energieeffizienz von Gebäuden – Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung*
- [18] NORM ÖNORM H 5055 : 2008-02-01: *Energieausweis für Gebäude*
- [19] NORM ÖNORM H 5056 : 2010-01-01: *Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Heiztechnik-Energiebedarf*
- [20] NORM ÖNORM H 5057 : 2010-01-01: *Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Raumluftechnik-Energiebedarf für Wohn- und Nichtwohngebäude*
- [21] NORM ÖNORM H 5058 : 2010-01-01: *Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Kühltechnik-Energiebedarf*
- [22] NORM ÖNORM H 5059 : 2010-01-01: *Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Beleuchtungsenergiebedarf*
- [23] ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK (HRSG.): *Erläuternde Bemerkungen zu OIB-Richtlinie 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ und zum OIB-Leitfaden „Energietechnisches Verhalten von Gebäuden“*. 2007-04
- [24] ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK (HRSG.): *FAQs zur OIB-Richtlinie 6*. URL <http://www.oib.or.at/FAQ.htm#Richtlinie%206>. Stand 12.01.2010
- [25] ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK (HRSG.): *Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden*. Version 2.5. 2006-10. – unveröffentlicht
- [26] ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK (HRSG.): *Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden*. Version 2.6. 2007-04
- [27] ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK (HRSG.): *Leitfaden für die Berechnung von Energiekennzahlen*. 1999-03
- [28] ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK (HRSG.): *OIB-Richtlinie 6. Energieeinsparung und Wärmeschutz*. 2007-04
- [29] ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK (HRSG.): *OIB-Richtlinien. Zitierte Normen und sonstige technische Regelwerke*. 2007-10

- [30] REPUBLIK ÖSTERREICH: *Bundesgesetz über die Pflicht zur Vorlage eines Energieausweises beim Verkauf und bei der In-Bestand-Gabe von Gebäuden und Nutzungsobjekten (Energieausweis-Vorlage-Gesetz — EAVG)*. BGBl. I Nr. 137/2006
- [31] SOFIC, M.: *Erhöhung der Anwendbarkeit vereinfachter Berechnungsverfahren zur Bestimmung des Heizwärme- und Kühlbedarfs von Gebäuden (als Basis für ein Sicherheitskonzept)*, Technische Universität Wien, Dissertation, 2009
- [32] SOFIC, M. ; BEDNAR, Th.: Analyse der Genauigkeit des Monatsbilanzverfahrens zur Ermittlung des Kühlbedarfs von Nichtwohngebäuden. In: *Bauphysik* 29 (2007), Nr. 3, S. 202 – 207. – ISSN 0171-5445
- [33] VORNORM DIN V 18599-1 : 2007-02: *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*
- [34] VORNORM DIN V 18599-10 : 2007-02: *Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten*
- [35] VORNORM ÖNORM H 5056 : 2007-08-01: *Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Heiztechnik-Energiebedarf*
- [36] VORNORM ÖNORM H 5057 : 2007-08-01: *Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Raumluftechnik-Energiebedarf für Wohn- und Nichtwohngebäude*
- [37] VORNORM ÖNORM H 5058 : 2007-08-01: *Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Kühltechnik-Energiebedarf*
- [38] VORNORM ÖNORM H 5059 : 2007-08-01: *Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Beleuchtungsenergiebedarf*