HTWK

Hochschule für Technik,
Wirtschaft und Kultur Leipzig

Diplomarbeit

im Studiengang Bauingenieurwesen

der Fakultät Bauwesen

an der

HTWK Leipzig

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur

University of Applied Sciences

Sommerliche Überwärmung in Abhängigkeit von Nutzung und Bauweise:

Eine Untersuchung anhand ausgewählter Raumtypen

Kristian Radjen

76532, 22BBI-2

Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Ulrich Möller
Zweitprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Falk Nerger

Leipzig, 2025

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich meinen aufrichtigen Dank an Herrn Prof. Dr.-Ing. Ulrich Möller richten, dessen fachkundige Betreuung und Unterstützung zum Gelingen dieser Diplomarbeit beigetragen haben.

Ein ganz besonderer Dank gilt meiner Frau Antonina, deren unerschütterliche Unterstützung, Motivation und Ermutigung während meines gesamten Studiums eine unverzichtbare Stütze darstellten. Ihre Geduld und ihr Verständnis haben mir in schwierigen Phasen stets Kraft gegeben.

Meinen Eltern und meinem Bruder möchte ich für ihre liebevolle Begleitung danken. Ihre Unterstützung war mir auf diesem Weg eine wertvolle Hilfe.

Zuletzt möchte ich meinen engsten Freunden und Studienkollegen meinen Dank aussprechen.

DANKE!

Kurzfassung

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde die sommerliche Überwärmung eines Wohn- und Nichtwohngebäudes (Büro) analysiert, wobei der Fokus auf Räumen mit hoher Glasfläche und südwestlicher Ausrichtung lag. Als Referenz diente das Projekt „V2C9 – Grünblick“ in Wien, wobei die Wohnküche TOP 310 aufgrund ihrer ungünstigen Lage und großen Fensterfläche als maßgebender Raum für die Berechnungen ausgewählt wurde.

Die Analyse umfasste sowohl Massiv- als auch Leichtbauweise, um die Auswirkungen unterschiedlicher Bauweisen auf die sommerliche Überwärmung zu untersuchen. Die Berechnungen zeigten, dass die Massivbauvariante ohne zusätzliche Maßnahmen die zulässige operative Tagestemperatur von 29,8 °C überschritt (34,63 °C, Sommertauglichkeitsklasse D). Durch den Einsatz von Außenrollläden und Nachtlüftung konnte die Temperatur jedoch auf 24,74 °C gesenkt werden (Sommertauglichkeitsklasse A+).

Die Leichtbauvariante zeigte eine noch höhere Ausgangstemperatur (39,89 °C, Sommertauglichkeitsklasse D) und erforderte ebenfalls den Einsatz von Außenrollläden und Nachtlüftung, um die Sommertauglichkeitsklasse B zu erreichen (29,69 °C).

Angesichts der steigenden globalen Temperaturen ist es entscheidend, die sommerliche Überwärmung langfristig zu betrachten. Um auch in den nächsten 30-40 Jahren ein angenehmes Raumklima zu gewährleisten, sind sowohl bauliche Maßnahmen (z.B. effektiver Sonnenschutz, Speichermasse) als auch ein bewusstes Nutzerverhalten (z.B. Nachtlüftung) unerlässlich. Die Ergebnisse dieser Arbeit unterstreichen die Notwendigkeit, bereits in der Planungsphase von Räumen die sommerliche Überwärmung umfassend zu berücksichtigen, um nachhaltig behagliche Lebensräume zu schaffen.

Schlagwörter: Sommerliche Überwärmung, Wohngebäude, Nichtwohngebäude (Büro), Raumklima, Klimawandel, Nachhaltiges Bauen, Massivbau, Leichtbau, Speichermasse, Glasflächenanteil, Simulation, Archiphysik (Software), Sonnenschutz

Abstract

Within the scope of this diploma thesis, the summer overheating of a residential and non-residential building (office) was analyzed, with a focus on rooms with a high glass surface area and southwest orientation. The 'V2C9 – Grünblick' project in Vienna served as a reference, with the kitchen-living room TOP 310 being selected as the decisive room for the calculations due to its unfavorable location and large window area.

The analysis encompassed both solid and lightweight construction methods to examine the effects of different construction types on summer overheating. The calculations revealed that the solid construction variant, without additional measures, exceeded the permissible operative daytime temperature of 29.8 °C (34.63 °C, summer suitability class D). However, by implementing external roller shutters and night ventilation, the temperature could be reduced to 24.74 °C (summer suitability class A+).

The lightweight construction variant exhibited an even higher initial temperature (39.89 °C, summer suitability class D) and also required the use of external roller shutters and night ventilation to achieve summer suitability class B (29.69 °C).

Given the rising global temperatures, it is crucial to consider summer overheating in the long term. To ensure a comfortable indoor climate for the next 30-40 years, both structural measures (e.g., effective sun protection, thermal mass) and conscious user behavior (e.g., night ventilation) are indispensable. The results of this thesis underscore the necessity to comprehensively consider summer overheating already in the planning phase of rooms, to create sustainably comfortable living spaces.

Keywords: Summer overheating, Residential building, Non-residential building (office), Indoor climate, Climate change, Sustainable building, Solid construction, Lightweight construction, Thermal mass, Glass surface area ratio, Simulation, Archiphysik (Software), Sun protection

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1
1.1 Problemstellung 1
1.2 Forschungskonzept 2
1.3 Zielsetzung 3

2 Stand der Technik und Forschung 4
2.1 Klimawandel in Österreich 4
2.2 Zunehmende Bedeutung der sommerlichen Überwärmung 6

3 Normative Randbedingungen 8
3.1 OIB - Richtlinien 8
3.1.1 OIB - Richtlinie 6 9
3.2 ÖNORMEN 12
3.2.1 ÖNORM B 8110-3 12
3.2.2 ÖNORM B 8110-6 19
3.3 Klimaaktiv 26
3.3.1 Kriterienkatalog Wohnbau 26
3.3.2 Kriterienkatalog Nicht-Wohnbau 27

4 Vorgangsweise 29
4.1 Vermeidung sommerlicher Überwärmung mittels Archiphysik 25 30
4.1.1 Archiphysik 25 "Raumdaten" 31
4.1.2 Archiphysik 25 "Oberflächen" 33
4.1.3 Archiphysik 25 "Lüftung" 36
4.1.4 Archiphysik 25 "Report" 38
4.2 Aufbauten Wohngebäude 40
4.3 Aufbauten Nichtwohngebäude 41
4.4 Untersuchte Raumtypen – Analyse der Überwärmung 42
4.4.1 Wohngebäude Raumtypen / Nichtwohngebäude Raumtypen 43

5 Wohngebäude 46
5.1 Maßgebender Raum 47
5.2 Wohnküche TOP 310 - Variante Massivbau 49
5.2.1 Vorhandene Temperatur 50
5.2.2 Getroffene Maßnahmen 51
5.3 Wohnküche TOP 310 - Variante Leichtbau 54
5.3.1 Vorhandene Temperatur 55
5.3.2 Getroffene Maßnahmen 56

6 Nichtwohngebäude 59
6.1 Maßgebender Raum 60
6.2 Büro TOP 310 - Variante Massivbau 61
6.2.1 Vorhandene Temperatur 62
6.2.2 Getroffene Maßnahmen 64
6.3 Büro TOP 310 - Variante Leichtbau 67
6.3.1 Vorhandene Temperatur 67
6.3.2 Getroffene Maßnahme 70
6.4 Fensterflächenoptimierung Nichtwohngebäude – Variante Leichtbau 73
6.4.1 Büro TOP 310 - Variante Leichtbau 74

7 Ergebnisse 78
7.1 Vergleich Wohngebäude Massivbau / Leichtbau 78
7.1.1 Massivbauweise 78
7.1.2 Leichtbauweise 79
7.1.3 Vergleich und Bewertung der Bauweisen 81
7.2 Vergleich Nichtwohngebäude Massivbau / Leichtbau 84
7.2.1 Massivbauweise 84
7.2.2 Leichtbauweise 85
7.2.3 Vergleich und Bewertung der Bauweisen – Büroraum 3 Personen 87
7.3 Vergleich Nichtwohngebäude Variante Leichtbau – Fensterflächenoptimierung 90
7.3.1 Leichtbauweise mit Fensterflächenoptimierung 90

8 Zusammenfassende Schlussfolgerung 95
8.1 Kurze Zusammenfassung – Kernaussagen 97
8.2 Handlungsempfehlungen für die Planungspraxis 97
8.3 Ausblick für weiterführende Untersuchungen: 98

9 Verzeichnis 99
9.1 Quellen 99
9.2 Abbildungen 101
9.3 Tabellen 102

10 Anhang: In Absprache mit Herrn Prof. Dr.-Ing. Ulrich Möller wird der umfangreiche Anhang dieser Diplomarbeit separat in gedruckter Form beigelegt und ist somit nicht direkt in der gebundenen Version integriert.

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Die Problematik der sommerlichen Überwärmung von Räumen hat sich in den letzten Jahren aufgrund des Klimawandels und der Zunahme von Hitzewellen zu einer zentralen Herausforderung für die Baubranche entwickelt. Die steigenden Temperaturen führen dazu, dass Räume, insbesondere in dicht besiedelten städtischen Gebieten, einer immer größeren thermischen Belastung ausgesetzt sind. Dies hat nicht nur Auswirkungen auf den Wohnkomfort und das Wohlbefinden der Bewohner, sondern auch auf den Energieverbrauch für die Kühlung von Räumen.

Die sommerliche Überwärmung stellt eine komplexe Herausforderung dar, die von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst wird. Neben den bereits genannten steigenden Umgebungstemperaturen spielen die Bauweise des Gebäudes, die verwendeten Materialien, die Orientierung des Raumes, die Größe und Ausrichtung der Fenster, die interne Wärmelast durch Geräte und Beleuchtung sowie das Nutzerverhalten eine entscheidende Rolle.

Eine wichtige Rolle spielt die thermische Speichermasse der Bauteile. Diese Fähigkeit von Materialien, Wärme aufzunehmen und diese wieder abzugeben, kann sowohl positive als auch negative Auswirkungen haben. In Massivbauten mit hoher Speichermasse kann die Wärme tagsüber aufgenommen und nachts wieder abgegeben werden, was zu einer ausgleichenden Wirkung auf das Raumklima führen kann. Allerdings kann eine zu hohe Speichermasse in Leichtbauten oder bei unzureichender Lüftung auch dazu führen, dass die Wärme über Nacht nicht ausreichend abgeführt wird und dadurch sich die Innenräume weiter aufheizen.

Ein weiterer Faktor, der die sommerliche Überwärmung beeinflusst, ist die interne Wärmelast. Diese entsteht durch elektrische Geräte, Beleuchtung und die Anwesenheit von Personen im Raum. Insbesondere in Bürogebäuden mit einer hohen Anzahl von Computern und anderer elektronischer Geräte kann die interne Wärmelast einen erhöhten Beitrag zur Erwärmung der Innenräume leisten.

Das Nutzerverhalten spielt ebenfalls eine wichtige Rolle. Durch gezieltes Lüften, Beschatten der Fenster und die Nutzung von Kühlgeräten können die Bewohner die Raumtemperatur beeinflussen. Allerdings ist das Nutzerverhalten oft schwer vorherzusagen und kann nicht immer optimal an die jeweiligen Gegebenheiten angepasst werden. Um der sommerlichen Überwärmung entgegenzuwirken, sind verschiedene Maßnahmen möglich. Dazu gehören bauliche Maßnahmen wie beispielsweise die Verwendung von Sonnenschutzvorrichtungen und die Optimierung der Fenster. Auch die Gebäudetechnik kann einen wichtigen Beitrag leisten, beispielsweise durch den Einsatz von Lüftungsanlagen, Klimaanlagen oder passiven Kühlungssystemen. Zusätzlich zu diesen Maßnahmen ist es wichtig, das Nutzerverhalten zu berücksichtigen und die Bewohner über die Möglichkeiten zur Reduzierung der sommerlichen Überwärmung zu informieren. Durch eine Kombination aus baulichen, technischen und nutzerseitigen Maßnahmen kann die sommerliche Überwärmung von Räumen effektiv reduziert und der Wohnkomfort verbessert werden.

1.2 Forschungskonzept

Um die Forschungsfragen zu beantworten, wird ein umfassender methodischer Ansatz verfolgt. Dieser beinhaltet zunächst eine gründliche Literaturrecherche, bei der wissenschaftliche Publikationen und aktuelle Studien ausgewertet werden, um den aktuellen Forschungsstand zu erfassen. Ein weiterer wichtiger Bestandteil sind thermische Simulationen. Mithilfe der Raumsimulationssoftware Archiphysik wird das thermische Verhalten von Räumen unter verschiedenen Bedingungen berechnet. Dies ermöglicht es, den Einfluss unterschiedlicher Faktoren auf die sommerliche Überwärmung zu analysieren. Zusätzlich werden Fallstudien durchgeführt. Anhand konkreter Raumbeispiele werden verschiedene Maßnahmen zur Reduzierung der sommerlichen Überwärmung analysiert. Dies dient dazu, die theoretischen Erkenntnisse mit der praktischen Anwendung zu verknüpfen. Um Simulationen und Fallstudien durchführen zu können, ist die Erfassung relevanter Raumdaten erforderlich. Dazu gehören die Geometrie des Raumes, die verwendeten Materialien sowie die Art der Nutzung. Diese Daten werden sorgfältig erfasst und für die Analysen aufbereitet. Im Rahmen der Datenanalyse erfolgt ein umfassender Vergleich zwischen Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden. Dabei werden insbesondere die Verschattungsmöglichkeiten, die Ausrichtung und Lage des Raumes sowie Aufbauten berücksichtigt. Dieser methodische Ansatz ermöglicht eine umfassende Bearbeitung der Fragestellung und die Entwicklung praxisrelevanter Empfehlungen zur Minimierung der sommerlichen Überwärmung.

1.3 Zielsetzung

Die vorliegende Diplomarbeit widmet sich der umfassenden Analyse der sommerlichen Überwärmung von Räumen. Angesichts des Klimawandels und der Zunahme von Hitzeperioden gewinnt die Frage nach dem thermischen Komfort immer mehr an Bedeutung. Ziel dieser Arbeit ist es daher, die vielen Ursachen und vielfältigen Auswirkungen der sommerlichen Überwärmung zu erforschen und auf dieser Grundlage effektive Lösungsansätze zu entwickeln.

Im Rahmen dieser Arbeit wird zunächst ein umfassender Überblick über das Thema der sommerlichen Überwärmung gegeben. Anhand konkreter Beispiele (Räume aus einem Referenzprojekt) werden die Unterschiede zwischen verschiedenen Gebäudetypen (Wohngebäude und Nichtwohngebäude) sowie deren Nutzungen (Wohnen und Büro) herausgearbeitet.

Dabei wird gezeigt, dass die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz je nach Nutzung und Bauweise variieren können. Ein zentraler Bestandteil der Arbeit ist die detaillierte Analyse der Ursachen für die sommerliche Überwärmung in Räumen. Hierbei werden die wichtigsten Einflussfaktoren identifiziert und bewertet. Dazu zählen:

- Gebäudehülle: Materialwahl, Konstruktion, Fenstergrößen
- Solare Einstrahlung: Ausrichtung des Raumes, Fensterflächen, Verschattungssysteme
- Interne Wärmelasten: Wärmeabgabe durch Geräte, Personen
- Nutzerverhalten: Lüftungsgewohnheiten (Natürliche Lüftung)

Ein wichtiges Ziel dieser Arbeit ist es zudem, die entwickelten Strategien und Maßnahmen auf ihre Übereinstimmung mit den Zielmarken relevanter Förderprogramme, wie beispielsweise klimaaktiv, zu prüfen. Dadurch soll sichergestellt werden, dass die Ergebnisse der Arbeit nicht nur theoretischen Wert haben, sondern auch eine praktische Anwendung im Rahmen aktueller Förderrichtlinien finden können.

2 Stand der Technik und Forschung

2.1 Klimawandel in Österreich

Lang anhaltende Hitzeperioden und Temperaturen über 30°C führen dazu, dass Menschen, insbesondere ältere, lieber zu Hause bleiben. Doch selbst dort wird die Hitze oft unerträglich. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) Klimatologe Alexander Orlik erklärte, dass das Jahr 2024 mit Abstand das wärmste Jahr der Messgeschichte war. In der Abbildung 1 sieht man eine Übersicht über die Temperaturabweichung der Jahre 1768 bis 2024.

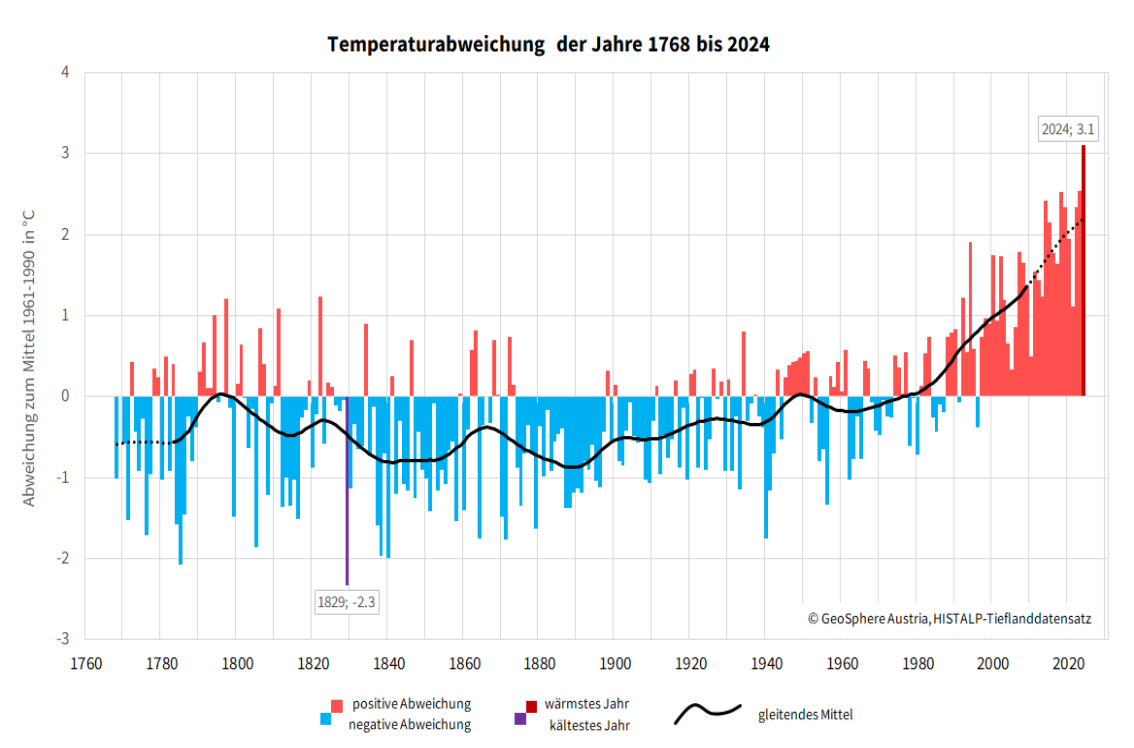


Abbildung 1: Temperaturabweichung der Jahre 1768 bis 2024 (GeoSphere Austria, 2024)

Zusätzlich zu Abbildung 1 wurde der folgende Artikel gefunden:

„2024 war in Österreich das mit Abstand wärmste Jahr der Messgeschichte“, sagt Klimatologe Alexander Orlik von der GeoSphere Austria, „berücksichtigt man die Prognosen für die letzten Tage des Jahres, dann war 2024 im Tiefland Österreichs und auf den Bergen um 1,8 Grad wärmer als ein durchschnittliches Jahr in der ohnehin sehr warmen Klimaperiode 1991 bis 2020. Das ergibt im

Tiefland Platz 1 in der Reihe der wärmsten Jahre der 257-jährigen Messgeschichte und auf den Bergen Platz 1 in der 173-jährigen Gebirgsmessreihe.“ (GeoSphere Austria, 2024)

Laut ZAMG Klimatologe Robert Klonner existiert eine effektive Methode nach Kysely zur Erfassung der Anzahl von „Hitzewellen“ wie folgt:

„Etwas schwieriger sind Untersuchungen der Zahl und Dauer von Hitzewellen in den letzten Jahrzehnten. „Um Hitzewellen statistisch zu untersuchen gibt es viele verschiedene Verfahren. Bei jeder Methode müssen sinnvolle Schwellenwerte gesetzt werden, ab wie vielen Tagen und ab welchen Temperaturen eine Periode als Hitzewelle eingeordnet werden kann", erklärt ZAMG-Klimatologe Robert Klonner, „eine sehr gute Methode stammt vom tschechischen Meteorologen Jan Kysely. Vereinfacht gesagt definiert er eine Hitzewelle mit einer Serie von zumindest drei aufeinanderfolgenden Tagen über 30 °C, die höchstens kurz von einem Tag zwischen 25 und 30 °C unterbrochen wird und die mittlere Maximaltemperatur in der Periode größer 30 °C ist. Jeden Tag so einer Hitzewelle bezeichnet man als Kysely-Tag. So lassen sich gut Hitzewellen im historischen Vergleich untersuchen." (RAOnline, 2015)

Abbildung 2 zeigt eine Auswertung der Hitzewellen-Tage nach Kysely für die Messstation Wien Hohe Warte der Jahre 1872 bis 2015.

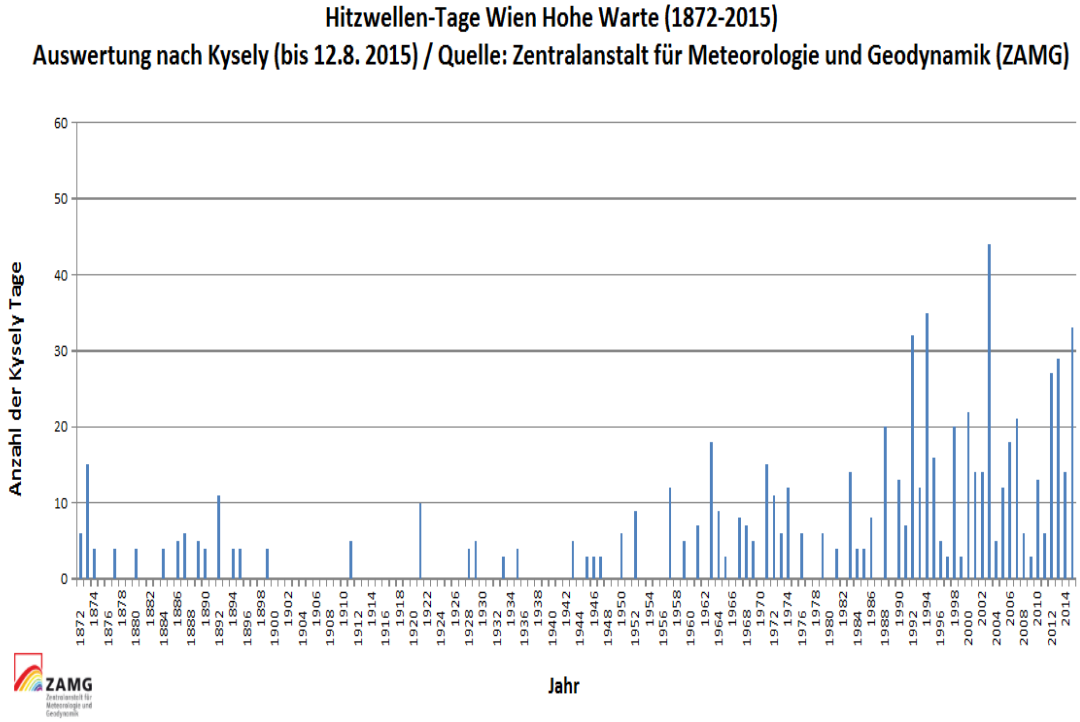


Abbildung 2: Auswertung der Hitzewellen-Tage nach Kysely (GeoSphere Austria, 2015)

Die steigende sommerliche Überwärmung hat negative Auswirkungen auf den Wohnkomfort, das Wohlbefinden und den Energieverbrauch. Der vermehrte Einsatz von Klimaanlagen zur Herstellung eines angenehmen Raumklimas führt zu einem Anstieg des Stromverbrauchs und damit zu höheren CO2-Emissionen, was den Klimawandel weiter beschleunigt. Die Baubranche steht vor der Aufgabe, innovative Strategien zur Reduzierung der sommerlichen Überwärmung zu entwickeln.

2.2 Zunehmende Bedeutung der sommerlichen Überwärmung

Angesichts des unaufhaltsamen Klimawandels und der damit einhergehenden steigenden Temperaturen hat die sommerliche Überwärmung in den letzten Jahren nicht nur an Bedeutung gewonnen, sondern sich zu einer zentralen Herausforderung für die Bauplanung und die Schaffung nachhaltiger Lebensräume entwickelt. Während in der Vergangenheit der Fokus primär auf der Reduzierung des Heizwärmebedarfs lag, ist es heute von entscheidender Bedeutung, auch die sommerliche Überwärmung langfristig zu berücksichtigen, um ein angenehmes Raumklima für die kommenden 30, 40 Jahre und darüber hinaus zu gewährleisten.

Die sommerliche Überwärmung ist ein vielseitiges Problem, das hauptsächlich vom örtlichen Klima bestimmt wird und von zahlreichen Faktoren beeinflusst wird. Für die thermische Behaglichkeit ist insbesondere die operative Temperatur entscheidend, die sich aus der Raumlufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur der umgebenden Oberflächen zusammensetzt. Weitere relevante Faktoren sind Luftgeschwindigkeit und Luftfeuchtigkeit, die das subjektive Wärmeempfinden beeinflussen.

Da jeder Mensch Hitze unterschiedlich empfindet, ist ein optimales Raumklima, das allen Bewohnern gleichermaßen behagt, eine nahezu unmögliche Aufgabe. Dennoch ist es möglich, ein Raumklima zu schaffen, das von einem Großteil der Anwesenden als akzeptabel empfunden wird und langfristig zur Lebensqualität beiträgt. Mit steigenden Raumlufttemperaturen im Sommer erhöht sich der PPD-Index (Predicted Percentage Dissatisfied), der den Anteil unzufriedener Personen widerspiegelt.

Um die Raumtemperaturen im Sommer nachhaltig zu minimieren, sind sowohl bauliche Maßnahmen als auch ein bewusstes Nutzerverhalten von entscheidender Bedeutung. Transmissionswärmegewinne, der Glasflächenanteil mit zugehörigem Sonnenschutz, die Speichermasse der Baumaterialien, ein durchdachtes Lüftungsverhalten und die Reduzierung interner Wärmegewinne sind Schlüsselfaktoren, die die sommerliche Überwärmung beeinflussen.

Der Zusammenhang und die Einflussgrößen dieser Faktoren wurden bereits in Studien untersucht. Schon im Jahr 1987 erschien ein Artikel von Paul Diem, der sich mit diesem Thema befasste:

„Die optimale Lufttemperatur für ein behagliches Raumklima bei einer normalen Tätigkeit liegt bei etwa 20 °C. Durch bauliche Maßnahmen sollte deshalb erreicht werden, daß in den Sommermonaten dieser Wert nicht wesentlich überschritten wird. Im Wohnungsbau kann diese Forderung auch ohne Klimaanlage, allein durch eine entsprechende Gestaltung des Bauwerks, fast immer erreicht werden. Dagegen dürfte in allen Fällen, in denen sich viele Personen in einem kleinen Raum über eine längere Zeit aufhalten müssen oder in dem durch die Gebäudetiefe eine erhebliche Beleuchtungswärme anfällt, eine Klimatisierung erforderlich sein. Auch hier sollte durch bauliche Maßnahmen der Einfluß einer hohen Außentemperatur und der Sonneneinstrahlung auf das Gebäude möglichst gering gehalten werden, um die benötigte Kühlenergie auf ein Mindestmaß herabzusetzen. Durch den sommerlichen Wärmeschutz wird tagsüber die Wärmeenergie der Atmosphäre (Sonneneinstrahlung, hohe Lufttemperatur) vom Gebäudeinneren festgehalten. Je nach der Bauweise und der Orientierung des Raumes erhöht sich im Laufe des Tages die Raumlufttemperatur und die Temperatur der inneren Wandoberfläche. Während der Nachtstunden kann dann durch Lüften eine Abkühlung des Raumes herbeigeführt werden. Da in unserem Klimagebiet die Lufttemperatur in den Nachtstunden absinken, reicht ein Abkühlen der Räume durch Lüften während dieser Zeit fast immer aus. Die Voraussetzung dafür ist eine Bauweise, die bestimmte Bedingungen für den sommerlichen Wärmeschutz erfüllt.“ (Diem, 1987: 265)

3 Normative Randbedingungen

Die Bewertung der sommerlichen Überwärmung von Räumen in Österreich basiert auf verschiedenen normativen Grundlagen. Dieses Kapitel stellt die relevanten Richtlinien, Normen und Förderprogramme vor, die für die Berechnung und Beurteilung der Sommertauglichkeit von Räumen herangezogen werden. Dabei werden die OIB-Richtlinien, die ÖNORMEN sowie das Förderprogramm klimaaktiv behandelt. Diese Regelwerke definieren die Kriterien und Anforderungen, die bei der Planung und Bewertung der sommerlichen Überwärmung beachtet werden müssen. Sie dienen als Grundlage für die Berechnung der operativen Tagestemperatur und die Beurteilung der Sommertauglichkeit von Räumen. Darüber hinaus werden die Förderkriterien des klimaaktiv-Programms erläutert. Die Berücksichtigung dieser normativen Randbedingungen gewährleistet, dass die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit den aktuellen Standards entsprechen und somit eine Grundlage für die Bewertung und Optimierung der sommerlichen Überwärmung von Räumen bilden.

3.1 OIB - Richtlinien

„Die OIB-Richtlinien sind ein zentraler Bestandteil der baurechtlichen Vorschriften in Österreich. Sie dienen der Harmonisierung der bautechnischen Vorgaben der Bundesländer und bilden die Grundlage für einen rechtssicheren und einheitlichen Vollzug. Ziel ist es, die Anforderungen an Sicherheit, Energieeffizienz und Nutzbarkeit von Gebäuden klar zu definieren. Im 4-Jahres-Rhythmus werden die OIB-Richtlinien vom Österreichischen Institut für Bautechnik gemeinsam mit Experten der Bundesländer und zahlreichen Stakeholdern aus dem Bauwesen und der Wirtschaft erarbeitet und angepasst. Nach Beschluss in der Generalversammlung werden sie herausgegeben und stehen im Anschluss den Bundesländern zur Verfügung. Diese können die OIB-Richtlinien in ihren Bauordnungen für verbindlich erklären. Dadurch wird eine einheitliche Umsetzung in Österreich gewährleistet.

Um trotz strenger Kriterien dennoch maximale Flexibilität und technische Innovation zu ermöglichen, kann von den OIB-Richtlinien gemäß den Bestimmungen in den diesbezüglichen Verordnungen der Bundesländer abgewichen werden, wenn nachgewiesen wird, dass ein gleichwertiges Schutzniveau erreicht wird wie bei Einhaltung der OIB-Richtlinien.“ (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2025)

3.1.1 OIB - Richtlinie 6

Die OIB-Richtlinie 6 dient als Grundlage für die Bewertung der Sommertauglichkeit von Räumen im Rahmen dieser Diplomarbeit. Dieses Kapitel erläutert die relevanten Vorgaben der Richtlinie. Abbildung 3 zeigt die Gliederung der OIB-Richtlinien 1-6.

OIB-Richtlinie	Titel
OIB-Richtlinie 1	Mechanische Festigkeit und Standsicherheit
OIB-Richtlinie 2	Brandschutz
OIB-Richtlinie 2.1	Brandschutz bei Betriebsbauten
OIB-Richtlinie 2.2	Brandschutz bei Garagen, überdachten Stellplätzen und Parkdecks
OIB-Richtlinie 2.3	Brandschutz bei Gebäuden mit einem Fluchtniveau von mehr als 22 m
OIB-Richtlinie 3	Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
OIB-Richtlinie 4	Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit
OIB-Richtlinie 5	Schallschutz
OIB-Richtlinie 6	Energieeinsparung und Wärmeschutz

Abbildung 3: OIB - Richtlinien 1-6 (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2025)

Die OIB-Richtlinie 6 definiert in Kapitel 4.9 „Sommerlicher Wärmeschutz“ die relevanten Vorgaben für die Beurteilung der sommerlichen Überwärmung:

„Beim Neubau und bei größerer Renovierung von Wohngebäuden ist Punkt 4.9.1 einzuhalten. Beim Neubau und bei größerer Renovierung von Nicht-Wohngebäuden (NWG) ist Punkt 4.9.2 einzuhalten.“ (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2023: 7)

Die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz von Wohngebäuden (WG) sind in Punkt 4.9.1 wie folgt definiert:

„Der sommerliche Wärmeschutz von Aufenthaltsräumen in einem Wohngebäude (WG) ist eingehalten, wenn

a) die operative Temperatur im Aufenthaltsraum bei einem sich täglich periodisch wiederholenden Außenklima mit dem standortabhängigen Tagesmittelwert $T_{NAT,13}$ die Temperatur von 1/3* $T_{NAT,13}$ +21,8 °C nicht überschreitet,

wobei in der Zeit zwischen 6:00 Uhr bis 22:00 Uhr angenommen werden darf, dass die öffenbaren Fenster solange geöffnet bleiben, als die Außentemperatur geringer ist als die innere operative Temperatur. Öffenbare Fenster sind in der Zeit zwischen 22:00 Uhr und 6:00 Uhr als geschlossen anzunehmen. Die übrigen Randbedingungen sind entsprechend dem Stand der Technik anzunehmen; oder

b) wenn alle Lichteintrittsflächen im Aufenthaltsraum mit außenliegenden Abschattungseinrichtungen mit $g_{tot} \leq 0{,}15$ ausgestattet werden. Nordorientierte (mit einer maximalen Abweichung von ± 22,5°) Lichteintrittsflächen dürfen dabei unberücksichtigt bleiben.

Darüber hinaus sind Fassaden und Dächer mit jeweils überwiegenden Glasflächen auch bei Nicht-Aufenthaltsräumen mit außenliegenden Abschattungseinrichtungen mit $g_{tot} \leq 0{,}15$ auszustatten, es sei denn der sommerliche Wärmeschutz wird für derartige Räume auf andere Art und Weise erbracht." (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2023: 7)

Die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz von Nicht-Wohngebäuden (NWG) sind in Punkt 4.9.2 wie folgt definiert:

„Der sommerliche Wärmeschutz in Nicht-Wohngebäuden (NWG) ist eingehalten, wenn der außeninduzierte Kühlbedarf KB* gemäß Punkt 4.3.2 eingehalten wird und in jedem Aufenthaltsraum, in dem auf eine aktive Kühlung verzichtet wird,

a) die Anforderung an die operative Temperatur gemäß Punkt 4.9.1 a) erfüllt ist, wobei die tatsächlichen inneren Lasten zu berücksichtigen sind. Vor Witterung geschützte, einbruchsichere Lüftungsflügel dürfen in der Zeit zwischen 22:00 Uhr und 6:00 Uhr als offen berücksichtigt werden, oder

b) ein vor Witterung geschützter, einbruchsicherer Lüftungsflügel vorgesehen wird und wenn alle Lichteintrittsflächen im Aufenthaltsraum mit außenliegenden Abschattungseinrichtungen mit $g_{tot} \leq 0{,}15$ ausgestattet werden. Nordorientierte (mit einer maximalen Abweichung von ± 22,5°) Lichteintrittsflächen dürfen dabei unberücksichtigt bleiben.

Darüber hinaus sind Fassaden und Dächer mit jeweils überwiegenden Glasflächen auch bei Nicht-Aufenthaltsräumen mit außenliegenden Abschattungseinrichtungen mit $g_{tot} \leq 0{,}15$ auszustatten, es sei denn der sommerliche Wärmeschutz wird für derartige Räume auf andere Art und Weise erbracht.“ (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2023: 7)

Für Nicht-Wohngebäude (NWG) wird der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes gemäß OIB-Richtlinie 6, Punkt 4.9.2, in Verbindung mit Punkt 4.3.2, über den außeninduzierten Kühlbedarf KB* geführt.

Die folgenden Tabellen (Tabelle 1 und Tabelle 2) veranschaulichen die gültigen Anforderungen, die sich auf die Berechnung gemäß Punkt 4.3.2 beziehen.

Nicht-Wohngebäude (NWG) (Gebäudekategorie 4 bis 12)

Wird der Nachweis der Einhaltung der Anforderungen für Nicht-Wohngebäude über den Heizenergiebedarf geführt, gelten folgende Höchstwerte:

		Neubau	Größere Renovierung
$HWB_{Ref,RK,zul}$ (1) in [kWh/m²a]	ab Inkrafttreten	10 × (1 + 3,0 / ℓ_c)	17 × (1 + 2,5 / ℓ_c)
$KB^*_{RK,zul}$ in [kWh/m³a]	ab Inkrafttreten	1,0	2,0
$EEB_{RK,zul}$ (1) in [kWh/m²a]	ab Inkrafttreten	$EEB_{NWG,RK,zul}$	$EEB_{NWGsan,RK,zul}$
(1) … bezogen auf eine Geschoßhöhe von 3,00 m mit folgendem Nutzungsprofil: Gebäudekategorie 2 für Gebäude mit BGF ≤ 1000 m²; Gebäudekategorie 3 für Gebäude mit BGF > 1000 m²			

Tabelle 1: Anforderung außeninduzierter Kühlbedarf KB* (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2023: 4)

Wird der Nachweis der Einhaltung der Anforderungen für Nicht-Wohngebäude über den Gesamtenergieeffizienz-Faktor geführt, gelten folgende Höchstwerte:

		Neubau	Größere Renovierung
$HWB_{Ref,RK,zul}$ (1) in [kWh/m²a]	ab Inkrafttreten	14 × (1 + 2,8 / ℓ_c)	21 × (1 + 2,1 / ℓ_c)
$KB^*_{RK,zul}$ in [kWh/m³a]	ab Inkrafttreten	1,0	2,0
$f_{GEE,RK,zul}$	ab Inkrafttreten	0,75	0,95
(1) … bezogen auf eine Geschoßhöhe von 3,00 m mit folgendem Nutzungsprofil: Gebäudekategorie 2 für Gebäude mit BGF ≤ 1000 m²; Gebäudekategorie 3 für Gebäude mit BGF > 1000 m²			

Tabelle 2: Fortsetzung Anforderung außeninduzierter Kühlbedarf KB* (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2023: 5)

3.2 ÖNORMEN

Diese Diplomarbeit analysiert die sommerliche Überwärmung von Räumen unter Berücksichtigung der ÖNORM B 8110-3 und B 8110-6. Diese Normen definieren die Anforderungen an den thermischen Komfort und legen die Berechnungsverfahren für die Bewertung der Sommertauglichkeit fest. Die ÖNORM B 8110-3 dient zur Ermittlung der operativen Raumtemperatur, während die ÖNORM B 8110-6 die Grundlagen für die Berechnung des Heiz- und Kühlbedarfs liefert. Ziel ist es, die praktische Anwendung der relevanten Kapitel beider Normen im Hinblick auf die sommerliche Überwärmung zu verdeutlichen.

3.2.1 ÖNORM B 8110-3

Im Kapitel 7 „Berechnung des Tagesverlaufs der operativen Temperatur“ werden die Berechnungsrandbedingungen für die Ermittlung des Tagesverlaufs der operativen Temperatur festgelegt, darunter Außenklima-Randbedingungen, anzunehmende innere Lasten, Annahmen zur Lüftung und Annahmen zum Sonnenschutz.

In Abbildung 4 ist ein Auszug aus der ÖNORM dargestellt, der die in Kapitel 7 beschriebenen Definitionen für die Berechnung des Tagesverlaufs der operativen Temperatur verdeutlicht.

7 Berechnung des Tagesverlaufs der operativen Temperatur

7.1 Allgemeines

Die Berechnung des Tagesverlaufs der operativen Temperatur kann mit einem Rechenprogramm erbracht werden, wenn dieses die Anforderungen der ÖNORM EN ISO 52016-1 erfüllt oder mit den Validierungsbeispielen gemäß Anhang C validiert ist.

Wenn für die Berechnung neben dem kritischen Raum auch unkritische Räume betrachtet werden, sind alle Räume in der Berechnung des Tagesverlaufs der operativen Temperaturen mit ihren entsprechenden inneren Lasten zu berücksichtigen. Die Berechnung des Luftaustausches zwischen den Räumen darf gemäß Anhang B erfolgen.

7.2 Außenklima-Randbedingungen und Nachbarräume

Der Ermittlung der operativen Temperatur liegen Außenklimazustände eines durchschnittlichen Sommers zugrunde.

Zur Berechnung des Tagesganges der operativen Temperatur ist von einem Außenlufttemperaturverlauf auszugehen, der für einen Tag definiert und als sich periodisch wiederholend (Periodenlänge entspricht 24 Stunden) angesetzt wird.

Als Datum für die Berechnung wird der 15. Juli eingesetzt.

Die Ermittlung des Tagesmittelwertes ist gemäß ÖNORM B 8110-5 durchzuführen. Die Tagesschwankung der Außenlufttemperatur ist Anhang A zu entnehmen.

Für die normgemäße Berechnung der Bestrahlungsstärken sind die Verfahren gemäß Anhang A anzuwenden.

Abbildung 4: Ausschnitt ÖNORM B 8110-3 (Austrian Standards International, 2020)

Die Tagesschwankung der Außenlufttemperatur ist in Tabelle A.1 im Anhang A der ÖNORM B 8110-3 aufgeführt. Tabelle 3 veranschaulicht diese Daten.

Tabelle A.1 — Tagesgang der Außenlufttemperatur – Abweichung der Außenlufttemperatur vom Tagesmittelwert und Komponenten des Einheitsvektors zur Sonne am 15. Juli

Tageszeit	Abweichung der Lufttemperatur vom Tagesmittelwert	e_x	e_y	e_z
h	K			
01:00	−4,72	–	–	–
02:00	−5,63	–	–	–
03:00	−6,37	–	–	–
04:00	−6,93	–	–	–
05:00	−7,28	–	–	–
06:00	−7,24	−0,442	0,892	0,097
07:00	−5,83	−0,265	0,929	0,257
08:00	−3,49	−0,088	0,903	0,42
09:00	−0,96	0,079	0,816	0,573
10:00	1,33	0,224	0,673	0,705
11:00	3,18	0,336	0,484	0,808
12:00	4,58	0,409	0,262	0,874
13:00	5,57	0,436	0,023	0,9
14:00	6,20	0,417	−0,219	0,882
15:00	6,55	0,353	−0,445	0,823
16:00	6,64	0,247	−0,641	0,726
17:00	6,40	0,108	−0,793	0,599
18:00	5,70	−0,056	−0,892	0,449
19:00	4,52	−0,232	−0,929	0,288
20:00	2,96	−0,410	−0,903	0,126
21:00	1,19	–	–	–
22:00	−0,59	–	–	–
23:00	−2,21	–	–	–
24:00	−3,59	–	–	–

Tabelle 3: Tagesgang der Außenlufttemperatur (Austrian Standards International, 2020)

Im Kapitel 7.3 „Anzunehmende innere Lasten“ der ÖNORM B 8110-3 werden die inneren Lasten wie folgt definiert:

„Der Tagesverlauf der inneren Lasten durch Personen und Geräte zusammen mit der Beleuchtung ist für die eigentlichen Aufenthaltsräume gemäß Gleichung (1), Gleichung (2) und Gleichung (3) und den Angaben aus Tabelle 2 und Tabelle 3 zu ermitteln. Für die mit den Aufenthaltsräumen unmittelbar verbundenen Gänge sind keine inneren Lasten anzunehmen. Die Werte in den Tabellen stellen Defaultwerte für inneren Lasten dar. Ergeben sich aus den Vorgaben z. B. des Bauherrn/Bauwerbers höhere geplante oder zeitlich veränderte innere Lasten, ist der ungünstigere Fall zu berücksichtigen. Die inneren Lasten für nicht angeführte Raumnutzungen sind entsprechend der Widmung durch den Bauherrn bzw. Planer festzulegen.“ (Austrian Standards International, 2020: 8)

Die spezifischen Wärmeleistungen von Geräten und Personen (Tabelle 2 und 3 der ÖNORM B 8110-3) werden in den Tabellen 4 und 5 dargestellt.

Tabelle 2 — Spezifische Wärmeleistung von Geräten

	Wohn-gebäude	Büro-gebäude	Kinder-garten	Volks-schule	Schule	Kranken-haus	Pflege-heim	Pension	Hotel
$P_{BF(h)}$	W/m²							W/m²	W/m²
$P_{P(h)}$		W/cap				W/cap	W/cap		
$P_{R(h)}$			W/Raum	W/Raum	W/Raum				
00:00 bis 01:00	1,76	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	1,76	1,76
01:00 bis 02:00	1,67	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	1,67	1,67
02:00 bis 03:00	1,80	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	1,80	1,80
03:00 bis 04:00	1,80	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	1,80	1,80
04:00 bis 05:00	2,61	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	2,61	2,61
05:00 bis 06:00	5,76	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	5,76	5,76
06:00 bis 07:00	5,09	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	5,09	5,09
07:00 bis 08:00	8,06	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	8,06	8,06
08:00 bis 09:00	6,84	150,0	100,0	150,0	150,0	100,0	100,0	6,84	6,84
09:00 bis 10:00	6,30	150,0	100,0	150,0	150,0	100,0	100,0	6,30	6,30
10:00 bis 11:00	5,67	150,0	100,0	150,0	150,0	100,0	100,0	5,67	5,67
11:00 bis 12:00	4,10	150,0	100,0	150,0	150,0	100,0	100,0	4,10	4,10
12:00 bis 13:00	3,47	150,0	100,0	0,0	0,0	100,0	100,0	3,47	3,47
13:00 bis 14:00	3,33	150,0	100,0	300,0	300,0	100,0	100,0	3,33	3,33
14:00 bis 15:00	5,36	150,0	100,0	300,0	300,0	100,0	100,0	5,36	5,36
15:00 bis 16:00	6,30	150,0	100,0	300,0	300,0	100,0	100,0	6,30	6,30
16:00 bis 17:00	7,70	150,0	100,0	50,0	50,0	100,0	100,0	7,70	7,70
17:00 bis 18:00	6,71	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	6,71	6,71
18:00 bis 19:00	6,26	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	6,26	6,26
19:00 bis 20:00	5,36	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	5,36	5,36
20:00 bis 21:00	4,32	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	4,32	4,32
21:00 bis 22:00	3,11	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	3,11	3,11
22:00 bis 23:00	2,70	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	2,70	2,70
23:00 bis 24:00	1,98	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	1,98	1,98

Tabelle 4: Spezifische Wärmeleistung von Geräten (Austrian Standards International, 2020)

Bei der Berechnung der sommerlichen Überwärmung in Wohn- und Büroräumen ist es notwendig, die inneren Wärmequellen (Personen, Geräte etc.) im Tagesverlauf zu berücksichtigen. Standardwerte aus Tabellen dienen als Grundlage, müssen aber bei intensiverer Nutzung oder höherer Geräteanzahl in Wohn- oder Bürobereichen angepasst werden, um den kritischsten Fall zu erfassen. Aufgrund ihres Einflusses auf die Nutzung ergeben sich daher verschiedene Resultate, die in Kapitel 5 „Wohngebäude“ und Kapitel 6 „Nichtwohngebäude“ detailliert dargestellt werden.

Tabelle 3 — Spezifische Wärmeleistung von Personen

	Wohn-gebäude	Büro-gebäude	Kinder-garten	Volks-schule	Schule	Kranken-haus	Pflege-heim	Pension	Hotel
$V_{L,P(h)}$		W/cap	W/cap	W/cap	W/cap	W/cap	W/cap		
$V_{L(h),BF}$	W/m²							W/m²	W/m²
00:00 bis 01:00	3,76	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	0,0	3,76
01:00 bis 02:00	3,76	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	0,0	3,76
02:00 bis 03:00	3,76	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	0,0	3,76
03:00 bis 04:00	3,76	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	0,0	3,76
04:00 bis 05:00	3,76	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	0,0	3,76
05:00 bis 06:00	3,76	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	35,0	3,76
06:00 bis 07:00	3,76	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	35,0	3,76
07:00 bis 08:00	0,94	0,0	30,0	30,0	40,0	80,0	80,0	35,0	0,94
08:00 bis 09:00	0,94	80,0	60,0	60,0	80,0	80,0	80,0	35,0	0,94
09:00 bis 10:00	0,94	80,0	60,0	60,0	80,0	80,0	80,0	35,0	0,94
10:00 bis 11:00	0,94	80,0	60,0	60,0	80,0	80,0	80,0	35,0	0,94
11:00 bis 12:00	0,94	80,0	60,0	60,0	80,0	80,0	80,0	35,0	0,94
12:00 bis 13:00	0,94	80,0	60,0	0,0	0,0	80,0	80,0	35,0	0,94
13:00 bis 14:00	2,82	80,0	60,0	60,0	80,0	80,0	80,0	35,0	2,82
14:00 bis 15:00	2,82	80,0	60,0	60,0	80,0	80,0	80,0	35,0	2,82
15:00 bis 16:00	2,82	80,0	60,0	60,0	80,0	80,0	80,0	35,0	2,82
16:00 bis 17:00	2,82	80,0	30,0	30,0	40,0	80,0	80,0	35,0	2,82
17:00 bis 18:00	3,76	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	35,0	3,76
18:00 bis 19:00	3,76	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	35,0	3,76
19:00 bis 20:00	3,76	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	35,0	3,76
20:00 bis 21:00	3,76	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	35,0	3,76
21:00 bis 22:00	3,76	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	35,0	3,76
22:00 bis 23:00	3,76	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	0,0	3,76
23:00 bis 24:00	3,76	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	0,0	3,76

Tabelle 5: Spezifische Wärmeleistung von Personen (Austrian Standards International, 2020)

Die Annahmen zur Lüftung von Haupträumen werden in Kapitel 7.4 der ÖNORM B 8110-3 wie folgt definiert:

„Bei der Berechnung des Temperaturverlaufs dürfen öffenbare Fenster, Fenstertüren, Türen und andere Lüftungsöffnungen gemäß Anhang B in der Berechnung sowohl zur Sicherstellung des hygienischen Luftvolumenstromes als auch der erhöhten Nachtlüftung berücksichtigt werden.

Der hygienische Luftvolumenstrom bei natürlicher Lüftung und der Luftvolumenstrom durch Raumlufttechnik bei mechanischer Lüftung sind anhand der Tabelle 4 und der Tabelle 5 zu ermitteln. Diese Werte stellen Defaultwerte für den Luftvolumenstrom dar. Ist der Wert des geplanten Luftvolumenstroms durch Raumlufttechnik höher (z. B. bei der Nachtlüftung) oder zeitlich verändert als jener Wert, der in Tabelle 2 und Tabelle 3 angegeben ist, so ist dieser für den Nachweis heranzuziehen.“ (Austrian Standards International, 2020: 10)

Die Annahmen zur Lüftung von Nebenräumen werden in Kapitel 7.5 der ÖNORM B 8110-3 wie folgt definiert:

„Bei der Berechnung des Temperaturverlaufs dürfen öffenbare Fenster, Fenstertüren, Türen und andere Lüftungsöffnungen gemäß B.1 in der Berechnung berücksichtigt werden. Höhendifferenzen zwischen den Lüftungsöffnungen dürfen gemäß B.2 in der Berechnung berücksichtigt werden.“ (Austrian Standards International, 2020: 12)

Die Tabellen 6 und 7 enthalten die Werte für den spezifischen hygienischen Luftvolumenstrom bei natürlicher und mechanischer Lüftung.

Tabelle 4 — Spezifischer hygienischer Luftvolumenstrom bei natürlicher Lüftung

	Wohn-gebäude	Büro-gebäude	Kinder-garten	Volks-schule	Schule	Kranken-haus	Pflege-heim	Pension	Hotel
$V_{L(h),BF}$	$m^3/(m^2 \cdot h)$							$m^3/(m^2 \cdot h)$	$m^3/(m^2 \cdot h)$
$V_{L,P(h)}$		m^3/h	m^3/h	m^3/h	m^3/h	m^3/h	m^3/h		
00:00 bis 01:00	1,411	0,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
01:00 bis 02:00	1,411	0,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
02:00 bis 03:00	1,411	0,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
03:00 bis 04:00	1,411	0,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
04:00 bis 05:00	1,411	0,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
05:00 bis 06:00	1,411	0,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
06:00 bis 07:00	1,411	0,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
07:00 bis 08:00	1,411	0,0	9,5	9,5	17,5	35	35	1,411	1,411
08:00 bis 09:00	0,353	35,0	19,0	19,0	35,0	35	35	0,353	0,353
09:00 bis 10:00	0,353	35,0	19,0	19,0	35,0	35	35	0,353	0,353
10:00 bis 11:00	0,353	35,0	19,0	19,0	35,0	35	35	0,353	0,353
11:00 bis 12:00	0,353	35,0	19,0	19,0	35,0	35	35	0,353	0,353
12:00 bis 13:00	0,353	35,0	19,0	0,0	0,0	35	35	0,353	0,353
13:00 bis 14:00	0,353	35,0	19,0	19,0	35,0	35	35	0,353	0,353
14:00 bis 15:00	1,058	35,0	19,0	19,0	35,0	35	35	1,058	1,058
15:00 bis 16:00	1,058	35,0	19,0	19,0	35,0	35	35	1,058	1,058
16:00 bis 17:00	1,058	35,0	9,5	9,5	17,5	35	35	1,058	1,058
17:00 bis 18:00	1,058	0,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,058	1,058
18:00 bis 19:00	1,411	0,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
19:00 bis 20:00	1,411	0,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
20:00 bis 21:00	1,411	0,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
21:00 bis 22:00	1,411	0,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
22:00 bis 23:00	1,411	0,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
23:00 bis 24:00	1,411	0,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411

Tabelle 6: Spezifischer hygienischer Luftvolumenstrom bei natürlicher Lüftung (Austrian Standards International, 2020)

Tabelle 5 — Spezifischer Luftvolumenstrom bei mechanischer Lüftung

	Wohn-gebäude	Büro-gebäude	Kinder-garten	Volks-schule	Schule	Kranken-haus	Pflege-heim	Pension	Hotel
$V_{L(h),BF}$	$m^3/(m^2 \cdot h)$							$m^3/(m^2 \cdot h)$	$m^3/(m^2 \cdot h)$
$V_{L,P(h)}$		m^3/h	m^3/h	m^3/h	m^3/h	m^3/h	m^3/h		
00:00 bis 01:00	1,411	0,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
01:00 bis 02:00	1,411	0,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
02:00 bis 03:00	1,411	0,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
03:00 bis 04:00	1,411	0,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
04:00 bis 05:00	1,411	0,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
05:00 bis 06:00	1,411	35,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
06:00 bis 07:00	1,411	35,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
07:00 bis 08:00	1,411	35,0	9,5	9,5	17,5	35	35	1,411	1,411
08:00 bis 09:00	1,411	35,0	19,0	19,0	35,0	35	35	1,411	1,411
09:00 bis 10:00	1,411	35,0	19,0	19,0	35,0	35	35	1,411	1,411
10:00 bis 11:00	1,411	35,0	19,0	19,0	35,0	35	35	1,411	1,411
11:00 bis 12:00	1,411	35,0	19,0	19,0	35,0	35	35	1,411	1,411
12:00 bis 13:00	1,411	35,0	19,0	0,0	35,0	35	35	1,411	1,411
13:00 bis 14:00	1,411	35,0	19,0	19,0	35,0	35	35	1,411	1,411
14:00 bis 15:00	1,411	35,0	19,0	19,0	35,0	35	35	1,411	1,411
15:00 bis 16:00	1,411	35,0	19,0	19,0	35,0	35	35	1,411	1,411
16:00 bis 17:00	1,411	35,0	9,5	9,5	17,5	35	35	1,411	1,411
17:00 bis 18:00	1,411	35,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
18:00 bis 19:00	1,411	35,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
19:00 bis 20:00	1,411	35,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
20:00 bis 21:00	1,411	35,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
21:00 bis 22:00	1,411	35,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
22:00 bis 23:00	1,411	0,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411
23:00 bis 24:00	1,411	0,0	0,0	0,0	0,0	35	35	1,411	1,411

Tabelle 7: Spezifischer Luftvolumenstrom bei mechanischer Lüftung (Austrian Standards International, 2020)

In den Abbildungen 5 und 6 sind die Definitionen von A und H für verschiedene Fensteröffnungsarten aus Anhang B der ÖNORM B 8110-3 dargestellt, die in den vorangegangenen Kapiteln erläutert wurden.

B.1 Gekippte und geöffnete Fenster und Fenstertüren

In Bild B.1 werden die geometrischen Daten zu Fenstern und Fenstertüren dargestellt.

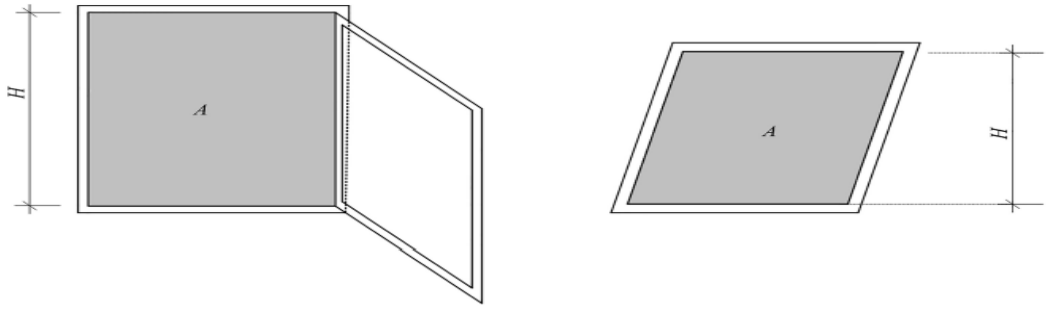
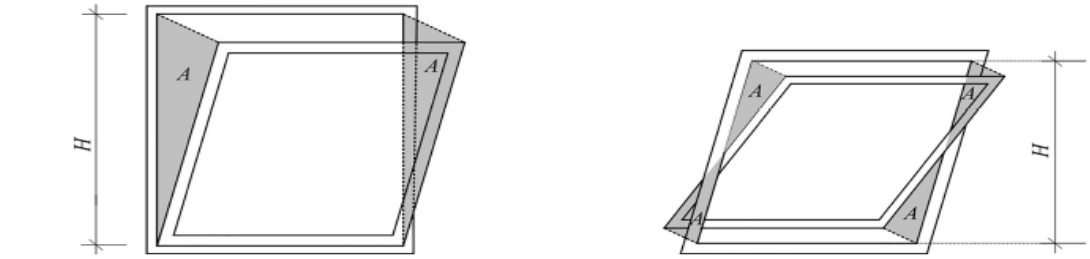


Abbildung 5: Definition von A und H für geöffnete Fenster (Austrian Standards International, 2020)



Legende:

A	Fläche der Lüftungsöffnung, in m²
H	Höhe der Lüftungsöffnung, in m

Abbildung 6: Definition von A und H für gekippte Fenster (Austrian Standards International, 2020)

Zur Analyse der sommerlichen Überwärmung gemäß ÖNORM B 8110-3 und B 8110-6 werden die Berechnungsgrundlagen (Kapitel 7 der ÖNORM B 8110-3) verwendet, deren Werte in den Tabellen 3-7 und Abbildungen 4-6 dargestellt sind. Diese Daten ermöglichen die Berechnung des thermischen Verhaltens, dessen Klassifizierung in Anhang C der ÖNORM B 8110-3 wie folgt definiert ist:

„Die Klassifizierung des sommerlichen Verhaltens von bestehenden Gebäuden und Neubauten mit einem anderen (minderen oder erhöhten) als den mindesterforderlichen sommerlichen Komfort erfolgt durch die Berechnung der operativen Temperatur gemäß Abschnitt 7 mit einer Variation des Tagesmittelwerts der anzunehmenden Außentemperatur. Eine derartige Klassifizierung ist optional.“ (Austrian Standards International, 2020: 31)

In Abbildung 7 sind die Güteklassen für die Bewertung der sommerlichen Überwärmung gemäß Anhang C der ÖNORM B 8110-3 dargestellt.

C.2 Güteklasse „sommertauglich“

Ein Gebäude gilt dann als „sommertauglich", wenn der Außentemperaturverlauf gemäß den landesgesetzlichen Bestimmungen für die Berechnung verwendet wird.

C.3 Güteklasse „gut sommertauglich“

Ein Gebäude gilt dann als „gut sommertauglich“, wenn der Außentemperaturverlauf gegenüber den landesgesetzlichen Bestimmungen um 1,5 K erhöht ist.

C.4 Güteklasse „sehr gut sommertauglich“

Ein Gebäude gilt dann als „sehr gut sommertauglich", wenn der Außentemperaturverlauf gegenüber den landesgesetzlichen Bestimmungen um 3 K erhöht ist.

Abbildung 7: Klassifizierung des sommerlichen Verhaltens (Austrian Standards International, 2020)

3.2.2 ÖNORM B 8110-6

Die ÖNORM B 8110-6 spielt eine entscheidende Rolle bei der Bewertung der sommerlichen Überwärmung von Gebäuden. Diese Norm definiert eine Reihe von wesentlichen Faktoren, die für die korrekte Berechnung der thermischen Belastung von Räumen notwendig sind.

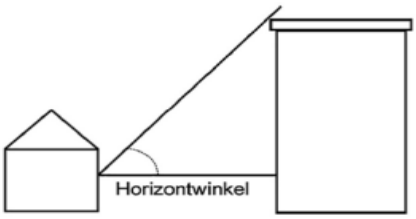
Zu diesen Faktoren gehören die solaren Wärmegewinne, die einen direkten Einfluss auf die Raumtemperatur haben, sowie die Gesamtenergiedurchlassgrade von Verglasungen, die angeben, wie viel Sonnenenergie durch Fenster in den Raum gelangt. Darüber hinaus definiert die ÖNORM B 8110-6 spezifische Gesamtenergiedurchlassgrade (gtot) für sowohl innen- als auch außenliegende Verschattungssysteme.

Ein wesentlicher Bestandteil der Norm sind die detaillierten Verschattungsfaktoren, die die Auswirkungen verschiedener Verschattungselemente auf die solaren Wärmeeinträge bestimmen. Die Norm enthält Tabellen für Verschattungsfaktoren in Bezug auf Horizontüberhöhungen (Fh), horizontale Überstände (Fo) und vertikale Überstände (Ff), die jeweils von verschiedenen Parametern wie Horizontwinkel und Flächenneigung abhängen.

Um einen besseren Überblick über diese Zusammenhänge zu ermöglichen, wurden die relevanten Daten aus den Tabellen 11, 12 und 13 der ÖNORM B 8110-6 in den Tabellen 8 bis 12 dieser Diplomarbeit zusammengefasst.

Tabelle 11 — Verschattungsfaktoren für die Horizontüberhöhung F_h für verschiedene Horizontwinkel und Flächenneigungen

Verschattungsfaktoren für die Horizontüberhöhung F_h für verschiedene Horizontwinkel und Flächenneigungen



Neigung		Horizont-winkel	Winter			Sommer		
			N	O/W	S	N	O/W	S
Vertikal (Standard-fenster)	90°	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	90°	20°	0,75	0,72	0,80	0,76	0,78	0,88
	90°	40°	0,57	0,50	0,40	0,60	0,58	0,76
	90°	60°	0,43	0,29	0,14	0,49	0,37	0,57
	90°	80°	0,38	0,18	0,08	0,45	0,21	0,25
60°		0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
60°		20°	0,81	0,78	0,82	0,82	0,82	0,90
60°		40°	0,66	0,59	0,45	0,69	0,66	0,78
60°		60°	0,55	0,41	0,20	0,60	0,48	0,61
60°		80°	0,49	0,29	0,14	0,56	0,32	0,29

Tabelle 8: Verschattungsfaktoren für die Horizontüberhöhung Fh (Austrian Standards International, 2024)

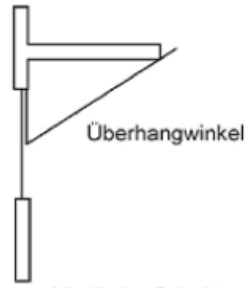
Tabelle 11 (fortgesetzt)

Neigung		Horizont-winkel	Winter			Sommer		
			N	O/W	S	N	O/W	S
30°		0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°		20	0,93	0,91	0,86	0,93	0,91	0,92
30°		40°	0,86	0,79	0,56	0,88	0,82	0,83
30°		60°	0,79	0,64	0,33	0,83	0,70	0,69
30°		80°	0,73	0,51	0,26	0,78	0,53	0,37
Horizontal (Lichtkuppel)	0°	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	0°	20°	0,99	0,97	0,88	0,99	0,95	0,93
	0°	40°	0,96	0,88	0,61	0,97	0,89	0,85
	0°	60°	0,91	0,76	0,39	0,95	0,81	0,73
	0°	80°	0,85	0,62	0,31	0,89	0,64	0,41

Tabelle 9: Fortsetzung Verschattungsfaktoren für die Horizontüberhöhung Fh (Austrian Standards International, 2024)

Tabelle 12 — Verschattungsfaktoren für horizontale Überstände F_o bei verschiedenen Flächenneigungen

Verschattungsfaktoren für horizontale Überstände F_o bei verschiedenen Flächenneigungen



Neigung	Überhangs-winkel	Winter			Sommer		
		N	O/W	S	N	O/W	S
90°	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
90°	20°	0,90	0,86	0,92	0,90	0,95	0,90
90°	40°	0,79	0,71	0,83	0,80	0,88	0,78
90°	60°	0,64	0,51	0,68	0,68	0,78	0,62
90°	80°	0,42	0,23	0,34	0,51	0,50	0,33
60°	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
60°	20°	0,89	0,84	0,91	0,91	0,94	0,90
60°	40°	0,78	0,68	0,81	0,81	0,88	0,79
60°	60°	0,63	0,48	0,66	0,68	0,77	0,64
60°	80°	0,38	0,22	0,32	0,47	0,47	0,34
30°	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	20	0,89	0,82	0,89	0,91	0,94	0,91
30°	40°	0,76	0,64	0,77	0,82	0,87	0,81
30°	60°	0,59	0,43	0,60	0,68	0,75	0,66
30°	80°	0,31	0,19	0,29	0,39	0,42	0,35
0°	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabelle 10: Verschattungsfaktoren für horizontale Überstände Fo (Austrian Standards International, 2024)

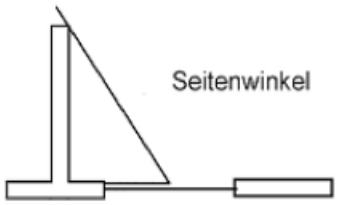
Tabelle 12 (fortgesetzt)

Neigung	Überhangs-winkel	Winter			Sommer		
		N	O/W	S	N	O/W	S
0°	20°	0,88	0,80	0,88	0,92	0,94	0,92
0°	40°	0,75	0,61	0,75	0,82	0,86	0,82
0°	60°	0,58	0,40	0,58	0,68	0,74	0,68
0°	80°	0,28	0,18	0,28	0,35	0,39	0,35

Tabelle 11: Fortsetzung Verschattungsfaktoren für die Horizontüberhöhung Fo (Austrian Standards International, 2024)

Tabelle 13 — Verschattungsfaktoren für vertikale Überstände F_f bei verschiedenen Flächenneigungen

Verschattungsfaktoren für vertikale Überstände F_f bei verschiedenen Flächenneigungen



Horizontaler Schnitt

Neigung	Seiten-winkel	Winter			Sommer		
		N	O/W	S	N	O/W	S
90°	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
90°	20°	0,90	0,90	0,95	0,96	0,95	0,87
90°	40°	0,79	0,79	0,88	0,83	0,80	0,58
90°	60°	0,64	0,63	0,77	0,64	0,57	0,30
90°	80°	0,36	0,28	0,43	0,42	0,27	0,17
60°	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
60°	20°	0,88	0,91	0,95	0,95	0,95	0,90
60°	40°	0,76	0,81	0,89	0,84	0,82	0,67
60°	60°	0,59	0,66	0,80	0,67	0,63	0,46
60°	80°	0,33	0,36	0,52	0,42	0,35	0,34
30°	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	20	0,84	0,93	0,96	0,94	0,95	0,95
30°	40°	0,69	0,85	0,92	0,85	0,87	0,86
30°	60°	0,50	0,73	0,86	0,71	0,75	0,77
30°	80°	0,28	0,51	0,72	0,41	0,53	0,68
0°	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0°	20°	0,82	0,94	0,97	0,94	0,95	0,98
0°	40°	0,65	0,87	0,94	0,86	0,89	0,96
0°	60°	0,46	0,77	0,89	0,74	0,81	0,93
0°	80°	0,26	0,59	0,81	0,41	0,62	0,85

Tabelle 12: Verschattungsfaktoren für vertikale Überstände Ff (Austrian Standards International, 2024)

Um die solare Wärmeeinstrahlung durch Verglasungen zu bewerten, wird der Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert) herangezogen. Dieser Wert gibt an, welcher Anteil der Strahlungsenergie bei senkrechtem Einfall und unter idealisierten Bedingungen (saubere Glasoberfläche) in den Raum übertragen wird.

Für die in meiner Diplomarbeit durchgeführten Berechnungen wurden die typischen Werte für verschiedene Glasarten (Ug-Werte, Emissionsgrade, g-Werte, Lichttransmissionsgrade, Farbwiedergabeindizes) aus Tabelle 14 der ÖNORM B 8110-6 entnommen und in Tabelle 13, 14 und 15 dargestellt.

Tabelle 14 — Defaultwerte für den Gesamtenergiedurchlassgrad und andere wichtige Kennwerte transparenter Bauteile aus Floatglas und Kunststoffen

Zeile	Typologie und Bezeichnung	Aufbau[a]	U_g	g	T_v	R_a
A	Bestandsfenster bis ca. 2005 in Anlehnung an OIB-Richtlinie 6					
A01	Einscheibenglas U_w = 5,8	3	5,8	0,86	0,91	99
A02	Kastenfenster U_w = 2,5	3/Luft/3	2,8	0,81	0,83	99
A03	Verbundfenster U_w = 3,0	3/Luft/3	2,8	0,81	0,83	99
A04	Isolierglasfenster unbeschichtet U_w = 2,9	4/ Luft /4	2,9	0,77	0,81	98
A05	Isolierglasfenster beschichtet U_w = 1,9	4/ Luft /4	1,8	0,76	0,75	98
B	Wärmeschutzglas (Low-E2) beschichtet)					
B01	2fach-Verglasung (U_w = 1,4, $\varepsilon_{E3} \geq$ 3 %)	4/AR/4	1,1	0,65	0,81	99
B02	2fach-Verglasung (ε_{E3} = 1 %)	4/AR od. KR/4	1,0	0,58	0,78	98
B03	3fach-Verglasung (ε_{E2} = 3 %, ε_{E5} = 1 %)	4/AR/4/AR/4	0,7	0,46	0,67	94
B04	3fach-Verglasung (ε_{E2} = 3 %, ε_{E5} = 1 %)	4/KR/4/KR/4	0,5	0,46	0,67	94
C	Sonnenschutzglas absorbierend (Low-E-Glas, Außenscheibe gefärbt)					
C01	2fach-Verglasung (ε_{E3} = 1 %) Grau	6/AR/4	1,2	0,35	0,40	95
C02	2fach-Verglasung (ε_{E3} = 1 %) Grün	6/AR/4	1,2	0,38	0,66	88
C03	2fach-Verglasung (ε_{E3} = 1 %) Hellblau	6/AR/4	1,2	0,43	0,66	88
C04	2fach-Verglasung (ε_{E3} = 1 %) Dunkelblau	6/AR/4	1,2	0,35	0,52	79
D	Sonnenschutzglas selektiv (Low-E-Glas, Außenscheibe selektiv beschichtet)					
D01	2fach-Verglasung (ε_{E2} = 1 %)	6/AR/4	1,2	0,37	0,70	95
D02	2fach-Verglasung (ε_{E2} = 1 %)	6/AR/4	1,2	0,30	0,47	95
D03	2fach-Verglasung (ε_{E2} = 1 %)	6/AR/4	1,2	0,19	0,30	89
D04	3fach-Verglasung (ε_{E2} = 1 %, ε_{E5} = 3 %)	6/AR/4/AR/4	0,7	0,34	0,64	94
D05	3fach-Verglasung (ε_{E2} = 1 %, ε_{E5} = 3 %)	6/AR/4/AR/4	0,7	0,27	0,43	93
D06	3fach-Verglasung (ε_{E2} = 3 %, ε_{E5} = 1 %)	6/AR/4/AR/4	0,7	0,20	0,36	90
E	Vakuum-Isolier-Glas VIG (Wärmedurchlasskoeffizient Zwischenraum 0,75W/(m² · K))					
E01	VIG singulär (6,7 bis 11 mm)	VIG	0,7	0,59	0,81	97
E02	VIG hybrid mit Wärmeschutzglas	6/AR/VIG	0,5	0,45	0,70	96

Tabelle 13:Defaultwerte für den Gesamtenergiedurchlassgrad (Austrian Standards International, 2024)

Tabelle 14 (fortgesetzt)

Zeile	Typologie und Bezeichnung	Aufbau[a]	U_g	g	T_V	R_a
E03	VIG mit Sonnenschutzfunktion (7,7 bis 11 mm)	VIG	0, 7	0,39	0,73	96
E04	VIG hybrid mit Sonnenschutzfunktion	6/AR/VIG	0,5	0,31	0,61	93
F	Flachdachfenster mit Wärmeschutzverglasung mit Abdeckung/en „X" aus Glas od. Acryl					
F01	2fach-Verglasung, klar	X +(4/ AR/3·3)	1,2	0,50	0,68	97
F02	2fach-Verglasung mit Sonnenschutz, opal	X + (4/ AR/3·3)	1,2	0,20	0,25	85
F03	3fach-Verglasung, klar	X + (8/AR/4/AR/3·3)	1,0	0,49	0,63	95
F04	2fach-Verglasung, Kuppel-2schalig	X + (4/AR/3·3)	1,1	0,40	0,75	≥ 95
F05	2fach-Verglasung, Kuppel 3-schalig	X +(4/AR/3·3)	1,0	0,38	0,69	≥ 95
F06	2fach-Verglasung, Kuppel 4-schalig	X + (4/AR/3·3)	0,9	0,34	0,63	≥ 95
F07	2fach-Verglasung, Kuppel 5-schalig	X + (4/AR/3·3)	0,9	0,29	0,57	≥ 95
G	Lichtkuppel mit Polycarbonat-Stegplatte (PC)					
G01	Lichtkuppel mit 16 mm PC-Stegplatte	1-schalig	1,6	0,56	0,46	≥ 95
G02	Lichtkuppel mit 16 mm PC-Stegplatte	2-schalig	1,4	0,53	0,42	≥ 95
G03	Lichtkuppel mit 20 mm PC-Stegplatte	1-schalig	1,2	0,53	0,39	≥ 95
G04	Lichtkuppel mit 20 mm PC-Stegplatte	2-schalig	1,1	0,50	0,37	≥ 95
H	Lichtkuppel aus Acrylglas (PMMA) oder Polycarbonat (PC)					
H01	Lichtkuppel, klar	2-schalig	2,7	0,70	0,82	≥ 95
H02	Lichtkuppel, klar	3-schalig	1,8	0,65	0,75	≥ 95
H03	Lichtkuppel, klar	4-schalig	1,5	0,58	0,68	≥ 95
H04	Lichtkuppel, klar	5-schalig	1,1	0,50	0,62	≥ 95
H05	Ausführung, opal: Korrekturwerte für die Zeilen H01 bis H04 (jeweils)		–	–0,10	–0,07	–

Tabelle 14: Defaultwerte für den Gesamtenergiedurchlassgrad (fortgesetzt) (Austrian Standards International, 2024)

I	Profilbauglas aus 6 mm od. 7 mm U-Profilen sowie Profilbauglas-System					
I01	Profilbauglas ohne Wärmeschutz	1-schalig	5,7	0,79	0,86	–
I02	Profilbauglas ohne Wärmeschutz	2-schalig	2,8	0,68	0,75	–
I03	Profilbauglas mit Sonnenschutz,	2-schalig	2,8	0,49	0,43	–
I04	Profilbauglas mit Wärmeschutz	2-schalig	1,8	0,63	0,70	–
I05	Profilbauglas mit Wärme- und Sonnenschutz	2-schalig	1,8	0,45	0,41	–
I06	Profilbauglas mit Low-E	3-schalig	0,9	0,51	0,52	–
I07	Profilbauglas-System, ohne Dämmung	ca. 80 mm	1,1	≤ 0,51	≤ 0,50	–
I08	Profilbauglas-System, einfach gedämmt	ca. 160 mm	0,8	≤ 0,25	–	–
I09	Profilbauglas-System, doppelt gedämmt	ca. 160 mm	0,7	≤ 0,20	–	–

[a] Aufbau der Verglasung gemäß glastechnischem Mindesterfordernis; Glasstärken in mm.
Scheibenzwischenraum gemäß dem jeweiligen Stand der Technik.
Edelgas-Füllgrad von Wärmeschutzverglasungen 90 % (AR = Argon, KR = Krypton)

Low-E: Abkürzung für Low-Emissivity-Glas (Glas mit niedriger Abstrahlung von Longwave-Infrared LIR).
Der Emissionsgrad „ε" dieser Funktionsschicht wird in % angegeben.
Die Ebene/n „E" auf der die Funktionsschicht/en positioniert ist bzw. sind, werden von außen nach innen nummeriert (E3 steht für die Außenseite der Innenscheibe bei einer 2fach-Verglasung).

Obligatorische Absturzsicherung erfordern Verbundsicherheitsglas VSG.
3·3 kennzeichnet ein Verbundglas aus 2 Scheiben mit je 3 mm.

Anmerkung: Glasstärken und Sicherheitsfunktionen (ESG, TVG und VSG) beeinflussen die bauphysikalischen Tabellenwerte nur unwesentlich.

Kennwerte für Glasprodukte wurden mittels validierter Software berechnet.
Kennwerte für Lichtkuppeln und Profilbaugläser basieren auf überprüften Herstellerangaben.

Legende

U_g Wärmedurchgangswert der Verglasung, in W/(m² · K)
U_W Wärmedurchgangswert Fenster, in W/(m² · K)
g Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung
T_V Lichttransmission (wird auch als LT bezeichnet)
R_a Farbwiedergabeindex R_a nach CIE
Für einen guten Außenbezug sollte der R_a mindestens 95 betragen (100 entspricht dem Sonnenlicht, ab R_a < 95 kommt es zu erkennbaren Farbverschiebungen).

Tabelle 15: Defaultwerte für den Gesamtenergiedurchlassgrad (fortgesetzt) (Austrian Standards International, 2024)

Die Berücksichtigung von Abschlüssen (Sonnenschutzsystemen) ist ein wesentlicher Bestandteil der ÖNORM B 8110-6 zur Berechnung der sommerlichen Überwärmung.

Für äußere Abschlüsse wie Raffstores, Rollläden und Fassadenmarkisen werden in den Tabellen 18 und 19 typische gtot-Werte in Abhängigkeit von Reflexionsklassen und Öffnungsgraden angegeben. Diese Tabellen können auch für Abschlüsse mit ähnlichen Eigenschaften wie Falt-, Schiebe- und Klappläden verwendet werden.

Für innere Abschlüsse, deren Sonnenschutzwirkung im Wesentlichen vom g-Wert der vorgelagerten Verglasung abhängt, werden in Tabelle 20 typische gtot-Werte für verschiedene Typen wie Lamellen, textile Behänge, alubedampfte Behänge und Folien angegeben.

Die in den Tabellen 18 und 19 aufgeführten Werte für äußere Abschlüsse sowie die in Tabelle 20 aufgeführten Werte für innere Abschlüsse sind in dieser Diplomarbeit in den Tabellen 16, 17 und 18 zu finden.

Tabelle 18 — Typische Gesamtenergiedurchlassgrade g_{tot} für Abschlüsse außen in verschiedenen Stellungen und Verglasungen, $U \leq 1{,}5$ W/(m² · K)

Gesamtenergiedurchlassgrade g_{tot} für äußere Abschlüsse in Kombination mit Verglasungen	Sehr hell	Hell	Dunkel	Sehr dunkel
Lamellenbehänge, fast geschlossen	0,07	0,07	0,07	0,07
Lamellenbehänge, Lamellenwinkel halboffen (bis zu 45°)	0,12	0,10	0,09	0,07
Lamellenbehänge, Lamellen geöffnet (bis zu 90°)	0,24	0,19	0,15	0,09
Fassadenmarkisen mit Alubeschichtung außen, Lochanteil ≤ 5 %	0,10	0,10	0,10	0,10
Fassadenmarkisen, unbeschichtet, mit Lochanteil ≤ 5 %	0,17	0,13	0,11	0,10
Fassadenmarkisen mit und ohne Alubeschichtung, Lochanteil < 15 %	0,25	0,17	0,17	0,17
Fassadenmarkisen Acryl (dicht gewebt)	0,23	0,15	0,12	0,10
Rollladen, dicht geschlossen	0,05	0,05	0,06	0,06
Rollladen, Luft/Lichtschlitz offen	0,06	0,06	0,07	0,07
Rollladen (die unteren 25 % des Fensters ist nicht beschattet)	0,20	0,20	0,22	0,22
ANMERKUNG Anwendungen von Lamellenwinkel halboffen (45°) und Lamellen geöffnet (90°) sind nur für Fälle hoher Sonnenhöhen (d. h. Eigenverschattung der Lamellen) zulässig.				

Tabelle 16: Typische Gesamtenergiedurchlassgrade Abschlüsse außen U ≤ 1,5 W/(m2 · K) (Austrian Standards International, 2024)

Tabelle 19 — Typische Gesamtenergiedurchlassgrade g_{tot} für Abschlüsse außen in verschiedenen Stellungen und Verglasungen, $U > 1{,}5$ W/(m² · K)

Gesamtenergiedurchlassgrade g_{tot} für äußere Abschlüsse in Kombination mit Verglasungen ohne effektive Wärmeschutzbeschichtung	Sehr hell	Hell	Dunkel	Sehr dunkel
Lamellenbehänge, fast geschlossen	0,10	0,10	0,14	0,14
Lamellenbehänge, Lamellenwinkel halboffen (bis zu 45°)	0,15	0,13	0,15	0,15
Lamellenbehänge, Lamellen geöffnet (bis zu 90°)	0,30	0,25	0,22	0,18
Fassadenmarkisen mit Alubeschichtung außen, Lochanteil ≤ 5 %	0,14	0,14	0,14	0,14
Fassadenmarkisen, unbeschichtet, mit Lochanteil ≤ 5 %	0,20	0,16	0,14	0,17
Fassadenmarkisen mit und ohne Alubeschichtung, Lochanteil < 15 %	0,30	0,25	0,25	0,25
Fassadenmarkisen Acryl (dicht gewebt)	0,29	0,21	0,17	0,14
Rollladen, dicht geschlossen	0,08	0,08	0,12	0,12
Rollladen, Luft/Lichtschlitz offen	0,10	0,10	0,14	0,14
Rollladen (die unteren 25 % des Fensters ist nicht beschattet)	0,25	0,26	0,27	0,30
ANMERKUNG Anwendungen von Lamellenwinkel halboffen (45°) und Lamellen geöffnet (90°) sind nur für Fälle hoher Sonnenhöhen (d. h. Eigenverschattung der Lamellen) zulässig.				

Tabelle 17: Typische Gesamtenergiedurchlassgrade Abschlüsse außen U > 1,5 W/(m2 · K) (Austrian Standards International, 2024)

Tabelle 20 — Typische Gesamtenergiedurchlassgrade g_{tot} für verschiedene Abschlüsse innen sowie Verglasung ohne Sonnenschutzfunktion, ($g \geq 0{,}45$) und Verglasung mit Sonnenschutzfunktion ($g < 0{,}45$)

Innere Abschlüsse	Gesamtenergiedurchlasswerte g_{tot} in Kombination mit Verglasungen	
	ohne Sonnenschutzfunktion	mit Sonnenschutzfunktion
Textile Behänge der Reflexionsklasse 1 und Folien mit $T_v \leq 3$ %	0,30	0,25
Lamellen der Klasse 1, textile Behänge der Reflexionsklasse 2 und Folien mit T_v von 6 % bis 18 %	0,40	– (nur Blendschutz)
Alubedampfte/beschichtete, textile Behänge	0,45	– (nur Blendschutz)
Lamellen der Reflexionsklasse 2 und textile Behänge der Reflexionsklasse 3	– (nur Blendschutz)	– (nur Blendschutz)
Lamellen der Reflexionsklassen 3 und 4 sowie textile Behänge der Reflexionsklasse 4	– (nur Blendschutz)	– (nur Blendschutz)
Legende T_v visuelle Transmission		

Tabelle 18: Typische Gesamtenergiedurchlassgrade Abschlüsse innen (Austrian Standards International, 2024)

3.3 Klimaaktiv

„Das Programm klimaaktiv Bauen und Sanieren des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) unterstützt das Ziel der Klimaneutralität 2040 im Bereich energieeffizienter Neubauten und qualitativ hochwertiger Sanierungen in Österreich. Herzstück des Programms ist der klimaaktiv Gebäudestandard. Er steht für Gebäude, die besonders hohen Anforderungen an Energieeffizienz und Ökologie sowie an professionelle Ausführung entsprechen. Der Bauwirtschaft kommt im Klimaschutz besondere Bedeutung zu. Beim Neubau oder der Sanierung eines Gebäudes werden Entscheidungen für die nächsten Jahrzehnte getroffen – zu Wohnkomfort, Ressourcenverbrauch, Energiebedarf und langfristiger Leistbarkeit. Bereits jetzt bauen und sanieren wir die Gebäude, in denen wir noch weit über das Jahr 2050 leben werden. klimaaktiv Gebäude in Österreich zeigen: Es geht!“ (klimaaktiv, 2020)

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wird untersucht, wie die sommerliche Überwärmung von Räumen reduziert werden kann. Der klimaaktiv Kriterienkatalog spielt dabei eine wichtige Rolle, da er detaillierte Anforderungen an nachhaltiges Bauen definiert. Die Erfüllung dieser Kriterien ermöglicht den Zugang zu Fördermitteln, die einen wichtigen Anreiz für die Umsetzung von Maßnahmen darstellen. Im Unterpunkt 3.3.1 und 3.3.2 wird der klimaaktiv Kriterienkatalog näher betrachtet.

3.3.1 Kriterienkatalog Wohnbau

Im klimaaktiv Kriterienkatalog Wohnbau wird im Unterpunkt D.1 „Thermischer Komfort“ die relevante Vorgabe für die Beurteilung des thermischen Komforts beschrieben:

„Wohnungen mit gut gedämmten Wänden und hochwertigen Fenstern – wie etwa in klimaaktiv Gebäuden – werden im Winter als sehr angenehm empfunden. Maßnahmen zur Sommertauglichkeit stellen auch bei steigenden Temperaturen sicher, dass klimaaktiv Gebäude im Sommer und in den Übergangszeiten eine überdurchschnittlich hohe Behaglichkeit bieten. Mit Hilfe guter Planung kann die Zahl der Überhitzungsstunden auf ein Minimum reduziert werden“ (klimaaktiv, 2020)

Fortsetzend wird Im Unterpunkt D.1.1 „Thermischer Komfort im Sommer“ folgendes beschrieben:

„Wie stark sich ein Gebäude aufheizt, hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, unter anderem Fensterfläche, -orientierung und -qualität, Verschattungsmaßnahmen, Dämmstandard der Hülle, Speichermassen und Lüftungsverhalten. Der Einfluss dieser Faktoren kann mit geeigneten Berechnungsverfahren quantifiziert werden.

Das optimale Zusammenspiel von Faktoren wie etwa Größe der Fensterflächen und Speichermassen, Lüftungsmöglichkeiten und Sonnenschutz führt in der heißen Jahreszeit zu einem besseren thermischen Komfort, wodurch der nachträgliche Kauf und Einsatz stromverbrauchender Raumkühlgeräte vermieden werden.“ (klimaaktiv, 2020)

Die Einhaltung der Mindestanforderung erfordert, dass der Nachweis der sommerlichen Überwärmung für alle kritischen Räume mindestens die Güteklasse B „sommertauglich“ nach ÖNORM B 8110-3 erreicht.

3.3.2 Kriterienkatalog Nicht-Wohnbau

Im klimaaktiv Kriterienkatalog Dienstleistungsgebäude wird im Unterpunkt D.1 „Thermischer Komfort“ die relevante Vorgabe für die Beurteilung des thermischen Komforts beschrieben:

„Die Herstellung von angenehmen Innenraumklimabedingungen trägt wesentlich zum Wohlbefinden und zur Konzentrationsfähigkeit bei und ist gerade bei Gebäuden mit hoher Belegungsdichte und hohen inneren Lasten eine besondere Planungsherausforderung.“ (klimaaktiv, 2020)

Weiters wird Im Unterpunkt D.1.1 „Thermischer Komfort im Sommer“ folgendes beschrieben:

„Bei der klimaaktiv Einstufung wird eine Differenzierung vorgenommen zwischen Gebäuden, die keine aktive Kühlung aufgrund der optimierten Hülle, aufgrund von Verschattungseinrichtungen und der Möglichkeit zu einer effizienten Nachtlüftung benötigen oder ggf. mit Free-Cooling-Systemen auskommen, und solchen mit aktiver Kühlleistung.

Variante A: Gebäude ohne aktive Kühlung

Alternative Anforderungen:

- Dynamische Gebäudesimulation mit Temperaturen von 26° C zu max. 5 Prozent der Nutzungszeit (50 Punkte)
- Free-Cooling Systeme (50 Punkte)

- PHPP Berechnung für Gesamtgebäude oder kritische Räume mit Überschreitungshäufigkeit der Behaglichkeitstemperatur von 25° C weniger als 3 Prozent (bis max. 10 Prozent) der Jahresstunden (bis 40 Punkte)
- Sommertauglichkeit gemäß ÖNORM 8110-3 (20 Punkte)

Variante B: Gebäude mit aktiver Kühlung

Anforderungen:

Hier fließt die erforderliche notwendige Energiebereitstellung für das Erreichen von Komfortbedingungen im Sommer in die Bewertung mit ein. Die Bewertung erfolgt abhängig vom Nutzkältebedarf (20 Prozent), der Kühlleistung in kritischen, typischen Räumen (30 Prozent) und dem Kälteabgabesystem (50 Prozent).“ (klimaaktiv, 2020)

Sowohl der klimaaktiv Kriterienkatalog Wohnbau als auch der für Dienstleistungsgebäude (Nicht-Wohnbau) legen unter dem Punkt „Thermischer Komfort“ großen Wert auf die Vermeidung sommerlicher Überwärmung.

Für Wohngebäude wird betont, dass gute Planung und das Zusammenspiel von Faktoren wie Fenstergestaltung, Verschattung, Dämmung, Speichermasse und Lüftung entscheidend sind, um thermische Behaglichkeit zu gewährleisten und den Einsatz aktiver Kühlung zu vermeiden. Die Mindestanforderung ist die Erreichung der Güteklasse B „sommertauglich“ nach ÖNORM B 8110-3 für alle kritischen Wohnräume.

Im Bereich Nicht-Wohngebäude wird differenziert zwischen Gebäuden ohne und mit aktiver Kühlung. Gebäude ohne aktive Kühlung müssen alternative Nachweise erbringen, wie geringe Überhitzungszeiten durch Simulationen, den Einsatz von Free-Cooling oder die Einhaltung von Grenzwerten bezüglich der Überschreitung der Behaglichkeitstemperatur. Die Sommertauglichkeit nach ÖNORM B 8110-3 wird ebenfalls als Kriterium genannt. Für Gebäude mit aktiver Kühlung wird die Bewertung anhand des Nutzkältebedarfs und der Effizienz des Kühlsystems vorgenommen. In beiden Fällen zielt klimaaktiv darauf ab, durch optimierte Gebäudeplanung und -ausführung einen hohen thermischen Komfort im Sommer zu erreichen und idealerweise auf aktive Kühlung zu verzichten oder deren Bedarf zu minimieren.

4 Vorgangsweise

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Thematik der sommerlichen Überwärmung von Räumen unter Berücksichtigung zweier unterschiedlicher Nutzungsszenarien: dem Wohngebäude (Nutzung Wohnen) und dem Nichtwohngebäude (Nutzung Büro). Ziel der Untersuchung ist es, anhand vergleichender Simulationen praxisnahe Erkenntnisse zu gewinnen, die zur Optimierung der thermischen Behaglichkeit in Räumen während der Sommermonate beitragen können. Als Grundlage für die Analyse dienten Pläne aus bereits realisierten Bauprojekten, welche als Modell für die Durchführung der Simulationen herangezogen wurden. Die Berechnungen erfolgten mithilfe der Raumsimulationssoftware Archiphysik 25.0 (Version 25.0.18). Dabei wurden die Vorgaben und Normen der ÖNORM B 8110-3:2020-06 sowie der OIB-Richtlinie 6 (Ausgabe Mai 2023) berücksichtigt, um eine normgerechte und realitätsnahe Bewertung zu gewährleisten.

Im Rahmen der Simulationen wurden zentrale Einflussfaktoren auf die sommerliche Überwärmung untersucht. Dazu zählen insbesondere die Bauweise (Massiv- vs. Leichtbau), die Raumorientierung, der Anteil und die Qualität der Verglasung, das Lüftungskonzept sowie Verschattungselemente. Die Analyse dieser Parameter ermöglicht es, fundierte Rückschlüsse auf die thermische Performance unterschiedlicher Bauweisen und Planungsentscheidungen zu ziehen.

In den folgenden Kapiteln werden zunächst die methodischen und technischen Grundlagen der Untersuchung dargelegt. Dazu gehören eine ausführliche Beschreibung der verwendeten Software Archiphysik 25, die charakteristischen Eigenschaften der untersuchten Bauweisen, die Definition der Referenzräume sowie die Annahmen zu internen Wärmequellen, Lüftungsszenarien und Verschattungsmaßnahmen. Im Anschluss daran werden die Ergebnisse der Simulationen systematisch dargestellt und im Kontext der einschlägigen Normen interpretiert. Alle verwendeten Annahmen, darunter Materialkennwerte, Bauteilaufbauten sowie verwendete Sonnenschutzsysteme, sind im Anhang der Arbeit detailliert dokumentiert. Ein zentraler Fokus der Arbeit liegt auf dem Einfluss der wirksamen Speichermasse, die in Abhängigkeit von der gewählten Bauweise (Massiv- oder Leichtbau) erheblich zur Reduktion sommerlicher Temperaturspitzen beitragen kann. Zu diesem Zweck wurden exemplarische Räume analysiert, die durch große Verglasungsflächen mit Süd und Westausrichtung sowie

ein vergleichsweise geringes Raumvolumen gekennzeichnet sind – beide Faktoren, die die Überwärmungsgefahr erhöhen. Die Untersuchungen erfolgten unter Annahme eines sogenannten maßgebenden Raumes, also jenes Raumes mit der ungünstigsten thermischen Situation, und wurden sowohl für den Wohn- als auch für den Bürobereich durchgeführt.

Für die Simulationen wurden zwei Hauptvarianten modelliert:

- Variante 1: Massivbauweise – Sämtliche Bauteile bestehen aus Stahlbeton.
- Variante 2: Leichtbauweise – Die Konstruktion erfolgt vollständig in Leichtbauweise.

Zur besseren Veranschaulichung der beiden Varianten enthält Kapitel 5 „Wohngebäude“ bzw. 6 „Nichtwohngebäude“ jeweils einen grafischen Übersichtsplan. Die Außenwände der Massivbauvariante wurden als Stahlbetonbauteile mit Wärmedämmverbundsystem (WDVS) konzipiert, während für die Leichtbauvariante die Bauteilaufbauten auf Grundlage der Plattform Dataholz gewählt wurden. Auch bei den Innenwänden kamen sowohl massive (Stahlbeton) als auch leichte (Gipskarton) Konstruktionen zum Einsatz. Die Decken wurden je nach Variante als Stahlbeton- oder Holzmassivdecken betrachtet, zusätzlich mit und ohne abgehängte Unterdecken. Eine genaue Auflistung und Beschreibung der Bauteilaufbauten findet sich in den Kapiteln 4.2 „Aufbauten Wohngebäude“ und 4.3 „Aufbauten Nichtwohngebäude“.

4.1 Vermeidung sommerlicher Überwärmung mittels Archiphysik 25

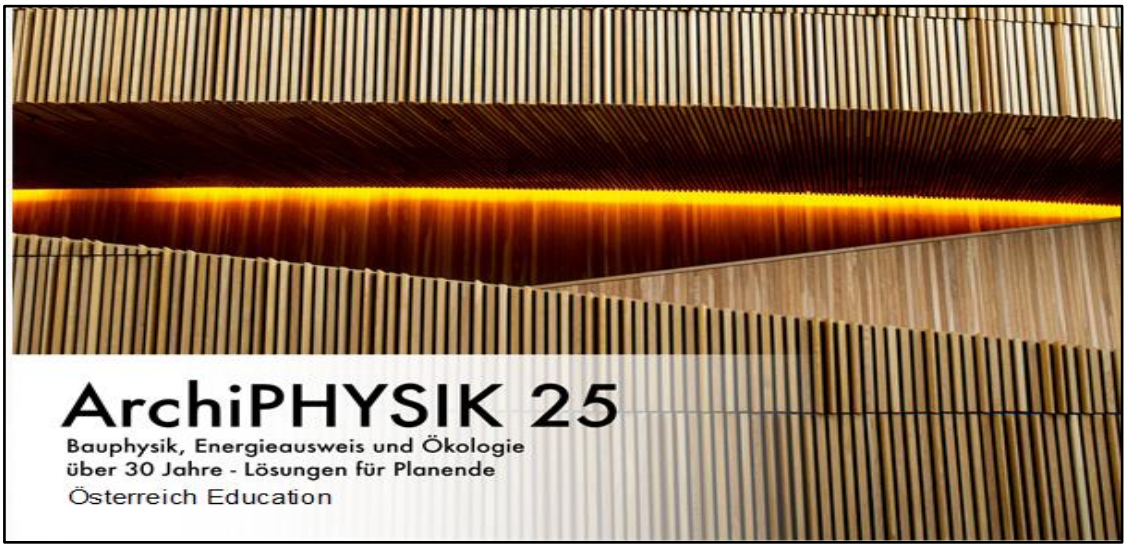


Abbildung 8: Software Archiphysik 25 (ArchiPHYSIK, 2024)

Bei Neubauten und umfangreichen Sanierungen ist entweder die Vermeidung sommerlicher Überwärmung nachzuweisen oder die Einhaltung des außeninduzierten Kühlbedarfs KB* sicherzustellen. In Archiphysik 25 erfolgt der Nachweis zur Vermeidung sommerlicher Überwärmung sowohl nach der OIB-Richtlinie 6:2023 (siehe Kapitel 3.1 „OIB-Richtlinien“) als auch nach der ÖNORM B 8110-3:2020-06 (siehe Kapitel 3.2 „ÖNORMEN“).

Die OIB-Richtlinie 6:2023 definiert die Anforderungen an die Berechnung, die zu berücksichtigenden Gebäudebereiche sowie die Nachweisführung für Wohn- und Nichtwohngebäude. Die detaillierte Berechnung des sommerlichen Wärmeschutzes erfolgt gemäß der ÖNORM B 8110-3:2020-06.

Das für die Berechnung erforderliche Verfahren zur Ermittlung des Tagesverlaufs der operativen Temperatur ist in Kapitel 7 „Berechnung des Tagesverlaufs der operativen Temperatur“ der ÖNORM B 8110-3:2020-06 beschrieben. Die resultierende operative Temperatur darf die gemäß OIB-Richtlinie 6:2023 festgelegte maximal zulässige operative Temperatur nicht überschreiten.

4.1.1 Archiphysik 25 "Raumdaten"

Nach der Eingabe der projektbezogenen Adresse in Archiphysik 25 werden automatisch die für den jeweiligen Standort in Österreich gültigen Klimadaten geladen. Diese bilden die Grundlage für alle weiteren thermischen Berechnungen und ermöglichen eine ortsbezogene Bewertung des sommerlichen Wärmeschutzes. Bevor mit der eigentlichen Simulation begonnen werden kann, müssen zunächst alle relevanten Bauteile des Raumes – darunter Außen- und Innenwände, Decken, Fußböden sowie Fenster – definiert und in ihrer jeweiligen Konstruktion detailliert beschrieben werden. Nach Abschluss der Bauteildefinition ist die Grundlage für die Durchführung der Berechnungen geschaffen.

Ein zentraler Bestandteil der Modellierung ist der Reiter „Raumdaten“, welcher die Definition der grundlegenden Eigenschaften und Parameter eines Raumes ermöglicht. Zu Beginn wird der Berechnungstag festgelegt. Standardmäßig ist der 15. Juli voreingestellt – ein typischer Sommertag zur Bewertung der sommerlichen Überwärmung –, dieser kann jedoch bei Bedarf individuell angepasst werden. Anschließend erfolgt die Festlegung der Raumnutzung, wobei zwischen Wohngebäude und Nichtwohngebäude unterschieden wird. Im Fall von Nichtwohngebäuden ist zusätzlich die Anzahl der im Raum anwesenden Personen anzugeben, da dies direkten Einfluss auf die internen Wärmequellen und damit auf die thermische Last hat. Das Raumvolumen kann entweder automatisch auf Basis der eingegebenen Raumdimensionen mittels interner Formeln

berechnet oder manuell angegeben werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die fiktive Speichermasse von Einrichtungsgegenständen, welche standardmäßig mit 38 kg/m³ berücksichtigt wird, individuell anzupassen. Diese Masse wird proportional zur Grundfläche des Raumes angenommen und stellt eine wichtige Kenngröße für die Bewertung der thermischen Trägheit des Raumes dar.

Am Ende des Eingabeprozesses werden im unteren Bereich des Reiters alle wesentlichen Kenngrößen in einer Übersicht zusammengefasst. Dazu zählen:

- das berechnete Raumvolumen,
- die Immissionsfläche (Fläche aller wärmeübertragenden Außenbauteile),
- die Fensterfläche,
- die zugewiesene Raumklasse,
- die operative Temperatur bei Tag und Nacht,
- sowie die berücksichtigte Speichermasse.

Der Reiter „Raumdaten“ bildet somit die Grundlage für alle weiteren Simulationen, da hier die wichtigsten physikalischen und nutzungsrelevanten Parameter definiert werden. Abbildung 9 zeigt die Benutzeroberfläche dieses Reiters und veranschaulicht die verfügbaren Eingabefelder sowie die Struktur der Datenübersicht.

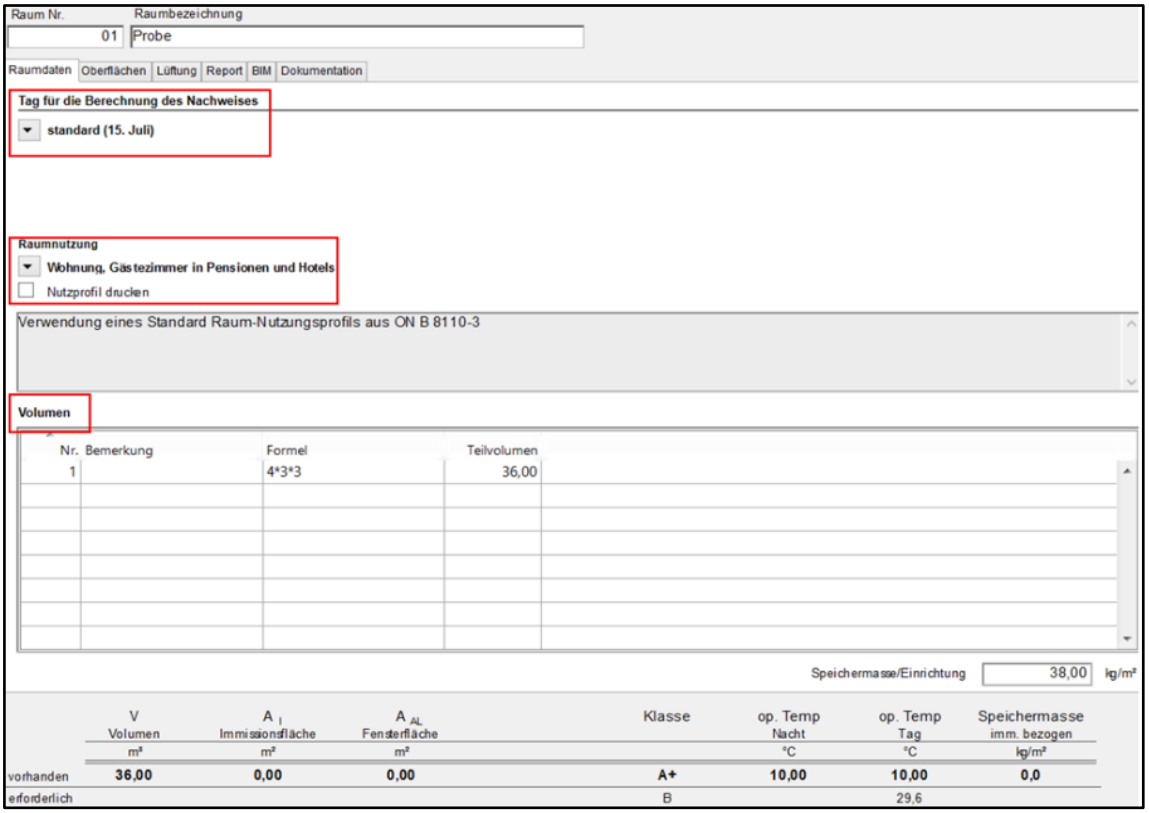


Abbildung 9: Reiter "Raumdaten“ (ArchiPHYSIK, 2024)

4.1.2 Archiphysik 25 "Oberflächen"

Die Funktion des Reiters „Oberflächen“ innerhalb der Software Archiphysik besteht darin, die geometrische und thermische Definition eines Raumes durch die Zuordnung der begrenzenden Bauteile präzise zu modellieren. Dabei wird der Raum vollständig durch jene Bauteile beschrieben, die seine Hülle bilden – also Wände, Decken, Fußböden sowie Dach- oder Bodenplatten. Die Auswahl und Zuweisung der Bauteile erfolgt intuitiv per Drag-and-Drop aus einer vordefinierten Bauteilliste, in der sämtliche zuvor erstellten oder importierten Bauteilaufbauten hinterlegt sind. Nach dem Einfügen eines Bauteils in das Raum-Modell können im Fall von opaken (nicht transparenten) Bauteilen mehrere wichtige Parameter individuell definiert oder angepasst werden.

Zu den zentralen Eingabemöglichkeiten zählen unter anderem:

- die Bauteilfläche, welche entweder automatisch anhand der Raumgeometrie berechnet oder manuell eingetragen werden kann
- die wirksame Speichermasse an der raumzugewandten Seite, die entscheidend für die thermische Trägheit und damit für das sommerliche Temperaturverhalten ist,
- der Absorptionsgrad der Innenoberfläche, der über vordefinierte Kategorien (hell, mittel, dunkel) oder eine benutzerdefinierte Eingabe erfolgt und die Aufnahmefähigkeit der Oberfläche für kurzwellige Strahlung beschreibt,
- sowie die Orientierung und Neigung des Bauteils, welche insbesondere bei Außenbauteilen mit Sonnenexposition eine wichtige Rolle für die Energiebilanz spielen.

Besondere Beachtung erfordert die korrekte Einbindung des Fußbodenaufbaus in die Raumdefinition. Um diesen in die Berechnung mit einzubeziehen, muss das dafür vorgesehene Kontrollkästchen aktiviert werden. Andernfalls bleibt der Fußboden unberücksichtigt, was zu fehlerhaften Ergebnissen führen kann.

Insgesamt dient der Reiter „Oberflächen“ der detaillierten Modellierung aller raumumschließenden Bauteile, wodurch eine realitätsnahe thermische Bewertung im Rahmen der Simulation gewährleistet wird. Diese präzise Definition bildet die Grundlage für die nachfolgenden Berechnungen zur sommerlichen Überwärmung sowie zur Ermittlung der Raumtemperaturverläufe. Abbildung 10 zeigt exemplarisch die Benutzeroberfläche des Reiters „Oberflächen“ bei der Definition opaker Bauteile und gibt einen Überblick über die verfügbaren Eingabefelder und Einstellungen.

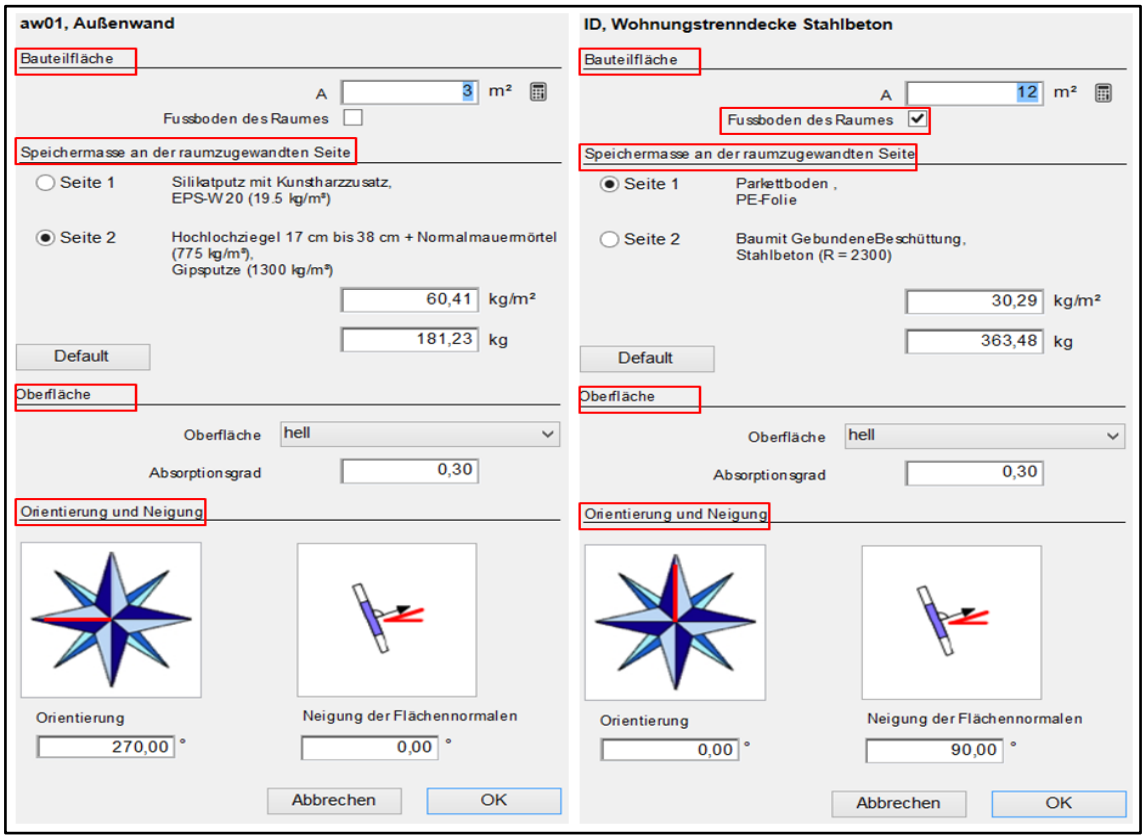


Abbildung 10: Reiter "Oberflächen" für opake Bauteile (ArchiPHYSIK, 2024)

Im Gegensatz zu den opaken Bauteilen, bei denen vor allem thermische Speichermassen, Oberflächenabsorptionsgrade und konstruktive Eigenschaften im Vordergrund stehen, liegt bei den transparenten Bauteilen der Fokus auf solaren Energieeinträgen, Lichttransmission sowie lüftungstechnischen Aspekten. Die korrekte Definition dieser Elemente ist entscheidend für die realitätsnahe Abbildung sommerlicher Temperaturverläufe – insbesondere in Räumen mit großen Fensterflächen. Bei der Modellierung transparenter Bauteile – vornehmlich Fenster – bietet Archiphysik 25 eine Vielzahl an Eingabemöglichkeiten. Die Fensterfläche kann entweder manuell definiert oder direkt aus der Bauteilliste übernommen werden, wodurch sich bereits erstellte Fensteraufbauten effizient einfügen lassen. Anschließend lassen sich die für die thermische Simulation relevanten physikalischen Kennwerte präzise anpassen.

Dazu gehören:

- der Energiedurchlassgrad (g-Wert), der den Anteil der solaren Strahlung angibt, der durch das Fenster in den Raum gelangt,
- der U-Wert der Verglasung, der den Wärmedurchgang darstellt und insbesondere für den sommerlichen Wärmeschutz von Bedeutung ist,

- sowie der Emissionsgrad (ε), der die Fähigkeit der Glasoberfläche beschreibt, Wärmestrahlung abzugeben.

Ein besonders wichtiger Aspekt ist die Fensteröffnung, welche direkten Einfluss auf die Lüftung und damit auf den thermischen Komfort hat.

Es stehen mehrere voreingestellte Betriebsmodi zur Auswahl:

- nachts gekippt,
- nachts geöffnet,
- nachts geschlossen,
- nicht öffenbar.

Alternativ bietet Archiphysik die Möglichkeit einer detaillierten Fensterlüftungskonfiguration, bei der Höhe und Breite der Öffnung explizit angegeben werden können. Dies erlaubt eine differenzierte Darstellung natürlicher Lüftungseffekte – ein bedeutender Faktor in der Bewertung sommerlicher Überwärmung.

Darüber hinaus kann der Sonnenschutz in unterschiedlichen Varianten berücksichtigt werden:

- innenliegend (z. B. Rollos),
- außenliegend (z. B. Raffstores, Markisen),
- oder keine Verschattung.

Je nach Auswahl variiert der Anteil des solaren Energieeintrags erheblich, weshalb diese Angabe einen wesentlichen Einfluss auf das Simulationsergebnis hat. Zur weiteren Verfeinerung der Eingabe können Orientierung und Neigung der Fenster definiert werden, um die tageszeit- und richtungsabhängige Einstrahlung korrekt abzubilden. Ergänzend bietet die Software die Möglichkeit, Eigenverschattungen zu berücksichtigen.

Dazu zählen:

- ein sichtbarer Horizont, der durch Geländetopografie oder Nachbarbebauung entsteht,
- ein Überhang, wie z. B. Balkone oder Dachvorsprünge,
- sowie seitliche Abschattungen durch Laibungen oder angrenzende Gebäudeteile.

Diese Faktoren beeinflussen maßgeblich die effektive solare Last, die in einen Raum gelangt, und tragen damit zur genauen Abbildung der sommerlichen Überwärmungssituation bei. Abbildung 11 stellt die Benutzeroberfläche des Reiters „Oberflächen“ im Kontext transparenter Bauteile dar und zeigt die verfügbaren Eingabemöglichkeiten im Detail.

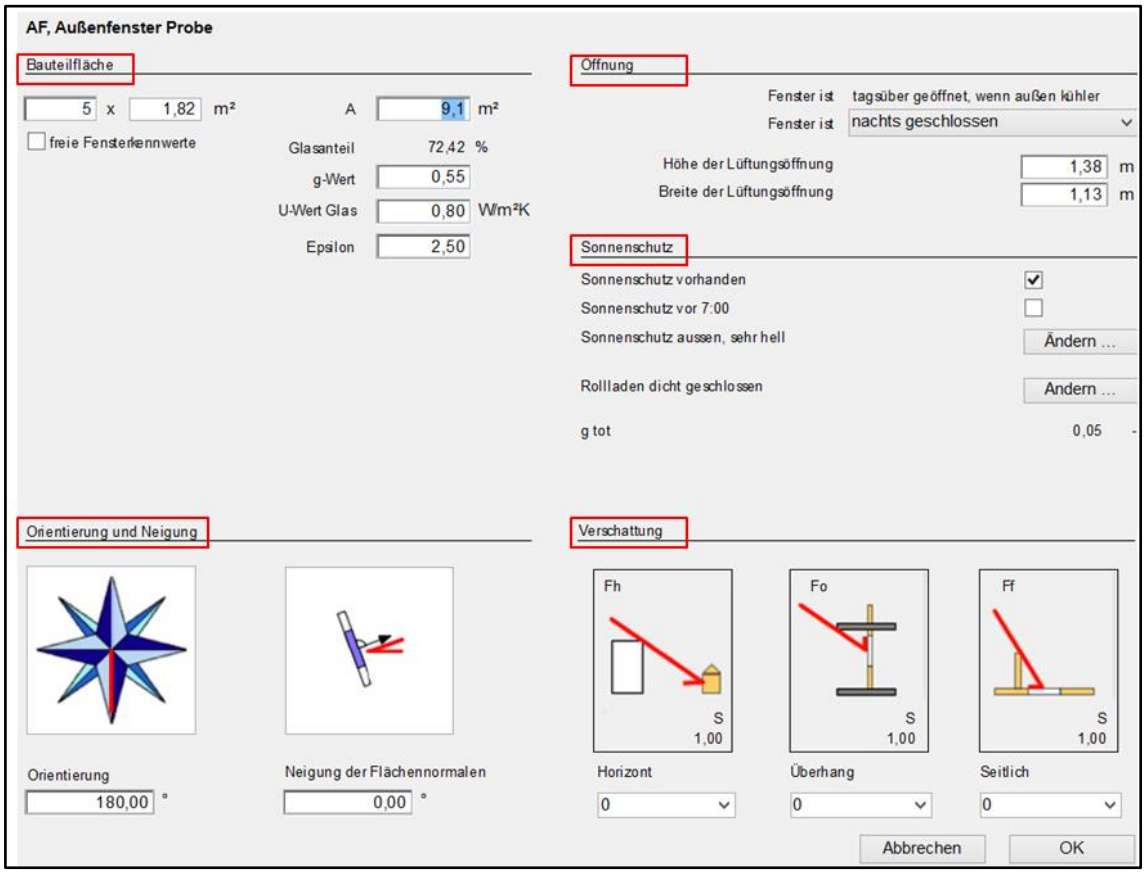


Abbildung 11: Reiter "Oberflächen" für transparente Bauteile (ArchiPHYSIK, 2024)

4.1.3 Archiphysik 25 "Lüftung"

Über den Reiter „Lüftung“ werden die lüftungstechnischen Eigenschaften der Räume definiert, die einen wesentlichen Einfluss auf das thermische Raumklima und die Bewertung der sommerlichen Überwärmung haben. Archiphysik 25 bietet in diesem Zusammenhang die Möglichkeit, zwischen zwei grundlegenden Lüftungssystemen zu wählen: der natürlichen Fensterlüftung und der kontrollierten Wohnraumlüftung (KWRL).

Bei der Auswahl der kontrollierten Wohnraumlüftung stehen unterschiedliche Varianten zur Verfügung, die sich auf die jeweilige Geschosslage im Gebäude beziehen. So kann zwischen den Optionen:

- „KWRL Mittelteil“ – geeignet für die Geschosse 1 bis 5,
- sowie „KWRL Oben“ – für die oberen Geschosse 6 bis 9,

gewählt werden. Diese Unterscheidung berücksichtigt unterschiedliche Druckverhältnisse und Windbelastungen innerhalb eines mehrgeschossigen Gebäu-

des, wodurch realitätsnähere Simulationen ermöglicht werden. Die in der Software vordefinierten Luftwechselzahlen können bei Bedarf manuell angepasst werden. Dabei ist es jedoch wichtig, die gewählten Werte nachvollziehbar zu dokumentieren und mit entsprechenden Quellen oder Annahmen zu belegen, um die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Berechnungsergebnisse zu gewährleisten. Die Luftwechselzahl beeinflusst maßgeblich den Luftaustausch zwischen innen und außen und damit auch die Möglichkeit der Nachtauskühlung – ein zentraler Faktor bei der Vermeidung sommerlicher Überwärmung. Insgesamt ermöglicht der Reiter „Lüftung“ eine detaillierte Konfiguration der lüftungstechnischen Rahmenbedingungen, welche für die thermisch-energetische Bewertung von Wohn- und Nichtwohngebäuden unerlässlich ist.

Abbildung 12 zeigt exemplarisch die Benutzeroberfläche des Reiters „Lüftung“ und veranschaulicht die verfügbaren Auswahlmöglichkeiten und Eingabefelder.

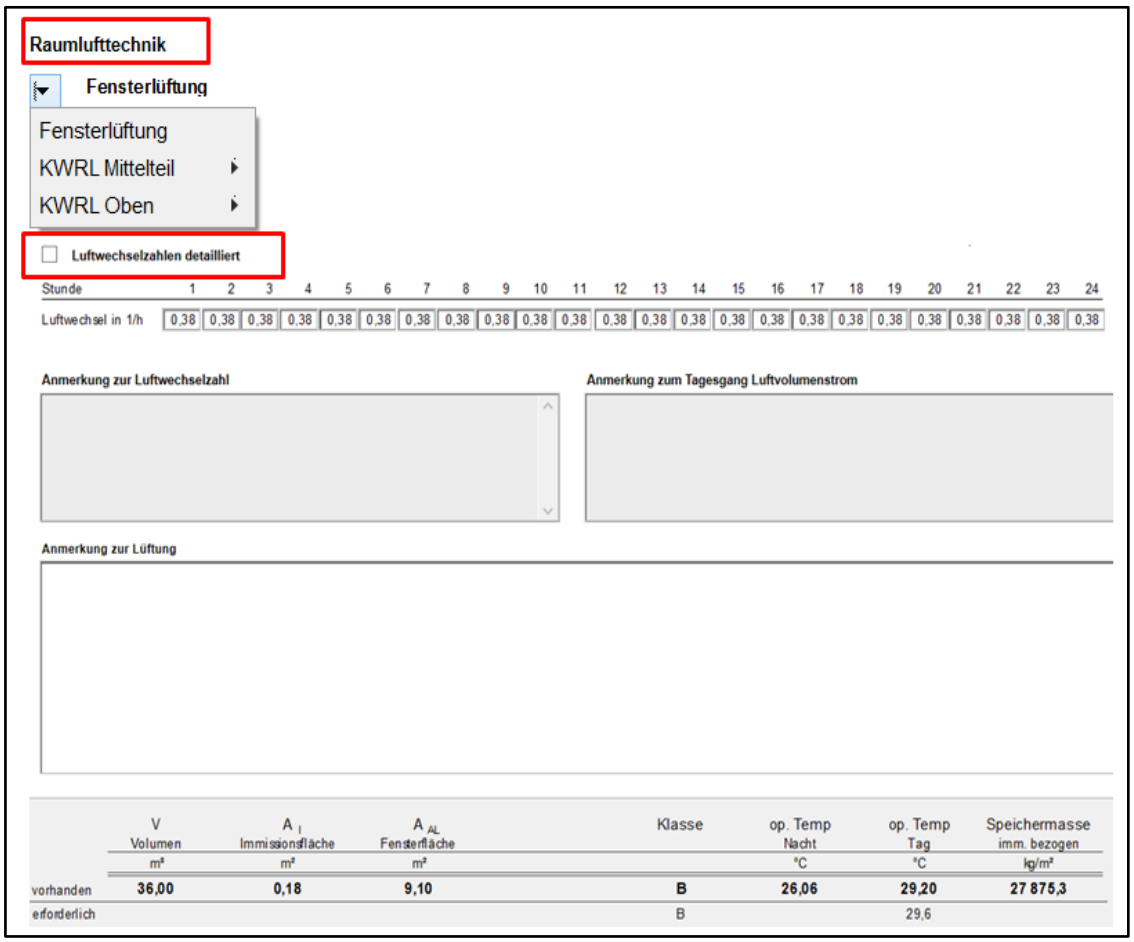


Abbildung 12: Reiter "Lüftung" (ArchiPHYSIK, 2024)

4.1.4 Archiphysik 25 "Report"

Im Reiter „Temperaturverlauf“ erfolgt die grafische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Außentemperatur sowie der operativen Raumtemperatur über den gewählten Berechnungstag. Diese Visualisierung ermöglicht eine direkte und intuitive Auswertung der thermischen Verhältnisse im betrachteten Raum.

Die orangefarbene Kurve repräsentiert den Tagesverlauf der Außentemperatur, während der blaue Graph den Verlauf der operativen Raumtemperatur innerhalb des Simulationsraumes wiedergibt. Letztere ist ein zentraler Bewertungsparameter für den sommerlichen Wärmeschutz, da sie sowohl die Lufttemperatur als auch die mittlere Oberflächentemperatur der raumumschließenden Bauteile berücksichtigt und somit ein realistisches Maß für die thermische Behaglichkeit liefert. Besondere Aufmerksamkeit gilt dabei den Tageshöchstwerten sowie den nächtlichen Minimalwerten der Raumtemperatur im Zeitraum zwischen 22:00 Uhr und 6:00 Uhr, da eine ausreichende nächtliche Abkühlung als entscheidend für den thermischen Komfort gilt. Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte, wie sie in der OIB-Richtlinie 6:2023 definiert sind, können hier leicht identifiziert werden.

Abbildung 13 veranschaulicht den dargestellten Temperaturverlauf anhand eines konkreten Simulationsbeispiels und zeigt sowohl die Außentemperatur als auch die operative Raumtemperatur im zeitlichen Verlauf.

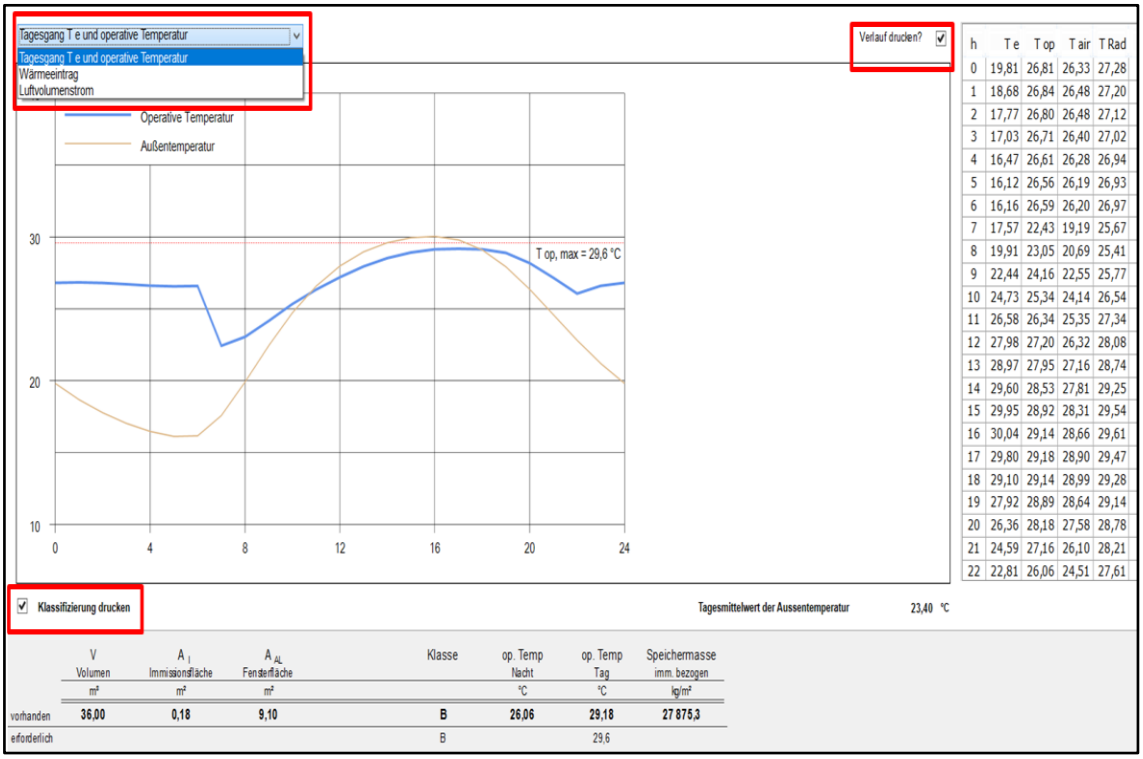


Abbildung 13: Reiter "Report" (ArchiPHYSIK, 2024)

Die rote gestrichelte Linie in der grafischen Darstellung markiert den zulässigen Grenzwert der operativen Raumtemperatur, wobei zwischen Tag- und Nachtzeit unterschieden wird. Diese Grenzwerte basieren auf den Anforderungen der OIB-Richtlinie 6:2023 und dienen als maßgebliches Kriterium zur Bewertung der sommerlichen Überwärmung. Durch die visuelle Darstellung wird auf einen Blick ersichtlich, ob und in welchem Zeitraum die berechneten Raumtemperaturen die normativ festgelegten Schwellenwerte überschreiten. Ergänzend zur grafischen Auswertung erfolgt eine tabellarische Auflistung der stündlichen Temperaturwerte. Diese ermöglicht eine detaillierte Nachvollziehbarkeit des Temperaturverlaufs über den gesamten Berechnungstag hinweg und bietet zusätzlich die Möglichkeit, bestimmte Zeiträume gezielt zu analysieren.

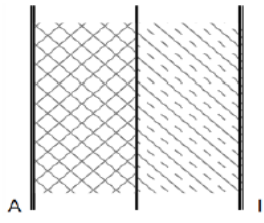
Über ein Dropdown-Menü oberhalb der Grafik kann der Benutzer zwischen unterschiedlichen Darstellungsmöglichkeiten wechseln. Neben dem Temperaturverlauf lassen sich wahlweise auch der Verlauf des solaren Wärmeeintrags sowie des Luftvolumenstroms anzeigen. Diese Funktion erlaubt eine umfassendere Interpretation der Einflussfaktoren auf das thermische Verhalten des Raumes und liefert wichtige Informationen zur Wirksamkeit von Verschattung, Verglasung oder Lüftung. Unterhalb der Grafik befindet sich eine Checkbox, mit der die grafische Auswertung um eine zusätzliche Klassifizierung nach dem normativen Anhang C der ÖNORM B 8110-3:2020-06 ergänzt werden kann. Diese Klassifizierung liefert eine normative Einordnung der Überwärmungssituation und bewertet das Raumklima anhand definierter Kriterien.

Die in Kapitel 4 beschriebenen Einstellungen – wie Raumgeometrie, Bauteilaufbauten, Speichermasse, Verglasung, Verschattung und Lüftung – sind für eine korrekte und normgerechte Berechnung der sommerlichen Überwärmung mit der Software Archiphysik von zentraler Bedeutung. Sie bilden die Grundlage für eine realitätsnahe Simulation, die sowohl thermische Eigenschaften des Raumes als auch klimatische Einflüsse angemessen berücksichtigt.

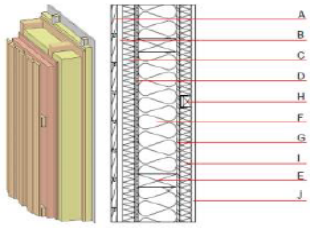
Ziel der dargestellten Auswertungen ist es, dem Benutzer einen umfassenden Überblick über die Funktionsweise und die Möglichkeiten der Software zu geben. Dabei werden nicht nur die notwendigen Eingabedaten und Modellannahmen, sondern auch der Ablauf der Simulation, die Interpretation der Ergebnisse sowie deren Bewertung gemäß den gültigen Normen und Richtlinien detailliert erläutert. Diese strukturierte Darstellung trägt dazu bei, das Verständnis für die methodischen Grundlagen zu fördern und die Anwendbarkeit der Ergebnisse für die Planungspraxis zu verdeutlichen.

4.2 Aufbauten Wohngebäude

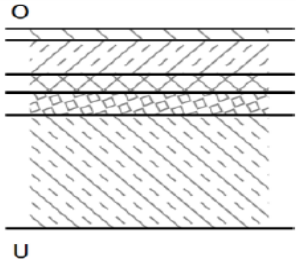
AW01	Außenwand Stahlbeton	U-Wert vorh.:	0,165	W/m²K
	Flächenbezogene Masse:		450,70	kg/m²
1	Systemputz		0,0050	m
2	AUSTROTHERM EPS F PLUS		0,1800	m
3	Stahlbeton		0,1800	m
4	Spachtelung		0,0050	m
		Summe:	0,3700	m



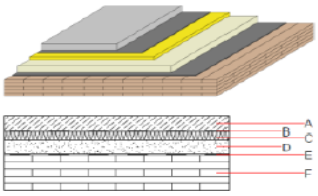
AW02	Außenwand Holz	U-Wert vorh.:	0,185	W/m²K
	Flächenbezogene Masse:		80,70	kg/m²
1	Holzfassade Aussenwandverkleidung		0,0240	m
2	Holz Fichte Querlattung		0,0240	m
3	Holzwolleleichtbauplatte		0,0500	m
4	MDF		0,0150	m
5	Konstruktionsholz MW-W (Steinwolle)		0,1600	m
6	OSB (luftdicht verkelbt)		0,0150	m
7	Holz Fichte Lattung versetzt auf Schwingbügel MW-W (Steinwolle)		0,0400	m
8	GKF		0,0150	m
		Summe:	0,3430	m



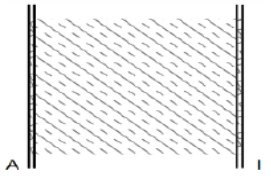
FB01	Trenndecke Stahlbeton	U-Wert vorh.:	0,612	W/m²K
	Flächenbezogene Masse:		634,59	kg/m²
1	Stahlbeton		0,2000	m
2	Schüttung - gebunden (gem. TGA)		0,0400	m
3	Dampfsperre		0,0002	m
4	MW-T nach ÖN B 6000 (TDPS 35/30)		0,0300	m
5	PE-Folie		0,0002	m
6	Estrich (Heiz-)		0,0600	m
7	Verbundabdichtung im Nassbereich		0,0002	m
8	Belag (gem. Architektur)		0,0200	m
		Summe:	0,3506	m



FB02	Trenndecke Holz	U-Wert vorh.:	0,441	W/m²K
	Flächenbezogene Masse:		302,31	kg/m²
1	Zementestrich		0,0600	m
2	Trennschicht Kunststoff		0,0004	m
3	Trittschalldämmung MW-T [s'=35 MN/m³]		0,0300	m
4	Splittschüttung gebunden		0,0600	m
5	Rieselschutz		0,0005	m
6	Brettsperrholz (verklebt)		0,1400	m
		Summe:	0,2909	m



IW01	Innenwand Stahlbeton	U-Wert vorh.:	2,941	W/m²K
	Flächenbezogene Masse:		453,00	kg/m²
1	Spachtelung		0,0050	m
2	Stahlbeton		0,1800	m
3	Spachtelung		0,0050	m
		Summe:	0,1900	m



IW02	Innenwand Gipskarton	U-Wert vorh.:	0,332	W/m²K
	Flächenbezogene Masse:		25,80	kg/m²
1	Gipskartonplatten		0,0125	m
2	MW-W (Steinwolle) (33)		0,1000	m
3	Gipskartonplatten		0,0125	m
		Summe:	0,1250	m

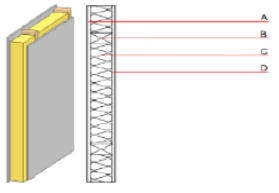
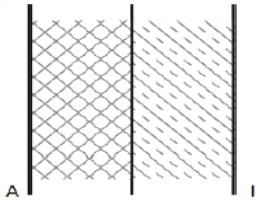


Tabelle 19: Aufbauten Wohngebäude

4.3 Aufbauten Nichtwohngebäude

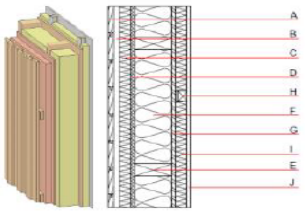
AW01 Außenwand Stahlbeton — U-Wert vorh.: 0,165 W/m²K

	Flächenbezogene Masse:	450,70	kg/m²
1	Systemputz	0,0050	m
2	AUSTROTHERM EPS F PLUS	0,1800	m
3	Stahlbeton	0,1800	m
4	Spachtelung	0,0050	m
	Summe:	0,3700	m



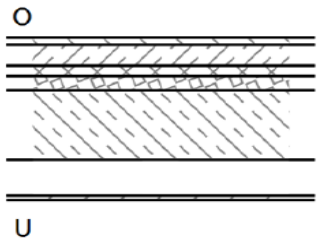
AW02 Außenwand Holz — U-Wert vorh.: 0,185 W/m²K

	Flächenbezogene Masse:	80,70	kg/m²
1	Holzfassade Aussenwandverkleidung	0,0240	m
2	Holz Fichte Querlattung	0,0240	m
3	Holzwolleleichtbauplatte	0,0500	m
4	MDF	0,0150	m
5	Konstruktionsholz MW-W (Steinwolle)	0,1600	m
6	OSB (luftdicht verkelbt)	0,0150	m
7	Holz Fichte Lattung versetzt auf Schwingbügel MW-W (Steinwolle)	0,0400	m
8	GKF	0,0150	m
	Summe:	0,3430	m



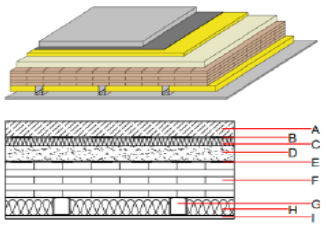
FB01a Trenndecke Stahlbeton Büro — U-Wert vorh.: 0,612 W/m²K

	Flächenbezogene Masse:	645,92	kg/m²
1	Gipskartonplatten	0,0125	m
2	Unterkonstruktion (abgehängte Decke)	0,1000	m
3	Stahlbeton	0,2000	m
4	Schüttung - gebunden (gem. TGA)	0,0400	m
5	Dampfsperre	0,0002	m
6	MW-T nach ÖN B 6000 (TDPS 35/30)	0,0300	m
7	PE-Folie	0,0002	m
8	Estrich (Heiz-)	0,0600	m
9	Verbundabdichtung im Nassbereich	0,0002	m
10	Belag (gem. Architektur)	0,0200	m
	Summe:	0,4631	m



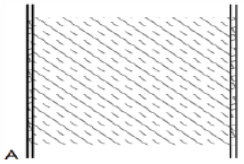
FB02a Trenndecke Holz Büro — U-Wert vorh.: 0,261 W/m²K

	Flächenbezogene Masse:	315,51	kg/m²
1	Zementestrich	0,0600	m
2	Trennschicht Kunststoff	0,0004	m
3	Trittschalldämmung MW-T [s'=35 MN/m³]	0,0300	m
4	Splittschüttung gebunden	0,0600	m
5	Rieselschutz	0,0005	m
6	Brettsperrholz (verklebt)	0,1400	m
7	MW-W (Steinwolle), abgehängte Decke	0,0600	m
8	Gipskartonfeuerschutzplatten	0,0125	m
	Summe:	0,3634	m



IW01 Innenwand Stahlbeton — U-Wert vorh.: 2,941 W/m²K

	Flächenbezogene Masse:	453,00	kg/m²
1	Spachtelung	0,0050	m
2	Stahlbeton	0,1800	m
3	Spachtelung	0,0050	m
	Summe:	0,1900	m



IW02 Innenwand Gipskarton — U-Wert vorh.: 0,332 W/m²K

	Flächenbezogene Masse:	25,80	kg/m²
1	Gipskartonplatten	0,0125	m
2	MW-W (Steinwolle) (33)	0,1000	m
3	Gipskartonplatten	0,0125	m
	Summe:	0,1250	m

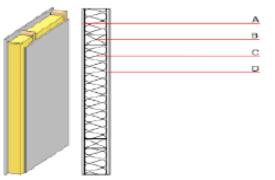


Tabelle 20: Aufbauten Nicht-Wohngebäude

4.4 Untersuchte Raumtypen – Analyse der Überwärmung

Vorgehensweise zur Analyse der sommerlichen Überwärmung in Wohn- und Nichtwohngebäuden:

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde eine umfassende Analyse zur sommerlichen Überwärmung sowohl für Wohn- als auch für Nichtwohngebäude durchgeführt. Ziel dieser Untersuchung war es, jene Raumeinheiten zu identifizieren, die aufgrund ihrer bauphysikalischen und geometrischen Eigenschaften ein besonders hohes Risiko für eine sommerliche Überwärmung während der Sommermonate aufweisen. Dabei lag der Fokus insbesondere auf Räumen mit ungünstiger Orientierung, erhöhtem Glasflächenanteil und gleichzeitig geringem Raumvolumen, da diese Parameter in Kombination typischerweise zu einer verstärkten thermischen Belastung führen.

Um eine repräsentative Bewertung der thermischen Verhältnisse in den untersuchten Gebäuden zu ermöglichen, wurden jeweils drei unterschiedliche Wohnungstypen bzw. Nutzungseinheiten ausgewählt, die hinsichtlich ihrer Lage, Ausrichtung und Grundrissgestaltung typische Varianten innerhalb des jeweiligen Gebäudetyps darstellen. Sowohl für das Wohngebäude als auch für das Nichtwohngebäude erfolgte die Analyse auf Grundlage dieser ausgewählten Typologien. Ziel war es, innerhalb dieser Typen den jeweils ungünstigsten Raum – d. h. jener mit der höchsten potenziellen thermischen Belastung – zu identifizieren und diesem Raum im weiteren Verlauf der Untersuchung besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

Gemäß den geltenden Anforderungen im Zusammenhang mit dem Nachweis der sommerlichen Überwärmung (z. B. gemäß OIB-Richtlinie 6 oder klimaaktiv-Kriterien) ist es zulässig und ausreichend, den Nachweis anhand des ungünstigsten Raumes des Gesamtobjekts zu führen. Dieser Raum gilt als maßgebend, da er unter den gegebenen Randbedingungen das größte Risiko für Grenzwertüberschreitungen aufweist. Wird der Nachweis in diesem Raum erfolgreich erbracht, kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass auch alle übrigen Räume des Gebäudes die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz erfüllen.

Die auf dieser Methodik basierende Vorgehensweise stellt sicher, dass die Analyse zielgerichtet und ressourcenschonend durchgeführt werden kann, ohne dabei an Aussagekraft zu verlieren. Die Auswahl des maßgebenden Raumes erfolgt dabei auf Basis quantitativer Kriterien wie Orientierung, Fensterfläche in Relation zur Raumgröße, Verschattungsgrad sowie thermische Masse der umschließenden Bauteile.

4.4.1 Wohngebäude Raumtypen / Nichtwohngebäude Raumtypen

Für die Analyse der sommerlichen Überwärmung wurde das Projekt „V2C9 – Grünblick“ als Referenzobjekt ausgewählt. Das betrachtete Gebäude befindet sich in der Meiereistraße 14, 1020 Wien und wurde im Rahmen eines realisierten Bauvorhabens geplant und errichtet. Die Wahl dieses Projekts erfolgte aufgrund seiner zeitgemäßen Bauweise, der großzügigen Verglasung sowie seiner urbanen Lage, die typische Herausforderungen hinsichtlich sommerlicher Überwärmung mit sich bringt. Abbildung 14 zeigt einen Planausschnitt des 23. Obergeschosses, in dem die Wohnungseinheiten TOP 308 bis TOP 310 für die thermische Analyse herangezogen wurden. Diese Einheiten wurden aufgrund ihrer unterschiedlichen Orientierung und Belichtungssituation ausgewählt, um ein möglichst breites Spektrum an Nutzungsszenarien und bauphysikalischen Rahmenbedingungen abzudecken. Zur besseren räumlichen Einordnung und Darstellung der vertikalen Gebäudestruktur wird in Abbildung 15 der dazugehörige Schnitt durch das 23. Obergeschoss dargestellt. Dieser veranschaulicht die Höhenentwicklung des Gebäudes sowie die Lage der analysierten Wohnungen innerhalb des Gesamtbauwerks.

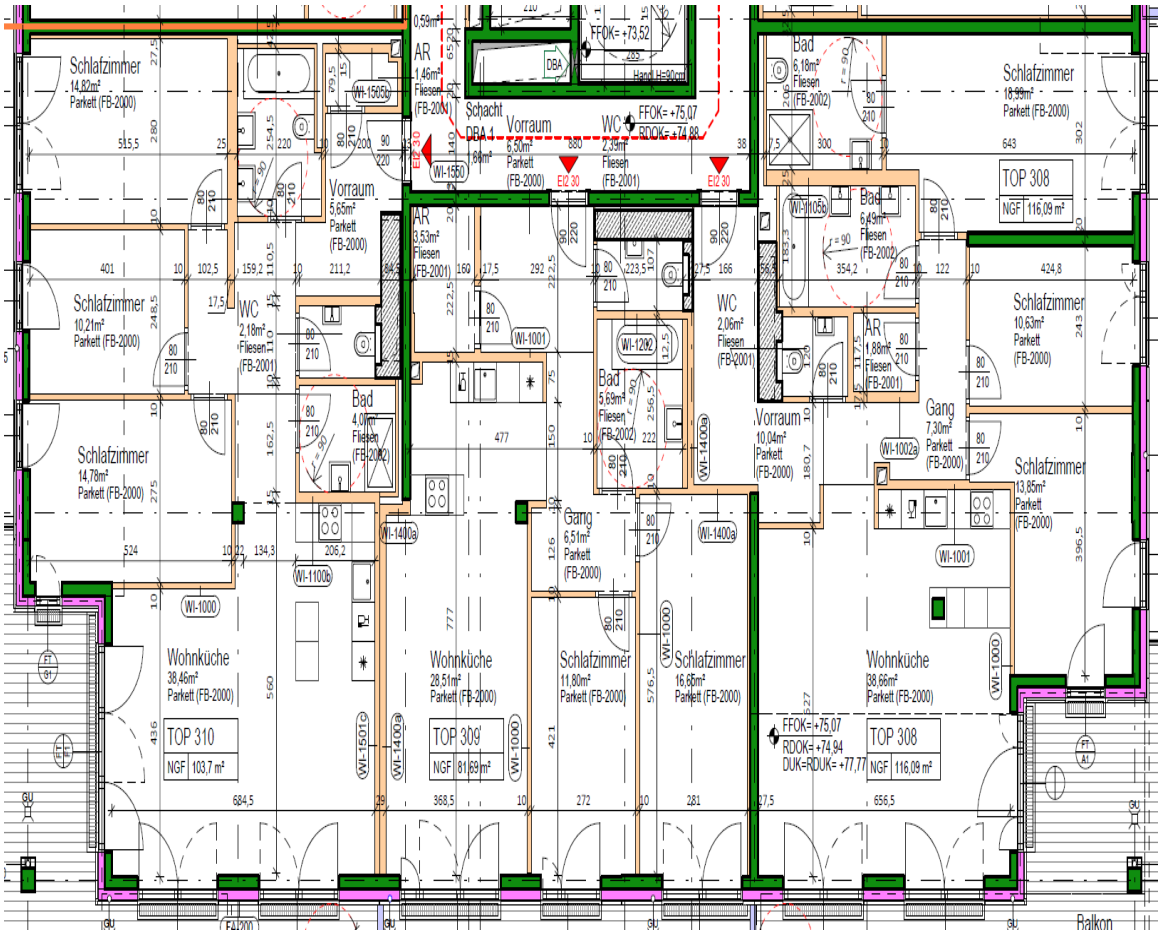


Abbildung 14: Grundriss 23. Obergeschoss

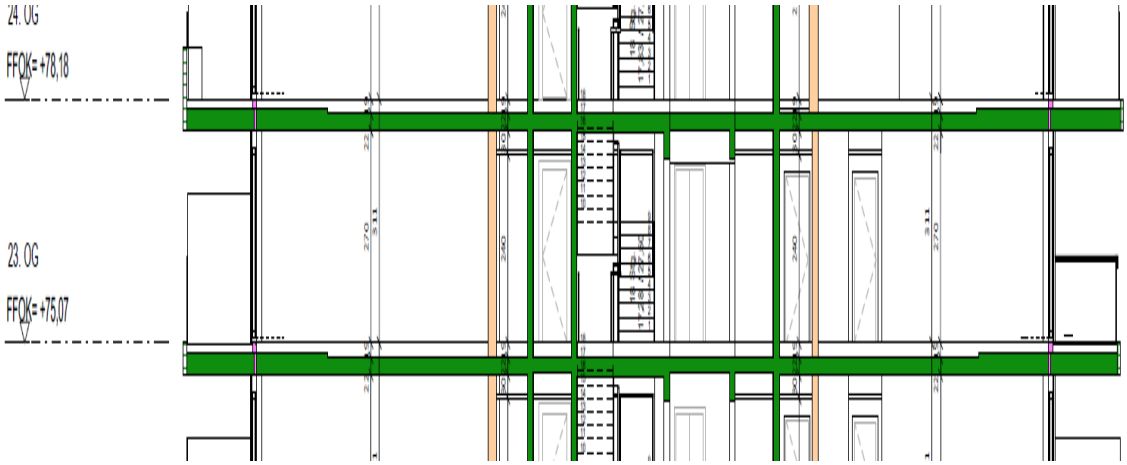


Abbildung 15: Schnitt 23. Obergeschoss

Um einen möglichst anschaulichen und realitätsnahen Eindruck des untersuchten Gebäudes zu gewinnen, wurde im Rahmen dieser Arbeit eine dreidimensionale Visualisierung mit der Software Google SketchUp erstellt (siehe Abbildung 16). Diese Maßnahme diente nicht nur der besseren räumlichen Vorstellungskraft, sondern stellte zugleich eine wertvolle Grundlage für die anschließende simulationsgestützte Analyse der sommerlichen Überwärmung dar.

Google SketchUp ermöglichte eine schnelle, intuitive und zugleich präzise Modellierung des gesamten Gebäudes, einschließlich aller relevanten konstruktiven Details und kritischen Raumzonen. Besonders hervorzuheben ist die effiziente Darstellung komplexer Raumgeometrien, die in zweidimensionalen Plandarstellungen oft nur schwer nachvollziehbar sind. So konnten beispielsweise Verschattungselemente, Raumtiefen, Verglasungsflächen sowie Orientierung und Neigung einzelner Bauteile realitätsnah erfasst werden.

Ein bedeutender Vorteil der Software liegt darüber hinaus in der direkten Schnittstellenkompatibilität mit ArchiPHYSIK 25, wodurch das erstellte 3D-Modell nahtlos in die Berechnungsumgebung übertragen werden kann. Diese Funktionalität trägt wesentlich zur Verkürzung des Workflows, zur Reduktion potenzieller Eingabefehler sowie zur Erhöhung der Nachvollziehbarkeit der durchgeführten Simulationen bei. Insbesondere bei der Analyse der sommerlichen Überwärmung ist eine präzise und konsistente Datengrundlage entscheidend für die Aussagekraft der Ergebnisse.

Die Visualisierung diente somit nicht nur illustrativen Zwecken, sondern stellte einen integralen Bestandteil des methodischen Vorgehens dar. Sie unterstützte sowohl die Auswahl geeigneter Referenzräume als auch die gezielte Anpassung von Eingabeparametern im Rahmen der thermischen Berechnungen. Die 3D-Visualisierung leistet somit einen wichtigen Beitrag zur Qualität und Aussagekraft der Analyseergebnisse.

Abbildung 16: 3D-Visualisierung Google Sketchup

5 Wohngebäude

Zur strukturierten Darstellung der in Kapitel 5 „Wohngebäude“ behandelten Inhalte wurde der Übersichtsplan Wohngebäude erstellt. Dieser dient der übersichtlichen Veranschaulichung der methodischen Vorgehensweise sowie der thematischen Gliederung der Untersuchungen zur sommerlichen Überwärmung. Im Zentrum der Analyse steht die Wohnküche der Wohnung TOP 310, die als maßgebender Raum ausgewählt wurde. Aufbauend auf dieser Referenzfläche werden sowohl die bauphysikalischen Unterschiede zwischen Massiv- und Leichtbauweise als auch die Auswirkungen verschiedener Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Behaglichkeit im Sommer untersucht.

Der Übersichtsplan in Abbildung 17 ermöglicht eine klare Zuordnung der jeweiligen Szenarien und Varianten innerhalb des Analyseprozesses und trägt somit zur besseren Nachvollziehbarkeit der durchgeführten Berechnungen und der daraus abgeleiteten Ergebnisse bei.

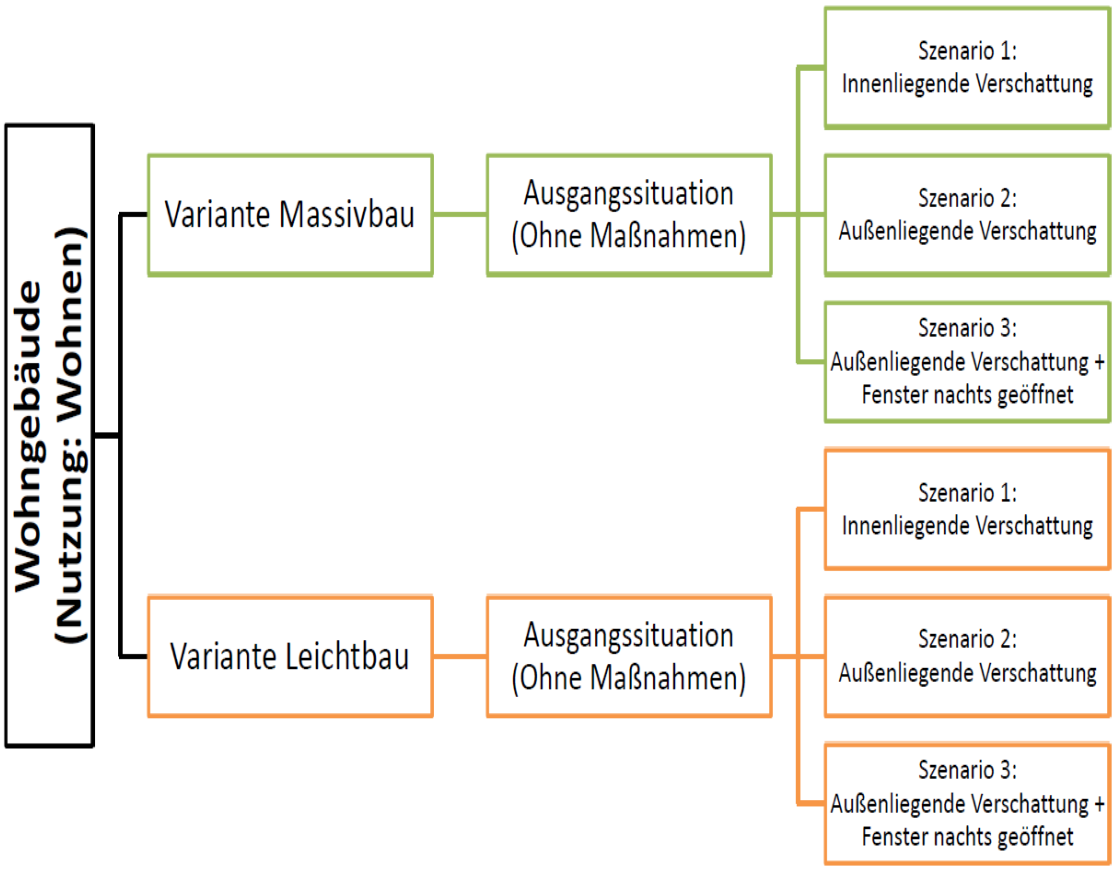


Abbildung 17: Übersichtsplan Wohngebäude – Überblick über Varianten und Szenarien zur sommerlichen Überwärmung im Raum TOP 310

5.1 Maßgebender Raum

Zur Bewertung der Auswirkungen sommerlicher Überwärmung wurde die Wohnküche der Wohnung TOP 310 als maßgebender Raum für die nachfolgenden Untersuchungen herangezogen. Mit einer Fläche von 38,46 m² repräsentiert dieser Raum nicht nur einen wesentlichen Teil der Wohnnutzung, sondern erfüllt auch die Anforderungen an einen kritisch zu betrachtenden Bereich innerhalb des Gebäudes. Die Auswahl erfolgte insbesondere aufgrund der ungünstigen orientierungsbedingten Rahmenbedingungen: Die südwestliche Ausrichtung in Kombination mit einer großflächigen Verglasung führt zu einer erhöhten solaren Einstrahlung während der sommerlichen Nachmittags- und Abendstunden. Diese Gegebenheiten begünstigen eine verstärkte Wärmeaufnahme und machen den Raum zu einem repräsentativen Beispiel für die maximal zu erwartende thermische Belastung im Gebäude.

Der Grundriss des maßgebenden Raumes ist in Abbildung 18 dargestellt. Er bildet die Grundlage für die weiterführenden geometrischen und bauphysikalischen Analysen im Rahmen der Bewertung der Sommertauglichkeit.

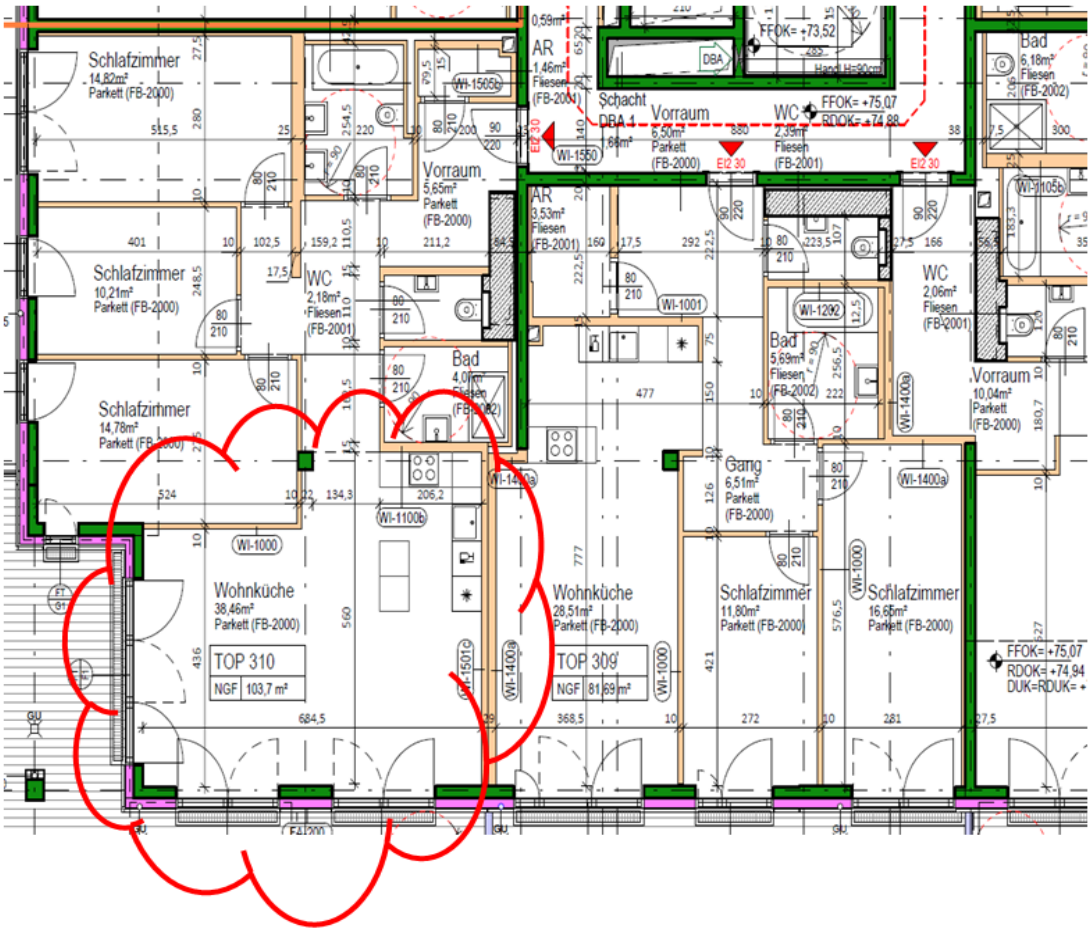


Abbildung 18: Maßgebender Raum TOP 310 Wohnküche 38,46m²

Zur besseren Veranschaulichung des maßgebenden Raumes wurde ein detailliertes 3D-Modell der Wohnküche mit der Software Google SketchUp erstellt. Dieses Modell dient nicht nur der visuellen Darstellung, sondern übernimmt auch eine zentrale Funktion bei der Überprüfung und Validierung der zuvor ermittelten Flächenangaben. Durch die präzise Abbildung der Raumgeometrie im digitalen Modell wird eine konsistente Grundlage für die weitere Analyse geschaffen. Gleichzeitig trägt das Modell zur Reduktion des Aufwands bei der Erfassung raumbezogener Parameter bei und unterstützt die Genauigkeit der bauphysikalischen Bewertungen. Wie in Abbildung 19 ersichtlich, weist der maßgebende Raum die folgenden geometrischen Eigenschaften auf:

Die Bruttogeschossfläche beträgt 34,34 m² (bezogen auf Fußboden und Decke), das Raumvolumen liegt bei 92,72 m³. Die Außenwandfläche in südlicher Richtung beträgt 7,14 m², die zugehörige Fensterfläche 11,34 m². An der Westseite entfallen 3,27 m² auf die Außenwandfläche sowie 8,51 m² auf die Fensterfläche. Zusätzlich ergibt sich eine Innenwandfläche von insgesamt 32,73 m².

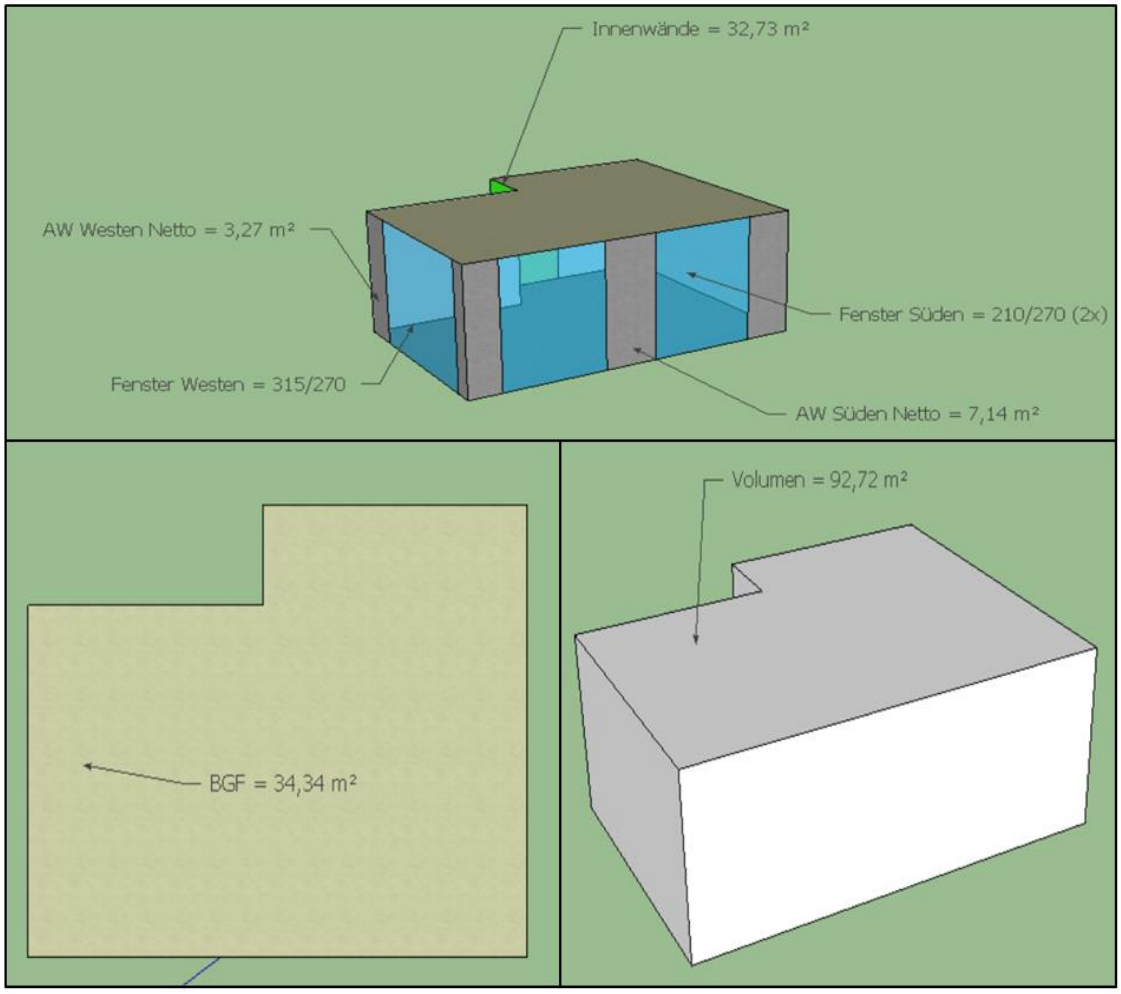


Abbildung 19: 3D-Modell TOP 310 Wohnküche 38,46m²

Da die wirksame Speichermasse eine wichtige Rolle bei der Berechnung der sommerlichen Überwärmung spielt, gibt Tabelle 21 einen Überblick über die ausgewählten Bauteilaufbauten. Die Tabelle vergleicht die flächenbezogene Masse der gewählten Bauteilaufbauten aus Kapitel 4.2 „Aufbauten Wohngebäude“ für Massiv- und Leichtbau.

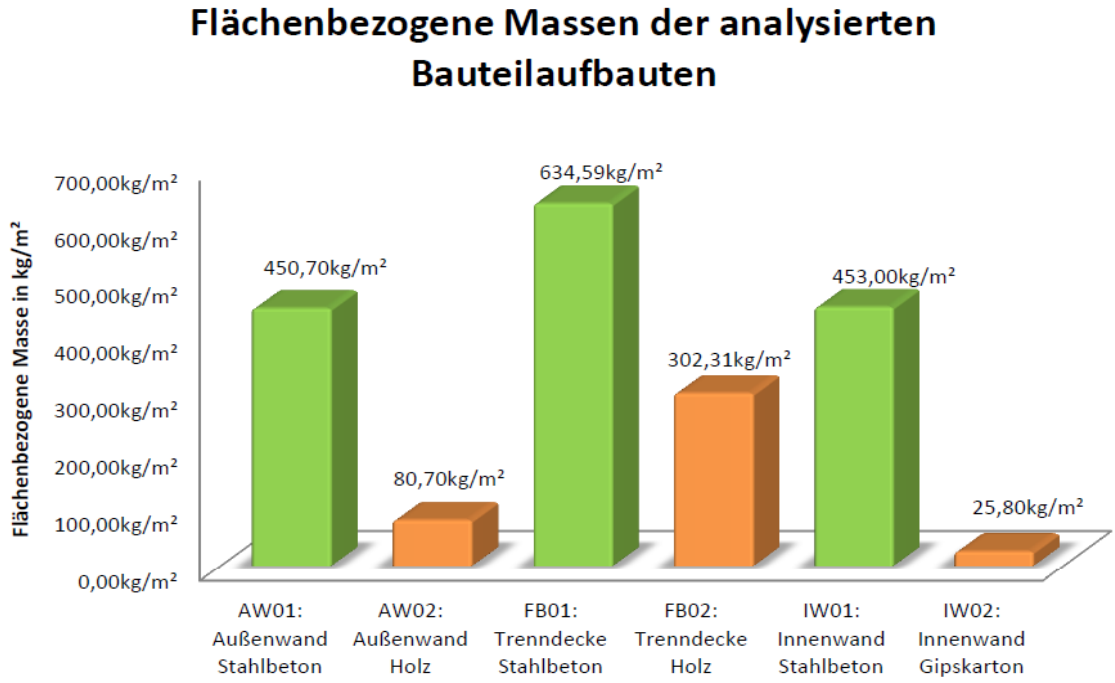


Tabelle 21: Flächenbezogene Masse Aufbauten Wohngebäude

5.2 Wohnküche TOP 310 - Variante Massivbau

Für die Analyse der sommerlichen Überwärmung wurde die Wohnküche der Wohnung TOP 310 zunächst in Massivbauweise betrachtet. Diese erste Analysephase diente dazu, die thermischen Eigenschaften des Raumes zu untersuchen. Hierbei wurde die Annahme getroffen, dass der maßgebende Raum vollständig aus Stahlbeton gefertigt ist und die Fenster nachts geschlossen bleiben. Diese Annahme ermöglicht es, die Auswirkungen der hohen Speichermasse von Stahlbeton auf die Temperaturverhältnisse im Raum zu untersuchen. Die detaillierten Ergebnisse dieser Berechnung dienen als Vergleichsgrundlage für die anschließende Analyse der Leichtbauvariante in Kapitel 5.3 „Wohnküche TOP 310 - Variante Leichtbau“.

In diesem Kapitel werden die Unterschiede in der thermischen Performance zwischen den beiden Bauweisen herausgearbeitet und die Auswirkungen auf die sommerliche Überwärmung des Raumes bewertet.

5.2.1 Vorhandene Temperatur

Die Berechnung der sommerlichen Überwärmung für die 38,46 m² große Wohnküche der Wohnung TOP 310 ergab eine operative Tagestemperatur von 34,63 °C. Die zulässige operative Tagestemperatur beträgt jedoch nur 29,8 °C. Somit liegt der Raum in der Sommertauglichkeitsklasse D, was bedeutet, dass er als nicht sommertauglich eingestuft wird. Die Berechnung zeigt, dass der Grenzwert deutlich überschritten wird und der Nachweis ohne zusätzliche Maßnahmen, wie beispielsweise Innen- oder Außenjalousien, nicht erbracht werden kann.

In Kapitel 5.2.2 werden die zur Verbesserung der Sommertauglichkeit getroffenen Maßnahmen erläutert. Abbildung 20 veranschaulicht die berechnete operative Tagestemperatur für die Wohnküche TOP 310 mit 38,46 m².

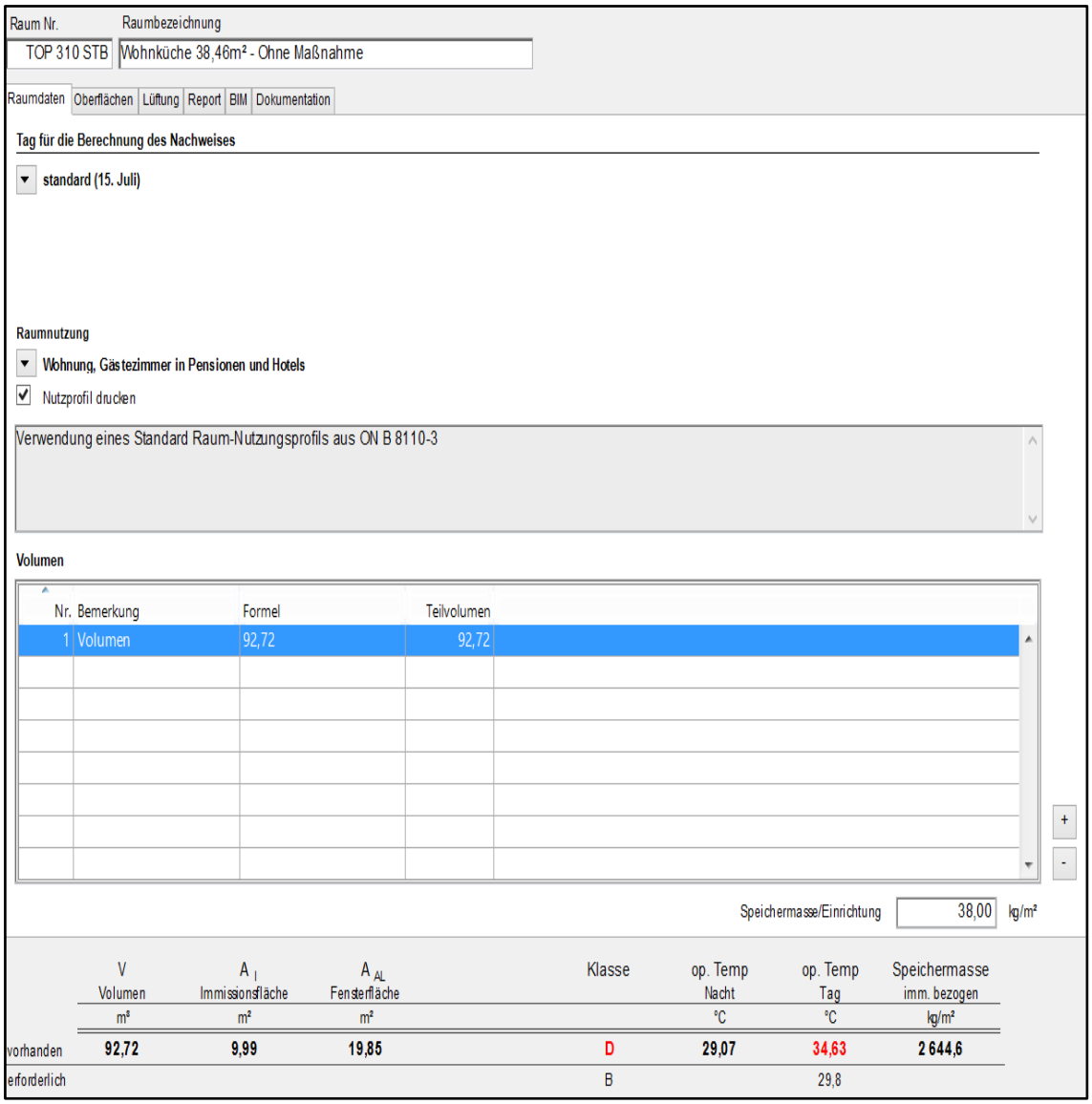


Abbildung 20: Vorhandene operative Tagestemperatur – Variante Massivbau

5.2.2 Getroffene Maßnahmen

Zur Beurteilung der sommerlichen Überwärmung in der Wohnküche der Wohnung TOP 310, welche eine Fläche von 38,46 m² aufweist, wurde eine detaillierte Analyse anhand von drei unterschiedlichen Szenarien durchgeführt. Ziel war es, durch verschiedene bauliche und nutzungsbezogene Maßnahmen die thermischen Verhältnisse während der Sommermonate zu verbessern und somit ein angenehmes sowie förderwürdiges Raumklima zu schaffen.

Als Referenzwert diente die sogenannte Ausgangssituation, bei der keinerlei Maßnahmen zur Vermeidung einer Überwärmung getroffen wurden. In diesem Szenario wurde eine operative Tagestemperatur von 34,63 °C ermittelt. Diese Temperatur liegt deutlich über dem als komfortabel angesehenen Bereich und macht die Problematik einer erhöhten Erwärmung im Sommer deutlich. In den nachfolgenden drei Szenarien wurden gezielte Maßnahmen simuliert, um eine Verbesserung der thermischen Bedingungen zu erzielen. Alle Ergebnisse wurden im direkten Vergleich zur Ausgangssituation betrachtet.

Szenario 1 – Innenliegende Verschattung:

Im ersten Ansatz wurde an sämtlichen Fenstern der Wohnküche eine innenliegende Verschattung in Form von Innenjalousien installiert. Diese Maßnahme führte zu einer spürbaren Senkung der operativen Tagestemperatur um 2,77 °C, wodurch ein neuer Wert von 31,86 °C erreicht wurde. Trotz dieser Verbesserung verbleibt der Raum in der Sommertauglichkeitsklasse D, was bedeutet, dass weiterhin keine ausreichende Sommertauglichkeit gegeben ist.

Szenario 2 – Außenliegende Verschattung:

Im zweiten Szenario wurde eine effektivere Maßnahme gewählt: die Montage von außenliegenden Rollläden an allen Fenstern. Diese Art der Verschattung verhinderte deutlich wirksamer die Sonneneinstrahlung und trug zu einer erheblichen Reduktion der operativen Tagestemperatur bei. Der neue Temperaturwert lag bei 28,52 °C, was einer Absenkung um 6,11 °C gegenüber der Ausgangssituation entspricht. In diesem Fall konnte die Sommertauglichkeitsklasse B erreicht werden, womit der Raum als sommertauglich eingestuft wird. Zusätzlich erfüllt dieses Szenario die Anforderungen für die klimaaktiv-Förderung.

Szenario 3 – Außenliegende Verschattung und nächtliches Lüften:

Im dritten und umfassendsten Szenario wurde die Maßnahme der außenliegenden Verschattung aus Szenario 2 beibehalten und um ein gezieltes Nutzerverhalten ergänzt – das nächtliche Öffnen der Fenster zur passiven Abkühlung der Räume. Diese Kombination erwies sich als besonders wirkungsvoll und führte zu einer signifikanten Senkung der operativen Tagestemperatur auf 24,74 °C, was einer Reduktion um 9,89 °C gegenüber der Ausgangssituation entspricht. Damit wird die höchste Sommertauglichkeitsklasse A+ erreicht, was bedeutet, dass der Raum als sehr gut sommertauglich gilt und ein sehr angenehmes Raumklima gewährleistet ist.

Die nachfolgenden Betrachtungen verdeutlichen, dass die Wahl geeigneter baulicher Maßnahmen sowie gezieltes Nutzerverhalten maßgeblich zur Reduktion sommerlicher Überwärmung beitragen können. Insbesondere zeigt sich, dass bereits einfache Verschattungsmaßnahmen – sowohl innen- als auch außenliegend – signifikante Verbesserungen der thermischen Raumqualität bewirken. Dabei nimmt die Effektivität der Maßnahmen in Kombination mit verhaltensbezogenen Strategien, wie etwa dem nächtlichen Lüften, deutlich zu.

Die Szenarien wurden unter identischen Randbedingungen simuliert, wodurch ein direkter Vergleich der Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit ermöglicht wurde. Grundlage aller Betrachtungen bildet die sogenannte Ausgangssituation ohne jegliche bauliche oder nutzungsseitige Optimierung. Ausgehend von diesem Referenzwert wurden die thermischen Verbesserungen in den einzelnen Szenarien bestimmt und hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die operative Tagestemperatur sowie die Einstufung der Sommertauglichkeitsklasse analysiert.

Zur besseren Übersicht und zur klaren Darstellung der Ergebnisse wurde eine tabellarische Gegenüberstellung erstellt. Tabelle 22 fasst alle relevanten Kenngrößen der vier untersuchten Zustände – Ausgangssituation sowie Szenario 1 bis 3 – zusammen. Neben den berechneten Temperaturwerten wird auch die jeweilige Einstufung in die Sommertauglichkeitsklassen dargestellt.

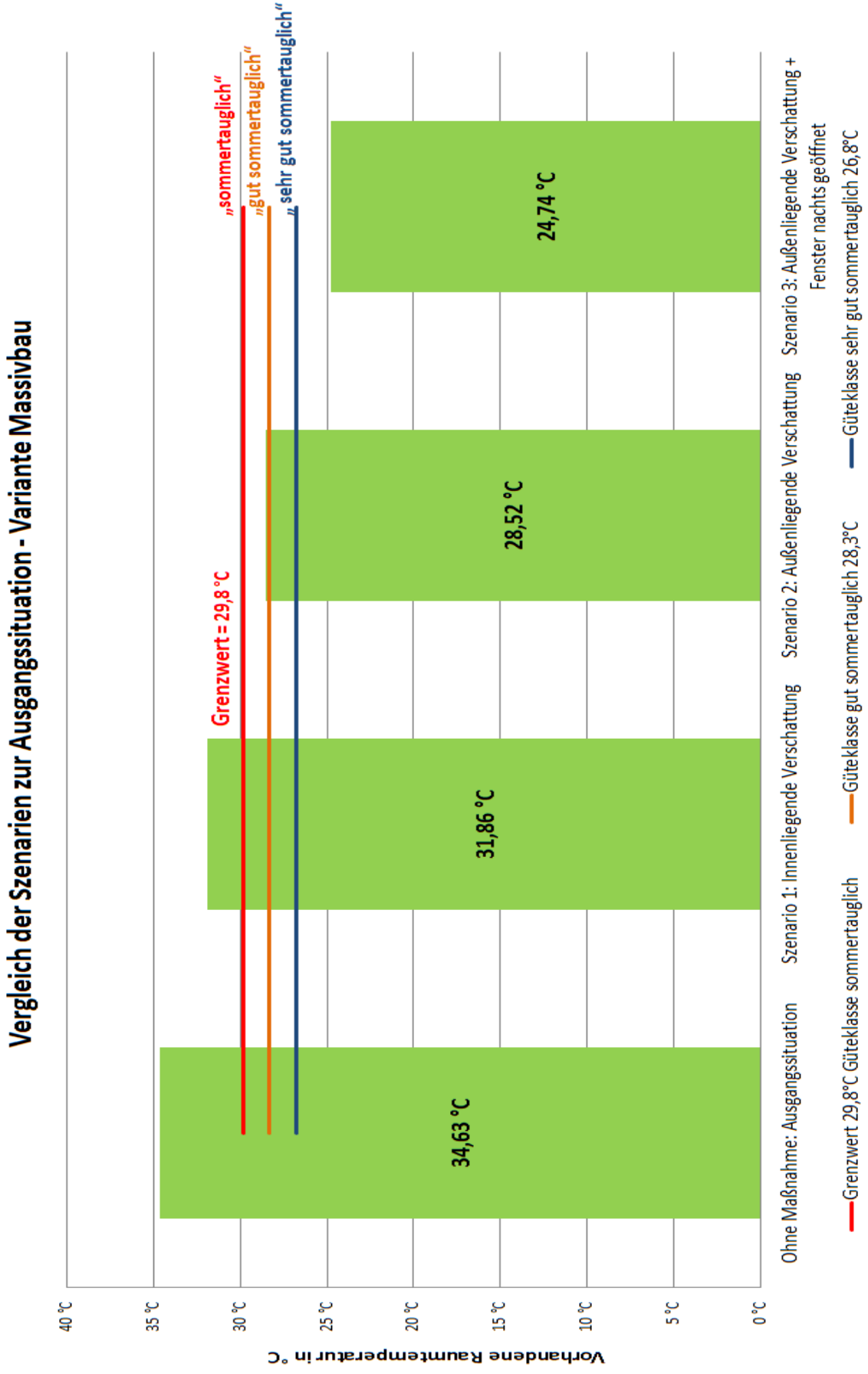


Tabelle 22: Vergleich Szenarien – Variante Massivbau

5.3 Wohnküche TOP 310 - Variante Leichtbau

Untersuchung der thermischen Performance der Wohnküche in Leichtbauweise – Zweite Analysephase:

Im Anschluss an die thermische Analyse der Wohnküche der Wohnung TOP 310 in Massivbauweise wurde eine weitere Untersuchungsphase durchgeführt, in der dasselbe Raumvolumen unter der Annahme einer Leichtbaukonstruktion betrachtet wurde. Diese zweite Analysephase verfolgte das Ziel, die Auswirkungen veränderter baulicher Rahmenbedingungen – insbesondere im Hinblick auf die thermische Speichermasse – auf das sommerliche Temperaturverhalten des Raumes zu ermitteln. Für die Simulationsannahmen wurde festgelegt, dass sämtliche begrenzenden Bauteile des Raumes – einschließlich der Außenwände, Innenwände, Decken- und Bodenflächen – aus leichten Baustoffen bestehen, die sich durch eine im Vergleich zu massiven Materialien deutlich reduzierte spezifische Wärmekapazität und Masse auszeichnen. Im Gegensatz zur Massivbauweise, bei der ein erheblicher Anteil der Wärmeenergie in den Bauteilkörpern zwischengespeichert und zeitverzögert wieder abgegeben werden kann, führt die reduzierte Speichermasse in Leichtbaukonstruktionen in der Regel zu einer geringeren thermischen Trägheit des Raumsystems.

Zusätzlich wurde im Zuge der Simulation angenommen, dass die Fenster während der Nachtstunden geschlossen bleiben, wodurch eine passive Nachtauskühlung – wie sie in Szenario 3 der Massivbauanalyse angewendet wurde – unterbleibt. Diese konservative Annahme dient dazu, ein möglichst ungünstiges thermisches Szenario im Rahmen der Leichtbauweise abzubilden und somit die potenziellen Herausforderungen hinsichtlich der Sommertauglichkeit deutlich aufzuzeigen. Die vorgenommene Simulation ermöglicht eine differenzierte Betrachtung der thermischen Wechselwirkungen zwischen der Bauweise und der sommerlichen Überwärmung. Sie bietet insbesondere eine fundierte Grundlage zur Bewertung der Fähigkeit von Leichtbaustrukturen, Temperaturschwankungen auszugleichen und den thermischen Komfort ohne aktive Kühlsysteme sicherzustellen. Die im Zuge dieser Analyse ermittelten thermischen Kennwerte – insbesondere die operative Tagestemperatur sowie die Einstufung in die jeweilige Sommertauglichkeitsklasse – werden in Kapitel 7 „Ergebnisse“ im direkten Vergleich zur zuvor untersuchten Massivbauvariante dargestellt. Dieser Vergleich erlaubt eine detaillierte Bewertung der Leistungsfähigkeit beider Bauweisen im Kontext sommerlicher Überwärmung und bietet wichtige Erkenntnisse für die bauphysikalische Optimierung zukünftiger Planungen.

5.3.1 Vorhandene Temperatur

Im Gegensatz zur Massivbauvariante ergab die Berechnung der sommerlichen Überwärmung für die 38,46 m² große Wohnküche der Wohnung TOP 310 in Leichtbauweise eine höhere operative Tagestemperatur von 39,89 °C. Da die zulässige operative Tagestemperatur bei 29,8 °C liegt, wird der Raum in der Sommertauglichkeitsklasse D als nicht sommertauglich eingestuft.

Der Grenzwert wird massiv überschritten, was umfassende Maßnahmen wie eine innenliegende bzw. außenliegende Verschattung und eine optimierte Nachtlüftung erforderlich macht, um den Nachweis zu erbringen.

Die Details der getroffenen Maßnahmen zur Verbesserung der Sommertauglichkeit werden in Kapitel 5.3.2 erläutert. Abbildung 21 veranschaulicht die berechnete operative Tagestemperatur für die Leichtbauvariante der Wohnküche TOP 310 mit 38,46 m².

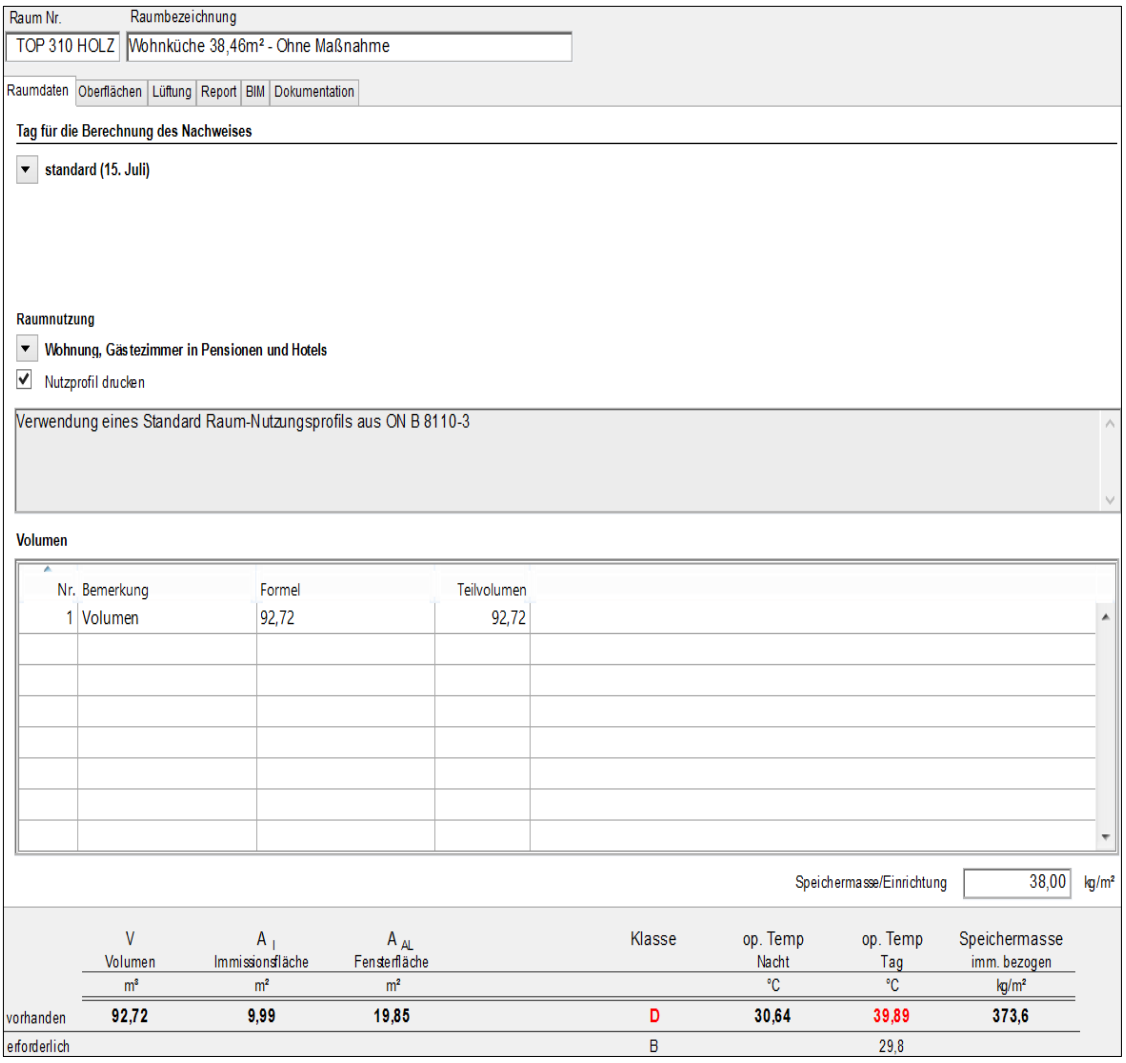


Abbildung 21: Vorhandene operative Tagestemperatur – Variante Leichtbau (ArchiPHYSIK, 2024)

5.3.2 Getroffene Maßnahmen

Zur Beurteilung der sommerlichen Überwärmung in der Wohnküche der Wohnung TOP 310 mit einer Fläche von 38,46 m² wurden – analog zur Massivbauweise – auch in der Leichtbauvariante drei unterschiedliche Szenarien untersucht. Ziel war es, die Auswirkungen gezielter baulicher und nutzungsbezogener Maßnahmen auf das sommerliche Temperaturverhalten in einem Raum mit geringer Speichermasse zu bewerten und mögliche Optimierungsstrategien abzuleiten. Als Grundlage diente die sogenannte Ausgangssituation, in der keinerlei Maßnahmen zur Reduktion der Überwärmung getroffen wurden. In diesem Referenzfall wurde eine operative Tagestemperatur von 39,89 °C ermittelt. Dieser Wert liegt deutlich über dem zulässigen Grenzwert von 29,8 °C und verweist auf eine erhebliche thermische Belastung. Daraus ergibt sich eine Einstufung in die Sommertauglichkeitsklasse D, was bedeutet, dass der Raum als nicht sommertauglich gilt.

In den nachfolgenden Szenarien wurden schrittweise Maßnahmen angewendet und deren Wirkung auf die operative Tagestemperatur unter ansonsten identischen Randbedingungen analysiert. Die Ergebnisse der Simulationen zeigen deutlich die Effektivität einzelner Strategien zur Reduktion sommerlicher Überwärmung im Leichtbau.

Szenario 1 – Innenliegende Verschattung:

Im ersten Ansatz wurde eine innenliegende Verschattung in Form von Innenjalousien an allen Fenstern installiert. Diese Maßnahme bewirkte eine Reduktion der operativen Tagestemperatur um 4,47 °C, sodass ein neuer Wert von 35,42 °C erreicht wurde. Trotz dieser Verbesserung bleibt der Raum in der Sommertauglichkeitsklasse D und wird weiterhin als nicht sommertauglich eingestuft. Die Maßnahme kann somit nur als erster, jedoch unzureichender Schritt zur Verbesserung der thermischen Situation gewertet werden.

Szenario 2 – Außenliegende Verschattung:

Im zweiten Szenario kam eine effektivere bauliche Maßnahme zum Einsatz: die Montage von außenliegenden Rollläden an allen Fensterflächen. Diese außenliegende Verschattung konnte die solaren Wärmeeinträge deutlich reduzieren und führte zu einer spürbaren Verbesserung der Raumtemperatur. Der neue berechnete Temperaturwert beträgt 31,44 °C, was einer Absenkung um 8,45 °C gegenüber der Ausgangssituation entspricht. Dennoch bleibt der Raum auch in

diesem Fall in der Sommertauglichkeitsklasse D. Obwohl die Maßnahme deutlich wirksamer ist als die innenliegende Verschattung, reicht sie im Fall der Leichtbauweise nicht aus, um den Nachweis der Sommertauglichkeit zu erbringen.

Szenario 3 – Außenliegende Verschattung und nächtliches Lüften:

Das dritte Szenario kombiniert die bereits bewährte außenliegende Verschattung aus Szenario 2 mit einem gezielten Nutzerverhalten: dem nächtlichen Öffnen der Fenster zur passiven Abkühlung. Diese Kombination stellt die umfangreichste Maßnahme dar und zeigte in der Simulation die deutlichste Verbesserung. Die operative Tagestemperatur konnte um 10,20 °C gesenkt werden und lag damit bei 29,69 °C. Der Raum wurde dadurch in die Sommertauglichkeitsklasse B eingestuft, was bedeutet, dass er grundsätzlich als sommertauglich gilt. Darüber hinaus erfüllt dieses Szenario die Anforderungen für die klimaaktiv-Förderung.

Trotz des positiven Ergebnisses ist anzumerken, dass der Nachweis nur knapp erbracht wurde. Die geringe thermische Trägheit der Leichtbauweise erfordert somit eine besonders sorgfältige Planung zusätzlicher Maßnahmen, um auch bei extremeren Klimabedingungen ein angenehmes Raumklima sicherzustellen. Denkbare Ergänzungen wären beispielsweise ein Balkon zur Verschattung der großen Fensterflächen oder eine Reduktion der Fensterflächen, um die solaren Einträge weiter zu minimieren. Die Untersuchung zeigt, dass die Wirksamkeit der Maßnahmen bei Leichtbaukonstruktionen stark von der Kombination technischer und verhaltensbezogener Ansätze abhängt. Besonders bei geringer Speichermasse ist eine kombinierte Strategie aus Verschattung und aktiver Nachtlüftung essenziell, um die Anforderungen an die thermische Behaglichkeit im Sommer zu erfüllen.

Zur übersichtlichen Darstellung der Ergebnisse wurde eine tabellarische Zusammenfassung erstellt. Tabelle 23 stellt alle untersuchten Zustände – die Ausgangssituation sowie Szenario 1 bis 3 – gegenüber. Neben den berechneten Temperaturwerten wird jeweils die zugeordnete Sommertauglichkeitsklasse dargestellt.

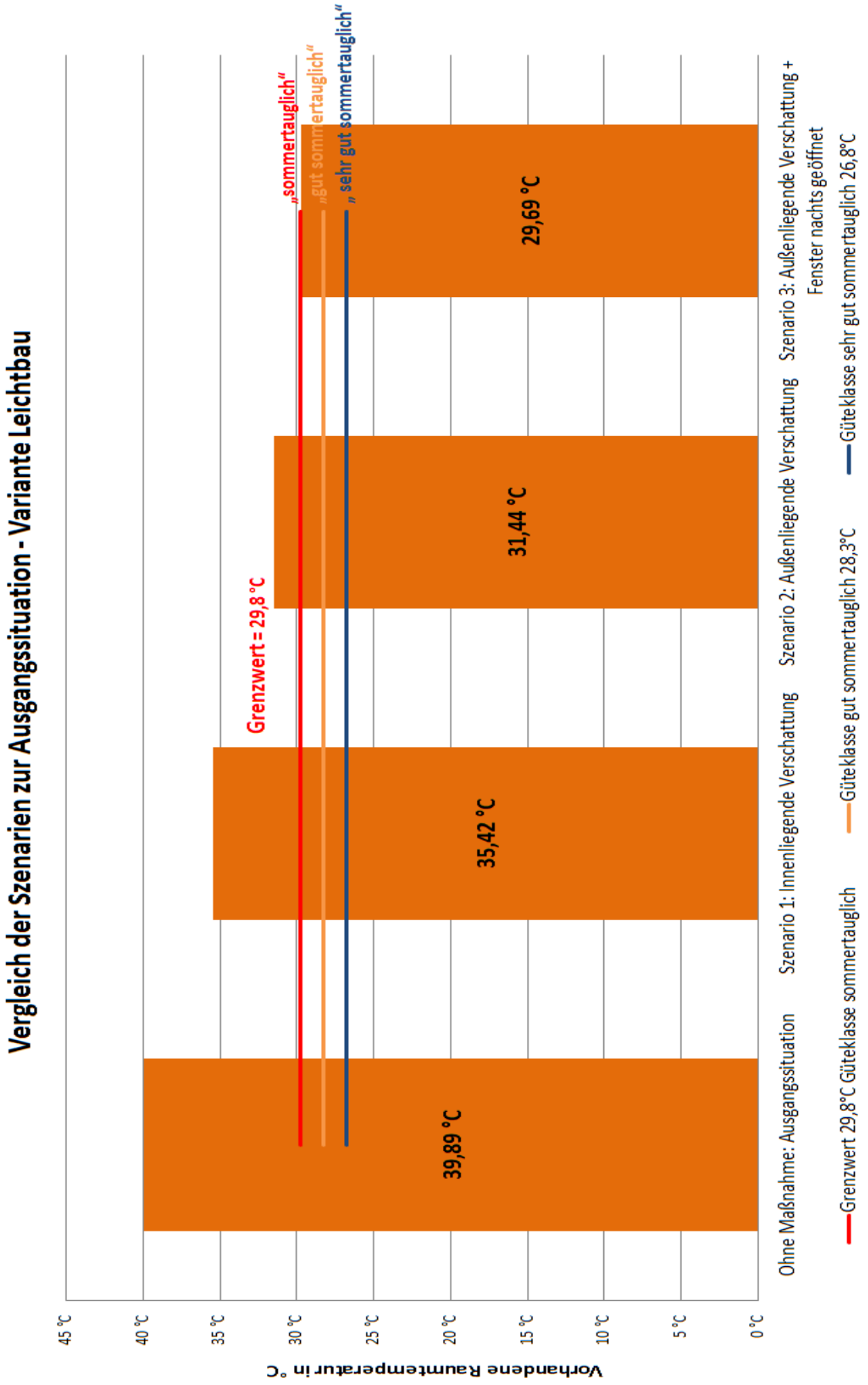


Tabelle 23: Vergleich Szenarien – Variante Leichtbau

6 Nichtwohngebäude

Zur strukturierten Darstellung der in Kapitel 6 „Nichtwohngebäude“ behandelten Inhalte wurde der Übersichtsplan Nichtwohngebäude erstellt. Dieser dient der übersichtlichen Veranschaulichung der methodischen Vorgehensweise sowie der thematischen Gliederung der Untersuchungen zur sommerlichen Überwärmung. Im Zentrum der Analyse steht erneut der Raum TOP 310, der in diesem Kapitel jedoch in seiner Nutzung als Büroraum betrachtet wird. Aufbauend auf dieser Referenzfläche werden – analog zu Kapitel 5 – sowohl die bauphysikalischen Unterschiede zwischen Massiv- und Leichtbauweise als auch die Auswirkungen verschiedener Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Behaglichkeit im Sommer untersucht.

Der Übersichtsplan in Abbildung 22 ermöglicht eine klare Zuordnung der jeweiligen Szenarien und Varianten innerhalb des Analyseprozesses und trägt somit zur besseren Nachvollziehbarkeit der durchgeführten Berechnungen und der daraus abgeleiteten Ergebnisse bei.

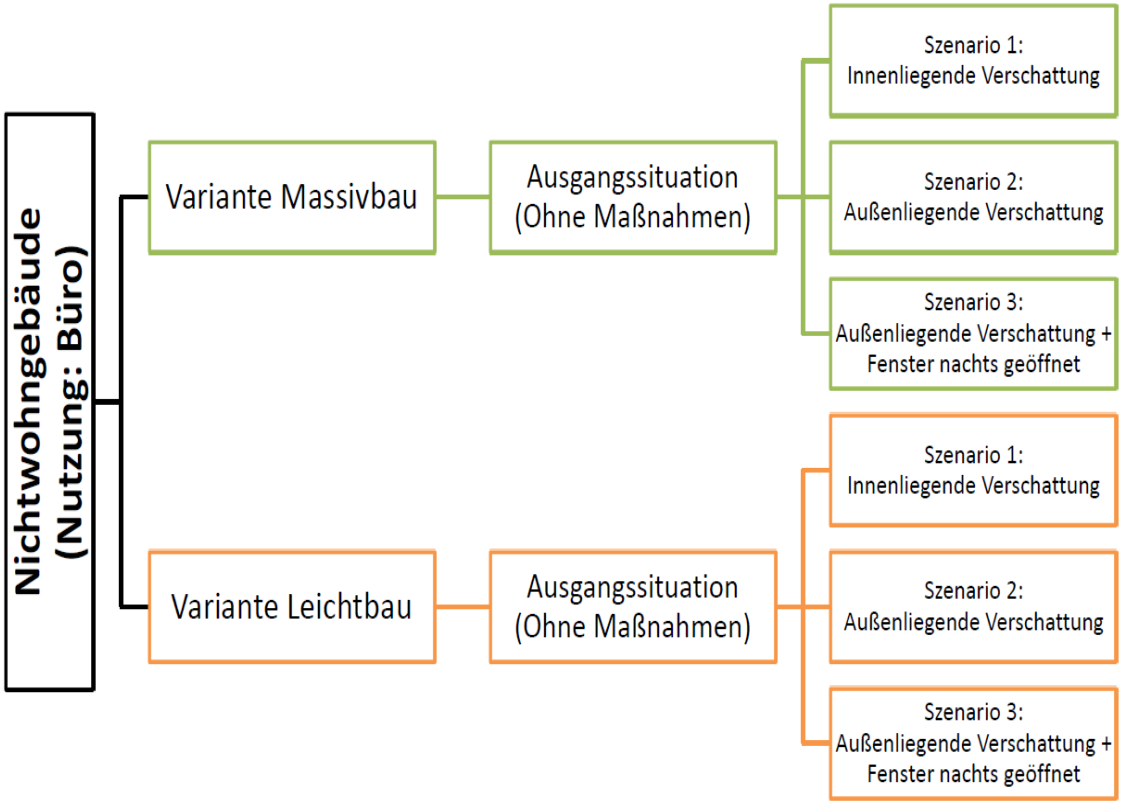


Abbildung 22: Übersichtsplan Nichtwohngebäude – Überblick über Varianten und Szenarien zur sommerlichen Überwärmung im Raum TOP 310

6.1 Maßgebender Raum

Aufbauend auf den Untersuchungen zur sommerlichen Überwärmung im Wohngebäude, bei denen die Wohnküche der Wohnung TOP 310 als maßgebender Referenzraum diente, erfolgt in diesem Kapitel die Analyse des gleichen Raumes unter veränderter Nutzungsart als Büro. Ziel ist es, die Auswirkungen der geänderten Nutzungsanforderungen auf das thermische Raumverhalten im Sommer unter konstanten baulichen und klimatischen Rahmenbedingungen zu bewerten. Für die Untersuchung wird die bestehende Geometrie und Orientierung des Raumes beibehalten. Die Raumnutzung wird jedoch in ein Büro mit drei gleichzeitig anwesenden Personen umgewandelt. Diese Veränderung bringt eine höhere interne Wärmebelastung mit sich, insbesondere durch zusätzliche Wärmequellen wie technische Geräte (Computer, Monitore, Beleuchtung) sowie eine erhöhte Personenanzahl während der Hauptnutzungszeiten. Darüber hinaus unterscheidet sich die Nutzungsdauer hinsichtlich der Tageszeit deutlich von der ursprünglichen Wohnnutzung, was zu einer veränderten thermischen Beanspruchung des Raums führt.

Die Analyse verfolgt das Ziel, die Unterschiede im thermischen Verhalten zwischen Wohn- und Büronutzung zu ermitteln und daraus Rückschlüsse auf die Wirksamkeit potenzieller baulicher oder technischer Maßnahmen zur Reduktion sommerlicher Überwärmung zu ziehen. Abbildung 23 zeigt den aktualisierten Grundriss des betrachteten Raumes in seiner neuen Funktion als Büro.

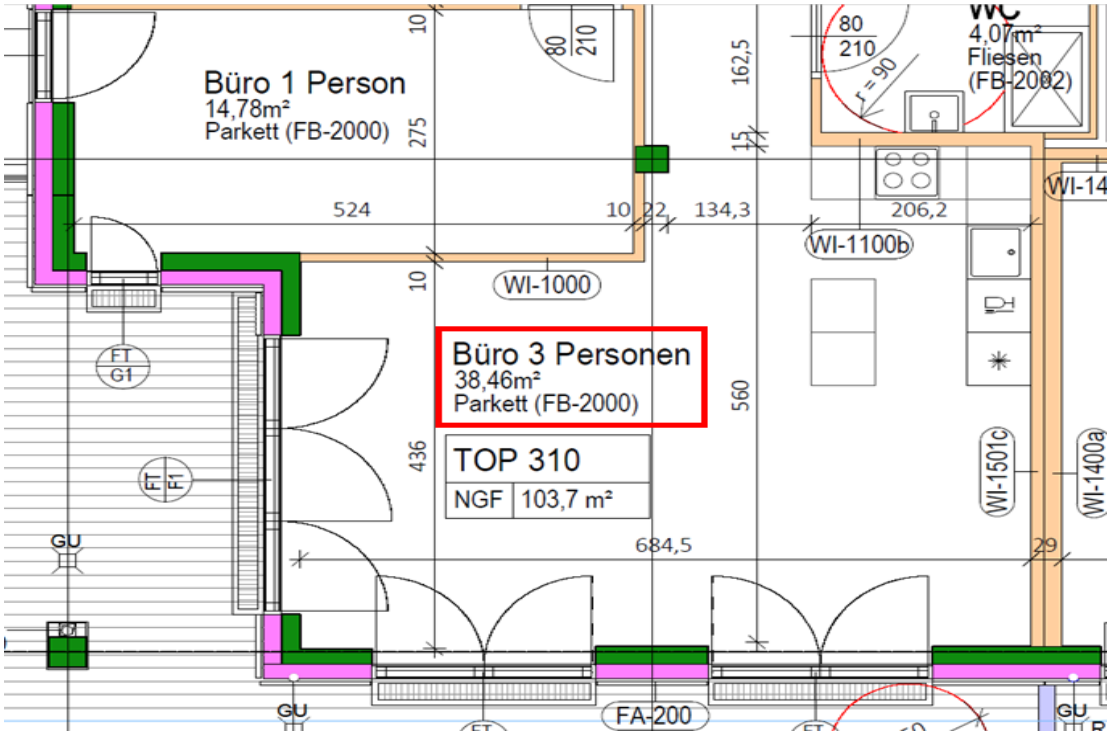


Abbildung 23: Maßgebender Raum TOP 310 Büro 38,46 m²

Im Rahmen der vorliegenden Analyse ist die wirksame Speichermasse ein entscheidender Faktor für die Bewertung der sommerlichen Überwärmung. Tabelle 24 vergleicht die flächenbezogenen Massen der relevanten Bauteilaufbauten aus Kapitel 4.3 „Aufbauten Nichtwohngebäude“ für Massiv- und Leichtbau, wobei für die Büronutzung eine abgehängte Decke berücksichtigt wurde.

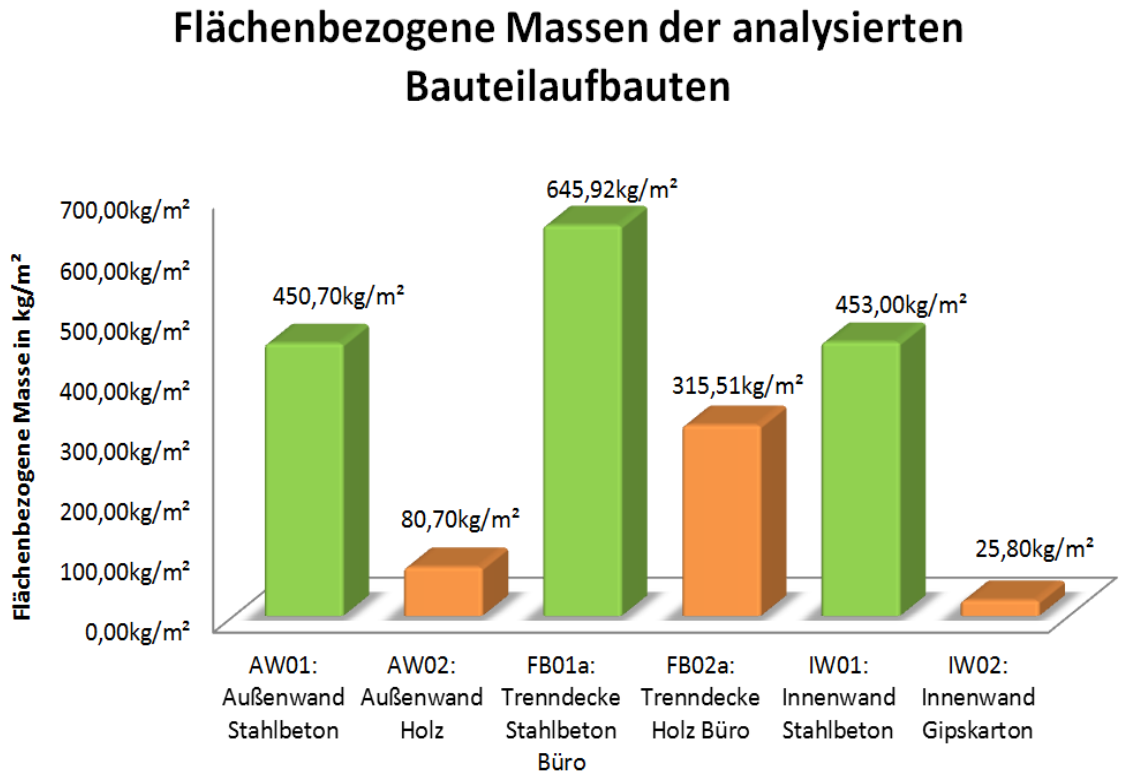


Tabelle 24: Flächenbezogene Masse Aufbauten Nichtwohngebäude

6.2 Büro TOP 310 - Variante Massivbau

Für die Untersuchung der sommerlichen Überwärmung im Nichtwohngebäude wurde der Raum der Wohnküche in der Wohnung TOP 310, mit einer Fläche von 38,46 m², als repräsentative Büroeinheit herangezogen. In dieser Phase der Analyse wurde der Raum unter der Annahme einer Massivbauweise detailliert betrachtet, um die thermischen Eigenschaften und das Überhitzungsverhalten unter geänderten Nutzungsbedingungen – konkret einer Nutzung als Büroarbeitsplatz mit drei Personen – zu analysieren.

Als konstruktive Grundlage wurde ein vollständig in Stahlbeton ausgeführter Aufbau angenommen, welcher eine hohe thermische Speichermasse aufweist. Ergänzend dazu wurde berücksichtigt, dass die Fensterflächen während der Nachtstunden geschlossen bleiben, wodurch der Einfluss nächtlicher Lüftung

bzw. Nachtauskühlung gezielt ausgeschlossen wird. Diese Annahmen ermöglichen es, die isolierte Wirkung der Speichermassen auf das thermische Verhalten des Raumes während heißer Sommerperioden zu bewerten.

Die Analyse konzentriert sich auf die thermische Trägheit der Konstruktion, insbesondere auf das Potenzial der Speichermassen, kurzfristige Temperaturspitzen zu puffern und dadurch zur thermischen Behaglichkeit im Raumklima beizutragen. Darüber hinaus werden charakteristische Kennwerte wie maximale Raumlufttemperaturen, Dauer und Häufigkeit von Übertemperaturen sowie tageszeitliche Temperaturverläufe im Detail betrachtet und dokumentiert.

Die gewonnenen Ergebnisse aus dieser Analyse bilden die Referenzbasis für den darauffolgenden Vergleich mit der Leichtbauvariante, die in Kapitel 6.3 „Büro TOP 310 – Variante Leichtbau“ behandelt wird. Durch die Gegenüberstellung beider Bauweisen lassen sich die Unterschiede in der thermischen Performance unter identischen Nutzungsszenarien herausarbeiten und hinsichtlich ihres Einflusses auf die sommerliche Überwärmung systematisch bewerten. Ziel ist es, belastbare Aussagen zur Effektivität der Speichermassen sowie zur bauphysikalischen Eignung unterschiedlicher Konstruktionsarten im Kontext der Büronutzung zu treffen.

6.2.1 Vorhandene Temperatur

Im Rahmen der thermischen Bewertung des Büroraums TOP 310 wurde zunächst der Ist-Zustand in Massivbauweise ohne zusätzliche Maßnahmen zur Reduktion der sommerlichen Überwärmung untersucht. Ziel dieser Analyse ist es, die Ausgangssituation unter realistischen, aber ungünstigen Bedingungen darzustellen, um die Notwendigkeit und Wirksamkeit nachfolgender Optimierungsmaßnahmen fundiert bewerten zu können. Dabei bleibt die bauliche Grundstruktur erhalten – es erfolgt keine aktive Verschattung, keine Lüftungsunterstützung und keine mechanische Kühlung. Der Fokus liegt auf dem reinen Einfluss der Massivbauweise auf das thermische Verhalten des Raumes bei Büronutzung.

Der Raum TOP 310 verfügt über eine Fläche von 38,46 m² und wird im vorliegenden Szenario als Büro genutzt, in dem sich tagsüber drei Personen aufhalten. Die interne Wärmelast resultiert dabei nicht nur aus der Belegung, sondern auch aus Geräten wie Computern und Beleuchtung. Auf Grundlage der Randbedingungen gemäß ÖNORM B 8110-3 wurde die operative Tagestemperatur ermittelt, um eine Einstufung der Sommertauglichkeit vorzunehmen. Die Berechnung zeigt eine maximale operative Tagestemperatur von 35,89 °C, womit

der zulässige Grenzwert von 29,8 °C deutlich überschritten wird. Infolge dieser Überschreitung wird der Raum in die Sommertauglichkeitsklasse D eingestuft, was bedeutet, dass unter den aktuellen Bedingungen keine ausreichende thermische Behaglichkeit gewährleistet werden kann. Der Raum gilt damit als nicht sommertauglich. Die Analyse unterstreicht die Bedeutung baulicher und betrieblicher Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Verhältnisse im Sommer. Ohne gezielte Maßnahmen – wie z. B. außenliegenden Sonnenschutz, optimierte Fensterlüftung oder adaptive Nutzungskonzepte – kann der gesetzlich geforderte Nachweis der Sommertauglichkeit nicht erbracht werden.

Im nächsten Kapitel (6.2.2) werden daher verschiedene Maßnahmen zur Reduktion der sommerlichen Überwärmung vorgestellt und hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Temperaturentwicklung im Raum TOP 310 analysiert. Abbildung 24 zeigt die berechnete operative Tagestemperatur für den Büroraum im untersuchten Ausgangszustand.

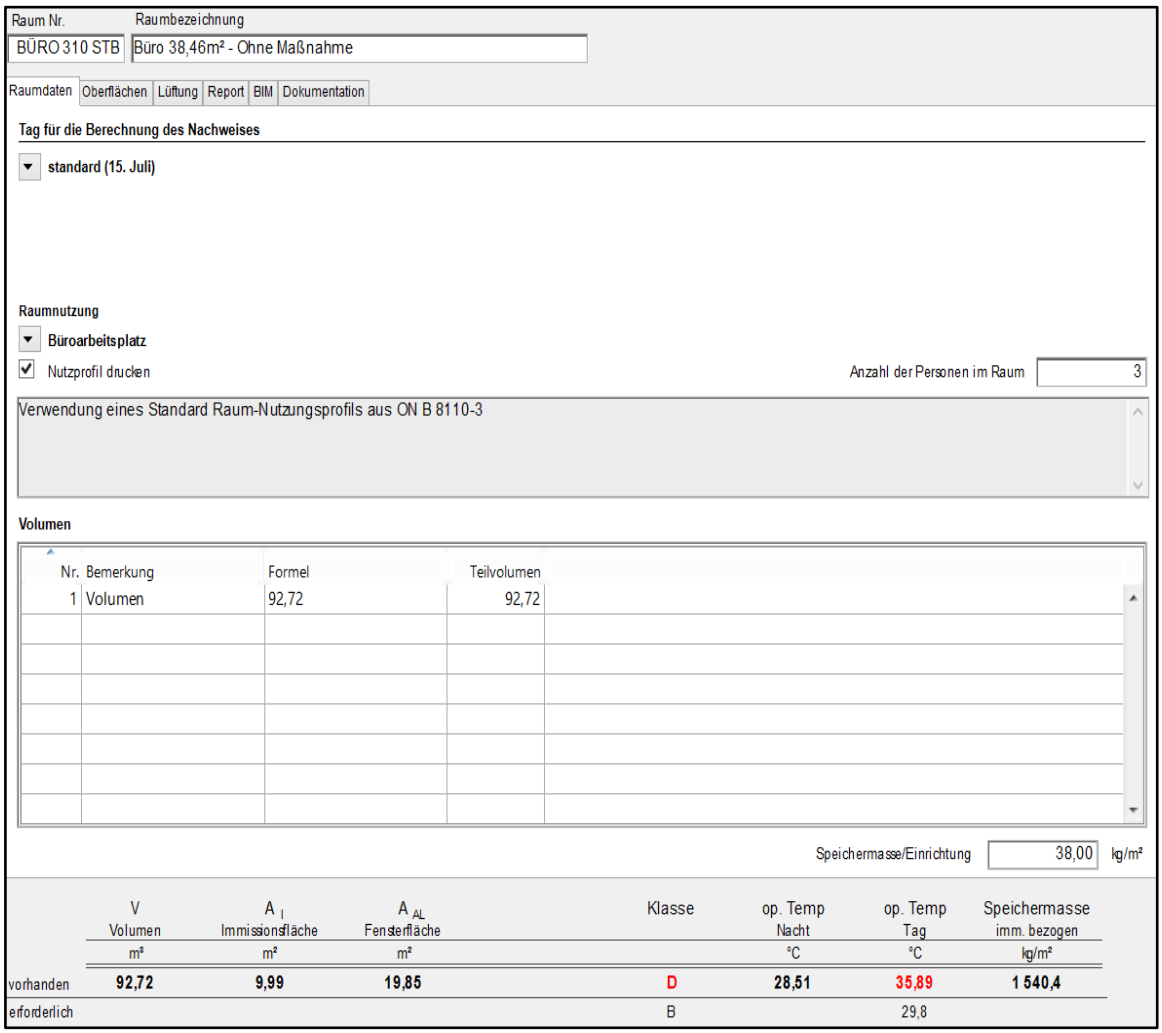


Abbildung 24: Vorhandene operative Tagestemperatur – Variante Massivbau (ArchiPHYSIK, 2024)

6.2.2 Getroffene Maßnahmen

Basierend auf der in Kapitel 6.2.1 dargestellten Ausgangssituation – einem 38,46 m² großen Büroraum in Massivbauweise ohne jegliche Maßnahmen zur Reduktion der sommerlichen Überwärmung – wurden im nächsten Schritt gezielte Maßnahmen untersucht, um das thermische Raumverhalten unter realitätsnahen Bedingungen zu verbessern. Ziel dieser Szenarienanalyse ist es, die Wirksamkeit typischer baulicher und nutzungsbezogener Strategien zur Minimierung der Überhitzung zu evaluieren und deren Beitrag zur Erreichung der geforderten Sommertauglichkeit zu bewerten. Die Methodik orientiert sich dabei an der in Kapitel 5 beschriebenen Vorgehensweise zur Untersuchung der Wohnnutzung und wurde entsprechend auf die Anforderungen eines Büroarbeitsplatzes angepasst.

Die drei untersuchten Maßnahmen-Szenarien wurden jeweils unter identischen äußeren Randbedingungen simuliert und mit der Basissituation ohne Maßnahmen (operative Tagestemperatur: 35,89 °C) verglichen. Die Ergebnisse zeigen eine stufenweise Verbesserung des Raumklimas – sowohl hinsichtlich der maximalen Temperaturen als auch bezüglich der erreichten Sommertauglichkeitsklasse.

Szenario 1 – Innenliegende Verschattung:

Durch die nachträgliche Ausstattung aller Fenster mit innenliegenden Jalousien konnte eine Reduktion der operativen Tagestemperatur um 2,87 °C auf 33,02 °C erzielt werden. Diese Maßnahme bietet einen gewissen Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung, ist jedoch aufgrund ihrer Lage innerhalb der thermischen Hülle weniger effektiv hinsichtlich der Reduktion der solaren Wärmeeinträge. Der Raum verbleibt daher weiterhin in der Sommertauglichkeitsklasse D und erfüllt die Anforderungen an die sommerliche Überwärmung nicht.

Szenario 2 – Außenliegende Verschattung:

Die Installation außenliegender Rollläden an sämtlichen Fensterflächen zeigte eine deutlich stärkere Wirkung. Die operative Tagestemperatur konnte im Vergleich zur Ausgangssituation um 5,53 °C gesenkt werden und lag bei 30,36 °C. Trotz dieser signifikanten Verbesserung wird auch in diesem Fall der Grenzwert von 29,8 °C überschritten. Der Raum verbleibt somit in Klasse D und gilt weiterhin als nicht sommertauglich. Dies verdeutlicht, dass eine alleinige bauliche Maßnahme unter Umständen nicht ausreicht, um den Nachweis zu erbringen.

Szenario 3 – Außenliegende Verschattung und nächtliches Lüften:

Erst durch die Kombination beider Maßnahmen – außenliegender Sonnenschutz und gezielte Nachtlüftung – konnte die operative Tagestemperatur deutlich auf 27,03 °C gesenkt werden. Dies entspricht einer Temperaturreduktion von insgesamt 8,86 °C gegenüber dem unbehandelten Ausgangszustand. Infolgedessen wird die Sommertauglichkeitsklasse A erreicht, womit die Anforderungen gemäß ÖNORM B 8110-3 erfüllt sind. Der Raum kann somit als gut sommertauglich eingestuft werden. Zusätzlich entspricht das Ergebnis den Kriterien der klimaaktiv-Förderung.

Obwohl dieses Szenario den Nachweis erfolgreich erbringt, sind für eine langfristig stabile thermische Behaglichkeit – insbesondere bei zu erwartenden Hitzewellen oder veränderten klimatischen Bedingungen – weiterführende Optimierungen sinnvoll. Denkbare Maßnahmen umfassen etwa die architektonische Verschattung durch Balkone über den großen Fensterflächen oder eine Reduktion der verglasten Flächenanteile zur Minimierung direkter solare Einträge. Auch die Integration adaptiver Gebäudetechnik oder intelligenter Steuerungssysteme zur Fensterlüftung könnte das thermische Raumverhalten weiter stabilisieren.

Zur besseren Übersicht sind die Ergebnisse aller analysierten Szenarien in Tabelle 25 zusammengefasst. Der Vergleich verdeutlicht die Wirkung der einzelnen Maßnahmen im Kontext der spezifischen Nutzung als Büro und zeigt auf, welche Maßnahmenkombinationen geeignet sind, die Sommertauglichkeit in Räumen signifikant zu verbessern.

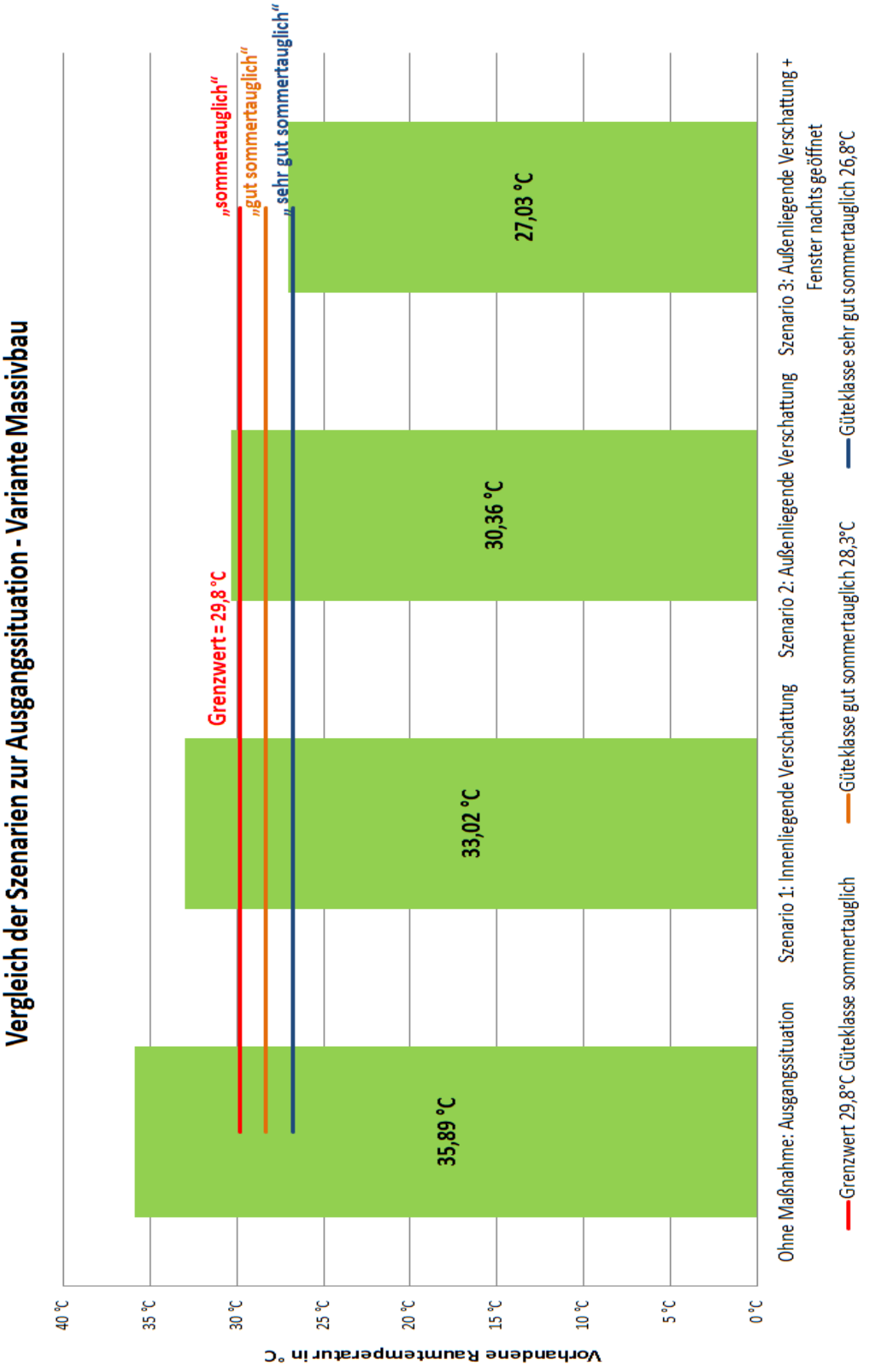


Tabelle 25: Vergleich Szenarien – Variante Massivbau

6.3 Büro TOP 310 - Variante Leichtbau

Nachdem im vorhergehenden Abschnitt die thermischen Eigenschaften des 38,46 m² großen Büroraums TOP 310 in Massivbauweise umfassend analysiert wurden, folgt in diesem Kapitel die Untersuchung derselben Raumeinheit in Leichtbauweise. Die Ergebnisse der Massivbauanalyse, bei der von einem Raum aus Stahlbeton mit geschlossen gehaltenen Fenstern während der Nachtstunden ausgegangen wurde, bilden hierbei die Referenzbasis für den direkten Vergleich der beiden Bauweisen unter identischen Randbedingungen.

Der Fokus liegt nun auf der Analyse der thermischen Performance des Büroraums in Leichtbauweise, wobei insbesondere die Auswirkungen der deutlich geringeren Speichermasse von Leichtbaukonstruktionen auf das sommerliche Raumklima untersucht werden. Aufgrund der niedrigeren thermischen Trägheit ist zu erwarten, dass Leichtbauräume schneller auf äußere Temperaturänderungen reagieren und somit ein erhöhtes Risiko für sommerliche Überwärmung besteht.

Kapitel 6.3 widmet sich daher der detaillierten Betrachtung dieser Leichtbauvariante. Es werden die Bauteilaufbauten gemäß Kapitel 4.3 „Aufbauten Nicht-Wohngebäude“ zugrunde gelegt, wobei auch die Besonderheiten im Hinblick auf den sommerlichen Wärmeschutz – wie beispielsweise reduzierte Speichermassen und leichtere Wandkonstruktionen – systematisch analysiert werden.

Ziel dieses Kapitels ist es, die thermischen Unterschiede zwischen Massiv- und Leichtbauweise klar herauszuarbeiten und deren Auswirkungen auf die Behaglichkeit im Büroraum unter realistischen Nutzungsbedingungen aufzuzeigen. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse sollen fundierte Empfehlungen abgeleitet werden, welche Bauweise unter gegebenen Rahmenbedingungen eine bessere sommerliche Performance bietet bzw. welche Zusatzmaßnahmen zur Sicherstellung einer angemessenen thermischen Behaglichkeit im Leichtbau erforderlich wären.

6.3.1 Vorhandene Temperatur

Im Zuge der thermischen Analyse wurde der 38,46 m² große Büroraum TOP 310 nun auch unter den Bedingungen der Leichtbauweise untersucht. Während die Raumgeometrie, die Fensterflächen sowie die interne Nutzung mit drei gleichzeitig anwesenden Personen und typischen Bürogeräten identisch zur Massivbauvariante bleiben, liegt der Fokus dieser Untersuchung auf den bauphysikalischen Unterschieden zwischen den beiden Bauweisen. Im Besonderen spielt die deutlich geringere Speichermasse der Leichtbaukonstruktion

eine zentrale Rolle in Bezug auf das thermische Verhalten des Raumes während sommerlicher Witterungsperioden.

Die Simulation der Ausgangssituation ohne jegliche Maßnahmen zur Reduktion der solaren oder internen Wärmelasten ergab eine maximale operative Tagestemperatur von 41,82 °C. Dieser Wert liegt deutlich über dem zulässigen Grenzwert von 29,8 °C, welcher gemäß den Richtlinien zur Bewertung der Sommertauglichkeit nicht überschritten werden darf. Zum Vergleich: In der zuvor analysierten Massivbauvariante wurde unter identischen Randbedingungen eine operative Temperatur von 35,89 °C berechnet. Dies bedeutet eine Temperaturdifferenz von nahezu 6 °C, die primär auf die fehlende thermische Speicherfähigkeit der leichten Bauteilschichten zurückzuführen ist.

Die Leichtbauweise, meist bestehend aus hochgedämmten, aber massereduzierten Schichten wie Holzrahmenkonstruktionen mit Gipskartonplatten und Zwischendämmung, kann kurzfristige Wärmespitzen – wie sie an heißen Sommertagen auftreten – kaum aufnehmen. Die Temperatur im Innenraum steigt dadurch sehr viel schneller an, was sich unmittelbar negativ auf die thermische Behaglichkeit auswirkt. Diese Problematik verschärft sich zusätzlich durch die interne Last aus Personen und Bürogeräten sowie durch mögliche solare Einträge über die Fensterflächen.

Auf Basis der berechneten Temperatur wird auch dieser Raum – wie bereits in der Massivbauvariante – in die Sommertauglichkeitsklasse D eingestuft. Dies bedeutet, dass der Raum nicht sommertauglich ist und ein Nachweis der sommerlichen Überwärmung gemäß geltender Normen und Richtlinien nicht geführt werden kann, solange keine zusätzlichen Maßnahmen umgesetzt werden.

Die Analyse unterstreicht eindrücklich die Sensibilität leichter Bauweisen gegenüber thermischen Spitzenbelastungen. Vor allem in Büronutzungen, die durch längere Belegungszeiten und erhöhte interne Lasten charakterisiert sind, stellt dies eine besondere Herausforderung dar. Eine rein passive Bauweise ohne unterstützende Maßnahmen wie Verschattung oder kontrollierte Nachtlüftung reicht hier nicht aus, um die thermischen Anforderungen zu erfüllen.

In Kapitel 6.3.2 werden daher verschiedene Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation im Raum detailliert betrachtet. Ziel ist es, durch gezielte bauliche und betriebliche Anpassungen eine deutliche Reduktion der Raumtemperatur zu erzielen und die Voraussetzungen für einen positiven Nachweis der Sommertauglichkeit auch in Leichtbauweise zu schaffen.

Die berechnete Temperaturentwicklung wird in Abbildung 25 grafisch dargestellt. Sie verdeutlicht die Auswirkungen der fehlenden Speichermasse auf das thermische Verhalten des Büroraums und hebt die Dringlichkeit wirksamer Gegenmaßnahmen hervor.

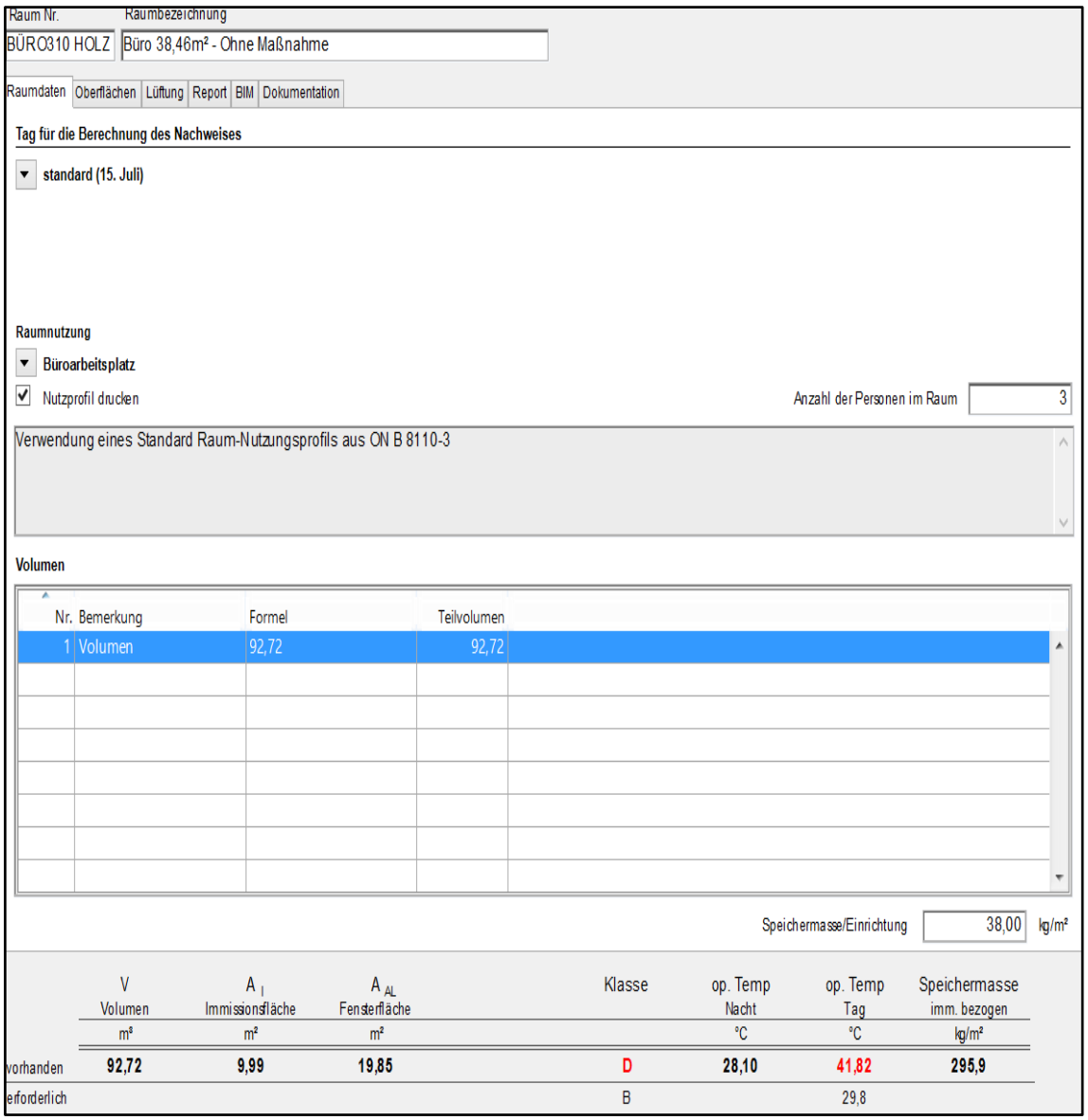


Abbildung 25: Vorhandene operative Tagestemperatur – Variante Leichtbau (ArchiPHYSIK, 2024)

6.3.2 Getroffene Maßnahme

Die Analyse der Leichtbauvariante des 38,46 m² großen Büroraums TOP 310 hat gezeigt, dass die reduzierte Speichermasse dieser Bauweise einen signifikanten Einfluss auf die sommerliche Überwärmung hat. Im Vergleich zur Massivbauweise führt der geringere Wärmespeicher der leichten Konstruktionen zu einer deutlich schnelleren und intensiveren Aufheizung des Raumes bei identischen Nutzungs- und Randbedingungen. Um die Auswirkungen unterschiedlicher Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation im Raum zu untersuchen, wurden – analog zu den Szenarien aus Kapitel 5.2.2, 5.3.2 sowie 6.2.2 – drei gestaffelte Maßnahmenpakete simuliert und deren Einfluss auf die operative Tagestemperatur bewertet. Ziel dieser Szenarien war es, herauszufinden, ob durch gezielte Eingriffe in das Verschattungs- und Lüftungsverhalten ein ausreichender sommerlicher Wärmeschutz auch in der Leichtbauweise gewährleistet werden kann. Die Ausgangssituation ohne Maßnahmen ergab eine operative Tagestemperatur von 41,82 °C, was bereits eine massive Überschreitung des zulässigen Grenzwerts von 29,8 °C darstellt. In sämtlichen drei Maßnahmen-Szenarien konnte eine schrittweise Verbesserung des Raumklimas erzielt werden. Dennoch blieb der Raum in allen Fällen in der Sommertauglichkeitsklasse D und gilt damit weiterhin als nicht sommertauglich.

Szenario 1 – Innenliegende Verschattung:

Durch die Anwendung einer innenliegenden Verschattung in Form von Innenjalousien an allen Fensterflächen konnte die operative Tagestemperatur um 4,74 °C auf 37,08 °C gesenkt werden. Trotz dieser ersten Verbesserung verbleibt der Raum klar über dem zulässigen Grenzwert. Die Wirkung innenliegender Verschattung ist im Leichtbau durch die schnelle Wärmedurchleitung und die bereits geringere thermische Trägheit stark eingeschränkt. Eine Klassifizierung als sommertauglich ist daher nicht möglich.

Szenario 2 – Außenliegende Verschattung:

In diesem Szenario wurde die Wirkung einer effektiveren außenliegenden Verschattung (Rollladen) an allen Fensterflächen untersucht. Die Maßnahme führte zu einer Reduktion der operativen Tagestemperatur um 8,36 °C auf 33,46 °C. Obwohl diese Maßnahme einen deutlich stärkeren Einfluss auf das Raumklima zeigt als die innenliegende Verschattung, ist auch hier die resultierende Temperatur deutlich über dem Grenzwert. Der Raum verbleibt weiterhin in Klasse D.

Szenario 3 – Außenliegende Verschattung und Nachtlüftung:

Das dritte Szenario kombiniert die außenliegende Verschattung mit einer gezielten nächtlichen Fensteröffnung, um die Vorteile nächtlicher Abkühlung zu nutzen und die tagsüber gespeicherte Wärme aus dem Raum abzuführen. Durch diese Kombination konnte die operative Tagestemperatur um 9,18 °C auf 32,64 °C gesenkt werden. Obwohl dies die effektivste Maßnahme unter den getesteten darstellt, reicht auch dieser Wert nicht aus, um die Anforderungen an die Sommertauglichkeit zu erfüllen. Der Raum verbleibt in Sommertauglichkeitsklasse D.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die thermische Situation im Leichtbau wesentlich schwieriger zu kontrollieren ist als im Massivbau. Während im Massivbau die Kombination von Verschattung und Nachtlüftung zu einer Einhaltung des Grenzwerts führte (Kapitel 6.2.2), ist dies im Leichtbau selbst bei maximalem Maßnahmenpaket nicht möglich. Die Simulationen zeigen, dass passive Maßnahmen allein im Leichtbau nicht ausreichen, um die geforderten Bedingungen zur Erreichung der Sommertauglichkeitsklasse B oder besser zu erfüllen.

Um eine tatsächliche Sommertauglichkeit nachzuweisen und damit auch förderrelevante Standards wie klimaaktiv zu erfüllen, sind im Fall des Leichtbaus weitergehende Maßnahmen unumgänglich. Dazu zählen beispielsweise die Reduktion der Fensterflächen, der Einbau zusätzlicher Speichermasse, der Einbau eines außenliegenden Sonnenschutzes mit Automatiksteuerung, oder sogar die Integration einer mechanischen Nachtkühlung.

Tabelle 26 fasst die Ergebnisse aller Szenarien im Vergleich zur Ausgangssituation zusammen und verdeutlicht die Wirkung der Maßnahmen auf die sommerliche Überwärmung im Büroraum in Leichtbauweise. Die Resultate unterstreichen die Notwendigkeit eines ganzheitlichen Konzepts bei der Planung von Leichtbaugebäuden zur Gewährleistung thermischer Behaglichkeit in der warmen Jahreszeit.

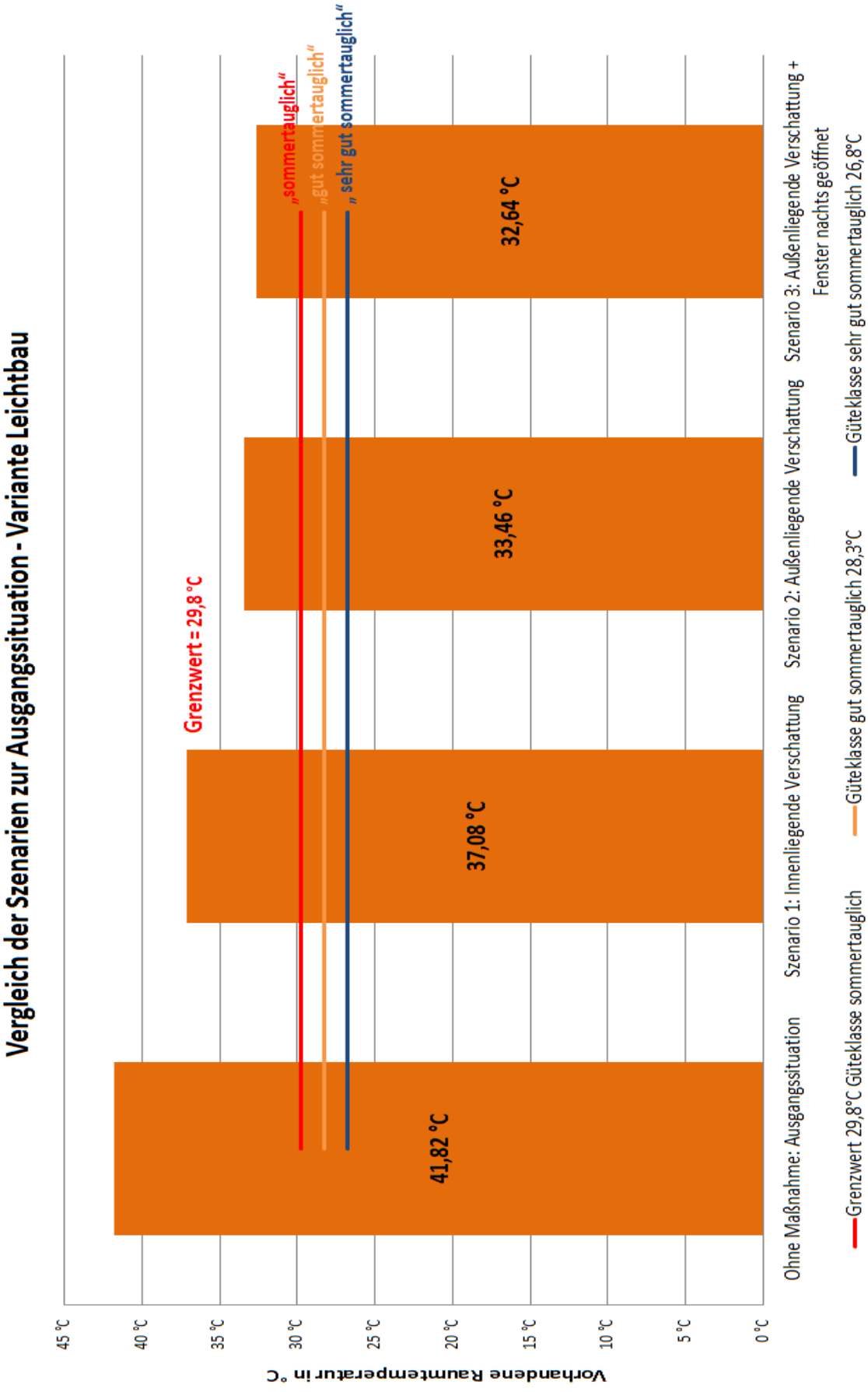


Tabelle 26: Vergleich Szenarien – Variante Leichtbau

6.4 Fensterflächenoptimierung Nichtwohngebäude – Variante Leichtbau

Im Anschluss an die Analyse der sommerlichen Überwärmung im Leichtbausystem des Büroraums TOP 310 wurde im Rahmen einer vertiefenden Untersuchung der Einfluss unterschiedlicher Fensterflächenanteile auf das thermische Verhalten des Raumes analysiert. Ziel dieser Maßnahme war es, zu überprüfen, inwieweit eine gezielte Reduktion der verglasten Flächen einen positiven Effekt auf die maximale operative Tagestemperatur und somit auf die Einstufung der Sommertauglichkeit gemäß ÖNORM B 8110-3 haben kann. Die Notwendigkeit dieser Optimierung ergibt sich insbesondere aus der vorhergehenden Analyse, in der in keinem der untersuchten Leichtbau-Szenarien eine ausreichende Sommertauglichkeit nachgewiesen werden konnte – selbst nicht bei Kombination effektiver Maßnahmen wie außenliegender Verschattung und Nachtlüftung. Ziel der folgenden Untersuchung ist es daher, aufzuzeigen, ab welchem Fensterflächenanteil eine Unterschreitung des zulässigen Temperaturgrenzwerts erreicht werden kann. Im Fokus steht dabei ausschließlich das besonders anfällige Leichtbausystem, das aufgrund seiner geringen Speichermasse besonders sensibel auf solare Einträge reagiert. Grundlage der Betrachtung ist – wie in den vorangegangenen Kapiteln – der 38,46 m² große Raum TOP 310 in seiner Nutzung als Büro mit drei gleichzeitig anwesenden Personen. Es werden ausschließlich die Fensterflächen reduziert, und zwar in drei abgestuften Szenarien mit 20 %, 30 % und 40 % Fensterflächenreduzierung bezogen auf die jeweilige Außenwand. Damit soll ermittelt werden, ob bereits durch eine Anpassung der Verglasung relevante Verbesserungen im sommerlichen Raumklima erzielt werden können.

Abbildung 26 zeigt eine Übersicht der jeweils angepassten Außenwand- und Fensterflächen sowie den prozentualen Flächenanteil der untersuchten Szenarien. Die Darstellung veranschaulicht die systematische Reduktion der Verglasung und deren Verhältnis zur Gesamtfläche der jeweiligen Außenwand.

Bauteil	Fläche Ausgangswert [m²]	AW Netto[m²]	Flächenanteil [%]	20% Fensteroptimierung [m²]	Flächenanteil [%]	30% Fensteroptimierung [m²]	Flächenanteil [%]	40% Fensteroptimierung [m²]	Flächenanteil [%]
Außenwand Süden	18,48	7,14	39	10,92	59	12,81	69	14,57	79
Fenster Süden	11,34	-	61	7,56	41	5,67	31	3,92	21
Außenwand Westen	11,77	3,27	28	5,70	48	6,78	58	7,99	68
Fenster Westen	8,51	-	72	6,08	52	5,00	42	3,78	32

Abbildung 26: Übersicht der angepassten Außenwand- und Fensterflächen für die Szenarien mit 20 %, 30 % und 40 % Reduktion.

Abbildung 27 stellt den systematischen Aufbau der Szenarien zur Fensterflächenoptimierung innerhalb des Analyseprozesses dar. Die Simulationen wurden ausschließlich für die Leichtbauweise durchgeführt, um den Effekt der Fensterflächenreduktion auf das sommerliche Innenraumverhalten gezielt zu bewerten.

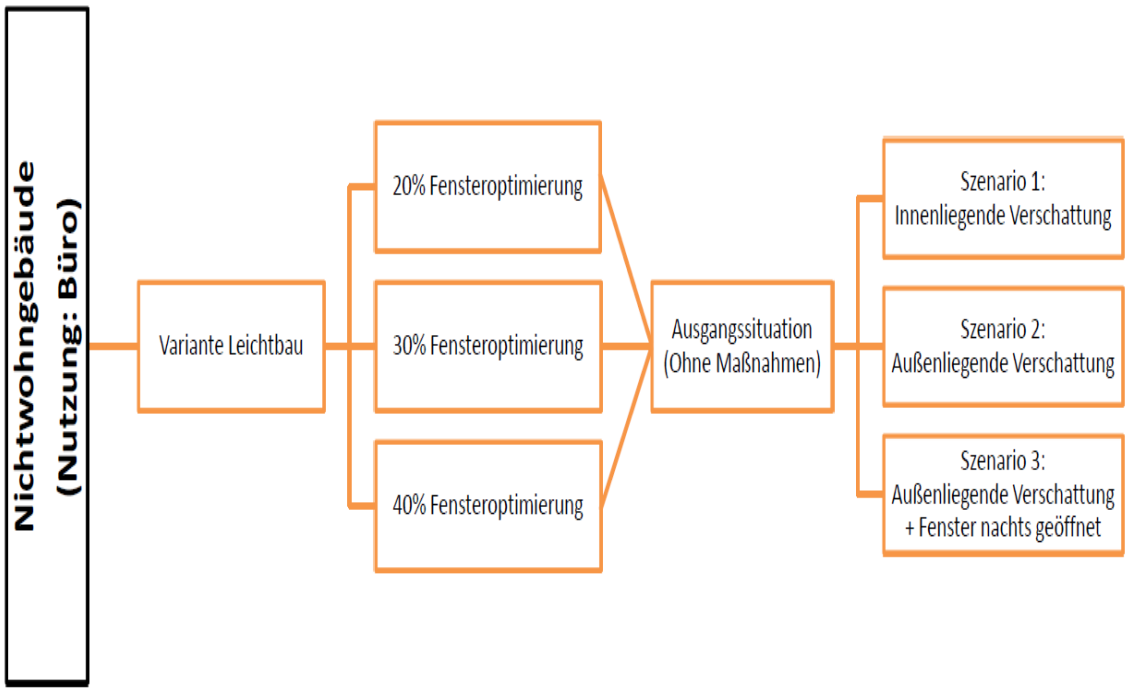


Abbildung 27: Übersichtsplan Fensterflächenoptimierung

6.4.1 Büro TOP 310 - Variante Leichtbau

Die in den Kapiteln zuvor dargestellten Ergebnisse der Leichtbauvariante des Büroraums TOP 310 zeigten deutlich, dass trotz Umsetzung gängiger Maßnahmen wie innen- bzw. außenliegender Verschattung sowie Nachtlüftung die operativen Temperaturen über dem zulässigen Grenzwert von 29,8 °C lagen. Dies führte in allen Ausgangsszenarien zur Einstufung in Sommertauglichkeitsklasse D, wodurch der Nachweis der Sommertauglichkeit nicht erbracht werden konnte. Im Rahmen dieses Kapitels wurde daher die Wirkung einer gezielten Fensterflächenreduktion untersucht. Ziel war es, herauszufinden, ab welchem Fensterflächenanteil in Kombination mit bekannten Maßnahmen (Szenario 1-3) eine ausreichende Reduktion der sommerlichen Überwärmung erzielt werden kann. Die Betrachtung erfolgte analog zu den vorherigen Analysen in drei Stufen um 20 %, 30 % und 40 % Fensterflächenreduzierung, jeweils bezogen auf die Außenwandfläche.

6.4.1.1 20% Fensteroptimierung

Bei einer Reduktion der Fensterfläche um 20 % zeigte sich in der Ausgangssituation ohne zusätzliche Maßnahmen eine operative Tagestemperatur von 38,95 °C, womit der Raum weiterhin deutlich über dem zulässigen Grenzwert von 29,8 °C liegt. Entsprechend wurde der Raum erneut in die Sommertauglichkeitsklasse D eingestuft.

Die Anwendung innenliegender Verschattung (Szenario 1) in Form von Jalousien führte zu einer spürbaren Temperaturreduktion auf 35,45 °C, was einem Rückgang von 3,50 °C entspricht. Trotz dieser Verbesserung bleibt die Klassifizierung in Klasse D bestehen. Auch durch den Einsatz außenliegender Verschattung (Szenario 2) – in diesem Fall durch Rollläden – konnte eine signifikante Reduktion erzielt werden: Die Temperatur sank auf 32,61 °C, was einer Differenz von 6,34 °C zur Ausgangssituation entspricht. Dennoch war auch dieses Ergebnis nicht ausreichend, um den erforderlichen Grenzwert zu erreichen.

Erst die Kombination aus außenliegender Verschattung und gezielter Nachtlüftung (Szenario 3) brachte mit einer Temperatur von 31,16 °C das beste Resultat innerhalb dieses Reduktionsszenarios. Der Raum konnte damit in Sommertauglichkeitsklasse C eingestuft werden, die Anforderungen an die Sommertauglichkeit nach ÖNORM B 8110-3 wurden jedoch weiterhin nicht erfüllt.

6.4.1.2 30% Fensteroptimierung

Auch bei einer Reduktion der Fensterfläche um 30 % zeigte sich die Ausgangssituation ohne Maßnahmen kritisch: Die berechnete operative Tagestemperatur lag bei 37,54 °C, womit der Raum klar in Klasse D verbleibt.

Die Umsetzung von innenliegender Verschattung (Szenario 1) reduzierte die Temperatur auf 34,62 °C, was einer Verbesserung um 2,92 °C entspricht – jedoch weiterhin oberhalb der zulässigen Grenze liegt. Mit außenliegender Verschattung (Szenario 2) konnte eine Temperatur von 32,16 °C erreicht werden. Trotz einer deutlichen Absenkung um 5,38 °C reichte das Ergebnis nicht aus, um die Tauglichkeitsanforderungen zu erfüllen.

Die Kombination beider Maßnahmen – außenliegender Sonnenschutz und Nachtlüftung (Szenario 3) – zeigte auch hier das beste Resultat: Die operative Temperatur wurde auf 30,42 °C gesenkt, was einem Rückgang von 7,12 °C gegenüber der Ausgangssituation entspricht. Die Klassifizierung bleibt dennoch bei Klasse C, der Raum gilt somit weiterhin als nicht sommertauglich.

6.4.1.3 40% Fensteroptimierung

Die stärkste untersuchte Reduktion um 40 % der Fensterfläche brachte in der unbehandelten Ausgangssituation eine Temperatur von 35,99 °C hervor, womit der Raum nach wie vor deutlich über dem Grenzwert liegt und der Sommertauglichkeitsklasse D zugeordnet wird.

Die Verwendung innenliegender Verschattung (Szenario 1) reduzierte die Temperatur auf 33,68 °C (ΔT = -2,31 °C), blieb jedoch in der bisherigen Klassifizierung. Mit dem Einsatz außenliegender Rollläden (Szenario 2) konnte die operative Temperatur auf 31,70 °C gesenkt werden, was einem Rückgang um 4,29 °C entspricht – aber auch hier wurde die geforderte Grenze nicht unterschritten.

Erst durch die Kombination von außenliegender Verschattung mit gezielter Nachtlüftung (Szenario 3) konnte eine Temperatur von 29,63 °C erreicht werden. Damit wurde erstmals der Richtwert von 29,8 °C unterschritten, was zur Einstufung in Sommertauglichkeitsklasse B führt. Die Anforderungen gemäß ÖNORM B 8110-3 gelten somit als erfüllt, und der Raum ist zusätzlich förderfähig nach klimaaktiv.

6.4.1.4 Zusammenfassung der Ergebnisse – Variante Leichtbau

Die nachstehende Tabelle 27 fasst die Ergebnisse der Fensterflächenoptimierung im Leichtbausystem übersichtlich zusammen:

Fensterflächen-reduktion	Ausgangs-situation	Szenario 1 – Innenjalousien	Szenario 2 – Außenrollläden	Szenario 3 – Außenrollläden + Nachtlüftung
20%	38,95 °C (D)	35,45 °C (D)	32,61 °C (D)	31,16 °C (C)
30%	37,54 °C (D)	34,62 °C (D)	32,16 °C (D)	30,42 °C (C)
40%	35,99 °C (D)	33,68 °C (D)	31,70 °C (D)	29,63 °C (B) ✔

Legende:
✔ = Sommertauglichkeit gemäß ÖNORM B 8110-3 erreicht
(Förderfähig gemäß klimaaktiv ab Klasse B)

Tabelle 27:Übersicht Ergebnisse Fensterflächenoptimierung

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass eine alleinige Reduktion der Fensterflächen im Leichtbau nicht ausreicht, um die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz zu erfüllen. Erst durch die Kombination einer 40 prozentigen Reduktion der Fensterfläche mit außenliegender Verschattung und Nachtlüftung konnte der erforderliche Grenzwert von 29,8 °C unterschritten und damit die Sommertauglichkeit nachgewiesen werden. Der Nachweis gelingt somit ausschließlich in der stärksten untersuchten Maßnahmenkombination (Szenario 3).

Abschließend lässt sich festhalten, dass die Fensterflächenoptimierung in der Leichtbauweise zwar eine spürbare Verbesserung des sommerlichen Raumklimas bewirken kann, jedoch allein nicht ausreicht, um die gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen. Erst in Verbindung mit zusätzlichen Maßnahmen wie außenliegendem Sonnenschutz und gezielter Nachtlüftung sowie einer deutlichen Reduktion der Fensterfläche um 40 % konnte die notwendige Unterschreitung des Grenzwerts und damit der Nachweis der Sommertauglichkeit erzielt werden.

Diese Erkenntnisse unterstreichen die besondere Herausforderung thermischer Planung im Leichtbau und bilden die Grundlage für die weiterführende Bewertung im folgenden Kapitel 7, in dem sämtliche Maßnahmen analysiert und hinsichtlich ihrer Wirksamkeit abschließend bewertet werden.

7 Ergebnisse

7.1 Vergleich Wohngebäude Massivbau / Leichtbau

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde die sommerliche Überwärmung der Wohnküche TOP 310 sowohl in Massivbauweise als auch in Leichtbauweise simuliert und bewertet. Ziel war es, die thermische Leistungsfähigkeit beider Bauweisen zu untersuchen und verschiedene Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zu analysieren. Die Ergebnisse zeigen signifikante Unterschiede im Temperaturverlauf und der Sommertauglichkeit der jeweiligen Bauweise, die im Folgenden detailliert dargestellt und interpretiert werden.

7.1.1 Massivbauweise

Ausgangssituation:

- Operative Temperatur ohne Maßnahmen: 34,63 °C
- Sommertauglichkeitsklasse: D → nicht sommertauglich

Die Ergebnisse zeigen, dass der Massivbau trotz seiner hohen thermischen Speichermasse bei fehlenden Maßnahmen deutlich überhitzt. Ohne Verschattung oder Lüftung überschreitet die operative Temperatur den Grenzwert von 29,8 °C um fast 5 °C. Dies verdeutlicht, dass auch im Massivbau eine aktive Planung zur Vermeidung von sommerlicher Überwärmung notwendig ist.

Getroffene Maßnahmen und deren Wirkung:

1. Innenjalousien
   - Temperatur**:** 31,86 °C
   - Sommertauglichkeit**:** Klasse D → keine Sommertauglichkeit
   - Bewertung**:** Innenliegende Verschattung hat nur begrenzten Effekt, da die Sonnenenergie bereits in den Raum gelangt, bevor sie reflektiert wird.
   - Förderkonformität**:** Anforderungen für klimaaktiv nicht erfüllt.
   - Empfohlene Ergänzung**:** Kombination mit tageszeitgesteuerter Lüftung oder außenliegender Verschattung.

2. Rollläden (außenliegend)
    - Temperatur**:** 28,52 °C
    - Sommertauglichkeit**:** Klasse B → sommertauglich
    - Bewertung**:** Deutliche Reduktion der Raumtemperatur durch effektive Reduktion der solaren Gewinne.
    - Förderkonformität**:** Erfüllt Anforderungen für klimaaktiv.
    - Zusätzlicher Nutzen**:** Geringere Kühllasten, besserer Blendschutz.

3. Rollläden + Nachtlüftung
    - Temperatur**:** 24,74 °C
    - Sommertauglichkeit**:** Klasse A+ → sehr gute Sommertauglichkeit
    - Bewertung**:** Kombination aus Vermeidung von Wärmeeintrag am Tag und gezieltem Wärmeabtransport in der Nacht wirkt sehr effizient.
    - Förderkonformität: Erfüllt Anforderungen für klimaaktiv.
    - Empfehlung**:** Diese Maßnahme stellt die optimale Lösung für einen Massivbau dar – sowohl energetisch als auch komforttechnisch.

7.1.1.1 Fazit Massivbau:

Der Massivbau profitiert stark von seiner Speichermasse, sobald Maßnahmen wie nächtliche Lüftung greifen. Besonders in Kombination mit außenliegender Verschattung lassen sich sehr gute Resultate erzielen. Der Massivbau stellt daher eine robuste Lösung gegen sommerliche Überwärmung dar – vorausgesetzt, einfache passive Strategien werden umgesetzt.

7.1.2 Leichtbauweise

Ausgangssituation:

- Operative Temperatur ohne Maßnahmen: 39,89 °C
- Sommertauglichkeitsklasse: D → nicht sommertauglich

Die Simulation zeigt, dass der Leichtbau unter denselben Bedingungen wie der Massivbau eine deutlich stärkere Überhitzung aufweist. Aufgrund der geringen thermischen Speichermasse fehlt die Pufferwirkung gegenüber solaren Wärmeeinträgen. Der Raum reagiert schneller und intensiver auf hohe Außentemperaturen, was ohne gezielte Maßnahmen zu einer erheblichen Überwärmung führt.

Getroffene Maßnahmen und deren Wirkung:

1. Innenjalousien
    - Temperatur: 35,42 °C
    - Sommertauglichkeit: Klasse D → keine Sommertauglichkeit
    - Bewertung: Die Wirkung der innenliegenden Verschattung fällt im Leichtbau noch geringer aus als im Massivbau. Zwar ist eine Temperaturreduktion feststellbar, sie reicht jedoch nicht aus, um den Raumkomfort entscheidend zu verbessern.
    - Förderkonformität**:** Anforderungen für klimaaktiv nicht erfüllt.
    - Empfehlung: Nicht ausreichend als Einzelmaßnahme – Ergänzung zwingend erforderlich.

2. Rollläden (außenliegend)
    - Temperatur: 31,44 °C
    - Sommertauglichkeit: Klasse D → keine Sommertauglichkeit
    - Bewertung: Die außenliegende Verschattung reduziert die solaren Lasten deutlich, jedoch genügt die Maßnahme alleine im Leichtbau nicht, um den Komfortbereich zu erreichen. Der Raum heizt sich trotz geringerer Sonneneinstrahlung aufgrund fehlender Speichermasse rasch auf.
    - Förderkonformität**:** Anforderungen für klimaaktiv nicht erfüllt.
    - Empfehlung: Nur in Kombination mit weiteren Strategien wirksam.

3. Rollläden + Nachtlüftung
    - Temperatur: 29,69 °C
    - Sommertauglichkeit: Klasse B → sommertauglich
    - Bewertung: Erst die Kombination aus außenliegender Verschattung und gezieltem nächtlichem Lüften führt zur notwendigen Entlastung. Die operative Temperatur sinkt unter den Grenzwert, der Nachweis der Sommertauglichkeit wird knapp erbracht.
    - Förderkonformität: Erfüllt Anforderungen für klimaaktiv.
    - Empfehlung: Diese Maßnahme ist im Leichtbau zwingend erforderlich, stellt jedoch das Minimum dar – weitere Optimierungen (z. B. kleinere Fensterflächen, außenliegende Verschattung durch Balkone) sollten in Erwägung gezogen werden.

7.1.2.1 Fazit Leichtbau:

Der Leichtbau zeigt sich deutlich anfälliger für sommerliche Überwärmung als der Massivbau. Die geringe Speichermasse führt zu einem schnellen Temperaturanstieg, insbesondere bei unzureichender Verschattung oder fehlender Nachtauskühlung. Erst durch eine gezielte Kombination technischer und nutzungsbezogener Maßnahmen – insbesondere außenliegender Verschattung und aktiver Nachtlüftung – kann ein ausreichend komfortables Raumklima erzielt werden. Während der Massivbau bereits mit wenigen Maßnahmen sehr gute Resultate erzielt, erfordert der Leichtbau ein hohes Maß an Detailplanung und Nutzerdisziplin, um die Anforderungen an die Sommertauglichkeit zu erfüllen.

7.1.3 Vergleich und Bewertung der Bauweisen

Der direkte Vergleich der beiden untersuchten Bauweisen zeigt deutlich die unterschiedlichen thermischen Eigenschaften von Massiv- und Leichtbaukonstruktionen. Während der Massivbau durch seine hohe Speichermasse eine gewisse Pufferwirkung gegenüber sommerlichen Temperaturspitzen bietet, reagiert der Leichtbau wesentlich sensibler auf äußere Einflüsse. Ohne zusätzliche Maßnahmen überschreitet die operative Temperatur in beiden Fällen deutlich den zulässigen Grenzwert von 29,8 °C.

Jedoch gelingt im Massivbau bereits durch außenliegende Verschattung der Nachweis der Sommertauglichkeit, wohingegen im Leichtbau erst eine Kombination aus außenliegender Verschattung und nächtlichem Lüften ausreichend ist. Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer sorgfältigen Planung und Nutzereinbindung bei Leichtbauprojekten, um ein angenehmes Raumklima im Sommer sicherzustellen.

Zur besseren Übersicht wurden die Ergebnisse der thermischen Simulationen für beide Bauweisen in Tabelle 28 gegenübergestellt. Die Darstellung ermöglicht einen direkten Vergleich der operativen Tagestemperaturen sowie der zugeordneten Sommertauglichkeitsklassen in den jeweiligen Szenarien und die Förderfähigkeit klimaaktiv. Dabei wird deutlich, dass der Massivbau insbesondere in Kombination mit außenliegender Verschattung und nächtlicher Lüftung eine deutlich höhere thermische Stabilität aufweist. Im Gegensatz dazu zeigt die Leichtbauweise eine stärkere Anfälligkeit für sommerliche Überwärmung, wodurch umfassendere Maßnahmen erforderlich sind, um vergleichbare Raumkonditionen zu erzielen.

Szenario	Bauweise	Operative Tagestemperatur (°C)	Temperatur-Reduktion (°C)	Sommer-tauglichkeitsklasse	Anforderung Richtlinie (<29,8°C) = Klasse B	Förderfähig klimaaktiv = mindestens Klasse B
Ausgangssituation	Massivbau	34,63	-	D	Nein	Nein
1 Innenjalousien	Massivbau	31,86	-2,77	D	Nein	Nein
2 Außenrollläden	Massivbau	28,52	-6,11	B	Ja	Ja
3 Außenrollläden + Nachtlüftung	Massivbau	24,74	-9,89	A+	Ja	Ja
Ausgangssituation	Leichtbau	39,89	-	D	Nein	Nein
1 Innenjalousien	Leichtbau	35,42	-4,47	D	Nein	Nein
2 Außenrollläden	Leichtbau	31,44	-8,45	D	Nein	Nein
3 Außenrollläden + Nachtlüftung	Leichtbau	29,69	-10,2	B	Ja	Ja

Tabelle 28: Vergleich der thermischen Performance – Massivbau vs. Leichtbau

Das Balkendiagramm in Tabelle 29 stellt die berechneten operativen Tagestemperaturen für die Wohnküche TOP 310 in den Bauweisen Massivbau (grün) und Leichtbau (orange) gegenüber. In allen vier Szenarien – von der unbehandelten Ausgangssituation bis zur Kombination aus außenliegender Verschattung und nächtlicher Lüftung – zeigt sich ein deutlicher Unterschied in der thermischen Performance.

Besonders auffällig ist, dass der Leichtbau in allen Fällen höhere Temperaturen aufweist. Während im Massivbau bereits durch außenliegende Verschattung eine Sommertauglichkeit (Klasse B) erreicht werden kann, ist beim Leichtbau erst durch die Kombination mit Nachtlüftung eine vergleichbare Wirkung (ebenfalls Klasse B) erzielbar. Das Diagramm verdeutlicht anschaulich die höhere thermische Trägheit des Massivbaus und unterstreicht die Bedeutung angepasster Maßnahmen bei leichteren Bauweisen.

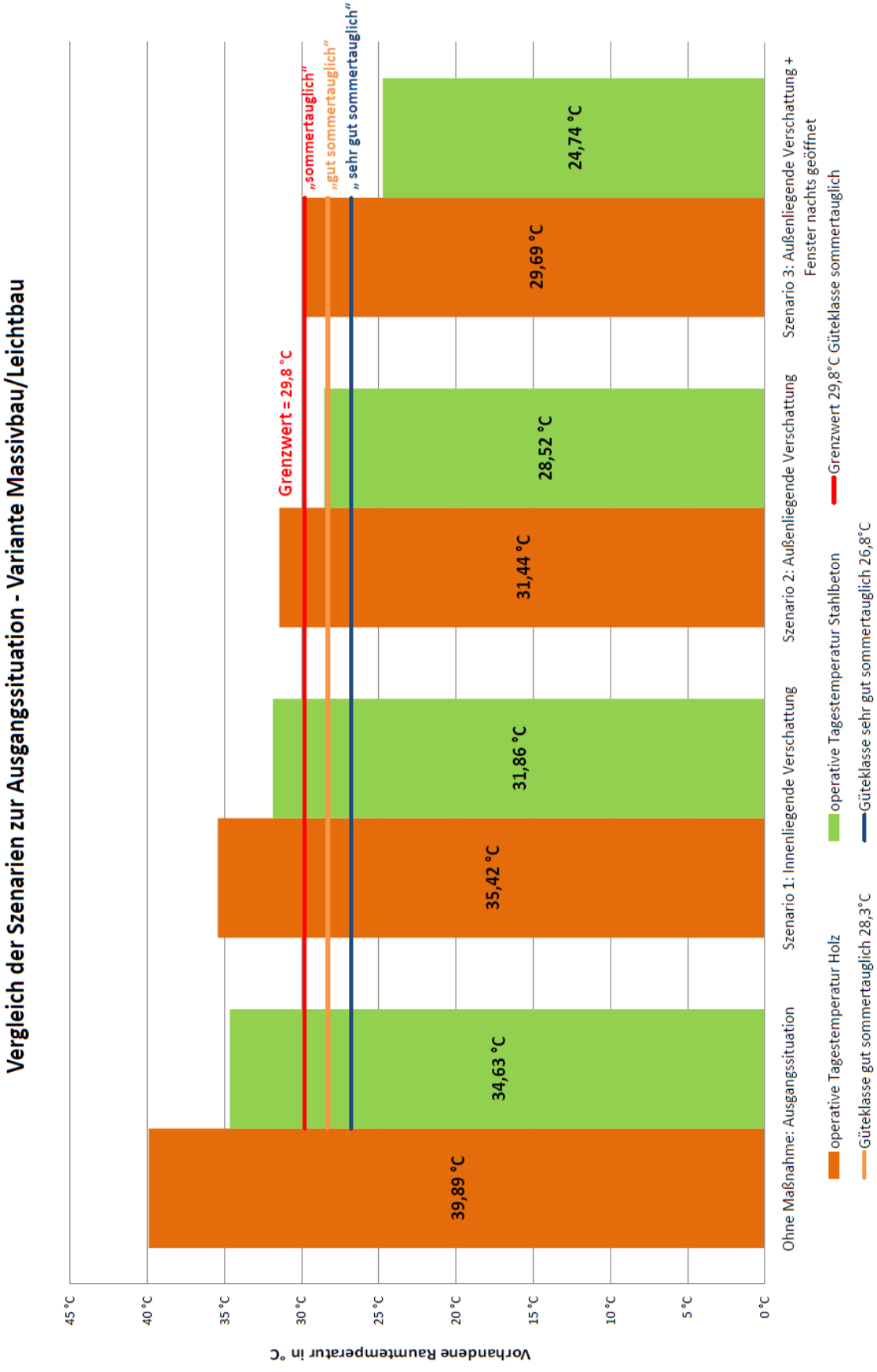


Tabelle 29: Operative Tagestemperaturen im Vergleich – Massivbau vs. Leichtbau

7.2 Vergleich Nichtwohngebäude Massivbau / Leichtbau

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde die sommerliche Überwärmung eines Büroraums (3 Personen, interne Lasten durch Personen und Geräte) sowohl in Massivbauweise als auch in Leichtbauweise simuliert und analysiert. Ziel war es, die thermische Leistungsfähigkeit beider Bauweisen unter realistischen Nutzungsbedingungen zu bewerten und Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zu vergleichen. Die Ergebnisse zeigen deutliche Unterschiede in Temperaturverlauf und Sommertauglichkeit. Im Folgenden werden diese im Detail dargestellt.

7.2.1 Massivbauweise

Ausgangssituation:

- Operative Temperatur ohne Maßnahmen: 35,89 °C
- Sommertauglichkeitsklasse: D → nicht sommertauglich

Trotz der thermischen Speichermasse führt die interne Wärmebelastung durch Personen und Geräte bei fehlenden Maßnahmen zu einer ausgeprägten sommerlichen Überwärmung. Der zulässige Grenzwert von 29,8 °C wird um über 6 °C überschritten.

Getroffene Maßnahmen und deren Wirkung:

1. Innenjalousien
    - Temperatur: 33,02 °C
    - Sommertauglichkeit: Klasse D → keine Sommertauglichkeit
    - Bewertung: Die Wirkung ist begrenzt – solare Gewinne werden zwar reduziert, jedoch gelangen sie bereits ins Gebäudeinnere. Die thermische Masse kann aufgrund der konstanten internen Lasten keine ausreichende Wirkung entfalten.
    - Förderkonformität**:** Anforderungen für klimaaktiv nicht erfüllt.
    - Empfohlene Ergänzung: Kombination mit tageszeitgesteuerter Lüftung oder besserer Verschattung.

2. Rollläden (außenliegend)
    - Temperatur: 30,36 °C
    - Sommertauglichkeit: Klasse D → keine Sommertauglichkeit
    - Bewertung: Effektive Reduktion der solaren Lasten. Der Grenzwert wird zwar verringert, jedoch noch überschritten. Eine merkli-

che Verbesserung des thermischen Komforts ist trotzdem festzustellen.
- Förderkonformität**:** Anforderungen für klimaaktiv nicht erfüllt.
- Empfehlung: In Kombination mit weiterer Maßnahme empfehlenswert.

3. Rollläden + Nachtlüftung
    - Temperatur: 27,03 °C
    - Sommertauglichkeit: Klasse A → gute Sommertauglichkeit
    - Bewertung: Die Kombination führt zu einer signifikanten Entlastung – Wärmeeintrag tagsüber wird reduziert, und überschüssige Wärme wird nachts abgeführt.
    - Förderkonformität: Erfüllt Anforderungen für klimaaktiv.
    - Empfehlung: Diese Strategie gilt als besonders effizient und sollte als Standardlösung für den Massivbau im Bürobereich gelten.

7.2.1.1 Fazit Massivbau:

Der Massivbau reagiert unter Bürobedingungen (interne Lasten, Geräte, Belegung) thermisch stabil, wenn passende Maßnahmen umgesetzt werden. Besonders die Kombination aus außenliegender Verschattung und nächtlicher Lüftung bietet eine effektive Lösung zur Vermeidung von sommerlicher Überwärmung. Einzelmaßnahmen sind jedoch nicht ausreichend.

7.2.2 Leichtbauweise

Ausgangssituation:

- Operative Temperatur ohne Maßnahmen: 41,82 °C
- Sommertauglichkeitsklasse: D → nicht sommertauglich

Die Simulation zeigt eine ausgeprägte Überhitzung im Büroraum. Durch die geringe Speichermasse reagieren die Innenräume sehr schnell auf externe sowie interne Wärmequellen. Ohne Maßnahmen wird der Grenzwert um über 12 °C überschritten – eine kritische Situation hinsichtlich Raumkomfort und Arbeitsbedingungen.

Getroffene Maßnahmen und deren Wirkung:

1. Innenjalousien
    - Temperatur: 37,08 °C
    - Sommertauglichkeit: Klasse D → keine Sommertauglichkeit

- Bewertung: Der Effekt ist minimal – die innere Verschattung kann den starken solaren Wärmeeintrag nicht ausreichend abpuffern. Zudem fehlen speicherwirksame Bauteile zur Stabilisierung.
- Förderkonformität**:** Anforderungen für klimaaktiv nicht erfüllt.
- Empfehlung: Ungeeignet als Einzelmaßnahme – Kombination unbedingt erforderlich.

2. Rollläden (außenliegend)
    - Temperatur: 33,46 °C
    - Sommertauglichkeit: Klasse D → keine Sommertauglichkeit
    - Bewertung: Die solaren Lasten werden effektiv reduziert, jedoch steigt die Raumtemperatur aufgrund fehlender thermischer Trägheit dennoch deutlich über den Grenzwert.
    - Förderkonformität**:** Anforderungen für klimaaktiv nicht erfüllt.
    - Empfehlung: Wirksam nur in Verbindung mit weiteren Strategien wie Nachtlüftung.

3. Rollläden + Nachtlüftung
    - Temperatur: 32,64 °C
    - Sommertauglichkeit: Klasse D → keine Sommertauglichkeit
    - Bewertung: Die kombinierte Maßnahme führt zu einer spürbaren Entlastung, reicht jedoch nicht aus, um die Anforderungen an ein komfortables Raumklima im Hochsommer zu erfüllen.
    - Förderkonformität**:** Anforderungen für klimaaktiv nicht erfüllt.
    - Empfehlung: Diese Lösung ist ein notwendiges Minimum, sollte jedoch durch zusätzliche architektonische oder technische Maßnahmen ergänzt werden (z. B. kleinere Fensterflächen, Verschattung durch Auskragungen/Balkone, intelligente Steuerung der Lüftung).

7.2.2.1 Fazit Leichtbau:

Der Leichtbau zeigt sich im Büroanwendungsfall mit drei Personen besonders anfällig für sommerliche Überwärmung. Trotz verschiedener Maßnahmen wie innen- oder außenliegender Verschattung sowie zusätzlicher Nachtlüftung wird in keinem der untersuchten Szenarien der erforderliche Grenzwert von 29,8 °C unterschritten. Die Sommertauglichkeit bleibt durchgehend auf Klasse D, was bedeutet, dass der Raum als nicht sommertauglich einzustufen ist. Die geringe thermische Speichermasse des Leichtbaus führt zu einer schnellen und starken

Reaktion auf interne und externe Wärmelasten. Selbst bei gezielten Maßnahmen wie der Kombination aus Rollläden und Nachtlüftung gelingt es nicht, eine ausreichende Entlastung zu erzielen. Dies verdeutlicht, dass im Leichtbau zusätzliche Strategien notwendig sind – wie z. B. eine Verringerung interner Lasten, optimierte Fensterflächen, bauliche Verschattungselemente (z. B. Balkone oder auskragende Decken) oder sogar aktive Kühlung. Im Vergleich zum Massivbau erfordert der Leichtbau somit einen wesentlich höheren Planungsaufwand sowie konsequente Nutzerführung, um ein akzeptables sommerliches Raumklima zu gewährleisten – das allein durch passive Maßnahmen in diesem Fall jedoch nicht nachweisbar ist.

7.2.3 Vergleich und Bewertung der Bauweisen – Büroraum 3 Personen

Der direkte Vergleich der beiden Bauweisen im Büroanwendungsfall verdeutlicht die gravierenden Unterschiede hinsichtlich der sommerlichen Überwärmung. Der Massivbau profitiert deutlich von seiner thermischen Speichermasse, wodurch interne Wärmelasten wie Personen, Beleuchtung oder technische Geräte besser gepuffert werden können. Der Leichtbau hingegen reagiert sehr empfindlich auf externe und interne Wärmeeinträge – insbesondere bei fehlenden oder unzureichenden Maßnahmen. In beiden Fällen wird ohne Maßnahmen der zulässige Grenzwert von 29,8 °C deutlich überschritten. Während der Massivbau mit der Kombination aus außenliegender Verschattung und Nachtlüftung die Klasse A erreicht, bleibt der Leichtbau trotz gleicher Maßnahmen in der Klasse D – der Grenzwert wird nicht eingehalten. Dies unterstreicht die deutlich geringere thermische Trägheit des Leichtbaus und die damit verbundene Notwendigkeit umfassender Maßnahmenpakete.

Zur besseren Übersicht wurden die Ergebnisse der thermischen Simulationen für beide Bauweisen in Tabelle 30 gegenübergestellt. Die Darstellung ermöglicht einen direkten Vergleich der operativen Tagestemperaturen sowie der zugeordneten Sommertauglichkeitsklassen in den jeweiligen Szenarien und die Förderfähigkeit klimaaktiv. Dabei wird deutlich, dass der Massivbau, insbesondere in Kombination mit außenliegender Verschattung und nächtlicher Lüftung, eine deutlich höhere thermische Stabilität aufweist.

Die Grenztemperatur von 29,8 °C wird in diesem Fall unterschritten, wodurch eine gute Sommertauglichkeit (Klasse A) nachgewiesen werden kann. Im Gegensatz dazu zeigt sich die Leichtbauweise in allen untersuchten Szenarien als nicht sommertauglich (Klasse D).

Trotz identischer Maßnahmenkombination gelingt es nicht, die operativen Temperaturen ausreichend zu senken. Dies verdeutlicht die starke Anfälligkeit des Leichtbaus gegenüber sommerlicher Überwärmung – insbesondere bei internen Lasten wie Bürogeräten und Personen. Um vergleichbare Raumkonditionen wie im Massivbau zu erzielen, sind im Leichtbau deutlich umfassendere Maßnahmenpakete erforderlich, die über klassische passive Strategien hinausgehen.

Szenario	Bauweise	Operative Tagestemperatur (°C)	Temperatur-Reduktion (°C)	Sommer-tauglichkeitsklasse	Anforderung Richtlinie (<29,8°C) = Klasse B	Förderfähig klimaaktiv = mindestens Klasse B
Ausgangssituation	Massivbau	35,89	-	D	Nein	Nein
1 Innenjalousien	Massivbau	33,02	-2,87	D	Nein	Nein
2 Außenrollläden	Massivbau	30,36	-5,53	D	Nein	Nein
3 Außenrollläden + Nachtlüftung	Massivbau	27,03	-8,86	A	Ja	Ja
Ausgangssituation	Leichtbau	41,82	-	D	Nein	Nein
1 Innenjalousien	Leichtbau	37,08	-4,74	D	Nein	Nein
2 Außenrollläden	Leichtbau	33,46	-8,36	D	Nein	Nein
3 Außenrollläden + Nachtlüftung	Leichtbau	32,64	-9,18	D	Nein	Nein

Tabelle 30: Vergleich der thermischen Performance – Massivbau vs. Leichtbau

Das Balkendiagramm in Tabelle 31 stellt die berechneten operativen Tagestemperaturen für den Büroraum in den Bauweisen Massivbau (grün) und Leichtbau (orange) gegenüber. In allen vier Szenarien – von der unbehandelten Ausgangssituation bis zur Kombination aus außenliegender Verschattung und nächtlicher Lüftung – zeigt sich ein deutlicher Unterschied in der thermischen Performance.

Besonders auffällig ist, dass der Leichtbau in allen Fällen höhere Temperaturen aufweist und keine der Maßnahmenkombinationen ausreicht, um die Anforderungen an die Sommertauglichkeit zu erfüllen (durchgehend Klasse D). Im Gegensatz dazu kann im Massivbau durch die Kombination aus außenliegender Verschattung und Nachtlüftung eine deutliche Verbesserung erzielt werden – die operative Temperatur sinkt unter den Grenzwert und erreicht Sommertauglichkeitsklasse A.

Das Diagramm verdeutlicht anschaulich die höhere thermische Trägheit und das Puffervermögen des Massivbaus, während der Leichtbau sensibler auf interne und externe Wärmelasten reagiert. Es unterstreicht die Notwendigkeit angepasster und umfassender Maßnahmen insbesondere bei leichteren Bauweisen, um den sommerlichen Raumkomfort sicherzustellen – insbesondere in nutzungsintensiven Bereichen wie Büroräumen.

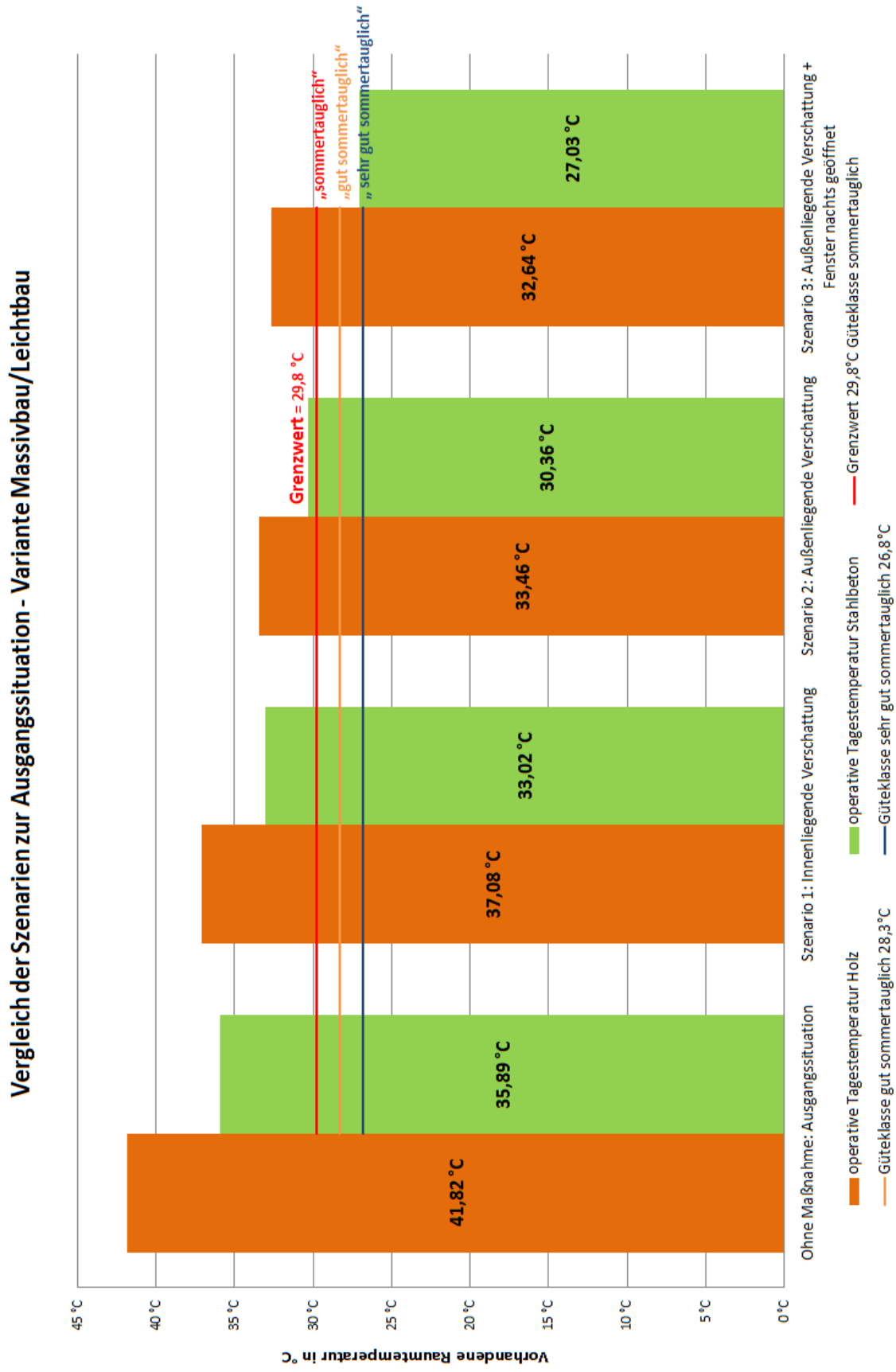


Tabelle 31: Operative Tagestemperaturen im Vergleich – Massivbau vs. Leichtbau

7.3 Vergleich Nichtwohngebäude Variante Leichtbau – Fensterflächenoptimierung

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde zusätzlich zur Leichtbauweise eine Variante mit optimierter Fensterfläche analysiert. Ziel war es, den Effekt unterschiedlicher Fensterflächenreduktionen auf das sommerliche Raumklima eines typischen Büroraums (3 Personen, interne Wärmequellen) zu bewerten. Die thermische Simulation untersuchte dabei Szenarien mit einer Reduktion der Fensterfläche um 20 %, 30 % und 40 % – jeweils in Kombination mit gängigen Maßnahmen zur sommerlichen Überwärmung wie innenliegender Verschattung, außenliegenden Rollläden sowie Nachtlüftung. Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser optimierten Leichtbauvariante im Detail dargestellt.

7.3.1 Leichtbauweise mit Fensterflächenoptimierung

Ausgangssituation (ohne Maßnahmen):

- 20 % Fensteroptimierung: 38,95 °C
- 30 % Fensteroptimierung: 37,54 °C
- 40 % Fensteroptimierung: 35,99 °C
- Sommertauglichkeitsklasse: D → nicht sommertauglich

Bewertung: Trotz deutlicher Reduktion der Fensterflächen bleibt die Raumtemperatur in allen Fällen über dem zulässigen Grenzwert. Die thermische Belastung durch solare Gewinne und interne Lasten ist weiterhin erheblich.

Getroffene Maßnahmen und deren Wirkung:

1. Innenjalousien
    - 20 % Optimierung: 35,45 °C
    - 30 % Optimierung: 34,62 °C
    - 40 % Optimierung: 33,68 °C
    - Sommertauglichkeit: Klasse D → keine Sommertauglichkeit

Bewertung: Die Wirkung der innenliegenden Verschattung ist begrenzt. Zwar wird der solare Wärmeeintrag etwas reduziert, jedoch reicht dies nicht aus, um den Raum ausreichend zu entlasten. Die Temperatur liegt weiterhin deutlich über dem Grenzwert.

Förderkonformität: Anforderungen für klimaaktiv nicht erfüllt.

Empfehlung: Ungeeignet als Einzelmaßnahme – Kombination mit weiteren Maßnahmen dringend erforderlich.

2. Außenliegende Rollläden
    - 20 % Optimierung: 32,61 °C
    - 30 % Optimierung: 32,16 °C
    - 40 % Optimierung: 31,70 °C
    - Sommertauglichkeit: Klasse D → keine Sommertauglichkeit

Bewertung: Die solaren Lasten werden effektiver reduziert als bei der Innenverschattung. Dennoch reicht die Maßnahme nicht aus, um den Raum unter den Grenzwert zu kühlen. Die geringe thermische Masse des Leichtbaus verhindert ein ausreichendes Puffern.
Förderkonformität: Anforderungen für klimaaktiv nicht erfüllt.
Empfehlung: Nur in Verbindung mit Nachtlüftung empfehlenswert.

3. Außenliegende Rollläden + Nachtlüftung
    - 20 % Optimierung: 31,16 °C
    - 30 % Optimierung: 30,42 °C
    - 40 % Optimierung: 29,63 °C
    - Sommertauglichkeit:
        - 20 % & 30 %: Klasse C → bedingt sommertauglich
        - 40 %: Klasse B → sommertauglich

Bewertung: Diese Kombination zeigt die beste Wirkung in allen drei Szenarien. Bei 40 % Fensterflächenoptimierung gelingt es erstmalig, den zulässigen Grenzwert von 29,8 °C zu unterschreiten. Die Raumtemperatur sinkt auf 29,63 °C und erfüllt damit die Anforderungen der Sommertauglichkeit gemäß ÖNORM B 8110-3.

Förderkonformität:

- 20 % & 30 %: nicht erfüllt
- 40 %: klimaaktiv-konform

Empfehlung: Diese Kombination stellt eine besonders wirksame und förderfähige Lösung dar. Sie sollte bei Leichtbauprojekten mit hohem sommerlichem Überwärmungspotenzial bevorzugt eingesetzt werden.

7.3.1.1 Fazit Fensterflächenoptimierung – Leichtbau

Die Optimierung der Fensterflächen in der Leichtbauweise zeigt eine deutliche Reduktion der sommerlichen Überwärmung, insbesondere in Kombination mit außenliegender Verschattung und Nachtlüftung. Während Einzelmaßnahmen wie Innenjalousien oder Außenrollläden allein keine ausreichende Wirkung erzielen, gelingt es erst in der 40 % optimierten Variante, den Grenzwert von 29,8 °C zu unterschreiten und somit eine Sommertauglichkeitsklasse B zu erreichen. Im Vergleich zur ursprünglichen Leichtbau-Referenz (ohne Optimierung und mit 32,64 °C bei Rollläden + Nachtlüftung) stellt die optimierte Variante mit 29,63 °C eine signifikante Verbesserung dar. Dies belegt eindrucksvoll, dass bereits durch architektonische Anpassungen wie die Reduktion der Fensterfläche in Verbindung mit passenden passiven Maßnahmen eine deutliche Entlastung erzielt werden kann. Für den Leichtbau ergibt sich daraus ein praktikabler Weg, die sommerliche Überwärmung auch ohne aktive Kühlung sicherzustellen.

Zur besseren Übersicht wurden die Ergebnisse der thermischen Simulationen für die optimierte Leichtbauvariante mit reduzierter Fensterfläche in Tabelle 32 bis Tabelle 34 gegenübergestellt. Die Darstellung ermöglicht einen direkten Vergleich der operativen Tagestemperaturen in den einzelnen Szenarien (20 %, 30 % und 40 % Fensterflächenoptimierung) sowie der zugeordneten Sommertauglichkeitsklassen und der Förderfähigkeit nach klimaaktiv.

Szenario	Bauweise	Operative Tagestemperatur 20% Optimierung (°C)	Temperatur-Reduktion (°C)	Sommer-tauglichkeitsklasse	Anforderung Richtlinie (<29,8°C) = Klasse B	Förderfähig klimaaktiv = mindestens Klasse B
Ausgangssituation	Leichtbau	38,95	-	D	Nein	Nein
1 Innenjalousien	Leichtbau	35,45	3,50	D	Nein	Nein
2 Außenrollläden	Leichtbau	32,61	6,34	D	Nein	Nein
3 Außenrollläden + Nachtlüftung	Leichtbau	31,16	7,79	C	Nein	Nein

Tabelle 32:Übersicht 20% Fensterflächenoptimierung

Szenario	Bauweise	Operative Tagestemperatur 30% Optimierung (°C)	Temperatur-Reduktion (°C)	Sommer-tauglichkeitsklasse	Anforderung Richtlinie (<29,8°C) = Klasse B	Förderfähig klimaaktiv = mindestens Klasse B
Ausgangssituation	Leichtbau	37,54	-	D	Nein	Nein
1 Innenjalousien	Leichtbau	34,62	2,92	D	Nein	Nein
2 Außenrollläden	Leichtbau	32,16	5,38	D	Nein	Nein
3 Außenrollläden + Nachtlüftung	Leichtbau	30,42	7,12	C	Nein	Nein

Tabelle 33: Übersicht 30% Fensterflächenoptimierung

Szenario	Bauweise	Operative Tagestemperatur 40% Optimierung (°C)	Temperatur-Reduktion (°C)	Sommer-tauglichkeitsklasse	Anforderung Richtlinie (<29,8°C) = Klasse B	Förderfähig klimaaktiv = mindestens Klasse B
Ausgangssituation	Leichtbau	35,99	-	D	Nein	Nein
1 Innenjalousien	Leichtbau	33,68	2,31	D	Nein	Nein
2 Außenrollläden	Leichtbau	31,70	4,29	D	Nein	Nein
3 Außenrollläden + Nachtlüftung	Leichtbau	29,63	6,36	B	Ja	Ja

Tabelle 34: Übersicht 40% Fensterflächenoptimierung

Dabei wird deutlich, dass insbesondere bei einer Reduktion der Fensterfläche um 40 % in Kombination mit außenliegender Verschattung und Nachtlüftung eine signifikante Verbesserung des sommerlichen Raumklimas erreicht werden kann. In diesem Szenario konnte erstmalig der Temperaturgrenzwert von 29,8 °C unterschritten werden, womit eine Sommertauglichkeit der Klasse B nachgewiesen ist.

Im Vergleich zu den Szenarien mit 20 % und 30 % Fensterflächenoptimierung bleibt die Sommertauglichkeit dort weiterhin eingeschränkt (Klasse C bzw. D), obwohl in allen Fällen eine deutliche Reduktion der Raumtemperatur gegenüber der Leichtbau-Referenzvariante ohne Optimierung zu beobachten ist.

Die Ergebnisse unterstreichen die Relevanz architektonischer Maßnahmen zur Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes im Leichtbau. Die gezielte Anpassung der Fensterflächen stellt in Kombination mit passiven Strategien wie Verschattung und Nachtlüftung eine technisch einfache, wirtschaftlich sinnvolle und förderfähige Lösung dar.

Das Balkendiagramm in Tabelle 35 stellt die berechneten operativen Tagestemperaturen für den Büroraum in der Leichtbauweise dar. Es veranschaulicht die verschiedenen Szenarien der Fensterflächenoptimierung – von der unbehandelten Ausgangssituation bis zur Kombination aus außenliegender Verschattung und nächtlicher Lüftung. Dabei wird klar ersichtlich, dass sich der Nachweis der sommerlichen Überwärmung erst in der Variante mit 40% Fensterflächenoptimierung und der Kombination aus außenliegender Verschattung und Nachtlüftung (Szenario 3) ausgeht, wodurch die Sommertauglichkeitsklasse B erreicht wird.

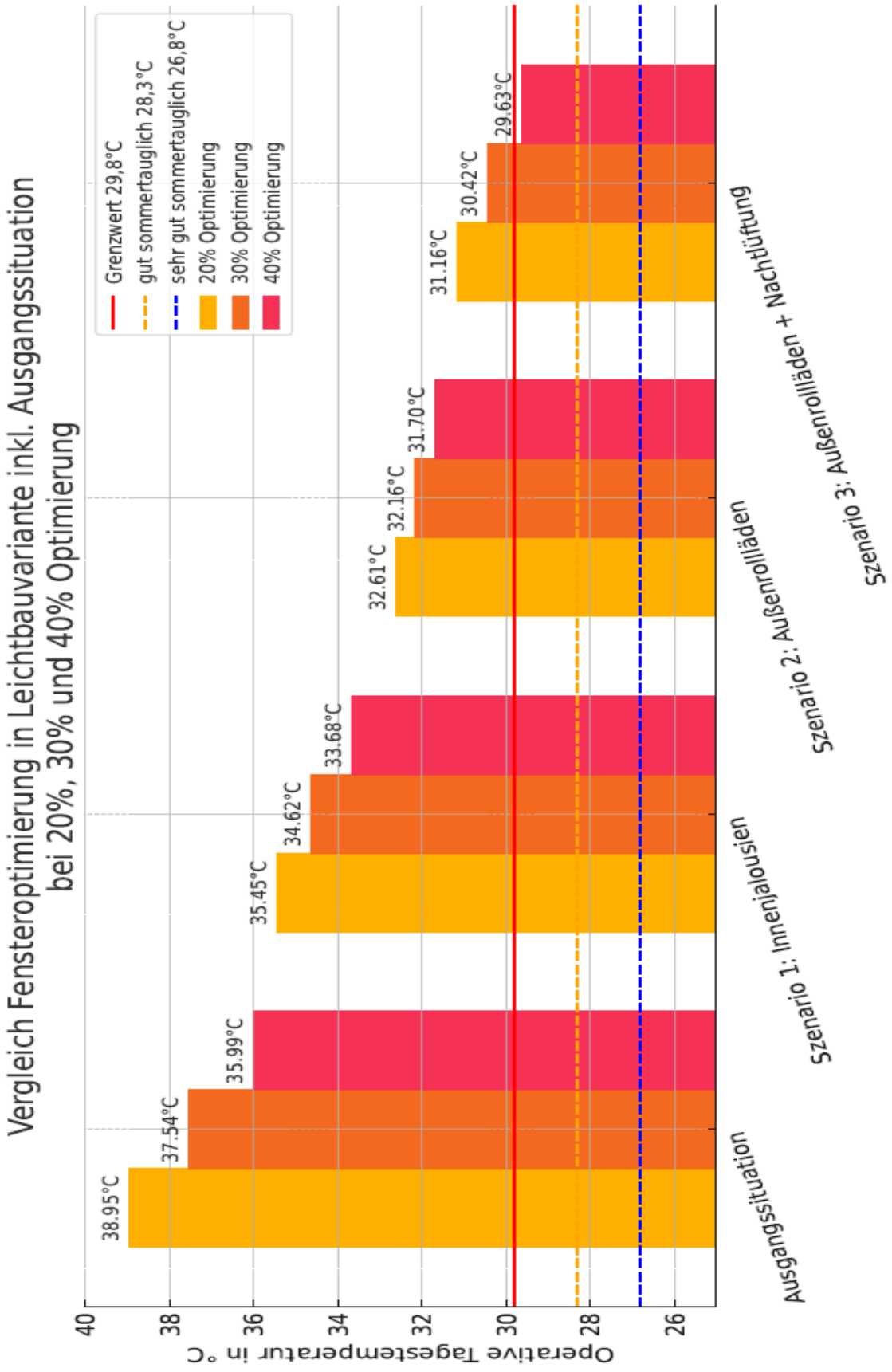


Tabelle 35: Operative Tagestemperaturen bei Fensterflächenoptimierung

8 Zusammenfassende Schlussfolgerung

Die in dieser Arbeit durchgeführten thermischen Raumsimulationen liefern einen umfassenden Einblick in das Verhalten unterschiedlicher Bauweisen unter sommerlichen Bedingungen und erlauben damit eine fundierte Bewertung der Wirksamkeit typischer passiver Maßnahmen. Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass das Thema sommerlicher Wärmeschutz heute weit mehr ist als ein optionaler Planungsaspekt – es ist eine zentrale Voraussetzung für die nachhaltige Qualität eines Raumes, aus Sicht des Raumkomforts.

Besonders im Kontext des fortschreitenden Klimawandels, der vermehrt heiße Sommer, längere Hitzeperioden und höhere Temperaturspitzen mit sich bringt, wird die Thematik der sommerlichen Überwärmung zunehmend kritisch. Räume, die unter den aktuellen klimatischen Rahmenbedingungen gerade noch den Grenzwert zur Sommertauglichkeit erfüllen, könnten in wenigen Jahrzehnten bereits deutlich überhitzen und somit keinen ausreichenden Komfort mehr bieten. Die in dieser Arbeit analysierten Fälle machen deutlich, dass eine bloße Einhaltung normativer Grenzwerte nicht ausreichend ist, um langfristig robuste und zukunftsfähige Räume zu gewährleisten. Vielmehr sollte das Ziel darin bestehen, ein thermisches Raumklima zu schaffen, das auch in einem Zeithorizont von 20 bis 30 Jahren noch als angenehm und behaglich empfunden wird.

Im Vergleich der beiden untersuchten Bauweisen zeigt sich, dass der Massivbau klare Vorteile hinsichtlich thermischer Trägheit und Temperaturpufferung aufweist. Durch die Fähigkeit, thermische Energie aufzunehmen und zeitverzögert wieder abzugeben, wird ein erheblicher Beitrag zur Minderung von Temperaturspitzen geleistet – insbesondere, wenn einfache Maßnahmen wie außenliegende Verschattung und nächtliche Lüftung hinzukommen. Der Massivbau erreichte in beiden Gebäudetypen (Wohn- und Nichtwohngebäude) unter diesen Bedingungen sehr gute Ergebnisse, einschließlich der Sommertauglichkeitsklasse A.

Der Leichtbau hingegen reagiert wesentlich empfindlicher auf externe und interne Wärmelasten. Die deutlich geringere Speichermasse führt dazu, dass sich Räume rasch aufheizen und nur unzureichend auskühlen, selbst bei Anwendung vergleichbarer Maßnahmen. In keinem untersuchten Szenario konnte im Leichtbau die Sommertauglichkeit erreicht werden, weder im Wohn- noch im Büronutzungskontext – mit Ausnahme der detailliert untersuchten Fensterflächenoptimierung im Nichtwohngebäude. Dies stellt nicht nur eine Herausforde-

rung für den thermischen Komfort dar, sondern wirft auch Fragen bezüglich der Langzeitnutzung und Nutzerzufriedenheit auf.

Gerade im Bereich von Nichtwohngebäuden, in denen hohe interne Lasten (z.B. durch Personen, Geräte und Beleuchtung) auftreten und der thermische Komfort direkt mit der Arbeitsproduktivität und dem gesundheitlichen Wohlbefinden verknüpft ist, gewinnt die Thematik zusätzlich an Bedeutung. Die Gewährleistung thermischer Behaglichkeit ist eine primär technische Herausforderung.

In diesem Zusammenhang kommt auch den klimaaktiv-Kriterien eine besondere Rolle zu. Der klimaaktiv Gebäudestandard stellt hohe Anforderungen an den Komfort, insbesondere im Sommerbetrieb. Das Erreichen der Sommertauglichkeit ist hier nicht nur Nachweis, sondern auch Qualitätsmerkmal für nachhaltige Räume. Die Ergebnisse dieser Arbeit belegen, dass nur durch eine ganzheitliche Planung in Kombination mit der Wahl geeigneter Bauweisen die Kriterien erfüllt und dauerhaft sichergestellt werden können.

Daraus ergibt sich ein klarer Planungsauftrag: Die Berücksichtigung sommerlicher Überwärmung darf nicht erst in der Detailplanung oder nach Fertigstellung erfolgen, sondern muss bereits in der frühen Entwurfsphase systematisch mitgedacht werden. Aspekte wie Raumlage, Ausrichtung, Verschattungspotenziale, Fensterflächenanteil, thermische Masse und Lüftungskonzepte sollten frühzeitig auf ihre sommerliche Wirksamkeit überprüft und optimiert werden. Die Integration von Simulationsmethoden bereits im Vorentwurf ermöglicht fundierte Entscheidungen, reduziert das Risiko späterer Fehlentwicklungen und schafft die Grundlage für einen sommertauglichen Raum, der auch in einem wärmeren Klima bestehen kann.

Abschließend lässt sich feststellen: Der sommerliche Wärmeschutz ist ein entscheidendes Qualitätskriterium für zukunftsfähige Architektur. Die vorliegende Arbeit zeigt, dass Bauweise, passive Maßnahmen und Planungsqualität maßgeblich darüber entscheiden, ob ein Raum im Sommer als komfortabel empfunden wird – heute und in Zukunft. Nur durch vorausschauendes, klimaorientiertes Planen können Räume entstehen, die den steigenden Anforderungen an Komfort, Nachhaltigkeit und Robustheit gerecht werden.

8.1 Kurze Zusammenfassung – Kernaussagen

Der sommerliche Wärmeschutz ist ein zentrales Kriterium für die Zukunftsfähigkeit von Räumen, insbesondere im Hinblick auf den Klimawandel und steigende Komfortansprüche. Während Massivbauweisen durch ihre hohe Speichermasse und in Kombination mit außenliegender Verschattung sowie Nachtlüftung klare Vorteile bei sommerlichen Temperaturspitzen bieten, zeigen Leichtbauweisen eine deutlich höhere Anfälligkeit für Überwärmung. Letztere erfordern komplexere und besser abgestimmte Maßnahmen, um akzeptable Innenraumtemperaturen zu erreichen. Eine detaillierte Untersuchung der Fensterflächenoptimierung um 20 %, 30 % und 40 % im Nichtwohngebäude hat jedoch gezeigt, dass der Nachweis der Sommertauglichkeit der Klasse B in der 40 % optimierten Variante in Kombination mit außenliegender Verschattung und Nachtlüftung erzielt werden kann. Eine bloße Grenzwerterfüllung reicht dabei nicht aus; vielmehr erfordert es eine vorausschauende Planung, die sich an künftigen Klimabedingungen orientiert. Die klimaaktiv-Kriterien unterstützen hierbei eine ganzheitliche Betrachtung und bieten einen hilfreichen Rahmen für nachhaltige Planung und Qualitätssicherung. Frühzeitige thermische Simulationen in der Entwurfsphase sind unerlässlich, um optimierte Entscheidungen zu treffen und spätere Planungsfehler zu verhindern.

8.2 Handlungsempfehlungen für die Planungspraxis

Für eine effektive Planung ist es entscheidend, die thermische Raumsimulation bereits im Vorentwurf zu integrieren, um Risiken der sommerlichen Überwärmung rechtzeitig zu erkennen. Die gezielte Wahl der Bauweise spielt dabei eine wichtige Rolle: Während der Massivbau Vorteile bei sommerlicher Trägheit bietet, erfordert der Leichtbau umfassendere Maßnahmen. Es empfiehlt sich, passive Maßnahmen intelligent zu kombinieren. Effektive Strategien umfassen hierbei insbesondere die außenliegende Verschattung und die Nachtlüftung, welche möglichst nutzerunabhängig konzipiert werden sollten. Im Falle der Leichtbauweise hat die vorliegende Arbeit zudem gezeigt, dass eine Reduktion der Fensterfläche signifikant zur Sommertauglichkeit beitragen kann. Konkret konnte der Nachweis der Sommertauglichkeit (Klasse B) bei einer Reduktion der Fensterfläche um 40 % in Kombination mit den genannten passiven Maßnahmen erbracht werden. Ausgehend von einer ursprünglichen Fensterfläche von 61 % an der Südfassade und 72 % an der Westfassade, führte dies zu einem Fensterflächenanteil von 21 % für die Südfassade und 32 % für die Westfassade, bei denen die Sommertauglichkeit nachgewiesen werden konnte.

Des Weiteren ist es unerlässlich, langfristige Klimaprognosen in die Komfortbewertung einzubeziehen und nicht nur am aktuellen Grenzwert zu orientieren, sondern mit Blick auf einen Zeithorizont von +30 Jahren zu planen. Die klimaaktiv-Kriterien dienen hierbei als hilfreicher Planungsrahmen, der eine nachhaltige Komfortqualität unterstützt.

8.3 Ausblick für weiterführende Untersuchungen:

Die vorliegende Diplomarbeit, die sich unter dem Titel "Sommerliche Überwärmung in Abhängigkeit von Nutzung und Bauweise: Eine Untersuchung anhand ausgewählter Raumtypen" intensiv mit der thermischen Performance befasste, hat eine umfassende Analyse von Massiv- und Leichtbauweisen für Wohn- und Nichtwohngebäude durchgeführt. Im Zentrum der Betrachtung stand dabei stets die sommerliche Überwärmung des ungünstigsten Raumes (Süd- und Westausrichtung mit großen Fensterflächen und geringem Raumvolumen). Während die Ergebnisse eine klare Überlegenheit des Massivbaus hinsichtlich des sommerlichen Wärmeschutzes aufzeigten, war es insbesondere die Leichtbauweise im Nichtwohngebäude, die weiterführende Maßnahmen erforderte. Hier wurde die Fensterflächenoptimierung (20 %, 30 %, 40 % Reduktion) als zentrale passive Maßnahme detailliert untersucht. Es zeigte sich, dass der Nachweis der sommerlichen Überwärmung und die Erfüllung der klimaaktiv-Kriterien erst in der Variante mit 40 % Fensterflächenreduktion in Kombination mit außenliegender Verschattung und Nachtlüftung erfolgreich erbracht werden konnte.

Für zukünftige Forschung und vertiefende Planungsansätze wäre es von großem Wert, über die hier untersuchte Fensterflächenoptimierung hinaus weitere Gestaltungs- und Konstruktionsmöglichkeiten im Leichtbau zu untersuchen. Dazu gehört beispielsweise der Einfluss von außenliegenden Bauteilen wie Balkonen auf die Verschattungswirkung, die Integration von mechanischen Lüftungssystemen zur Unterstützung der Nachtauskühlung oder als Primärlüftung, sowie die Untersuchung alternativer Kühlkonzepte (z.B. Bauteilaktivierung). Diese Aspekte wurden im Rahmen dieser Arbeit nicht betrachtet und bieten erhebliches Potenzial für umfassendere und möglicherweise auch wirtschaftlichere Lösungen im Bereich des sommerlichen Wärmeschutzes im Leichtbau. Die hier gewonnenen detaillierten Erkenntnisse zur Fensterflächenoptimierung bilden jedoch eine solide und fundierte Grundlage für die weiterführende Planung und stellen einen ersten, praktikablen Ansatz dar, der die Notwendigkeit angepasster Strategien im Leichtbau klar belegt.

9 Verzeichnis

9.1 Quellen

A-NULL Development GmbH (2024): ArchiPHYSIK (25.0.18) [Software]

ArchiPHYSIK (2024): Aufzeichnung: Online Vorstellung ArchiPHYSIK 25. In: Aufzeichnung: Online Vorstellung ArchiPHYSIK 25 - ArchiPHYSIK (25.03.2025)

Austrian Standards International (2020): ÖNORM B 8110-3. Wärmeschutz im Hochbau – Teil 3: Ermittlung der operativen Temperatur im Sommerfall (Parameter zur Vermeidung sommerlicher Überwärmung), Wien: Austrian Standards International.

Austrian Standards International (2024): ÖNORM B 8110-6. Wärmeschutz im Hochbau – Teil 6-1: Grundlagen und Ermittlung des Heizwärmebedarfs und des Kühlbedarfs, Wien: Austrian Standards International.

Diem, Paul (1987): Bauphysik im Zusammenhang. Baustoff, Bauteil, Gebäude, Wärme, Feuchte, Schall, Brand. Wiesbaden, Berlin: Bauverlag GmbH.

GeoSphere Austria (2015): Hitzewellen 2025. Eines der extremsten Jahre der Messgeschichte. In: https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/hitzewellen-2015-eines-der-extremsten-jahre-der messgeschichte/image/image_view_fullscreen (04.03.2025)

GeoSphere Austria (2024): Monatlicher Klimabericht Österreich für das Jahr 2024. In: https://www.zamg.ac.at/zamgWeb/klima/klimarueckblick/archive/2024/wiewars24.pdf (05.03.2025)

GeoSphere Austria (2024): Wärmstes Jahr der Messgeschichte. In: https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/waermstes-jahr-der-messgeschichte-2 (06.03.2025)

Lubitz-Prohaska/ Lechner, Robert/ Schrattenecker, Inge/ Trebut, Franziska/ Florit, Christian/ Bauer, Barbara/ Lipp, Bernhard/ Ploss, Martin/ Lüftenegger, Patrick (2020): klimaaktiv. Kriterienkatalog für Dienstleistungsgebäude Neubau und Sanierung 2020: Arbeitsdokument Version 1.0, Wien: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie.

Lubitz-Prohaska, Beate/ Schrattenecker, Inge/ Trebut, Franziska/ Braito, Michael (2020): klimaaktiv. Kriterienkatalog für Dienstleistungsgebäude Neubau und Sanierung 2020, Wien: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie.

Österreichisches Institut für Bautechnik (2025): Klare Richtlinien für Bauvorhaben. In: https://www.oib.or.at/kernaufgaben/oib-richtlinien/ (01.04.2025)

Österreichisches Institut für Bautechnik (2023): OIB-Richtlinie 6 Ausgabe Mai 2023. Energieeinsparung und Wärmeschutz OIB-330.6-036/23. In: https://www.oib.or.at/wp-content/uploads/richtlinien/richtlinie_2023/oib-rl_6_ausgabe_mai_2023.pdf (06.04.2025)

RAOnline (2015): Hitzewellen: 2015 eines der extremsten Jahre der Messgeschichte. In: RAOnline EDU: Klima und Wetter in Österreich: Hitzewellen - 2015 eines der extremsten Jahre der Messgeschichte (07.03.2025)

9.2 Abbildungen

Abbildung 1: Temperaturabweichung der Jahre 1768 bis 2024 (GeoSphere Austria, 2024) 4
Abbildung 2: Auswertung der Hitzewellen-Tage nach Kysely (GeoSphere Austria, 2015) 5
Abbildung 3: OIB - Richtlinien 1-6 (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2025)....9
Abbildung 4: Ausschnitt ÖNORM B 8110-3 (Austrian Standards International, 2020)....12
Abbildung 5: Definition von A und H für geöffnete Fenster (Austrian Standards International, 2020)....17
Abbildung 6: Definition von A und H für gekippte Fenster (Austrian Standards International, 2020)....18
Abbildung 7: Klassifizierung des sommerlichen Verhaltens (Austrian Standards International, 2020)....18
Abbildung 8: Software Archiphysik 25 (ArchiPHYSIK, 2024) 30
Abbildung 9: Reiter "Raumdaten“ (ArchiPHYSIK, 2024) 32
Abbildung 10: Reiter "Oberflächen" für opake Bauteile (ArchiPHYSIK, 2024) ..34
Abbildung 11: Reiter "Oberflächen" für transparente Bauteile (ArchiPHYSIK, 2024)....36
Abbildung 12: Reiter "Lüftung" (ArchiPHYSIK, 2024)....37
Abbildung 13: Reiter "Report" (ArchiPHYSIK, 2024)....38
Abbildung 14: Grundriss 23. Obergeschoss....43
Abbildung 15: Schnitt 23. Obergeschoss 44
Abbildung 16: 3D-Visualisierung Google Sketchup....45
Abbildung 17: Übersichtsplan Wohngebäude – Überblick über Varianten und Szenarien zur sommerlichen Überwärmung im Raum TOP 310....46
Abbildung 18: Maßgebender Raum TOP 310 Wohnküche 38,46m² 47
Abbildung 19: 3D-Modell TOP 310 Wohnküche 38,46m²....48
Abbildung 20: Vorhandene operative Tagestemperatur – Variante Massivbau....50
Abbildung 21: Vorhandene operative Tagestemperatur – Variante Leichtbau (ArchiPHYSIK, 2024) 55
Abbildung 22: Übersichtsplan Nichtwohngebäude – Überblick über Varianten und Szenarien zur sommerlichen Überwärmung im Raum TOP 310....59
Abbildung 23: Maßgebender Raum TOP 310 Büro 38,46 m² 60
Abbildung 24: Vorhandene operative Tagestemperatur – Variante Massivbau (ArchiPHYSIK, 2024) 63
Abbildung 25: Vorhandene operative Tagestemperatur – Variante Leichtbau (ArchiPHYSIK, 2024) 69
Abbildung 26: Übersicht der angepassten Außenwand- und Fensterflächen für die Szenarien mit 20 %, 30 % und 40 % Reduktion. 73

Abbildung 27: Übersichtsplan Fensterflächenoptimierung 74

9.3 Tabellen

Tabelle 1: Anforderung außeninduzierter Kühlbedarf KB* (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2023: 4) 11
Tabelle 2: Fortsetzung Anforderung außeninduzierter Kühlbedarf KB* (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2023: 5).....11
Tabelle 3: Tagesgang der Außenlufttemperatur (Austrian Standards International, 2020).....13
Tabelle 4: Spezifische Wärmeleistung von Geräten (Austrian Standards International, 2020).....14
Tabelle 5: Spezifische Wärmeleistung von Personen (Austrian Standards International, 2020).....15
Tabelle 6: Spezifischer hygienischer Luftvolumenstrom bei natürlicher Lüftung (Austrian Standards International, 2020) 16
Tabelle 7: Spezifischer Luftvolumenstrom bei mechanischer Lüftung (Austrian Standards International, 2020) 17
Tabelle 8: Verschattungsfaktoren für die Horizontüberhöhung Fh (Austrian Standards International, 2024).....19
Tabelle 9: Fortsetzung Verschattungsfaktoren für die Horizontüberhöhung Fh (Austrian Standards International, 2024) 20
Tabelle 10: Verschattungsfaktoren für horizontale Überstände Fo (Austrian Standards International, 2024).....20
Tabelle 11: Fortsetzung Verschattungsfaktoren für die Horizontüberhöhung Fo (Austrian Standards International, 2024) 21
Tabelle 12: Verschattungsfaktoren für vertikale Überstände Ff (Austrian Standards International, 2024).....21
Tabelle 13:Defaultwerte für den Gesamtenergiedurchlassgrad (Austrian Standards International, 2024).....22
Tabelle 14: Defaultwerte für den Gesamtenergiedurchlassgrad (fortgesetzt) (Austrian Standards International, 2024) 23
Tabelle 15: Defaultwerte für den Gesamtenergiedurchlassgrad (fortgesetzt) (Austrian Standards International, 2024) 23
Tabelle 16: Typische Gesamtenergiedurchlassgrade Abschlüsse außen U ≤ 1,5 W/(m2 · K) (Austrian Standards International, 2024) 24
Tabelle 17: Typische Gesamtenergiedurchlassgrade Abschlüsse außen U > 1,5 W/(m2 · K) (Austrian Standards International, 2024) 25
Tabelle 18: Typische Gesamtenergiedurchlassgrade Abschlüsse innen (Austrian Standards International, 2024) 25
Tabelle 19: Aufbauten Wohngebäude.....40
Tabelle 20: Aufbauten Nicht-Wohngebäude 41
Tabelle 21: Flächenbezogene Masse Aufbauten Wohngebäude.....49

Tabelle 22: Vergleich Szenarien – Variante Massivbau 53
Tabelle 23: Vergleich Szenarien – Variante Leichtbau.....58
Tabelle 24: Flächenbezogene Masse Aufbauten Nichtwohngebäude.....61
Tabelle 25: Vergleich Szenarien – Variante Massivbau 66
Tabelle 26: Vergleich Szenarien – Variante Leichtbau.....72
Tabelle 27:Übersicht Ergebnisse Fensterflächenoptimierung 76
Tabelle 28: Vergleich der thermischen Performance – Massivbau vs. Leichtbau 82
Tabelle 29: Operative Tagestemperaturen im Vergleich – Massivbau vs. Leichtbau 83
Tabelle 30: Vergleich der thermischen Performance – Massivbau vs. Leichtbau 88
Tabelle 31: Operative Tagestemperaturen im Vergleich – Massivbau vs. Leichtbau 89
Tabelle 32:Übersicht 20% Fensterflächenoptimierung.....92
Tabelle 33: Übersicht 30% Fensterflächenoptimierung.....92
Tabelle 34: Übersicht 40% Fensterflächenoptimierung.....93
Tabelle 35: Operative Tagestemperaturen bei Fensterflächenoptimierung.....94