



Was Sie bewegt. Die MA 39 - PÜZ informiert.

MA 39 – PÜZ

1110 Wien, Rinnböckstraße 15

Bauphysiklabor

Berechnung von Energiekennzahlen basierend auf den österreichischen Energieausweis-Normen für Wohn- und Nicht-Wohngebäude in Passivhaus-Niveau

Ein Forschungsprojekt zwischen TU Wien und MA 39

Teil – MA 39

Stand: 31. Dezember 2009

Exceltool: [EA-WGv-11-07-2008-V08f ph excel.xls](#)

Inhaltsverzeichnis

1	ZUKÜNFTIGE ANFORDERUNGSNIVEAUS	5
2	EXCEL-SCHÄTZ-TOOL FÜR PH-NIVEAU	6
3	ANALYSE DER UNTERSCHIEDE IM HWB	12
4	PEB UND CO2	14

An dieser Stelle sei angemerkt, dass der Teil des Forschungsprojekts der TU Wien in einem gesonderten Bericht veröffentlicht wird.

Ausgangssituation

Im Zuge der Schaffung des österreichischen Normenwerkes zur Ermittlung von Energiekennzahlen in Energieausweisen hat man sich vorerst darauf beschränkt, konventionelle Gebäude herkömmlicher Bauweisen abzubilden.

Nun ist das Passivhaus bzw. der Begriff „Passivhaus“ in aller Munde. Allerdings gab es bisher nur wenige Versuche, die Nachweisführung für luftbeheizbare Niedrigstenergiegebäude in die bestehenden Normen zu integrieren.

Dabei ist festzuhalten, dass das Passivhaus als luftbeheizbares Niedrigstenergiegebäude nicht primär eine Anforderung an den Heizwärmebedarf erfüllen muss, sondern vielmehr die Eigenschaft „Luftbeheizbarkeit“ die Anforderung an die Heizlast derart formuliert, dass unter der Verwendung einer raumluftechnischen Anlage, die den hygienischen Luftwechsel gewährleistet einerseits eine ausreichend große Wärmemenge transportiert werden kann, deren Temperatur aber keinesfalls zu Diskomfort führen darf.

In der ÖNORM B 8110-6:2010 wurden in Form von informativen Anmerkungen die wesentlichen Unterschiede bei der Berechnung des Heizwärmebedarfs bereits eingearbeitet. Dies sind:

- Änderung der inneren Wärmegewinne $q_{i,h} = 2,1 \text{ W/m}^2$. Hierzu ist anzumerken, dass die bisher verwendeten $3,0 \text{ W/m}^2$ resultierend aus $1,5 \text{ W/m}^2$ für Personenwärmen und $1,5 \text{ W/m}^2$ für technische Wärmen abgeleitet werden können. Dabei ist für die Personenwärmen angenommen worden, dass 90 W je Person in Rechnung zu stellen sind, jede Person 30 m^2 Nutzfläche bewohnt und ca. 50% der Zeit anwesend ist. Bei den technischen Wärmegewinnen ist die Überlegung derart, dass aus statistischen Erhebungen bekannt ist, dass der übliche Strombedarf von Haushalten in der Größenordnung von $2,5 \text{ W/m}^2$ liegt. Nachdem nicht der gesamte Strombedarf innerhalb des Hauses als Gewinn verbucht werden kann, hat man seit geraumer Zeit ca. 60% davon in Rechnung gestellt. Für die $2,1 \text{ W/m}^2$ im Rahmen des Passivhauschätztools darf unterstellt werden, dass selbstverständlich die Personenwärmen von ähnlicher Größenordnung sind, wie in der eben dargestellten Überlegung. Für die technischen Wärmegewinne reduziert man den Wert auf $0,6 \text{ W/m}^2$, um einerseits die mögliche Verwendung hocheffizienter Elektrogeräte zu berücksichtigen und andererseits zu versuchen, einen möglichst sicheren Wert in Rechnung zu stellen.
- Bezüglich der Temperaturkorrekturfaktoren setzt man generell $f_{i,h} = 1$ ein, um jedenfalls auf der sicheren Seite zu liegen.
- Bezüglich der Verschattungsfaktoren darf an dieser Stelle zum wiederholten Male festgehalten werden, dass die Defaultwerte der ÖNORM B 8110-6 grundsätzlich als „optimistisch“ bezeichnet werden dürfen. Ganz im Gegensatz dazu hat man mit $F_{s,h} = 0,25$ in der ÖNORM B 8110-6:2010 als informelle Anmerkung für die Abschätzung der Passivhaustauglichkeit einen wohl als „pessimistisch“ zu bezeichnenden Wert gewählt. An dieser Stelle sei festgehalten, dass unterstellt werden darf, dass Passivhausplanung jedenfalls mit Verschattungsberechnung einhergehen sollte.

1 Zukünftige Anforderungsniveaus

Die zukünftige EPBD sieht zahlreiche Änderungen vor:

- Ergänzung des Energieausweises um
 - Primärenergiebedarf und
 - CO₂-Emissionen
- Wegfall der 1.000 m²-Grenzen für
 - Alternativenprüfung
 - Sanierungsanforderung
 - Aushangpflicht
- Einführung des Begriffes „Nahezu-Null-Energie-Gebäude“
 - Dessen Energiebedarf muss zu einem wesentlichen Anteil aus erneuerbaren Energieträgern gedeckt werden.
 - Dieses Anforderungsniveau ist 2020 gesetzlich zu verankern.

In Österreich könnte damit ein Anforderungsverlauf wie folgt aussehen:

- 2008: $\text{HWB}_{\text{BGF,ref}} = 26 \times (1 + 2/l_c)$
 - mit B. der RLT-Gewinne
- 2010: $\text{HWB}_{\text{BGF,ref}} = 19 \times (1 + 2,5/l_c)$
 - mit B. der RLT-Gewinne
- 2012: $\text{HWB}_{\text{BGF,ref}} = 16 \times (1 + 2,5/l_c)$
 - mit B. der RLT-Gewinne
- 2014: $\text{HWB}_{\text{BGF,ref}} = 16 \times (1 + 2,5/l_c)$
 - ohne B. der RLT-Gewinne
 - m.B. der „Energieproduktion“ vor Ort
- 2016: $\text{HWB}_{\text{BGF,ref}} = 14 \times (1 + 2,5/l_c)$
 - m.B. der „Energieproduktion“ vor Ort
 - $\text{EP}_{\text{BGF,ref}} = 2 \times (1 + 2,5/l_c)$
- 2018: $\text{HWB}_{\text{BGF,ref}} = 12 \times (1 + 2,5/l_c)$
 - m.B. der „Energieproduktion“ vor Ort
 - $4 \times (1 + 2,5/l_c)$
- 2020: $\text{HWB}_{\text{BGF,ref}} = 10 \times (1 + 2,5/l_c)$
 - m.B. der „Energieproduktion“ vor Ort
 - $6 \times (1 + 2,5/l_c)$

Bei derartigen Anforderungswerten ist augenscheinlich erkennbar, dass dies wohl nur mehr mit entweder kontrollierter Raumluftechnik mit Wärmerückgewinnung oder erheblicher Energieproduktion vor Ort erreicht werden kann.

2 EXCEL-Schätz-Tool für PH-Niveau

Damit liegt es auf der Hand, beispielsweise das Passivhaus in den österreichischen Regelwerken zu verankern. Berücksichtigt man dabei das oben Gesagte, sind einerseits ein Heizwärmebedarf in der Größenordnung zwischen 10 und 15 kWh/m²a nachzuweisen, wobei allerdings durch das Ziel des Passivhausnachweises zumindest die obigen Anmerkungen berücksichtigt werden müssen und andererseits ein Nachweis der Luftbeheizbarkeit durch Nachweis einer derart niedrigen Heizlast, dass eben Luftbeheizbarkeit möglich ist, zu erbringen (Teil TU Wien).

Im gegenständlichen Teil des Forschungsprojektes wird ein einfaches Passivhaus-Schätztool zur Verfügung gestellt.

The screenshot displays the 'PH-Schätztool' Excel spreadsheet. It is divided into several sections:

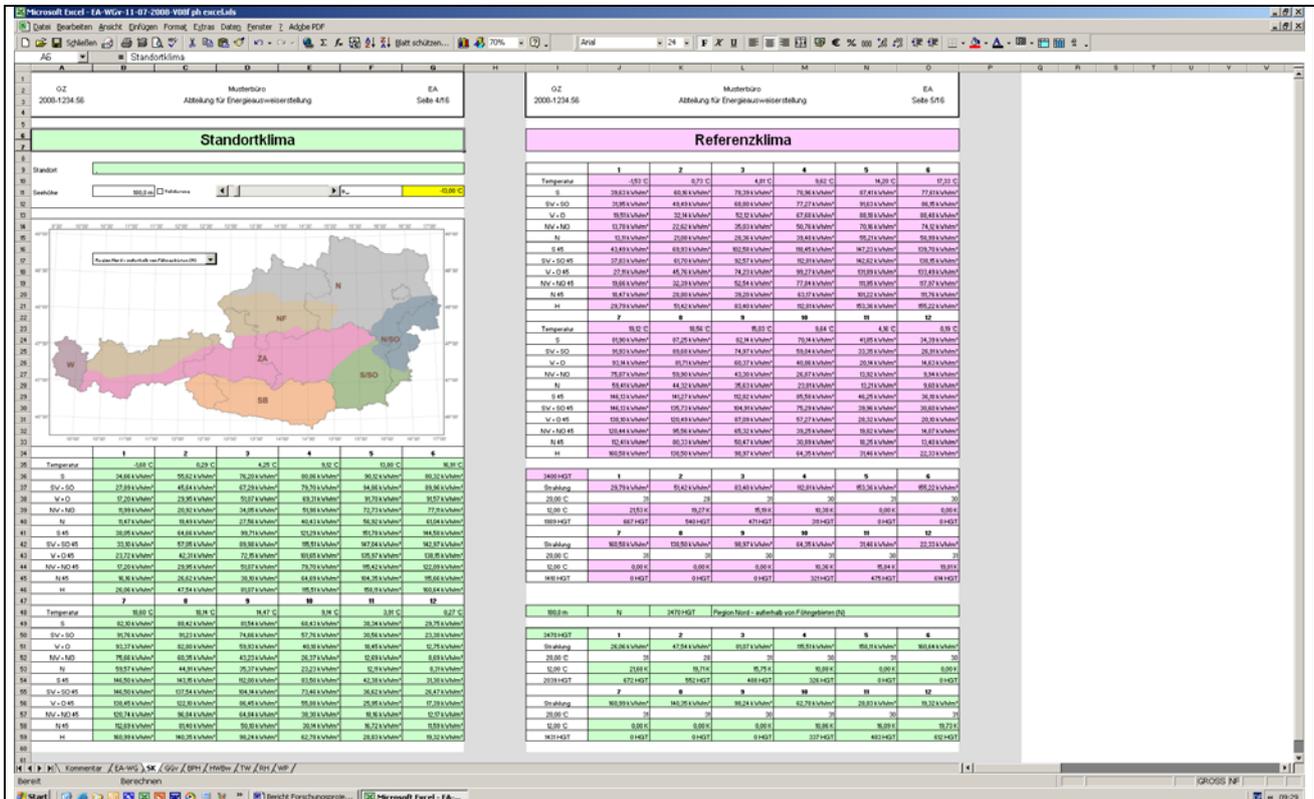
- GEBÄUDE:** Input fields for building name, location, and energy certification level.
- KLIMADATEN:** Input fields for climate data such as heating degree days, cooling degree days, and wind speed.
- SPZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF:** A bar chart showing specific heating requirements for different levels (A+, A, B, C, D, E, F, G).
- WÄRME- und ENERGIEBEDARF:** A table showing energy requirements for different building components and systems.
- ERFÜLLT:** A section for checking compliance with requirements, including a signature field.

Anforderung	Rohwert		Standardwert		Anforderung
	absolut	spezifisch	absolut	spezifisch	
WV	5274 kWh/a	14,4 kWh/m ² a	5600 kWh/a	12,8 kWh/m ² a	Faktor: 0,920
VV	5887 kWh/a	12,7 kWh/m ² a	5770 kWh/a	12,7 kWh/m ² a	
WV-VV	8581 kWh/a	18,4 kWh/m ² a	8481 kWh/a	18,4 kWh/m ² a	
WV-VV	4972 kWh/a	10,4 kWh/m ² a	4972 kWh/a	10,4 kWh/m ² a	
WV	1585 kWh/a	2,3 kWh/m ² a	1585 kWh/a	2,3 kWh/m ² a	
WV	1794 kWh/a	2,0 kWh/m ² a	1794 kWh/a	2,0 kWh/m ² a	
WV	1794 kWh/a	2,0 kWh/m ² a	1794 kWh/a	2,0 kWh/m ² a	
WV	4300 kWh/a	7,9 kWh/m ² a	4300 kWh/a	7,9 kWh/m ² a	
WV	8542 kWh/a	14,0 kWh/m ² a	8542 kWh/a	14,0 kWh/m ² a	

Dabei ist im Register „EA-WG“ eine dritte Seite hinzugefügt worden, die die Möglichkeit eröffnet, verschiedene Anforderungsniveaus zu wählen und damit auch in der Rubrik „Anforderung“ auf der zweiten Seite ein „erfüllt“ oder „nicht erfüllt“ zu erhalten. Nachdem der Faktor $F_{s,h}$ auch manuell eingegeben werden kann, ist eben dieser Faktor unter der Anforderung ausgeworfen.

Selbstverständlich sind Hinweise auf Normgerechtigkeit oder Möglichkeiten zur Unterschrift ausgeschlossen.

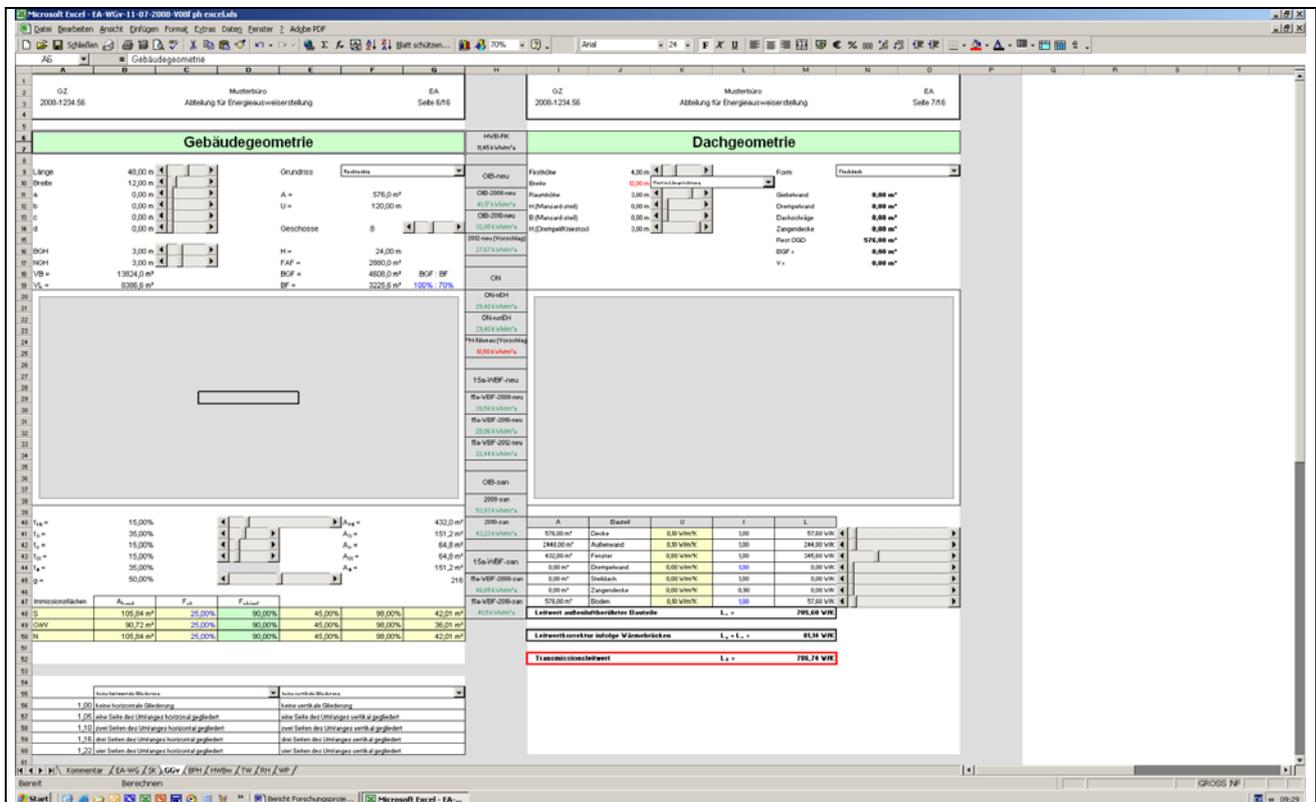
Die folgenden Registerblätter folgen dem bisherigen Aussehen bekannter Exceltools. Allerdings sind einige Ergänzungen, die auch im Forschungsprojekt „Ergänzung der Excel-Schulungstools um ein Wärmepumpenmodul und der Einbindung von Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen“ eingearbeitet.



Beispielsweise sind im Registerblatt „SK“ Möglichkeiten geschaffen worden, auch geneigte und horizontale transparente Flächen hinsichtlich ihrer Strahlungsgewinne zu erfassen.

Die Beschreibung, wie dies für das Referenzklima bewerkstelligt wurde, ist im Forschungsprojekt „Ergänzung der Excel-Schulungstools um ein Wärmepumpenmodul und der Einbindung von Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen“ zu entnehmen.

Die grundsätzliche Vorgangsweise zur Eingabe der Gebäudegeometrie ist ident zu den bisher bekannte Exceltool im vereinfachten Verfahren.

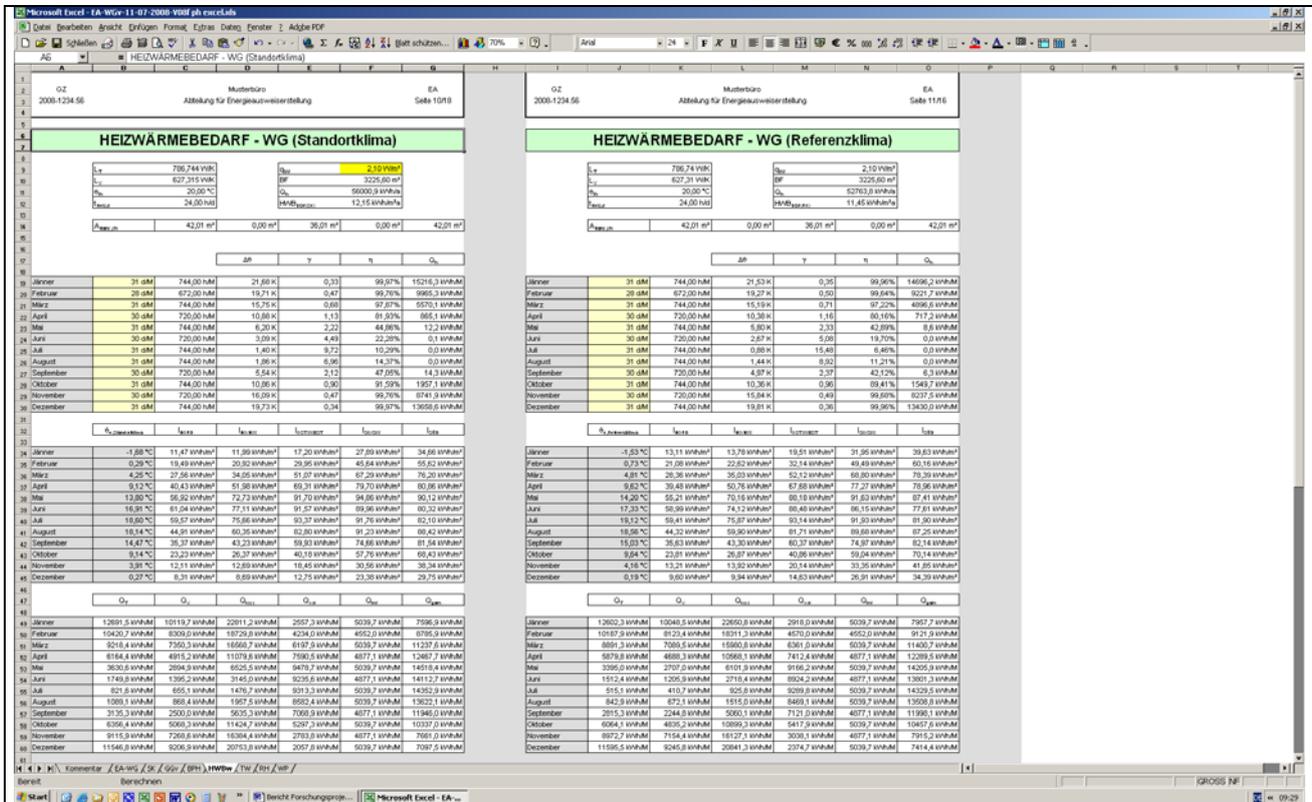
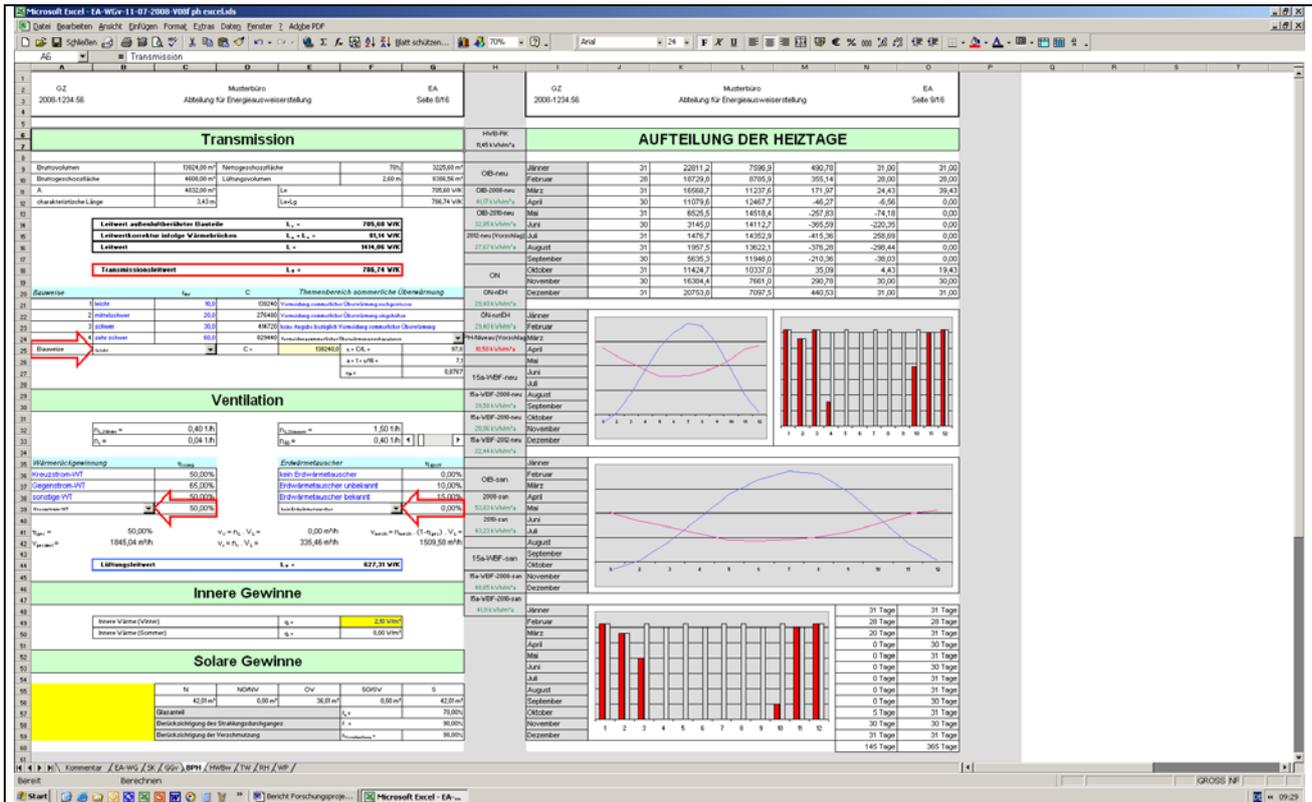


Folgende Abweichungen sind berücksichtigt:

- Die Umrechnung zwischen Brutto-Grundfläche und Netto-Grundfläche erfolgt mit dem Faktor 0,7.
- Sämtliche Temperaturkorrekturfaktoren sind 1,0 gesetzt.

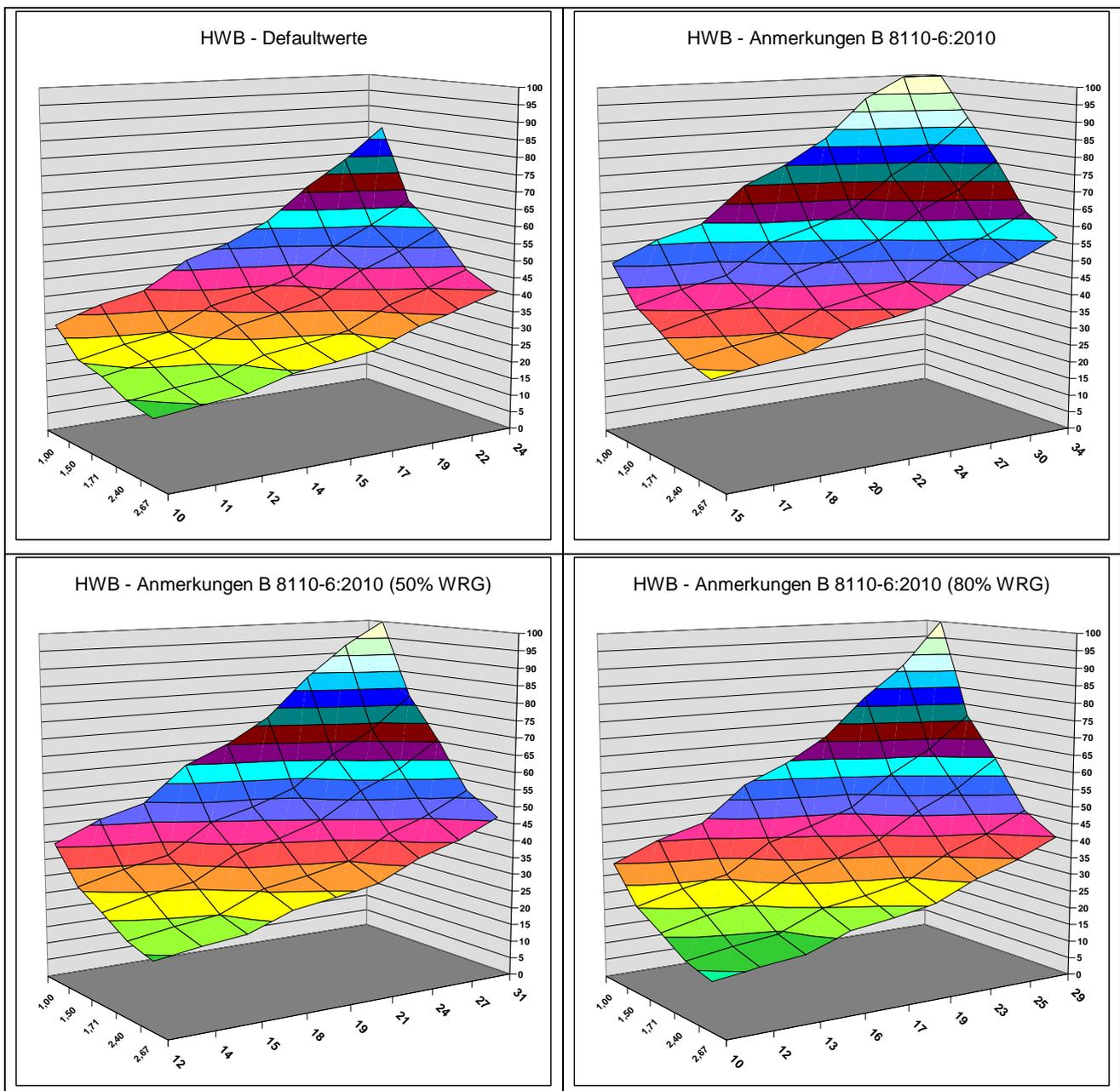
Auf der nächsten Seite sind die Registerblatt „BPH“ und „HWBw“ abgebildet, auf denen grundsätzlich keine Änderungen aus dem gegenständlichen Forschungsprojekt eingetragen sind. Allerdings ist der Wärmerückgewinnungsgrad für Gegenstromwärmetauscher bereits auf den Wert der neuen ÖNORM B 8110-6:2010 gesetzt.

Auf der übernächsten Seite sind die Registerblätter „TW“ und „RH“ unverändert.



3 Analyse der Unterschiede im HWB

Die folgenden Grafiken geben einen Überblick über die Veränderung des Heizwärmebedarfs bei Berücksichtigung der Methodenänderung infolge sämtlicher informeller Anmerkungen aus der ÖNORM B 8110-6:2010 und der Möglichkeit des Einsatzes einer Wärmerückgewinnung in der Raumlufttechnik.



Dabei wurden folgende bauphysikalische Eigenschaften der Bauteile zugrundegelegt:

HWB-Default	U_{OD}	U_{AW}	U_{FE}	g	U_{KD}
24	0,20 W/m ² K	0,35 W/m ² K	1,40 W/m ² K	0,67	0,40 W/m ² K
22	0,18 W/m ² K	0,30 W/m ² K	1,30 W/m ² K	0,58	0,32 W/m ² K
19	0,16 W/m ² K	0,25 W/m ² K	1,30 W/m ² K	0,58	0,28 W/m ² K
17	0,16 W/m ² K	0,20 W/m ² K	1,10 W/m ² K	0,58	0,24 W/m ² K
15	0,14 W/m ² K	0,18 W/m ² K	1,10 W/m ² K	0,58	0,20 W/m ² K
14	0,14 W/m ² K	0,16 W/m ² K	1,10 W/m ² K	0,58	0,16 W/m ² K
12	0,12 W/m ² K	0,14 W/m ² K	0,80 W/m ² K	0,50	0,14 W/m ² K
11	0,12 W/m ² K	0,12 W/m ² K	0,80 W/m ² K	0,50	0,12 W/m ² K
10	0,10 W/m ² K	0,10 W/m ² K	0,80 W/m ² K	0,50	0,10 W/m ² K

HWB-Defaultwerte	HWB-Anmerkungen B 8110-6:2010
<p>In diesen Berechnungen wurden alle Defaultwerte der ÖNORM B 8110-6 eingesetzt:</p> <p>Innere Wärmegewinne ... $q_{i,h} = 3,0 \text{ W/m}^2$ Temperaturkorrekturfaktoren ... $f_{i,h} = f_{i,h}$ Verschattung ... $F_{s,h} = 0,75/0,85$ Brutto-/Netto-Grundflächenverhältnis ... 0,80</p> <p>ACHTUNG: An dieser Stelle sei festgehalten, dass diese Berechnungen fiktive Berechnungen sind, zumal bei derart niedrigen HWB-Werte, die Anwendung von Defaultwerten verboten ist!</p>	<p>In diesen Berechnungen wurden alle „Anmerkungswerte“ der ÖNORM B 8110-6 eingesetzt:</p> <p>Innere Wärmegewinne ... $q_{i,h} = 2,1 \text{ W/m}^2$ Temperaturkorrekturfaktoren ... $f_{i,h} = 1$ Verschattung ... $F_{s,h} = 0,25$ Brutto-/Netto-Grundflächenverhältnis ... 0,70</p> <p>Hier ist gut zu erkennen, dass für den Fall, dass die Verschattungsverhältnisse nicht so günstig sind, wie als Defaultwert angenommen, beträchtlich schlechtere Ergebnisse erzielt werden!</p>
<p>HWB-Anmerkungen B 8110-6:2010 (50 % WRG)</p> <p>In diesen Berechnungen wurden ebenso alle „Anmerkungswerte“ der ÖNORM B 8110-6 eingesetzt:</p> <p>Zusätzlich wurde eine einfache kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung angenommen.</p> <p>$\eta_{WRG} = 0,50 \%$</p> <p>Dies führt bereits für den kompakten Bereich zu einer wesentlichen Verbesserung!</p>	<p>HWB-Anmerkungen B 8110-6:2010 (80 % WRG)</p> <p>In diesen Berechnungen wurden ebenso alle „Anmerkungswerte“ der ÖNORM B 8110-6 eingesetzt:</p> <p>Zusätzlich wurde eine hochwertige kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung angenommen.</p> <p>$\eta_{WRG} = 0,80 \%$</p> <p>Dies führt für den besten Fall wieder zum Erreichen der 10er-Linie!</p>

4 PEB und CO2

Für die Berechnung des Primärenergiebedarfs und der CO₂-Emissionen sind folgende grundsätzliche Annahmen getroffen worden:

- Für den Strombedarf sind 1,5 W/m² in Rechnung gestellt. Dies entspricht ca. 13 kWh/m²a Strombedarf.
- Für den zusätzlichen Strombedarf für Ventilatoren sind bei Nicht-Vorhandensein einer raumluftechnischen Anlage 2 kWh/m²a berücksichtigt, für den Fall einer vorhandenen raumluftechnischen Anlage 4 kWh/m²a.

Als Konversionsfaktoren sind Werte der ÖNORM EN 15603 ergänzt, um die neuen Werte der UCTE und der Fernwärme Wien verwendet worden.

Energieträger	f _{PE}	f _{CO2}
Gas	1,36 kWh/kWh	277 g/kWh
Öl	1,35 kWh/kWh	330 g/kWh
Festbrennstoffe	1,37 kWh/kWh	431 g/kWh
Biomasse	1,08 kWh/kWh	13 g/kWh
Fernwärme	1,10 kWh/kWh	192 g/kWh
Strom	3,31 kWh/kWh	455 g/kWh

An dieser Stelle sei angemerkt, dass die gegenständlichen Konversionsfaktoren auf der extrem sicheren Seite liegen und dass zukünftige Konversionsfaktoren wohl etwas günstiger liegen werden.



Was Sie bewegt. Die MA 39 - PÜZ informiert.

MA 39 – PÜZ

1110 Wien, Rinnböckstraße 15

Bauphysiklabor

Berechnung von Energiekennzahlen basierend auf den österreichischen Energieausweis-Normen für Wohn- und Nicht-Wohngebäude in Passivhaus-Niveau

Ein Forschungsprojekt
zwischen TU Wien und MA 39
Teil – TU Wien

Stand: 31. Dezember 2009

Exceltool: [EA-WGv-11-07-2008-V08f ph excel.xls](#)



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN**

Vienna University of Technology

Projektbericht - Entwurfsfassung

Stand: 20.12.2009

**Grundlagen zur
Passivhausnormierung
im Rahmen der ÖNORMEN**

Heizlast

Heizenergiebedarf

Ao.Univ.Prof. DI Dr. Thomas Bednar

DI Christoph Harreither

Institut für Hochbau und Technologie

Forschungsbereich für Bauphysik und Schallschutz

1 Einleitung

Analyse der Erfahrungen aus ausgeführten und untersuchten Gebäuden

Definition eines Passivhauses (Wohnbau, Schule, Büro)

Zuluftbeheizbar, Zuluftkühlbar,

Bauteilaktivierung

Energetisch

Adaption der bestehenden Normen B8110-6, H 5056, H 5057

Qualitätssicherung bei der Planung und Ausschreibung und Ausführung

- Schwedische Niedrigenergiebauweise
- Analyse der Möglichkeit auf Radiatoren zu verzichten

Forschungsarbeiten von W. Feist in Schweden

- Errichtung des ersten Reihenhauses anhand der entwickelten Kriterien
- Gründung des Passivhausinstitutes
- Entwicklung eines nachvollziehbaren, gut dokumentierten Projektierungsmethode (Passivhausprojektierungspaket)

Berechnung

Heizlast, Heizwärmebedarf

Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Haushaltsgeräte

- Durchführung umfangreiche Messungen zur Dokumentation der Funktionstüchtigkeit des Gebäudekonzeptes
CEPHEUS www.cephus.de www.cephus.at
- Verbreitung der Erkenntnisse durch eine eigene Konferenzserie

2 Grundlagen Passivhäuser

2.1 Optimierungsziele

HWB < 15kWh/m² EBF

HL < 10 W/m² EBF

PEI(Heizung, Warmwasser, Lüftung, Haushaltsgeräte) < 120 kWh/m² EBF

Rechenverfahren PHPP

Außenklima:

HWB: Durchschnittsklima

HL: Rückrechnung aus Simulation auf der Basis von Testreferenzjahren

Ursprüngliches Ziel:

Verbesserung der Gebäudehülle und der Wärmerückgewinnung in der kontrollierten Wohnraumlüftung, damit auf konventionelle Wärmeabgabesysteme verzichtet werden kann
=> geringere Investitionskosten

Berücksichtigung energieeffizienter Haushaltsgeräte

Unterschiede zur ÖNORM:

Definition der EBF

Annahmen zu Inneren Lasten

Verschiedene Teile der Berechnung des HWB

In ÖNORMEN nicht vorhanden:

Heizlastberechnung mit Berücksichtigung der Gebäudedynamik der solaren und inneren Lasten

Konversionsfaktoren Endenergie-Primärenergie

U-Wert der FensterTüren (lokale Behaglichkeit)

Abdeckung der Transmissions- und Infiltrationsverluste durch die zugeführte Wärmemenge über die Lüftung

Maximale Lufttemperatur nach dem Heizregister = 50°C

Luftvolumenstrom = hygienisch notwendiger Luftvolumenstrom für Haushalte

Auslegungsklima:

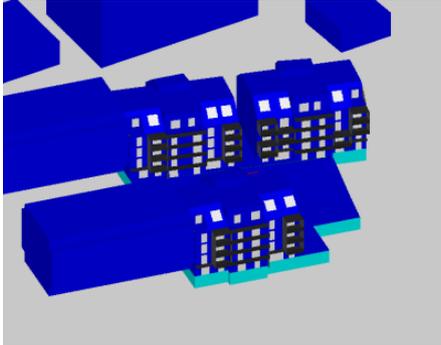
kalter / strahlungsarmer Tag

sehr kalter / sonniger Tag

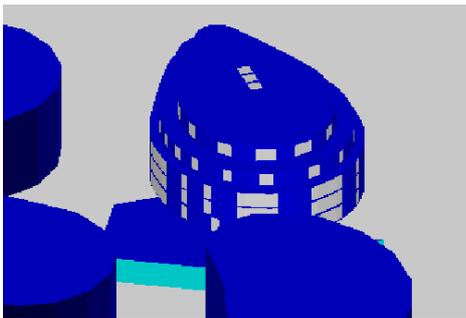
Innere Lasten: Eine Anwesende Person

2.2 Beispiele im Wiener Wohnbau

2.2.1 Zuluftbeheizte Gebäude



Utendorfsgasse - Errichtung 2007



Dreherstrasse - Errichtung 2008

Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, Frostsicherung elektrisch bzw. Fernwärme

Wohnungsweise Volumenstromregelung und Nachheizung

Wärmebereitstellung durch Fernwärme

Messungen durch AEE INTEC

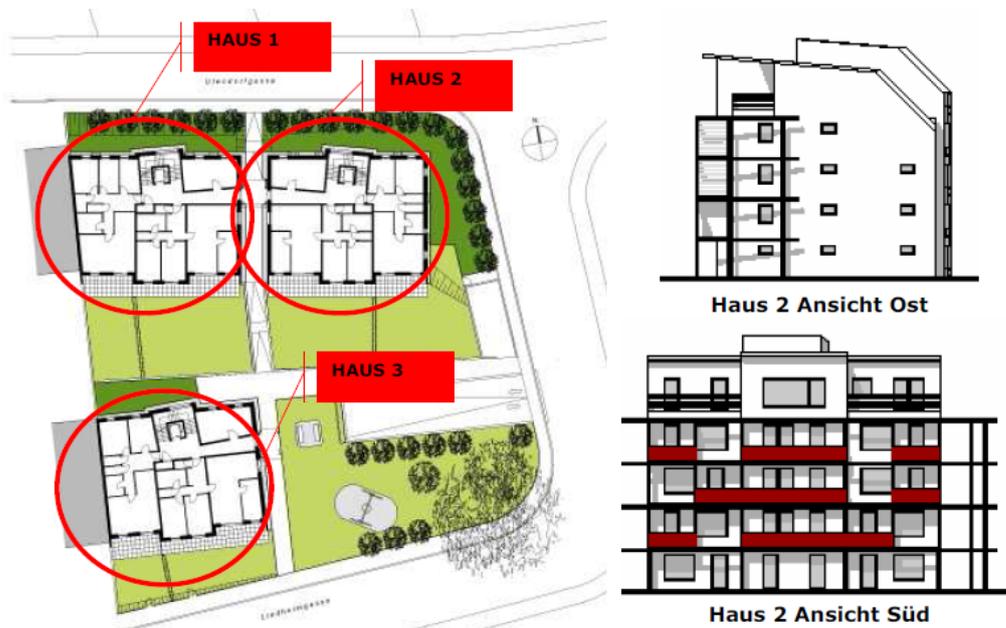


Abbildung 1: Ansichtsdarstellungen Utendorfsgasse [Arch. DI Franz Kuzmich]

QUELLE: AEE Meßbericht

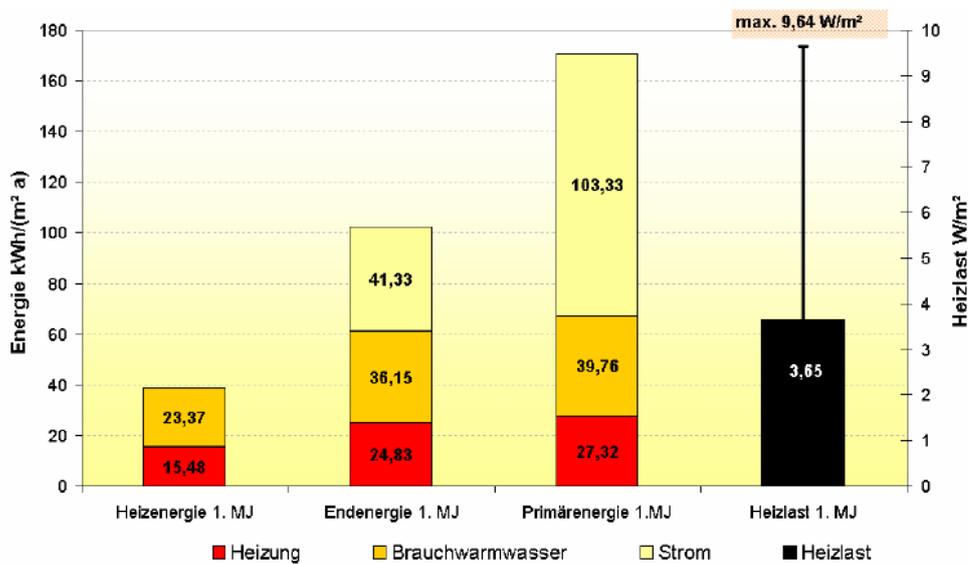
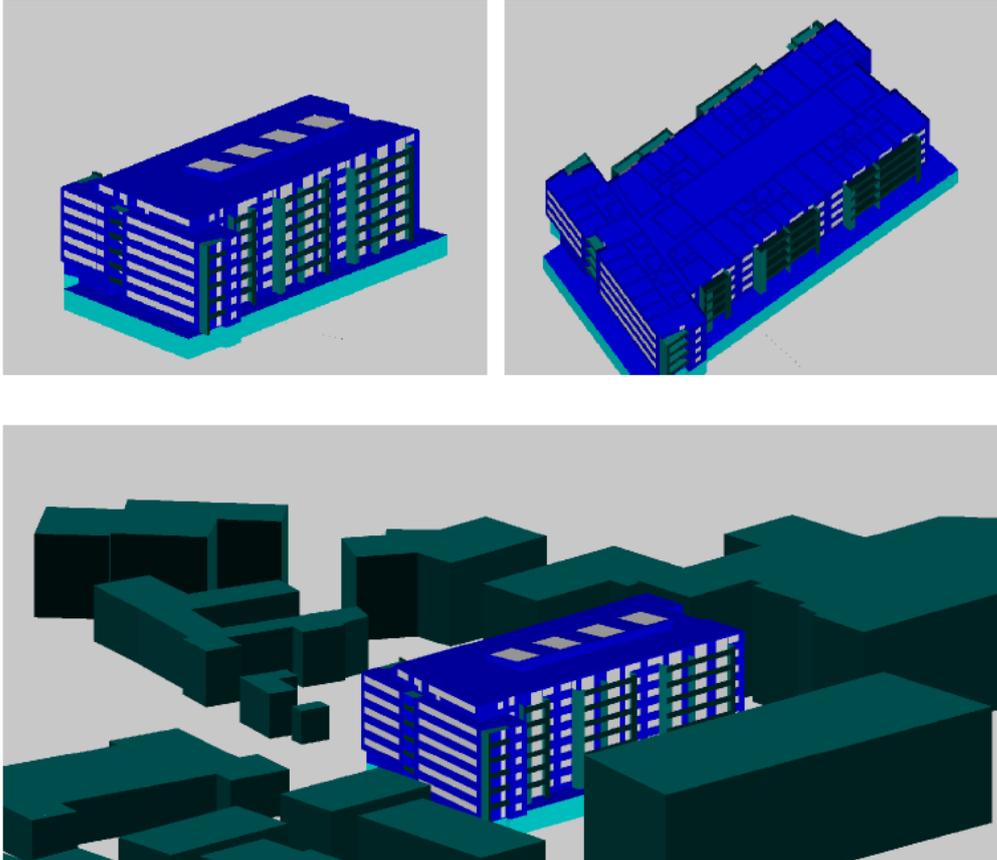


Abbildung 7: Heizenergiebedarf (nicht klimabereinigt), End- und Primärenergieverbrauch Utendorfsgasse, erstes Messjahr

QUELLE: AEE Meßbericht

2.2.2 Gebäude mit minimierten Radiatoren



Wohnhausanlage Kammelweg Bauteil C

Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, Frostsicherung durch
Soleregister/Fundamentplatte

Radiatoren in den Aufenthaltsräumen

Elektrische Begleitheizung der Zirkulationsleitungen für Warmwasser

Wärmebereitstellung durch Fernwärme

Messung durch Fernwärme Wien, Stromzähler

2.2.3 Gebäude mit dezentralen Kompaktgeräten



Abbildung 1: Gesamtansicht Südost Roschegasse [Treberspurg & Partner Architekten]

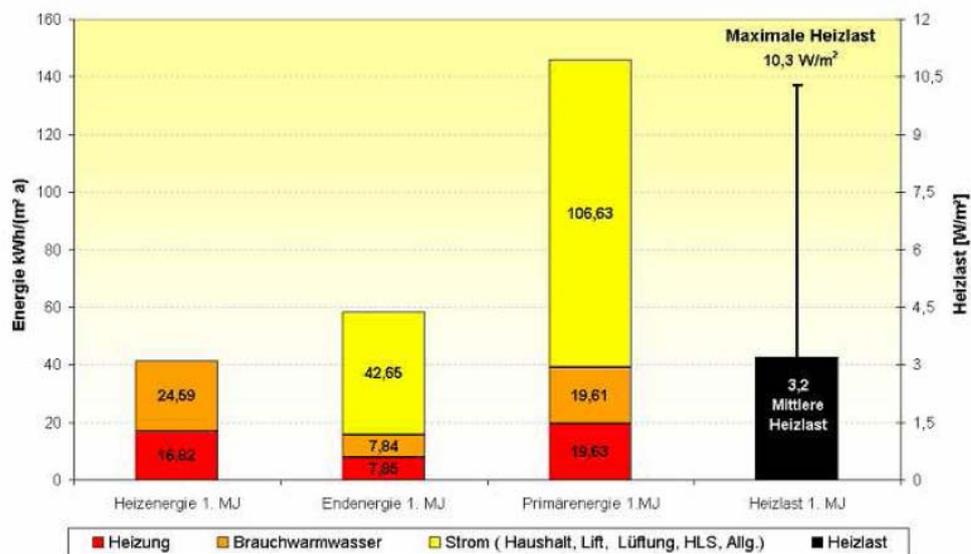


Abbildung 7: End- und Primärenergieverbrauch Roschegasse, erstes Messjahr

Wohnhausanlage Roschegasse

Kompaktgerät für Wärmerückgewinnung, Nachheizung und Brauchwassererwärmung

2.3 Folgerungen

2.3.1 Einsatz von Lüftungsanlagen im Wohnbau

- 1) Nachweis Energieeffizienz
 - Druckverlust der Anlagenkomponenten
 - Realer Wirkungsgrad des Ventilators und des Wärmetauschers

- 2) Nachweis Behaglichkeit -> Zuluftbeheizbarkeit

- 3) Lärmimmission: Anforderung „praktisch unhörbar“
 - ÖNORM ist unzureichend
 - Luftschallschutz im Bereich der dezentralen Geräte
 - sekundärer Luftschall durch Körperschalleinleitung der Ventilatoren ins Gebäude

- 4) Brandschutz (insbesondere Kaltrauchübertragung)
 - Brandschutzklappen mit Auslösung durch Rauch

- 5) Regelmäßige Wartung der Anlage (Filtertausch)
- 6) Inspektion der Anlage durch unabhängige Kontrollen
 - (in Schweden per Gesetz alle 3 Jahre vorgeschrieben)

2.3.2 Planungsablauf

Heizlast (Dynamisches Verfahren)

- Raumweise

- Auslegung der Abgabesysteme

 - Planung der Rücklauftemperaturen

 - Berücksichtigung der Verteilverluste

HWB (Monatsbilanz)

- Verluste

 - Ermittlung der Temperaturen unconditionierter Zonen

 - Detaillierte Berücksichtigung von Wärmebrücken

- Gewinne

 - Detaillierte Berechnung der Verschattung

 - Energieeffiziente Haushaltsgeräte

HEB (Monatsbilanz)

- Ermittlung von Q^* für Bereitstellungssysteme

- Wärmepumpen nach BIN Verfahren unter Berücksichtigung der Systemtemperaturen der Abgabesysteme und der Quelltemperaturen

- Ermittlung der Wirkungsgrade von Kesseln unter Berücksichtigung der Systemtemperaturen der Abgabesysteme

- Nachweis des Einhaltens der Rücklauftemperaturen für Fernwärme

Sommerliche Überwärmung

- Dynamisches Verfahren wegen ausreichender Öffnungsfläche, Umgebungslärm, etc.

Planung Lüftungsanlage

- Druckverluste, Wärmeverlust Luftverteilung

- Wärmerückgewinnung

- Schallschutz

- Brandschutz

Ermittlung PEB, CO₂-Emissionen

- Energieeffiziente Haushaltsgeräte

- Lift, Stiegenhausbeleuchtung, Notbeleuchtung

- Hilfsenergie Warmwasser und Raumheizung

2.3.3 Qualitätssicherung Ausführung

Luftdichtheitsprüfung der Gebäudehülle

Luftdichtheitsprüfung der Lüftungsanlage

Einregulierung der Wärmeabgabesysteme

Schallschutz Gebäude im Kurzverfahren

Lärmimmissionen der Lüftungsgeräte im Kurzverfahren

Minimalmonitoring zur Inbetriebnahme der Regelungen

2.4 Außenklima Wien

2.5 Innere Lasten

Strom- und Gastagebuch 2008

Strom- und Gaseinsatz sowie Energieeffizienz österreichischer Haushalte

Auswertung Gerätebestand und Einsatz

Projektbericht

Alexandra Wegscheider-Pichler

Statistik Austria, Direktion Raumwirtschaft, Energie

Wien 2009

www.statistik.at

251 Haushalte berichteten über Ausstattung, Gesamte jährliche

Stromverbrauch, Stromverbrauch für eine Woche im Sommer und eine Woche im Winter und

Detailverbräuche einiger Geräte

Average electricity consumption of households 2008 by categories of consumption

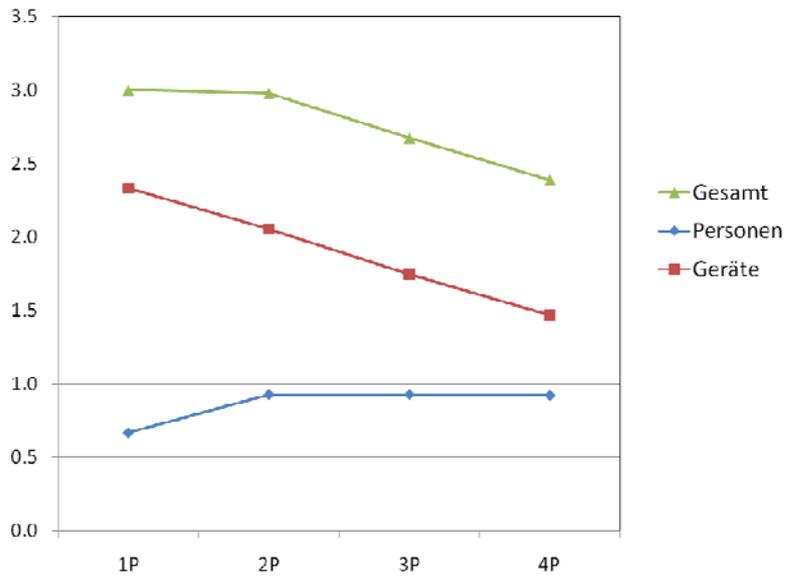
	All households ¹⁾		Contributing households ²⁾		
	Mean in kWh	Median in kWh	Quantity	Mean in kWh	Median in kWh
Overall consumption (based on daily meter readings)	4 417	3 765	3 548 352	4 417	3 765
Fridges and freezers					
Refrigerator	310	263	3 548 352	310	263
Freezer	232	162	2 104 174	391	329
Large domestic appliances					
Stove, oven	341	271	3 287 639	368	291
Washing machine	179	163	3 144 140	202	175
Tumble dryer	71	0	840 484	301	178
Dishwasher	176	141	2 457 191	254	222
Other kitchen- and domestic appliances	157	135	3 548 352	157	135
Cooling- and air conditioning systems, auxiliary heating					
Ventilators, de-/humidifier, air handling unit	4	0	397 422	33	7
Auxiliary heating (radiant heater etc.)	58	0	729 627	280	41
Office, entertainment and communication devices					
Office appliances (PC, laptop & Co)	97	39	2 680 159	128	68
Entertainment electronics (television etc.)	184	153	3 514 068	186	154
Communication devices	28	35	1 942 356	51	35
Other relevant appliances					
Recharger	17	3	3 303 368	19	4
Other relevant appliances	100	30	2 870 881	124	42
Stand-by consumption					
Office appliances (PC, laptop & Co)	13	0	1 679 900	27	10
Entertainment electronics (television etc.)	128	78	3 036 530	150	109
Stove, oven	15	0	1 308 080	41	52
Kitchen- and domestic appliances	31	29	1 845 658	60	35
Lighting	380	298	3 548 352	380	298
Water heating	756	0	1 423 228	1 884	1 612
Heating					
Circulation pump (for the heating system)	237	216	2 092 954	402	347
Heating incl. supporting electricity	670	160	1 992 424	1 194	220
Unspecified consumption³⁾	231	-	-	-	-

S: STATISTICS AUSTRIA, Energy statistics: Energy- and gas journal 2008. Compiled on: 11 February 2009. 1) „All households“ include all responding households, whether they had actual records in the according category or not. 2) „Contributing households“ include households, which - in survey - have done an actual record at the regarding category. 3) Unspecified energy consumption: energy consumption which is not classifiable as category of consumption.

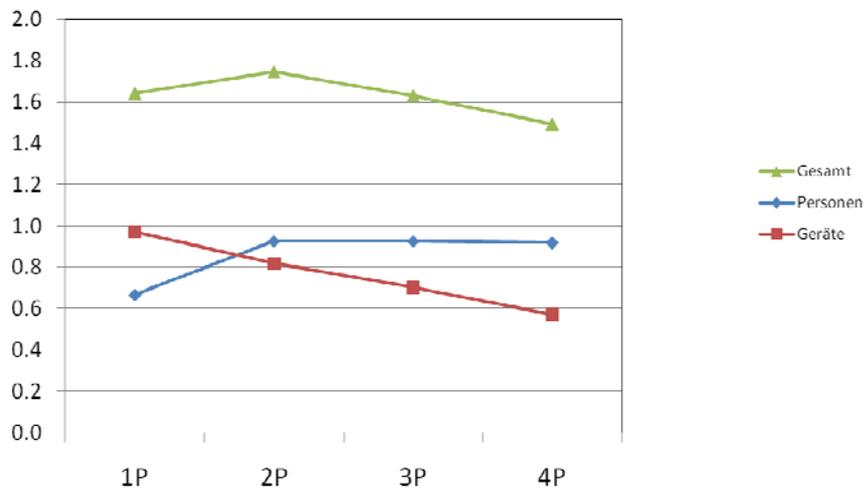
Durchschnittshaushalt : 2500 kWh/Jahr für Haushaltsgeräte

	1P	2P	3P	4P
personen	1	2	3	4
Fläche in m ²	50	72	108	145
kWh_elektrisch	1806	2387	3088	3519.46314
	kWh_wärme			
Bad	44	88	145	215
Küche	805	1055	1380	1555
Wohnraum	300	350	400	400
Zimmer	305	315	380	385
Allgemein	250	350	450	550
	1704	2158	2755	3105
kWh_wärme/m ²	34.08	29.9722222	25.5092593	21.4137931
W_wärme/m ²	3.89041096	3.42148656	2.9120159	2.44449693
	energeff			
kWh_wärme/m ²	20.448	17.9833333	15.3055556	12.8482759
geräte in W/m ²	2.33424658	2.05289193	1.74720954	1.46669816
personen in W/m ²	0.66666667	0.92592593	0.92592593	0.91954023
gesamt in W/m ²	3.00091324	2.97881786	2.67313546	2.38623839
	innere lasten für heizlast			
kWh_wärme/m ²	8.52	7.16666667	6.16666667	5.00689655
geräte in W/m ²	0.97260274	0.81811263	0.70395738	0.57156353
personen in W/m ²	0.66666667	0.92592593	0.92592593	0.91954023
gesamt in W/m ²	1.64	1.74	1.63	1.49

Monatsmittelwert der Wärmeabgabe in W/m^2 für energieeffizienten Haushalt



Minimale Wärmeabgabe in W/m^2 für energieeffizienten Haushalt



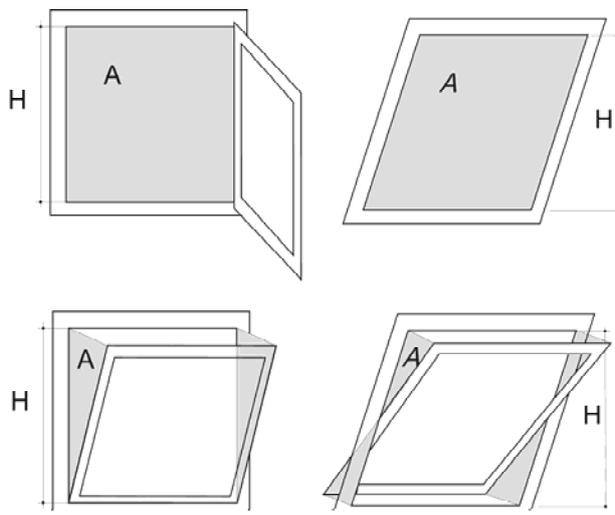
2.6 Lüftung

2.6.1 Infiltration

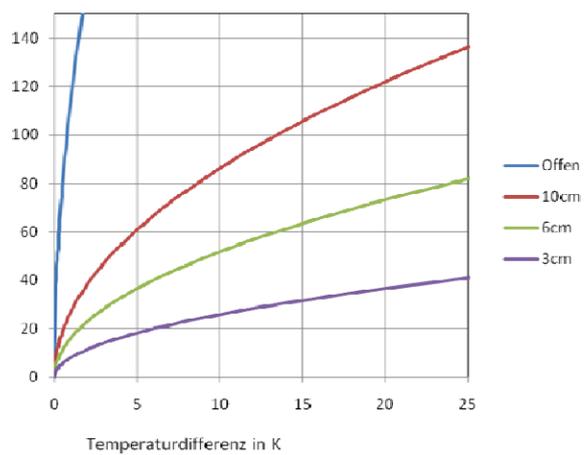
2.6.2 Fensterlüftung

$$\dot{V} = C_{\text{ref}} \cdot A \cdot \sqrt{H} \cdot \sqrt{\Delta T}$$

$$C_{\text{ref}} = 100 \frac{\text{m}^{0,5}}{\text{h} \cdot \text{K}^{0,5}}$$



Volumenstrom in m³/h



2.6.3 Lüftungsanlage

$$P_{el}(t) = \frac{\text{Volumenstrom} \cdot \text{Druckerhöhung}}{\text{Wirkungsgrad des Motors}} = \frac{\dot{V}(t) \cdot \Delta P}{\eta}$$

notwendige Druckerhöhung abhängig vom Kanalnetz

Filter

Heizregister, Kühlregister

Abzweigungen

Filter

Volumenstrom ergibt sich aus der Aufgabe der Anlage

Wirkungsgrad des Motors ist eine Frage der Motortechnologie

Teil der Ventilatorleistung erwärmt den Luftstrom

Faustregel: 1000 Pa Druckerhöhung 1 K Temperaturerhöhung

$$Q_i = \int q_i(t) \cdot \dot{V}(t) dt$$

i = Prozess (Erwärmung, Kühlung, Befeuchtung, Entfeuchtung)

q_i spezifische Leistung für den aktuellen Prozess

z.B. W/(m³/h)

Beschreibung der Wärmerückgewinnung nach VDI2071

Rückwärmezahl

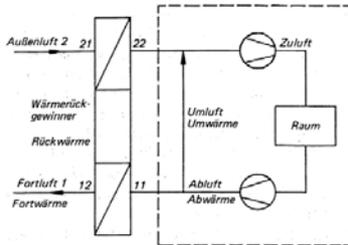


Bild 1. Wärmerückgewinnungssystem

- 11 Fortluftzustand vor Eintritt in den Wärmerückgewinner
- 12 Fortluftzustand nach Austritt aus dem Wärmerückgewinner
- 21 Außenluftzustand vor Eintritt in den Wärmerückgewinner
- 22 Außenluftzustand nach Austritt aus dem Wärmerückgewinner

zahlen			
Rückwärm-zahlen	ϕ		$\phi_1 = \frac{t_{11} - t_{12}}{t_{11} - t_{21}}; \phi_2 = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}}$
Rückfeucht-zahlen	ψ		$\psi_1 = \frac{x_{11} - x_{12}}{x_{11} - x_{21}}; \psi_2 = \frac{x_{22} - x_{21}}{x_{11} - x_{21}}$
Massen-stromverhält-nisse	μ_{21} μ_{12} μ_e		$\mu_{21} = \dot{m}_2 / \dot{m}_1$ $\mu_{12} = \dot{m}_1 / \dot{m}_2$ $\mu_e = \dot{m}_e / \dot{m}_2$
Druck-	Δp	Pa	Druckabfall der betrachteten

Das Betriebsverhalten ist gekennzeichnet durch die Rückwärmezahl ϕ_2 bei trockenem Betrieb,

die Rückwärmezahl ϕ_{W2} bei Feuchteausscheidung aus der Fortluft, wobei $\phi_{W2} > \phi_2$ ist.

Beschreibung der Leistung von Lüftungsanlagen nach EN13141-7

Lüftung von Gebäuden – Leistungsprüfungen von Bauteilen/Produkten für die Lüftung von Wohnungen – Teil 7: Leistungsprüfung von mechanischen Zuluft- und Ablufteinheiten (einschließlich Wärmerückgewinnung) für Lüftungsanlagen in Einfamilienhäusern; Deutsche Fassung prEN 13141-7:2008

3.2 Kategorien von Wärmeaustauschern

Kategorie I: Rekuperativ-Wärmeaustauscher (z. B. Luft-Luft-Platten- oder -Rohrwärmeaustauscher)

Rekuperativ-Wärmeaustauscher sind dafür ausgelegt, thermische Energie (fühlbar oder gesamt) ohne die Unterstützung beweglicher Teile von einem Luftstrom auf einen anderen zu übertragen. Die Wärmeübertragungsflächen haben die Form von Platten oder Rohren. Diese Wärmeaustauscher können eine Konstruktion mit parallelem Strom, Querstrom oder Gegenstrom oder eine Kombination dieser aufweisen. Platten- und Rohrwärmeaustauscher mit Dampfdiffusion (z. B. aus Cellulose) fallen ebenfalls in diese Kategorie.

Kategorie II: Regenerativ-Wärmeaustauscher (z. B. Rotations- oder Umschaltwärmespeicher)

Ein Rotationswärmeaustauscher ist ein Gerät, das zum Zwecke der Übertragung von Energie (fühlbar oder gesamt) von einem Luftstrom auf einen anderen mit einem rotierenden „Wärmerad“ ausgestattet ist. Er umfasst Wärmeübertragungsmittel, einen Antriebsmechanismus, ein Gehäuse oder einen Rahmen und jegliche Abdichtungen, die vorliegen, um die Umleitung und die Leckage von Luft von einem Luftstrom in einen anderen zu verhindern. Umschaltwärmespeicher arbeiten nach dem gleichen Prinzip wie Wärmeräder, mit der Ausnahme, dass zwei Wärmeaustauschbehälter vorliegen, über die sich in regelmäßigen Intervallen die Strömungsrichtung ändert. Auf diese Weise tauschen die Zuluft einström- und die Abluftausströmöffnung bei jedem Intervall die Funktion. Regenerativ-Wärmeaustauscher weisen, abhängig vom eingesetzten Material, unterschiedliche Grade der Feuchterückgewinnung auf (z. B. Wärmeaustauscher mit „Kondensationsrotor/nichthygrokopischem Rotor“, „Enthalpiorotor/hygrokopischem Rotor“ und „Sorptionsrotor“).

- das Druckprüfverfahren gilt für die Klassifizierung von Undichtheiten von Wärmeaustauschereinheiten der Kategorie I unter Anwendung der Tabelle 1.
- Das Tracergasverfahren gilt für die Klassifizierung von Undichtheiten von Wärmeaustauschereinheiten der Kategorie II. Hier bestehen zwei Möglichkeiten (siehe Anhang C), entweder ein Kammerverfahren zur Bestimmung des gesamten Umluftanteils (innere und äußere Undichtheiten) oder ein Verfahren in der Luftleitung zur Bestimmung nur der äußeren Undichtheit durch Druckbeaufschlagung sowie nur des inneren Anteils im Umluftanteil durch Tracergas. Im Falle des Kammerverfahrens sind die Klassen nach Tabelle 2 anzuwenden. Im Falle des Luftleitungsverfahrens sind die Klassen nach Tabelle 3 anzuwenden.

Tabelle 1 — Undichtheitsklassifizierung — Druckverfahren

Klasse	Druckprüfung		
	Innere Undichtheit (bei 100 Pa)		Äußere Undichtheit (bei 250 Pa)
A1	≤ 2 %	und	≤ 2 %
A2	≤ 5 %	und	≤ 5 %
A3	≤ 10 %	und	≤ 10 %
nicht klassifiziert	> 10 %	oder	> 10 %

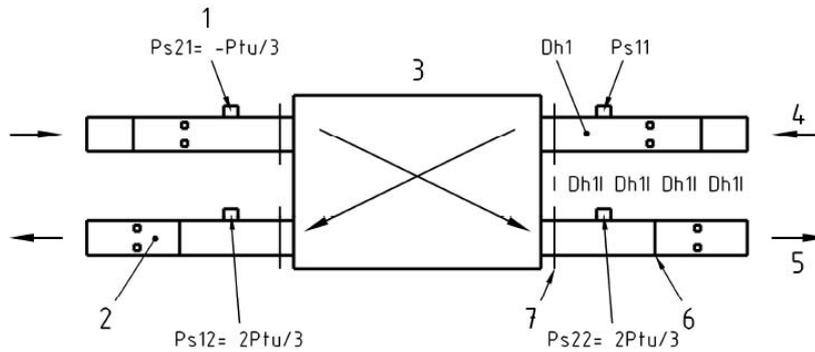
Temperaturverhältnis auf der Zuluftseite $\eta_{t,su} = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}} \cdot \frac{q_{m22}}{q_{m11}}$

Temperaturverhältnis auf der Abluftseite $\eta_{t,ex} = \frac{t_{12} - t_{11}}{t_{11} - t_{21}} \cdot \frac{q_{m11}}{q_{m22}}$

Feuchtigkeitsverhältnis auf der Zuluftseite $\eta_{x,su} = \frac{x_{22} - x_{21}}{x_{11} - x_{21}} \cdot \frac{q_{m22}}{q_{m11}}$

Feuchtigkeitsverhältnis auf der Abluftseite $\eta_{x,ex} = \frac{x_{12} - x_{11}}{x_{11} - x_{21}} \cdot \frac{q_{m11}}{q_{m22}}$

- x Feuchtigkeitsverhältnis
- 21 Zuluft einströmöffnung (siehe Bild 2)
- 22 Zuluft ausströmöffnung (siehe Bild 2)
- 11 Abluft einströmöffnung (siehe Bild 2)
- 12 Abluft ausströmöffnung (siehe Bild 2)
- $\eta_{t,ex}$ Temperaturverhältnis der Einheit auf der Abluftseite



Legende

- | | |
|--------------------------------------|--------------|
| 1 Druckmessung | 5 Zuluft |
| 2 Temperatur- und Luftfeuchtemessung | 6 Lochplatte |
| 3 zu prüfende Einheit | 7 Anschluss |
| 4 Abluft | |

Bild 2 — Beispiel für den Prüfaufbau: Einheit mit einer Einström- und einer Ausströmöffnung

Lüftungsgerät mit Abluft-Zuluft-Wärmeaustauscher

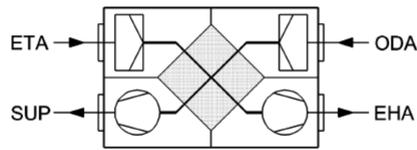


Bild A.1 — Beispiel eines Lüftungsgerätes mit Abluft-Zuluft-Wärmeaustauscher

Lüftungsgerät mit Abluft-Zuluft-Wärmeaustauscher und Abluft-/Außenluftgemisch-Zuluft-Wärmepumpe

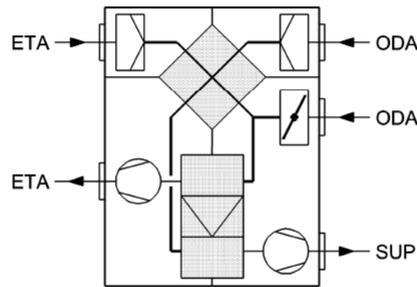


Bild A.4 — Beispiel eines Lüftungsgerätes mit Abluft-Zuluft-Wärmeaustauscher und Abluft-/Außenluftgemisch-Zuluft-Wärmepumpe

Lüftungsgerät mit Abluft-Zuluft-Wärmepumpe

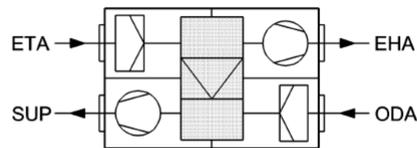


Bild A.2 — Beispiel eines Lüftungsgerätes mit Abluft-Zuluft-Wärmepumpe

Lüftungsgerät mit Abluft-Zuluft-Wärmeaustauscher und Abluft-Zuluft-Wärmepumpe

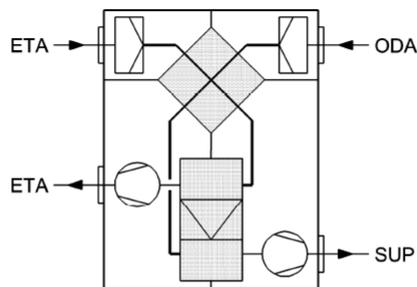


Bild A.3 — Beispiel eines Lüftungsgerätes mit Abluft-Zuluft-Wärmeaustauscher und Abluft-Zuluft-Wärmepumpe

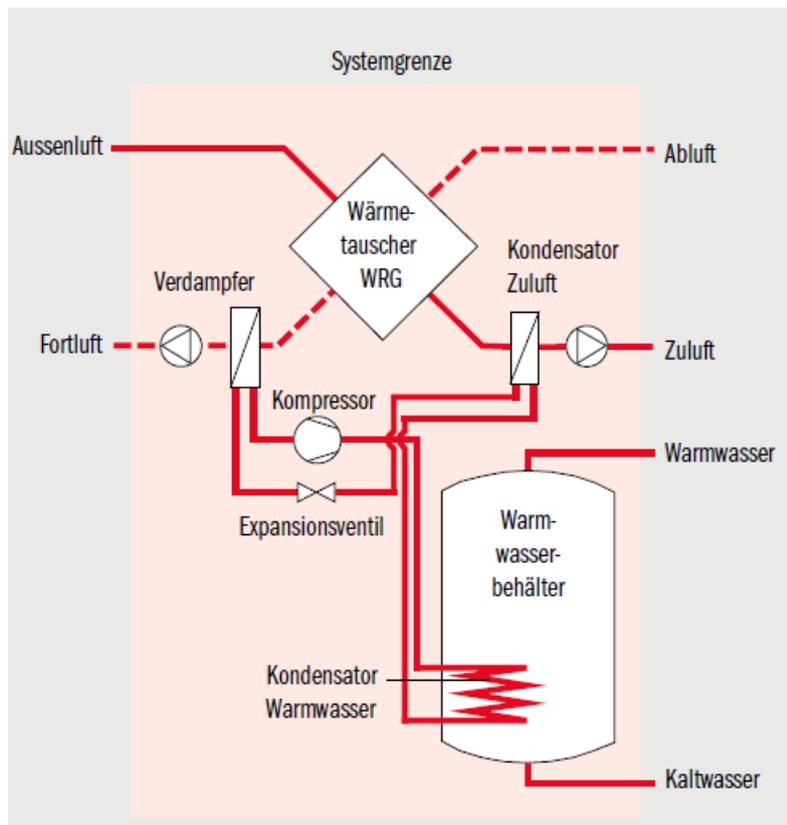
Beschreibung von Lüftungsgeräten gemäß Passivhausinstitut

Im Rahmen des Passivhausinstitutes wurden Vorschriften zur Prüfung und Kennzeichnung von Kompaktgeräten zusammengestellt.

Dabei wird der effektive Wärmebereitstellungsgrad verwendet.

2.6.4 Kompaktgeräte

Kompaktgeräte enthalten neben der mechanischen Lüftung mit Wärmerückgewinnung noch eine Wärmepumpe zur Nacherwärmung der Zuluft und eventuell einen Warmwasserspeicher.



Quelle: HTA Luzern

Die Berechnung des Jahresenergieeinsatzes wurde im Rahmen des IEA Annex 28 untersucht.

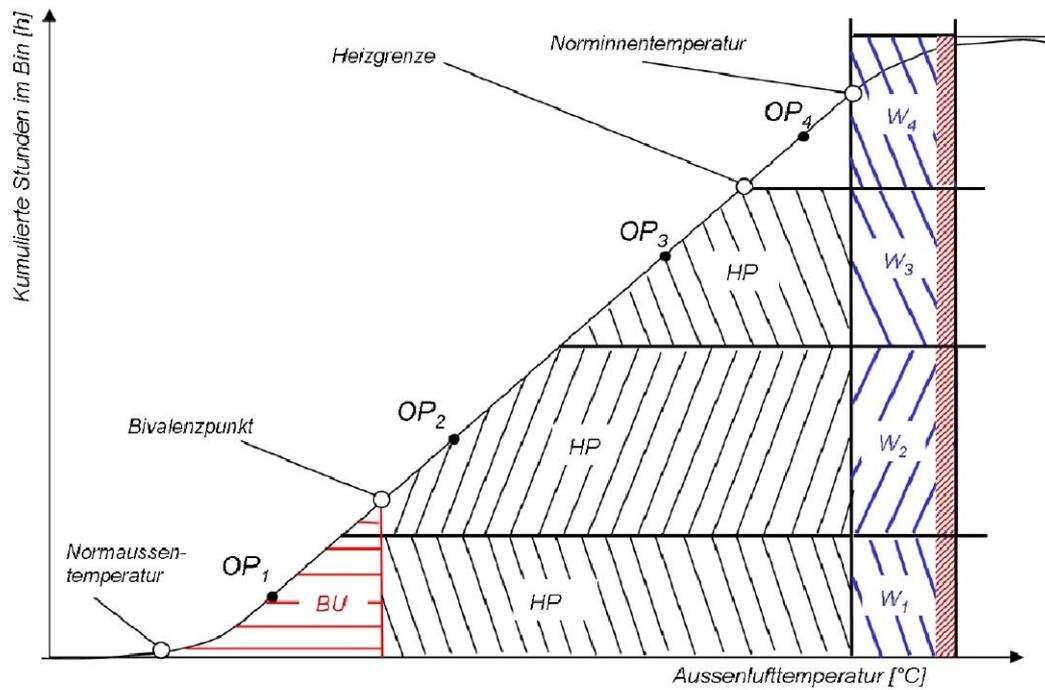


Fig. 3: Prinzip der Bin-Methode für alternativen Heiz- und Warmwasserbetrieb für Parallelbetrieb der Nachheizung

Quelle: IEA Annex 28 - Fachhochschule Nordwestschweiz

3 Zuluftbeheizbarkeit

Eine Wohnung ist zuluftbeheizbar, wenn die über die Luft mit und dem hygienischen Luftwechsel zugeführte Wärmeleistung die Verluste durch Wärmetransmission, Infiltration abzüglich solarer und innerer Gewinne abdecken kann. Nachbareinheiten (Nachbarwohnungen, Nachbarbüroeinheiten, etc.) werden dabei als benützt/beheizt betrachtet.

Das Abgabesystem ist so auszulegen, dass mögliche Wärmeverluste zu unbeheizten/unbenützten Nachbareinheiten abgedeckt werden können. Die übernächsten Nachbareinheiten werden dabei als konditioniert betrachtet.

3.1 Quasistationäres Verfahren

Heizlast in W =

$$\left[\sum_n A_n \cdot U_n + \sum_m I_m \cdot \psi_m \right] \cdot (T_i - T_e) + \sum_{n'} A_{n'} \cdot U_{n'} \cdot (T_i - T_{i,n'})$$

$$+ 0,34 \cdot (\dot{V}_{\text{inf}} + \dot{V}_{\text{mech,inf}}) \cdot (T_i - T_e)$$

$$- \sum_k A_{g,k} \cdot g_k \cdot \text{versch}_k \cdot P_{\text{sol},k} \cdot 0,9$$

$$- P_{\text{intern}}$$

zugeführte Wärmeleistung in W =

$$0,34 \cdot \dot{V}_{\text{mech}} \cdot (T_{\text{Zuluft}} - T_e)$$

	T_e	$P_{\text{sol}} \text{ Süd}$	$P_{\text{sol}} \text{ Ost/West}$	$P_{\text{sol}} \text{ Nord}$
	°C	W/m ²	W/m ²	W/m ²
Sehr kalt, sonnig	-14	60	23	9
Kalt, trüb	-4	6	6	6

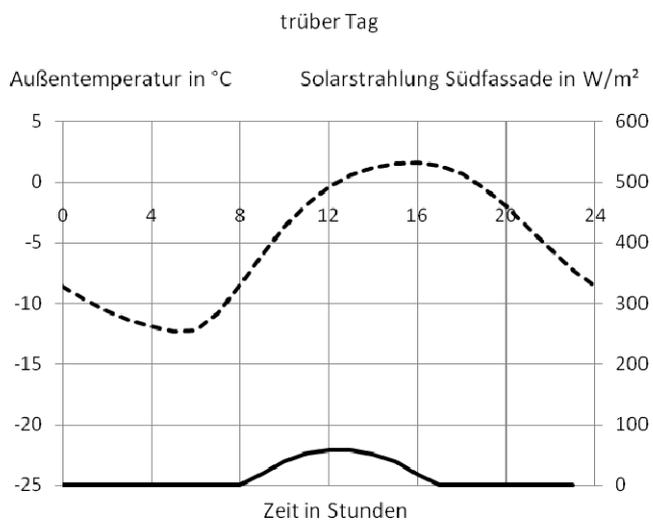
4 Dynamische Berechnung

Im Folgenden sind die wesentlichen Teile eines dynamischen Modells zur Berechnung der Heizlasten bzw. der sich einstellenden operativen Raumtemperaturen zusammengestellt.

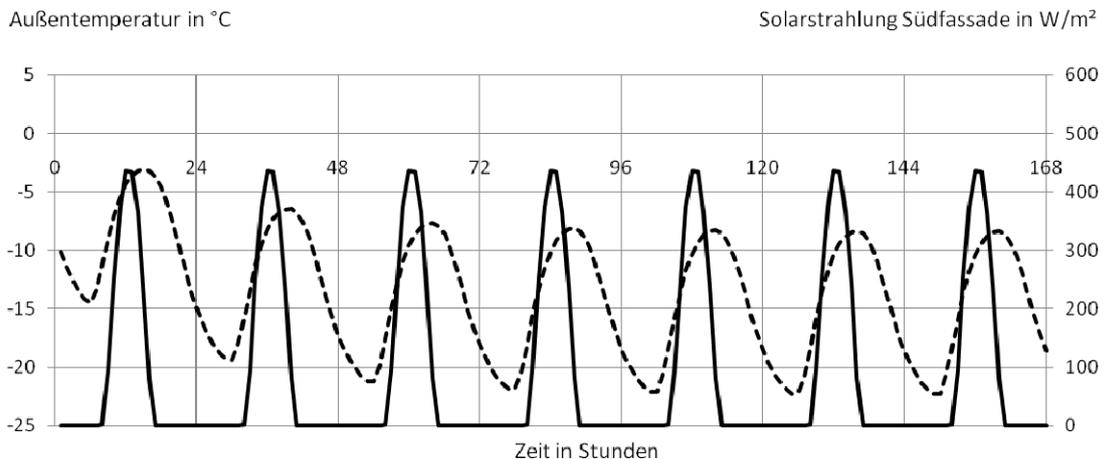
4.1 Außenlufttemperatur

Das Außenklima wird durch die solare Einstrahlung, die Lufttemperatur und die Strahlungstemperatur des Himmels beschrieben. Näherungsweise wird die Strahlungstemperatur des Himmels der um 10 K verringerten Lufttemperatur gleichgesetzt.

Als Auslegungsklima wird ein sich periodisch wiederholender kalter, trüber Tag und die Sprungantwort für einen Kälteeinbruch verwendet.



Kälteeinbruch



4.2 Solare Bestrahlungsstärke

Die Berechnung der solaren Einstrahlung auf Bauteile wird für den 1. Jänner durchgeführt.

4.3 Bauteile

Für opake Außenbauteile muss die Orientierung und Neigung, der Absorptionsgrad für Solarstrahlung, der Bauteilaufbau und die Fläche berücksichtigt werden. Wenn bei einer Konstruktion eine Vorsatzschale mit Hinterlüftung ausgeführt wird, ist der Absorptionsgrad für solare Strahlung nur 20% des Wertes ohne Hinterlüftung.

Für Verglasungen ist Orientierung, Neigung, Ug-Wert, g-Wert, Exponent der Winkelabhängigkeit des g-Wertes, und die Fläche zu berücksichtigen.

Innenbauteile werden durch ihren Bauteilaufbau und die Fläche berücksichtigt.

Die Erhöhung des Wärmestroms durch Wärmebrücken werden in den Leitwerten der Bauteile berücksichtigt.

Die Wärmekapazität der Einrichtung wird berücksichtigt.

4.4 Innere Lasten

Die Inneren Lasten werden für jede Stunde des Tages als konstant berücksichtigt.

Für Personen werden im Mittel $2,9 \text{ W/m}^2$ und für Geräte $4,5 \text{ W/m}^2$ angenommen.

Näherungsweise werden 50% als konvektive und 50% als Strahlungslast angesetzt.

Der solare Eintrag über Verglasungen berücksichtigt die Bestrahlungsstärke außen, den g-Wert der Verglasung, den Sonnenschutz (F_c) und die Fläche der Verglasung.

Der gesamte Solare Wärmeeintrag wird zu 10% als konvektiver und zu 90% als Strahlungslast angesetzt.

4.5 Luftströmungen

Der Infiltrationsluftwechsel wird aus der Luftdichtheit der Gebäudehülle abgeschätzt.

$$\dot{V} = k \cdot n_{50} \cdot V_L$$

Für die Berechnung der Heizlast werden bei Gebäuden mit Lüftungsanlagen die Fenster als geschlossen betrachtet.

Die Lüftungsanlage wird mit dem geplanten Volumenstrom und der sich einstellenden Zulufttemperatur berücksichtigt. Im Falle das die operative Raumtemperatur unter dem Sollwert liegt wird die Zulufttemperatur auf

$$T_{zu} = T_H - 5 \text{ K}$$

gesetzt. Die Wärmedämmung der Luftverteilungen nach dem Heizregister ist so auszuführen, dass die Zulufttemperatur des betrachteten Raumes nicht mehr als fünf Kelvin unter der Temperatur hinter dem Heizregister ist.

Im Falle das die Raumtemperatur über dem Sollwert liegt ergibt sich die Zulufttemperatur aus der Temperatur nach dem Wärmetauscher.

$$T_{zu} = T_a - (T_a - 0^\circ\text{C}) \cdot \eta$$

4.6 Darstellung des Rechenmodells als Netzwerk

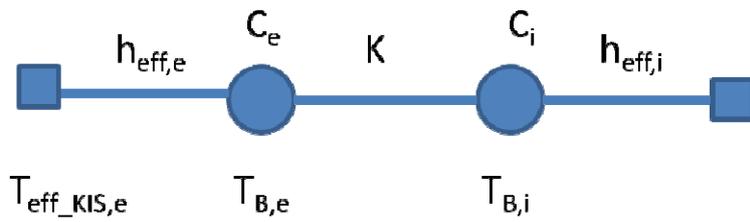
Im Folgenden wird zur Darstellung der Berechnung des Wärmestroms in ein Bauteil eine effektive Temperatur verwendet. Dies ist möglich, da das Modell keine Nichtlinearitäten bei den Parametern berücksichtigt.

$$T_{\text{eff_KIS}} = T_a + \frac{1}{h_c + h_r} \cdot (q_{\text{sol}} \cdot a_{\text{sol}} + h_r \cdot (T_r - T_a))$$

$$T_{\text{eff_KI}} = T_a + \frac{h_r}{h_c + h_r} \cdot (T_r - T_a)$$

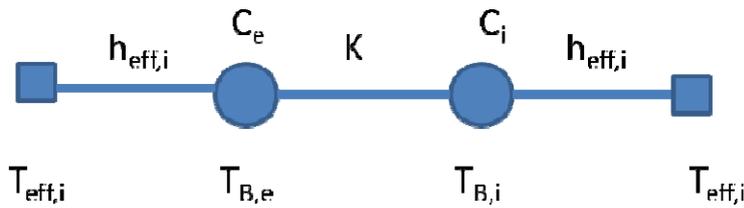
T_a	Lufttemperatur in °C
T_r	Strahlungstemperatur des Himmels in °C
$h_{c,e}$	Konvektiver Übergangskoeffizient in W/m ² K
$h_{r,e}$	Strahlungsübergangskoeffizient in W/m ² K
q_{sol}	Solare Einstrahlung in W/m ²
a_{sol}	Absorptionsgrad für Solarstrahlung

Außenbauteile:



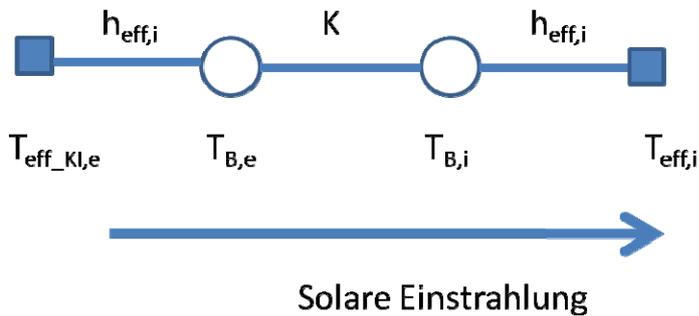
$h_{eff,e}$ Übergangskoeffizient
 T_{eff} effektive Temperatur
 C Wirksame Wärmekapazität für 24h-Periode
 T_B Oberflächentemperatur
 K Leitwert

Innenbauteile:



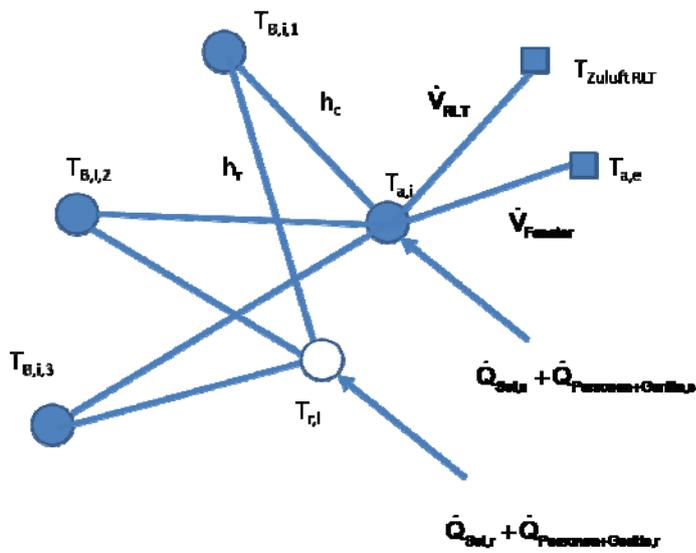
$h_{eff,e}$ Übergangskoeffizient
 T_{eff} effektive Temperatur
 C Wirksame Wärmekapazität für 24h-Periode
 T_B Oberflächentemperatur
 K Leitwert

Fenster:



$h_{eff,e}$ Übergangskoeffizient
 T_{eff} effektive Temperatur
 C Wirksame Wärmekapazität für 24h-Periode
 T_B Oberflächentemperatur
 K Leitwert

Raum:



- h Übergangskoeffizient
 - T_a Lufttemperatur
 - T_r Strahlungstemperatur
 - T_{Zuluft} Zulufttemperatur Raumluftechnik
 - T_B Oberflächentemperatur
 - Q_{Sol} Wärmeeintrag durch Sonne
 - $Q_{Personen+Geräte}$ Wärmeeintrag durch Personen und Geräte
 - V_{RLT} Volumenstrom RLT
-
- c...konvektiv
 - r...radiativ
 - e..Außenumgebung

4.7 Umsetzung in Excel-Tool

5 Beispiel Wohnraum

Wohnraum

Nord-West Raum - Oberstes Geschöß - Geringer Fensteranteil:

Länge: 4 m

Breite: 4 m

Raumhöhe: 2.5 m

Dämmstärke

Wand 20 cm

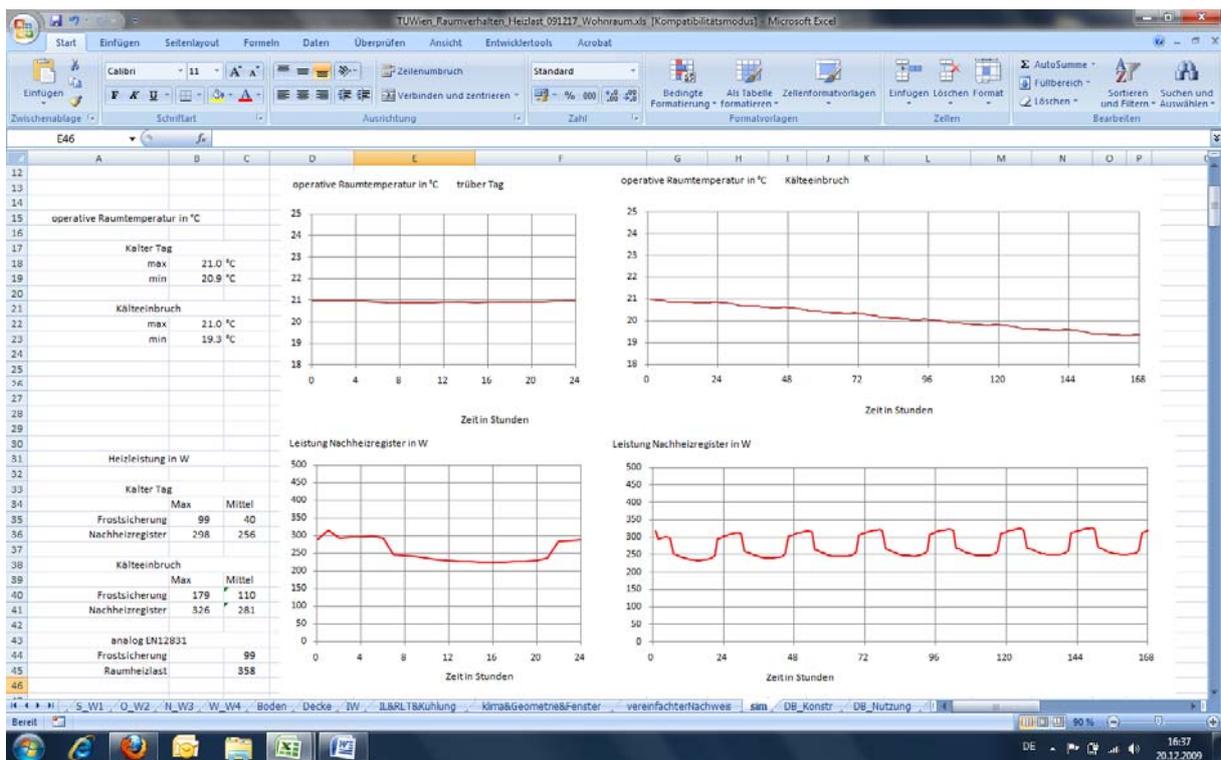
Decke 20 cm

Nordfenster: 1x 1m x 1.6 m $U_w=0.81 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ohne Einbau)

Luftdichtheit: $n_{50}=0.6 \text{ 1/h}$

Zuluft: 22.4 m³/h maximal 45°C am Auslass, 75% Wärmerückgewinnung

Nutzung: 1 Person nachts - keine Geräte - mittlere Leistung 1.7 W/m²



Wohnraum

Nord-West Raum - Oberstes Geschoß - Geringer Fensteranteil:

Länge: 4 m

Breite: 4 m

Raumhöhe: 2.5 m

Dämmstärke

Wand 30 cm

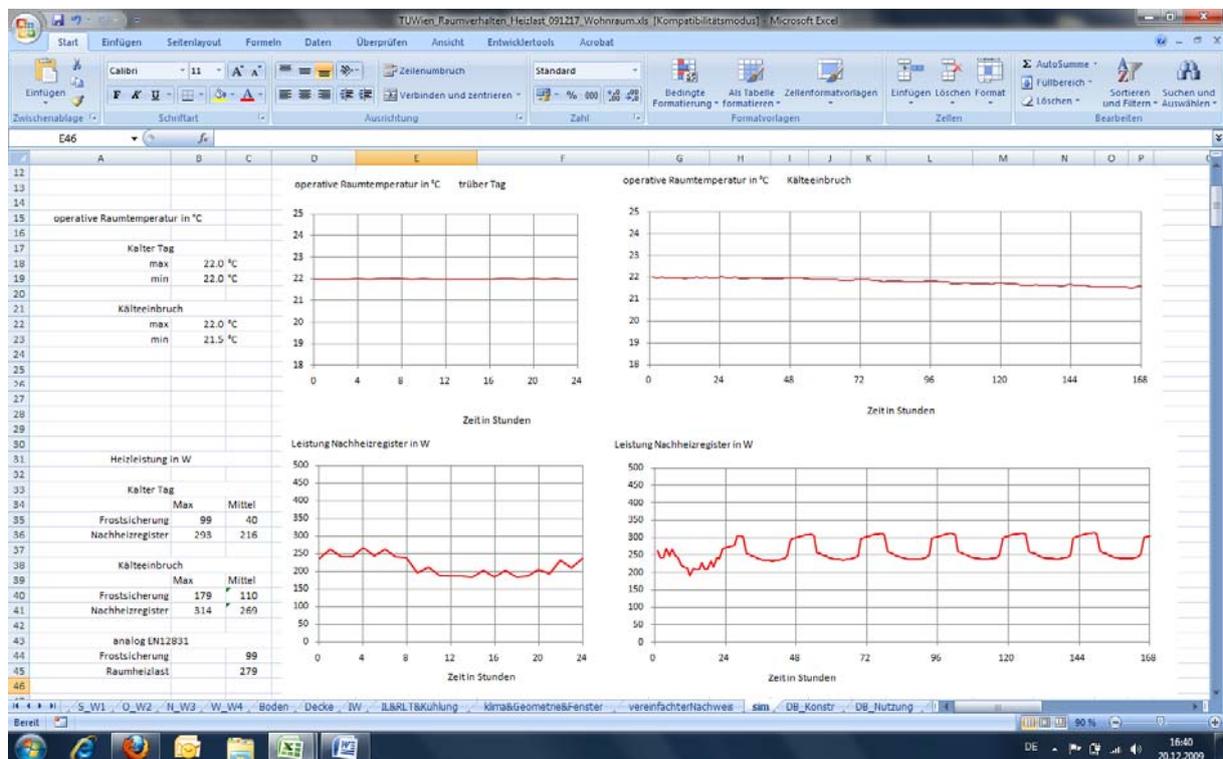
Decke 30 cm

Nordfenster: 1x 1 m x 1.6 m $U_w=0.81 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ohne Einbau)

Luftdichtheit: $n_{50}=0.6 \text{ 1/h}$

Zuluft: $22.4 \text{ m}^3/\text{h}$ maximal 45°C am Auslass, 75% Wärmerückgewinnung

Nutzung: 1 Person nachts - keine Geräte - mittlere Leistung 1.7 W/m^2



Wohnraum

Nord-West Raum - Oberstes Geschoß - Geringer Fensteranteil:

Länge: 4 m

Breite: 4 m

Raumhöhe: 2.5 m

Dämmstärke

Wand 30 cm

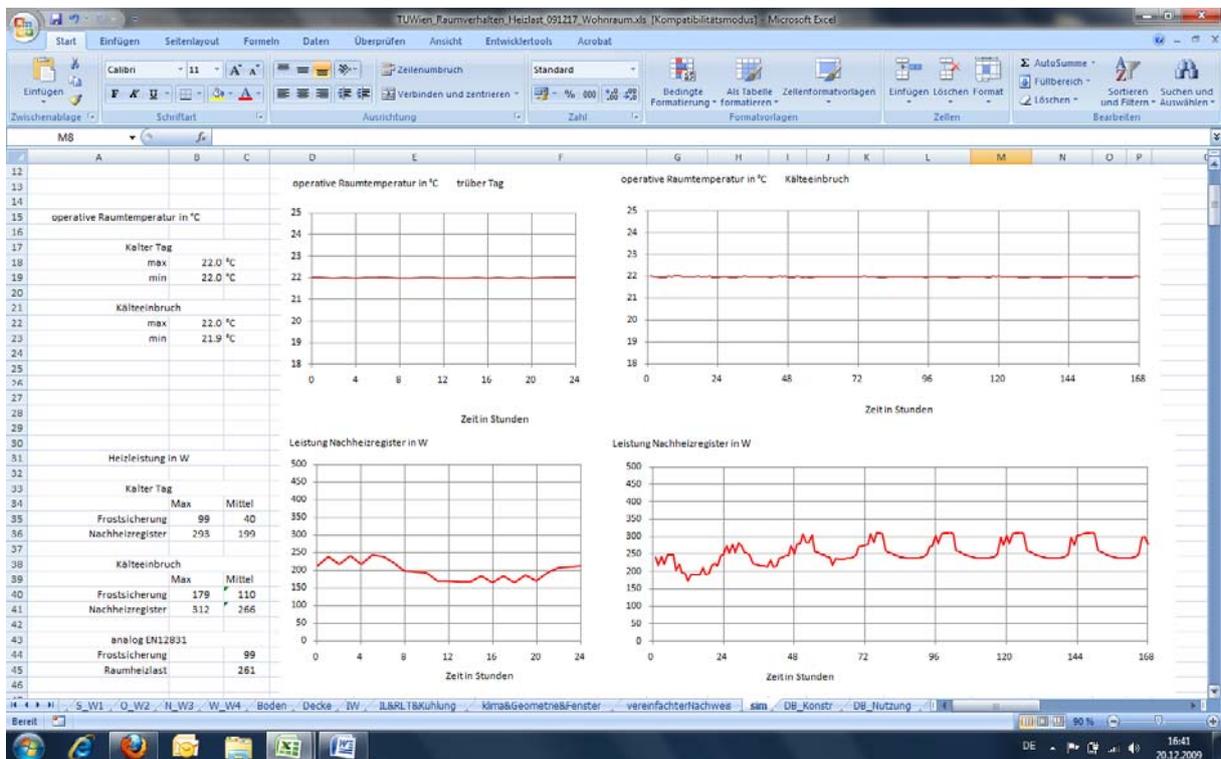
Decke 40 cm

Nordfenster: 1x 1m x 1.6 m $U_w=0.81 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ohne Einbau)

Luftdichtheit: $n_{50}=0.6 \text{ 1/h}$

Zuluft: $22.4 \text{ m}^3/\text{h}$ maximal 45°C am Auslass, 75% Wärmerückgewinnung

Nutzung: 1 Person nachts - keine Geräte - mittlere Leistung 1.7 W/m^2



Wohnraum

West-Süd Raum - Oberstes Geschoß - Geringer Fensteranteil:

Länge: 4 m

Breite: 4 m

Raumhöhe: 2.5 m

Dämmstärke

Wand 30 cm

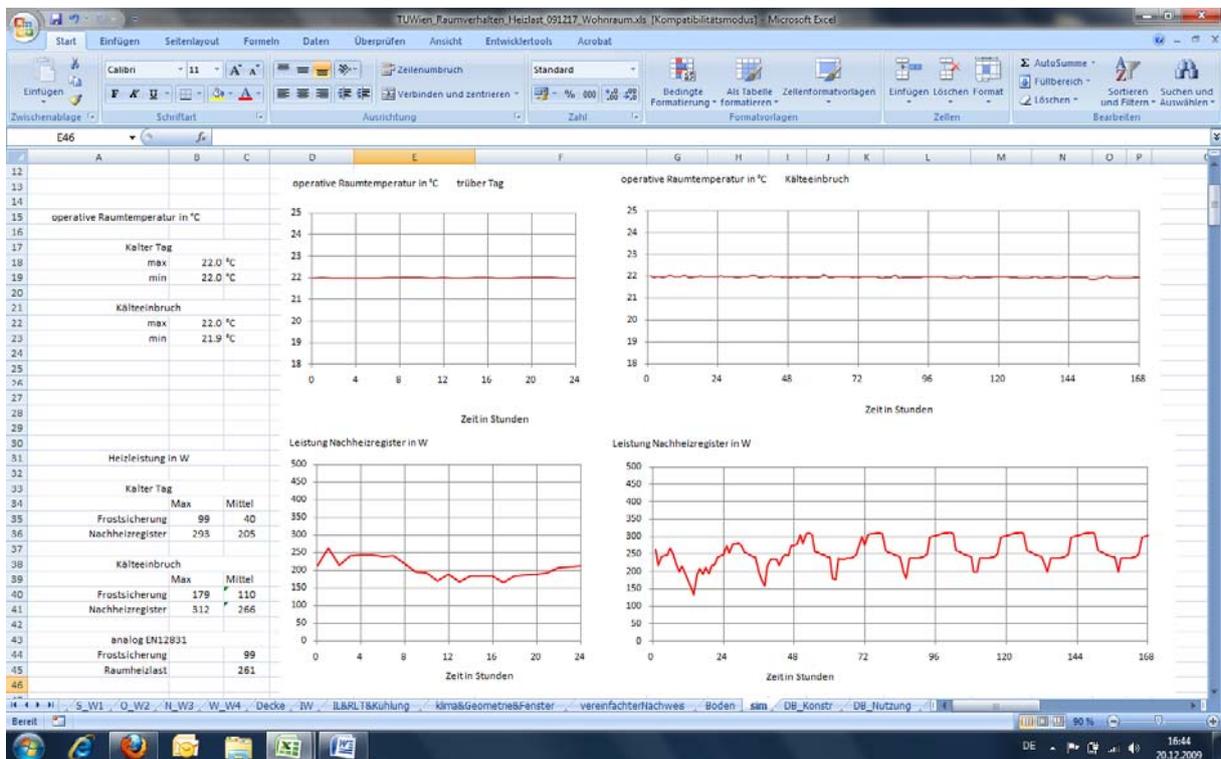
Decke 40 cm

Westfenster: 1x 1 m x 1.6 m $U_w=0.81 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ohne Einbau)

Luftdichtheit: $n_{50}=0.6 \text{ 1/h}$

Zuluft: $22.4 \text{ m}^3/\text{h}$ maximal 45°C am Auslass, 75% Wärmerückgewinnung

Nutzung: 1 Person nachts - keine Geräte - mittlere Leistung 1.7 W/m^2



Wohnraum

Süd-West Raum - Oberstes Geschoß - Geringer Fensteranteil:

Länge: 4 m

Breite: 4 m

Raumhöhe: 2.5 m

Dämmstärke

Wand 30 cm

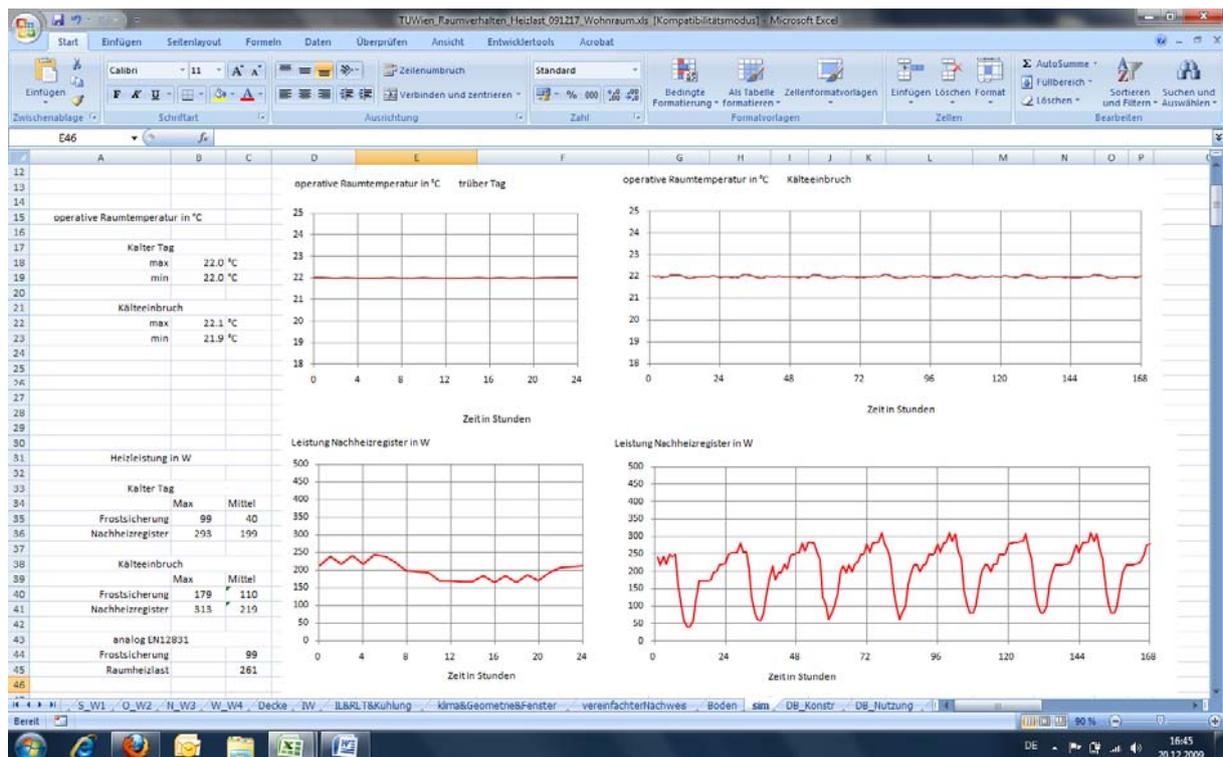
Decke 40 cm

Südfenster: 1x 1m x 1.6 m $U_w=0.81$ W/m²K (ohne Einbau)

Luftdichtheit: $n_{50}=0.6$ 1/h

Zuluft: 22.4 m³/h maximal 45°C am Auslass, 75% Wärmerückgewinnung

Nutzung: 1 Person nachts - keine Geräte - mittlere Leistung 1.7 W/m²



Wohnraum

Süd-West Raum - Oberstes Geschoß - Geringer Fensteranteil:

Länge: 4 m

Breite: 5 m

Raumhöhe: 2.5 m

Leitwerte der Bauteile Außenbauteile inklusive Wärmebrücken:

Süd 2.5 W/K

West 1.4 W/K

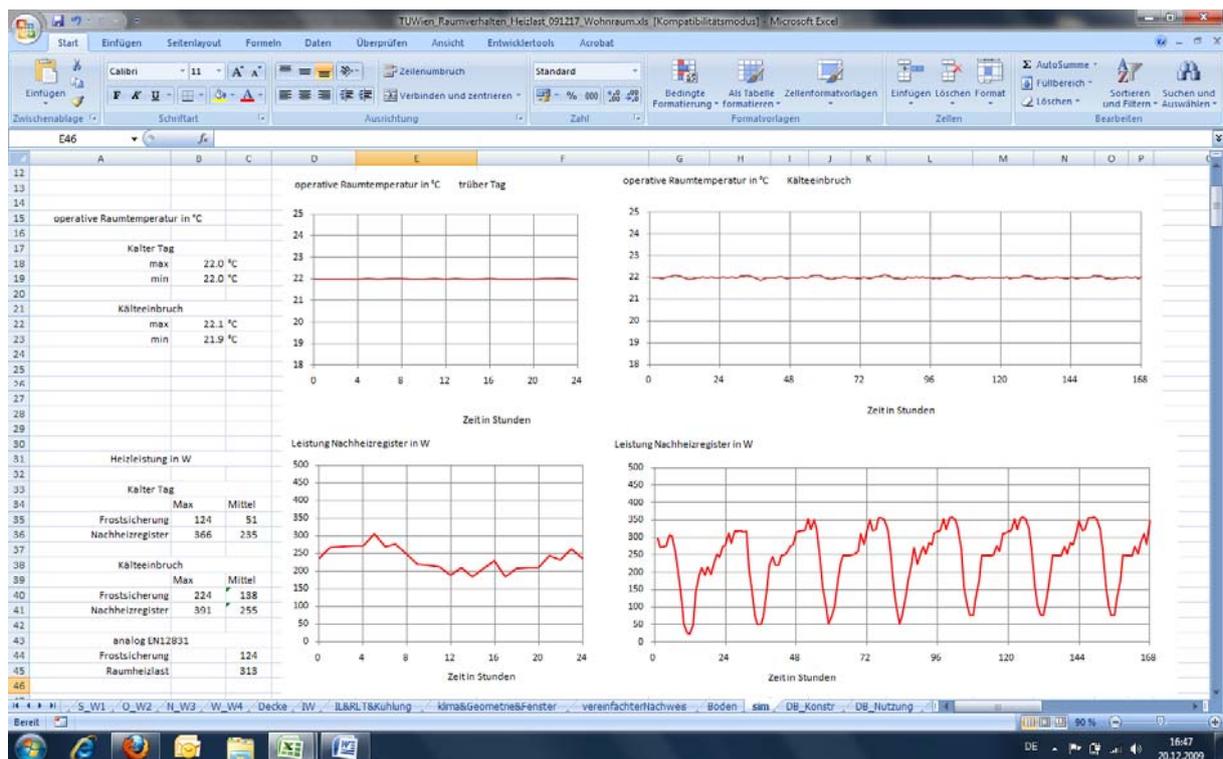
Decke 1.7 W/K

Südfenster: 1x 1m x 2 m $U_w=0.81$ W/m²K (ohne Einbau)

Luftdichtheit: $n_{50}=0.6$ 1/h

Zuluft: 30 m³/h maximal 45°C am Auslass, 75% Wärmerückgewinnung

Nutzung: 1 Person nachts - keine Geräte - mittlere Leistung 1.7 W/m²



Wohnraum

Süd-West Raum - Oberstes Geschoß - Mittlerer Fensteranteil:

Länge: 4 m

Breite: 5 m

Raumhöhe: 2.5 m

Leitwerte der Bauteile Außenbauteile inklusive Wärmebrücken:

Süd 3.9 W/K

West 1.4 W/K

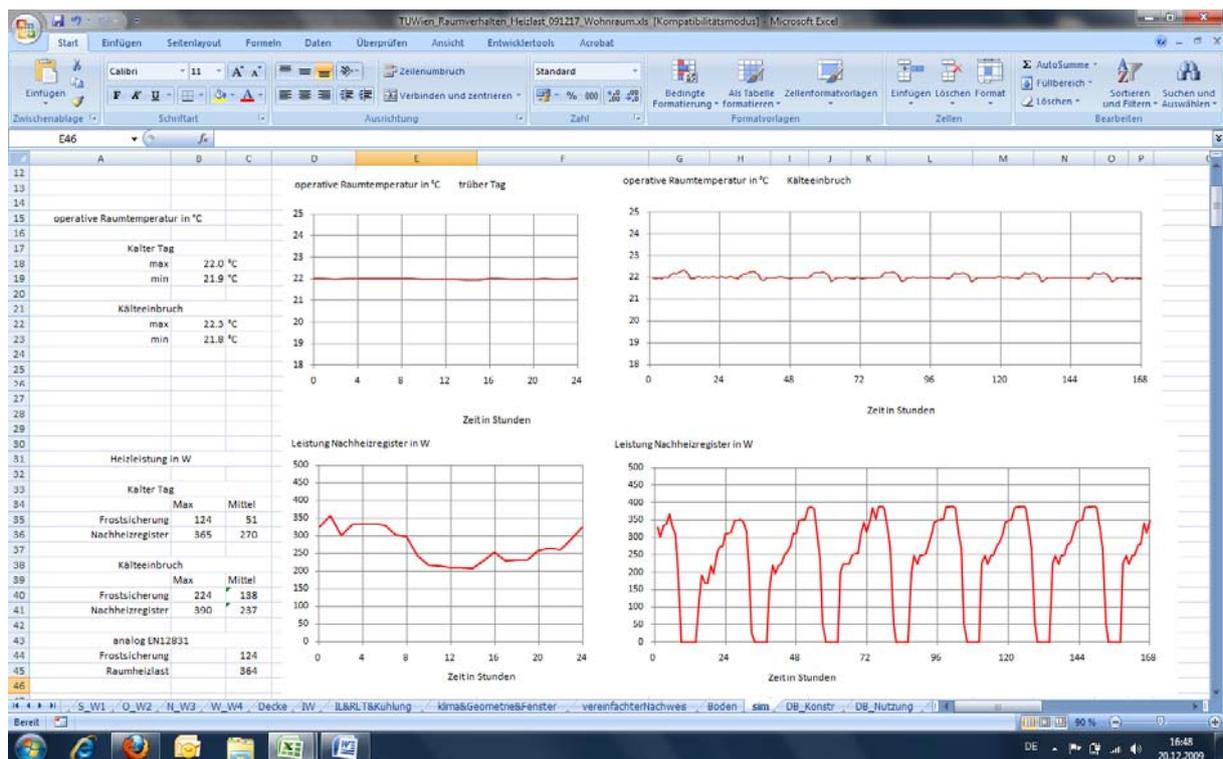
Decke 1.7 W/K

Südfenster: 2x 1m x 2m $U_w=0.81$ W/m²K (ohne Einbau)

Luftdichtheit: $n_{50}=0.6$ 1/h

Zuluft: 30 m³/h maximal 45°C am Auslass, 75% Wärmerückgewinnung

Nutzung: 1 Person nachts - keine Geräte - mittlere Leistung 1.7 W/m²



Wohnraum

Süd-West Raum - Oberstes Geschoß - Hohe Fensteranteil:

Länge: 4 m

Breite: 5 m

Raumhöhe: 2.5 m

Leitwerte der Bauteile Außenbauteile inklusive Wärmebrücken:

Süd 5.4 W/K

West 1.4 W/K

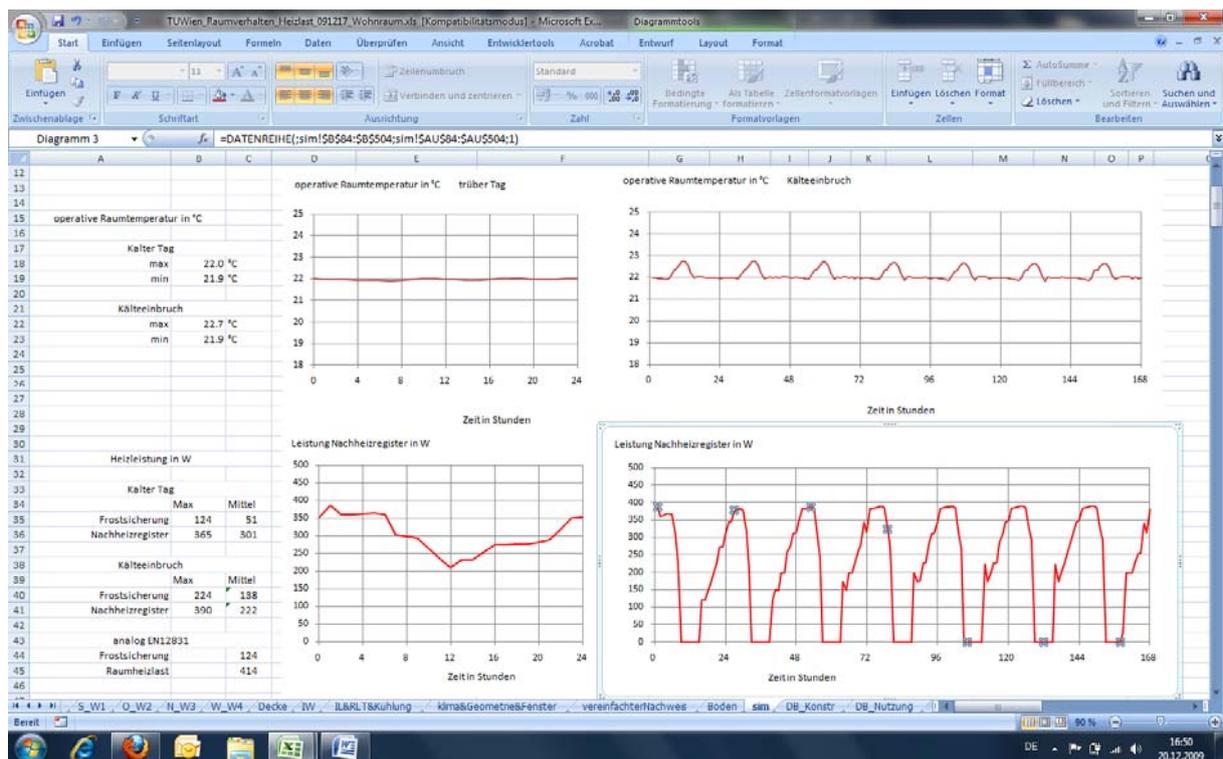
Decke 1.7 W/K

Südfenster: 3x 1m x 2 m $U_w=0.81$ W/m²K (ohne Einbau)

Luftdichtheit: $n_{50}=0.6$ 1/h

Zuluft: 30 m³/h maximal 45°C am Auslass

Nutzung: 1 Person nachts - keine Geräte - mittlere Leistung 1.7 W/m²



Wohnraum

Süd-West Raum - Unterstes Geschoß (Schatten) - Mittlerer Fensteranteil:

Länge: 4 m

Breite: 5 m

Raumhöhe: 2.5 m

Leitwerte der Bauteile Außenbauteile inklusive Wärmebrücken:

Süd 3.9 W/K

West 1.4 W/K

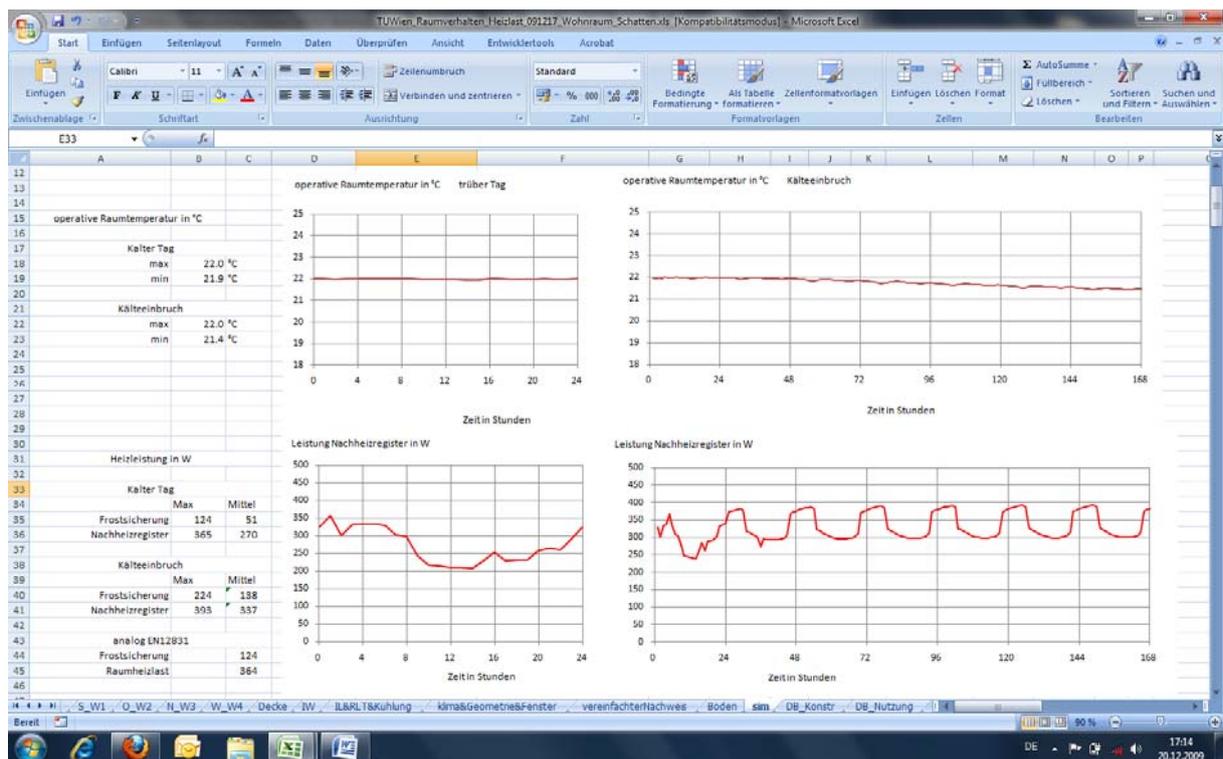
Decke 1.7 W/K

Südfenster: 2x 1m x 2m $U_w=0.81$ W/m²K (ohne Einbau)

Luftdichtheit: $n_{50}=0.6$ 1/h

Zuluft: 30 m³/h maximal 45°C am Auslass, 75% Wärmerückgewinnung

Nutzung: 1 Person nachts - keine Geräte - mittlere Leistung 1.7 W/m²



6 Beispiel Büroraum

Bürraum

Süd-West Raum - Oberstes Geschoß - Hoher Fensteranteil:

Länge: 4 m

Breite: 5 m

Raumhöhe: 2.5 m

Leitwerte der Bauteile Außenbauteile inklusive Wärmebrücken:

Süd 5.3 W/K

West 1.4 W/K

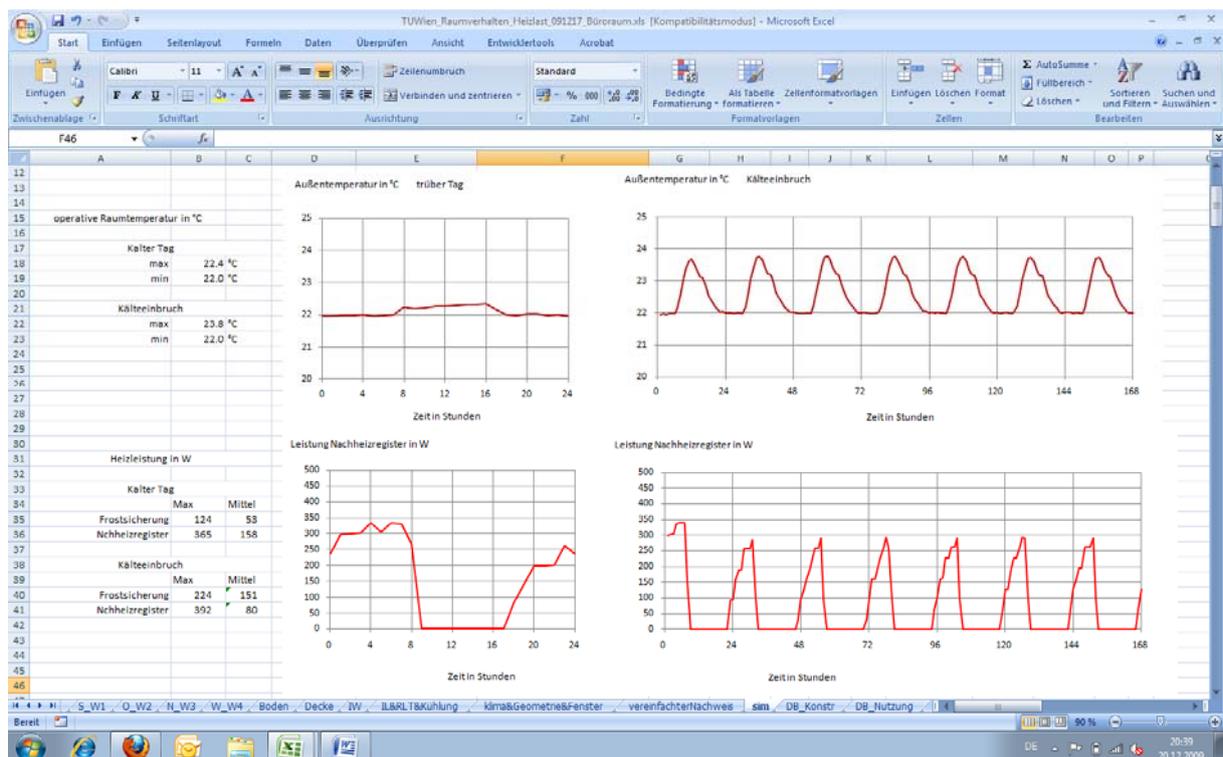
Decke 1.7 W/K

Südfenster: 3x 1m x 2 m $U_w=0.81 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ohne Einbau)

Luftdichtheit: $n_{50}=0.6 \text{ 1/h}$

Zuluft: 30 m³/h ständig, maximal 45°C am Auslass, 75% Wärmerückgewinnung

Nutzung: 1 Arbeitsplatz tagsüber - mittlere Leistung 4.1 W/m²



Büroraum

Süd-West Raum - Oberstes Geschoß - Mittlerer Fensteranteil:

Länge: 4 m

Breite: 5 m

Raumhöhe: 2.5 m

Leitwerte der Bauteile Außenbauteile inklusive Wärmebrücken:

Süd 3.9 W/K

West 1.4 W/K

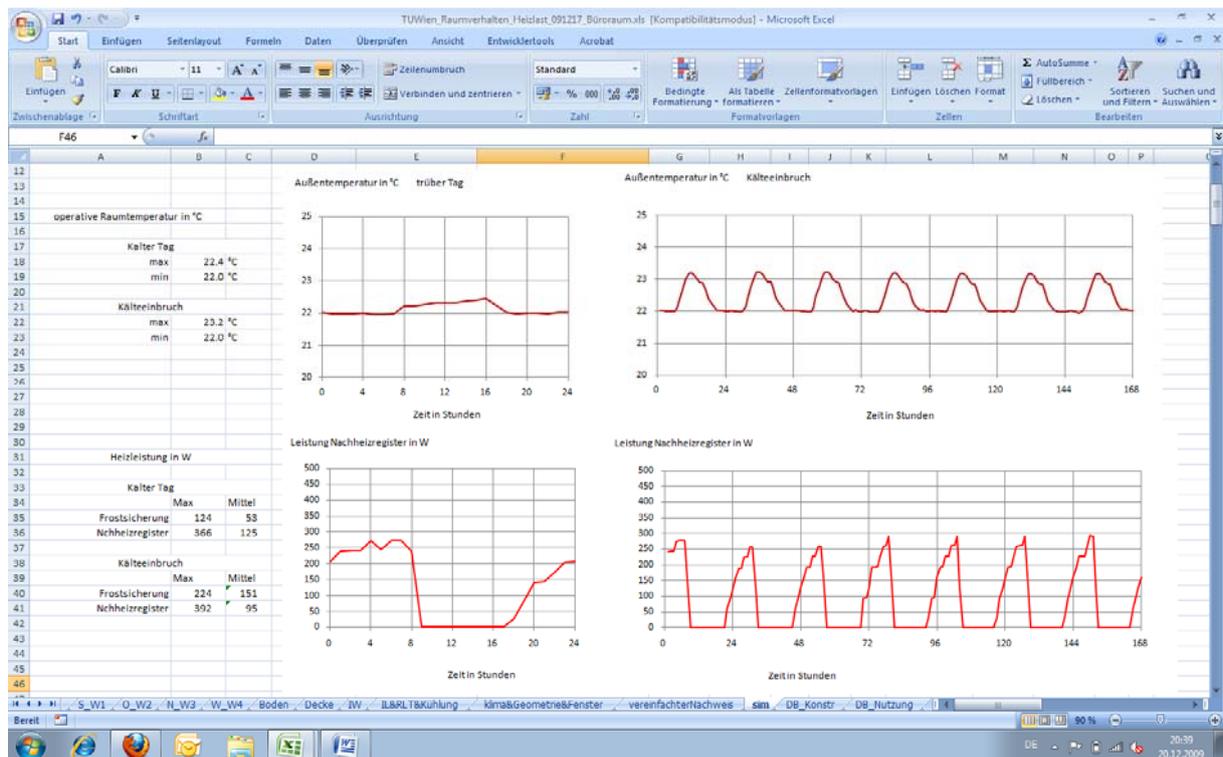
Decke 1.7 W/K

Südfenster: 2x 1m x 2 m $U_w=0.81$ W/m²K (ohne Einbau)

Luftdichtheit: $n_{50}=0.6$ 1/h

Zuluft: 30 m³/h ständig, maximal 45°C am Auslass, 75% Wärmerückgewinnung

Nutzung: 1 Arbeitsplatz tagsüber - mittlere Leistung 4.1 W/m²



Büroraum

Süd-West Raum - Oberstes Geschoß - Geringer Fensteranteil:

Länge: 4 m

Breite: 5 m

Raumhöhe: 2.5 m

Leitwerte der Bauteile Außenbauteile inklusive Wärmebrücken:

Süd 2.5 W/K

West 1.4 W/K

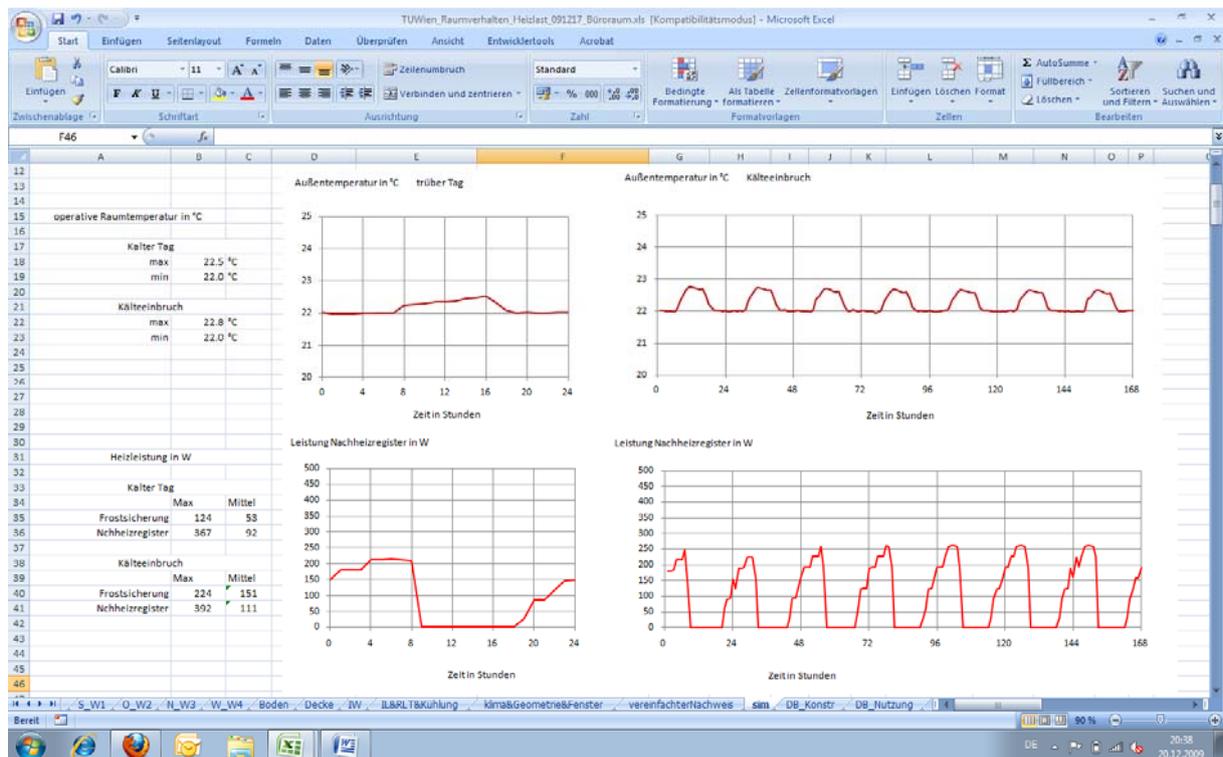
Decke 1.7 W/K

Südfenster: 3x 1m x 2 m $U_w=0.81$ W/m²K (ohne Einbau)

Luftdichtheit: $n_{50}=0.6$ 1/h

Zuluft: 30 m³/h ständig, maximal 45°C am Auslass, 75% Wärmerückgewinnung

Nutzung: 1 Arbeitsplatz tagsüber - mittlere Leistung 4.1 W/m²



Büroraum

Süd-West Raum - Oberstes Geschoß - Mittlerer Fensteranteil:

Länge: 4 m

Breite: 5 m

Raumhöhe: 2.5 m

Leitwerte der Bauteile Außenbauteile inklusive Wärmebrücken:

Süd 3.9 W/K

West 1.4 W/K

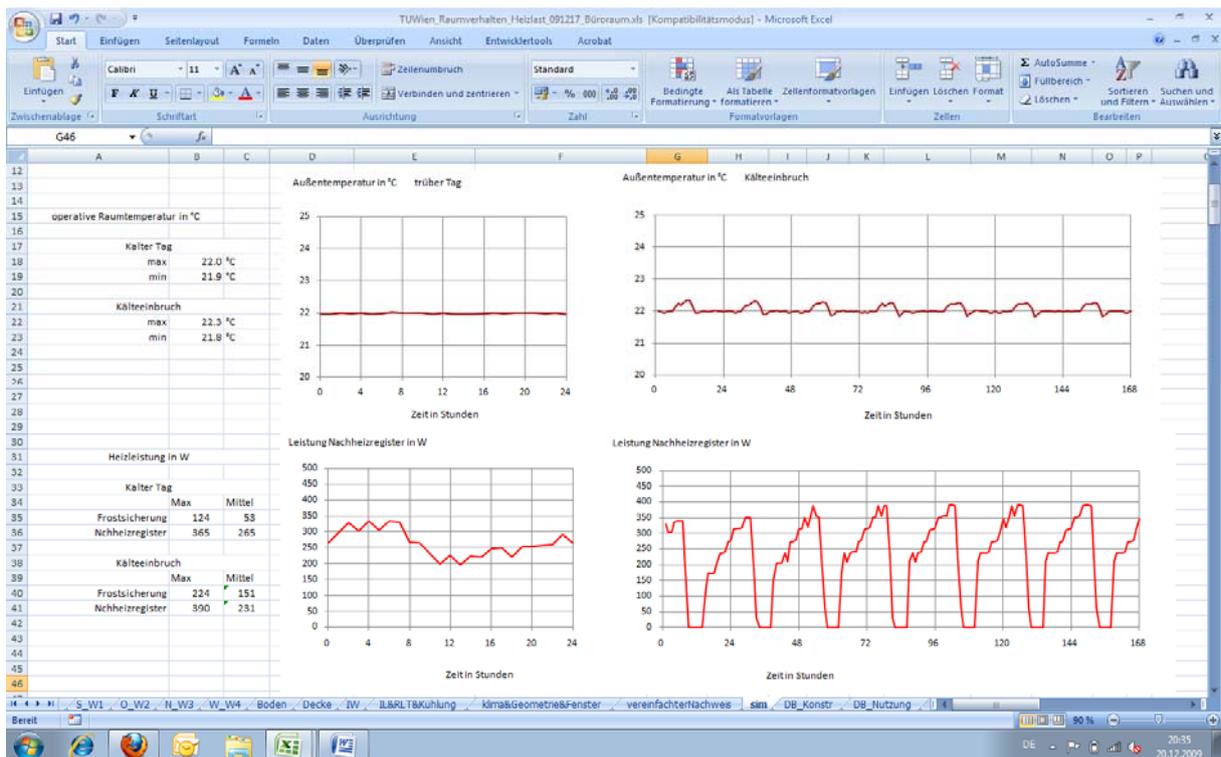
Decke 1.7 W/K

Südfenster: 3x 1m x 2 m $U_w=0.81$ W/m²K (ohne Einbau)

Luftdichtheit: $n_{50}=0.6$ 1/h

Zuluft: 30 m³/h ständig, maximal 45°C am Auslass, 75% Wärmerückgewinnung

Nutzung: ohne Innere Lasten



Büroraum

Süd-West Raum - Unterstes Geschoß (Schatten) - Mittlerer Fensteranteil:

Länge: 4 m

Breite: 5 m

Raumhöhe: 2.5 m

Leitwerte der Bauteile Außenbauteile inklusive Wärmebrücken:

Süd 3.9 W/K

West 1.4 W/K

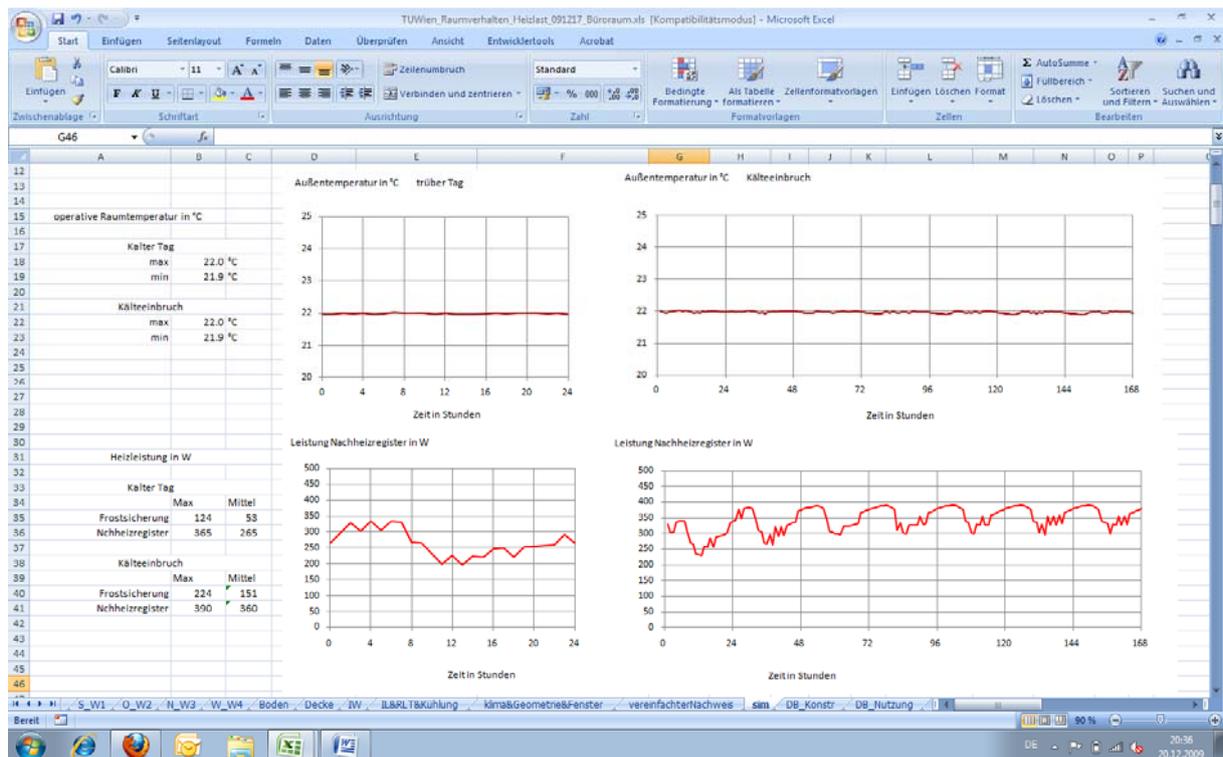
Decke 1.7 W/K

Südfenster: 3x 1m x 2 m $U_w=0.81$ W/m²K (ohne Einbau)

Luftdichtheit: $n_{50}=0.6$ 1/h

Zuluft: 30 m³/h ständig, maximal 45°C am Auslass, 75% Wärmerückgewinnung

Nutzung: ohne Innere Lasten



Büroraum

Betrieb der Lüftungsanlage nur tagsüber

Süd-West Raum - Oberstes Geschoß - Mittlerer Fensteranteil:

Länge: 4 m

Breite: 5 m

Raumhöhe: 2.5 m

Leitwerte der Bauteile Außenbauteile inklusive Wärmebrücken:

Süd 3.9 W/K

West 1.4 W/K

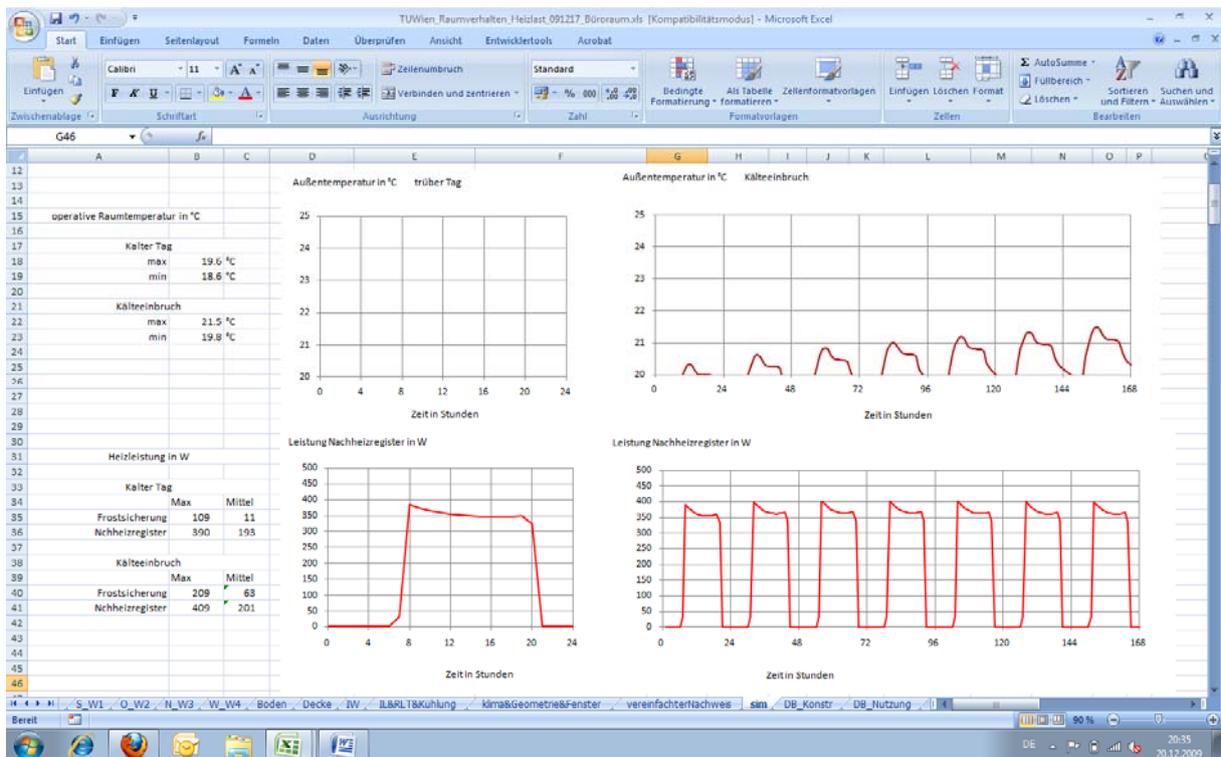
Decke 1.7 W/K

Südfenster: 2x 1m x 2 m $U_w=0.81$ W/m²K (ohne Einbau)

Luftdichtheit: $n_{50}=0.6$ 1/h

Zuluft: 30 m³/h tagsüber, maximal 45°C am Auslass, 75% Wärmerückgewinnung

Nutzung: ohne Innere Lasten



Büroraum

Betrieb der Lüftungsanlage nur tagsüber

Süd-West Raum - Oberstes Geschoß - Mittlerer Fensteranteil:

Länge: 4 m

Breite: 5 m

Raumhöhe: 2.5 m

Leitwerte der Bauteil Außenbauteile inklusive Wärmebrücken:

Süd 3.9 W/K

West 1.4 W/K

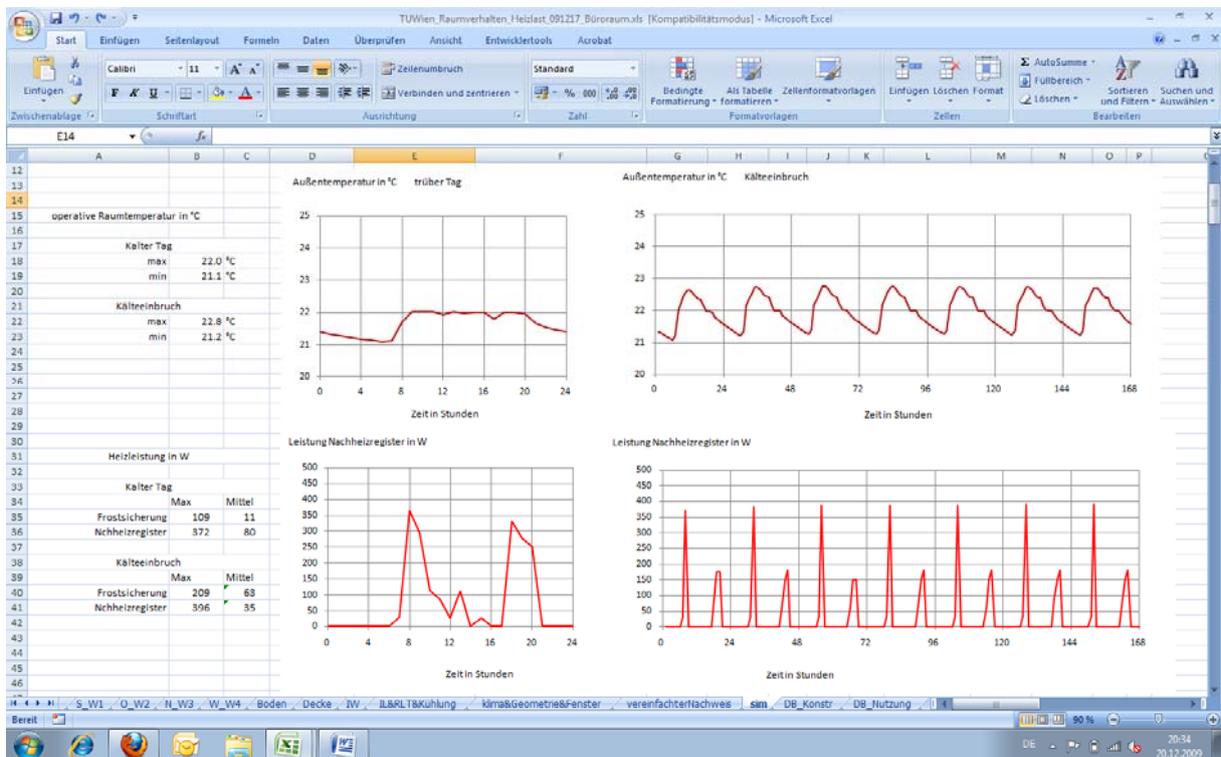
Decke 1.7 W/K

Südfenster: 2x 1m x 2 m $U_w=0.81 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ohne Einbau)

Luftdichtheit: $n_{50}=0.6 \text{ 1/h}$

Zuluft: $30 \text{ m}^3/\text{h}$ tagsüber, maximal 45°C am Auslass, 75% Wärmerückgewinnung

Nutzung: 1 Arbeitsplatz tagsüber - mittlere Leistung 4.1 W/m^2



7 Beispiel Klassenzimmer

Klassenzimmer

Betrieb der Lüftungsanlage nur tagsüber

Süd-West Raum - Oberstes Geschoß - Hoher Fensteranteil:

Länge: 8 m

Breite: 8 m

Raumhöhe: 3.0 m

Leitwerte der Bauteile Außenbauteile inklusive Wärmebrücken:

Süd 11.1 W/K

West 2.7 W/K

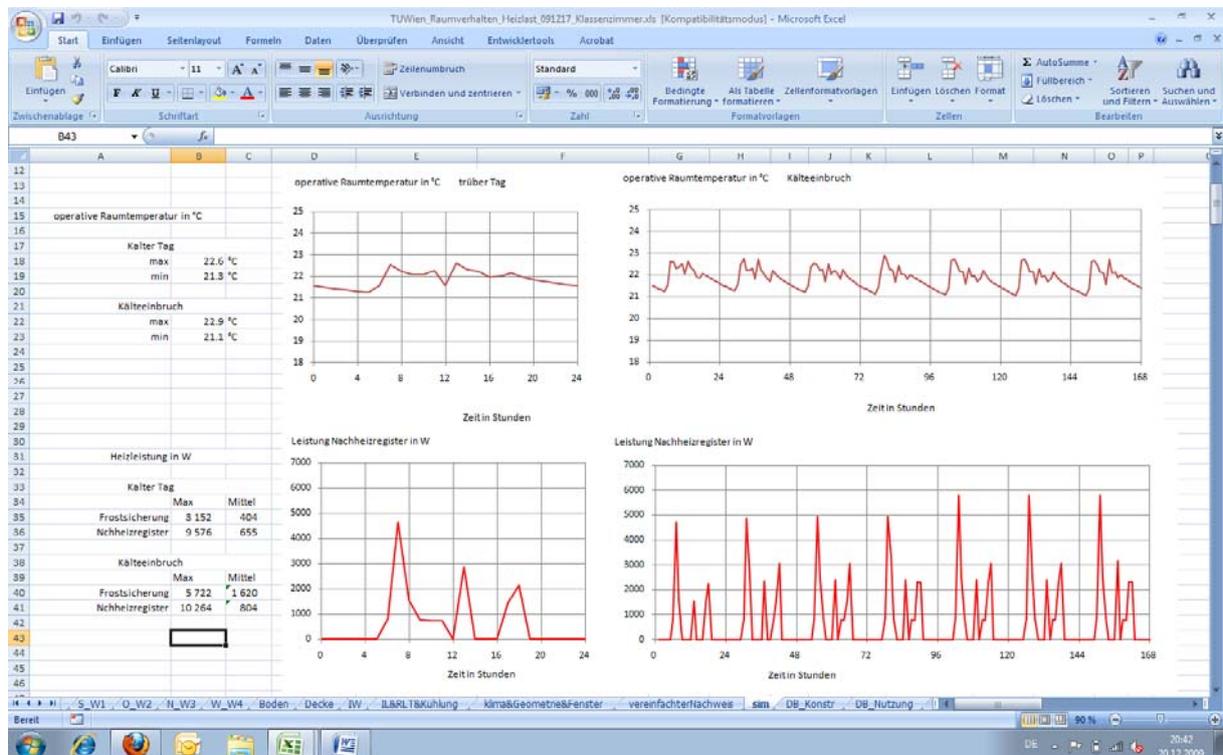
Decke 5.6 W/K

Südfenster: 6x 1m x 2m $U_w=0.81$ W/m²K (ohne Einbau)

Luftdichtheit: $n_{50}=0.6$ 1/h

Zuluft: 750 m³/h tagsüber, maximal 45°C am Auslass, 75% Wärmerückgewinnung

Nutzung: 25 Personen + 150 W Gerät 08:00-12:00 13:00-16:00



Klassenzimmer

Betrieb der Lüftungsanlage nur tagsüber

Süd-West Raum - Oberstes Geschoß - Hoher Fensteranteil:

Länge: 8 m

Breite: 8 m

Raumhöhe: 3.0 m

Leitwerte der Bauteile Außenbauteile inklusive Wärmebrücken:

Süd 11.1 W/K

West 2.7 W/K

Decke 5.6 W/K

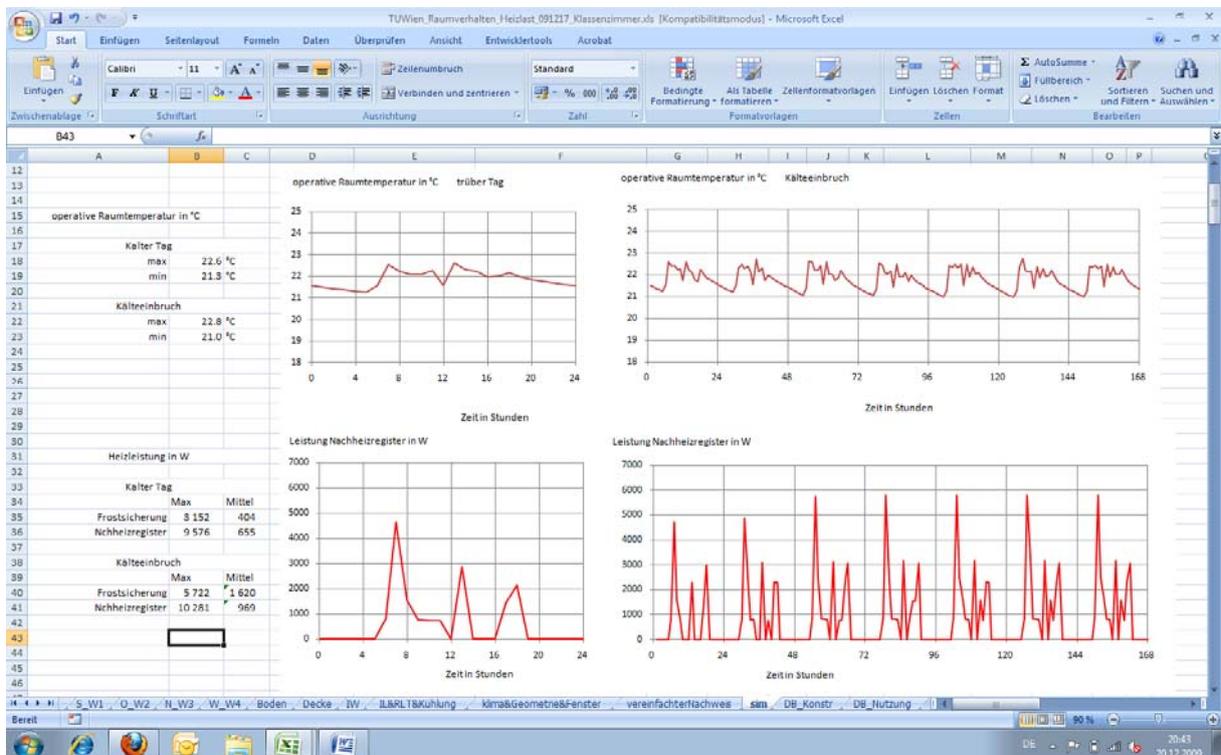
Südfenster: 6x 1m x 2 m $U_w=0.81$ W/m²K (ohne Einbau)

Innen liegender Blendschutz verwendet

Luftdichtheit: $n_{50}=0.6$ 1/h

Zuluft: 750 m³/h tagsüber, maximal 45°C am Auslass, 75% Wärmerückgewinnung

Nutzung: 25 Personen + 150 W Gerät 08:00-12:00 13:00-16:00



Klassenzimmer

Betrieb der Lüftungsanlage nur tagsüber

Süd-West Raum - Unterstes Geschoß (Schatten) - Hoher Fensteranteil:

Länge: 8 m

Breite: 8 m

Raumhöhe: 3.0 m

Leitwerte der Bauteile Außenbauteile inklusive Wärmebrücken:

Süd 11.1 W/K

West 2.7 W/K

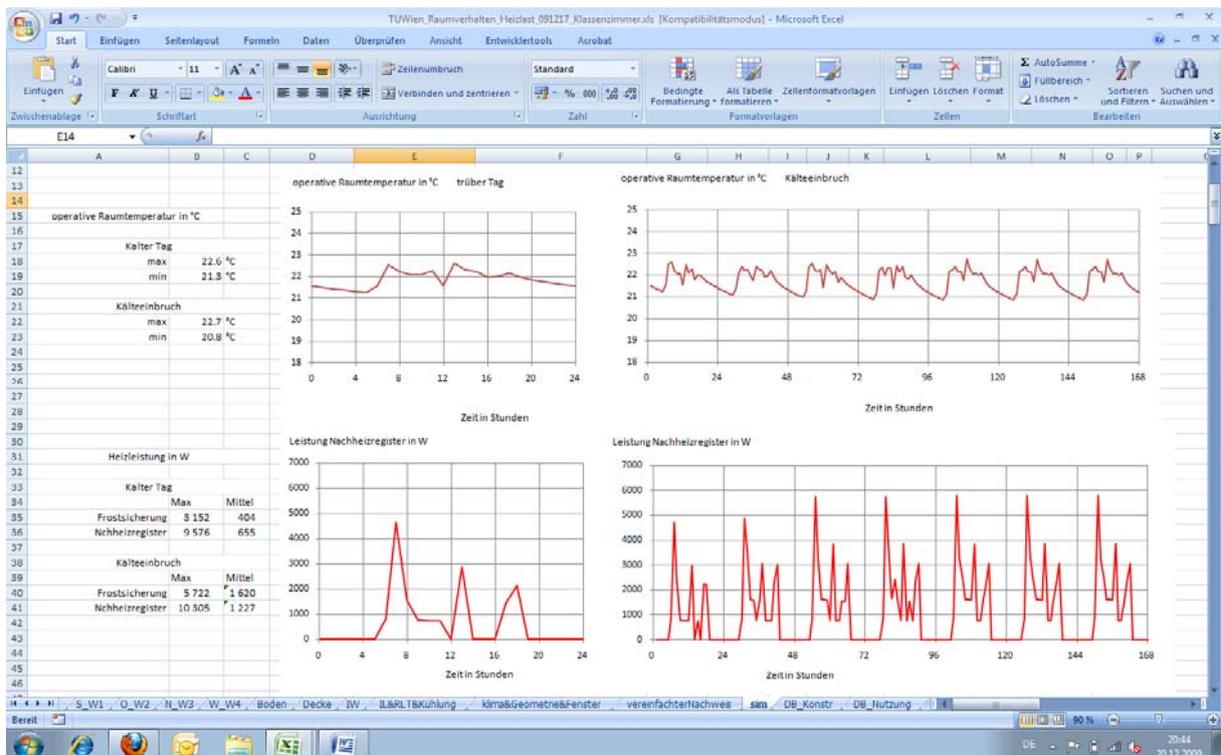
Decke 5.6 W/K

Südfenster: 6x 1m x 2 m $U_w=0.81$ W/m²K (ohne Einbau)

Luftdichtheit: $n_{50}=0.6$ 1/h

Zuluft: 750 m³/h tagsüber, maximal 45°C am Auslass, 75% Wärmerückgewinnung

Nutzung: 25 Personen + 150 W Gerät 08:00-12:00 13:00-16:00



Klassenzimmer

Betrieb der Lüftungsanlage nur tagsüber

Süd-West Raum - Unterstes Geschoß (Schatten) - Hoher Fensteranteil:

Länge: 8 m

Breite: 8 m

Raumhöhe: 3.0 m

Leitwerte der Bauteile Außenbauteile inklusive Wärmebrücken:

Süd 11.1 W/K

West 2.7 W/K

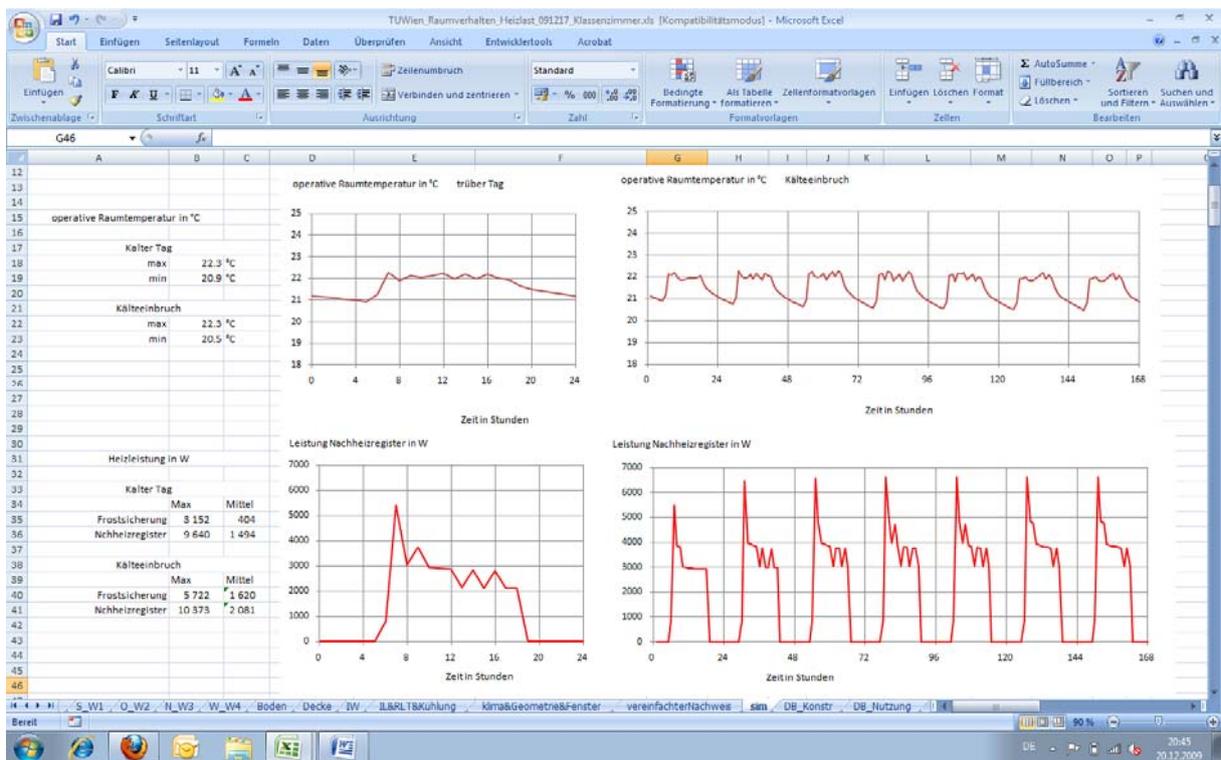
Decke 5.6 W/K

Südfenster: 6x 1m x 2 m $U_w=0.81$ W/m²K (ohne Einbau)

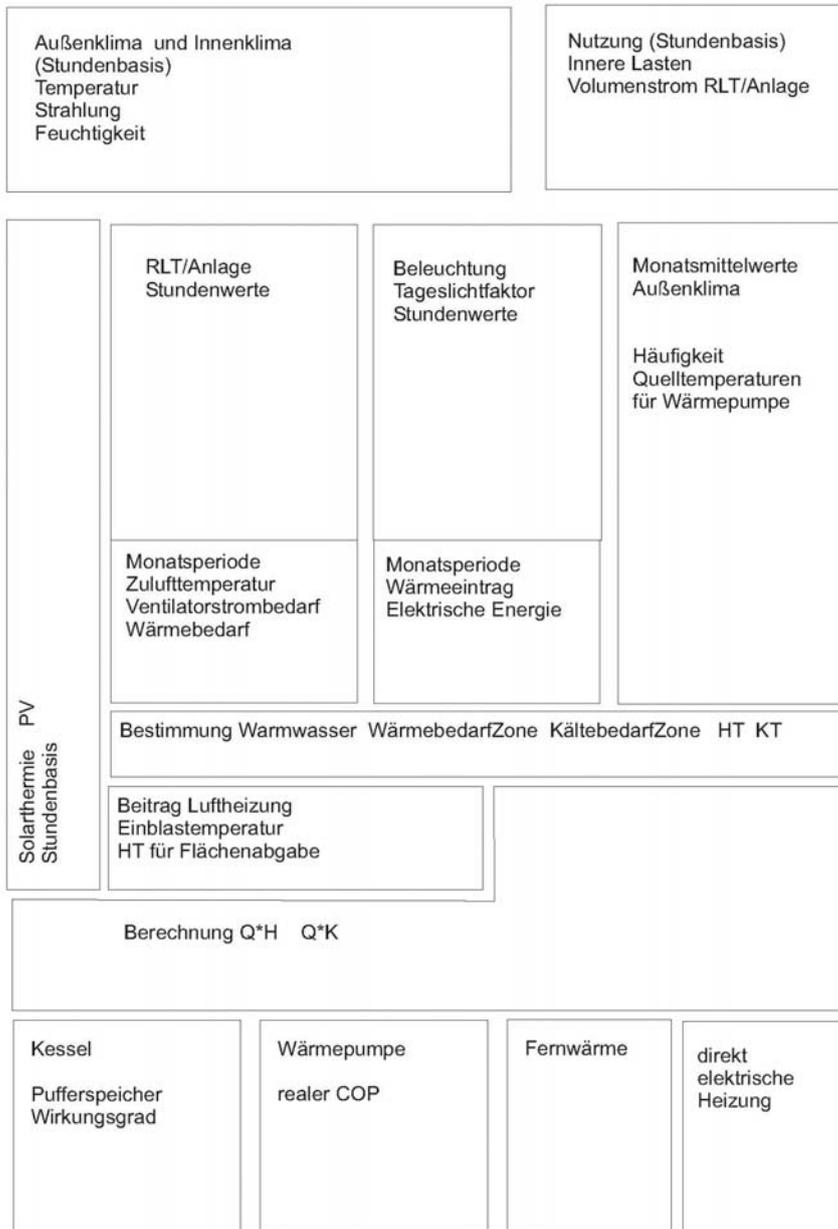
Luftdichtheit: $n_{50}=0.6$ 1/h

Zuluft: 750 m³/h tagsüber, maximal 45°C am Auslass, 75% Wärmerückgewinnung

Nutzung: ohne innere Lasten

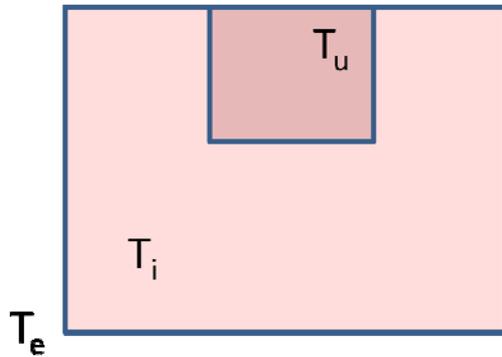


8 Berechnung Heizenergiebedarf



8.1 Verluste über unkonditionierte Räume

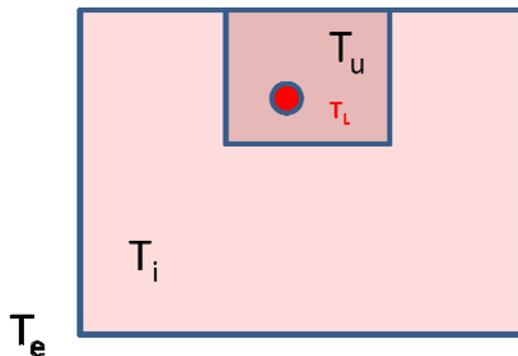
8.1.1 Unkonditionierte Räume ohne Anlagenverluste



$$L_u = L_{iu} \cdot \frac{L_{ue}}{L_{iu} + L_{ue}}$$

$$\dot{Q}_{ie} = \frac{L_{iu} \cdot L_{ue}}{L_{iu} + L_{Lu} + L_{ue}} \cdot (T_i - T_e)$$

8.1.2 Unkonditionierte Räume mit Anlagenverluste



$$\dot{Q}_{ie} = L_{iu} \cdot (T_i - T_u)$$

$$L_{iu} \cdot (T_i - T_u) + L_{Lu} \cdot (T_L - T_u) = L_{ue} \cdot (T_u - T_e)$$

$$T_u \cdot (L_{iu} + L_{ue} + L_{Lu}) = L_{iu} \cdot T_i + L_{Lu} \cdot T_L + L_{ue} \cdot T_e$$

$$\dot{Q}_{ie} = \frac{L_{iu} \cdot L_{ue}}{L_{iu} + L_{Lu} + L_{ue}} \cdot (T_i - T_e) + \frac{L_{iu} \cdot L_{Lu}}{L_{iu} + L_{Lu} + L_{ue}} \cdot (T_i - T_L)$$

8.1.3 Solarer Eintrag

Angaben zur Verglasung g_{\perp}

Solarstrahlung senkrecht zu Oberfläche

saubere Oberflächen

Berechnung nach ISO 9050 EN 410. Für geneigte Verglasungen EN 673

Reduktion F_W zur Berücksichtigung des realen Einfallswinkels und der Verschmutzung

$$g_w = F_W \cdot g_{\perp}$$

Berücksichtigung von beweglichen Verschattungseinrichtungen

ISO 15099 bzw. EN 13363-2 (EN 13363-1)

$$F_{sh} = \left((1 - f_{with}) \cdot g_w + f_{with} \cdot g_{w+sh} \right) / g_w$$

Reduktion F_F zur Berücksichtigung des Rahmens

Reduktion F_S zur Berücksichtigung der fixen Verschattung

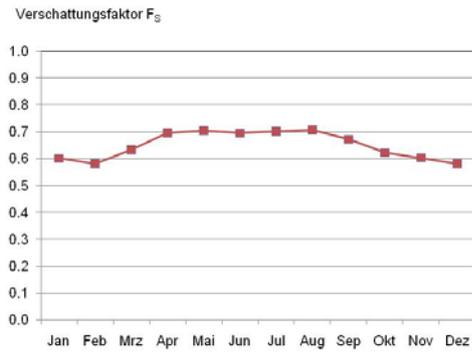
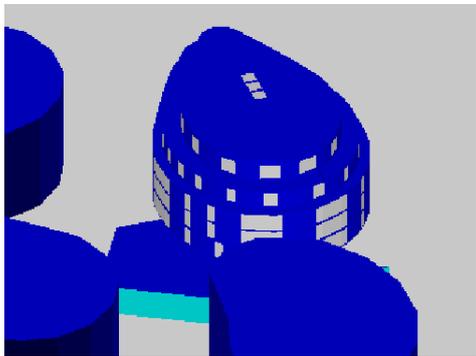
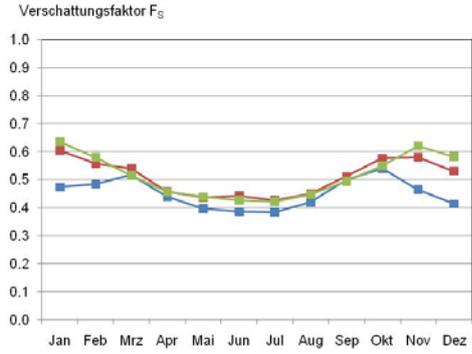
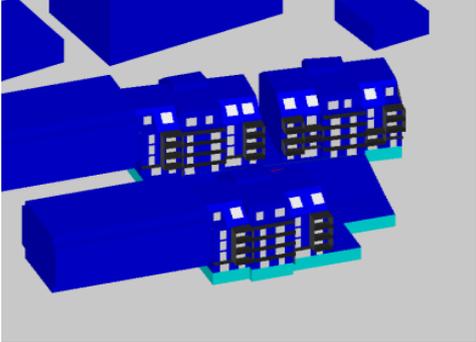
Detaillierte Berechnung der Verschattung durch Horizont, Nachbarbebauung, Auskragende Bauteile und Laibungsrücksprung.

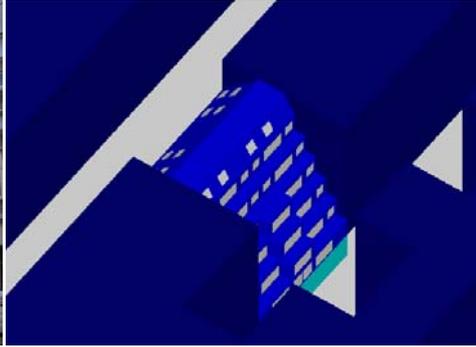
$$F_S = \frac{\int_{\text{Monat } i} Q_{\text{Sol},i,\text{direkt}}(t) \cdot \text{VerschDirekt}(t) + Q_{\text{Sol},i,\text{diffus}}(t) \cdot F_{\text{Sky}}}{\int_{\text{Monat } i} Q_{\text{Sol},i,\text{direkt}}(t) + Q_{\text{Sol},i,\text{diffus}}(t) \cdot F_{\text{SkyMax}}}$$

Solare Eintrag:

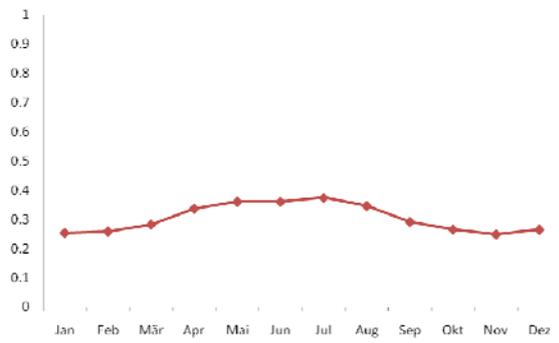
$$Q_{S,i} = I_S \cdot F_S \cdot F_{sh} \cdot F_F \cdot A_w \cdot g_w$$

Beispiele für F_S :

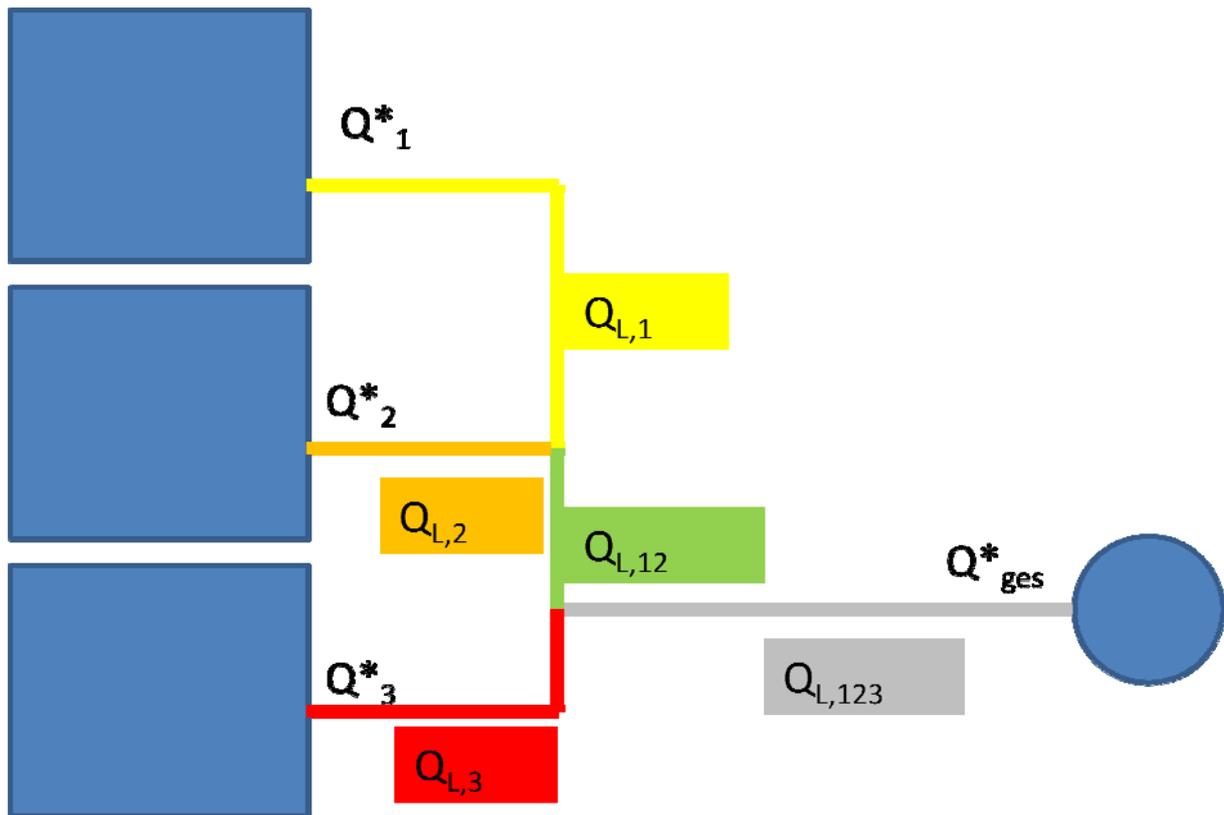




Verschattungsfaktor F_s



8.2 Mehrzonenbilanzierung



Addition der Q^*

Berechnung Bereitstellungsverluste Q_B

Aufteilung Q_B anhand der Q^*

$$Q^*_{ges} = Q^*_1 + Q_{L,1} + Q^*_2 + Q_{L,2} + Q_{L,12} + Q^*_3 + Q_{L,2} + Q_{L,123}$$

$$Q_B = Q_B(Q^*_{ges})$$

$$Q_{B,1} = \left((Q_B + Q_{L,123}) \cdot \frac{Q^*_1 + Q_{L,1} + Q^*_2 + Q_{L,2} + Q_{L,12}}{Q^*_1 + Q_{L,1} + Q^*_2 + Q_{L,2} + Q_{L,12} + Q^*_3 + Q_{L,3}} + Q_{L,12} \right) \cdot \frac{Q^*_1 + Q_{L,1}}{Q^*_1 + Q_{L,1} + Q^*_2 + Q_{L,2}} + Q_{L,1}$$

9. Addendum von Christian Pöhn, MA 39

Die vorliegende Arbeit fasst die Grundlagen für die AG 058.05 des Österreichischen Normungsinstituts dar. Mit der Erstellung einer Norm zur Heizlastberechnung für luftbeheizbare Niedrigstenergiegebäude ist im Jahr 2010 zu rechnen.