

2226 Friedrichshofen Ingolstadt, Ingolstadt

Dynamische Gebäudesimulation, V.04, 12.06.2023

BAUHERR

Gemeinnützige Wohnungsbaugesellschaft Ingolstadt GmbH

AUFTRAGGEBER/ ARCHITEKT

Bohnert und Müller Architekten und Stadtplaner

FACHPLANER

2226 GmbH Berlin

Wie funktioniert das 2226 Konzept

Das Wichtigste für die Funktion von dem 2226 Konzept liegt in der Erkenntnis über die Interaktion zwischen Gebäudemasse, der **internen Energiequellen** wie Menschen, Geräte, Computer, Licht und den Einfluss von **externen Energiequellen**. Das Herzstück ist das 2226 Operating System, welches die Regelung im Gebäude übernimmt.

Das Konzept 2226 leistet einen wegweisenden Beitrag zu den Architekturfragen unserer Zeit. Es setzt dem herrschenden Diktum, Energieeffizienz sei nur mit hochkomplexer Haustechnik möglich, etwas entgegen, das fast in Vergessenheit geraten war: Es sind vorrangig Mittel der Architektur, die das Versprechen einlösen: **massive Wände und Decken, die als Dämm- und Speichermasse dienen; ein austariertes Zusammenspiel von Fassaden- und Fensterfläche, von Proportionen, Materialien und Licht.**

Elementar ist zudem die **Gebäudesteuerung** – sie misst die inneren und äußeren Bedingungen und nutzt diese intelligent zur Temperaturregelung. Sensorisch gesteuerte Lüftungsflügel regulieren die **Temperatur und den CO₂-Anteil** und sorgen so für ein immer angenehmes Klima. Eine Übersteuerung durch den Nutzer (über Tablets oder Taster) ist jederzeit möglich. Durch die **hohe Qualität der Gebäudehülle und die bedarfsgeführte, natürliche Lüftung über die gesteuerten Lüftungsklappen wird der Heizwärmebedarf auf ein Minimum reduziert. Dadurch kommt ein 2226 Gebäude mit reduzierter und optimiert eingesetzter Haustechnik aus.**

Um dies sicherstellen zu können, hat das Unternehmen 2226 einen eigenen Gebäudenetzwerk-Standard entwickelt. Neben der **Intelligenz (Software)** wurden **Komponenten (Hardware)** definiert, welche zusammen ein funktionales und den Qualitätsansprüchen gerecht werdendes System ergeben. Die 2226 App bietet darüber hinaus den bestmöglichen Komfort für die Nutzer.

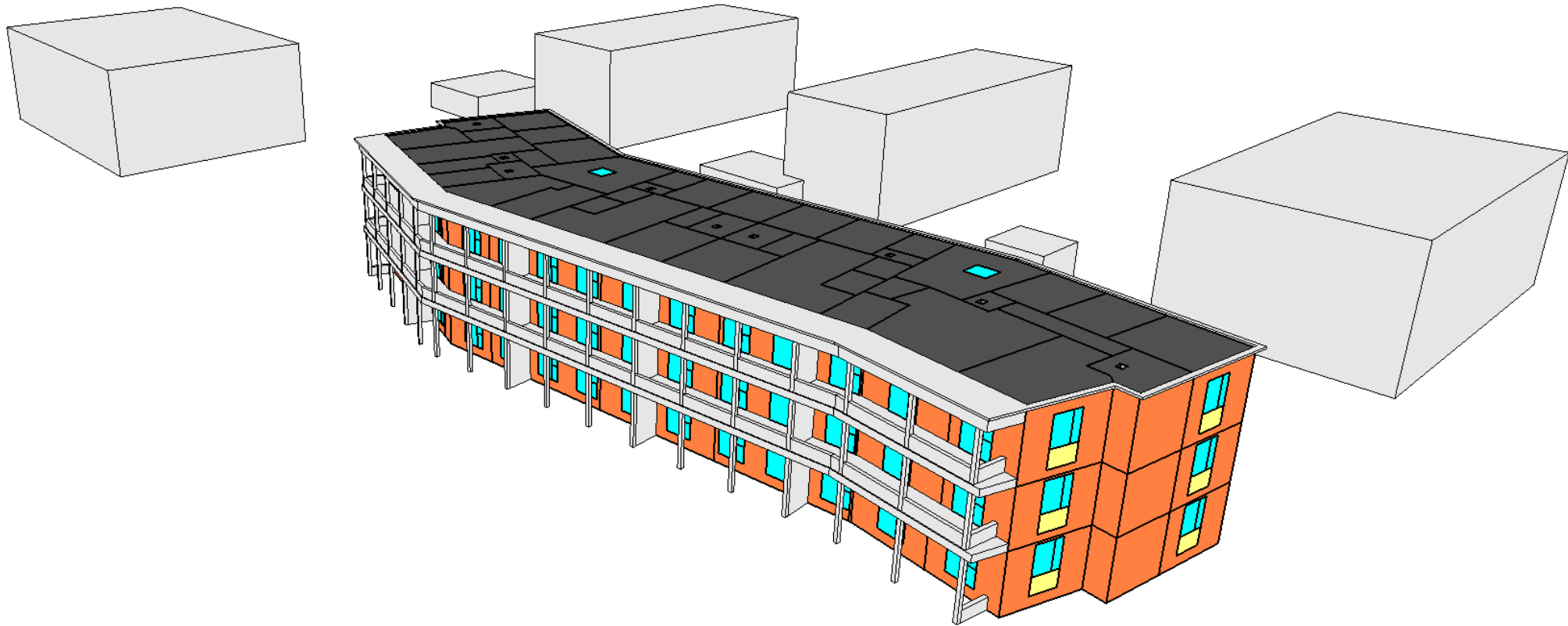
Eckdaten und Informationen zur dynamischen Gebäudesimulation

In der Simulation wurde das geplante Gebäude als 3D-Modell nachgebildet. Es wurden sämtliche Randbedingungen wie Materialität, Bauteilaufbauten, Gebäudegeometrie aber auch die Belegung und Nutzung der Planung möglichst genau nachempfunden. Auch die äußeren Einflüsse wie Referenzklimadaten für den Standort und die benachbarten Gebäude wurden entsprechend berücksichtigt. Es wurde die 2226 Regelung implementiert, welche die Lüftungsflügel in Abhängigkeit von CO₂ Konzentration und der Temperatur steuert.

- Aktueller Planstand 18/04/2023
- Raumprogramm (Einteilungen) und Belegung laut Vorgabe Pläne Architektur
- Bauphysikalische Grundlagen 2226 in Abstimmung mit Architektur
- Standortspezifische Informationen 3D-Modell inkl. der umliegenden Gebäude
- Wetterdaten Interpoliert spezifisch für den Standort
- Regelparameter 2226 (Temperatur 21° - 26° Grad, CO₂ 1000 – 1200 bzw. 1400 ppm)
- Nasszellen mit mechanischer Abluft
- BackUp IR-Paneele für Wohnbereich
- Öffnungsanteil der Außentüren : 2,5 % zwischen 6:00-23:00 geöffnet, sonst geschlossen
- Öffnungsanteil der Außentüren E-Bikeraum : 1 % zwischen 6:00-23:00 geöffnet, sonst geschlossen
- Öffnungsanteil der Innentüren Wohnen-Schlafen: 22,5 % zwischen 6:00-23:00 geöffnet, sonst geschlossen

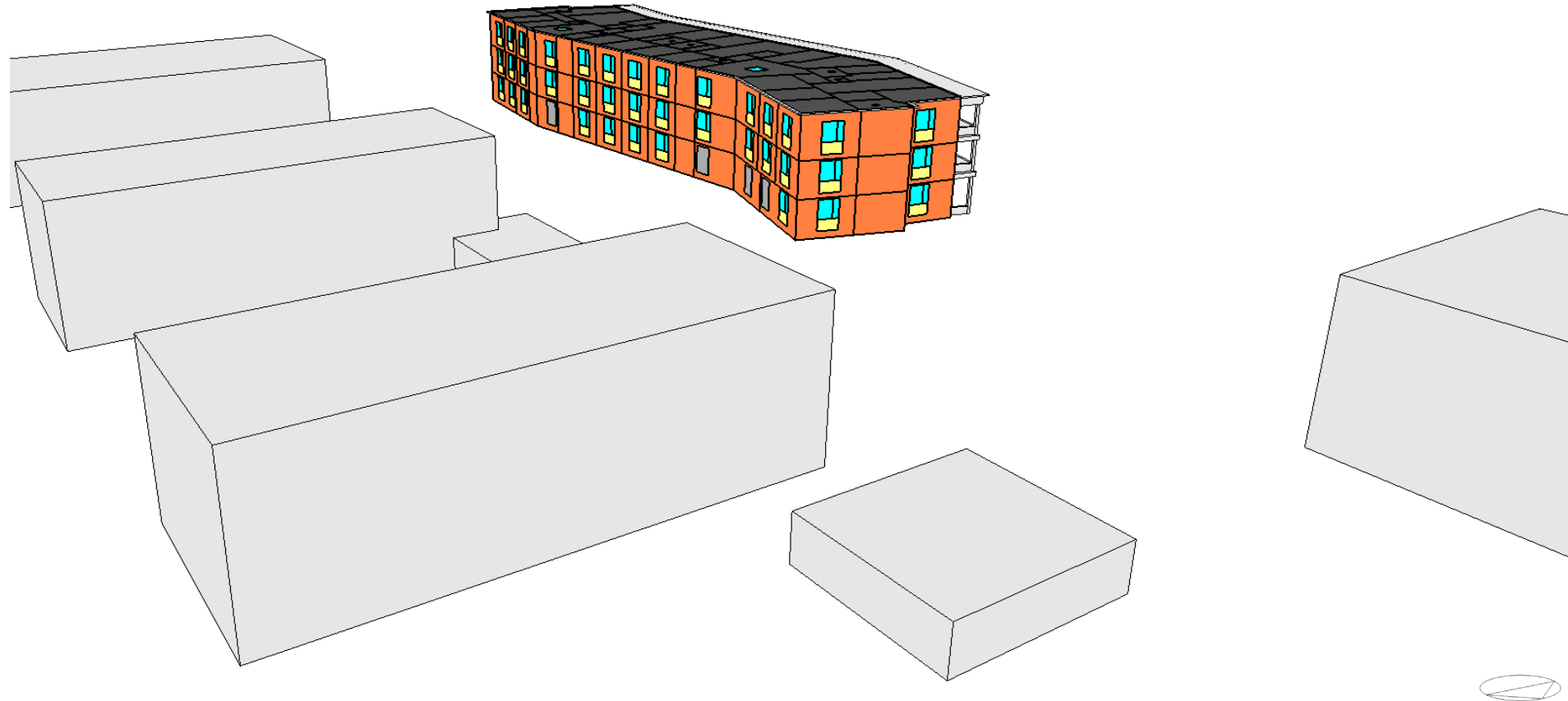
Simulations-Modell

Umgebung



Simulations-Modell

Umgebung



Software

- Simulations-Software
 - EnergyPlus Vers. 9.4
 - DesignBuilder Vers. 7.0.1.006



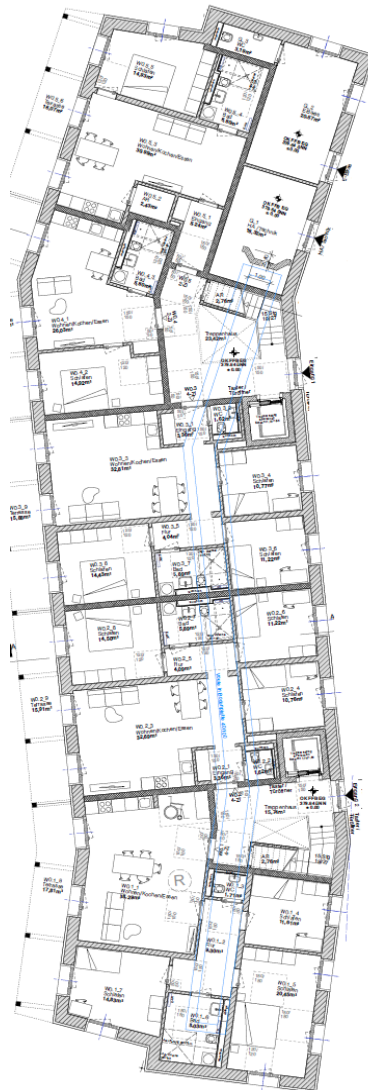
- Auswertungs-Software
 - DB Results Viewer Vers. 3.1
 - Microsoft Office Excel



- Wetterdaten Quelle
 - Meteonorm Vers. 8.1



Erdgeschoss



1.-2. Obergeschoss



Figure 10 is a detailed floor plan of a 10-story building, showing the layout of rooms and corridors for each floor. The plan is color-coded: green for living rooms, yellow for bedrooms, blue for bathrooms, pink for kitchens, and purple for bedrooms. The layout is complex, with many rooms and corridors, and a central staircase area. The plan is oriented with the building's length running vertically.



The floor plan shows a rectangular building with a central core. The core contains elevators and stairs. The rooms are arranged in a grid-like pattern around the core. The rooms are labeled as follows:

- Living Rooms (Green):** W101, W102, W103, W104, W105, W106, W107, W108, W109, W110, W111, W112, W113, W114, W115, W116, W117, W118, W119, W120, W121, W122, W123, W124, W125, W126, W127, W128, W129, W130, W131, W132, W133, W134, W135, W136, W137, W138, W139, W140, W141, W142, W143, W144, W145, W146, W147, W148, W149, W150, W151, W152, W153, W154, W155, W156, W157, W158, W159, W160, W161, W162, W163, W164, W165, W166, W167, W168, W169, W170, W171, W172, W173, W174, W175, W176, W177, W178, W179, W180, W181, W182, W183, W184, W185, W186, W187, W188, W189, W190, W191, W192, W193, W194, W195, W196, W197, W198, W199, W200, W201, W202, W203, W204, W205, W206, W207, W208, W209, W210, W211, W212, W213, W214, W215, W216, W217, W218, W219, W220, W221, W222, W223, W224, W225, W226, W227, W228, W229, W230, W231, W232, W233, W234, W235, W236, W237, W238, W239, W240, W241, W242, W243, W244, W245, W246, W247, W248, W249, W250, W251, W252, W253, W254, W255, W256, W257, W258, W259, W260, W261, W262, W263, W264, W265, W266, W267, W268, W269, W270, W271, W272, W273, W274, W275, W276, W277, W278, W279, W280, W281, W282, W283, W284, W285, W286, W287, W288, W289, W290, W291, W292, W293, W294, W295, W296, W297, W298, W299, W300, W301, W302, W303, W304, W305, W306, W307, W308, W309, W310, W311, W312, W313, W314, W315, W316, W317, W318, W319, W320, W321, W322, W323, W324, W325, W326, W327, W328, W329, W330, W331, W332, W333, W334, W335, W336, W337, W338, W339, W340, W341, W342, W343, W344, W345, W346, W347, W348, W349, W350, W351, W352, W353, W354, W355, W356, W357, W358, W359, W360, W361, W362, W363, W364, W365, W366, W367, W368, W369, W370, W371, W372, W373, W374, W375, W376, W377, W378, W379, W380, W381, W382, W383, W384, W385, W386, W387, W388, W389, W390, W391, W392, W393, W394, W395, W396, W397, W398, W399, W400, W401, W402, W403, W404, W405, W406, W407, W408, W409, W410, W411, W412, W413, W414, W415, W416, W417, W418, W419, W420, W421, W422, W423, W424, W425, W426, W427, W428, W429, W430, W431, W432, W433, W434, W435, W436, W437, W438, W439, W440, W441, W442, W443, W444, W445, W446, W447, W448, W449, W450, W451, W452, W453, W454, W455, W456, W457, W458, W459, W460, W461, W462, W463, W464, W465, W466, W467, W468, W469, W470, W471, W472, W473, W474, W475, W476, W477, W478, W479, W480, W481, W482, W483, W484, W485, W486, W487, W488, W489, W490, W491, W492, W493, W494, W495, W496, W497, W498, W499, W500, W501, W502, W503, W504, W505, W506, W507, W508, W509, W510, W511, W512, W513, W514, W515, W516, W517, W518, W519, W520, W521, W522, W523, W524, W525, W526, W527, W528, W529, W530, W531, W532, W533, W534, W535, W536, W537, W538, W539, W540, W541, W542, W543, W544, W545, W546, W547, W548, W549, W550, W551, W552, W553, W554, W555, W556, W557, W558, W559, W560, W561, W562, W563, W564, W565, W566, W567, W568, W569, W570, W571, W572, W573, W574, W575, W576, W577, W578, W579, W580, W581, W582, W583, W584, W585, W586, W587, W588, W589, W590, W591, W592, W593, W594, W595, W596, W597, W598, W599, W600, W601, W602, W603, W604, W605, W606, W607, W608, W609, W610, W611, W612, W613, W614, W615, W616, W617, W618, W619, W620, W621, W622, W623, W624, W625, W626, W627, W628, W629, W630, W631, W632, W633, W634, W635, W636, W637, W638, W639, W640, W641, W642, W643, W644, W645, W646, W647, W648, W649, W650, W651, W652, W653, W654, W655, W656, W657, W658, W659, W660, W661, W662, W663, W664, W665, W666, W667, W668, W669, W670, W671, W672, W673, W674, W675, W676, W677, W678, W679, W680, W681, W682, W683, W684, W685, W686, W687, W688, W689, W690, W691, W692, W693, W694, W695, W696, W697, W698, W699, W700, W701, W702, W703, W704, W705, W706, W707, W708, W709, W710, W711, W712, W713, W714, W715, W716, W717, W718, W719, W720, W721, W722, W723, W724, W725, W726, W727, W728, W729, W730, W731, W732, W733, W734, W735, W736, W737, W738, W739, W740, W741, W742, W743, W744, W745, W746, W747, W748, W749, W750, W751, W752, W753, W754, W755, W756, W757, W758, W759, W760, W761, W762, W763, W764, W765, W766, W767, W768, W769, W770, W771, W772, W773, W774, W775, W776, W777, W778, W779, W780, W781, W782, W783, W784, W785, W786, W787, W788, W789, W790, W791, W792, W793, W794, W795, W796, W797, W798, W799, W800, W801, W802, W803, W804, W805, W806, W807, W808, W809, W810, W811, W812, W813, W814, W815, W816, W817, W818, W819, W820, W821, W822, W823, W824, W825, W826, W827, W828, W829, W830, W831, W832, W833, W834, W835, W836, W837, W838, W839, W840, W841, W842, W843, W844, W845, W846, W847, W848, W849, W850, W851, W852, W853, W854, W855, W856, W857, W858, W859, W860, W861, W862, W863, W864, W865, W866, W867, W868, W869, W870, W871, W872, W873, W874, W875, W876, W877, W878, W879, W880, W881, W882, W883, W884, W885, W886, W

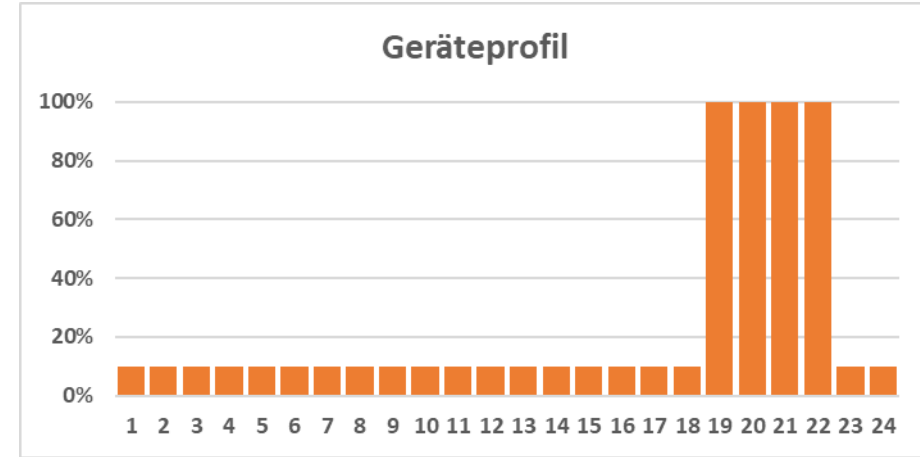
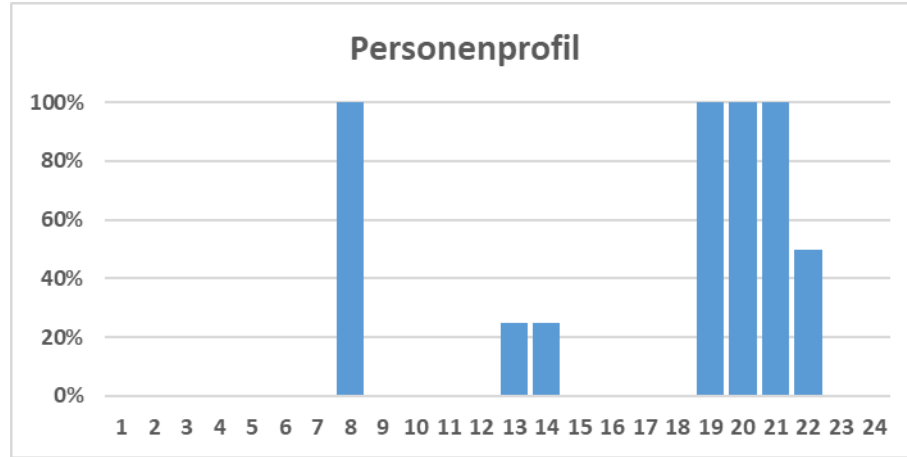


Raumnutzungsdaten und interne Lasten (Wohnungen)

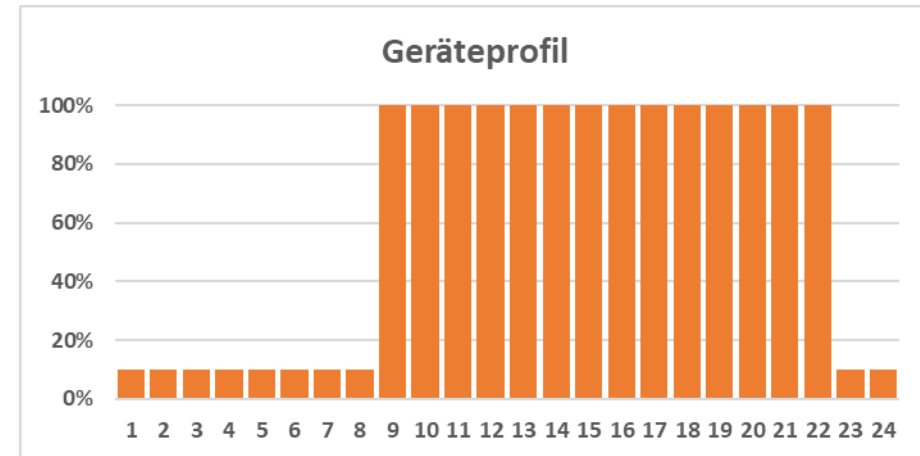
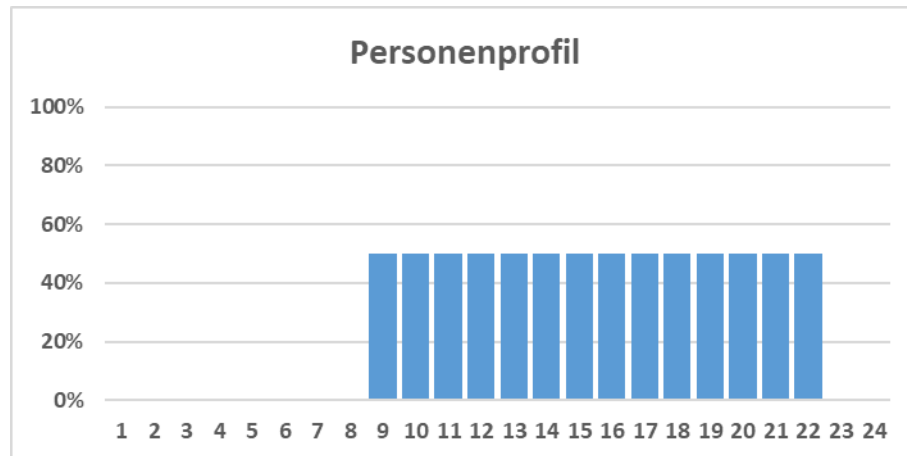
Raumnutzung	Personen-Belegung max.	Beleuchtungs-Leistung max. [W/m²]	Beleuchtungs-Stärke max. [lx]	Geräte-Leistung max. [W]	Heizung	Kühlung	Abluft Volumenstrom max. [m³/h]
Wohnzimmer	2-Zimmer: 2 4-Zimmer: 4 5-Zimmer: 5	5,10	100	170,0	Ja	Nein	-
Master Schlafzimmer	2	2,55	100	85,0	Ja	Nein	-
Kinder Schlafzimmer	1	2,55	100	85,0	Ja	Nein	-
Küche	Personenbelegung ist im Wohnzimmer berücksichtigt	5,10	100	510,0	Nein	Nein	
Treppenhaus/Verkehrsfläche Abstellraum	0*	0,0*	0*	0,0*	Nein	Nein	-
Bad/Dusche WC	0*	0,0*	0*	0,0*	ja	Nein	50,0 30,0
* ungünstigster Fall angenommen							

Interne Lastenprofile (Wohnungen)

Wohnzimmer - Arbeitstage

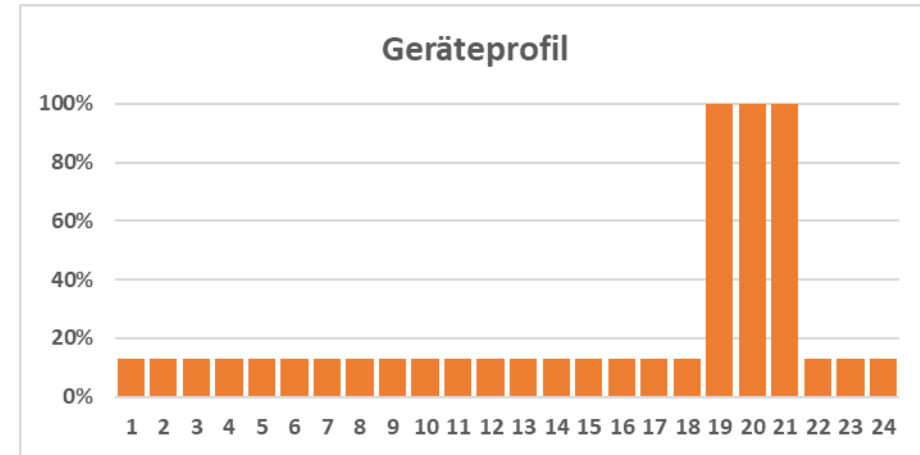
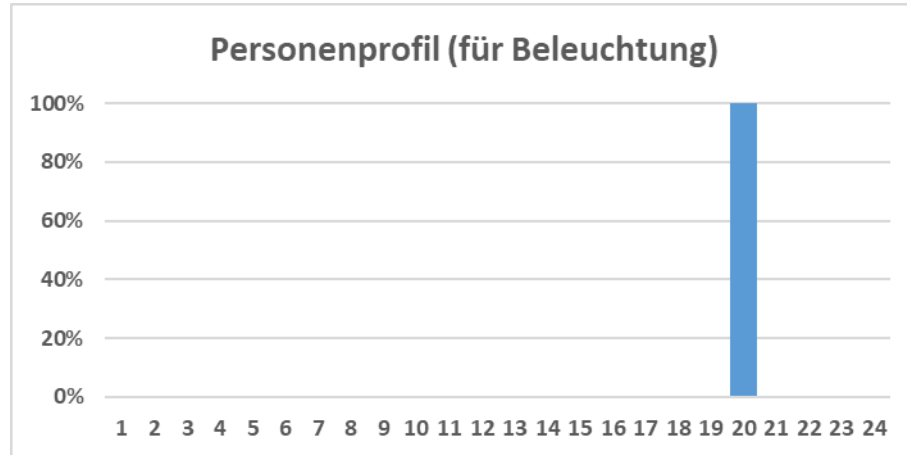


Wohnzimmer - Wochenende

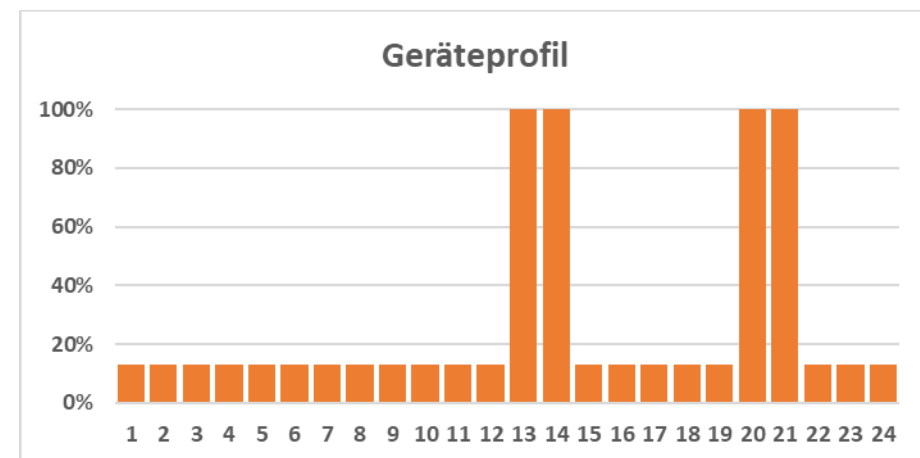
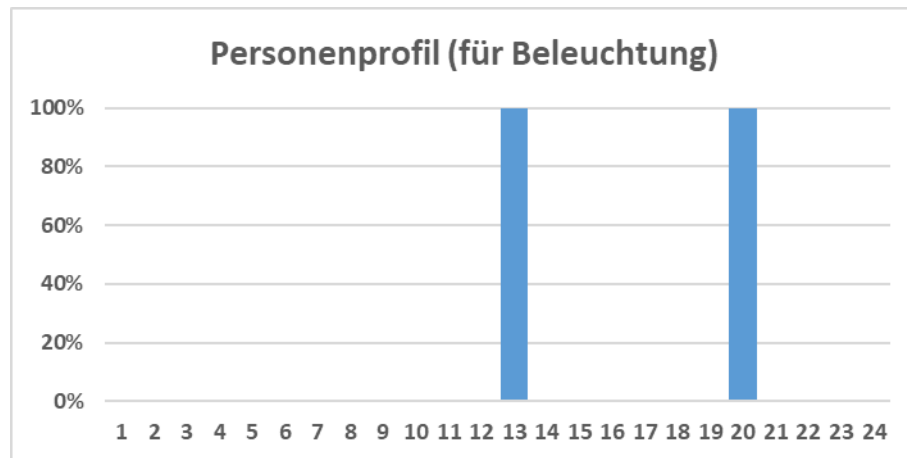


Interne Lastenprofile (Wohnungen)

Küche - Arbeitstage



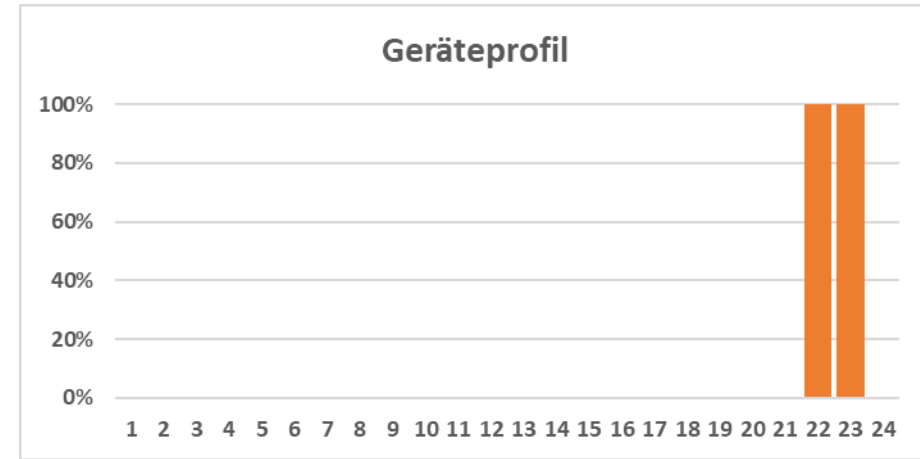
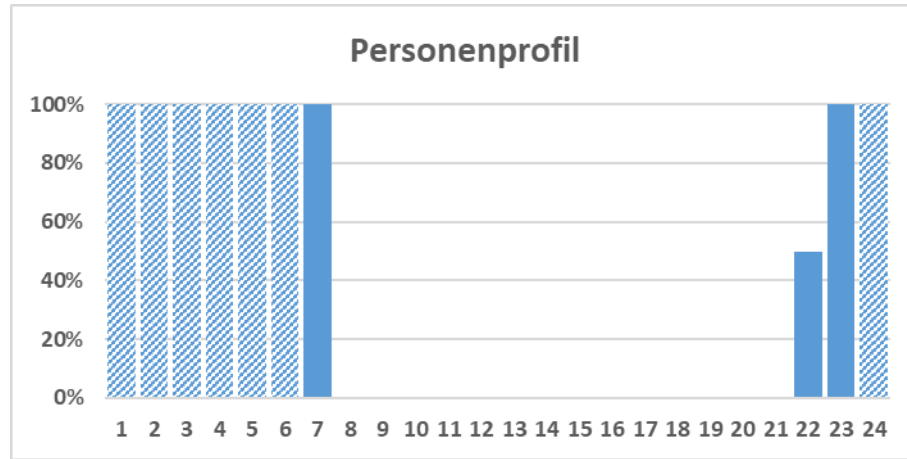
Küche - Wochenende



Interne Lastenprofile (Wohnungen)

Schlafzimmer – Arbeitstage und Wochenende

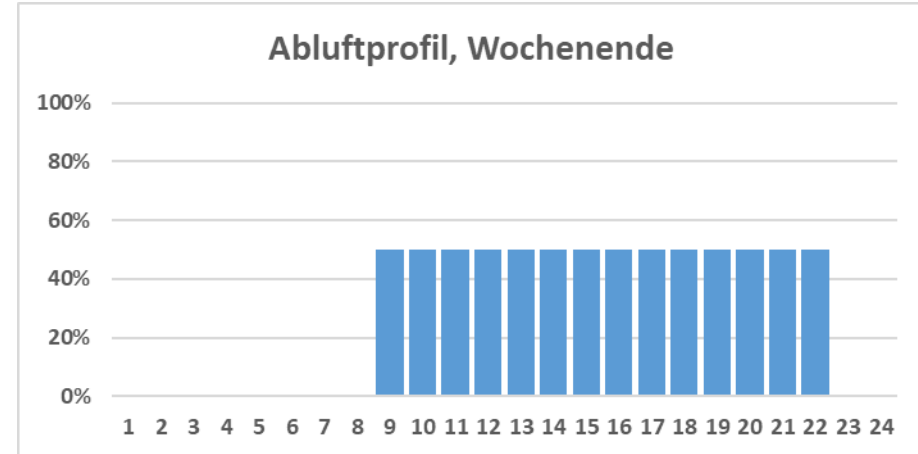
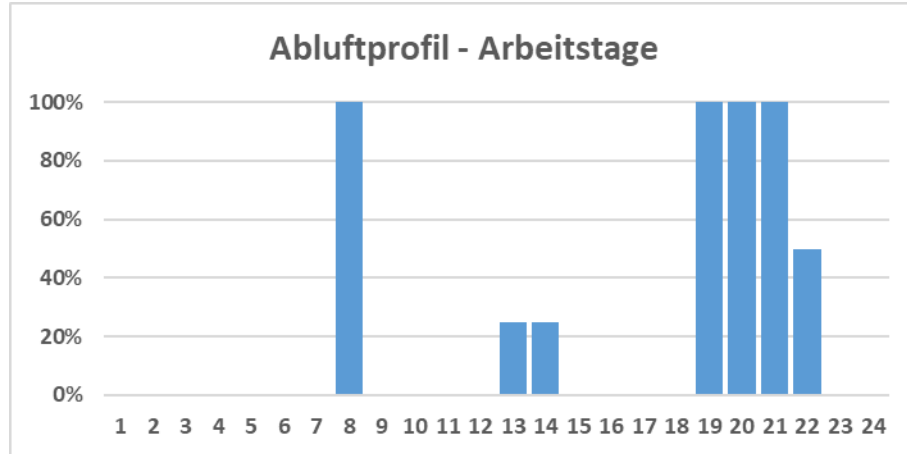
Schlafzeit



Während der Schlafzeit ist der Wärmeeintrag durch Personen 33% weniger

Abluftprofil

WC, Bad, Dusche



Heizung und Kühlung

Backup Heizung:

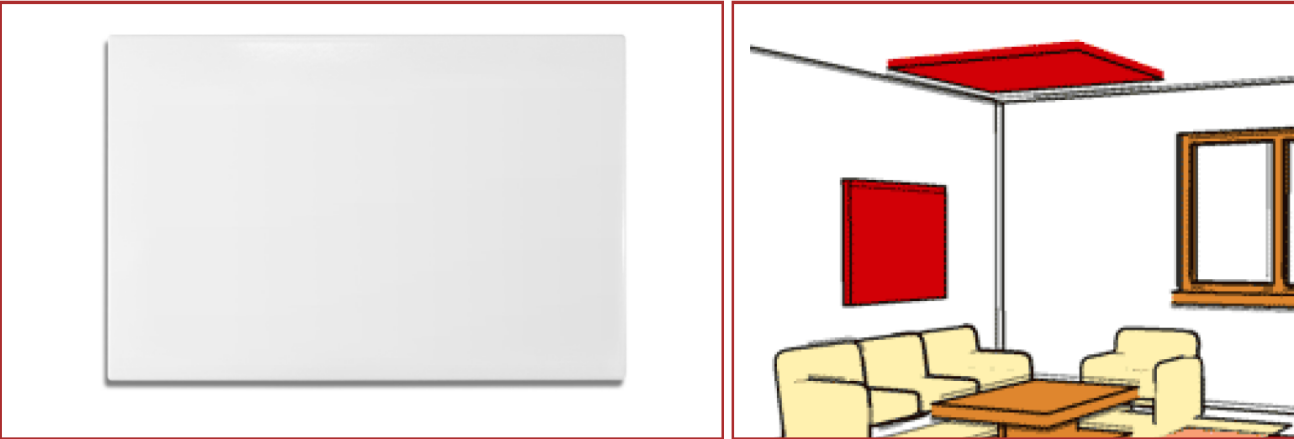
- IR-Paneelen (40% Radiant – 60% Konvektion-Anteil)
- Solltemperatur $21 + 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Kühlung:

- Keine Kühlung

Infrarot-Heizungen als Raumheizkörper

Modell - Classic



Modell	Typ	Leistung	Spannung	Größe mm(BxLxT)	Gewicht	Farbe
Classic Metall						
Classic IR H 20	ca.	125 Watt	230 V~ 50 Hz	600 x 200 x 25	ca. 3,0 kg	weiß
Classic IR H 30	ca.	270 Watt	230 V~ 50 Hz	600 x 400 x 25	ca. 4,5 kg	weiß
Classic IR H 40	ca.	450 Watt	230 V~ 50 Hz	600 x 600 x 25	ca. 7,5 kg	weiß
Classic IR H 50	ca.	510 Watt	230 V~ 50 Hz	400 x 1200 x 25	ca. 8,0 kg	weiß
Classic IR H 60	ca.	650 Watt	230 V~ 50 Hz	600 x 900 x 25	ca. 10 kg	weiß
Classic IR H 80	ca.	850 Watt	230 V~ 50 Hz	600 x 1200 x 25	ca. 15 kg	weiß
Classic IR H 100	ca.	1000 Watt	230 V~ 50 Hz	600 x 1400 x 25	ca. 18 kg	weiß
weitere Größen auf Anfrage!						

Bauphysikalische Kennwerte

Bauteil	U-Wert [W/(m²*K)]	Beschreibung	Dicke [m]
Außenwand Mauerwerk EG/OG	0,140	<i>Außen</i> Schalung Holzlattung Planziegel Kalk-Zement Putz <i>Innen</i>	0,024 0,080 0,490 0,020
Bodenplatte gegen Erdreich	0,167	<i>Oben</i> Bodenbelag Zementestrich Trittschalldämmung Wärmedämmung Kapilarwassersperre (BIKUVAP LL EVA) WU-Stahlbeton Perimeterdämmung <i>Unten</i>	0,020 0,070 0,020 0,030 0,0035 0,250 0,140
Warme Zwischendecke	0,498	<i>Oben</i> Bodenbelag Zementestrich Trittschalldämmung Wärmedämmung Stahlbeton (Filigrandecke + Aufbeton) <i>Unten</i>	0,020 0,070 0,020 0,030 0,220

Bauteil	U-Wert [W/(m²*K)]	Beschreibung	Dicke [m]
Flachdach	0,106	<i>Außen</i> Extensive Begrünung Speicherschutzmatte Folienabdichtung(BIKUPLAN/BIKUTOP) Gefälledämmung Dampfsperre, bituminös Stahlbeton (Filigrandecke + Aufbeton) Spachtelung <i>Innen</i>	0,060 0,010 0,010 0,300 0,0035 0,220 0,010
Wohnungstrennwand Verfüll-Planziegel, ausbetoniert	2,507	<i>Innen</i> Putz Verfüll Ziegel, ausbetoniert Putz <i>Innen</i>	0,015 0,240 0,015
Innenwand tragend Ziegel, 17,5cm / 24,0cm	1,427	<i>Innen</i> Putz Ziegel Putz <i>Innen</i>	0,015 0,175 0,015
Innenwand nicht tragend Ziegel, 11,5cm	1,772	<i>Innen</i> Putz Ziegel Putz <i>Innen</i>	0,015 0,115 0,015

Bauphysikalische Kennwerte

Fassadenfenster

Breite		1,04 m
Höhe		2,38 m
Leibungstiefe		0,50 m
Sonnenschutz		Keine
U-Wert Verglasung	U_g	0,60 W/m ² K
U-Wert Fensterrahmen	U_f	1,20 W/m ² K
Gesamtenergiedurchlassgrad	g	0,55
Lichttransmission	T_v	0,70

Lüftungsflügel (Glas)

Breite		0,46 m
Höhe		1,49 m
Öffnungsgröße		0,325 m ²
U-Wert Füllung	U_f	0,60 W/m ² K (Glas)
Widerstandsbeiwert		0,65

Pauschale Wärmebrücke: 0,03 W/m²K

Größen und Kennwerte

Definition

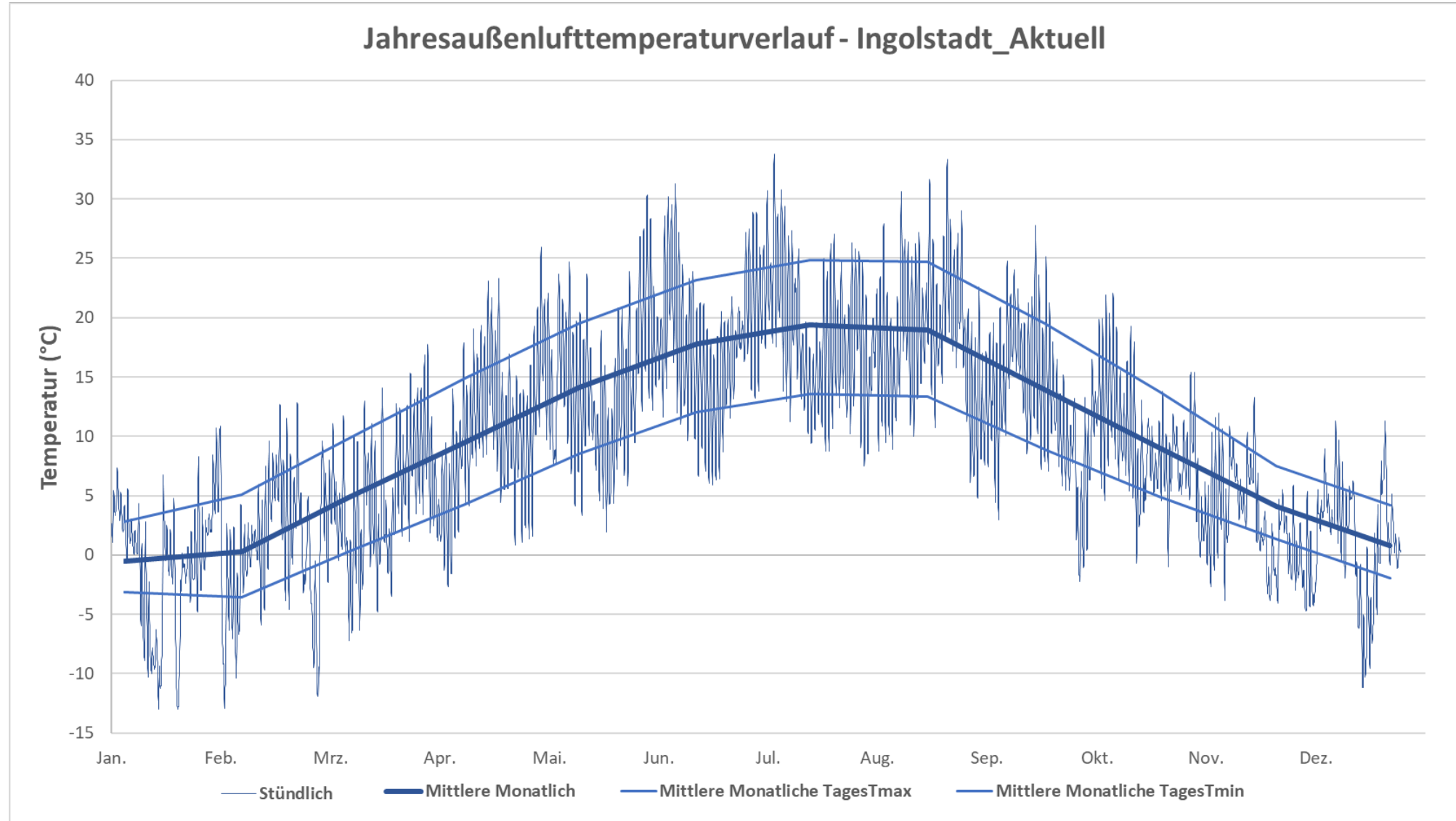
- **Operative Temperatur:** Wird auch als gefühlte Temperatur oder Empfindungstemperatur bezeichnet und umfasst das Zusammenwirken der Lufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur der Umgebungsoberflächen. Sie ist der Hauptfaktor der thermischen Behaglichkeit.
- **CO₂ ppm :** CO₂-Gehalt in der Luft in parts per million (Anteile pro Million)
- **Überhitzungsstunden belegt:** Ist der Mittelwert der operativen Temperatur über eine Stunde grösser als 26,5 °C, wenn der Raum belegt ist.
- **Unterkühlungsstunden belegt:** Ist der Mittelwert der operativen Temperatur über eine Stunde kleiner als 21,5 °C, wenn der Raum belegt ist.
- **Maximale op. Temperatur belegt:** Beschreibt den maximalen Temperaturwert aus dem Temperaturverlauf, wenn der Raum belegt ist.
- **Minimale op. Temperatur belegt:** Beschreibt den minimalen Temperaturwert aus dem Temperaturverlauf, wenn der Raum belegt ist. (In diesem Dokument sind die Unterkühlungsstunden bei Außentemperaturen unter 15 °C angegeben. Dadurch wird verhindert, dass die absichtlich hervorgerufenen Unterkühlungsstunden bei warmen Außentemperaturen mitgezählt werden.)

Wetterdaten

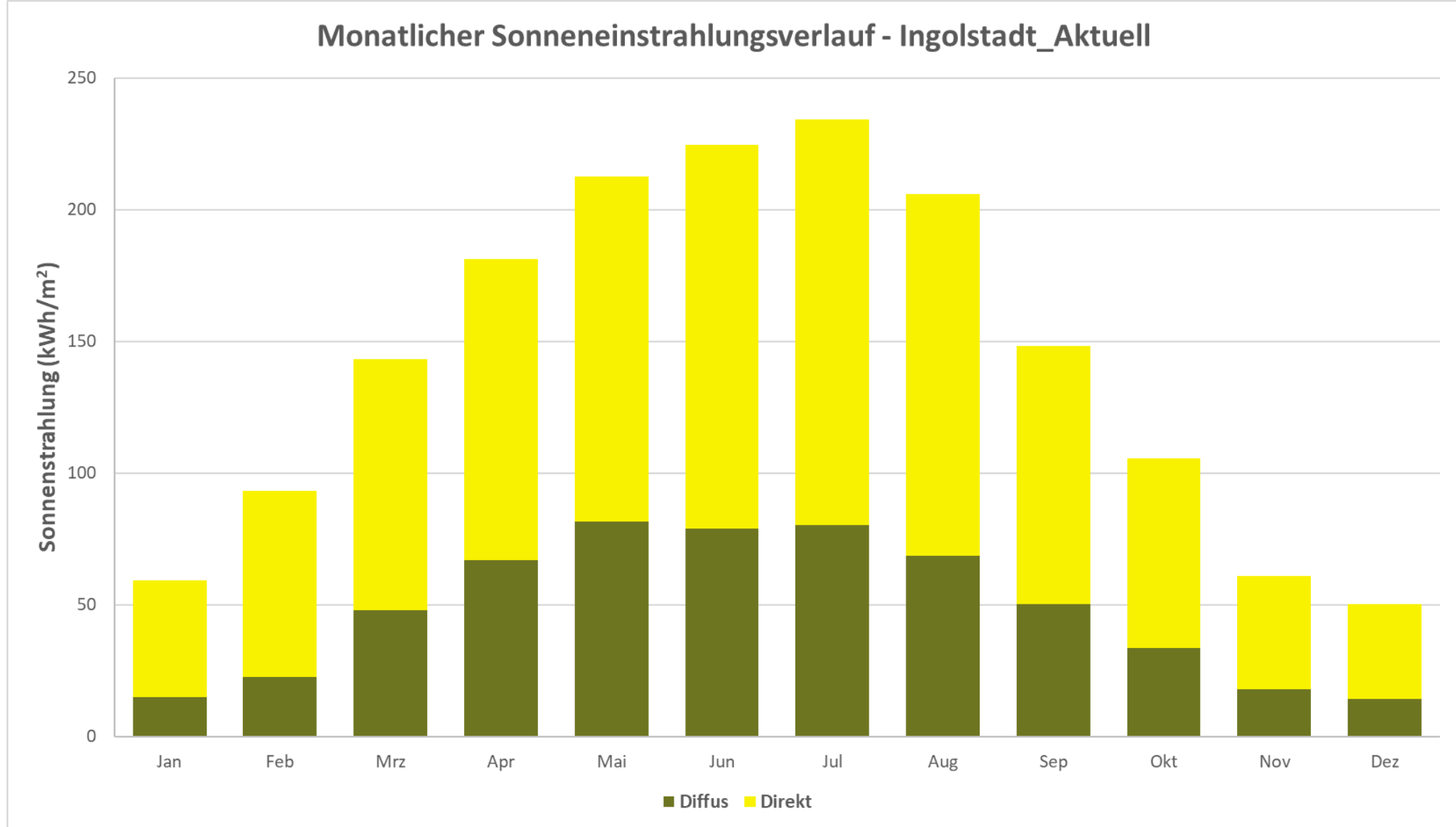
Ingolstadt, Steigerwaldstraße, aktuelle Wetterdaten interpoliert (aus Meteonorm Vs. 8.1)

- Interpolationsorte für Strahlung:
 - Weissenburg (40 km)
 - Weiherstephan (48 km)
 - Stuttgart (159 km)
 - Furstenzell (148 km)
 - Anteil Satellitendaten: 89%
- Interpolationsorte für Temperatur:
 - Nueburg/Donau (14 km)
 - Roth-Armee (52 km)
 - Augsburg/Mühlhausen (50 km)
 - München Airport (55 km)
 - Straubing-Armee (87 km)
 - Kümmersbruck (82 km)

Wetterdaten



Wetterdaten



Ergebnisse

▪ Alt

- Aktuelle Wetterdaten
- 100% interne Lasten, mit Steuerung, Backup Heizung
- CO2 Limit (1200 ppm)
 - 1200-1400 ppm, wenn Außenlufttemperatur < 5 °C
 - 1000-1200 ppm, wenn Außenlufttemperatur > 5 °C
- Treppenhäuser: 6 cm Wärmedämmung und 20 cm Stahlbeton (WLS 033)
- Technikraum, E-Bike Raum und WC1 Innenwände: 6 cm Wärmedämmung (WLS 033)
- Technikraum und E-Bike Raum Decke: 7 cm zusätzliche Wärmedämmung (WLS 036)

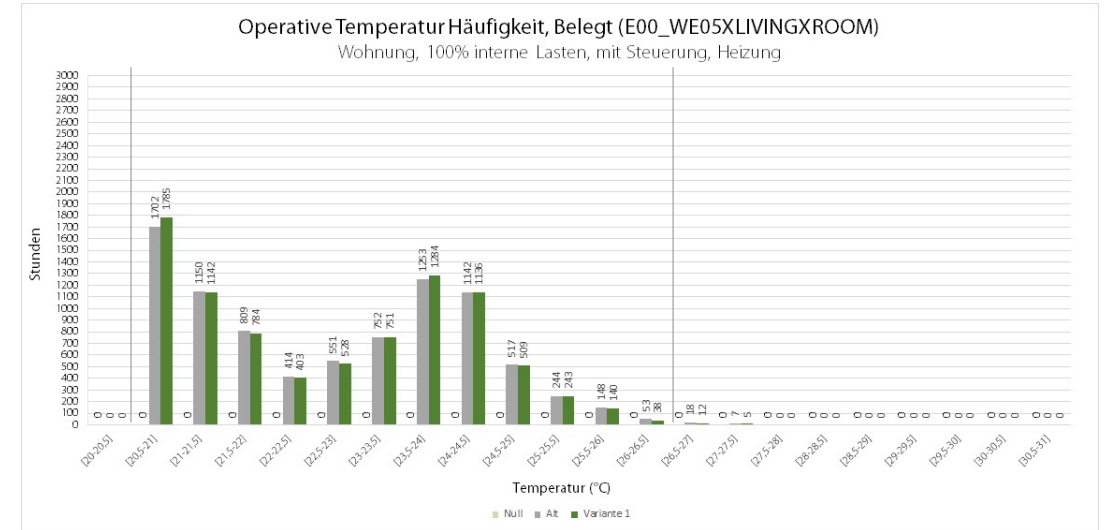
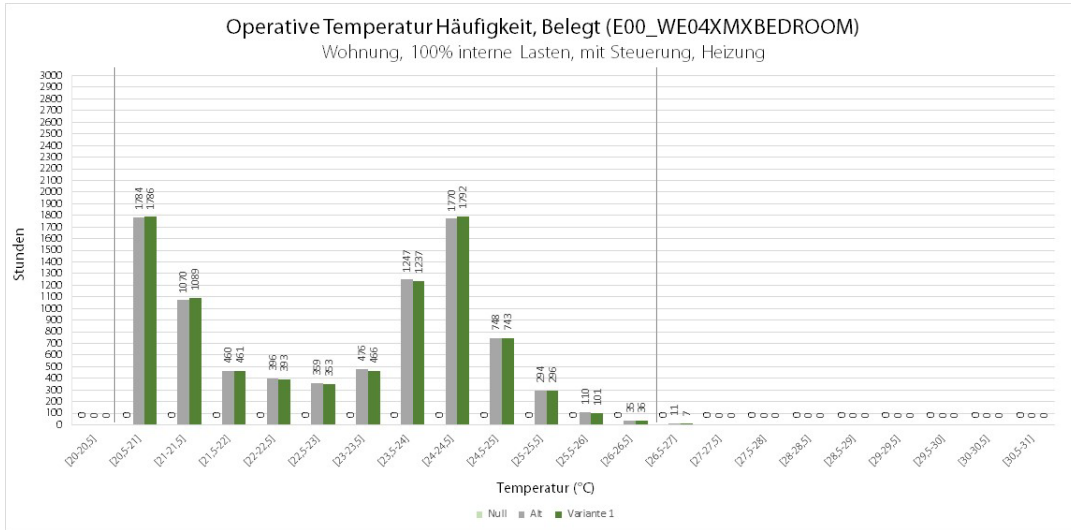
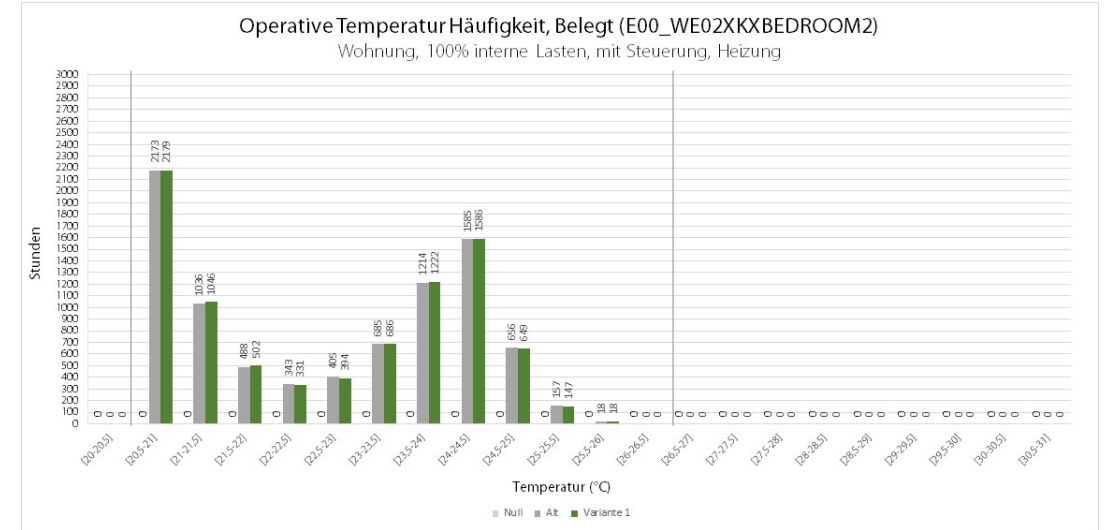
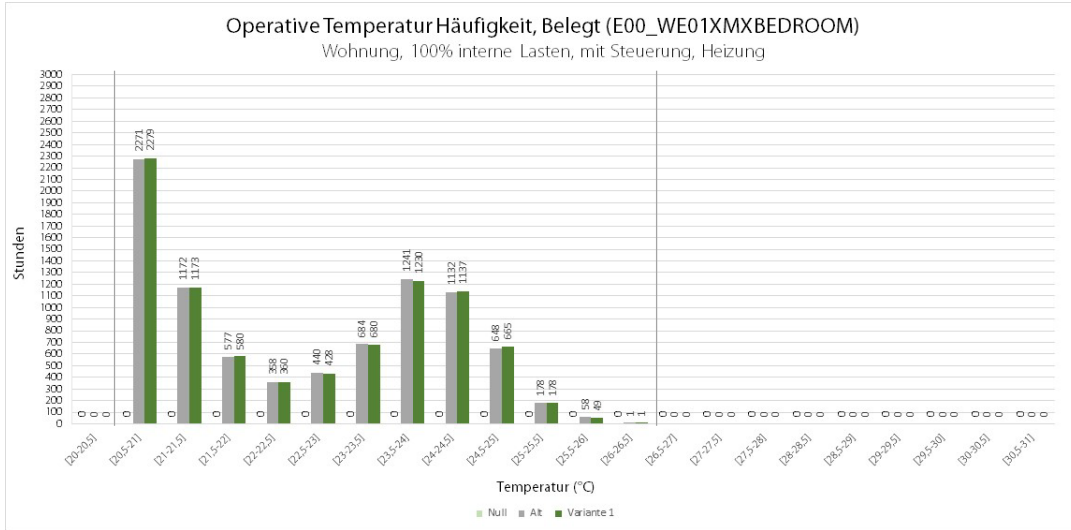
▪ Variante 1

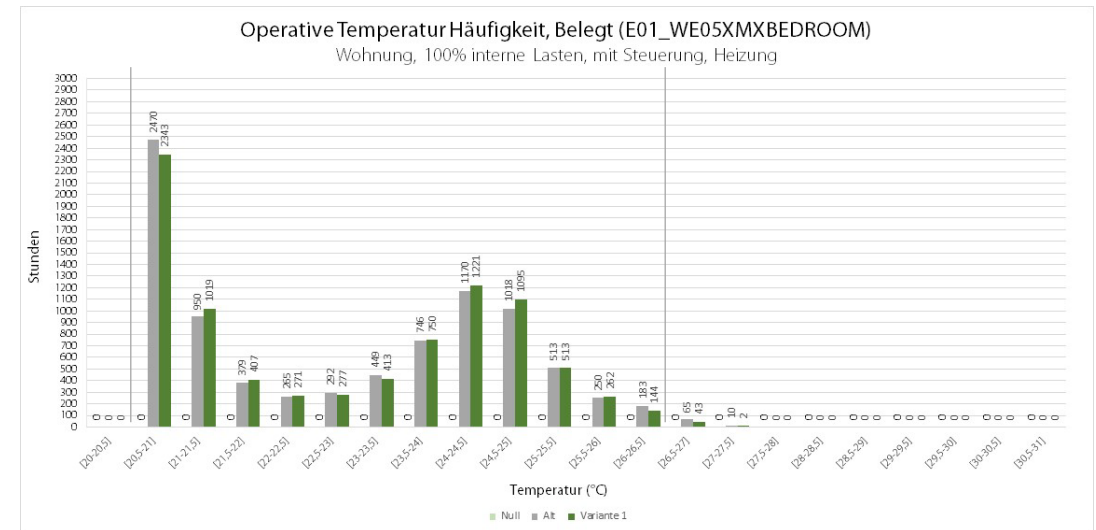
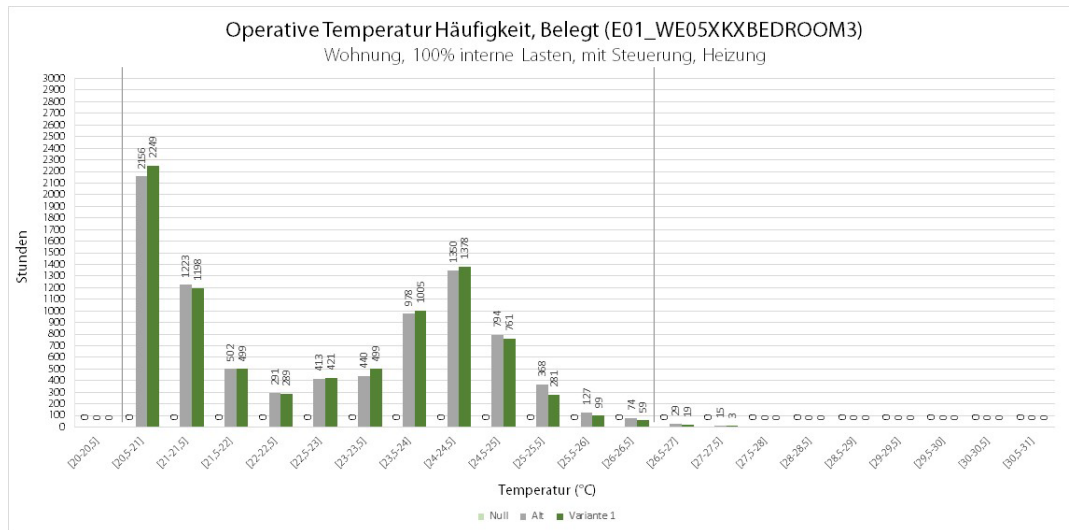
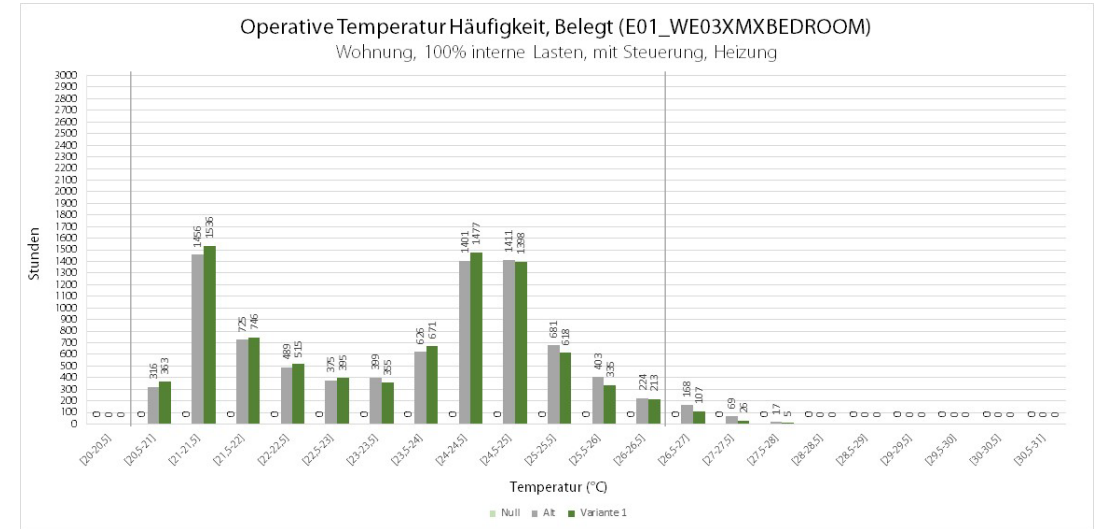
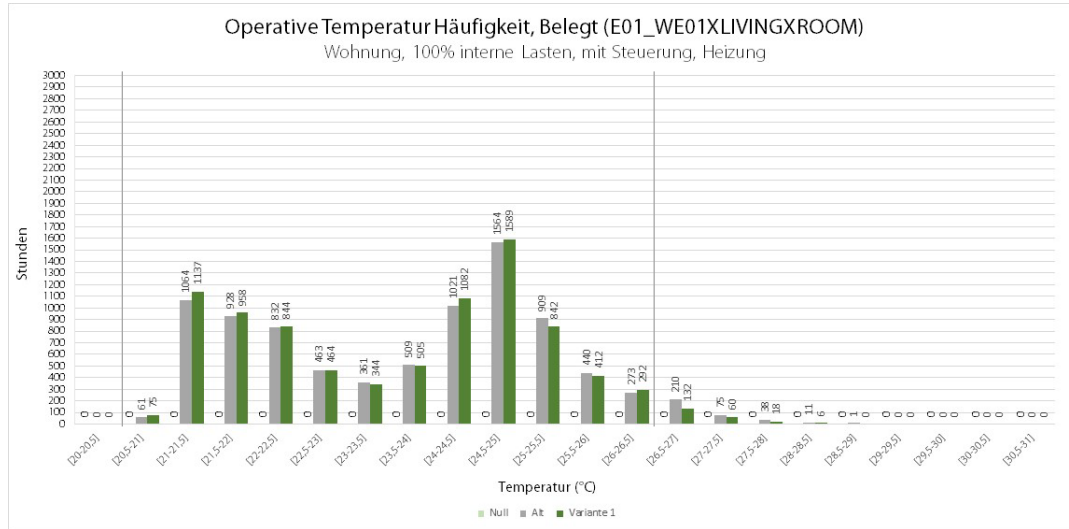
- Treppenhäuser: 6 cm Wärmedämmung und 20 cm Beton unbewehrt (WLS 033)
- 60 cm Brüstung für Balkonen
- Technikraum, E-Bike Raum und WC1 Innenwände: 8 cm Wärmedämmung (WLS 033)
- Technikraum und E-Bike Raum Decke: 12 cm zusätzliche Wärmedämmung (WLS 036)
- G-Wert Glass im 2. OG: Anpassung von 0,55 auf 0,4

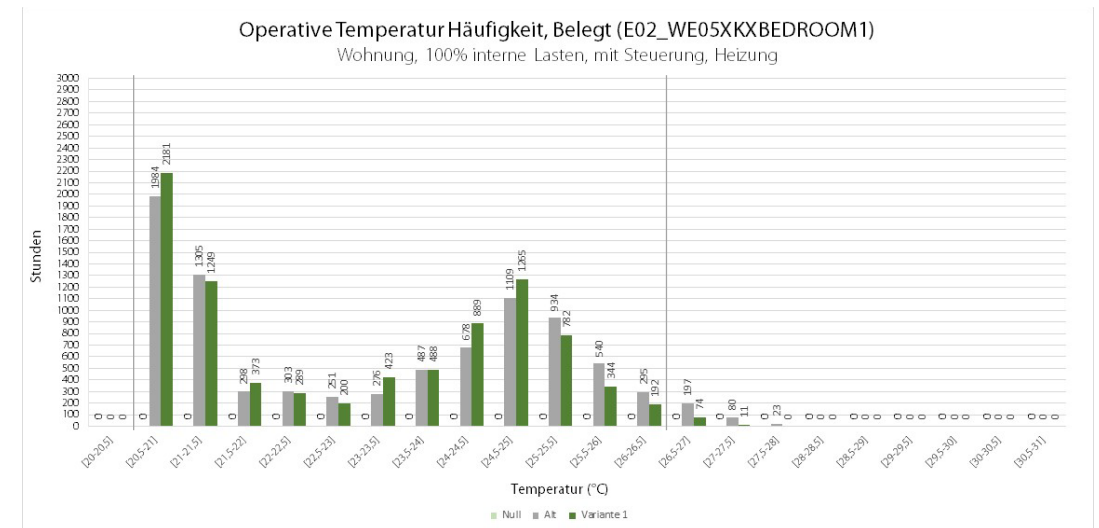
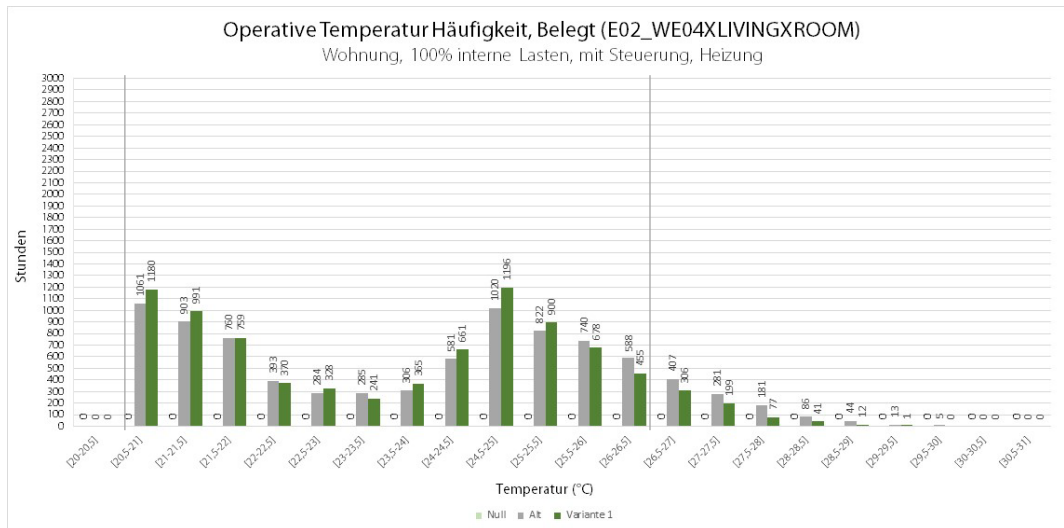
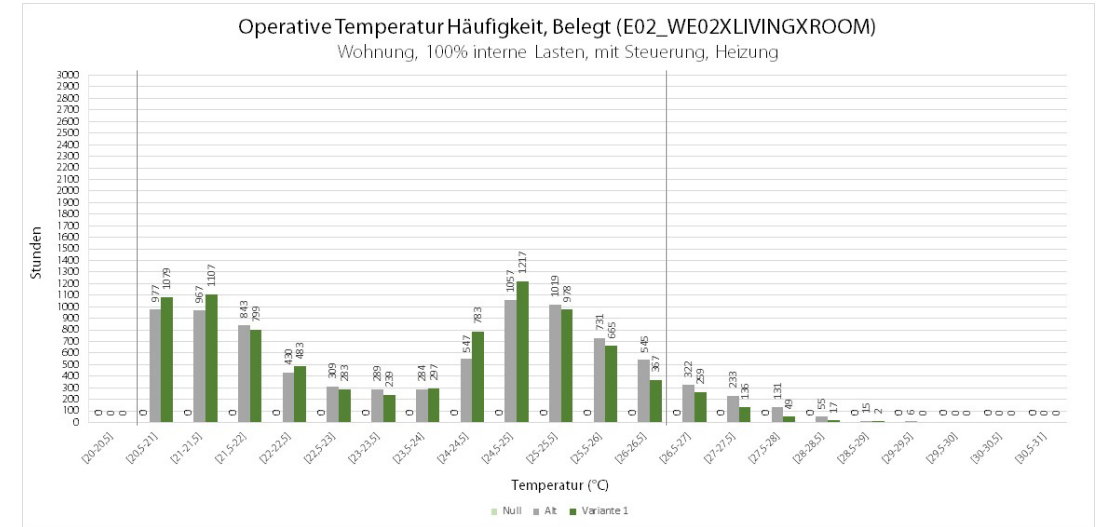
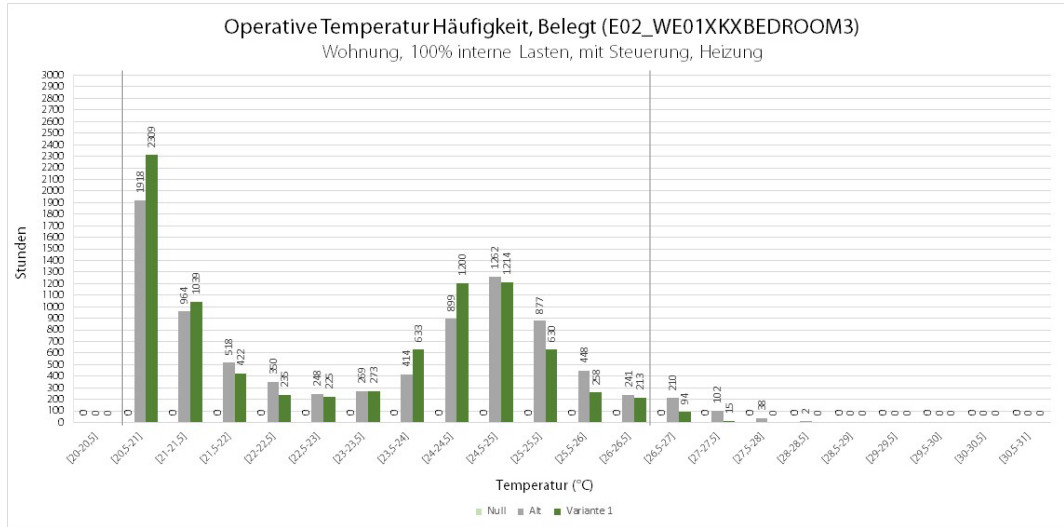
Bauphysikalische Kennwerte

Bauteil-Basic	U-Wert [W/(m²*K)]	Beschreibung	Dicke [m]
Wohnungstrennwand, Treppenhaus	0,450	<i>Innen (nicht beheizt)</i> Putz Wärmedämmung Stahlbeton Putz <i>Innen (beheizt)</i>	0,020 0,060 0,200 0,015
Wohnungstrennwand, HA/Technik, E-Bikes, WC1	0,450	<i>Innen (nicht beheizt)</i> Putz Wärmedämmung Verfüll Ziegel, ausbetoniert Putz <i>Innen (beheizt)</i>	0,020 0,060 0,240 0,015
Warme Zwischendecke, HA/Technik, E-Bikes,	0,253	<i>Oben</i> Bodenbelag Zementestrich Trittschalldämmung Wärmedämmung Stahlbeton <i>Unten</i>	0,020 0,070 0,020 0,100 0,220

Bauteil-Variante 1	U-Wert [W/(m²*K)]	Beschreibung	Dicke [m]
Wohnungstrennwand, Treppenhaus	0,451	<i>Innen (nicht beheizt)</i> Putz Wärmedämmung Beton Unbewehrt Putz <i>Innen (beheizt)</i>	0,020 0,060 0,200 0,015
Wohnungstrennwand, HA/Technik, E-Bikes, WC1	0,374	<i>Innen (nicht beheizt)</i> Putz Wärmedämmung Ziegel Putz <i>Innen (beheizt)</i>	0,020 0,080 0,240 0,015
Warme Zwischendecke, HA/Technik, E-Bikes,	0,272	<i>Oben</i> Bodenbelag Zementestrich Trittschalldämmung Wärmedämmung Stahlbeton Wärmedämmung <i>Unten</i>	0,020 0,070 0,020 0,030 0,220 0,120







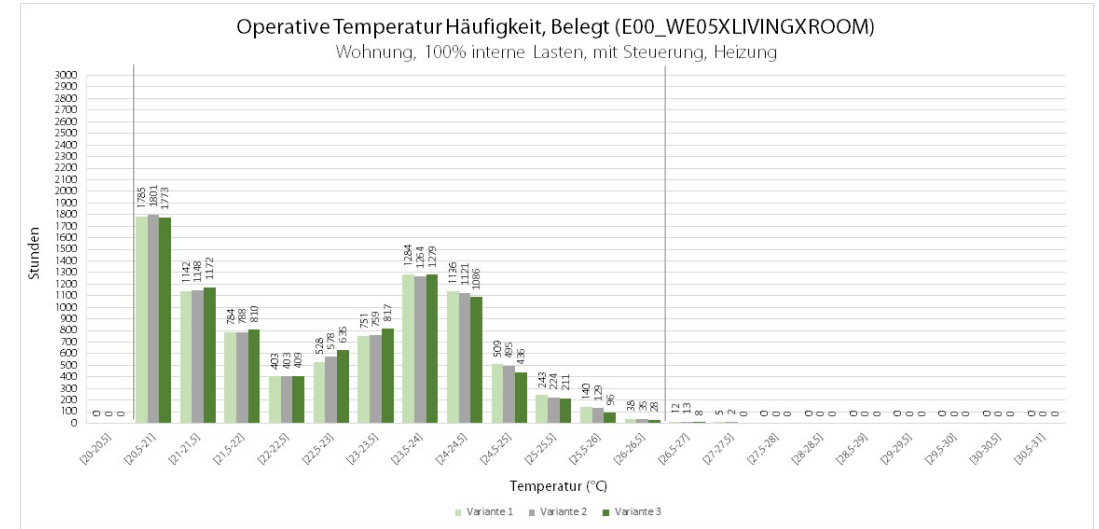
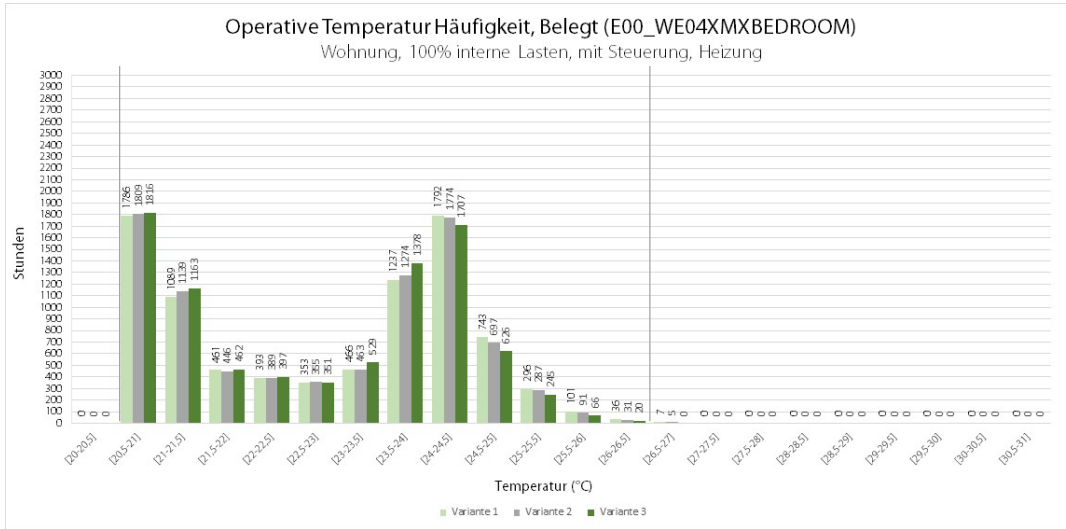
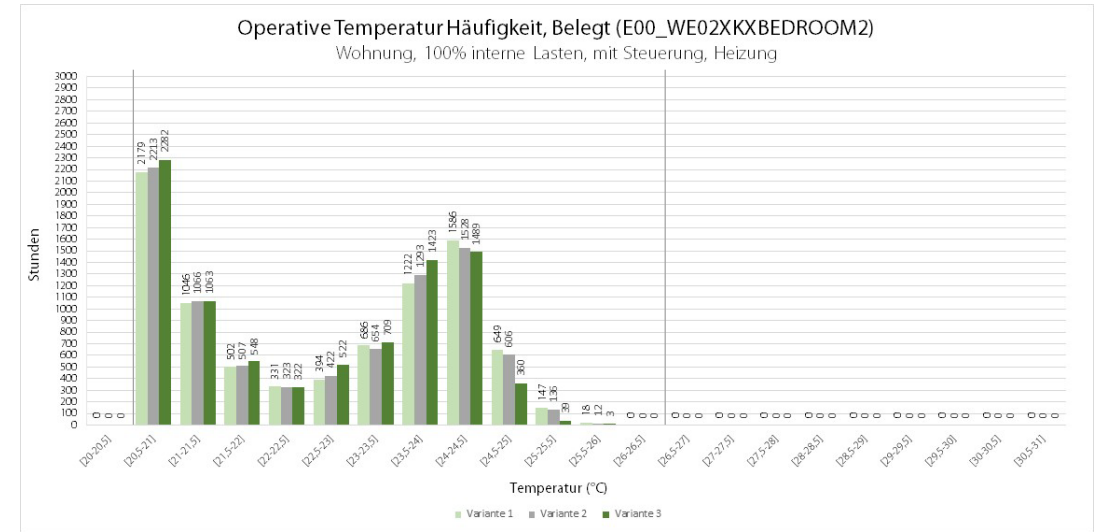
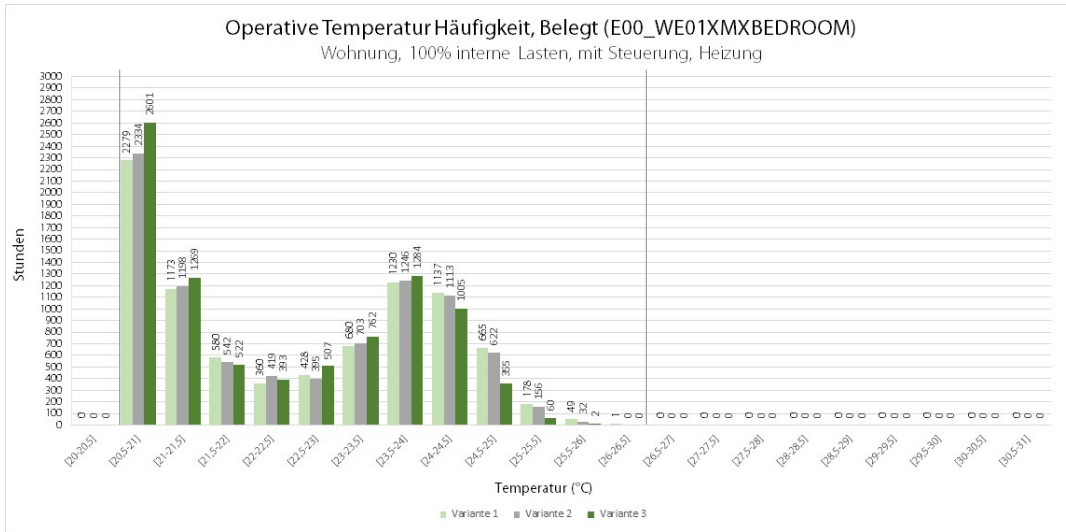
Ergebnisse

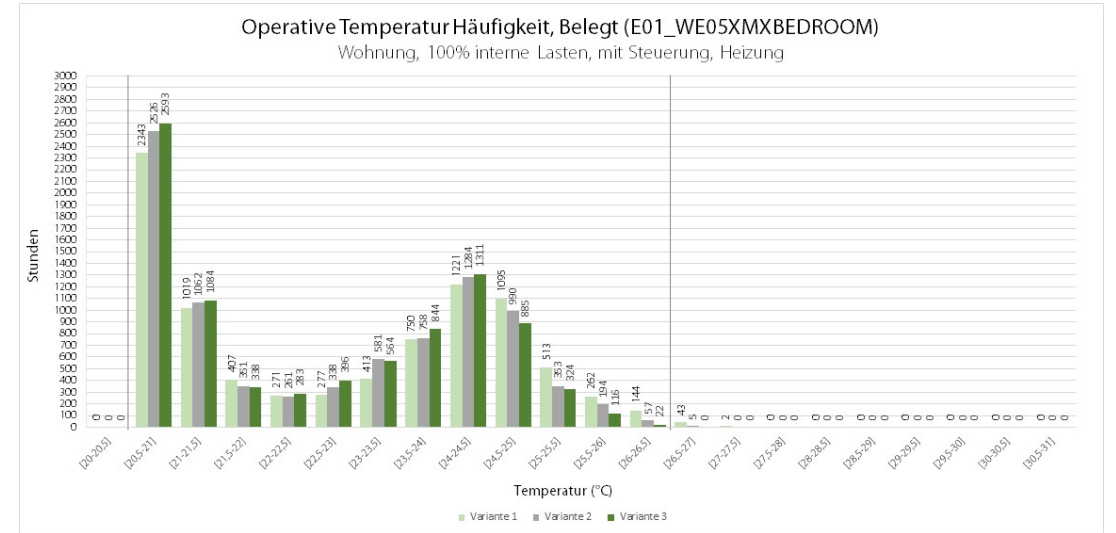
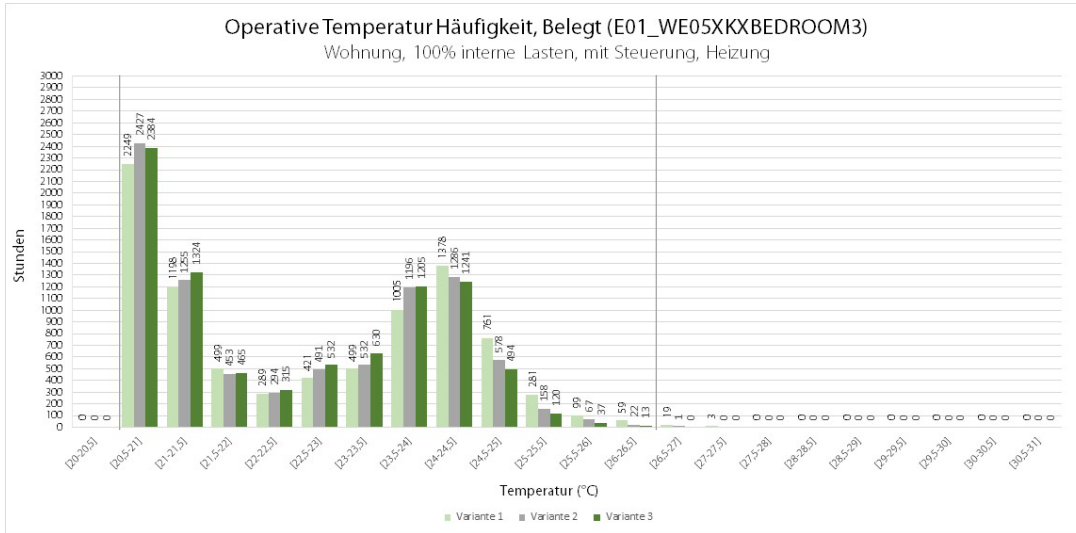
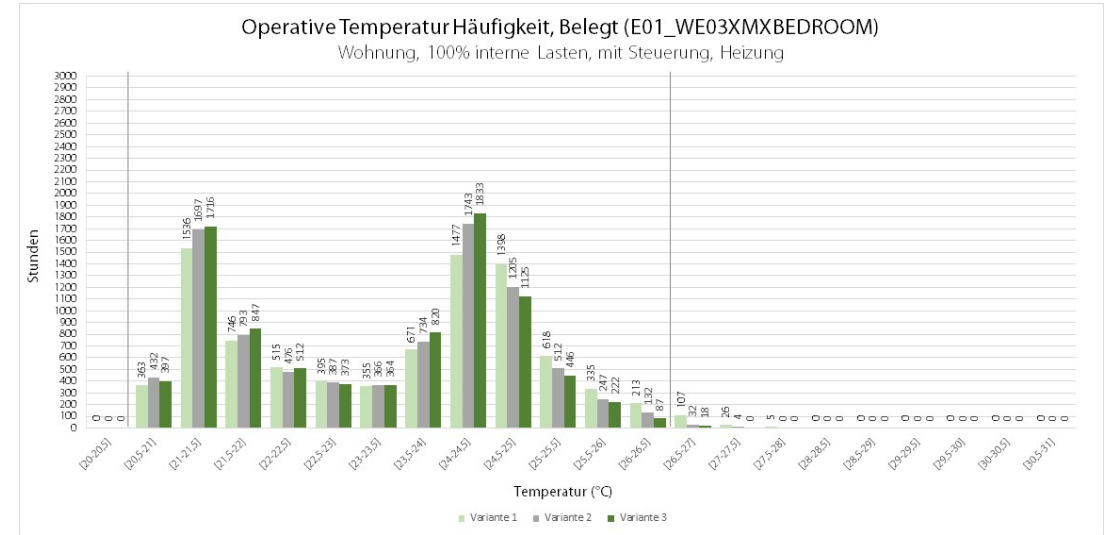
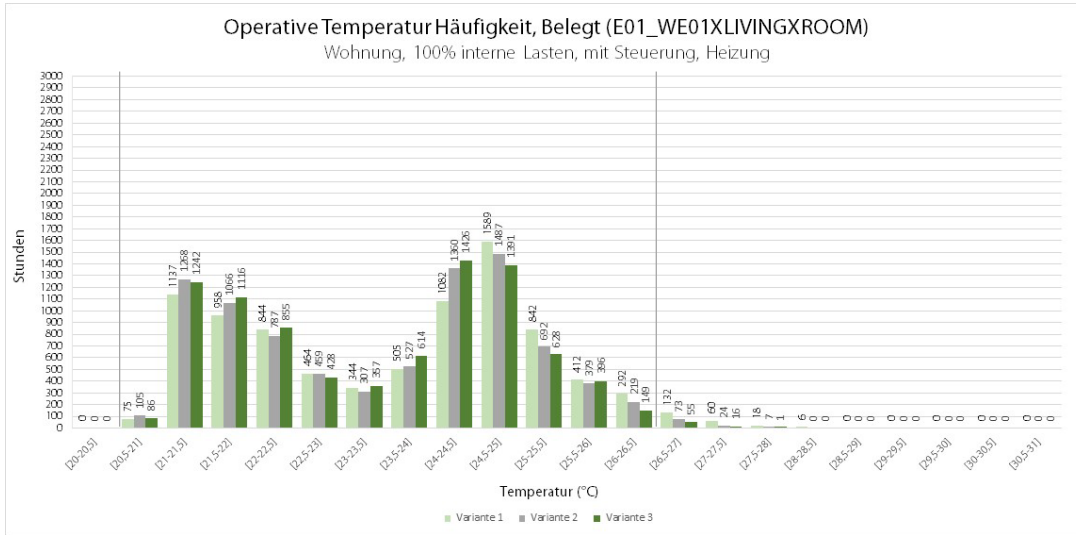
- **Variante 2**

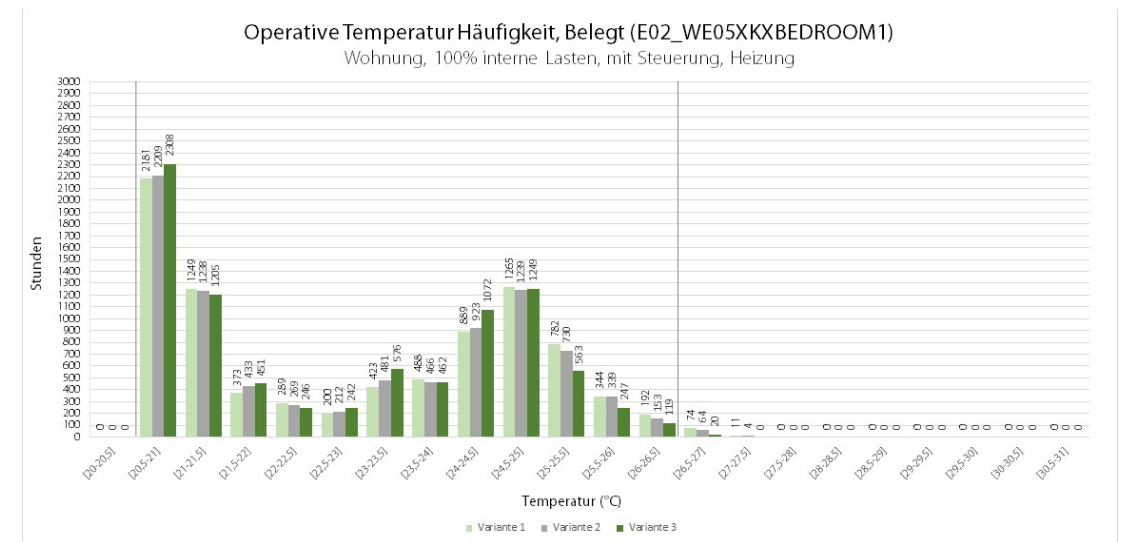
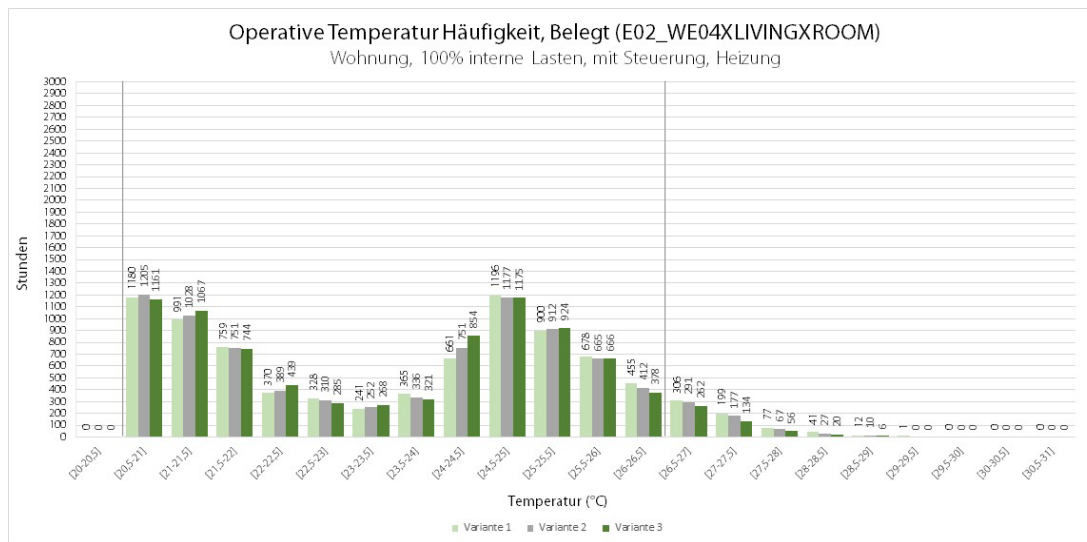
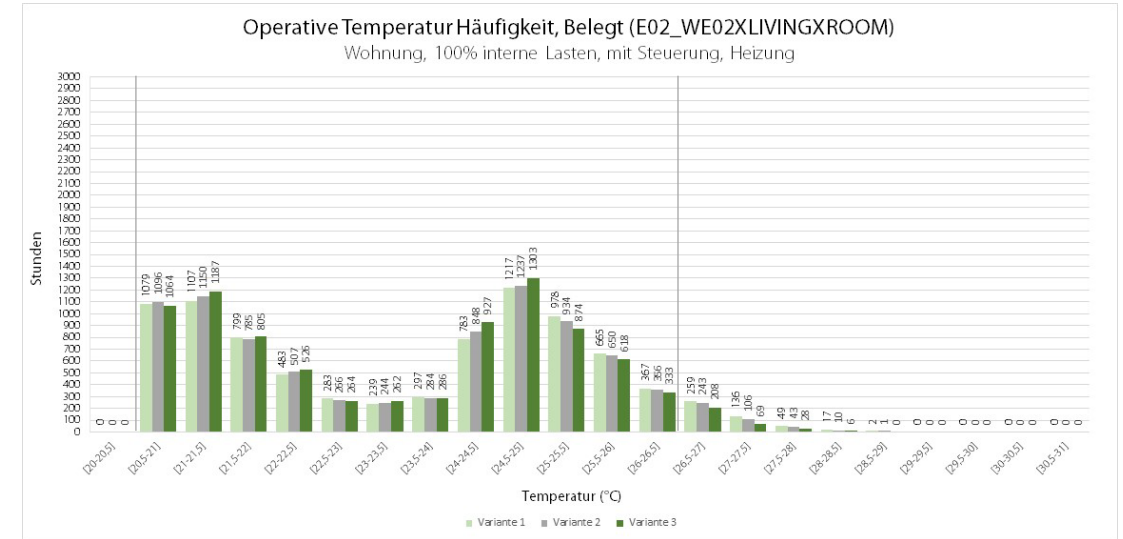
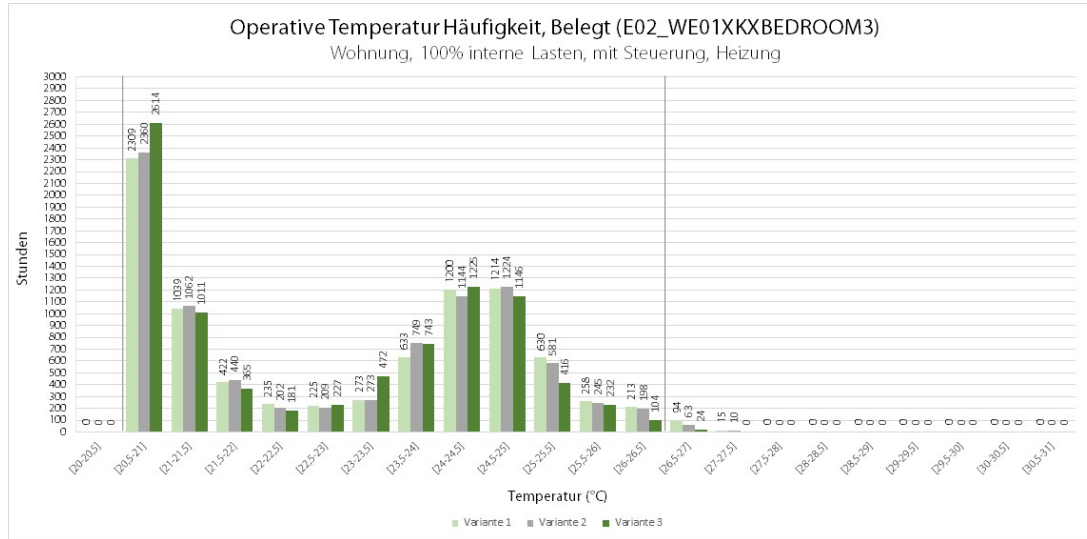
- Variante 1+
- G-Wert Glass im 1. OG: Anpassung von 0,55 auf 0,4

- **Variante 3**

- Variante 2+
- „glasierte Lüftungsflügel“ im Vergleich mit „opake Lüftungsflügel“ (U-Werte: 0,50 W/m².K)







Jährlicher Energiebedarf 100% interne Lasten, mit Steuerung und Heizung

