



Energetechnische und baubiologische Begleituntersuchung SOL4 – Büro- und Seminarzentrum Eichkogel

W. Wagner, F. Mauthner, K.P. Felberbauer,
J. Suschek-Berger

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

81/2010

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: Dipl.-Ing. Michael Paula

Weitere Informationen zu den Berichten aus dieser Reihe unter www.NachhaltigWirtschaften.at

Energietechnische und baubiologische Begleituntersuchung SOL4 – Büro- und Seminarzentrum Eichkogel

Waldemar Wagner
Franz Mauthner
Karl-Peter Felberbauer
Jürgen Suschek-Berger

AEE - Institut für Nachhaltige Technologien

Gleisdorf, Februar 2010

Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Auftragnehmer:

AEE – Institut für Nachhaltige Technologien

Feldgasse 19
A-8200 Gleisdorf,

Ing. Waldemar Wagner
Tel.: ++43 / 3112 / 5886 -28
Fax: ++43 / 3112 / 5886 -18
E-Mail: office@aee.at
<http://www.aee-intec.at>



Kooperationspartner:

Österreichisches Ökologieinstitut

Seidengasse 13
A – 1170 Wien

DI Robert Lechner
Tel: ++ 43 / 1 / 523 61 05
Fax: ++ 43 / 1 / 523 58 43
e-mail: lechner@ecology.at
<http://www.ecology.at>



**Interuniversitäres Forschungszentrum für Technik,
Arbeit und Kultur – IFZ**

Schlögelgasse 2
A – 8010 Graz

Mag. Jürgen Suschek-Berger
Tel: ++ 43 / 316 / 813 909 - 31
e-mail: suschek@ifz.tugraz.at
<http://www.ifz.tugraz.at>



Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines beauftragten Projekts aus der Programmlinie *Haus der Zukunft* im Rahmen des Impulsprogramms *Nachhaltig Wirtschaften*, welches 1999 als mehrjähriges Forschungs- und Technologieprogramm vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie gestartet wurde.

Die Programmlinie *Haus der Zukunft* intendiert, konkrete Wege für innovatives Bauen zu entwickeln und einzuleiten. Aufbauend auf der solaren Niedrigenergiebauweise und dem Passivhaus-Konzept soll eine bessere Energieeffizienz, ein verstärkter Einsatz erneuerbarer Energieträger, nachwachsender und ökologischer Rohstoffe, sowie eine stärkere Berücksichtigung von Nutzungsaspekten und Nutzerakzeptanz bei vergleichbaren Kosten zu konventionellen Bauweisen erreicht werden. Damit werden für die Planung und Realisierung von Wohn- und Bürogebäuden richtungsweisende Schritte hinsichtlich ökoeffizientem Bauen und einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in Österreich demonstriert.

Die Qualität der erarbeiteten Ergebnisse liegt dank des überdurchschnittlichen Engagements und der übergreifenden Kooperationen der Auftragnehmer, des aktiven Einsatzes des begleitenden Schirmmanagements durch die Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik und der guten Kooperation mit der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft bei der Projektabwicklung über unseren Erwartungen und führt bereits jetzt zu konkreten Umsetzungsstrategien von modellhaften Pilotprojekten.

Das Impulsprogramm *Nachhaltig Wirtschaften* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in der Schriftenreihe publiziert, aber auch elektronisch über das Internet unter der Webadresse <http://www.HAUSderZukunft.at> Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Abkürzungsverzeichnis

AUL	A	ußenluft
ZUL	Z	uluft
ABL	A	bluft
FOL	F	ortluft
BKA	Bet	onkernaktivierung
HGT	H	eizgradtage
HT	H	eiztage
HWB	He	izwärmebedarf
MAK-Wert		maximale Arbeitsplatzkonzentration
PEP	Promoti	on of European Passive Houses
OIB	Ö	sterreichisches Institut für Bautechnik
PHPP	Pas	sivhausprojektierungspaket

Glossar

DDC: Direct Digital Control

System zur Gebäudeautomation

Energieverbrauch

Definition gemäß VDI 3807: Unter Energieverbrauch wird der gemessene Energieeinsatz (Endenergieverbrauch) verstanden, der ins Gebäude zur Umwandlung für den jeweiligen Nutzungszweck (z.B. Wärme, Licht, Kraft) gelangt.

Freie Kühlung bzw. „free cooling“

Beim so genannten „Free Cooling“-Betrieb erfolgt nur eine Umwälzung des Absorbermediums ohne Zuhilfenahme der Wärmepumpe. Bei saisonalen Kühllastspitzen wird zusätzlich mit den Wärmepumpen gekühlt.

Heizwärmebedarf HWB

Definition gemäß ÖNORM B 8110-6: Der Heizwärmebedarf HWB ist jene Wärmemenge (unter Normnutzungsbedingungen), die während der Heizsaison den Räumen eines Gebäudes zugeführt werden muss, um die vorgegebene Innenraumtemperatur einzuhalten (rechnerischer Wert).

Kühllast

Als "Kühllast" bezeichnet man die kalorische Leistung, die zu einem bestimmten Zeitpunkt über die Raumlufte dem Raum abgeführt werden muss, um einen vorgegebenen Raumluftezustand (z. B. eine konstante Raumlufteemperatur) einzuhalten.

Passivhaus - Monitoring

Systematische Messdatenerfassung und Messdatenauswertung innerhalb der Systemgrenzen des betrachteten Gebäudes

TFA

treated floor area

Energiebezugsfläche für Berechnungen mittels PHPP

Inhaltsverzeichnis

1	KURZFASSUNG	1
2	INHALTE UND ZIELE DES PROJEKTES	4
3	STANDORTINFORMATIONEN	5
4	BESCHREIBUNG DES PROJEKTES UND DES SYSTEMKONZEPTES	7
4.1.1	Beteiligte am Projekt	7
4.2	Gebäudekonstruktion	7
4.3	Energiebezugsflächen	9
4.3.1	Berechnung der Treated Floor Area (TFA)	10
4.4	Beschreibung der Aufbauten	11
4.5	Haustechnikkonzept	12
4.5.1	Heizung	12
4.5.2	Kühlung.....	13
4.5.3	Wärme- und Kälteverteilung	13
4.5.4	Lüftung.....	13
4.5.5	Photovoltaik- Anlage.....	14
4.5.6	Warmwasserbereitung	14
4.5.7	Elektroinstallationen	15
4.5.8	Beleuchtungskonzept.....	15
4.6	Messtechnikkonzept	16
4.6.1	Messstellenliste.....	18
4.6.2	Messdatenerfassung und -verarbeitung	20
5	ANALYSE DER MESSDATEN	21
5.1	Einleitung	21
5.1.1	Umrechnung von Endenergieverbrauch auf Primärenergieverbrauch	21
5.1.2	Bereinigter Energieverbrauch	21
5.1.3	Wetterdaten	22
5.2	Detailauswertungen Heiz- und Kühlverhalten	24
5.2.1	Heiz - Kühlbetrieb der Wärmepumpen bzw. der Energiepfähle	24
5.3	Komfortparameter	32
5.3.1	Raum- und Außenklimadaten	32
5.3.2	Raumluftqualität	36
5.4	Heizung und Kühlung	40
5.4.1	Winterbetrieb – Heizung mittels Wärmepumpe	42
5.4.2	Sommerbetrieb – aktive Kühlung mittels Energiepfähle und Wärmepumpe	42
5.5	Lüftung	44
5.5.1	Rückwärmehzahl.....	44

5.5.2	Schwerkraftlüftung Atrium.....	45
5.6	Energiebilanz SOL4.....	48
5.6.1	SOL4 Energiebilanz 2009.....	49
6	ZUSAMMENFASSUNG DER MESSERGEBNISSE UND FAZIT.....	55
7	DIE SOZIALWISSENSCHAFTLICHE ERHEBUNG.....	58
7.1	Beschreibung des Vorgehens.....	58
7.2	Interviews mit den NutzerInnen.....	58
7.3	Interview mit dem zuständigen Bauleiter.....	61
7.4	Interview mit dem Bauherrn.....	63
7.5	Resümee aus sozialwissenschaftlicher Perspektive.....	65
8	VERZEICHNISSE.....	66
8.1	Abbildungsverzeichnis.....	66
8.2	Tabellenverzeichnis.....	67
9	ANHANG.....	68
9.1	Grundrisse.....	68
9.2	Energiebezugsflächen.....	70
	TQ-BEWERTUNG.....	72

1 Kurzfassung

SOL 4- Büro- und Seminarzentrum Eichkogel



Allgemeine Projektbeschreibung

Anschrift	Guntramsdorfer Straße 103, A-2340 Mödling
Gebäudetyp	Bürogebäude, Passivhaus- bzw. konzeptioniert als Nullheizenergiehaus
Bauweise	Mischbauweise (Stahlbeton, Ziegel, Holzleichtkonstruktion)
Eigentümer/ Investor	Baumeister Ing. Klausjürgen KIESSLER GesmbH, A-2340 Mödling
Bauträger	Medilikke Immobilien-Bauträger GesmbH, A-2340 Mödling
Architektur	Solar4you Consulting GesmbH, DL Ruth König
Fachingenieure	E-Plus (Haustechnik); TB-Bartmann GmbH (Elektrotechnikplanung); DL Erich Leschelizky (Statik); Solar4you Consulting GesmbH (Bauphysik)

Gebäudekonzept

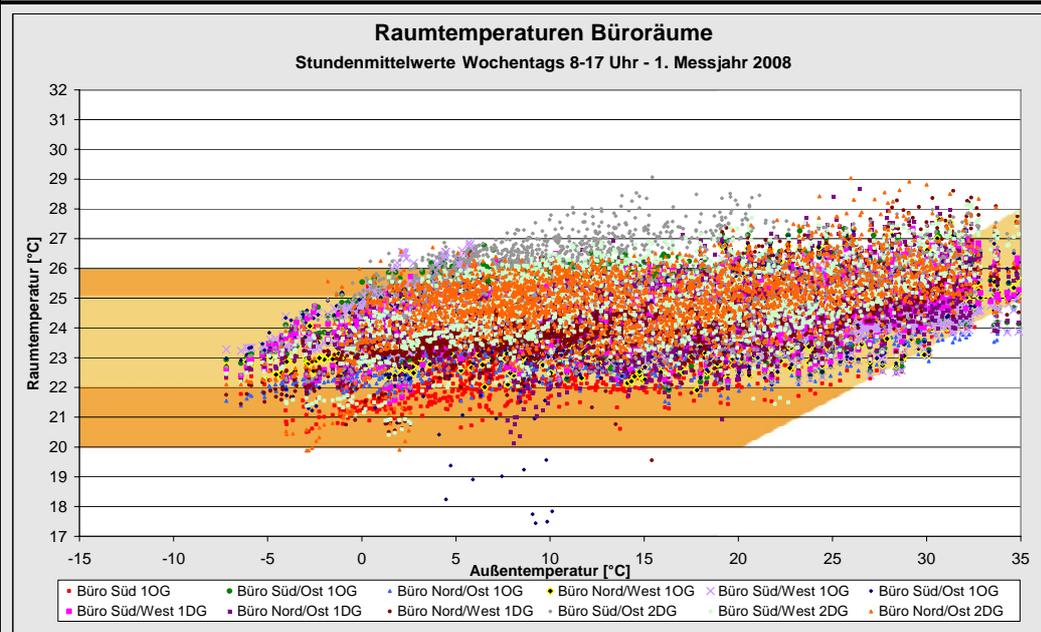
Gebäudekonstruktion	Tragende Struktur aus Stahlbeton bzw. Ziegel Tragende Wände und Innenwände aus gebrannten Ziegeln (teilweise Lehmziegel), Dämmung Erdgeschoss: Mineralschaumplatten Obergeschoss mit Holzleichtkonstruktion versehen, sowie auf drei Seiten fassadenintegrierte Photovoltaikanlage Innenausbau ökologisch optimiert: schadstofffreie bzw. lösungsmittelarme Farben, Ausbauplatten etc.
U- Werte [W/m ² /K]	Gründach: 0,11, Außenwand beizt Ziegel: 0,12, Außenwand beheizt; Stahlbeton: 0,13, Decke beheizt: 0,12, Boden (erdberührt): 0,08 – 0,11 Fenster gesamt: 0,966; Glasdach Atrium gesamt: 0,90

Haustechnikkonzept

Heizung	2 Stück umkehrbare, hocheffiziente Wasser-/ Wasserwärmepumpen mit insgesamt 54 kW Kühlleistung und 48 kW Heizleistung
Kühlung	Erdsonden, freie Schwerkraftkühlung über Zu- und Abluftklappen, Wärmepumpen in Kühlbetrieb für Spitzenkühllasten
Wärme- Kälteverteilung	Wasserrohrnetze (Anbindung Betonkernaktivierung bzw. Fußbodenheizung) sowie Zuluftrohrnetze.
Lüftung	hocheffizientes Komfortlüftungssystem mit Wärmerückgewinnung 3 Lüftungsgeräte für drei unterschiedliche Zonen (Büro, Fitness, Seminar)
Photovoltaik	30 kWpeak (359 m ²) fassadenintegrierte PV- Anlage zur Abdeckung der elektrischen Heizenergie (Nullheizenergiegebäude)
Warmwasserbereitung	36 m ² thermische Solaranlage mit Einspeisung in 2500 l Solarkombispeicher; hydraulische Beladung sowie elektrisches Nachheizregister (6 kW)

SOL 4- Büro- und Seminarzentrum Eichkogel	
Energetische Kenngrößen	
Energiebezugsfläche TFA (Treated Floor Area) [m ²]	2.164
Wenn nicht anders angegeben, handelt es sich bei den energetischen Kenngrößen um Messwerte oder aus Messwerten berechnete Kennwerte; die Messwerte beziehen sich auf die TFA des Gebäudes, Messjahr 2009	
Heizwärmeverbrauch, gemessen bei mittlerer Raumtemperatur [kWh/m ² a]	17,26
Heizwärmeverbrauch, temperatur- und klimabereinigt [kWh/m ² a]	19,84
Gesamtstromverbrauch [kWh/m ² a]	26,62
Allgemeinstromverbrauch Büro [kWh/m ² a]	18,46
Lüftungsstromverbrauch Büro [kWh/m ² a]	2,67
Technikstromverbrauch (Pumpenstrom..) [kWh/m ² a]	5,49
Endenergiekennzahl [kWh/m ² a]	40,50
Primärenergiekennzahl [kWh/m ² a]	109,27
<p>Die messtechnisch erfassten Energiekennzahlen für das Büro- und Seminargebäude SOL4 zeigen sehr gute Resultate hinsichtlich des Endenergie- und des Primärenergieverbrauchs.</p> <p>Beide Werte liegen unterhalb der vom Passivhausinstitut geforderten Werte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Σ Endenergie SOL4 2009: 40,5 kWh/(m² a) • Σ Primärenergie SOL4 2009: 109,3 kWh/(m² a) <p>Die Heizlast des Gebäudes konnte anhand der vorhandenen Daten auf Tagesbasis nur für das Jahr 2008 ermittelt werden.</p> <p>2008 lag die mittlere Heizlast des Gebäudes, bezogen auf die TFA, bei 3,5 W/m². Als ausschlaggebende Kennzahl für das Erreichen des Passivhauszieles lag die maximale Heizlast unterhalb der geforderten 10 W/m²:</p> <p>maximale Gebäudeheizlast SOL4 2008: 9,4 W/m² (am 08.11.2008)</p>	
Behaglichkeitsparameter	
Mittlere Raumtemperatur in der Heizperiode (Taußen < 12°C) [°C]	24,0
Prozentanteil der Überhitzungsstunden (T > 26°C) an den Gesamtjahresstunden [%]	10,3

SOL 4- Büro- und Seminarzentrum Eichkogel



In Abbildung 18 kann man erkennen, dass die Raumtemperaturen in den Büros während kalter Witterung (< 5 °C) durchwegs im behaglichen Bereich liegen. Temperaturen unter der Behaglichkeitsgrenze von 20 °C kommen in keinem erwähnenswerten Umfang vor.

Erhöhte Innenraumtemperaturen treten vor allem im 2. Dachgeschoss, im Büro Süd/Ost, bereits bei tiefen Außentemperaturen ab 5 °C auf. Bei Außentemperaturen über 20 °C kommt es entgegen der zu erwartenden hohen Raumtemperaturen eines Bürogebäudes aufgrund hoher innerer Lasten kaum zu Überhitzung.

Fazit Die energetischen Kennwerte des Büro- und Seminarzentrums Eichkogel weisen sehr gute Werte auf. Der Heizwärmeverbrauch erreicht zwar nicht ganz den Passivhauskennwert nach PHPP von 15 kWh/m² und Jahr, Endenergieverbrauch und Primärenergieverbrauch liegen jedoch unter der von PHPP geforderten Grenze von 42 kWh/m²a und 120 kWh/m²a.

2 Inhalte und Ziele des Projektes

Dieses Projekt dokumentiert einen Teil der Ergebnisse eines beauftragten Projekts aus der zweiten Ausschreibung der Programmlinie *Haus der Zukunft* im Rahmen des Impulsprogramms *Nachhaltig Wirtschaften*, welches 1999 als mehrjähriges Forschungs- und Technologieprogramm vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie gestartet wurde.

Ziel des Projektes ist eine energetische und baubiologische Begleituntersuchung, sowie eine Erhebung der Benutzerakzeptanz am Büro- und Seminarzentrum Eichkogel (SOL 4), das als mehrgeschossiges Passivhaus - Bürogebäude errichtet wurde. Neben der Analyse des Gebäudes, das im Rahmen der Programmlinie „Haus der Zukunft“ errichtet wurde, ist überdies der Vergleich mit Gebäuden ähnlicher Bau- bzw. Nutzungsart ein wesentliches Ziel des Projektes.

Die Aspekte wie das Lüftungsverhalten, Raumtemperaturen oder der persönliche Umgang mit internen Lasten bzw. passiven-solaren Energieeinträgen das Gebäudeverhalten bei modernen Gebäudebauweisen beträchtlich beeinflussen, sollen energierelevante Detailauswertungen und soziologische Untersuchungen des Benutzerverhaltens Aussagen über die Alltagstauglichkeit der Gebäude ermöglichen.

Die energetische Evaluierung beinhaltet die Energiebilanz über das gesamte Gebäude mit speziellem Fokus auf den Gesamtverbrauch an thermischer Energie (Heizen und Kühlen) sowie an elektrischem Strom. Neben der Energiebilanzierung werden zudem die Behaglichkeitsparameter Raumtemperatur und CO₂-Konzentration bewertet, wobei die Auswertung des Komfortparameters Raumtemperatur unter Berücksichtigung des tatsächlichen Klimas (gemessene Außentemperatur und solare Einstrahlung) erfolgt.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Beurteilung der ökologischen Qualität des Gebäudes hinsichtlich der Materialwahl bzw. der Maßnahmen während der Errichtung sowie in der anschließenden Nutzung des Gebäudes durch die ARGE TQ (Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen).

Die Untersuchungen der erwähnten Themenbereiche wurden dem Realisierungsgrad des Gebäudes angepasst, beginnend bei der Planung über die Bauphase und während der ersten Nutzungsjahre.

Letztlich soll diese Evaluierung dazu beitragen, dass die Funktion ökologischer und energiesparender Gebäude auf einer fundierten Basis nachgewiesen wird und somit auch Basis für weitere Umsetzungen ist.

3 Standortinformationen

Das Gebäude befindet sich in Niederösterreich, außerhalb des Stadtzentrums von Mödling am Fuße des Naturschutzgebietes Eichkogel.

Das Grundstück liegt direkt an der Guntramsdorfer Straße (Guntramsdorfer Straße 103) bzw. ca. 200 m östlich einer direkten Anbindung an die B 17 (Triester Straße).



Abbildung 1: Lageplan des Grundstücks SOL4

In nachfolgender Tabelle 1 sind die lokalen Klimadaten für Mödling angeführt.

Tabelle 1: Klimadaten Mödling [OIB, PEP]

PLZ	Ortsname	Seehöhe	HGT _{12/20}	HT ₁₂	θ_e	θ_{ne}	$I_{horizontal}$
		[m]	[Kd / a]	[d]	[°C]	[°C]	[kWh/m ² a]
2340	Mödling	240	3.417	208	3,57	-13	1122,4
Heizgradtage $HGT_{12/20}$ in der Heizperiode							
Heiztage HT_{12} in der Heizperiode							
Mittlere Außentemperatur θ_e in der Heizperiode							
Norm-Außentemperatur θ_{ne}							
Globalstrahlungssumme auf horizontale Fläche $I_{horizontal}$ für Wien nach PEP							
Seehöhe Mödling				246m ü. A.			

Gemäß Klimadatenkatalog des OIB treten in Mödling bei einer Heizgrenztemperatur von 12 °C im Mittel 3.417 Heizgradtage auf und die Auslegungstemperatur für die Heizung liegt bei -13 °C. Im Vergleich dazu wurden 2008 im Rahmen des Monitorings bei derselben Heizgrenztemperatur von 12 °C 3.397 Heizgradtage gemessen [AEE INTEC].

Die Globalstrahlungssumme auf die horizontale Fläche beträgt gemäß Standardwetterdatensatz für Wien, der im Rahmen des EU-Projektes „Promotion of European Passive Houses (PEP)“ für die Verwendung im Passivhausprojektierungspaket (PHPP) festgelegt wurde $1.122,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Der gemessene Wert für die Globalstrahlung auf die horizontale Fläche beträgt am nahegelegenen Standort Roschegasse (Wien) gesamt $1.152,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ im Jahr 2008 [AEE INTEC].

4 Beschreibung des Projektes und des Systemkonzeptes

Das Büro- und Seminargebäude SOL4 stellt mit einer Netto-Grundfläche von etwa 2.250 m^2 eines der größten Passivhausprojekte im Osten von Österreich dar. Das Projekt ging als Siegerprojekt bei einem Solararchitektur-Wettbewerb der Donau-Universität Krems hervor und wurde bei der Realisierung vom niederösterreichischen Ökobau-Cluster unterstützt und gefördert.

Das Gebäude selbst wird als Kompetenzzentrum für ökologisches Planen, Bauen und Arbeiten in der Zukunft genutzt. Auf einer Hauptnutzfläche (Büro- und Seminarräume) von etwa 1.500 m^2 werden Klein- und Kleinstbetriebe (1 - 20 MitarbeiterInnen) mit dem Branchenschwerpunkt Ökobau untergebracht, wodurch man sich ökonomisch vorteilhafte Synergieeffekte erhofft.

4.1.1 Beteiligte am Projekt

In Tabelle 2 sind in einer Übersicht die wichtigsten Beteiligten am Bauprojekt, sowie Eckdaten zum zeitlichen Verlauf des Bauvorhabens aufgelistet.

Tabelle 2: Beteiligtenliste und zeitliche Organisation

Spatenstich	09.02.2004
Schlüsselübergabe/ Bezug	Jänner 2005
Bauherr	Baumeister Ing. Klausjürgen KIESSLER Ges.m.b.H.
Bauträger	Medilikke Immobilien und Bauträger GesmbH
Planungsbüro	SOLAR 4 YOU Consulting GesmbH
Projektkoordinator	Dipl.-HTL-Ing. Johannes Stockinger MSc
Architekt	DI Ruth König – ARGE Stausberg-König
Statik	DI Erich Leschetizky
Haustechnik	drexel und weiss - energieeffiziente haustechniksysteme gmbh.
Bauphysik, PHPP, Haustechnik	Planungsteam E-PLUS – DI Bernd Krauß
Qualitätssicherung	Österr. Institut für Baubiologie u. -ökologie GmbH
Bauunternehmen	STO, Baugesellschaft LAUGGAS GMBH, Wienerberger, Knauf

4.2 Gebäudekonstruktion

Die Bebauung des rechteckigen Grundstücks erfolgte mittels eines zweigeschossigen, rechteckigen Baukörpers (Erdgeschoss EG und Obergeschoss OG) in Massivbauweise, dem zwei rückspringende Dachgeschosse (DG1 und DG2) in Holzleichtbauweise aufgesetzt sind (siehe Abbildung 2).

Im Inneren des Gebäudes erstreckt sich über die gesamte Bauhöhe (11,5 m) ein zentrales Atrium, das zum einen einer offenen und kommunikativen Atmosphäre dient und zum anderen funktionell mit Lichtkuppeln zur Tageslichtnutzung sowie mit Zu- und Abluftklappen zur Schwerkraftentlüftung ausgestattet ist.

Neben dem Einsatz von hochwertigen Baustoffen, die nach ökologischen Kriterien ausgewählt wurde, sowie einer energieeffizienten Haustechnik, wurden unter anderem Maßnahmen zu aktiven und passiven Solarenergienutzung umgesetzt.



Abbildung 2: Süd-Ost Ansicht des Gebäudes SOL 4 [Thomas Kirschner]

Ein Teil der tragenden Struktur wurde aus Stahlbeton gefertigt, wobei ein neu entwickelter und erstmals im Hochbau eingesetzter zementfreier Beton mit dem umweltfreundlichen Bindemittel Slagstar® verwendet wurde (siehe Abbildung 4 rechts).

Tragende Wände, sowie Innenwände wurden aus gebrannten Ziegeln sowie zum Teil aus großformatigen (20 cm Wandstärke), speicheroptimierten Lehmziegeln (siehe Abbildung 3) hergestellt.



Abbildung 3: Innenwand aus speicheroptimierten Lehmziegeln [AEE INTEC]

Die Dachgeschosse wurden aus einer Holzleichtbaukonstruktion errichtet, auf welcher auf drei Gebäudeseiten eine Photovoltaikanlage integriert wurde.

Mittels speziell vorgefertigter, strohgedämmter Fassadenelemente konnte auch das Obergeschoss nahezu wärmebrückenfrei ausgeführt werden (siehe Abbildung 4 links).

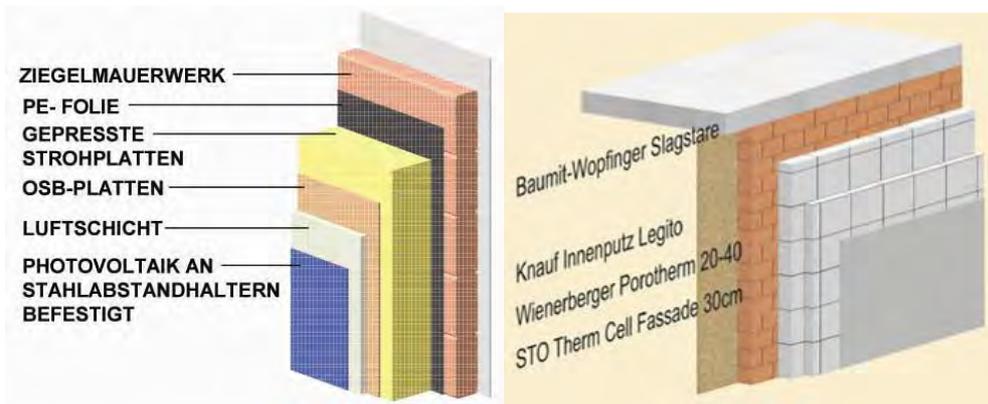


Abbildung 4: links: Wandaufbau Photovoltaikfassade (Dachgeschoss), rechts: Wandaufbau restliche gedämmte Außenwände (EG und OG) [www.sol4.info]

Die Dämmung des Erd- und Obergeschosses erfolgte mit Bedacht auf sehr gute ökologische Eigenschaften mit Mineralschaumplatten.

Der gesamte Innenausbau wurde ökologisch optimiert, indem schadstofffreie bzw. lösungsmittelarme Farben, Ausbauplatten etc. verwendet wurden. Im gesamten Gebäude wurde zudem auf den Einsatz von PVC verzichtet.

Der projektierte Heizwärmebedarf des Passivhaus-Bürogebäudes bezogen auf die beheizte bzw. beheizbare Brutto-Grundfläche von 2.739,7 m² ist aufgrund des hohen Dämmstandards und der luftdichten Gebäudehülle als sehr gering (< 10 kWh/m²_{BGF}.a laut PHPP) angegeben.

4.3 Energiebezugsflächen

Das Gebäude hat eine beheizte Fläche (Bezug: TFA – treated floor area) von 2.163,6 m². Diese Fläche stellt die Berechnungsbasis für die im Kapitel 5 „Analyse der Messdaten“, angegebenen flächenspezifischen Energiekennwerte dar und ist die gültige Bezugsgröße bei Berechnungen mit dem PHPP.

Nachfolgende Tabelle 3 enthält eine Übersicht über die Flächenaufstellung des gesamten Gebäudes, aufgeteilt auf die einzelnen Stockwerke.

Tabelle 3: Flächenaufstellung SOL 4

	beheizte bzw. beheizbare Brutto-Grundfläche BGF [m ²]	Netto-Grundfläche [m ²]	Treated Floor Area TFA [m ²]
Erdgeschoss		737,6	687,0
1. Obergeschoss		877,2	859,7
1. Dachgeschoss		305,0	296,8
2. Dachgeschoss		324,9	320,1
Summe	2.739,7 (Bauträgerangabe)	2.244,7	2.163,6

Die Berechnung der TFA erfolgt nach Vorgaben des Passivhaus-Instituts in Darmstadt und eine detaillierte Flächenaufstellung aller Räume findet sich im Anhang in Kapitel 9.2. Ebenso dem Anhang zu entnehmen sind die Schemagrundrisse der 4 Geschosse.

Die einheitliche Bestimmung relevanter Bezugsflächen sollte besonders gründlich und einheitlich erfolgen, da sich falsche bzw. unterschiedliche Angaben dieses Wertes natürlich sehr stark auf die spezifischen Energiekennzahlen auswirken.

4.3.1 Berechnung der Treated Floor Area (TFA)

Zur Berechnung der TFA ist zunächst die thermische Hülle festzulegen. Sie wird durch die Außenoberflächen der wärmedämmten Außenbauteile gebildet. Die thermische Hülle enthält alle beheizten Räume. Sie bildet zugleich die Bilanzgrenze für die Energiebilanz. In die TFA gehen nur Flächen innerhalb der thermischen Hülle ein.

Die TFA einer Wohnung oder eines Hauses ist die Summe der TFA's der zur Wohnung gehörenden Wohnräume. Als Wohnraum gelten alle Räume innerhalb einer Wohneinheit, die entweder oberirdisch gelegen sind oder deren Fensterfläche mindestens 10 % der Grundfläche ausmacht. Treppen mit mehr als 3 Stufen, Treppenabsätze und Aufzüge zählen nicht zum Wohnraum.

Keller, Technikräume u.ä. innerhalb der thermischen Hülle, die keine Wohnräume sind, werden zur 60 % angerechnet.

Berechnung der Grundfläche:

- Die Grundfläche eines Raumes wird aus den Rohbaumaßen ermittelt. Ein Abzug für Putz usw. ist nicht vorzunehmen.
- Als Rohbaumaße sind die lichten Maße zwischen den Wänden anzusetzen ohne Berücksichtigung von Wandgliederungen, Wandbekleidungen, Fuß- und Scheuerleisten, Öfen, Heizkörpern usw.
- Schornsteine, Pfeiler, Säulen usw. mit weniger als 0,1 m² Grundfläche werden nicht von der Energiebezugsfläche abgezogen.
- Tür- und Fensternischen werden nicht berücksichtigt

Schrägen:

- Raumteile mit einer lichten Höhe von mindestens 2 Metern werden voll angerechnet.
- Raumteile mit einer lichten Höhe von mindestens 1 und weniger als 2 Metern werden zur Hälfte angerechnet.

4.4 Beschreibung der Aufbauten

In nachfolgender Tabelle 4 sind die aus der Bewertung durch die ARGE TQ entnommenen technischen Details zu den Wand- und Deckenaufbauten für alle thermisch relevanten Bauteile des Bürogebäudes SOL4 angeführt.

Tabelle 4: konstruktiver Aufbau thermisch relevanter Wand- und Deckenaufbauten [ARGE TQ]

Bezeichnung	Planungsergebnis	U-Wert in W/m²K
Wände außenluftberührt – beheizt:		
Außenwand massiv W10 (siehe Abbildung 4 rechts)	Außenputz 1 cm, Wärmedämmung Stotherm Cell 30 cm, Ziegel Porotherm 20 cm (bzw. Stahlbeton lt. Statik), Innenputz 1,5 cm	Ziegel: 0,12 W/m²K STB: 0,13 W/m²K
Außenwand massiv PV W11 (siehe Abbildung 4 links)	PV-Elemente (Süd, West, Ost 1. + 2. OG), Hinterlüftung/Aluschiene 4 cm, Hinterlüftung/Sparschalung 2 cm, OSB 2 cm, 36 cm Wärmedämmung - Stroh, 20 cm Ziegel (bzw. STB lt. Statik), Innenputz 1,5 cm	Ziegel: 0,11 W/m²K STB: 0,12 W/m²K
Decken und Fußböden:		
Decke beheizt – außen F30 (Auskragung)	25 cm STB-Decke (lt. Statik) mit Betonkernaktivierung, Sto Therm Cell 30 cm, Außenputzsystem 1 cm	0,12 W/m²K
unbeheizt - erdberührt F14 (Müllraum)	6 cm Estrich versiegelt, 44 cm Wärmedämmung EPS W30, 30 cm WU-Beton (lt. Statik), PE-Folie, Rollierung bzw. Sauberkeitsschicht	0,08 W/m²K
Unbeheizt - erdberührt F13 (HT)	Hohlboden versiegelt ohne Gefälle mit 2,5 cm Trägerplatte h = 40 cm, Wärmedämmung Schüttung Sanopor 35 cm, 30 cm WU-Beton (lt. Statik), PE-Folie, Rollierung bzw. Sauberkeitsschicht	0,11 W/m²K
Beheizt - erdberührt F 40 (Seminar)	2 cm Industriparkett, Hohlboden mit 2,8 cm Trägerplatte h = 50 cm, Wärmedämmung Schüttung Sanopor 35 cm, 30 cm WU-Beton (lt. Statik), PE-Folie, Rollierung bzw. Sauberkeitsschicht	0,10 W/m²K
Beheizt - erdberührt F 41 (Foyer)	10 cm Ziegel im Mörtelbett, 2 cm Heizestrich Trockenbau, Hohlboden mit 2,8 cm Trägerplatte h = 50 cm, Wärmedämmung Schüttung Sanopor 35 cm, 30 cm WU-Beton (lt. Statik), PE-Folie, Rollierung bzw. Sauberkeitsschicht	0,11 W/m²K
Beheizt - erdberührt F 42 (Fitness)	4,5 cm Schwingboden (Staffel auf Dämmstreifen), Hohlboden mit 2,8 cm Trägerplatte h = 50 cm, Wärmedämmung Schüttung Sanopor 35 cm, 30 cm WU-Beton (lt. Statik), PE-Folie, Rollierung bzw. Sauberkeitsschicht	0,10 W/m²K
Beheizt - erdberührt F 43 (Foyer)	10 cm Ziegel im Mörtelbett, 2 cm Heizestrich, Hohlboden mit 2,8 cm Trägerplatte h = 130 - 170 cm, 35 cm Wärmedämmung Sanopor, PE-Folie, 30 cm WU-Beton (lt. Statik), PE-Folie, Rollierung bzw. Sauberkeitsschicht	0,10 W/m²K
Dächer:		
Extensives Gründach D10	10 cm Einschichtsubstrat, 1 cm Gummimatte, Abdichtung mehrlagig, 30 cm Wärmedämmung EPS W30, bituminöse Alu-Dampfsperre, 5 - 10 m Gefällebeton, 25 cm Stahlbetondecke (mit Bauteilaktivierung)	0,11 W/m²K

Gründach D11	(Lattenrost im Kiesbett im Terrassenbereich), 15 cm Substrat, Filtervlies, 5 cm Speicherschicht, 1 cm Gummimatte, Abdichtung mehrlagig, Vlies wurzelfest, 30 cm Wärmedämmung EPS W 30, bituminöse Alu-Dampfsperre, 5 - 10 cm Gefällebeton, 25 cm STB-Decke (mit Bauteilaktivierung)	0,11 W/m ² K
Transparente Bauteile:		
Fenster	3-fach Verglasung ($U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$) Holz-Alu - Rahmen ($U_f = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$)	$U_w = 0,966 \text{ W/m}^2\text{K}$
Glasdach Atrium	ESG-Glas G30, ($U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$), Alu-Rahmen ($U_f = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$)	$U_w = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$

Bei Passivhäusern sollen laut Passivhausinstitut Darmstadt die Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) von Außenwänden, Bodenplatten und Dachflächen bei mitteleuropäischen Klimaverhältnissen in einem Bereich zwischen 0,1 - 0,15 W/(m²K) liegen und werden beim Bürogebäude SOL4 für alle thermisch relevanten Bauteile eingehalten.

Der Wärmedurchgangskoeffizient von Passivhausfenstern U_w soll 0,8 W/(m²K) nicht überschreiten, um Wärmeverluste gering zu halten und behagliches Raumklima zu gewährleisten. Die transparenten Bauteile beim Bürogebäude SOL4 liegen hieretwas über diesen geforderten Wert.

4.5 Haustechnikkonzept

4.5.1 Heizung

Zur Abdeckung der Heizlast des Gebäudes dienen primär zwei umkehrbare Wasser-Wasser-Wärmepumpen, die im Sommer bei Bedarf auch zur Kühlung eingesetzt werden können (siehe Abbildung 5).

Technische Daten je Wärmepumpe:

- Hersteller: Axima
- Typ HRHN 091 / B
- Heizleistung: 17,4 kW
- Kühlleistung: 33,7 kW
- elektrische Leistungsaufnahme nominell: 10,3 kW



Abbildung 5: Wärmepumpe SOL4 [AEE INTEC]

4.5.2 Kühlung

Zur Kühlung des Gebäudes sind insgesamt drei Systeme vorgesehen:

Im Atrium des Gebäudes befindet sich eine Schwerkraftentlüftung mit Zu- und Abluftklappen (je 2,5 m²) am niedrigsten bzw. höchsten Punkt des Gebäudes. Über diese Schwerkraftentlüftung kann vor allem in kühleren Nachtstunden Wärme ohne zusätzlichen Energieeinsatz aus dem Gebäude abtransportiert werden.

In nach folgender Abbildung 6 sind die Klappen am höchsten Punkt des Atriums ersichtlich.



Abbildung 6: links: Schwerkraftentlüftung am höchsten Punkt des Gebäudes, rechts: Atrium des Gebäudes SOL4 [AEE INTEC]

Der überwiegende Anteil der notwendigen Kühlenergie wird über Erdsonden bereitgestellt. Dazu dienen ca. 560 lfm Bohrsonden, aufgeteilt auf 7 Bohrungen á 80 m.

Die über einen Solekreislauf gewonnene Erdreichenergie dient im Sommer der direkten Kühlung über Betonkernaktivierung (BKA) in den Decken des Gebäudes.

Zusätzlich war es Planungsgegenstand, dass kurzzeitige Kühllastspitzen im Kätemodus der umschaltbaren Wärmepumpen abgebaut werden.

4.5.3 Wärme- und Kälteverteilung

Als Verteilsysteme dienen ein Wasserrohrnetz, sowie Zu- und Luftrohrnetze. Über die Heizungsverteiler werden die Betonkernaktivierung der Büro- und Seminarräume, die Fußbodenheizung für den Fitnessbereich sowie die Heiz- bzw. Kühlregister der Lüftungsanlagen versorgt.

Zusätzlich wird über einen Verteilerstrang ein Kombispeicher zur Brauchwarmwassererzeugung gespeist, in den zusätzlich eine 36 m² große thermische Solaranlage eingebunden ist sowie ein elektrisch betriebener Heizstab als Backup-System.

4.5.4 Lüftung

Da das Gebäude in Bereiche unterschiedlicher Nutzung unterteilt werden kann (Büro, Seminar, Fitness), sind auch zonal unterschiedliche Anforderungen an den Luftwechsel gestellt.

Zur Einhaltung eines hygienischen Luftwechsels kommen daher 3 verschiedenen und separat steuerbare Lüftungsgeräte (semi-zentrales Lüftungskonzept) zum Einsatz, die entsprechend dem Passivhausstandard mit einer Wärmerückgewinnungseinheit ausgestattet sind:

- Zone „Büro“ mit 85 % Wärmerückgewinnung (Rotationswärmetauscher)

- Zone „Seminarräume“ mit 78 % Wärmerückgewinnung (Gegenstromplattenwärmetauscher)
- Zone „Fitness“ mit 78 % Wärmerückgewinnung (Gegenstromplattenwärmetauscher)

Die Lüftungsanlage für den Bürobereich ist nur während der Büro kernzeiten in Betrieb und zwischen 22:00 Uhr und 6:00 Uhr abgeschaltet.

Das Lüftungsgerät für den Fitnessbereich hingegen schaltet sich nur jeweils in der Früh und am Abend für je 2 Stunden ein, oder wenn die relative Raumluftfeuchtigkeit 80 % übersteigt.



Abbildung 7: Lüftungsanlage SOL4 [AEE INTEC]

Technische Daten Lüftung Büro:

- Hersteller: Heizbösch
- Volumenstrom: 5.525 m³/h
- Heizregister: 15,5 kW
- Kühlregister: 19,2 kW

Technische Daten Lüftung Seminar:

- Hersteller: Heizbösch
- Volumenstrom: 1.810 m³/h (ZUL) bzw. 1.740 m³/h (ABL)
- Heizregister: 4,0 kW
- Kühlregister: 12,9 kW

4.5.5 Photovoltaik- Anlage



Abbildung 8: Ansicht Fassade mit Photovoltaikmodulen [AEE INTEC]

An drei Fassadenflächen der Obergeschosse (Süd, West, Ost) wurden insgesamt 359 m² Photovoltaikfläche installiert (siehe Abbildung 8).

Der projektierete, jährliche Gesamtjahresstromertrag beträgt etwas über 17 MWh bei einer Gesamtnennleistung der Anlage von 28,05 kW_p.

4.5.6 Warmwasserbereitung

Die Warmwasserbereitung erfolgt im Durchlaufprinzip über rinnen liegende Wärmetauscherrohre in einem 2.500 Liter Kombispeicher.

Im unteren Drittel des Speichers speist eine 36 m² große thermische Solaranlage ein, sowie oberhalb ein Heizungsverteilkreis über eine Schichtladeeinheit, der von der Wärmepumpe versorgt wird. Der ganzjährige solare Deckungsgrad für das Brauchwarmwasser beträgt laut Auslegung 48 % [ARGE TQ]. Als Nach- bzw. Zusatzheizung dient ein elektrisches Nachheizregister mit 6 kW Leistung.

4.5.7 Elektroinstallationen

Die Regelung von Heizung, Lüftung und weiteren technischen Systemen des Gebäudes erfolgt über ein DDC-Bussystem der Firma Siemens.

4.5.8 Beleuchtungskonzept

Beim Entwurf des Gebäudes wurde darauf geachtet, dass für möglichst viele Bereiche des Gebäudes eine gute Tageslichtversorgung gewährleistet ist, um so Kosten und Energie für die künstliche Beleuchtung zu sparen.

Das Beleuchtungskonzept wird durch eine Lichtsteuerung komplettiert, die unter Berücksichtigung von Außenhelligkeit und Verschattung für angemessene Lichtqualität am Arbeitsplatz sorgt.

4.6 Messtechnikkonzept

Das Ziel der Messung ist die Erfassung und Überprüfung folgender Parameter:

- Gesamtprimär- und Endenergieverbrauch des Gebäudes
- Gesamtheizenergieverbrauch des Gebäudes
- Komfortparameter Raumtemperatur und CO₂ - Konzentration in den Büro- und Seminarräumen

Für die Erstellung geschlossener Energiebilanzen wurden folgende thermische und elektrische Energieströme gemessen:

- Gesamtstromverbrauch des Gebäudes
- elektrischer Energieverbrauch der Wärmepumpen
- elektrischer Energieverbrauch der Solepumpe zum Betrieb der Energiepfähle
- thermische Energie (Heizen und Kühlen) der Wärmepumpen
- thermische Energie (Kühlen) der Energiepfähle

Eine getrennte Erfassung des Energieverbrauches im Gebäude erfolgte für:

- Lüftungsstrom für den Bürobereich
- Technikstrom (Beleuchtung, EDV, diverse Pumpen...)
- diverse Stromverbraucher, für die ein Stromzähler vorhanden ist (Cafeteria bzw. Sozialbereich, Seminarräume, Fitnessbereich,...)

Für die Bestimmung des Behaglichkeitsparameters Temperatur und CO₂ - Konzentration, sowie des Wärmerückgewinnungsgrades der Lüftungsanlage, wurden die dafür notwendigen Messdaten aus dem vorhandenen Bussystem ausgelesen und ausgewertet.

Des Weiteren wurden für das Jahr 2008 folgende Klimadaten erfasst:

- Globalstrahlung auf horizontaler, sowie vertikaler Ebene
- Außentemperatur
- Außenfeuchte

Im Rahmen der messtechnischen Begleituntersuchung wurden anhand der vorhandenen Messdaten zusätzlich die Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpen sowie des gesamten Wärme-/Kälteabgabesystems ermittelt. Für die Lüftungsanlagen „Büro“ und „Seminar“ wurde außerdem die Fortluft-Wärmerückgewinnungszahl bestimmt.

Da der Warmwasserverbrauch hauptsächlich im Fitnessbereich zu verzeichnen ist, wird die Warmwasserbereitstellung und Verteilung im Monitoring nicht weiter berücksichtigt.

In nachfolgender Abbildung 9 ist das energie- und lüftungstechnische Konzept des Passivhaus-Bürogebäudes SOL4 dargestellt, sowie alle relevanten Messpunkte bzw. Messstellen schematisch angeführt.

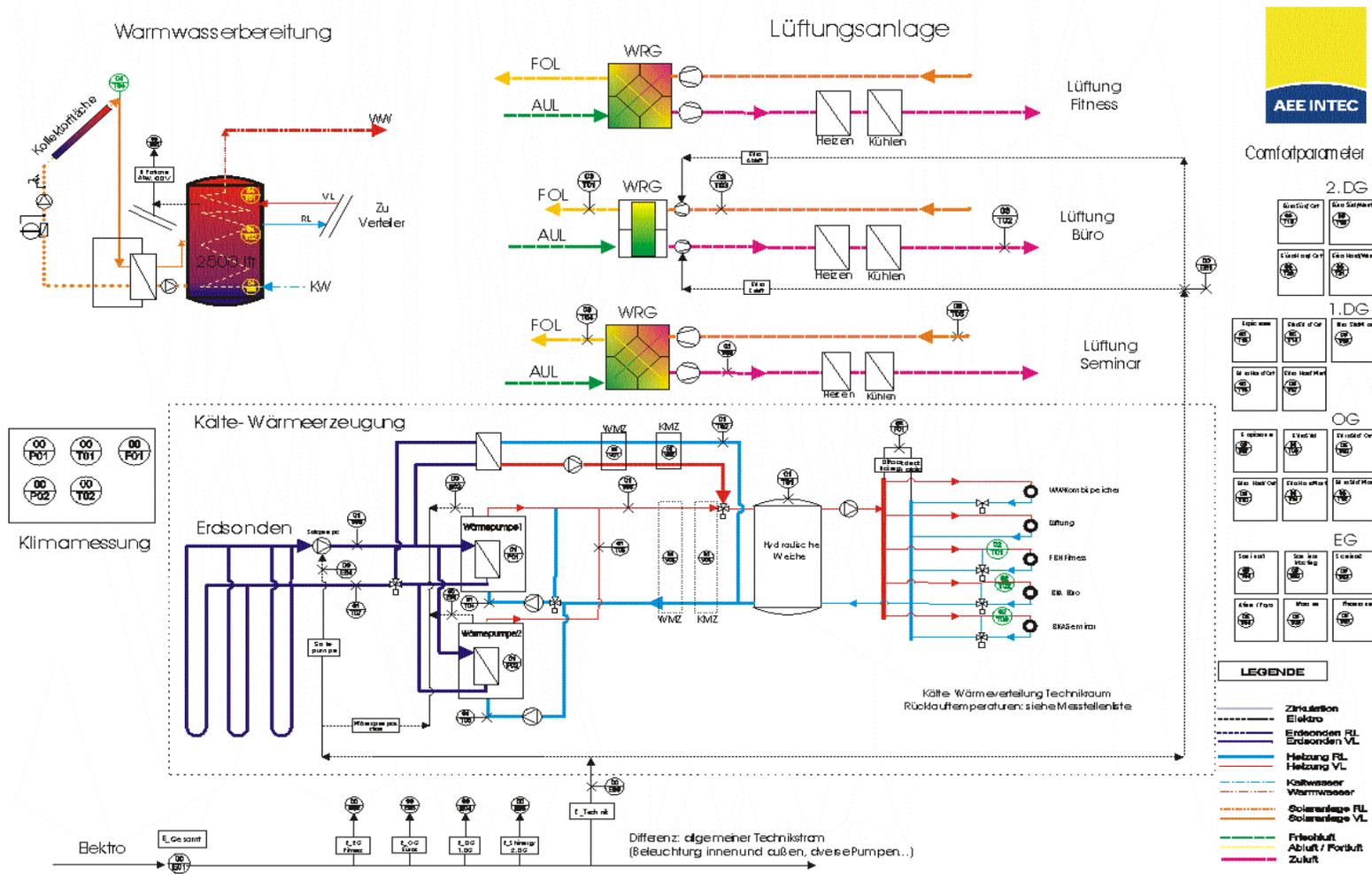


Abbildung 9: Messtechnikschemata Büro- und Seminarzentrum Eichkogel [AEE INTEC]

4.6.1 Messstellenliste

Nachfolgender Abschnitt gibt einen genauen Überblick über die eingesetzten Sensoren bezüglich technischer Daten sowie des Einbauortes.

In Tabelle 5 ist eine Aufstellung der eingesetzten Messgeräte und der erfassten Messgrößen ersichtlich.

Tabelle 5: Messstellenliste SOL 4 [AEE INTEC]

Meßgerät	Meßgröße	Klassifizierung	Bezeichnung	Bemerkung	Ort	Typ	Nr
Klimadaten							
Pyranometer	Globalstrahlung			Daten Tattendorf	00	P	01
Pyranometer	Globalstrahlung horizontal			Daten Roschegasse	00	P	02
Temperaturfühler	Außentemp.			aus DDC	00	T	01
Temperaturfühler	Außentemp.			aus DDC	00	T	02
Temperaturfühler	Außenfeuchte			aus DDC	00	F	01
Energieinput-Systemgrenze Bürogebäude							
E-Zähler	El.-Energie	Gesamtstrom	E_Gesamt	LOGGER 90011C	00	E	01
E-Zähler	El.-Energie	Fitness SV2 (EG)	E_EG	LOGGER IrDAN 900117	00	E	02
E-Zähler	El.-Energie	1. OG_Büros SV4	E_OG	LOGGER IrDAN 900106	00	E	03
E-Zähler	El.-Energie	1. DG SV5,6	E_DG	LOGGER IrDAN 900104	00	E	04
E-Zähler	El.-Energie	Shinergy SV7	E_Shinergy	LOGGER IrDAN 900102	00	E	05
E-Zähler	El.-Energie	Technikstrom_gesamt	E_Technik	eingebaut am 10.10.08 LOGGER 90011E	00	E	06
E-Zähler	El.-Energie	allg. Technikstrom	E_Allgem-Technik	Rechenwert			
E-Zähler	El.-Energie	Lüftung Büro_gesamt	E_Lueftung	eingebaut am 10.10.08 Lüftung_Büro_gesamt LOGGER 900121	00	E	61
E-Zähler	El.-Energie	Wärmepumpe 1	E_WP-1	eingebaut am 10.10.08 LOGGER 900122	00	E	62
E-Zähler	El.-Energie	Wärmepumpe 2	E_WP-2	eingebaut am 10.10.08 LOGGER 900120	00	E	62
E-Zähler	El.-Energie	Solepumpe	E_Sole	eingebaut am 10.10.08 LOGGER Tinytag / 27.1.2009: LOGGER IrDAN 900116 eingebaut	00	E	64
E-Zähler	El.-Energie	El_Heizstab	E_WW	WW Speicher	00	E	65
Wärmemengenzähler	Hydraul.Energie	Energiepfähle	WMZ_EP	aus DDC	00	V	01
Wärmemengenzähler	Hydraul.Energie	Energiepfähle	KMZ_EP	aus DDC	00	V	02
Wärmemengenzähler	Hydraul.Energie	Wärmepumpe	WMZ_WP	aus DDC	00	V	03
Wärmemengenzähler	Hydraul.Energie	Wärmepumpe	KMZ_WP	aus DDC	00	V	04
Kälte-/ Wärmeerzeugung							
Temperaturfühler	Temperatur	Temp. Hydr. Weiche		aus DDC	01	T	01
Temperaturfühler	Temperatur	VL Direktkühlung		aus DDC	01	T	02
Temperaturfühler	Temperatur	VL WP1		aus DDC	01	T	03
Temperaturfühler	Temperatur	RL WP1		aus DDC	01	T	04
Temperaturfühler	Temperatur	VL WP2		aus DDC	01	T	05
Temperaturfühler	Temperatur	RL WP2		aus DDC	01	T	06
Temperaturfühler	Temperatur	Eintritt Energiepfähle		aus DDC	01	T	07

Temperaturfühler	Temperatur	Austritt Energiepfähle		aus DDC	01	T	08
Differenzdruckmessung	Druckdifferenz	dp_Kondensator_WP1		aus DDC	01	P	01
Differenzdruckmessung	Druckdifferenz	dp_Kondensator_WP2		aus DDC	01	P	02
Kälte-/ Wärmeverteilung							
Temperaturfühler	Temperatur	VL-Temp_FBH-Fitness	Fitnessraum	aus DDC	02	T	01
Temperaturfühler	Temperatur	VL-Temp_BKA-Büro	BKA-Büro	aus DDC	02	T	02
Temperaturfühler	Temperatur	VL-Temp_BKA-Seminar	BKA-Seminar	aus DDC	02	T	03
Temperaturfühler	Temperatur	RL-Temp BKA01	Seminar1_EG	aus DDC	02	T	04
Temperaturfühler	Temperatur	RL-Temp BKA02	Seminar-Meeting_EG	aus DDC	02	T	05
Temperaturfühler	Temperatur	RL-Temp BKA04	Seminar2_EG	aus DDC	02	T	06
Temperaturfühler	Temperatur	RL-Temp BKA05	Atrium,Foyer_EG	aus DDC	02	T	07
Temperaturfühler	Temperatur	RL-Temp BKA06	Inforaum_EG	aus DDC	02	T	08
Temperaturfühler	Temperatur	RL_Temp FHK02.1	Atrium Nord EG	aus DDC	02	T	09
Temperaturfühler	Temperatur	RL_Temp FHK02.2	Atrium Süd EG	aus DDC	02	T	10
Temperaturfühler	Temperatur	RL-Temp BKA03	Fitness_EG	aus DDC	02	T	11
Temperaturfühler	Temperatur	RL-Temp FBH01	Nasszellen Fitness EG	aus DDC	02	T	12
Temperaturfühler	Temperatur	RL-Temp FHK03	Kopierraum 1.OG	aus DDC	02	T	13
Temperaturfühler	Temperatur	RL-Temp BKA10	Büro Süd 1.OG	aus DDC	02	T	14
Temperaturfühler	Temperatur	RL-Temp BKA11	Büro Süd-Ost 1.OG	aus DDC	02	T	15
Temperaturfühler	Temperatur	RL-Temp BKA09	Büro Nord-Ost 1.OG	aus DDC	02	T	16
Temperaturfühler	Temperatur	RL-Temp BKA07	Büro Nord-West 1.OG	aus DDC	02	T	17
Temperaturfühler	Temperatur	RL-Temp BKA08	Büro Süd-West 1.OG	aus DDC	02	T	18
Temperaturfühler	Temperatur	RL-Temp FHK04	Kopierraum 1.DG	aus DDC	02	T	19
Temperaturfühler	Temperatur	RL-Temp BKA15	Büro Süd-Ost 1.DG	aus DDC	02	T	20
Temperaturfühler	Temperatur	RL-Temp BKA14	Büro Süd-West 1.DG	aus DDC	02	T	21
Temperaturfühler	Temperatur	RL-Temp BKA12	Büro Nord-Ost 1.DG	aus DDC	02	T	22
Temperaturfühler	Temperatur	RL-Temp BKA13	Büro Nord-Ost 1.DG	aus DDC	02	T	23
Temperaturfühler	Temperatur	RL-Temp BKA19	Büro Süd-Ost 2.DG	aus DDC	02	T	24
Temperaturfühler	Temperatur	RL-Temp BKA18	Büro Süd-West 2.DG	aus DDC	02	T	25
Temperaturfühler	Temperatur	RL-Temp BKA16	Büro Nord-Ost 2.DG	aus DDC	02	T	26
Temperaturfühler	Temperatur	RL-Temp BKA17	Büro Nord-Ost 2.DG	aus DDC	02	T	27
Differenzdruckmessung	Druckdifferenz	dp_Verteiler	Heizungsverteiler	aus DDC	02	P	01
Lüftung							
Temperaturfühler	Temperatur	FOL_Büro	Büros	aus DDC	03	T	01
Temperaturfühler	Temperatur	ZUL_Büro	Büros	aus DDC	03	T	02
Temperaturfühler	Temperatur	ABL_Büro	Büros	aus DDC	03	T	03
Temperaturfühler	Temperatur	FOL_Seminar	Seminar	aus DDC	03	T	04
Temperaturfühler	Temperatur	ZUL_Seminar	Seminar	aus DDC	03	T	05
Temperaturfühler	Temperatur	ABL_Seminar	Seminar	aus DDC	03	T	06
Differenzdruckmessung	Druckdifferenz	dp_ZUL_Büro	Büros	aus DDC	03	P	01
Differenzdruckmessung	Druckdifferenz	dp_ABL_Büro	Büros	aus DDC	03	P	02
CO2- Fühler	CO2-Konzentration	CO2_Top1-Lüftung	Seminar	aus DDC	03	C	01
CO2- Fühler	CO2-Konzentration	CO2_Top2-BHK01	Fitness EG	aus DDC	03	C	02

CO2- Fühler	CO2-Konzentration	CO2_Seminar-BHK01	Fitness EG	aus DDC	03	C	03
CO2- Fühler	CO2-Konzentration	CO2_Top3-Lüftung	Seminar	aus DDC	03	C	04
Brauchwarmwasser							
Temperaturfühler	Temperatur	T_Speicher oben		aus DDC	04	T	01
Temperaturfühler	Temperatur	T_Speicher_mitte		aus DDC	04	T	02
Temperaturfühler	Temperatur	T_Speicher_unten		aus DDC	04	T	03
Temperaturfühler	Temperatur	Solarfühler		aus DDC	04	T	04
Comfortparameter							
Temperaturfühler	Temperatur	Raum-Temp BKA01	Seminar1_EG	aus DDC	05	T	01
Temperaturfühler	Temperatur	Raum-Temp BKA02	Seminar-Meeting_EG	aus DDC	05	T	02
Temperaturfühler	Temperatur	Raum-Temp BKA04	Seminar2_EG	aus DDC	05	T	03
Temperaturfühler	Temperatur	Raum-Temp BKA05	Atrium,Foyer_EG	aus DDC	05	T	04
Temperaturfühler	Temperatur	Raum-Temp BKA06	Inforaum_EG	aus DDC	05	T	05
Temperaturfühler	Temperatur	Raum-Temp BKA03	Fitness_EG	aus DDC	05	T	06
Temperaturfühler	Temperatur	Raum-Temp FHK03	Kopierraum 1.OG	aus DDC	05	T	07
Temperaturfühler	Temperatur	Raum-Temp BKA10	Büro Süd 1.OG	aus DDC	05	T	08
Temperaturfühler	Temperatur	Raum-Temp BKA11	Büro Süd-Ost 1.OG	aus DDC	05	T	09
Temperaturfühler	Temperatur	Raum-Temp BKA09	Büro Nord-Ost 1.OG	aus DDC	05	T	10
Temperaturfühler	Temperatur	Raum-Temp BKA07	Büro Nord-West 1.OG	aus DDC	05	T	11
Temperaturfühler	Temperatur	Raum-Temp BKA08	Büro Süd-West 1.OG	aus DDC	05	T	12
Temperaturfühler	Temperatur	Raum-Temp FHK04	Kopierraum 1.DG	aus DDC	05	T	13
Temperaturfühler	Temperatur	Raum-Temp BKA15	Büro Süd-Ost 1.DG	aus DDC	05	T	14
Temperaturfühler	Temperatur	Raum-Temp BKA14	Büro Süd-West 1.DG	aus DDC	05	T	15
Temperaturfühler	Temperatur	Raum-Temp BKA12	Büro Nord-Ost 1.DG	aus DDC	05	T	16
Temperaturfühler	Temperatur	Raum-Temp BKA13	Büro Nord-West 1.DG	aus DDC	05	T	17
Temperaturfühler	Temperatur	Raum-Temp BKA19	Büro Süd-Ost 2.DG	aus DDC	05	T	18
Temperaturfühler	Temperatur	Raum-Temp BKA18	Büro Süd-West 2.DG	aus DDC	05	T	19
Temperaturfühler	Temperatur	Raum-Temp BKA16	Büro Nord-Ost 2.DG	aus DDC	05	T	20
Temperaturfühler	Temperatur	Raum-Temp BKA17	Büro Nord-West 2.DG	aus DDC	05	T	21
Temperaturfühler	Temperatur	Temperatur 2.OG	freie Kühlung Atrium	aus DDC	05	T	22
Temperaturfühler	Temperatur	Temperatur Serverraum	Serverraum	aus DDC	05	T	23

In Tabelle 5 ist ersichtlich, dass eine Reihe der erforderlichen Messdaten bereits durch das ob jekteigene DDC- System erfasst werden. Zusätzlich erforderliche Stromzähler wurden in Form von Datenloggern nachträglich installiert.

4.6.2 Messdatenerfassung und -verarbeitung

Die Messdaten der Temperaturen im Heizungssystem, dem Lüftungssystem, sowie der einzelnen Raumtemperaturen wurden direkt aus dem DDC- System ausgelesen. Weiters konnten aus der DDC- Anlage die Zählwerte für den Energiebedarf aus der Wärme- und Kälteerzeugung (Wärmepumpen, Energiepfähle) extrahiert werden.

Im Rahmen dieses Projektes wurden die erforderlichen Messdaten aus der DDC extrahiert, via Modem über ermittelt und in ein für die Auswertung verwertbares Format konvertiert. Die Datenlogger wurden regelmäßig vor Ort ausgelesen.

5 Analyse der Messdaten

5.1 Einleitung

Der vorliegende Bericht umfasst die Auswertung des Gesamtstrom- und Heizenergieverbrauchs für die Jahre 2006 bis 2009, da seit der Inbetriebnahme im Jänner 2005 Daten zum Gesamtstromverbrauch aus Stromabrechnungen vorhanden sind, sowie die gespeicherten Zählerstände aus den Wärmemengenzählern der Energiepfehle und der beiden Wärmepumpen.

Die Auslesung der detaillierten Messdaten aus dem DDC-Bussystem der Firma Siemens startete erst am 07.12.2007. Als einziges vollständiges Messjahr für die Außen- und Innenraumklimadaten wurde im Bericht das Messjahr 2008 herangezogen und eine detaillierte Energiebilanzierung konnte ausschließlich für das Jahr 2009 durchgeführt werden.

Zusätzlich wurden aufgetretene Probleme anhand von Detailgrafiken dargestellt, deren Ursachen aufgezeigt und Verbesserungsvorschläge gemacht.

5.1.1 Umrechnung von Endenergieverbrauch auf Primärenergieverbrauch

Der Endenergieverbrauch des Gebäudes kann als Summe des Gesamtstromverbrauches dargestellt werden. Die Umrechnung von Endenergieverbrauch in Primärenergieverbrauch erfolgt über einen Faktor (Primärenergiefaktor PE), der sich im Falle von Strom an dem nicht regenerativen Strom-Mix gemäß PHPP orientiert:

- PE (nicht regenerativ) = 2,7 kWh_{PRIM}/kWh_{END}

5.1.2 Bereinigter Energieverbrauch

Der Energieverbrauch für Heizen, Lüften und Kühlen ist von verschiedenen Einflussfaktoren abhängig. Nicht beeinflussbar, jedoch wesentlich ist die Witterung.

Anders als bei den üblichen „Haus der Zukunft“ Projekten erfolgt für den vorliegenden Untersuchungsgegenstand die Bereinigung des Heizenergieverbrauches nicht über eine PHPP Berechnung mit gemessenen Klimadaten und mittleren Raumtemperaturen, sondern über die Heizgradtage für den Standort Mödling aus dem OIB-Klimadatenkatalog.

$$E_V = E_{vg} \cdot \frac{HGT_{12, \text{Mödling}}}{HGT_{12, \text{gemessen}}} \quad (\text{Glg.1})$$

Symbole:

E_V : bereinigter Energieverbrauch	[kWh]
E_{vg} : aus gemessener Energiemenge errechneter Endenergieverbrauch	[kWh]
$HGT_{12, \text{Mödling}}$: Heizgradtage Mödling (OIB Klimadatenkatalog)	[K·d/a]
$HGT_{12, \text{gemessen}}$: gemessene Heizgradtagzahl	[K·d/a]

Bei einer vergleichenden Gegenüberstellung der Ergebnisse aus diesem Bericht mit anderen „Haus der Zukunft“ Monitoringprojekten muss diese veränderte Klimabereinigung berücksichtigt werden.

5.1.3 Wetterdaten

Die in Abbildung 10 dargestellten Daten zeigen einen Vergleich des Standardwetterdatensatzes von Wien, der im Rahmen des EU-Projektes „Promotion of European Passive Houses (PEP)“ für die Verwendung im Passivhausprojektierungspaket (PHPP) festgelegt wurde, mit den im Rahmen dieses Projektes erhobenen Werten von 2008.

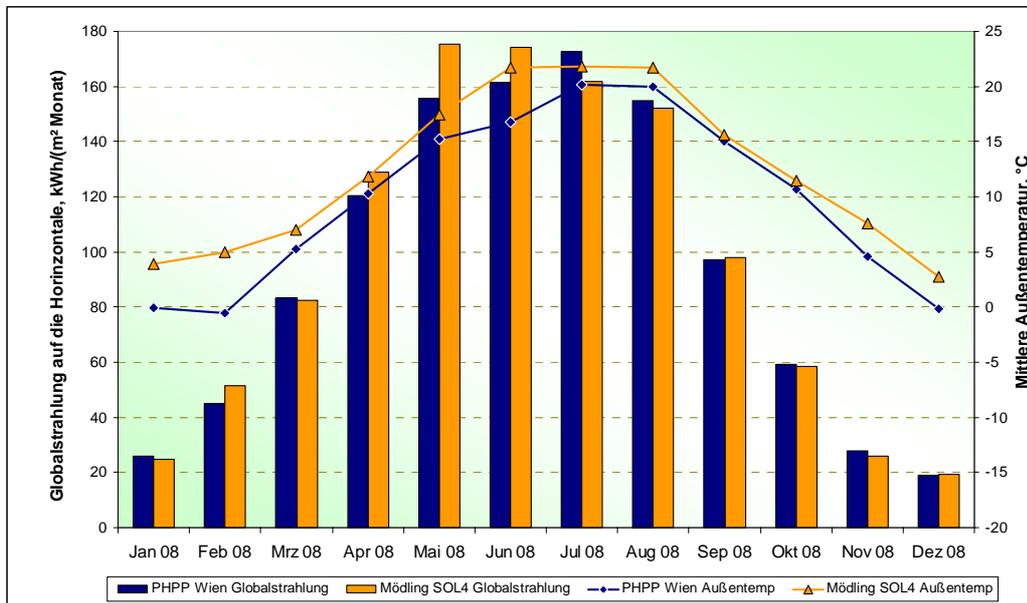


Abbildung 10: Vergleich Standardklimadaten Wien mit den Klimadaten in Mödling 2008 (Monatsmittelwerte)

In Abbildung 10 ist zu erkennen, dass die Außentemperaturen 2008 immer über dem langjährigen Durchschnitt des Referenzklimatensatzes (PHPP Wien) lagen.

Eine besonders starke Abweichung von der Referenztemperatur, mit bis zu fünf Grad Celsius über dem Durchschnitt trat in den Wintermonaten Jänner und Februar 2008 auf. Dieser Umstand wirkt sich positiv auf den Heizwärmeverbrauch des Gebäudes im Jahr 2008 aus.

Strahlungsreiche Wetterlagen mit wenig Bewölkung dürften für das deutliche Plus der Globalstrahlung in den Monaten April bis Juni 2008 verantwortlich sein. Die zweite Jahreshälfte verhält sich weitestgehend wie der langjährige Durchschnitt. Die folgende Tabelle 6 zeigt die Jahreswerte im Überblick.

Tabelle 6: Wetterdaten im Vergleich (Jahresmittelwerte) [PEP; AEE INTEC]

	Globalstrahlung hor. [$kWh/(m^2 a)$]	mittl. Außentemperatur [$^{\circ}C$]
PHPP Wien	1.122,6	9,8
Mödling SOL4 2008	1.113,0	10,8

Die gemessene, mittlere Außentemperatur in Mödling liegt 2008 um 1 °C über dem langjährigen Durchschnitt, während die Globalstrahlung im Jahresverlauf etwas darunter liegt.

Für die bereits erwähnte Bereinigung des Heizenergieverbrauches sind in nachfolgender Tabelle 7 die Norm-Wetterdaten gemäß OIB - Klimadatenkatalog den gemessenen Klimadaten bei einer Heizgrenztemperatur von 12 °C gegenübergestellt.

Tabelle 7: Wetterdaten Mödling [OIB; AEE Intec]

Quelle	HGT_{12}	HT_{12}	$\theta_{e,12}$	$\theta_{i,12}$	$I_{horizontal,12}$
	[K·d/a]	[D/a]	[°C]	[°C]	[kWh/m ²]
OIB - Referenzklimadatensatz	3.417	208	3,57	20,0	383
Messung SOL 4 2008	3.397	187	2,97	24,0	293

Gemessene Heizgradtage HGT im Jahr (in Abhängigkeit der mittleren Raum- und Außentemperatur sowie der Heizgrenztemperatur)
 Heiztage HT im Jahr
 Mittlere Außentemperatur θ_e in der Heizperiode
 Mittlere Raumtemperatur θ_i in der Heizperiode (nur Büro- und Seminarräume)
 Globalstrahlungssumme auf horizontale Fläche $I_{horizontal}$ in der Heizperiode

Gemäß Klimadatenkatalog des OIB treten in Mödling im Mittel 3.417 Heizgradtage ($HGT_{12/20}$) auf.

Im Vergleich dazu lag die messtechnisch ermittelte Heizgradtagzahl bei einer Heizgrenztemperatur von 12 °C und einer mittleren Raumtemperatur während der Heizperiode von 24 °C 2008 bei 3.894 Kd/a.

Für die Ermittlung der mittleren Innenraumtemperatur wurden ausschließlich Messdaten der Büros und Seminarräume während Büro-Betriebszeiten herangezogen.

5.2 Detailauswertungen Heiz- und Kühlverhalten

Auf den nachfolgenden Seiten wird auf Probleme aufmerksam gemacht, die im Rahmen des Monitorings identifiziert werden konnten und wenn möglich, werden Lösungsansätze präsentiert. Die vorliegenden Monitoringergebnisse wurden vom Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC) erstellt. In den nachfolgenden Kapiteln wird daher auf weitere Quellenangaben verzichtet.

5.2.1 Heiz - Kühlbetrieb der Wärmepumpen bzw. der Energiepfähle

Die Abd eckung des Hei zenergiebedarfs erfolgt grund sätzlich über die beiden Wärmepumpen, wobei jeweils eine oder beide in Betrieb sein können. Die Energiepfähle versorgen im Heizbetrieb die Verdampfer der Wärmepumpen mit Erdwärme auf einem Temperaturniveau zwischen 5 und 15 °C über einen Solekreislauf. Im elektrischen Verdichter der Wärmepumpen wird dieses Temperaturniveau dann auf die Heizungsvorlauftemperatur angehoben. Dem Untergrund wird durch diesen Vorgang Wärme entzogen.

Als Wärmeabgabesysteme dienen hauptsächlich die Betonkernaktivierung in den Büros und Seminarräumen, sowie eine Fußbodenheizung im Fitnessbereich. Ein geringerer Anteil des Heizwärmebedarfes kann durch die Erwärmung der Zuluft mittels Heizregister in den Lüftungsanlagen abgedeckt werden, wobei die Heizregister ebenfalls über einen eigenen hydraulischen Kreis von den Wärmepumpen gespeist werden.

Die aktive Kühlung im Sommer erfolgt einerseits durch die beiden Wärmepumpen im Kühlbetrieb, sowie zusätzlich über Energieabgabe zwischen dem Solekreis der Energiepfähle an den hydraulischen Kreis „Betonkernaktivierung“ (freie Kühlung). Hierbei wird die Kühlgrundlast sinnvollerweise über die freie Kühlung abgedeckt und sobald die Leistung nicht mehr ausreicht, gehen auch die Wärmepumpen in Betrieb. Zusätzlich befindet sich unterstützend zu diesen aktiven Kühlsystemen eine Schwerkraftentlüftung mit Zu- und Abluftklappen im Atrium (je 2,5 m²), am niedrigsten bzw. höchsten Punkt des Gebäudes.

Die einzelnen Phasen des Heiz- und Kühlbetriebes im Jahresverlauf haben großen Einfluss auf die Temperaturen der Sole am Eintritt in die Energiepfähle bzw. der möglichen Austrittstemperaturen nach Durchlaufen dieser Erdreichabsorber. Die Soletemperaturen korrelieren einerseits mit der mittleren Außentemperatur und zusätzlich wird das Erdreich je nach Betriebsmodus der Wärmepumpen abgekühlt (Heizmodus) oder erwärmt (Kühlmodus).

Bei einem einwandfreien Regelungskonzept des Wärmepumpensystems sollten diese Betriebsmodi so genutzt werden können, dass das Erdreich unter dem Gebäude wie ein saisonaler Speicher wirkt, der im Sommer (Kühlbetrieb) erwärmt und im Winter (Heizbetrieb) abgekühlt wird.

Nachfolgende Abbildung 11 zeigt die Temperaturen der Sole am Ein- und Austritt der Energiepfähle im Jahresverlauf für das Jahr 2008.

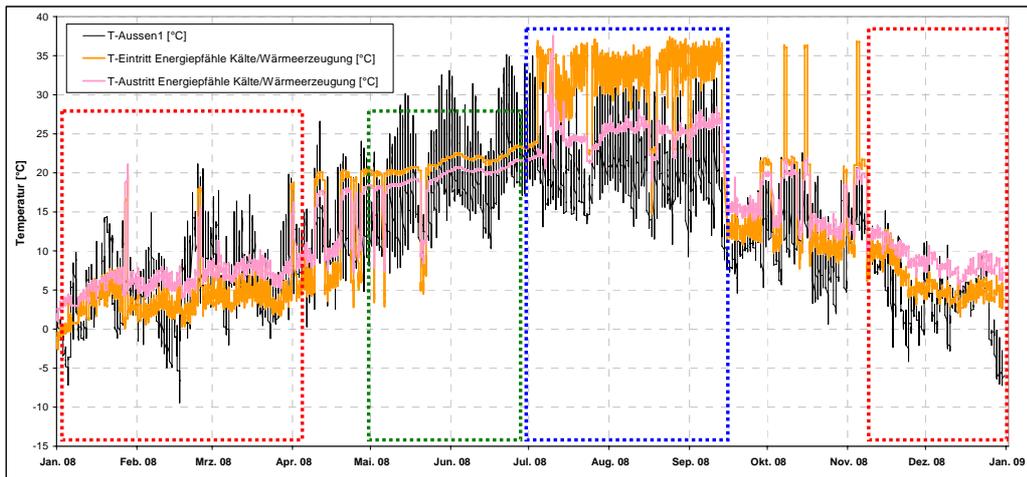


Abbildung 11: Temperaturen im Solekreislauf (Stundenmittelwerte) für das Jahr 2008

Während der Heizperiode (rot hervorgehoben) wird dem Erdreich über den Solekreislauf Wärme für den Betrieb der Wärmepumpe entzogen, das Erdreich wird also abgekühlt. Die Austrittstemperatur der Sole (Abbildung 11: T-Austritt Energiepfähle Kälte/Wärmeerzeugung) aus den Energiepfählen ist höher als die Eintrittstemperatur (Abbildung 11: T-Eintritt Energiepfähle Kälte/Wärmeerzeugung).

In den ersten Sommermonaten steht dann die dieser abgekühlte Untergrund für die freie Kühlung des Gebäudes mittels Betonkernaktivierung zur Verfügung. Der Solevortrag (Abbildung 11: T-Austritt Energiepfähle Kälte/Wärmeerzeugung) kühlt direkt über einen Plattenwärmetauscher den Heizungsverteilkreis. Durch den Abtransport der Kühllast des Gebäudes über den Solekreislauf erwärmt sich allerdings der Untergrund wieder langsam (grün hervorgehoben), was an den steigenden Temperaturen der Sole erkennbar ist. Die Austrittstemperatur der Sole aus den Energiepfählen bewegt sich bei rund 17 - 19 °C im April und erreicht bereits im Juni 20 - 21 °C.

Spätestens wenn die Austrittstemperatur der Sole aus dem Untergrund die mittleren Raumtemperaturen des Gebäudes (20 - 22 °C) erreicht, kann aufgrund des geringen Temperaturgefälles über die sanfte Kühlung keine Energie mehr abgeführt werden und die Wärmepumpe geht im Kältemodus in Betrieb (blau hervorgehoben).

Während des Kältemodus wird die überschüssige Energie am Kondensator der Wärmepumpe über die Energiepfähle bzw. den Solekreislauf mit einer Temperatur zwischen 30 °C und 35 °C rückgekühlt, der Untergrund wird also weiter erwärmt. In der neuen Heizperiode steht dann diese erhöhte Temperatur des Untergrundes wiederum für den Betrieb der Wärmepumpe zur Verfügung und kann so effizient genutzt werden.

Aufgetretene Probleme:

Vor allem zu Übergangszeiten, wie etwa im April oder Oktober 2008 zeigt das derzeitige Regelkonzept des Systems Mängel, was sich durch häufiges Takteln (Einschaltbetrieb) der Wärmepumpen bemerkbar macht bzw. teilweise auch durch ein Umschalten zwischen Heiz- und Kühlbetrieb innerhalb kurzer Zeitabstände.

Ein solches Ereignis zeigt die nachfolgenden Abbildungen während einer Woche im Oktober 2008.

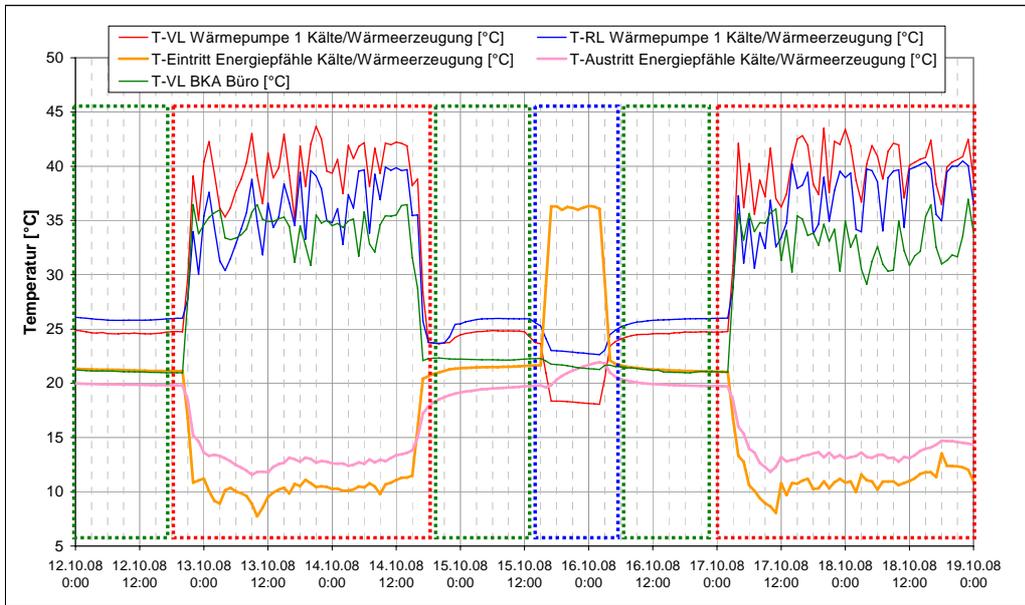


Abbildung 12: Systemtemperaturen Wärme/Kälteerzeugung, 13.10.2008-20.10.2008 (Stundenmittelwerte)

Das Gebäude wird am 13.10 und 14.10 durchgehend beheizt, was an den hohen Vorlauftemperaturen der Wärmepumpe 1 (T-VL Wärmepumpe 1 Kälte/Wärmeerzeugung) sowie an den niedrigen Eintrittstemperaturen der Sole in die Energiepfähle erkennbar ist (rote Markierung).

Es folgt ein Kühlbetrieb am 15.10.2008 und 16.10.2008, wobei vorerst nur über den Solekreislauf gekühlt wird (sanfte Kühlung – grüne Markierung) anschließend mit der Wärmepumpe im Kältemodus (blaue Markierung) und danach wieder nur über die sanfte Kühlung (grüne Markierung). Am 17.10.2008 nimmt die Wärmepumpe schließlich wieder den Heizbetrieb auf (rote Markierung).

Die zugehörigen Systemtemperaturen der Heizungsverteilkreise in den einzelnen Büros zeigen, dass die träge Speichermasse des Wärmeabgabesystems innerhalb einer Woche abwechselnd be- und entladen wird (siehe Abbildung 13).

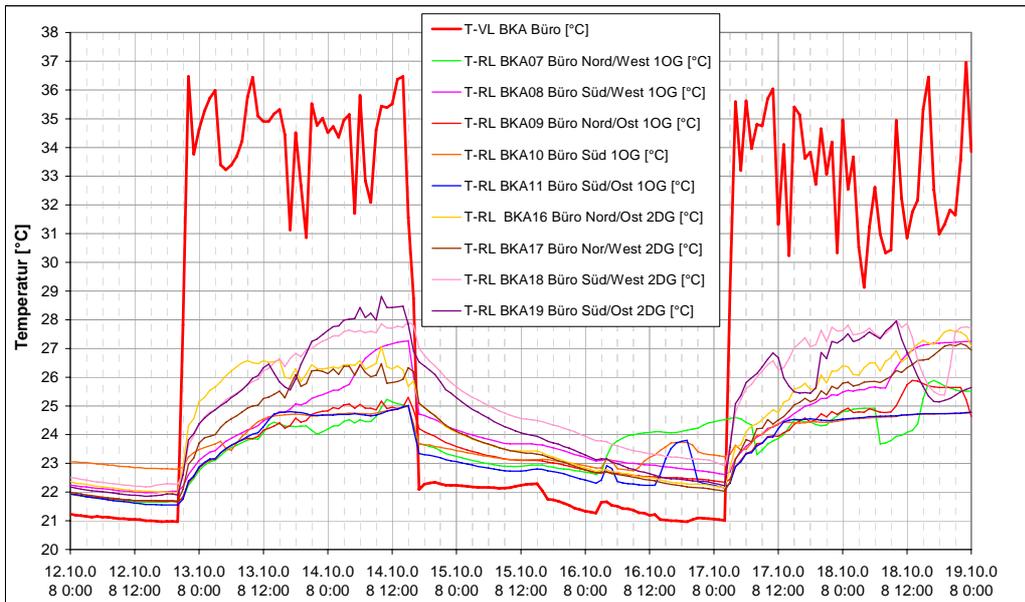


Abbildung 13: Systemtemperaturen Wärme/Kälteverteilung, 13.10.2008-20.10.2008 (Stundenmittelwerte)

Im Heizmodus steigen die Vorlauftemperaturen (hier dargestellt für den Verteiler „Büro“: T-VL BKA Büro), sowie die Rücklauftemperaturen stetig, jedoch nur mit etwa 2 °K je 12 Stunden an. Umgekehrtes gilt für den Kühlbetrieb, der etwa von 14.10.2008 18:00 Uhr bis 17.10.2008 03:00 Uhr andauert. Die Gebäudemasse reagiert sogar noch träger auf den Kühlbetrieb als auf den Heizbetrieb.

Tatsächlich hat der alternierende Betrieb der Wärmepumpen nur geringe Auswirkungen auf die Raumtemperaturen in den Büros, wie in Abbildung 14 in der Zeit zwischen 12.10.2008 00:00 Uhr bis 16.10.2008 12:00 ersichtlich.

Einen größeren Einfluss auf die Raumtemperaturen haben passiv solare Energieeinträge, die vor allem über transparente Bauteile in das Gebäude gelangen und somit aufheizen (siehe Abbildung 14, rote Markierung), sowie eine Abkühlung während der Nacht bei Fensterlüftung (siehe Abbildung 14, schwarze Markierung).

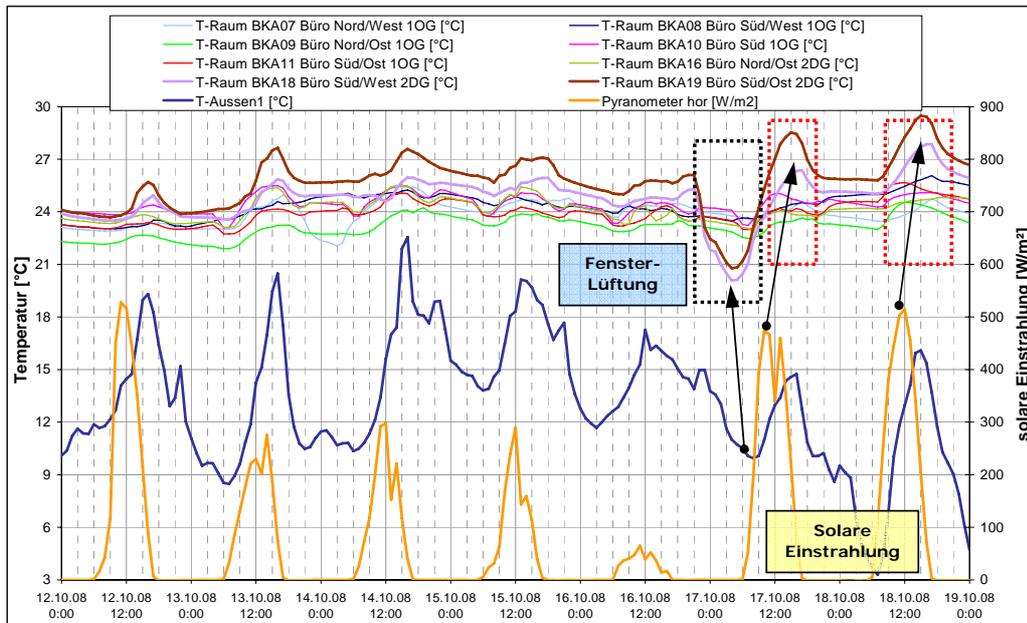


Abbildung 14: Raumtemperaturen Büros und Außenklima, 13.10.2008-20.10.2008 (Stundenmittelwerte)

Bei den gegebenen außenklimatischen Bedingungen (Außentemperatur und solare Einstrahlung auf horizontaler Ebene) wäre der in Abbildung 12 dargestellte Kühlbetrieb nicht erforderlich, da die Außentemperatur durchwegs unterhalb der Raumtemperaturen liegt. Durch richtiges Benutzerverhalten wäre es möglich, auch ohne aktive Kühlung eine Überhitzung in den Büros zu vermeiden:

- Fensterlüftung in der Nacht (siehe Abbildung 14 – Fensterlüftung)
- Schwerkraftlüftung im Atrium

Auch das neuerliche Umschalten der Wärmepumpen in den Heizbetrieb am 17.10.2008 (siehe rote Markierung Abbildung 12) ist nicht erforderlich, da die Raumtemperaturen durchwegs um und über 25 °C liegen.

Durch die Kombination des Heizbetriebes mit passiv solaren Einträgen kommt es in den beiden Büros des 2.Dachgeschosses (BKA18 und BKA19) sogar zu Raumtemperaturen von knapp unter 30 °C (siehe rote Markierungen Abbildung 14).

Empfehlungen:

Kommentar [F1]: Waldemar
: bitte durchsehen!!

Da keine genauen Angaben zur Regelstrategie des Heiz- und Kühlsystems vorliegen, können an dieser Stelle nur grundsätzliche Empfehlungen zum Betrieb der umkehrbaren Wärmepumpen in Kombination mit einem Bodenabsorber (Energiepfähle) gegeben werden:

- Während der Heizsaison erfolgt ein Abkühlen des Untergrundes durch den Betrieb der Wärmepumpe. Ein Kühlbetrieb der Wärmepumpe mit neuerlicher Beladung des Untergrundes mit Rückkühlenergie ist vor allem im ersten Jahresdrittel zu vermeiden, da sich der Untergrund dadurch wieder erwärmt und die anschließende Kühlung den Solekreislauf in den darauffolgenden Monaten negativ beeinträchtigt.
- Um die anschließende Kühlung möglichst lange Nutzen zu können und elektrische Energie im Wärmepumpenbetrieb einzusparen, soll auf eine Nachtabsenkung im Gebäude mittels Fensterlüftung sowie auf die Schwerkraftlüftung im Atrium geachtet werden. Zusätzlich ist eine Verschattung von südlich ausgerichteten Fensterflächen wichtig.
- Aufgrund der trägen Wärmeabgabesysteme und der großen Speichermassen im Gebäude ist häufiges Takten der Wärmepumpen bzw. ein kurzfristiger Umschaltbetrieb zwischen Heizen und Kühlen zu verhindern. Durch einen solchen nicht optimalen Betrieb vermindert sich die Arbeitszahl der Wärmepumpen sehr stark. Vor allem in den Übergangsmonaten zwischen Frühling und Sommer bzw. Herbst und Winter sollte hier der Regelalgorithmus optimiert werden.
- Bei der Beladung des Warmwasserkombispeichers während der Sommermonate im Kühlbetrieb der Wärmepumpe ist darauf zu achten, dass zur Abdeckung der Spitzenlasten der elektrische Heizstab Vorrang vor einer Beladung mittels Wärmepumpe hat.

Auskühlverhalten des Gebäudes

Nachfolgende Abbildung 15 zeigt die Temperaturen in den einzelnen Büroräumlichkeiten gegenüber der Außentemperatur in der zweiten Dezemberhälfte 2007 und soll das Verhalten der Raumtemperaturen bei nicht vorhandenem Heizbetrieb (Weihnachtsfeiertage) und tiefen Außentemperaturen darstellen.

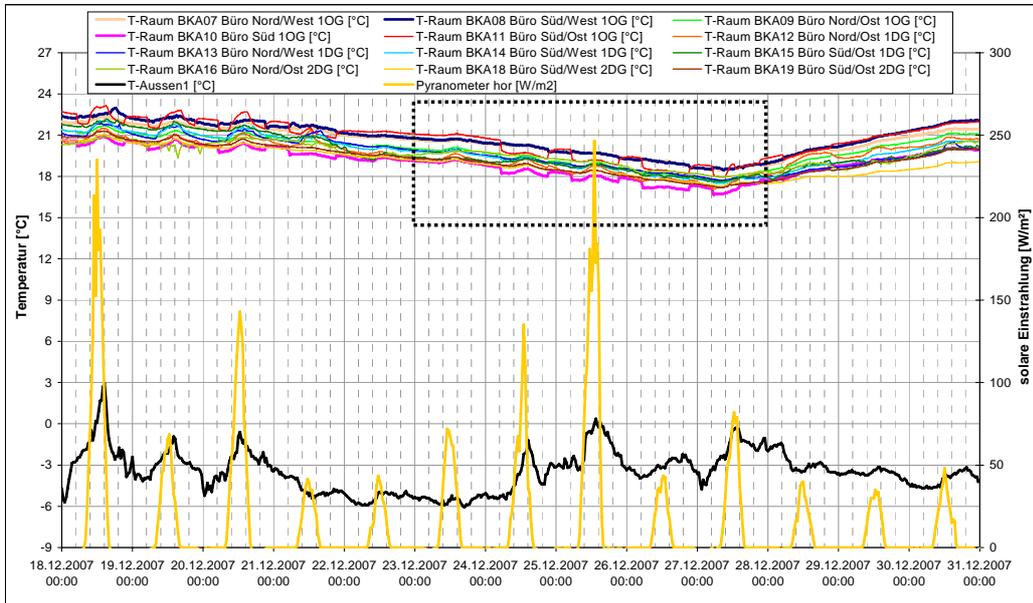


Abbildung 15: Raumtemperaturen Büro und Außenklima von 18.12.2007 – 31.12.2007 (Stundenmittelwerte)

Bei Regelbetrieb des Büros (18.12 – 22.12) liegt die Raumtemperatur im Mittel oberhalb von 21 °C und sinkt aufgrund des hohen Dämmstandards des Gebäudes auch bei Außentemperaturen von 0°C bis -6 °C innerhalb von 5 Tagen (23.12 – 27.12) nicht unter 18 °C ab (siehe schwarze Markierung Abbildung 15).

In der Zeit von 23.12 .2008 bis 27. 12.2008 war die Heizung des Gebäudes nicht in Betrieb, da alle gemessenen Temperaturen im Erzeugungs- und Verteilsystem dasselbe Abkühlverhalten zeigen, wie das Gebäude selbst (siehe Abbildung 16).

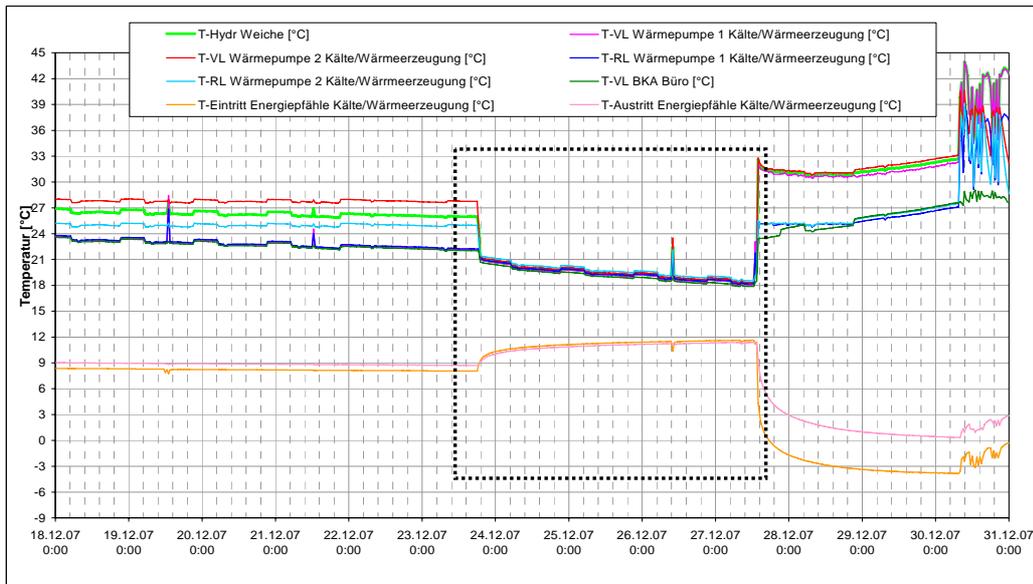


Abbildung 16: Systemtemperaturen Wärme- / Kälteerzeugung von 12.12.2007 - 30.12.2007 (Stundenmittelwerte)

Das sel bst bei me hrtägigem Ab senkbetrieb der Heizung (siehe schwarz e Markierung Abbildung 16) die Raumtemperaturen a uf hohem Niveau verb leiben zeigt, d ass durch eine Ver änderung der Regelstrategie ei n sehr großes Potenzial zu r Betriebskosteneinsparung besteht.

5.3 Komfortparameter

Bei der Beurteilung von Komfortparametern spielen vor allem die CO₂-Belastung, Temperaturen (Lufttemperatur, Oberflächentemperatur der Umfassungsflächen), die Luftfeuchtigkeit, die Luftgeschwindigkeit und die Wirkung dieser Einflussfaktoren auf den Menschen eine Rolle.

Im Rahmen des Monitorings wird nacheinander auf die Komfortparameter Raumtemperatur und CO₂-Konzentration in den Büro- und Seminarräumen während der Regelarbeitszeit eingegangen.

5.3.1 Raum- und Außenklimadaten

Abbildung 17 zeigt den Verlauf der Tagesmittelwerte der Raumtemperaturen und der Außentemperatur, sowie die Globalstrahlungsenergie auf die horizontale Fläche für das Messjahr 2008.

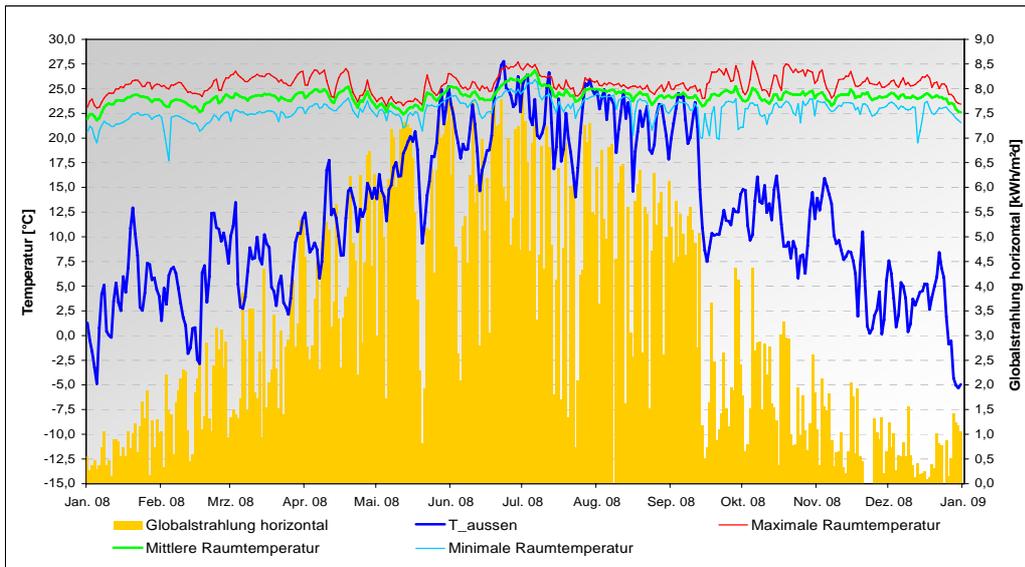


Abbildung 17: Raum- und Außenklimadaten SOL 4 2008 (Tagesmittelwerte)

Die Raumtemperaturen im Bürogebäude lagen während der Heizperiode im Tagesmittel bei 24 °C und in der übrigen Zeit geringfügig höher bei etwa 24,5 °C. Die über den Tag gemittelten Werte liegen also über das Jahr gesehen in einem behaglichen Bereich, allerdings kommt es in einzelnen Stunden des Jahres vor allem in den südlich ausgerichteten Räumlichkeiten des Gebäudes zu Temperaturen auch oberhalb von 26 °C.

In nachfolgender Abbildung 18 sind die Stundenmittelwerte der Raumtemperaturen der vermessenen Büroräume wochentags zwischen 8 und 17 Uhr in Abhängigkeit der Außentemperatur für das Messjahr 2008 dargestellt.

Die orange hinterlegte Fläche zeigt hierbei das Behaglichkeitsfeld nach ISO 7730 für den Parameter Raumtemperatur.

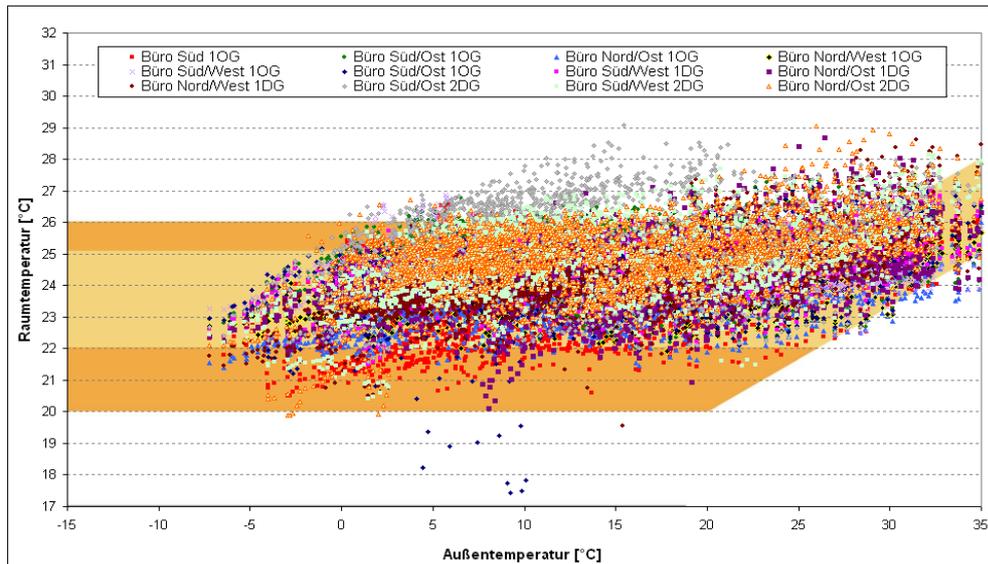


Abbildung 18: Verteilung der mittleren Raumtemperaturen in den Büros als Funktion der Außentemperatur (Stundenmittelwerte während Bürozeiten)

In Abbildung 18 kann man erkennen, dass die Raumtemperaturen in den Büros während kalter Witterung ($< 5\text{ °C}$) durchwegs im behaglichen Bereich liegen. Temperaturen unter der Behaglichkeitsgrenze von 20 °C kommen in keinem erwähnenswerten Umfang vor.

Erhöhte Innenraumtemperaturen treten vor allem im 2. Dachgeschoss, im Büro Süd/Ost, bereits bei tiefen Außentemperaturen ab 5 °C auf. Bei Außentemperaturen über 20 °C kommt es entgegen der zu erwartenden hohen Raumtemperaturen eines Bürogebäudes aufgrund hoher innerer Lasten kaum zu Überhitzung.

Abbildung 19 zeigt im Vergleich zu den Büroräumen die Stundenmittelwerte der Raumtemperaturen der Seminarräume für das Messjahr 2008.

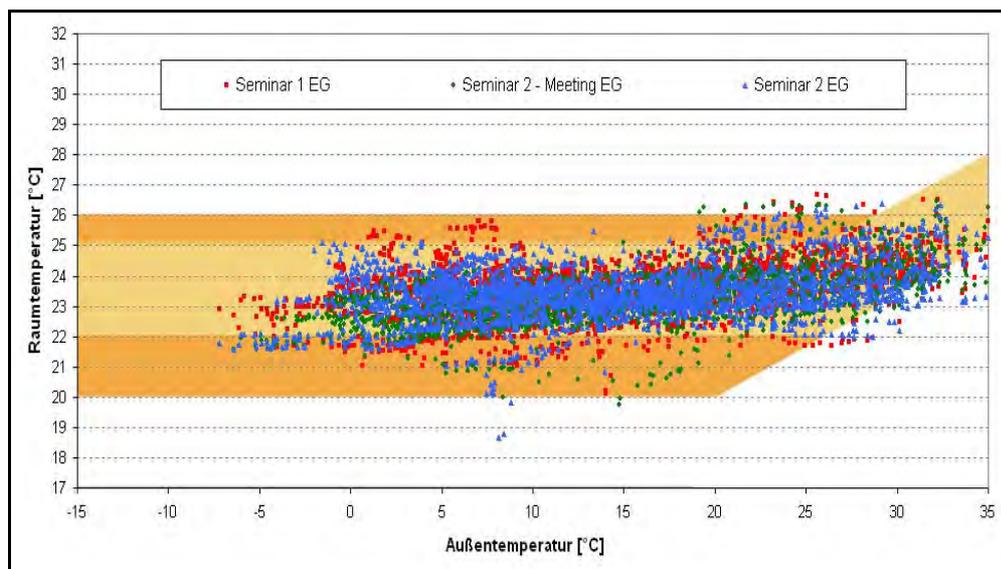


Abbildung 19: Verteilung der mittleren Raumtemperaturen in den Seminarräumen als Funktion der Außentemperatur (Stundemittelwerte während Bürozeiten)

Es ist zu erkennen, dass in allen 3 Seminarräumen die Raumtemperaturen konstant im behaglichen Temperaturbereich liegen.

Selbst bei hohen Außentemperaturen kommt es zu keinen erwähnenswerten Übertemperaturen von über 26 °C und auch bei niedrigen Außentemperaturen liegen die Raumtemperaturen über 20 °C. Dies ist einerseits auf die weniger starke Nutzung der Räumlichkeiten und andererseits auf die günstige Lage der Seminarräume im Erdgeschoss zurückzuführen.

Nachfolgende Abbildung 20 zeigt einen Vergleich der wichtigsten Temperaturkenngrößen für das Büro- und Seminargebäude SOL4 in Mödling im Messjahr 2008.

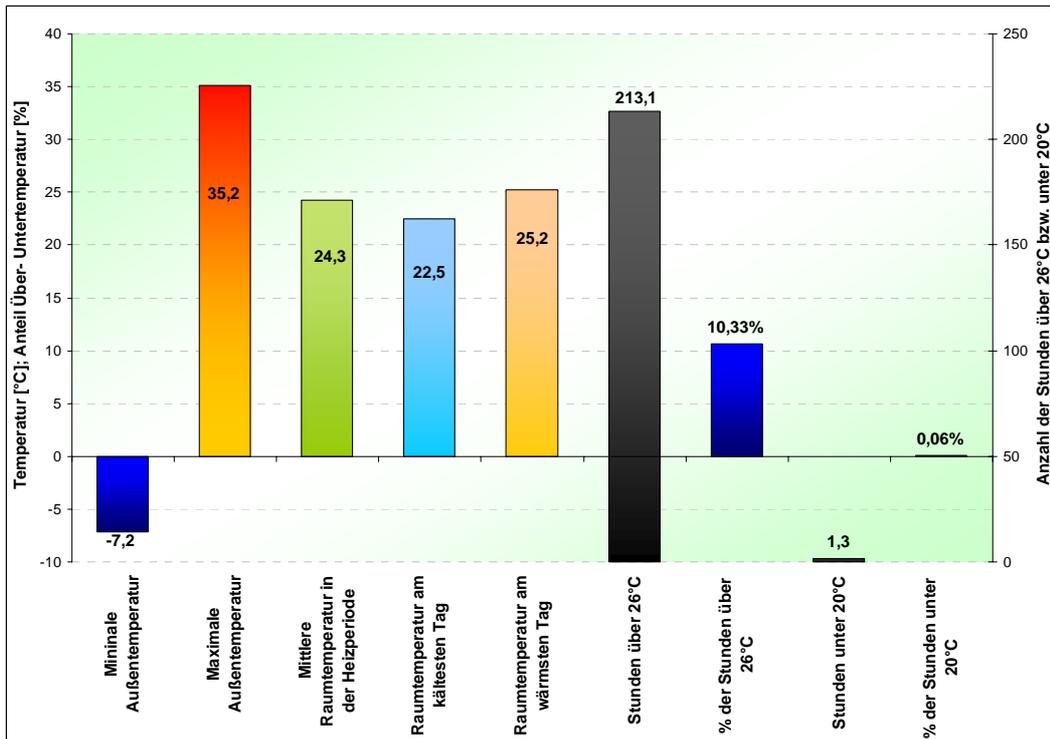


Abbildung 20: Übersicht über die gemessenen Temperaturdaten in den Büroräumen (Stundenmittelwerte während Bürozeiten)

Am wärmsten Tag während des Messjahres (05.09.2008) mit einer Außentemperatur von über 35 °C, lag die über alle vermessenen Büroräume gemittelte Raumtemperatur bei 25,2 °C. Die tiefste Außentemperatur im Messjahr 2008 wurde am 30.12.2008 um 8:00 Uhr morgens mit -7,2 °C gemessen. Die über alle Büroräumlichkeiten gemittelte Raumtemperatur betrug zu diesem Zeitpunkt 22,5 °C.

In der gesamten Heizperiode betrug die gemittelte Raumtemperatur 24 [°C] (Stundenmittelwerte, Heizgrenztemperatur: 12 °C).

Gemäß den Innenraumtemperaturen während der Heizperiode kann man also davon ausgehen, dass die Heizlast des Gebäudes zu jedem Zeitpunkt durch das Heizungssystem bzw. dem Wärmeabgabesystem (kontrollierte Wohnraumlüftung, Betonkernaktivierung) abgedeckt werden kann.

Insgesamt befand sich die mittlere Raumtemperatur 2008 213,1 Stunden über 26 °C. Dies entspricht rund 10,3 % der Jahresgesamtbetriebsstunden des Büro- und Seminargebäudes.

Die Zeit mit Raumtemperaturen unter 20 °C beläuft sich auf lediglich 1,2 Stunden, ist also vernachlässigbar gering.

Abbildung 21 zeigt die geordneten Raumtemperaturverläufe der einzelnen vermessenen Büros des Büro- und Seminargebäudes SOL4. Die Raumtemperaturen sind hier nach der Häufigkeit ihres Auftretens geordnet dargestellt. Weisensind die Behaglichkeitsobergrenze von 26 °C und die Behaglichkeitsuntergrenze von 20 °C eingezeichnet.

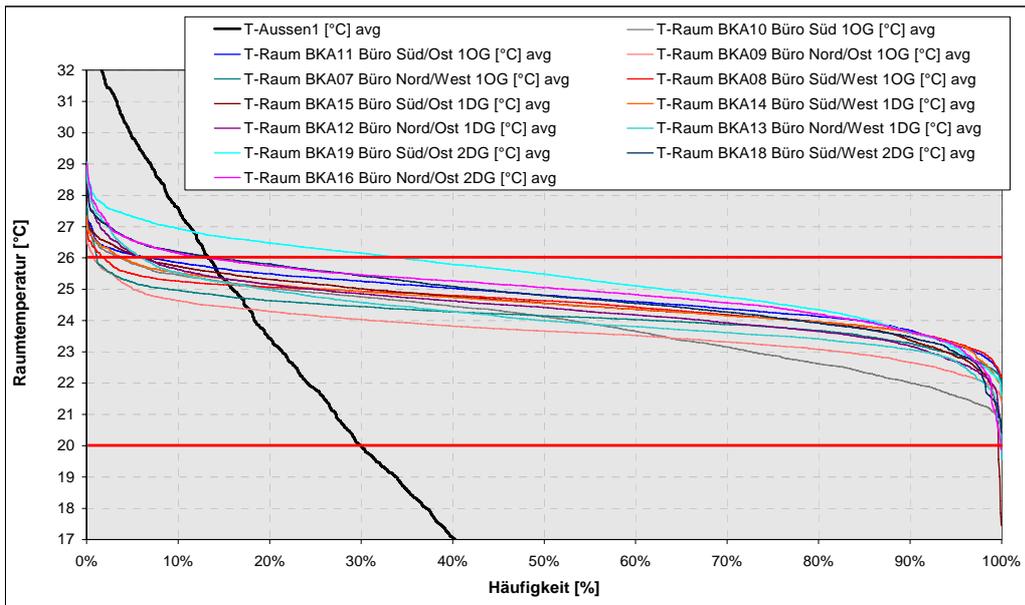


Abbildung 21: geordneter Raumtemperaturverlauf in den vermessenen Büros (Stundenmittelwerte 2008 während Bürozeiten)

Vor allem im Büro Süd/O st im 2. Dachgeschoss treten häufiger Temperaturen oberhalb von 26 °C auf. Rund 34 % der in diesem Büro gemessenen Raumlufttemperaturwerte haben 2008 die Behaglichkeitsobergrenze überschritten. In den Büros Nord/Ost, sowie Süd/West im 2. Dachgeschoss waren es rund 26 %.

In den übrigen Büros liegt die Häufigkeit des Auftretens von Raumlufttemperaturen über 26 °C zwischen rund 6,4 % und 0,6 %. Zu Raumtemperaturen von über 28 °C in den Büroräumlichkeiten kommt es nur mit einer Häufigkeit zwischen 0,17 % und 0,75 %.

Empfehlungen:

Die Raumtemperaturen in den Büros liegen im Stundenmittel 2008 größtenteils im behaglichen Bereich. Sommerliche Überhitzung tritt vor allem bei den südlich ausgerichteten Büroräumlichkeiten schon bei geringen Außentemperaturen auf. Grund hierfür sind neben den inneren Lasten vor allem passiv solare Einträge über die transparenten Bauteile. Um diese Überhitzung zu vermeiden ist auf angemessenes Benutzerverhalten (Verschattung, keine Fensterlüftung am Tag bei hohen Außentemperaturen, Nachtabenkung) zu achten.

Die mittleren Raumtemperaturen während der Heizperiode liegen durchwegs im behaglichen Bereich. Mit einer durchschnittlichen Raumtemperatur von 24 °C wäre sogar noch eine Verminderung der durchschnittlichen Raumtemperaturen um bis zu 4 °C und einer damit einhergehenden Betriebskosteneinsparung für das Heizungssystem denkbar.

5.3.2 Raumluftqualität

Die Raumluftqualität umfasst alle nicht-thermischen Aspekte der Raumluft, die Einfluss auf Wohlbefinden und Gesundheit der Menschheit haben. Der Raumnutzer hat zwei Forderungen an die Raumluft:

- Die Luft soll frisch und angenehm, nicht abgestanden, muffig oder stickig empfunden werden,
- die Luft soll kein Gesundheitsrisiko darstellen.

Für das Büro - und Seminargebäude SOL4 wurde die Raumluftqualität im Rahmen des Monitorings vor allem über den CO₂-Gehalt bewertet. Der CO₂-Gehalt in Gebäuden (angegeben in ppm) wird durch eine Reihe von Faktoren wie Personenanzahl, Luftwechsel, Aktivitätsgrad, etc. beeinflusst und ist ein guter Indikator für die Raumluftqualität. Der Wert von 1000 ppm bzw. 0,1 Vol.-% stellt einen empfohlenen oberen Grenzwert dar, der auf Untersuchungen von Max von Pettenkofer zurückgeht. DIN 1946, Teil 2 nennt eine maximale Konzentration von 1500 ppm oder 0,15 Vol.-%.

Das Kohlendioxid selbst ist bei der Konzentration von 0,15 Vol.-% physiologisch und toxikologisch unbedenklich, bei längerer Einwirkung können allerdings Müdigkeit und Kopfschmerzen die Folge sein. Der MAK-Wert liegt bei 5000 ppm.

Beim Büro- und Seminargebäude SOL4 schwankt der CO₂-Gehalt je nach Personenbeladung zwischen 500 ppm und über 2.000 ppm (maximaler Messbereich des CO₂-Fühlers liegt bei 2000 ppm – die maximal aufgetretene Konzentration konnte daher nicht bestimmt werden).

Abbildung 22 und Abbildung 23 sollen den Zusammenhang zwischen Personenbeladung und CO₂-Gehalt in der Luft veranschaulichen.

In den Seminarräumen kommt es aufgrund erhöhter interner Lasten (z.B. während Meetings) zu einer Erhöhung der Raumtemperaturen sowie der CO₂-Konzentrationen. Die Temperaturschwankungen sind in Abbildung 22 farblich markiert, die entsprechenden Spitzen in der CO₂-Konzentration werden in Abbildung 23 hervorgehoben.

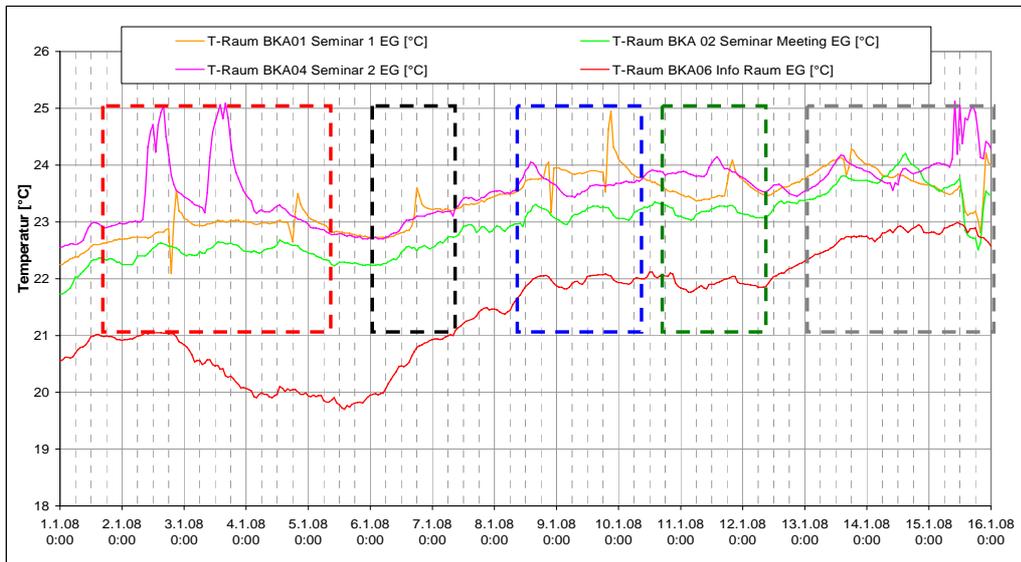


Abbildung 22: Raumtemperaturen Seminarräume, 01.01.2008-15.01.2008 (Stundenmittelwerte)

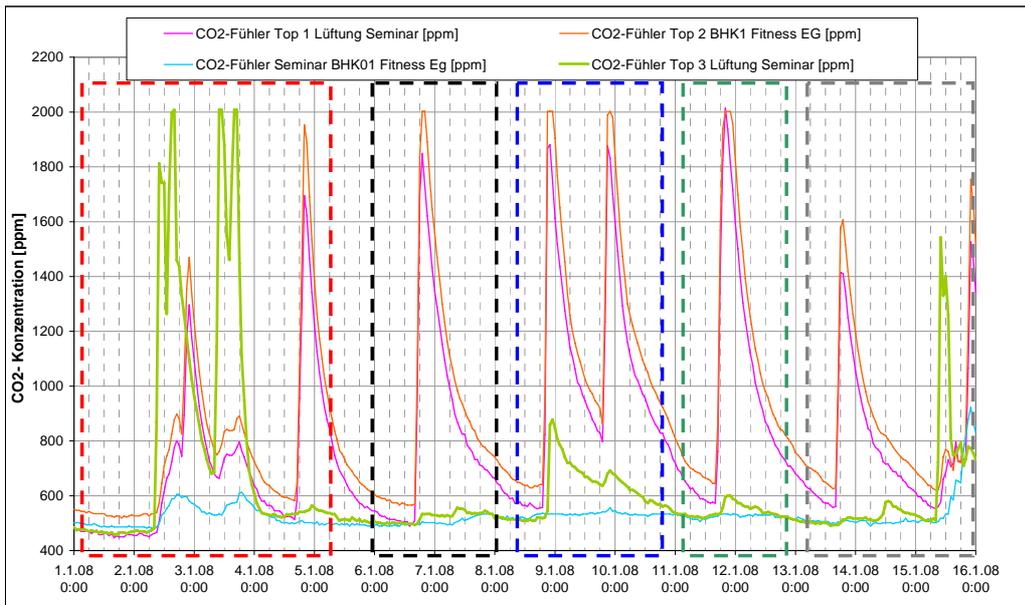


Abbildung 23: CO₂-Konzentrationen, 01.01.2008-15.01.2008 (Stundenmittelwerte)

Der Einfluss der Personenbeladung auf die Raumtemperatur bzw. auf die CO₂-Konzentration in den Seminarräumen ist in folgender Abbildung 24 sehr gut ersichtlich.

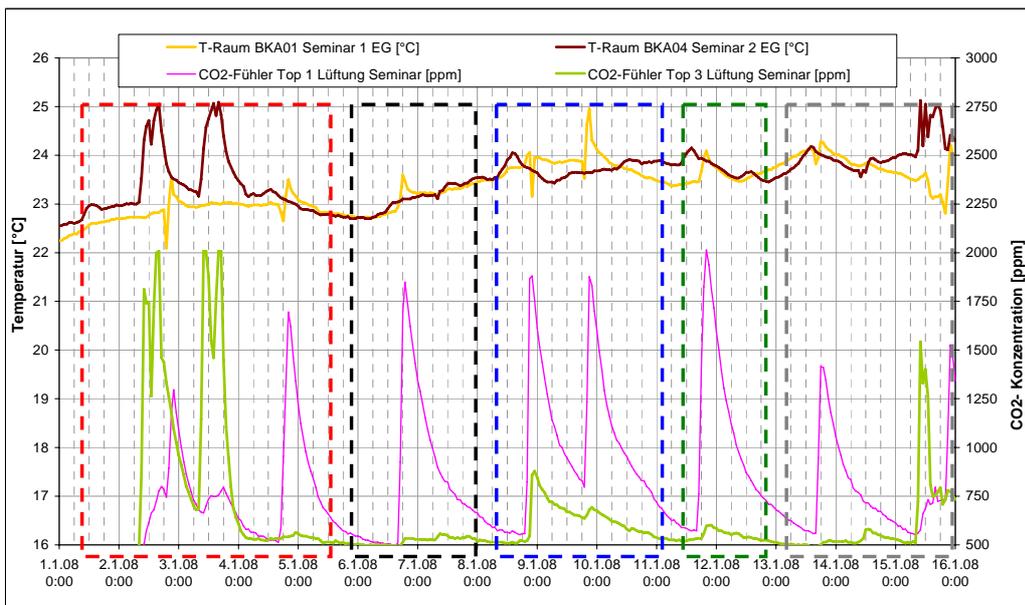


Abbildung 24: Behaglichkeit in den Seminarräumen in Abhängigkeit der Personenbeladung, 01.01.2008-15.01.2008 (Stundenmittelwerte)

Der Abbildung kann man entnehmen, dass durch erhöhte Personenbeladung sowohl die Raumtemperatur als auch die CO₂-Konzentration im Raum rasch ansteigen (siehe Markierungen Abbildung 24).

Während sich die Werte für die Raumtemperatur innerhalb behaglicher Grenzen bewegen (21 °C bis 25 °C), steigt die CO₂-Konzentration auf Werte oberhalb von 2000 ppm an.

Nachfolgende Abbildung 25 zeigt die geordneten CO₂-Konzentrationsverläufe für das Bürogebäude SOL4 in Mödling. Die CO₂-Konzentrationen sind hier nach der Häufigkeit ihres Auftretens geordnet dargestellt. Weiters ist der Grenzwert nach Pettenkofer von 1000 ppm eingezeichnet.

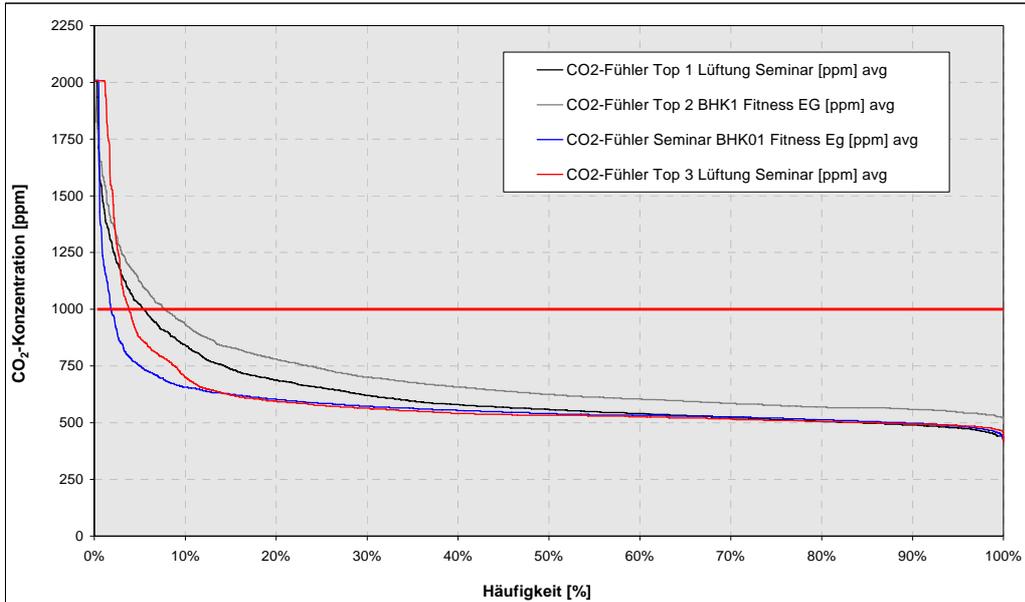


Abbildung 25: geordneter CO₂-Konzentrationsverlauf im Büro- und Seminargebäude SOL4 (Stundenmittelwerte während Bürozeiten)

Die Häufigkeit der CO₂-Konzentrationen über dem Pettenkofergrenzwert liegt für die einzelnen Seminarräume zwischen 1,8 % und 7,8 %. Die Übertretungshäufigkeit gegenüber dem Grenzwert von 1500 ppm gemäß DIN 1946 Teil 2, liegt mit 0,46 bis 2,18 % deutlich niedriger.

Der Verlauf der gemessenen CO₂-Konzentrationen während erhöhter Personenbeladung in den Seminarräumen (vgl. Abbildung 24) lässt darauf schließen, dass vereinzelt auch Konzentrationen oberhalb von 2000 ppm aufgetreten sind, diese aufgrund der Grenzen des Messfühlers jedoch nicht mehr erfasst wurden.

Empfehlungen:

Vor allem bei längeren Meetings kann durch kurzes Stoßlüften bei zusätzlich geöffneten Türen (hoher Luftwechsel) die CO₂-Konzentration im Raum rasch abgesenkt werden.

5.4 Heizung und Kühlung

Der jährliche Heizenergieverbrauch des Gebäudes ist natürlich abhängig von der Dauer der Heizperiode bzw. den klimatischen Bedingungen und schwankt zwischen 21,5 (2007) und 38 MWh/Jahr (2008). Der Kühlenergieverbrauch liegt mit Ausnahme vom Jahr 2009 über dem Heizenergieverbrauch und bewegt sich zwischen 32,4 (2009) und 40,9 MWh / a (2008).

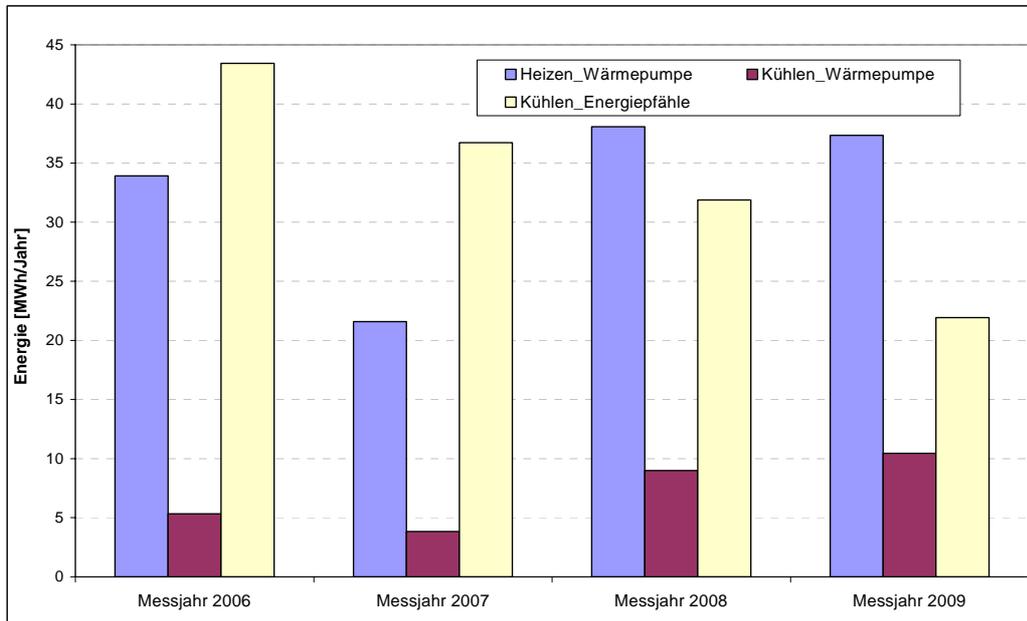


Abbildung 26: Heiz- und Kühlenergieverbrauch absolut in MWh / a für die Messjahre 2006 – 2009

Beim Jahresverlauf des Kühlenergieverbrauches ist erkennbar, dass die Kühlung des Gebäudes zusehends mittels Wärmepumpe (Kühlen_Wärmepumpe) erfolgt und der Anteil der sanften Kühlung (Kühlen_Energiepfähle) stetig abnimmt. Wie bereits einleitend beschrieben (siehe Kapitel 5.2.1) ist dies darauf zurückzuführen, dass durch den nicht optimalen Betrieb der Wärmepumpen die Eigenschaften des Untergrundes nicht optimal ausgenutzt werden.

In nachfolgender Tabelle 8 ist der jährliche, spezifische Heiz- und Kühlenergieverbrauch für die Jahre 2006 – 2009 in kWh/(m²·a) angegeben (ohne Klimabereinigung).

Tabelle 8: spezifischer Heiz- und Kühlenergieverbrauch in kWh_{th}/(m²·a) für die Messjahre 2006 – 2009

BILANZ		2006	2007	2008	2009
Gesamtverbrauch		38,2	28,7	36,5	32,2
Heizung		15,7	10,0	17,6	17,3
Kühlung		22,5	18,7	18,9	15,0
	Anteil Kühlung Wärmepumpe (%)	10,9	9,4	22,0	32,3
	Anteil Kühlung Energiepfähle (%)	89,1	90,6	78,0	67,7

Der Anteil zur Kühlung des Gebäudes, der von der Wärmepumpe abgedeckt wird steigt von 9,4 % in 2007 auf 32,3 % im Jahr 2009.

In nachfolgender Abbildung 27 ist der monatliche Wärme- und Kälteverbrauch für den Zeitraum von Jänner 2006 bis Dezember 2009 in absoluten Zahlen (MWh/Monat) angeführt.

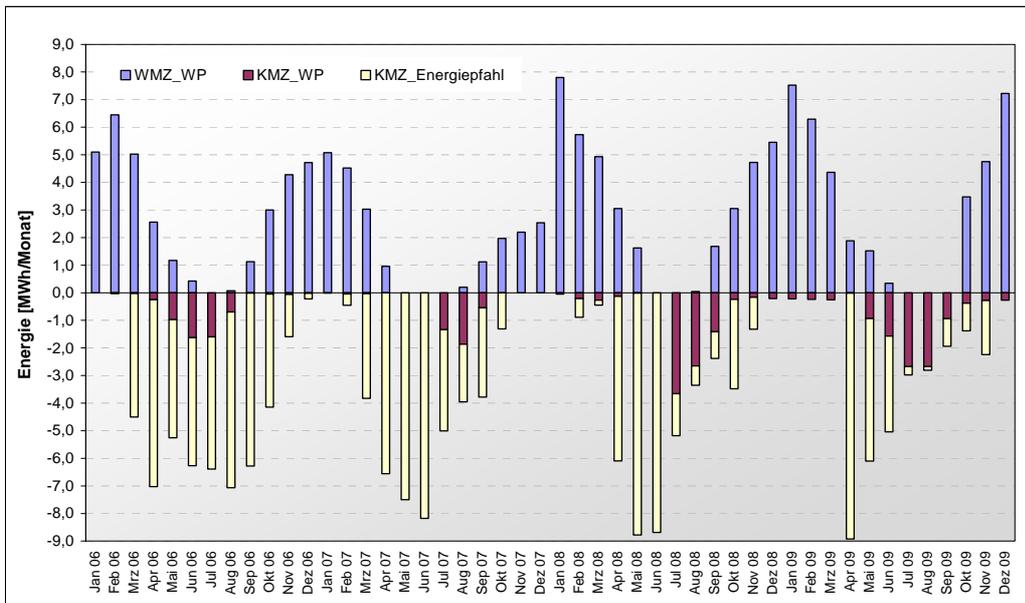


Abbildung 27: Heiz- und Kühlenergieverbrauch absolut in MWh / Monat für die Messjahre 2006 – 2009 (Monatsmittelwerte)

In nachfolgender Abbildung 28 ist der spezifische monatliche Wärme- und Kälteverbrauch für den Zeitraum von Jänner 2006 bis Dezember 2009 in (kWh/m²·a) angeführt.

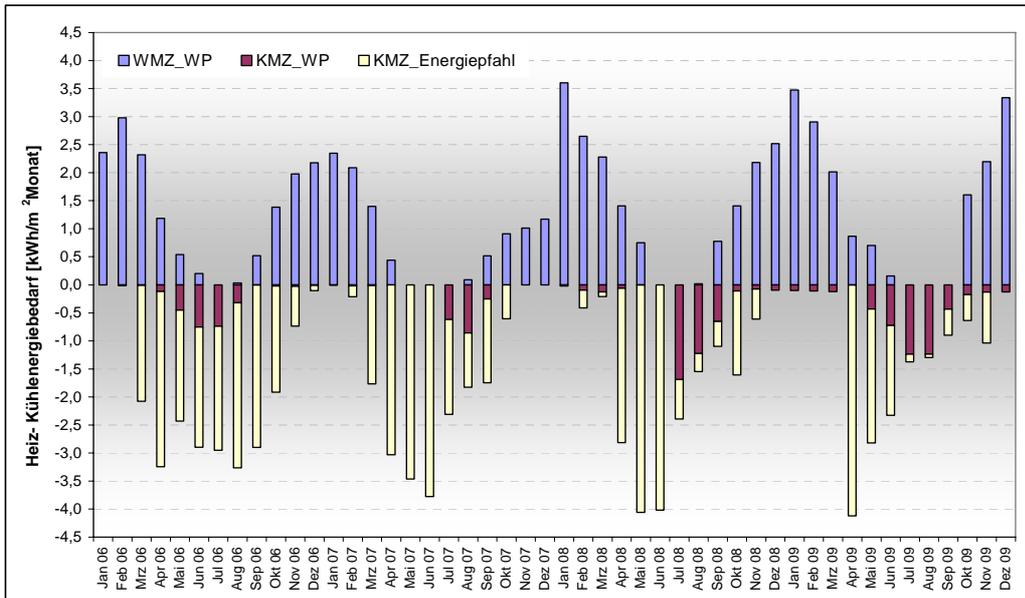


Abbildung 28: Heiz- und Kühlenergieverbrauch SOL4 2006 – 2009 (Monatsmittelwerte)

5.4.1 Winterbetrieb – Heizung mittels Wärmepumpe

Die erforderliche Heizwärmeenergie wird je nach Bedarf von beiden, oder auch nur von einer Wärmepumpe zur Verfügung gestellt und die Wärmeverteilung erfolgt hauptsächlich über ein Heizungswasserrohrnetz (Anbindung Betonkernaktivierung bzw. Fußbodenheizung), sowie zu einem kleineren Anteil über ein Heizregister im Zuluftkanal.

Sowohl die Fußbodenheizung als auch die Betonkernaktivierung sind Niedertemperaturheizsysteme, die in der Regel mit Vorlauftemperaturen unterhalb von 35°C betrieben werden (siehe Abbildung 29). Lediglich beim Verteilkreis BKA Seminar wird bei kurzfristig erhöhtem Bedarf die Vorlauftemperatur auf bis zu 55 °C angehoben.

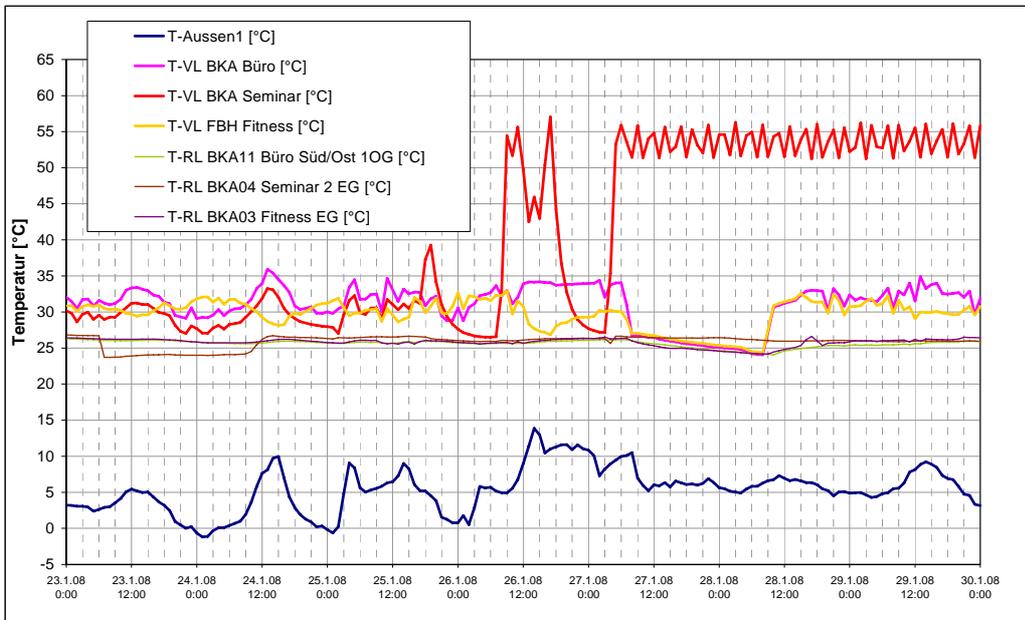


Abbildung 29: Systemtemperaturen Büro / Seminar / Fitness, 23.01.2008-30.01.2008 (Stundenmittelwerte)

In Abbildung 29 ist ersichtlich, dass auch bei tiefen Außentemperaturen mit niedrigen Vorlauftemperaturen geheizt wird und diese ausreichen, um ständig behagliche Innenraumtemperaturen zu gewährleisten (vgl. Kapitel 5.3.2– thermische Behaglichkeit).

Die Nachheizung der Zuluft im Heizregister der Lüftungsanlage für den Bürobereich ist auf eine Temperatur von etwa 25 °C begrenzt und leistet bei einer mittleren Raumlufttemperatur der Büro- und Seminarräume von 24 °C während der Heizperiode nur einen geringen Beitrag zur Raumheizung. Zudem ist die Lüftung für den Bürobereich nur während der Kernzeiten in Betrieb und zwischen 22:00 Uhr und 6:00 Uhr ausgeschaltet.

5.4.2 Sommerbetrieb – aktive Kühlung mittels Energiepfähle und Wärmepumpe

Die Kälteverteilung erfolgt gleich wie die Wärmeverteilung hauptsächlich über das Heizungswasserrohrnetz (Anbindung Betonkernaktivierung bzw. Fußbodenheizung), sowie zu einem kleineren Anteil über ein Kühlregister im Zuluftkanal.

Nachfolgende Abbildung 30 zeigt eine sehr warme Periode mit starken Schwankungen der Tagestemperatur im Juni 2008.

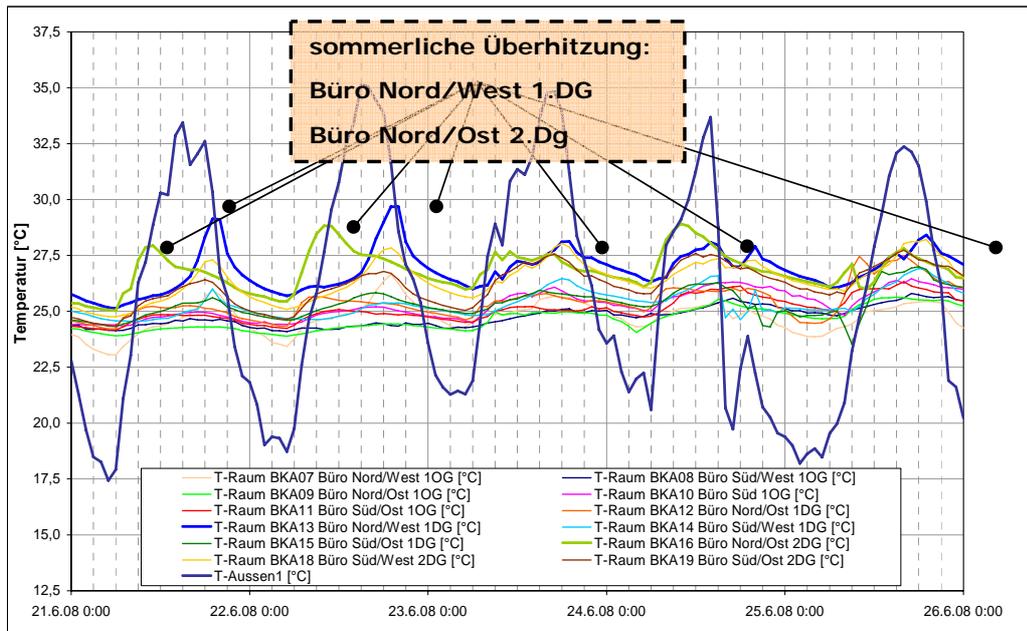


Abbildung 30: Lüftungsverhalten und Innenraumtemperaturen, Juni 2008 (Stundenmittelwerte)

Es ist ersichtlich, dass sich die Temperaturen in den Büros im ersten Obergeschoss die ganze Woche über relativ nahe der 25°C Grenze bewegen und somit nur knapp unterhalb der Behaglichkeitsgrenze von 26 °C.

Zu Überschreitungen dieser Temperatur kommt es vor allem in den Dachgeschossen des Gebäudes. In den Büros Nord/West 1 DG und Nord/Ost 2 DG treten vereinzelt sogar Innenraumtemperaturen zwischen 28°C und 30°C auf (vgl. Abbildung 30).

Mögliche Ursachen hierfür können eine Fensterlüftung am Tag oder eine fehlende Verschattung sein, wie anhand der korrelierenden Außentemperaturspitze sehr gut zu erkennen ist.

Solche Kühllastspitzen können im Sommer nicht dauerhaft durch die freie Kühlung abtransportiert werden und das Zuschalten der Wärmepumpe im Kühlbetrieb wird notwendig. Wie erwähnt verschlechtert sich durch die Rückkühlung der Wärmepumpe über das Erdreich die Effizienz der freien Kühlung weiter, bis nur noch reiner Wärmepumpenbetrieb möglich ist.

Eine Fensterlüftung während der Abend- und Nachtstunden oder die Schwerkraftlüftung im Atrium des Gebäudes hingegen bewirken eine Abkühlung, die passiv, also ohne zusätzlichen Energieaufwand, einer sommerlichen Überhitzung entgegen wirken kann (siehe auch Kapitel 5.5.2 „Schwerkraftlüftung Atrium“).

5.5 Lüftung

Die Lüftungsanlage ist grundsätzlich nur an Werktagen (Montag bis Freitag) und zu Bürozeiten (06:00 bis 22:00 Uhr) in Betrieb.

Nachvollziehbar dargestellt ist der Lüftungsbetrieb mit Zuluftkühlung in Abbildung 31 für eine heiße Woche im Sommer 2008: Die Lüftung ist dann in Betrieb, wenn zwischen Ein- und Austritt ein Differenzdruck vorhanden ist ($dp_{VOL ABL \text{ Lüftung Büros}} > dp_{VOL ZUL \text{ Lüftung Büros}}$).

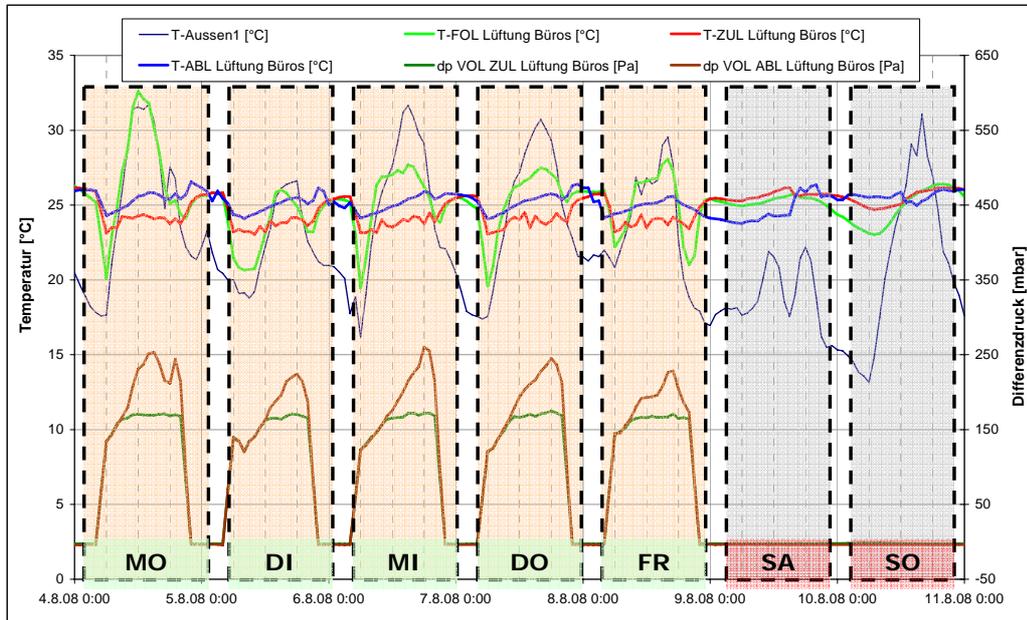


Abbildung 31: Lüftungsbetrieb in einer heißen Woche im Ende Juli/Anfang August, 28.07.2008-03.08.2008 (Stundenmittelwerte)

Es ist zu erkennen, dass bei Lüftungsbetrieb mit Zuluftkühlung im Sommer die Zulufttemperatur (T_{ZUL}) unter der Ablufttemperatur (T_{ABL}) liegt. Beim Kühlbetrieb der Lüftungsanlage wird also die Umgebungsluft mit der Temperatur T_{Aussen} angesaugt und über die Wärmerückgewinnungseinheit mit der Abluft (T_{ABL}) aus dem Gebäude bereits vorkonditioniert.

Im Kühlregister der Lüftungsanlage wird die Luft schließlich auf Zulufttemperatur (T_{ZUL}) gebracht bevor sie in die Büros eingeblasen wird. Im Gebäude selbst nimmt die kühlere Zuluft überschüssige Wärme auf und gelangt als wärmere Abluft (T_{ABL}) zum Wärmetauscher der WRG-Einheit, wo noch die wärmere Außenluft etwas vorgekühlt und die Luft schließlich als Fortluft (T_{FOL}) abtransportiert wird.

Im Winter bei Zuluftvorwärmung mittels Heizregister wird die vorgewärmte Außenluft auf eine Zulufttemperatur von etwa 25 °C erwärmt- eine zusätzliche Beheizung findet über die Lüftungsanlage nur in sehr geringem Ausmaß statt.

5.5.1 Rückwärmezahl

Durch die Messung aller relevanten Temperaturen (Abluft-, Fortluft- und Außenlufttemperatur) ist es möglich die Rückwärmezahl ϕ , als Maß für die Effizienz der Wärmerückgewinnung zu bestimmen.

Die Fortluft-Rückwärmezahl errechnet sich gemäß VDI 2071 bzw. EN 308 wie folgt:

$$\phi_{\text{Fortluft}} = \frac{T_{\text{Abluft}} - T_{\text{Fortluft}}}{T_{\text{Abluft}} - T_{\text{Außenluft}}} \quad (\text{Glg.2})$$

Symbole:

- ϕ_{Fortluft} : Wärmerückgewinnungszahl für die Fortluft [-]
- T_{Abluft} : Luftzustand vor Eintritt in den Wärmerückgewinner (Abluft) [°C]
- T_{Fortluft} : Luftzustand nach Austritt aus dem Wärmerückgewinner (Fortluft) [°C]
- $T_{\text{Außenluft}}$: Außenluftzustand vor Eintritt in den Wärmerückgewinner [°C]

Nachfolgende Abbildung 32 gibt einen Überblick über die genannte Wärmerückgewinnungszahl auf Basis von Stundenmittelwerten für die Lüftungsanlagen „Büro“ und „Seminar“ für die Monate November bis Dezember 2008.

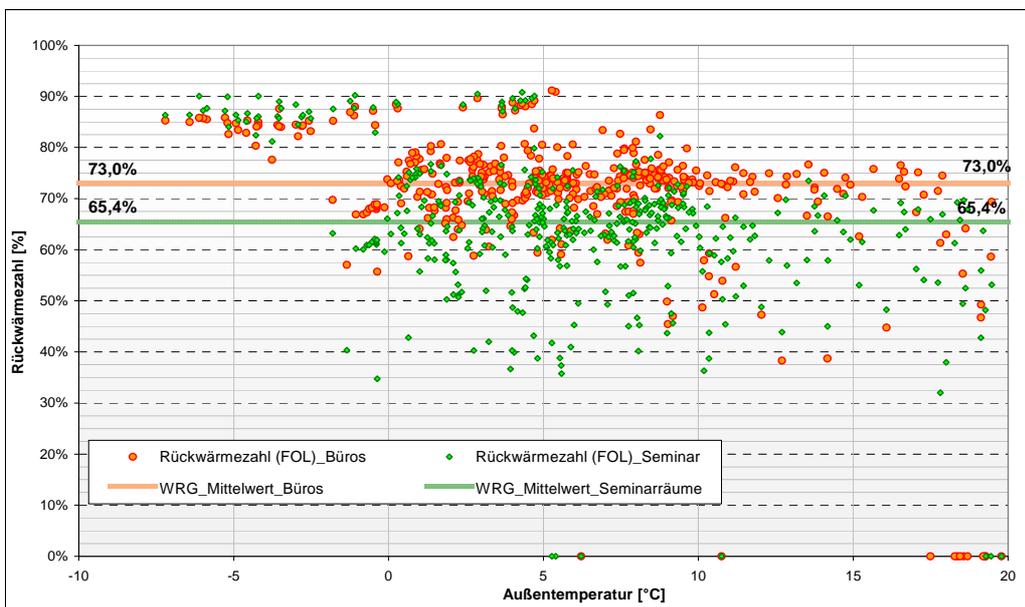


Abbildung 32: Rückwärmzahlen (Fortluft) der Lüftungsanlage „Büro“; Stundenmittelwerte Jänner bis Dezember 2008

Der mittlere, gemessene Wärmerückgewinnungsgrad ergibt bei dieser Auswertung 73 % bei der Lüftungsanlage „Büro“ und 65,4 % bei der Lüftungsanlage „Seminar“.

Im Vergleich dazu liegen die vom Hersteller angegebenen Werte bei 85 % (Lüftung Büro) bzw. 78 % (Lüftung Seminar). Diese Herstellerangaben gelten jedoch ausschließlich für einen definierten Betriebspunkt der Anlage.

5.5.2 Schwerkraftlüftung Atrium

Das zentrale Atrium erstreckt sich über die gesamte Gebäudehöhe und bei unzureichendem Luftwechsel stellt sich unweigerlich eine Temperaturschichtung ein, da

wärmere Luft eine geringere Dichte besitzt als kältere Luft und aus diesem Grund aufsteigt.

Abbildung 33 zeigt die Raumtemperatur im Atrium des Büro- und Seminargebäudes an zwei unterschiedlichen Stellen: Am höchsten Punkt in der Nähe der Schwerkraftlüftung (T_2OG Freie Kühlung Atrium) und an der tiefsten Stelle im Erdgeschoss (T-Raum BKA05 Foyer-Atrium EG).

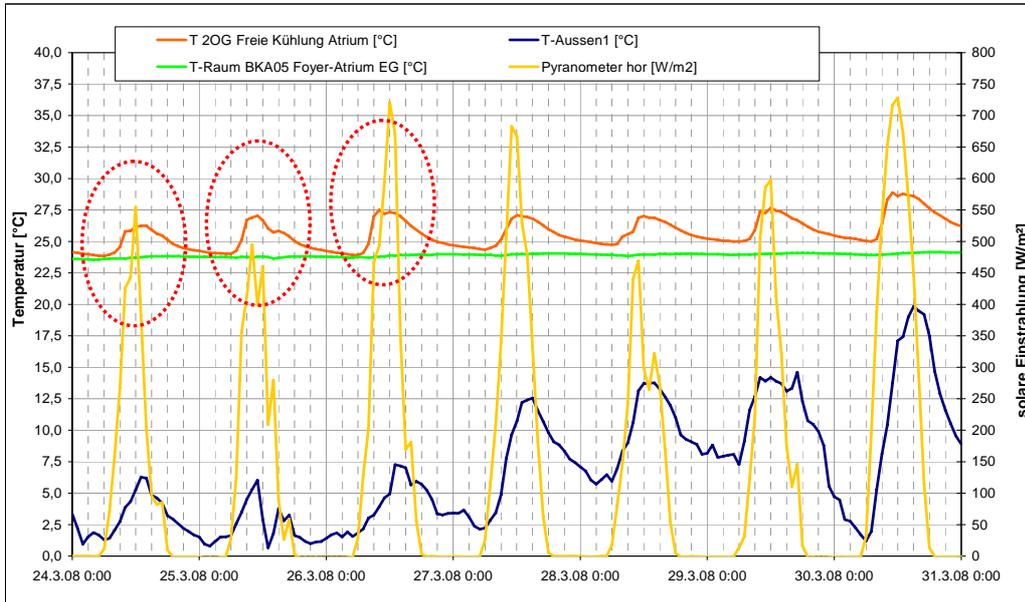


Abbildung 33: Schwerkraftlüftung Atrium – Klappen geschlossen, 01.09.2008-08.09.2008 (Stundenmittelwerte)

Am höchsten Punkt des Atriums kann man sehr gut erkennen, dass auch die Temperatur erwartungsgemäß am höchsten ist und stark mit der Außentemperatur, so wie der Globalstrahlung korreliert (siehe rote Markierungen, Abbildung 33). Die Temperatur im Erdgeschoss hingegen scheint davon unbeeinflusst und befindet sich auf konstant niedrigem Niveau.

Um nun den Effekt der Schwerkraftkühlung im Sommer nutzen zu können, müssen die Zu- und Abluftklappen während der kühleren Nachstunden geöffnet bleiben, damit sich eine Konvektionswalze bildet. Dadurch wird gewährleistet, dass warme, möglicherweise überhitzte Raumluft nach außen entweichen kann, während kühlere Luft von unten nachströmt.

Nachfolgende Abbildung 34 zeigt einen solchen Fall (Klappen geöffnet) für eine warme Periode 2008.

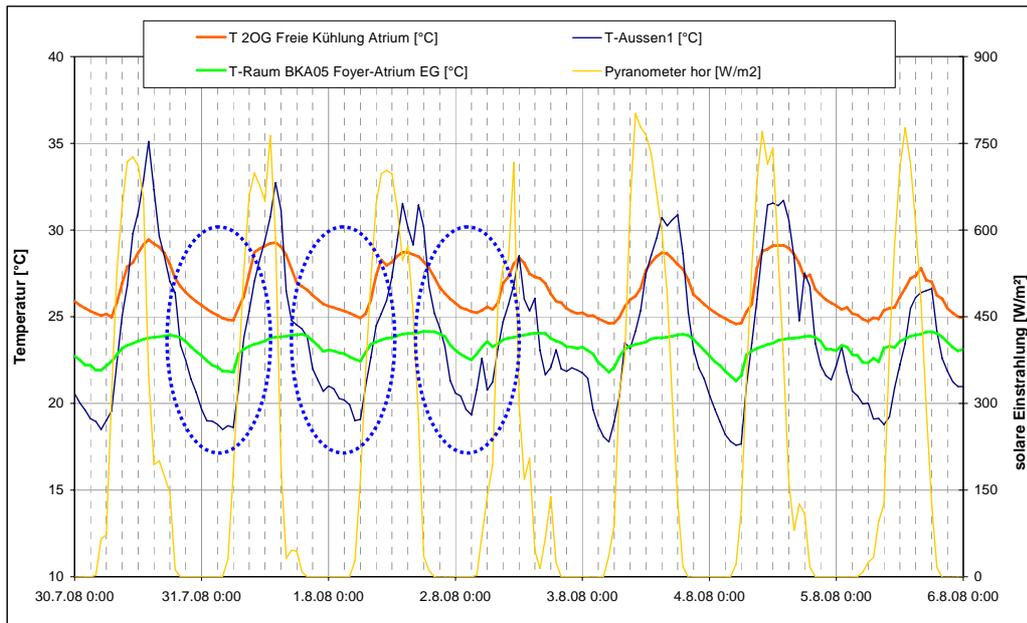


Abbildung 34: Schwerkraftlüftung Atrium – Klappen geöffnet, 30.07.2008-06.08.2008 (Stundenmittelwerte)

Tagsüber sollten die Klappen geschlossen bleiben, da die Außentemperatur höher ist als die Innentemperatur.

Nachts, wenn die Klappen geöffnet werden (siehe blaue Markierung Abbildung 34), kommt es zu einer Luftzirkulation im Atrium und die Temperatur im Gebäude wird durch diese Maßnahme um 2 bis 4°K gesenkt.

Die Schwerkraftlüftung bietet also eine sehr gute Möglichkeit sommerlicher Überhitzung vorzubeugen und teure Kühlenergie einzusparen.

5.6 Energiebilanz SOL4

Für die Bewertung eines Passivhauses dienen Energiekennwerte, wobei laut Passivhausinstitut Darmstadt folgende Grenzwerte eingehalten werden müssen:

- Heizwärmebedarf/-verbrauch: < 15 kWh/m²·a
- Endenergiebedarf/-verbrauch: < 42 kWh/m²·a
- Primärenergiebedarf/-verbrauch: < 120 kWh/m²·a

Der gesamte Endenergieverbrauch des Gebäudes wird durch elektrische Energie gedeckt, der vor allem für den Bürobetrieb sowie für Heizen / Kühlen und Technikstrom (Lüftung, Beleuchtung, Antriebe, Pumpen, Lift...) benötigt wird.

In nachfolgender Tabelle 9 ist die Gesamtenergiebilanz für das Gebäude von 2006 bis 2009 angeführt.

Tabelle 9: Gesamtenergiebilanz SOL4 2006 – 2009 (Jahresbilanz)

	Energie in kWh/m ² ·a			
	2006	2007	2008	2009
Primärenergieverbrauch gesamt	124,0	111,7	119,2	109,3
Stromverbrauch gesamt	45,9	41,4	44,1	40,5
Gesamtwärmeverbrauch Heizen/Kühlen	38,2	28,7	36,5	32,2
Heizung gesamt	15,7	10,0	17,6*	17,3
Kühlung gesamt	22,5	18,7	18,9	15,0

*ohne Klimabereinigung; mit Klimabereinigung: 17,7 kWh/(m²·a)

Der gesamte spezifische Stromverbrauch und somit der Endenergieverbrauch des Gebäudes liegt im Bereich des Passivhausgrenzwertes von 42 kWh/m²·a und wird in den Messjahren 2007 und 2009 knapp eingehalten während in den Jahren 2006 und 2009 ein geringfügig höherer Verbrauch verzeichnet wurde.

Der Primärenergieverbrauch errechnet sich aus dem Endenergieverbrauch multipliziert mit dem Primärenergiefaktor für Strom. In den Jahren 2007 bis 2009 kann der Passivhausgrenzwert von 120 kWh/m²·a unterschritten werden, was ein für Bürogebäude überraschend gutes Ergebnis darstellt.

Bezüglich der Passivhausgrenzwerte gibt es derzeit noch keine Unterscheidung zwischen verschiedenen Gebäudetypen (Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Geschößwohnbau, Bürogebäude...). Aufgrund des nutzungsbedingten höheren Strombedarfs in Bürogebäuden verglichen mit anderen Gebäudetypen ist das Einhalten der Primärenergiekennzahl daher besonders hervorzuheben.

Der Heizenergieverbrauch (ohne Brauchwarmwasser) unterschreitet nur im Jahr 2007 den geforderten Wert von 15 kWh/m²·a (ohne Klimabereinigung).

Für das Jahr 2008 wurde anhand der Heizgradtage auch eine Klimabereinigung durchgeführt (vgl. Kapitel 5.1.2). Der bereinigte Heizenergieverbrauch für das Jahr 2008 ändert sich nur geringfügig und liegt bei 17,7 kWh/(m²·a).

Eine detaillierte Energiebilanz mit einer zusätzlichen Aufschlüsselung der Stromverbraucher konnte im Rahmen des Monitorings nur für das Messjahr 2009 durchgeführt werden und ist im nachfolgenden Kapitel näher erläutert.

5.6.1 SOL4 Energiebilanz 2009

Für das Messjahr 2009 waren umfangreichere Messdaten vorhanden und sind in nachfolgender Tabelle 10 zusammengefasst.

Tabelle 10: Jahresenergieverbrauch SOL4 2009

		[kWh]	[kWh/m²]	[%]
Heizung gesamt		37.350,0	17,3	100 %
Kälteverbrauch		-32.390,0	-15,0	100%
davon:	Wärmepumpe	-10.450,0	-4,8	-32,3%
	Energiepfähle	-21.940,0	-10,1	-67,7%
Stromverbrauch gesamt		87.557,3	40,5	100%
davon:	E_Allgemein Technik	11.877,2	5,5	13,6%
	E_Heizen + Kühlen	29.969,2	13,9	34,2%
	E_Lueftung_Buero	5.766,6	2,7	6,6%
	E_Büro + Seminarräume + Fitness + Sozialbereich	39.944,3	18,5	45,6%

Im Falle des Büro- und Seminargebäudes SOL4 ist es beachtlich, dass trotz des nutzungsbedingt höheren Stromverbrauches eines Bürogebäudes (Bürobedarf, Kühlung) der spezifische Endenergieverbrauch bei 40,5 kWh/m².a und somit unterhalb der geforderten 42 kWh/m².a für Passivhäuser liegt.

Der Stromverbrauch des Gebäudes teilt sich anteilmäßig wie in Abbildung 35 auf.

Es ist ersichtlich, dass der Stromverbrauch für die Büro-, Seminar- und Fitnessräumlichkeiten (inkl. Beleuchtung) bei nahe die Hälfte des Gesamtverbrauchs ausmacht, gefolgt vom Strombedarf für das Heizen und Kühlen.

Der Bedarf für Allgemein Technik beinhaltet neben diversen Pumpen und Steuerungen auch den Lüftungsstrom für den Seminar- und Fitnessbereich.

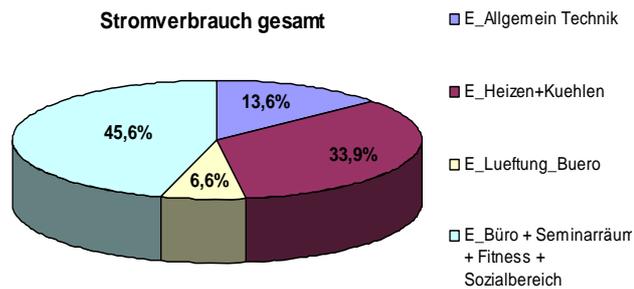


Abbildung 35: Stromverbrauchsanteile in Prozent des Gesamtstromverbrauchs, 2009

Getrennt erfasst wurde der Lüftungsstrom für die Büroräumlichkeiten, der ebenfalls mit 6,6 % am Gesamtstromverbrauch in der Bilanz aufscheint.

Der monatliche Stromverbrauch bzw. Endenergieverbrauch des Gebäudes im Jahresverlauf ist in nachfolgender Abbildung 36 dargestellt.

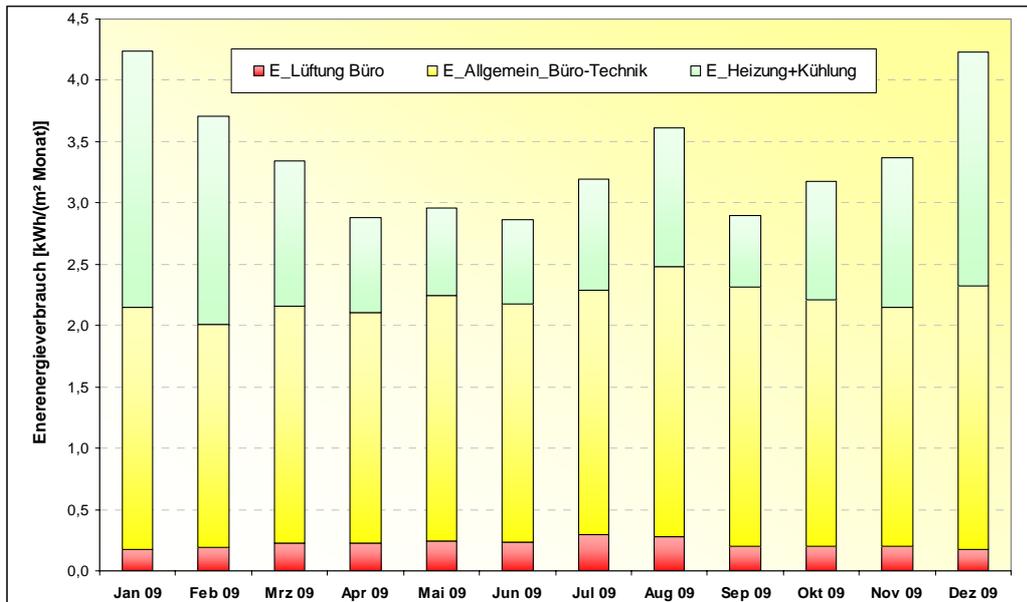


Abbildung 36: Stromverbrauch SOL4 2009 - Monatsbilanz

Der durchschnittliche, monatliche Stromverbrauch des Gebäudes an allgemeinem Büro- und Technikstrom bewegt sich im Jahresverlauf relativ konstant zwischen 2,0 und 2,5 kWh/m²·Monat. Der Gesamtstromverbrauch ist aufgrund des verstärkten Wärmepumpenbetriebes in der Heizperiode höher als während der Sommermonate und erreicht im Jänner 2009 einen maximalen Wert von 4,3 kWh/m²·Monat.

Um eine Aussage über die Effizienz des Wärme- und Kälteversorgungssystems treffen zu können, sind in nachfolgender Abbildung 37 der jährliche Energieinput und der jährliche Energieoutput gegenübergestellt.

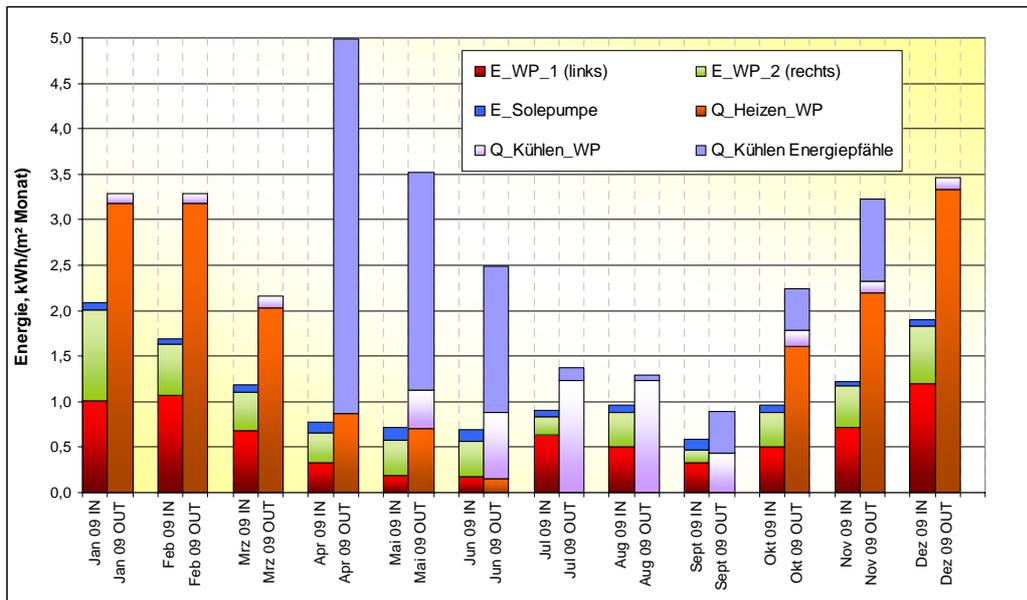


Abbildung 37: Energiebilanz des Wärme- und Kälteversorgungssystems

Da die gesamte Wärme- und Kälteversorgung mittels hochwertiger elektrischer Energie als Energieträger erfolgt, ist der Energieinput in das System durchwegs geringer als der Energieoutput. Anhand der Abbildung 37 ist ersichtlich, dass bei überwiegendem Betrieb der sanften Kühlung (April bis Juni 2009) der Energieoutput in Form von Kühlenergie erheblich größer ist als der elektrische Energieinput.

Dieses Verhältnis Nutzen zu Aufwand wurde für den reinen Wärmepumpenbetrieb (Glg. 3), sowie für den gemeinsamen Betrieb der Wärmepumpen in Kombination mit der sanften Kühlung über die Energiepfähle (Glg. 4) folgendermaßen berechnet und ist in Abbildung 38 für das Messjahr 2009 dargestellt.

$$\xi_{WP} = \frac{Q_{Heizen_WP} + Q_{Kühlen_WP}}{E_{WP} + E_{Solepumpe_WP}} \quad (\text{Glg.3})$$

Symbole:

ξ_{WP}	: Arbeitszahl Wärmepumpen	[-]
Q_{Heizen_WP}	: Heizenergiebereitstellung Wärmepumpen	[k Wh]
$Q_{Kühlen_WP}$: Kühlenergiebereitstellung Wärmepumpen	[kWh]
E_{WP}	: Stromverbrauch Wärmepumpen	[k Wh]
$E_{Solepumpe_WP}$: Stromverbrauch Solepumpe bei reinem Wärmepumpenbetrieb	[kWh]

$$\xi_{WP+Energiepfähle} = \frac{Q_{Heizen} + Q_{Kühlen}}{E_{WP} + E_{Solepumpe}} \quad (\text{Glg.4})$$

Symbole:

$\xi_{WP+Energiepfähle}$: Arbeitszahl des gesamten Versorgungssystems	[-]
Q_{Heizen}	: Heizenergie gesamt	[kWh]
$Q_{Kühlen}$: Kühlenergie gesamt	[kWh]
E_{WP}	: Stromverbrauch Wärmepumpen	[k Wh]
$E_{Solepumpe}$: Stromverbrauch Solepumpe	[kWh]

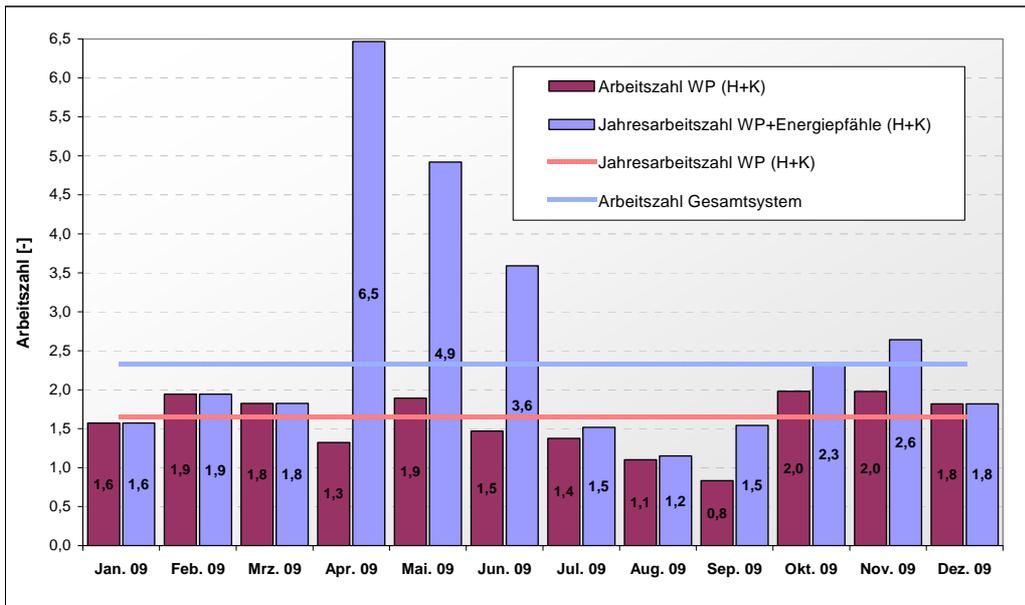


Abbildung 38: Monatsarbeitszahlen des Wärme- und Kälteversorgungssystems für das Jahr 2009

Die über alle Monate gemittelte Arbeitszahl für die beiden Wärmepumpen liegt bei 1,7 (Jahresarbeitszahl). Beim Betrieb von Wärmepumpen sollten über das Jahr gesehen zumindest Arbeitszahlen von 2,5 bis 3 angestrebt werden, damit Primärenergie eingespart werden kann.

Die Jahresarbeitszahl des Gesamtsystems (Wärmepumpen + direkte Kühlung über Energiepfähle) liegt vor allem aufgrund der primärenergetisch gesehen effizienteren direkten Kühlung etwas höher bei 2,3.

In nachfolgender Abbildung 39 sind alle Energiekennzahlen, sowie die maximale und mittlere spezifische Gebäudeheizlast für das Messjahr 2009 dargestellt.

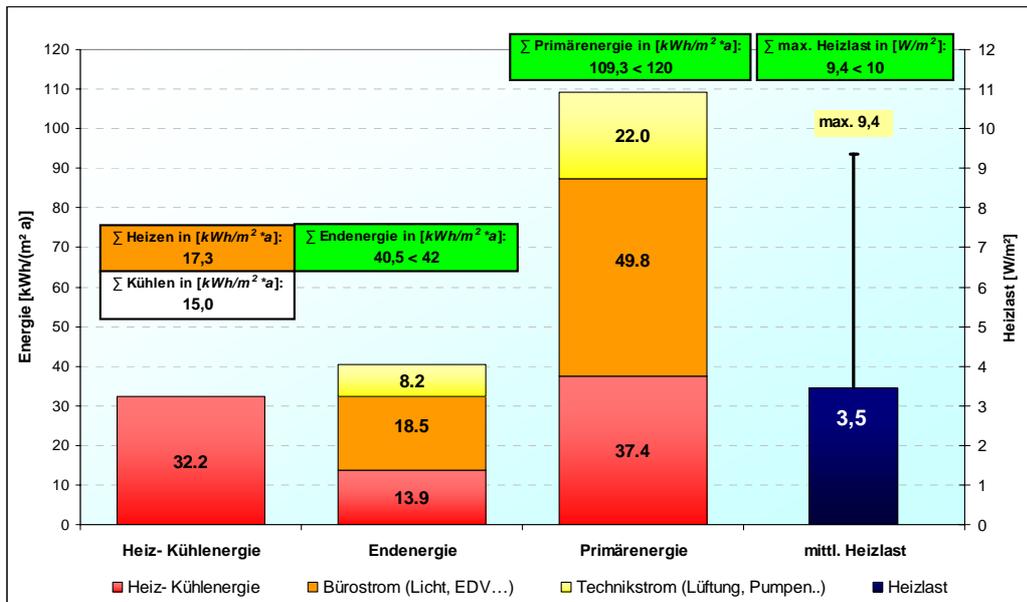


Abbildung 39: Energiekennzahlen und spezifische Gebäudeheizlast SOL4 – 2009

Die messtechnisch erfassten Energiekennzahlen für das Büro- und Seminargebäude SOL4 zeigen sehr gute Resultate hinsichtlich des Endenergie- und des Primärenergieverbrauchs.

Beide Werte liegen unterhalb der vom Passivhausinstitut geforderten Werte:

- **Σ Endenergie SOL4 2009: 40,5 kWh/(m² a)**
- **Σ Primärenergie SOL4 2009: 109,3 kWh/(m² a)**

Die Heizlast des Gebäudes konnte anhand der vorhandenen Daten auf Tagesbasis nur für das Jahr 2008 ermittelt werden.

2008 lag die mittlere Heizlast des Gebäudes, bezogen auf die TFA, bei 3,5 W/m². Als ausschlaggebende Kennzahl für das Erreichen des Passivhauszieles lag die maximale Heizlast unterhalb der geforderten 10 W/m²:

- **maximale Gebäudeheizlast SOL4 2008: 9,4 W/m² (am 08.11.2008)**

Nachfolgende Abbildung 40 zeigt die mittleren Heiz- und Kühllasten in Abhängigkeit der Außentemperatur für das Messjahr 2008.

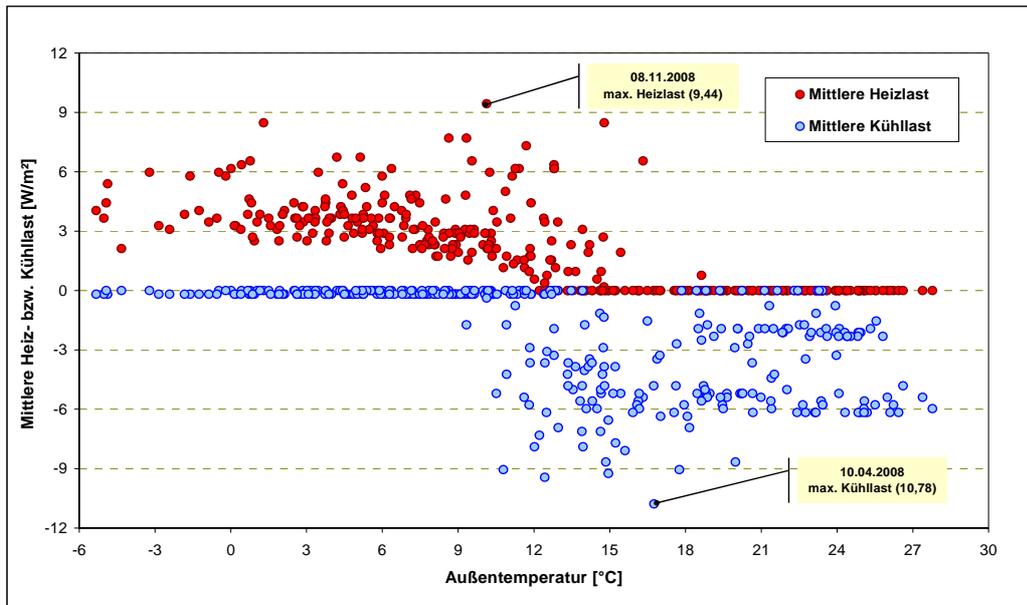


Abbildung 40: mittlere Heiz- und Kühllasten SOL4, Tagesmittelwerte

Es ist interessant zu erwähnen, dass die maximalen Heiz- bzw. Kühllasten nicht unbedingt an den wärmsten bzw. kältesten Tagen auftreten, sondern vor allem während des Aufheiz- oder Kühlbetriebes nach Tagen ohne Bürobetrieb (Urlaubszeit, Wochenenden).

Bei Normalbetrieb des Gebäudes reicht aufgrund des hohen Dämmstandards sowie der luftdichten Gebäudehülle ein Bruchteil der Leistung aus.

Das spiegelt sich auch am Heizwärmeverbrauch für die Raumheizung wieder, die im Messjahr 2009 bei $17,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ lag und somit nur geringfügig über dem geforderten Passivhausgrenzwert von $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$. Zu berücksichtigen gilt es hier allerdings, dass aufgrund fehlender Daten keine Klimabereinigung durchgeführt wurde.

- **Σ Heizenergieverbrauch SOL4 2009: $17,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
(ohne Klimabereinigung)**
- **Σ Heizenergieverbrauch SOL4 2008: $17,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
(ohne Klimabereinigung)**

Für das Messjahr 2008 konnte anhand vorhandener Außenklimadaten für den Standort Mödling zumindest eine Klimabereinigung unter Berücksichtigung der Heizgradtagzahl vorgenommen werden, wie in Kapitel 5.1.2 erläutert:

Gemäß Glg. 1 folgt:

- **Σ Heizenergieverbrauch SOL4 2008: $17,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
(mit Klimabereinigung)**

6 Zusammenfassung der Messergebnisse und Fazit

Das Büro- und Seminargebäude SOL4 vereint eine Reihe von innovativen Technologien, sowohl was die Gebäudekonstruktion betrifft, als auch die Haustechnik.

Die Messergebnisse bestätigen zum überwiegenden Teil, dass hier ein Bürogebäude umgesetzt wurde, das den Kriterien eines Passivhauses entspricht.

Behaglichkeitsparameter Raumlufttemperatur

Insgesamt befand sich 2008 die mittlere Raumtemperatur in den Büros 213,1 Stunden über einer kritischen Temperatur von 26 °C. Dies entspricht rund 10,3 % der Jahresgesamtbetriebsstunden des Büro- und Seminargebäudes. Die Zeit mit Raumtemperaturen unter 20 °C beläuft sich auf lediglich 1,2 Stunden, ist also vernachlässigbar gering.

Im Mittel lagen die Raumtemperaturen im Bürogebäude während der Heizperiode bei 24 °C und in der übrigen Zeit geringfügig höher bei etwa 24,5 °C.

Erhöhte Innenraumtemperaturen treten vor allem im 2. Dachgeschoss, im Büro Süd/Ost, bereits bei tiefen Außentemperaturen ab 5 °C auf. Bei Außentemperaturen über 20 °C kommt es entgegen der zu erwartenden hohen Raumtemperaturen eines Bürogebäudes aufgrund hoher innerer Lasten kaum zu Überhitzung.

In den 3 Seminarräumen liegen die Raumtemperaturen konstant im behaglichen Temperaturbereich.

Behaglichkeitsparameter CO₂-Gehalt in der Raumluft

Beim Büro- und Seminargebäude SOL4 schwankt der gemessene CO₂-Gehalt je nach Personenbeladung zwischen 500 ppm und über 2.000 ppm (maximaler Messbereich des CO₂-Fühlers liegt bei 2000 ppm – die maximal aufgetretene Konzentration konnte daher nicht bestimmt werden).

In den Seminarräumen kommt es aufgrund erhöhter interner Lasten (z.B. während Meetings) zu erhöhten Raumtemperaturen sowie CO₂-Konzentrationen. Die Häufigkeit der CO₂-Konzentrationen über dem Pettenkfergrenzwert (1000 ppm) liegt für die einzelnen Seminarräume zwischen 1,8 % und 7,8 %. Die Übertretungshäufigkeit gegenüber dem Grenzwert von 1500 ppm gemäß DIN 1946 Teil 2, liegt mit 0,46 bis 2,18 % deutlich niedriger.

Heizen und Kühlen

Der jährliche Heizenergieverbrauch des Gebäudes ist abhängig von der Dauer der Heizperiode bzw. den klimatischen Bedingungen und schwankt zwischen 21,5 (2007) und 38 MWh/Jahr (2008). Der Kühlenergieverbrauch liegt mit Ausnahme vom Jahr 2009 über dem Heizenergieverbrauch und bewegt sich zwischen 32,4 (2009) und 40,9 MWh/a (2008).

Eine Entwicklung, die es weit eher zu beobachten gilt ist, dass der Anteil zur Gebäudekühlung, der von der Wärmepumpe abgedeckt wird, ansteigt (von 9,4 % im Jahr 2007 auf 32,3 % im Jahr 2009). Aus energetischer Sicht ist die sanfte Kühlung der Kühlung mittels Wärmepumpe vorzuziehen.

Lüftung

Der mittlere, gemessene Wärmerückgewinnungsgrad beträgt 73 % bei der Lüftungsanlage „Büro“ und 65,4 % bei der Lüftungsanlage „Seminar“. Im Vergleich dazu liegen die vom Hersteller angegebenen Werte bei 85 % (Lüftung Büro) bzw. 78 %

(Lüftung Sommer). Diese Herstellerangaben gelten jedoch ausschließlich für einen definierten Betriebspunkt der Anlage.

Schwerkraftlüftung Atrium

Um den Effekt der Schwerkraftkühlung im Sommer nutzen zu können, müssen die Zu- und Abluftklappen während der kühleren Nachtstunden geöffnet bleiben, damit sich eine Konvektionswalze bildet. Dadurch wird gewährleistet, dass warme, möglicherweise überhitzte Raumluft nach außen entweichen kann, während kühlere Luft von unten nachströmt.

Die Schwerkraftlüftung bietet so eine sehr gute Möglichkeit sommerlicher Überhitzung vorzubeugen und teure Kühlenergie einzusparen. Nachts kann durch diese Maßnahme die Raumlufttemperatur im Atrium um bis 4°K gesenkt und die Speichermaße im Gebäudeinneren (Lehmziegel) genutzt werden.

Energiebilanz des Gebäudes

Der gesamte Endenergieverbrauch des Gebäudes wird durch elektrische Energie gedeckt, der vor allem für den Bürobetrieb sowie für Heizen / Kühlen und Technikstrom (Lüftung, Beleuchtung, Antriebe, Pumpen, Lift...) benötigt wird.

Der spezifische Stromverbrauch und somit der Endenergieverbrauch des Gebäudes liegt im Bereich des Passivhausgrenzwertes von 42 kWh/m²·a und wird in den Messjahren 2007 und 2009 knapp eingehalten während in den Jahren 2006 und 2009 ein geringfügig höherer Verbrauch verzeichnet wurde.

Der Primärenergieverbrauch errechnet sich aus dem Endenergieverbrauch multipliziert mit dem Primärenergiefaktor für Strom. In den Jahren 2007 bis 2009 kann der Passivhausgrenzwert von 120 kWh/m²·a unterschritten werden, was ein für Bürogebäude überraschend gutes Ergebnis darstellt.

Der Heizenergieverbrauch (ohne Brauchwarmwasser) unterschreitet nur im Jahr 2007 den geforderten Wert von 15 kWh/m²·a (ohne Klimabereinigung).

Für das Jahr 2008 wurde anhand der Heizgradtage ein klimabereinigter Heizenergieverbrauches von 17,7 kWh/(m²·a) ermittelt. Die gemessene, maximale Gebäudeheizlast 2008 von 9,4 W/m² unterschreitet 2008 den vom Passivhausinstitut geforderten Wert von 10 W/m².

In nachfolgender Tabelle 11 sind die energetisch relevanten Passivhauskennzahlen für die Jahre 2006 bis 2009 zusammengefasst.

Tabelle 11: Gesamtenergiebilanz SOL4 2006 – 2009 (Jahresbilanz)

	Energie in kWh/m²·a			
	2006	2007	2008	2009
Primärenergieverbrauch gesamt	124,0	111,7	119,2	109,3
Stromverbrauch gesamt	45,9	41,4	44,1	40,5
Gesamtwärmeverbrauch Heizen/Kühlen	38,2	28,7	36,5	32,2
Heizung gesamt	15,7	10,0	17,6*	17,3
Kühlung gesamt	22,5	18,7	18,9	15,0

*ohne Klimabereinigung; mit Klimabereinigung: 17,7 kWh/(m²·a)

Grün hervorgehobene Werte markieren die Einhaltung des geforderten Passivhausgrenzwertes im jeweiligen Messjahr.

Jahresarbeitszahlen

Die über alle Monate gemittelte Arbeitszahl für die beiden Wärmepumpen liegt 2009 bei 1,7 (Jahresarbeitszahl). Beim Betrieb von Wärmepumpen sollten über das Jahr gesehen zumindest Arbeitszahlen von 2,5 bis 3 angestrebt werden, damit Primärenergie eingespart werden kann.

Die Jahresarbeitszahl des Gesamtsystems (Wärmepumpen + direkte Kühlung über Energiepfähle) liegt vor allem aufgrund der primärenergetisch gesehen effizienteren direkten Kühlung etwas höher bei 2,3.

7 Die sozialwissenschaftliche Erhebung

7.1 Beschreibung des Vorgehens

Für die sozialwissenschaftliche Begleitforschung wurde mit NutzerInnen der Büroräume im Büropassivhaus SOL4 persönliche qualitative Interviews geführt. Weiters wurden mit dem Bauherrn, Herrn Ing. Klaus Kiessler und dem zuständigen Bauleiter für das Gebäude, Herrn Ing. Johannes Stockinger, ebenfalls persönliche qualitative Interviews durchgeführt.

Ziel dieser Befragung war es, die Zufriedenheit der NutzerInnen zu evaluieren in Hinsicht auf das Passivhauskonzept, die Lüftungsanlage, die Informationen und die Betreuung vor und nach Bezug des Gebäudes und aus den eventuell auftretenden Problemen und Schwierigkeiten Lösungsmöglichkeiten für diese und auch für weitere Passivhaus-Bürobauten abzuleiten.

7.2 Interviews mit den NutzerInnen

Um die Sicht der NutzerInnen im Gebäude kennen zu lernen, wurden qualitative Interviews durchgeführt. Insgesamt konnten sechs Interviews erreicht werden (das Gebäude ist nicht sehr dicht besiedelt).

Es kann einleitend festgehalten werden, dass die NutzerInnen des Büropassivhauses SOL4 mit ihrem Arbeitsumfeld durchwegs sehr zufrieden sind.

„Es ist schöner als ein normales, konservativ gebautes Bürogebäude. Auch mit den Terrassen rundherum. Und das Klima ist einfach ein anderes. Ich habe vorher im ersten Bezirk gearbeitet in einer großen Werbeagentur am Franz Josefs Kai und das ist halt so ein typisches neues Gebäude. ... Das ist da viel besser. Also alleine die großen Türen, wo man ständig lüften kann. Super“ (Interview 2).

„Ich glaube, dass die Leistung hier, dafür, dass man doch auch seine Freizeit hier verbringt, wenn man Mittagspause hat, da finde ich es schon schön, dass man auf die Terrasse gehen kann, sich draußen hinsetzen kann, dass man bei der Küche in jedem Stock eine eigene hat. Wir haben die ganze Fläche oben, dass wir rausgehen können und alles öffnen können. Finde ich schon sehr schön. Wenn man schon viel Zeit im Büro verbringt, dann ist es doch angenehmer“ (Interview 2).

„Grundsätzlich gefällt es uns gut, sonst wären wir nicht da. Das ist ganz klar. Es ist rein von der Gestaltung her anders als ein normales Gebäude. Mit diesen Lüftungsrohren muss man sich halt identifizieren und auseinander setzen, aber nach einer bestimmten Zeit schaut man darauf nicht mehr. Das ist ein Bestandteil des Hauses: Grundsätzlich geht es uns gut“ (Interview 3).

„Das Haus ist sehr schön. Vom Klima her ist es angenehm, nicht zu kalt oder zu warm. Wenn man reinkommt, riecht es nicht abgestanden oder so. Im Großen und Ganzen ist das Haus, so wie es ist, in Ordnung“ (Interview 5).

Die Lüftungsanlage selbst funktioniert im Großen und Ganzen sehr gut.

„Die Lüftungsanlage nehmen wir nicht wahr, sie dürfte funktionieren. Ist ja gut, wenn man sie nicht wahrnimmt. Das ist o.k.“ (Interview 3).

„... es ist richtig angenehm. Immer gute Luft, es ist nie stickig oder so etwas (Interview 4).

Nur vereinzelt werden Probleme mit zu geringer Wärmeversorgung in den Wintermonaten berichtet. Allerdings wird hier auch auf das unterschiedliche individuelle Temperatur- und Behaglichkeitsempfinden verwiesen.

„Wir nehmen die Lüftungsanlage auf jeden Fall wahr, schon allein wegen der Heizung. Weil im Winter es sehr kalt herinnen war, da war uns Frauen kalt, den Männern nicht so. ... Im Winter war es schon ein bisschen kalt, da haben wir es höher einstellen müssen, aber ansonsten ist es gegangen“ (Interview 4).

„Im Sommer ist es super angenehm und im Winter eigentlich auch. Wir sind da nicht so erfroren, viel leicht würde wer Erfrorener sagen, mir ist zu kalt, aber uns passt es“ (Interview 2).

„Wir haben den Winter auch problemlos hier auf der sonnen abgewandten Seite überstanden. Eines glaube ich schon mit Sicherheit sagen zu können, wenn du ein sehr empfindlicher Mensch bist, was die Temperatur anbelangt, wenn du es warm brauchst, dann wirst du da herinnen nicht zufrieden sein. Dann wird dir kalt sein“ (Interview 3).

„Ja, es ist kalt. Ich muss mit dem Mantel da sitzen und arbeiten. Im Sommer ist es angenehm, wenn es draußen 31 Grad hat. Aber sonst ist es super“ (Interview 6).

Die Anlage wird zentral geregelt, die NutzerInnen können selbst nichts einstellen. Da aber Frau Kiessler, die die Nutzerbetreuung im Büro übernommen hat, versucht, auf alle Wünsche gut einzugehen, sind die Bediensteten auch damit zufrieden.

„Die können wir nicht regeln, die wird zentral geregelt. Da haben wir keinen Einfluss“ (Interview 1).

„Nein, da gehen wir nur zur Frau Kiessler, die stellt das dann ein, die Umluft, das Licht und die Jalousien, macht alles die Frau Kiessler“ (Interview 4).

„Wir sind gefragt worden von der Frau Kiessler, ob das Temperaturniveau so passt, ob sie es wärmer stellen soll. Sie dürfte das offensichtlich können. Da dürfte es so Kreise geben, wo man die Temperatur erhöhen kann. Ich habe gesagt, es passt“ (Interview 3).

Unterschiedliche Meinungen gibt es bzgl. des Empfindens von trockener Luft in den Büros.

„Ich glaube, dass die Luft trocken ist“ (Interview 1).

„Also ich nehme wahr, es ist mit Sicherheit trocken da herinnen. ... Wir haben die Luftfeuchtigkeit nie gemessen, aber wir gehen davon aus, dass die Luftfeuchtigkeit wahrscheinlich eher niedrig ist. Aber das mag möglicherweise nicht stimmen, das weiß ich nicht. Wir glauben nur, dass es so ist“ (Interview 3).

„Ich würde sie als mittelmäßig einstufen. Sie ist nicht trocken, weil ich Bronchitis habe und da ich es selbst merken würde. Es ist im Mittelmaß, es ist angenehm, ich komme mit meiner Bronchitis gut zu recht“ (Interview 4).

„Ich finde nicht, dass es zu trocken ist, weil ich das an meinen Kontaktlinsen merken würde, glaube ich. Und zu feucht – also für mich passt es“ (Interview 6).

Hinweise gibt es von einigen Interviewten auf die Übertragung von Gerüchen durch die Lüftungsanlage.

„Unten kocht immer jemand, da beginnt jemand um 18 Uhr, 18.30 Uhr zu kochen in der Küche, da riecht dann das ganze Haus. Ich glaube, das kommt durch die Lüftungsanlage. Vermute ich, keine Ahnung. Jedenfalls man riecht es auch, wenn alle Türen zu sind“ (Interview 1).

„Es ist so, ab und zu, wenn oben wer kocht in der Küche, dann riecht man es schon herunter. Über uns ist die Küche, da riecht man es schon stark, wenn da wer kocht, da dürfte es etwas runter ziehen. Das ist bis jetzt zwei oder drei Mal vorgekommen. Das stört im Großen und Ganzen auch nicht, kriegt man nur einen Hunger“ (Interview 4).

Angesprochen werden auch noch die gut sichtbaren Lüftungsrohre in den einzelnen Büros, die nicht von allen Befragten als schön empfunden werden oder zum indist bei BesucherInnen auf Interesse stoßen und Erstaunen hervorrufen.

„Ich würde jetzt gar nicht sagen, störend. Es ist anders. Wir sind auch angesprochen worden von Gästen, die gekommen sind und gefragt haben, was ist das? Gehört das

nicht abgedeckt? Dann sage ich, eben nicht, weil das ein Lüftungsrohr ist. Für uns selbst auch, die hohe Decke, die Dinge, das ist etwas, damit muss man sich auseinander setzen“ (Interview 3).

„Das Einzige, was ist, sind die Lüftungsrohre, warum die frei liegen bleiben“ (Interview 4).

„Stören nicht, aber sie sind schon sehr groß. Es wäre schön, wenn sie ein bisschen kleiner wären oder so etwas in der Richtung. Das wäre auch eine Möglichkeit. Dass die Decken vielleicht angestrichen werden oder so in der Richtung“ (Interview 4).

Ein spezielles Problem stellen die automatisch gesteuerten Jalousien dar. Die Beschattungsanlage funktioniert nicht, wie sie funktionieren sollte. Dies ist einer der wenigen Punkte, der bei allen Befragten als Kritik genannt wird.

„Das Licht und die Jalousien. Mit denen kämpfe ich, seit ich da bin. Entweder das Licht funktioniert oder es funktioniert nicht, das ist launenhaft. Es war der Techniker schon ein paar Mal da“ (Interview 1).

„Grundsätzlich ist es so, dass wir diesen hohen Grad an Automatisierung da haben – ich sitze in der Früh hier herinnen und wenn die Sonne aufgeht, auch wenn es keine Gefahr der Überhitzung gibt, weil es der Sonnenaufgang ist, auf einmal fahren die Jalousien runter und das Licht dreht sich auf, das ist für mich die Übertreibung des Guten. Das tut sich von selbst, wir sitzen da, das geht hinunter, das geht hinauf, das dreht sich nach links, das dreht sich nach rechts, das ist sagenhaft. Das Licht dreht sich ab, dreht sich auf. Wenn wir Gäste da haben, ist das sehr unangenehm. Du gehst in ein Passivhaus und auf einmal tut das Ding, was es will“ (Interview 3).

„Aber da gibt es mittlerweile wahrscheinlich auch schon bessere Jalousien, weil die doch über eine relativ große Fläche laufen und vielleicht auch besser werden, wenn sie wirklich pro Fenster geteilt werden, weil dann wären sie nicht so angreifbar. Aber es verdreht doch oft die Lamellen. Wir haben auch schon einige ausgetauscht die ersten paar Jahre“ (Interview 5).

Wie sah es mit der Information der NutzerInnen des Hauses zu Beginn aus? Wie war und ist die Betreuung? Diese scheint durchaus ausreichend gewesen zu sein.

„Ich habe im Laufe der Zeit bei Frau Kiessler alles erfragt, was mich interessiert hat“ (Interview 1).

Nachdem wir ein Haus gesucht haben, das in die Richtung geht und nachdem wir uns mit Energietechnik befassen, ist das klar gewesen, wir haben uns das angeschaut. Wir haben Erklärungen erhalten, wir haben jetzt kein technisches Datenblatt über die Lüftungsanlage bekommen, aber das Grundprinzip des Hauses wurde uns erklärt“ (Interview 3).

„Ja, dass es ein Passivhaus ist, dass die Lüftung automatisch geregelt wird, im Großen und Ganzen ein ökologisches Haus. ... Aber dass, was mir die Frau Kiessler gesagt und gezeigt hat, hat voll ausgereicht. Als Angestellte brauche ich es nicht genauer wissen. Das, was sie gesagt hat, ist ausreichend“ (Interview 4).

Eine der interviewten Personen war selbst in die Entstehung des Gebäudes involviert und hatte auch das Facility Management über. Sie war auch mitbeteiligt an der Nutzerinformation. Es wurde versucht, sehr intensive Nutzerschulungen zu betreiben.

„Die Information habe ich selbst erstellt. ... Wir haben versucht, Workshops zu machen, die sind dann oft nicht zustande gekommen. Das war für mich persönlich sehr schade, weil das eigentlich unser Hauptargument war. Wir haben es dann auch versucht mit einer Hausordnung, in der gestanden ist, was man alles nicht machen soll bzw. in persönlichen Gesprächen. Wenn so wenige Mieteinheiten sind, ist man dann halt durchgegangen ... das waren dann einfach eher persönliche Gespräche, die ersten eineinhalb Jahre ungefähr“ (Interview 5).

7.3 Interview mit dem zuständigen Bauleiter

Mit dem für SOL4 zuständigen Bauleiter, Herrn Ing. Johannes Stockinger, wurde ein persönliches qualitatives Interview geführt, das hier – ob seiner Ausführlichkeit und Länge – nur verkürzt dargestellt werden kann und sich vor allem auf das Konzept der vernetzten Bauplanung und Bauausführung sowie der Nutzereinbindung bezieht.

Am Anfang stand die Entscheidung, aus einem alten Bürogebäude ausziehen in ein neues, innovatives Gebäude. Es war auch nichts Passendes am Immobilienmarkt zu finden, so fiel die Entscheidung, selbst ein neues Gebäude zu errichten. Hr. Stockinger ist aber erst nach dieser Entscheidung zu dem Projekt gestoßen.

„Ich bin zu dem Projekt dazu gestoßen, da war die Entscheidung für dieses Projekt schon klar, da bin ich dann in erster Phase als Bauleiter dazu gestoßen, wie klar wurde, dass die technischen Anforderungen über den Wohnbau schon hinausgehen, dann wurde ich vom Bauleiter zum Projektleiter und zum Planungs Koordinator. Es wurde immer etwas umfangreicher, das Projekt abzurunden und die Qualität sicherzustellen. Vor allem dann, die Ziele zu erreichen, die gesteckt worden waren. Nicht nur Passivhaus zu sein, sondern auch ökologisches Vorzeigeprojekt. Da waren noch mehr Aspekte dabei.“

Von Anfang an wurde versucht, alle beteiligten Projektpartner miteinander zu vernetzen und in Kooperation zu bringen.

„Eine der großen Herausforderungen war die Koordination der vielen Planer. Es sind in Summe etwa 25 Fachplaner gewesen, teilweise in Personalunion, also sehr kleine Unternehmen, z.B. Feng Shui oder Radiästhet oder die Architektin, die alle aus einer Einzelkämpferrische kommen, mit ökologischen oder energetischen Aspekten oder architektonischem Anspruch, sehr gefestigte und sehr eigenständige Persönlichkeiten.“

Erleichtert wurde diese schwierige Herausforderung durch die Beistellung eines Moderators, der die Planungsbesprechungen begleitet hat.

„Ich hatte das Glück – das Projekt war auch im damaligen Ökocluster Niederösterreich gefördert – wurde von Seiten des Clusters für diese Kooperation – weil einige Firmen gesagt haben, wir kooperieren hier – ein Moderator beigelegt. ... Er hat es geschafft, die Themen zu kanalisieren und uns auf die richtigen Dinge zu konzentrieren. ... ich habe zuerst nicht gesehen, dass es notwendig ist – Gott sei Dank hat es die Möglichkeit gegeben ... bei einem zukünftigen Projekt wüsste ich im Vorhinein, das braucht es unbedingt, wenn so viele Leute unter einen Hut zu bringen sind. Vor allem in so kurzer Zeit.“

Und gerade in diesen kommunikationsorientierten Zugang wurden sehr viel Zeit und sehr viele Ressourcen investiert.

„Wenn man sich die Dokumentation anschaut, dann ist beim Projekt die ganze Schulung, Abwicklung genau so dick wie die ganze technische Seite. Das war auch etwas, was immer wieder Anerkennung findet bei Leidensgenossen in Bau- und Projektleitung, die immer wieder sagen, das sind viele Dinge, die könnten wir uns mitnehmen, im Baualltag haben wir in diesem Bereich wahrscheinlich mehr Know-how geschaffen als im Nachhaltigkeitsbereich oder im ökologischen Bereich. ... Für technische Dinge gibt es Plattformen, auch wenn sie in Österreich nicht ernst genommen werden, aber für die soft skills in so einem Projekt gibt es das nicht.“

Dies könnte auch ein zukünftiges innovatives Berufsfeld sein.

„... es wird wahrscheinlich auch einen Bereich geben, in dem man sagt, es muss eine berufliche Verknüpfung geben zwischen den weichen Fakten beim Bauen und den harten. Also irgendeiner, der nicht nur der reine Mediator ist oder der reine Baufachmann, sondern einer, der es wirklich schafft, die Firmen zusammen zu schrauben und die Ziele hervor zu streichen.“

Aus der Einschätzung des Bauleiters und Projektmanagers funktioniert die Technik im Gebäude sehr gut.

„Die Lüftungsanlage funktioniert und hat auch keine größeren Probleme gemacht, nicht einmal kleinere. Die Lüftungstechnik ist die Seite, die an sich problemlos funktioniert. ... Die Heizung und die Kühlung funktionieren prinzipiell auch sehr gut, da hat es nur am Anfang Probleme gegeben mit den zwei Wärmepumpen.“

Was Probleme gemacht hat und macht, sind die nicht funktionierenden automatisch geführten Außenjalousien.

„Was so nicht gut funktioniert, ist das Thema Lichtsteuerung. Bei dem Thema würde ich mir auch etwas anderes überlegen, denn bei solchen Steuerungen ist man im Normalfall extrem angewiesen auf den Hersteller.“

Ursprünglich wurde versucht, bei der Auswahl der MieterInnen im Büropassivhaus SOL4 nur solche zu nehmen, die auch im ökologischen Bereich tätig sind. Es sollte ein Kompetenzzentrum geschaffen werden. Dieser Anspruch konnte in dieser Radikalität – auf Grund verschiedener Umstände – so nicht ganz durchgehalten werden. Einige der schon fix zugesagten Nutzer haben wieder abgesehen, das WIFI, das die im Gebäude angesiedelten Seminarräume hätte nutzen sollen, hat sich auch wieder zurückgezogen und auch die ÖBB musste ihr Vorhaben, in der Nähe von SOL4 eine Bahnstation zu errichten, um dessen Erreichbarkeit mit öffentlichen Verkehrsmitteln zu gewährleisten, wieder zurücknehmen. Also musste dieser hohe Anspruch etwas zurückgestellt werden.

„Kompromisse muss man eingehen. Wobei, wenn ich mir die Unternehmen betrachte, die jetzt im Haus sind, sind die meisten nicht weit vom Thema weg. Entweder man wählt als Vermieter die Kunden aus, was sich als problematisch herausgestellt hat, aber grundsätzlich wählt das Gebäude, das man hinstellt, schon die Kunden aus oder die Interessenten. ... Das Haus wählt sich seine Kunden schon aus, überhaupt mit dem Bekanntheitsgrad.“

Für die ersten NutzerInnen gab es spezielle Einführungen und Kommunikationsmöglichkeiten mit den ausführenden Firmen.

„Es war so, dass wir während der Bauphase schon die Benutzer mit den Ausführenden zusammen gebracht haben, damit die Ausführenden die Benutzer kennenlernen und dass die Nutzer den Ausführenden mitteilen können, was sie sich überlegt haben, warum sie jetzt hier sind. Deshalb war das eine gute Verknüpfung mit dem Auswahlverfahren. Und wir haben das dann natürlich auch so gemacht, dass wir mehrstufig den Nutzern mitgegeben haben, was ist dieses Gebäude, was kann das, was auch nicht und was soll es sein.“

Auch nach Bezug der Gebäudes wurden Workshops mit den NutzerInnen durchgeführt.

„Wir haben die Leute zusammen geholt – das waren workshopartige Veranstaltungen, weil schriftliche Unterlagen gibt es natürlich auch, die sollen aber nur das dokumentieren, was man gemeinsam erarbeitet hat. Auch wenn man Vorträge macht, das spüren die Leute nicht. Sie müssen selbst draufkommen, wie sie es tun und das geht nur bei Workshops. Damit man das quasi gemeinsam erarbeitet. Das geht am Anfang, beim Start eines Gebäudes, das geht natürlich nicht im Betrieb.“

Auch wurde nach Eröffnung des Gebäudes immer wieder die Meinung und Zufriedenheit der MieterInnen erhoben.

„Wir haben am Anfang das relativ dicht gehalten zu fragen. Es war auch unterschiedlich, Die Facility Manager haben sich hier engagiert. Wir haben auch einen Fragebogen ausgeteilt und sind durchgegangen. Wir haben auch nachher im Betrieb zwei Nutzertreffen gehabt mit unterschiedlicher Stärke von Teilnehmern. Es hat dann nach einem Jahr – ich habe dann in regelmäßigen Abständen kurze mails geschickt, passt alles, wenn nicht, dann Kreuzerltest – und die Rücklaufquote war extrem niedrig.“

Welche Empfehlungen können nun für nachfolgende Projekte abgeleitet werden?

„Meine Erfahrung ist, dass die Grundthemen der Nutzung eines Gebäudes gleich sind, egal, wie technisch oder nicht technisch das Gebäude ist. Meine Erfahrung ist, dass im Bürobau diese Art von Technologie, wo es um relativ wenig Technik geht, relativ einfach ist und wenige Nutzereingriffe erfordert, tendenziell zu weniger Beschwerden oder Problemen führt als jetzt z.B. bei einem konventionellen Bürobau, wo die Fenster im Büro im Sommer glühen und im Winter vereisen. Aber die Grundthemen sind die gleichen und die liegen gar nicht so an der Gebäudequalität, sondern im Umgang miteinander oder die Unwissenheit über bestimmte Abläufe, die schon festgelegt worden sind.“

Die Qualität eines Gebäudes macht aber doch einen großen Unterschied aus.

„... und ich glaube, dass das von der Gebäudequalität abhängt, wie gescheit und wie ehrlich und vor allem wie selbstständig Leute mit einem Gebäude und untereinander umgehen. Ich würde sagen, wir tun uns bei einem Gebäude dieser Art leichter mit Nutzern und untereinander als jetzt bei einem konventionellen Bau. ... Ich glaube, wir tun uns leichter im Miteinander, wenn wir die Gebäudequalität hochhalten.“

7.4 Interview mit dem Bauherrn

Auch mit dem Bauherrn des Projektes SOL4, Herrn Ing. Klaus Kiessler, wurde ein ausführliches persönliches qualitatives Interview geführt. Auch aus diesem langen Interview können nur die wichtigsten Aspekte herausgegriffen werden.

Auch hier wird zu Beginn des Interviews auf die Idee und die Entscheidung eingegangen, warum SOL4 gebaut wurde.

„Es war grundsätzlich meine Idee bzw. eigentlich ist es so entstanden, dass wir ein Büro gehabt haben in einem 70-er-Jahre-Bau. Wir haben im Winter gefroren und im Sommer geschwitzt. Wir haben es auf der einen Seite nicht ausreichend heizen können und auf der anderen Seite nicht ausreichend kühlen. Und das Büro ist zu klein geworden und wir haben etwas Neues gesucht. Wir waren schon relativ stark spezialisiert auf Niedrigenergiehaus und Passivhaus, haben dann geschaut, ob wir irgendetwas finden, was zu uns passt. Da haben wir nichts gefunden, da haben wir gesagt, wir entwickeln selbst ein Projekt.“

Dieses Projekt ist dann auch noch etwas größer ausgefallen als ursprünglich geplant und wurde zusätzlich von der ursprünglichen Idee eines Niedrigenergiehauses in ein Passivhaus umgewandelt.

Aus Sicht des Bauherrn hat es keine Probleme gegeben. Wichtig war der kooperative Planungsprozess und die Schulungen der beteiligten Baufirmen.

„Probleme haben wir gar keine gehabt. Es war von Anfang an eine relativ gute Zusammenarbeit zwischen allen Beteiligten, uns war wichtig, dass das eine Art kooperativer Planungsprozess ist. ... Die ausführenden Firmen mussten sich verpflichten, einen ihrer leitenden Mitarbeiter, der auch auf der Baustelle ist, zu einer Schulung zu schicken, damit der einfach weiß, um was es geht. ... Und das hat dann relativ gut geklappt.“

Ein Problem gab es aber doch – das war die kurze Bauzeit. Das Gebäude wurde in 10 Monaten errichtet.

„Das Einzige, was ich nicht mehr machen würde, ist ein Gebäude dieser Größe in 10 Monaten zu bauen. Wir haben dann aus irgendeinem Grund – teilweise auch über den Ökobacluster motiviert – etwas Zeitdruck bekommen, weil die haben ein Jahresfest festgelegt und haben gesagt, sie würden das gerne bei uns machen und wir haben dann in 10 Monaten gebaut, obwohl es nicht hätte sein müssen. Das verursacht unnötigen Stress und Komplikationen und letztendlich passieren durch die Schnelligkeit dann auch Fehler.“

Ebenfalls angesprochen wird das Thema Jaousien, das von allen Interviewten gleich gesehen wird.

„Das einzige Thema, das wir haben, das würde ich aber auch nicht mehr machen, ist, wir haben eine relativ komplizierte Lichtsteuerungsanlage. Die hat eigentlich nur das erste Jahr halbwegs normal funktioniert und dann nicht mehr. ... Ich muss sagen, ich habe es übersehen, meine jugendlichen Bau- und Projektleiter ... haben mich gewarnt, ich habe mich für das System entschieden und nicht viel nachgedacht, weil ich zu der Zeit ein anderes Projektfeld erführend gemacht habe, aber im Nachhinein gesehen war es ein Fehler“.

Zur Eröffnung war das Gebäude noch nicht so gut ausgelastet wie ursprünglich geplant. Aber auch dies konnte gut verkraftet werden.

„Wir haben am Anfang unter Führungszeichen das Problem gehabt, dass wir eigentlich sehr lange nur ungefähr halb belegt waren, auch das hat das Gebäude ausgehalten, weil das Gebäude ja auch auf interne Lasten gerechnet ist ... aber es hat nichts ausgemacht. Es war immer angenehm, wir erreichen relativ problemlos unsere 22 Grad. Im Sommer kommen wir, auch wenn es wirklich warm ist, selten über 26 Grad. Das funktioniert eigentlich recht gut.“

Auch in diesem Interview wird über das ursprüngliche Auswahlverfahren für die MieterInnen berichtet.

„Grundsätzlich hatten wir den hohen Anspruch, wir wollen ein Kompetenzzentrum für ökologisches Bauen errichten. Das ist uns nicht gelungen, weil es einfach nicht so viele Firmen gegeben hat in dem Bereich und weil es die heute noch nicht gibt. Wir haben dann versucht, dass wir Firmen dabei haben, die von ihrer Denkweise her zu uns passen. Einen Ölhändler hätten wir nicht reingenommen. Wir haben ein Nutzerprofil ausgearbeitet mit Fragen, um einfach abzutesten, wie die Leute arbeiten, wie sie leben und haben da eigentlich relativ früh die Leute diesen Bogen ausfüllen lassen und ein oder zwei haben wir dann tatsächlich abgelehnt. Aber im Großen und Ganzen haben die dann eh dazu gepasst.“

Speziell in der Anfangsphase wurde viel Wert auf die Kommunikation zwischen den MieterInnen gelegt und versucht, dafür Begegnungsmöglichkeiten zu schaffen. Allerdings ist dieses Konzept nicht ganz so gut aufgegangen.

„Wir haben von Anfang an gesagt, dass die Nutzer sich da untereinander kennen lernen, nicht nur die Chefs, auch die Mitarbeiter, dass da Kommunikation ist, ein Gemeinschaftserlebnis, dass wir halt laufend Veranstaltungen machen. Und das ist zwar eigentlich etwas eingeschlafen bzw. es ist nie so richtig gelebt worden, wie wir das ursprünglich vor gehabt haben, aber wir wollten das intensiver machen. Aber es gibt immer noch so alle drei Monate eine Veranstaltung, wo doch relativ viele kommen.“

Die Rückmeldungen der Nutzer an den Bauherrn sind durchwegs positiv.

„Die, die hier sind, sind durchwegs zufrieden. Ich glaube nicht, dass da größere Unstimmigkeiten oder Unzufriedenheiten sind.“

Welche Empfehlung gibt es aus den Erfahrungen des Projektes SOL4 für weitere Passivhaus-Bürobauten? Wie soll die Information und Einbeziehung der NutzerInnen passieren?

„Grundsätzlich kann man nur über Schulungen etwas machen. Wobei das aber aus meiner Sicht in der Projektentwicklung ein Thema ist, da ist einfach Information zu transportieren. Grundsätzlich bin ich der Meinung, dass die Gebäude, die wir für die Leute errichten und planen, eigentlich so funktionieren müssen, dass der Nutzer nicht eingeschränkt ist, aber auch nicht irgendetwas machen muss. Die Gebäudephilosophie sollte sein, dass der Benutzer normal leben kann. Das sollte immer ein angenehmes Raumklima hat, ohne jetzt irgendwie seine Lebensgewohnheiten ändern zu müssen.“

Auf jeden Fall sollten kontrollierte Wohnraumlüftungen zum Standard werden.

„Kontrollierte Zu- und Abluft ist aus meiner Sicht sowieso Stand der Technik, also hier noch dagegen zu wettern, finde ich unproduktiv, weil, wie gesagt, wenn die Lüftungsanlage ordentlich gemacht ist, scheppert es nicht, zieht es nicht und t ragt

einiges zur Luftqualität bei. Einen Filterwechsel schafft selbst der wenig oder gar nicht technisch Ambitionierte.“

7.5 Resümee aus sozialwissenschaftlicher Perspektive

Welches Resümee kann aus der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung zum Projekt „Büropassivhaus SOL4“ gezogen werden?

Zufriedenheit

Prinzipiell herrscht große Zufriedenheit bei den MieterInnen im Bürohaus SOL4. Das ökologische Gebäudekonzept kommt gut an, ebenso die Möglichkeit, die großen Terrassen zum Regeenerieren zu nutzen. Auch die installierten Gemeinschaftsküchen werden als sehr angenehm empfunden und auch genutzt. Es ist eine Identifikation mit dem Gebäude spürbar.

Probleme

An Problemen werden vereinzelt zu geringe Temperaturen in den Büros im Winter, zu trockene Luft in den Räumen und die Übertragung von Gerüchen durch die Lüftungsanlage genannt. Das automatisch gesteuerte Beschattungssystem funktionierte zum Zeitpunkt der Befragung leider nicht zur Zufriedenheit aller.

Information

Die Informations- und Kommunikationspolitik des auch im Gebäude ansässigen Bauherrn zum Passivhauskonzept wird sehr positiv wahrgenommen. Auf die Wünsche der NutzerInnen wird rasch reagiert, es gab auch spezielle Informations- und Vernetzungsveranstaltungen und eine wiederholte Evaluierung zur Zufriedenheit der MieterInnen nach Bezug des Gebäudes.

Auch in der Entstehungsphase des Projektes wurden bereits die beteiligten Planungs- und auch Baufirmen mit Hilfe eines Moderators untereinander und mit den späteren NutzerInnen vernetzt.

Das ursprünglich verfolgte Konzept, aus SOL4 ein Kompetenzzentrum für ökologisches Bauen zu machen, konnte allerdings nicht ganz umgesetzt werden.

8 Verzeichnisse

8.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lageplan des Grundstücks SOL4	5
Abbildung 2: Süd-Ost Ansicht des Gebäudes SOL 4 [Thomas Kirschner]	8
Abbildung 3: Innenwand aus speicheroptimierten Lehmziegeln [AEE INTEC]	8
Abbildung 4: links: Wandaufbau Photovoltaikfassade (Dachgeschosse), rechts: Wandaufbau restliche gedämmte Außenwände (EG und OG) [www.sol4.info]	9
Abbildung 5: Wärmepumpe SOL4 [AEE INTEC]	12
Abbildung 6: links: Schwerkraftentlüftung am höchsten Punkt des Gebäudes, rechts: Atrium des Gebäudes SOL4 [AEE INTEC]	13
Abbildung 7: Lüftungsanlage SOL4 [AEE INTEC]	14
Abbildung 8: Ansicht Fassade mit Photovoltaikmodulen [AEE INTEC]	14
Abbildung 9: Messtechnikschema Büro- und Seminarzentrum Eichkogel [AEE INTEC]	17
Abbildung 10: Vergleich Standardklimadaten Wien mit den Klimadaten in Mödling 2008 (Monatsmittelwerte) ..	22
Abbildung 11: Temperaturen im Solekreislauf (Stundenmittelwerte) für das Jahr 2008	25
Abbildung 12: Systemtemperaturen Wärme/Kälteerzeugung, 13.10.2008-20.10.2008 (Stundenmittelwerte) ..	26
Abbildung 13: Systemtemperaturen Wärme/Kälteverteilung, 13.10.2008-20.10.2008 (Stundenmittelwerte) ..	27
Abbildung 14: Raumtemperaturen Büros und Außenklima, 13.10.2008-20.10.2008 (Stundenmittelwerte)	28
Abbildung 15: Raumtemperaturen Büro und Außenklima von 18.12.2007 – 31.12.2007 (Stundenmittelwerte) ..	30
Abbildung 16: Systemtemperaturen Wärme- / Kälteerzeugung von 12.12.2007 - 30.12.2007 (Stundenmittelwerte)	31
Abbildung 17: Raum- und Außenklimadaten SOL 4 2008 (Tagesmittelwerte)	32
Abbildung 18: Verteilung der mittleren Raumtemperaturen in den Büros als Funktion der Außentemperatur (Stundenmittelwerte während Bürozeiten)	33
Abbildung 19: Verteilung der mittleren Raumtemperaturen in den Seminarräumen als Funktion der Außentemperatur (Stundenmittelwerte während Bürozeiten)	34
Abbildung 20: Übersicht über die gemessenen Temperaturdaten in den Büroräumen (Stundenmittelwerte während Bürozeiten)	35
Abbildung 21: geordneter Raumtemperaturverlauf in den vermessenen Büros (Stundenmittelwerte 2008 während Bürozeiten)	36
Abbildung 22: Raumtemperaturen Seminarräume, 01.01.2008-15.01.2008 (Stundenmittelwerte)	37
Abbildung 23: CO ₂ -Konzentrationen, 01.01.2008-15.01.2008 (Stundenmittelwerte)	38
Abbildung 24: Behaglichkeit in den Seminarräumen in Abhängigkeit der Personenbelastung, 01.01.2008-15.01.2008 (Stundenmittelwerte)	38
Abbildung 25: geordneter CO ₂ -Konzentrationsverlauf im Büro- und Seminargebäude SOL4 (Stundenmittelwerte während Bürozeiten)	39
Abbildung 26: Heiz- und Kühlenergieverbrauch absolut in MWh / a für die Messjahre 2006 – 2009	40
Abbildung 27: Heiz- und Kühlenergieverbrauch absolut in MWh / Monat für die Messjahre 2006 – 2009 (Monatsmittelwerte)	41
Abbildung 28: Heiz- und Kühlenergieverbrauch SOL4 2006 – 2009 (Monatsmittelwerte)	41
Abbildung 29: Systemtemperaturen Büro / Seminar / Fitness, 23.01.2008-30.01.2008 (Stundenmittelwerte) ..	42
Abbildung 30: Lüftungsverhalten und Innenraumtemperaturen, Juni 2008 (Stundenmittelwerte)	43
Abbildung 31: Lüftungsbetrieb in einer heißen Woche im Ende Juli/Anfang August, 28.07.2008-03.08.2008 (Stundenmittelwerte)	44
Abbildung 32: Rückwärmzahlen (Fortluft) der Lüftungsanlage „Büro“; Stundenmittelwerte Jänner bis Dezember 2008	45
Abbildung 33: Schwerkraftlüftung Atrium – Klappen geschlossen, 01.09.2008-08.09.2008 (Stundenmittelwerte)	46
Abbildung 34: Schwerkraftlüftung Atrium – Klappen geöffnet, 30.07.2008-06.08.2008 (Stundenmittelwerte) ..	47
Abbildung 35: Stromverbrauchsanteile in Prozent des Gesamtstromverbrauchs, 2009	49
Abbildung 36: Stromverbrauch SOL4 2009 - Monatsbilanz	50
Abbildung 37: Energiebilanz des Wärme- und Kälteversorgungssystems	50
Abbildung 38: Monatsarbeitszahlen des Wärme- und Kälteversorgungssystems für das Jahr 2009	52
Abbildung 39: Energiekennzahlen und spezifische Gebäudeheizlast SOL4 – 2009	53
Abbildung 40: mittlere Heiz- und Kühllasten SOL4, Tagesmittelwerte	54
Abbildung 41: Grundrisse Erdgeschoss SOL 4 [Immovement]	68
Abbildung 42: Grundrisse Obergeschoss SOL 4 [Immovement]	68
Abbildung 43: Grundrisse 1. Dachgeschoss SOL 4 [Immovement]	69
Abbildung 44: Grundrisse 2. Dachgeschoss SOL 4 [Immovement]	69

8.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Klimadaten Mödling [OIB, PEP].....5
Tabelle 2: Beteiligtenliste und zeitliche Organisation7
Tabelle 3: Flächenaufstellung SOL 4.....9
Tabelle 4: konstruktiver Aufbau thermisch relevanter Wand- und Deckenaufbauten [ARGE TQ]..... 11
Tabelle 5: Messstellenliste SOL 4 [AEE INTEC] 18
Tabelle 6: Wetterdaten im Vergleich (Jahresmittelwerte) [PEP; AEE INTEC] 22
Tabelle 7: Wetterdaten Mödling [OIB; AEE Intec] 23
Tabelle 8: spezifischer Heiz- und Kühlenergieverbrauch in kWh_{th}/(m²·a) für die Messjahre 2006 – 2009..... 40
Tabelle 9: Gesamtenergiebilanz SOL4 2006 – 2009 (Jahresbilanz) 48
Tabelle 10: Jahresenergieverbrauch SOL4 2009 49
Tabelle 11: Gesamtenergiebilanz SOL4 2006 – 2009 (Jahresbilanz) 56
Tabelle 12: Übersicht über die relevanten Energiebezugsflächen..... 70

9 Anhang

9.1 Grundrisse



Abbildung 41: Grundrisse Erdgeschoss SOL 4 [Immovement]



Abbildung 42: Grundrisse Obergeschoss SOL 4 [Immovement]



Abbildung 43: Grundrisse 1. Dachgeschoss SOL 4 [Immovement]



Abbildung 44: Grundrisse 2. Dachgeschoss SOL 4 [Immovement]

9.2 Energiebezugsflächen

Tabelle 12: Übersicht über die relevanten Energiebezugsflächen

		Wohnnutzfläche [m ²]	Treated floor area TFA [m ²]
Erdgeschoss			
	Windfang	21,0	12,6
	Information	23,4	23,4
	Foyer	101,6	101,6
	Kopierraum/Technik	9,0	5,4
	Haustechnikraum	38,6	23,1
	WC	1,6	1,6
	Mülllager	15,5	9,3
	ET	13,8	8,3
	Putzraum	5,7	3,4
	Gang	14,3	14,3
	Gang	34,8	34,8
	Buffet	11,4	11,4
	Teeküche	8,6	8,6
	Windfang	8,3	5,0
	Seminar_Top1	45,1	45,1
	Seminar_Top2	48,5	48,5
	Seminar_Top3	48,5	48,5
	Seminar_Top4	45,1	45,1
	Seminar/Meeting_Top5	34,7	34,7
	Sauna	3,6	3,6
	Dampfbad	3,6	3,6
	Vorraum	14,6	14,6
	WC	2,9	2,9
	DU	3,2	3,2
	WC	2,0	2,0
	DU	3,8	3,8
	Umkleide	7,4	7,4
	Umkleide	7,5	7,5
	Schaur.	9,8	9,8
	Treff	30,8	30,8
	Fitness	77,6	77,6
	Vorraum	5,4	5,4
	WC	1,5	1,5
	WC	1,4	1,4
	Gang	8,9	8,9
	WC	1,9	1,9
	WC	3,3	3,3
	Vorraum	2,5	2,5
	Pissoir	1,7	1,7
	Stiege	11,9	7,1
	Lift	2,8	1,7
	SUMME EG	737,6	687,0
1. Obergeschoss			
	Büro_Top12	126,0	126,0
	Büro_Top6	215,8	215,8
	Büro_Top11	70,1	70,1
	Büro_Top7	54,3	54,3
	Büro_Top10	48,9	48,9

	Büro_Top8	90,1	90,1
	Büro_Top9	99,3	99,3
	Foyer	87,9	87,9
	Teeküche	13,0	13,0
	Gang	8,9	8,9
	WC	2,2	2,2
	VR	5,5	5,5
	WC	2,1	2,1
	VR	4,4	4,4
	WC	2,0	2,0
	Pissoir	3,1	3,1
	Stiege	11,9	7,1
	Kopierraum	9,6	5,8
	Papierlager	22,2	13,3
	SUMME OG	877,2	859,7
1. Dachgeschoss			
	Büro_Top17	26,2	26,2
	Meeting_Top18	31,0	31,0
	Kopierraum	8,8	5,3
	Gang	6,1	6,1
	Vorraum	4,1	4,1
	WC	1,9	1,9
	Teeküche	5,7	5,7
	Cafeteria/Sozial	34,9	34,9
	Büro_Top13	25,9	25,9
	Büro_Top14	37,1	37,1
	Büro_Top15	28,6	28,6
	Büro_Top16	37,1	37,1
	Foyer	45,7	45,7
	Stiege	11,9	7,1
	SUMME 1.DG	305,0	296,8
2. Dachgeschoss			
	Gymnastik-Raum 1	106,2	106,2
	Foyer	45,7	45,7
	Garderobe Damen	31,1	31,1
	Duschen	4,9	4,9
	Garderobe Herren	19,5	19,5
	Pissoir	1,9	1,9
	Duschen	4,2	4,2
	WC	2,0	2,0
	Empfang	26,2	26,2
	Gymnastik-Raum 2	67,2	67,2
	WC	2,1	2,1
	WC	2,1	2,1
	Stiege	11,9	7,1
	SUMME 2.DG	324,9	320,1
	SUMME SOL4 gesamt	2244,7	2163,6

TQ-Bewertung

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDER BEWERTUNG



Büro- und Seminarzentrum Eichkogel - sol4 Planung

Eigentümer/Investor: BM Ing. Klausjürgen Kiessler GesmbH
Architektur: Solar4you Consulting GesmbH
Haustechnik: Planungsteam E-Plus
Elektrotechnik: TB Bartmann GesmbH
Statik: DI Erich Leschitzky
Bauphysik: Solar4you Consulting GesmbH
Simulation: Drexel und Weiss

Medilikke Immobilien-
Bauträger GesmbH
2340 Mödling



ARGE Total Quality

geprüft

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDE BEWERTUNG

0 Allgemeine Projektbeschreibung

Bezeichnung	Eingabe	Anmerkungen
Gebäudenutzung	Büro- und Seminarzentrum	
Gebäudetyp	Bürogebäude, kleinvolumig	
Bauweise	Mischbauweise	
TQ-Bewertung: Planungsphase/Fertigstellung	Planungsphase	
Ausstellungsdatum TQ-Zertifikat Planung	25.4.2005	
Anschrift	Guntramsdorfer Straße 103, A-2340 Mödling	
Eigentümer/Investor	Baumeister Ing. Klausjürgen KIESSLER GesmbH, A-2340 Mödling	
Bauträger	Medilikke Immobilien-Bauträger GesmbH, A-2340 Mödling	
Verwalter	Siegl & Partner KEG, Schloßgasse 5/4, A-2344 Maria Enzersdorf	
Betreiber	immovement Immobilien und Facility Management-Consulting GmbH, campus 21, Businesspark Wien Süd, Liebermannstr. A02 6 03, A-2345 Brunn/Gebirge	
Rückfragen für die Bewertung	Dipl.-HTL-Ing. Johannes Stockinger MAS	
Telefon	02236 /22404-80-71	
E-Mail	hs@solar4you.at	
Baujahr	2004	
Katastralgemeinde	Mödling	
Grundstücksnummer	1398/4	
Einlagezahl	1661	
Voraussichtliche Nutzungsdauer für Rohbau	90 Jahre	

Alle für die TQ-Zertifizierung relevanten Unterlagen liegen bei der argeTQ bzw. dem Bauträger Medilikke Immobilien-Bauträger GesmbH auf.

Planerteam

Bezeichnung	Name / Firma	Adresse
Architektur	Solar4you Consulting GesmbH, DI Ruth König	Seit Jan. 2005: Guntramsdorfer Straße 103, A-2340 Mödling
Haustechnikplanung	Planungsteam E-Plus	Impulszentrum Bregenzer Wald 1135, A-6863 Egg
Elektrotechnikplanung	TB-Bartmann GmbH	Schützengasse 36, A-2500 Baden
Statik	DI Erich Leschetizky	Siebenbrunneng. 85, A-1050 Wien
Bauphysik	Solar4you Consulting GesmbH	Seit Jan. 2005: Guntramsdorfer Straße 103, A-2340 Mödling
Simulation	Drexel und Weiss	Kennelbacherstr. 36, A-6900 Bregenz

Klimadaten und Seehöhe

Bezeichnung	Eingabe	Anmerkungen
Jährliche Heizgradtage (20°C/12°C)	3.320 Kd	Kd ... Kelvintage
Jahressumme Globalstrahlung (horizontal)	1.114 kWh pro m ² und Jahr	kWh pro m ² ... Kilowattstunden pro m ² horizontaler Fläche
Jahresniederschlag	700-800 mm pro Jahr	mm ... Millimeter
Seehöhe	240 Meter	

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDE BEWERTUNG

Nähere Angaben zum Nutzungskonzept

Art der Bewirtschaftung: Büro- und Seminarzentrum

Wer trägt die Verantwortung für Reinigung, Wartung und Instandhaltung? immovement Immobilien und Facility Management-Consulting GmbH, campus 21, Businesspark Wien Süd, Liebermannstr. A02 6 03, A-2345 Brunn/Gebirge

Gibt es ein Konzept für Reinigung, Wartung und Instandhaltung? Ja, mit regelmäßigen Wartungsintervallen, einem Leitfaden für Wartung und Betrieb und einem FM(Facility Management)-Konzept

Wie viele Personen werden das Gebäude voraussichtlich benutzen? 214

Wie viele Quadratmeter Nutzfläche stehen pro Person zur Verfügung? Rund 7,88 Quadratmeter pro Person.

Bau- und Ausstattungsbeschreibung

Sol 4 bietet Büromietflächen für Klein- und Kleinstbetriebe (1-20 Personen) mit dem Branchenschwerpunkt Ökobau in Einheiten von ein bis fünf Räumen. Das neue, innovative Bürohauskonzept vereint ökologische und ökonomische Gesichtspunkte gleichermaßen. Ein gutes Raumklima und die Nutzungsmöglichkeit gemeinsamer Infrastruktur (Office-Service-Paket) zählen dazu ebenso wie die flexible Gestaltung der Büroflächen. Das sog. „offene Büro“ ermöglicht Businesskontakte und soziale Anbindung innerhalb des Hauses. Erholungs- und Ruheräume im Haus, eine Cafétterasse, ein Bewegungsraum mit angrenzenden Umkleide- und Duschräumen, die Lage direkt am Naturschutzgebiet Eichkogel sowie ein Lauffreizeck setzen neue Impulse zum Thema „Fit at work“. Der Lebensraum Arbeitsplatz soll somit zu einem Ort des Wohlfühlens werden.

Das Büro- und Seminarzentrum Sol4 soll ein Kompetenzzentrum für ökologisches Planen, Bauen und Arbeiten in der Zukunft werden. Deshalb wurde von Planungsbeginn an festgelegt, dass nur Mieter aus bestimmten Branchen aufgenommen werden. Diese potenziellen Mieter müssen gewisse Kriterien erfüllen, um eine Bürofläche in dem Gebäude anmieten zu können.

In gebäudetechnischer Hinsicht werden alle relevanten Erkenntnisse der Passivhausbauweise der letzten Jahre berücksichtigt. Die tragenden Wände werden aus dem neuen, speicheroptimierten Ziegel mit 20 cm Wandstärke gefertigt. Die Dämmung des Erdgeschosses erfolgt mit Mineralschaumplatten, welche innerhalb der Wärmedämmverbundsysteme die besten ökologischen Daten vorweisen. Das Obergeschoss wird mit einer vorgesetzten Holzleichtkonstruktion versehen, auf welcher an drei Gebäudeseiten eine Photovoltaikanlage integriert wird. Hier wird ein Prototyp einer „CLIP-ON“ Fassade entwickelt, die es erlaubt, Fertigteile, in diesem Fall mit Stroh gedämmt, rationell zu montieren. Im Gebäudeinneren werden für die tragenden Wände zum ersten Mal in einem Bürogebäude Ziegelrohlinge, sprich Lehmsteine eingesetzt. Der Beton wird mit dem innovativen und ökologisch günstigen Bindemittel Slagstar hergestellt. Der gesamte Innenausbau wird ökologisch optimiert, wobei schadstofffreie beziehungsweise lösungsmittelarme Farben, Ausbauplatten, etc. verwendet werden.

Architektonisches Konzept

Die Bebauung des rechteckigen Grundstücks erfolgt mittels eines zweigeschossigen kubischen Baukörpers, dem zwei zurückspringende Dachgeschosse aufgesetzt sind.

Die Erschließung erfolgt von der Guntramsdorfer Straße aus. An diese grenzt ein Vorplatz mit Besucherparkplätzen, Vorplatz, Fahrradabstellfläche (überdeckt durch den in das Gebäude eingeschnittenen Bereich) und dem Hauptzugang in das Gebäude. Intern erschließt sich das Gebäude über ein zentrales Atrium. Um das Foyer im Erdgeschoss gruppieren sich eine am Eingangsbereich gelegene Information (Portier, Sekretariat), ein Fitnessraum (Nutzung bürohausintern, ev. durch WIFI oder einen „Lauffreizeck“), Meeting- bzw. Seminarräume und diverse Nebenräume wie Sanitär und Haustechnik. Das 1. Obergeschoss soll vor allem Mittelunternehmen Büroräumlichkeiten zur Verfügung stellen. Eine möglichst große Anpassungsfähigkeit und Variabilität innerhalb dieses Bürogeschosses soll gewährleistet werden, indem die Konstruktion in Stützen aufgelöst wird und mittels flexibler Wände, Raumteiler oder Möblierung die Räume zониert werden.

Im 1. und 2. Dachgeschoss befinden sich weitere Büros, allerdings für Klein- und „Kleinst“-unternehmer konzipiert. Im 1. Dachgeschoss ist ein allgemeiner Sozialraum (Cafeteria) und Meetingraum für die hausinterne Nutzung situiert.

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDE BEWERTUNG

Technische Details: Wand- und Deckenaufbauten

Bezeichnung	Planungsergebnis	U-Wert in W/m ² K
Wände außenluftberührt – beheizt:		
Außenwand massiv W10	Außenputz 1 cm, Stootherm Cell 30 cm, Porotherm 20cm (bzw. Stahlbeton lt. Statik), Innenputz 1,5 cm	Ziegel: 0,12 STB: 0,13 W/m ² K
Außenwand massiv PV W11	PV-Elemente (Süd, West, Ost 1.+2. OG), Hinterlüftung/ Alu-schiene 4 cm, Hinterlüftung/Sparschalung 2 cm, OSB 2cm, 36 cm Wärmedämmung - Stroh, 20 cm Ziegel (bzw. STB lt. Statik), Innenputz 1,5 cm	Ziegel: 0,11 STB: 0,12 W/m ² K
Außenwand W1 außenluftber. – unbeheizt	30 cm WU-Beton	2,75 W/m ² K
Außenwand W2 außenluftber. – unbeheizt	20 cm Stahlbeton	3,89 W/m ² K
Trennwände:		
Trennwand W20	1,5 cm Gipsfaserplatte, Metallständerkonstruktion, dazw. 5 cm Tel-W-KF 50, 28 cm Ziegel bzw. 20 cm STB (lt. Statik), 1,5 cm Innenputz (Büros)	Thermisch nicht relevant
Trennwand W22	1,5 cm Innenputz, 12 cm Ziegel, Installationsraum für Haustechnik, 12 cm Ziegel bzw. 20 cm STB (lt. Statik), 1,5 cm Innenputz (Büros)	Thermisch nicht relevant
Trennwand Leichtbau W23	2 × 1,25 cm Gipskartonplatten, 7,5 cm C-Profil (Metallständerkonstruktion), dazw. 5cm WDF, 1,25 cm Gipskartonplatte, 7,5 cm C-Profil (Metallständerkonstruktion), dazw. 5cm WDF, 2 × 1,25 cm Gipskartonplatten (bei Nassräumen hydrophobiert, Belag Fliesen)	Thermisch nicht relevant
Innenwände		
Innenwand W30	1,5 cm Innenputz, 10 cm Ziegel, 1,5 cm Innenputz	Thermisch nicht relevant
Innenwand Leichtbau W31	2 × 1,25 cm Gipskartonplatten, Steher, dazw. 5cm WDF, 2 × 1,25 cm Gipskartonplatten	Thermisch nicht relevant
Flexible Innenwand W32	Glas ESG, Luftraum, Glas ESG	Thermisch nicht relevant
Flexible Innenwand W33	Spanplatten mit Kunststoffbeschichtung, 6cm Steher, dazw. MW-Wärmedämmung, Spanplatten mit Kunststoffbeschichtung lt. Konzept Innenraumgestaltung	Thermisch nicht relevant
Flexible Innenwand W34	Sperrholz, WDF 5 zw. C-Profilen, Sperrholz (bei Nassräumen, Spanplatten mit Kunststoffbeschichtung lt. Konzept Innenraumgestaltung	Thermisch nicht relevant
Stahlbeton W35	Sichtbetonoberfläche, 20 cm STB (lt. Statik), Sichtbetonoberfläche	Thermisch nicht relevant
Decken und Fußböden		
Decke beheizt – außen F30 (Auskragung)	Aufbau wie F 50, 25 cm STB-Decke (lt. Statik) mit Betonkernaktivierung, Sto Therm Cell 30 cm, Außenputzsystem 1 cm	0,12 m ² K
unbeheizt - erdberührt F14 (Müllraum)	6 cm Estrich versiegelt, 44 cm Wärmedämmung EPS W30, 30 cm WU-Beton (lt. Statik), PE-Folie, Rollierung bzw. Sauberkeitsschicht	0,08 m ² K
unbeheizt - erdberührt F13 (HT)	Hohlboden versiegelt ohne Gefälle mit 2,5 cm Trägerplatte h = 40 cm, Wärmedämmung Schüttung Sanopor 35 cm, 30 cm WU-Beton (lt. Statik), PE-Folie, Rollierung bzw. Sauberkeitsschicht	0,11 /m ² K
beheizt - erdberührt F 40 (Seminar)	2 cm Industrieparkett, Hohlboden mit 2,8 cm Trägerplatte v. Knauf h = 50 cm, Wärmedämmung Schüttung Sanopor 35 cm, 30 cm WU-Beton (lt. Statik), PE-Folie, Rollierung bzw. Sauberkeitsschicht	0,10 W/m ² K
beheizt - erdberührt F 41 (Foyer)	10 cm Ziegel im Mörtelbett, 2cm Heizestrich Trockenbau, Hohlboden mit 2,8 cm Trägerplatte v. Knauf h = 50 cm, Wärmedämmung Schüttung Sanopor 35 cm, 30 cm WU-Beton (lt. Statik), PE-Folie, Rollierung bzw. Sauberkeitsschicht	0,11 W/m ² K
beheizt - erdberührt F 42 (Fitness)	4,5 cm Schwingboden (Staffel auf Dämmstreifen), Hohlboden mit 2,8 cm Trägerplatte v. Knauf h = 50 cm, Wärmedämmung Schüttung Sanopor 35 cm, 30 cm WU-Beton (lt. Statik), PE-Folie, Rollierung bzw. Sauberkeitsschicht	0,10 W/m ² K
beheizt - erdberührt F 43 (Foyer)	10 cm Ziegel im Mörtelbett, 2 cm Heizestrich, Hohlboden mit 2,8 cm Trägerplatte v. Knauf h = 130-170 cm, 35 cm Wärmedämmung Sanopor, PE-Folie, 30 cm WU-Beton (lt. Statik), PE-Folie, Rollierung bzw. Sauberkeitsschicht	0,10 W/m ² K
beheizt - beheizt F 50	Belag Büro/Gänge: Industrieparkett, Nassräume: Fliesen mit Abdichtung, Hohlboden mit 2,8 cm Trägerplatte v. Knauf h = 10,7 cm, 25 cm STB-Decke (lt. Statik)	Thermisch nicht relevant

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDE BEWERTUNG

Bezeichnung	Planungsergebnis	U-Wert in W/m²K
beheizt - beheizt F 51 (Doppelboden)	Belag Büro/Gänge: Industrieparkett, Nassräume: Fliesen mit Abdichtung, 2 cm Heizestrich, Hohlboden mit 2,8 cm Trägerplatte v. Knauf h= 10,7 cm, 25 cm STB-Decke (lt. Statik), Oberfläche Sichtbeton	Thermisch nicht relevant
Dächer		
Extensives Gründach D10	10 cm Einschichtsubstrat, 1 cm Gummimatte, Abdichtung mehrfach, 30 cm Wärmedämmung EPS W30, bitum. Alu-Dampfsperre, 5-10 m Gefällebeton, 25 cm STB-Decke (mit Bauteilaktivierung)	0,11 W/m²K
Gründach D11	(Lattenrost im Kiesbett im Terrassenbereich), 15 cm Substrat, Filtervlies, 5 cm Speicherschicht, 1cm Gummimatte, Abdichtung mehrfach, Vlies wurzelfest, 30 cm Wärmedämmung EPS W 30, bitum. Alu-Dampfsperre, 5-10 cm Gefällebeton, 25 cm STB-Decke (mit Bauteilaktivierung)	0,11 W/m²K
Transparente Bauteile		
Fenster	3 - Fach IFN One 0,6 4b/15 g/ 4/ 15g/ b4 (U = 0,6 W/m²K) Holz -Alu Rahmen (U = 0,9 W/m²K)	0,966 W/m²K
Glasdach Atrium	Glas G30, nicht gefahrenbringend splitternd (U= 0,7 W/m²K), Alu-Rahmen 2,0 (U=1,4 W/m²K)	0,90 W/m²K

Beschreibung der Haustechnik

Heizung

Der Heizwärmebedarf des Passivhaus-Bürogebäudes ist durch den hohen Dämmstandard und die luftdichte Gebäudehülle ($n_{50} < 0,6$ 1/h) sehr gering gehalten (< 15 kWh/m²_{BGF,a}). Die Erzeugung des Restenergiebedarfs erfolgt über zwei umkehrbare hocheffiziente Wasser/Wasserwärmepumpen, da entsprechend Grundwasser vorhanden ist (2 WP mit insgesamt 48 kW Heizleistung/54 kW Kühlleistung). Der dafür erforderliche Strombedarf wird im Jahresmittel über die Photovoltaik-Anlage gedeckt.

Kühlung

Durch das vorhandene Erdreich wird mittels Tiefenbohrung die Möglichkeit der sanften Kühlung über Betonkernaktivierung in den Decken des Gebäudes genutzt (Directcooling). Dazu werden in allen Geschoßdecken entsprechende Heiz- bzw. Kühlschlangen integriert. Gleichzeitig kann dieses System auch zur Heizungsunterstützung dienen.

Daten Erdsondenanlage: 560m Bohrsondenlänge; aufgeteilt auf 7 Bohrungen à 80m (als primärseitige Energiequelle für Sommerkühlfall und Winterheizfall).

Die Betonkernaktivierung macht sich die Eigenschaften unverkleideter Speichermassen eines Gebäudes zu Nutze, thermische Energie zu speichern und bei Bedarf wieder abzugeben. Das in den Betondecken in der Nacht zirkulierende Wasser präpariert den Betonspeicher für den kommenden Tag, so dass je nach Raumtemperatur ein selbsttätiger Energieausgleich stattfinden kann. Eine individuelle spontane Raum-bezogene Temperaturregelung ist wegen der großen Systemträgheit nicht möglich. Mit einer mittleren Kühlleistung des Kühlkreislaufs von 25 W/m² kann während der Nutzung eine Kühllast von bis zu 50 W/m² abgeführt werden.

Das sich über vier Geschosse ausdehnende Atrium mit einer Gesamthöhe von 11,5 Metern bietet sich zur passiven Schwerkraftkühlung an. Bei Berücksichtigung entsprechender Zu- und Abluftklappen im Atrium am niedrigsten und höchsten Punkt kann eine sehr effiziente nächtliche Herabkühlung der internen Speichermassen im Atrium erfolgen (Querschnitt der Öffnungen: 4-5 % der Grundfläche des zu entlüftenden Raumes). Im Sommer können so Luftwechsel von 6-12/Stunde erreicht werden – je nach Temperaturdifferenz mit der Umgebung. Dies entspricht 6.000 – 12.000 m³/h, ohne dass Fremdenergie erforderlich wäre. Die Herabkühlung wirkt sich nicht nur positiv auf das Atrium selbst – sondern auch auf die umliegenden Räume aus, da die Trennwände überwiegend massiv ausgeführt werden.

Als Verschattung sind außen liegende und lichtlenkende Jalousien ausgeführt. Diese sind zusammen mit der künstlichen Beleuchtung vollautomatisiert und bieten so die Möglichkeit, an jedem Arbeitsplatz die optimale Lichtstärke zu gewährleisten und zusätzlich eine blendfreie Arbeitsumgebung zu schaffen. Trotzdem hat jeder Nutzer die Möglichkeit diese Automatik händisch zu übersteuern.

Wärme- und Kälteverteilung

Wasserrohnetz (Anbindung Betonkernaktivierung) sowie Zuluftrohnetz

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDE BEWERTUNG

Lüftung

Die Haustechnik sieht entsprechend dem Passivhausstandard eine hocheffiziente Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung für die Büro- und Seminarzonen vor. Die zonalen Zuluftmengen sind an den hygienisch erforderlichen Luftwechsel ausgerichtet, der durch die unterschiedliche Nutzung (Seminar und Büro) entsprechend differenzierte stündliche Luftwechsel von 1,5 und 2,5/Stunde aufweist. Außerhalb der Nutzung (täglich von 21.00 Uhr bis 7.00 Uhr) wird nur noch ein sehr geringer Grundluftwechsel von 0,5/Stunde gefahren. Es kommen dadurch auch 3 verschiedene und separat steuerbare Lüftungsgeräte zum Einsatz.

- 1 ST Zentrallüftungsanlage
 - Zone „Büro“ mit 85% Wärmerückgewinnung (Rotationswärmetauscher)
 - Zone „Seminarräume“ mit 80% Wärmerückgewinnung (Gegenstromplattenwärmetauscher)
 - Zone „Fitness“ mit 80% Wärmerückgewinnung (Gegenstromplattenwärmetauscher)
- 2 ST dezentrale Lüftungsgeräte zur Unterstützung des Fitnessbereichs im DG2 mit ca. 85% Wärmerückgewinnung (Gegenstromplattenwärmetauscher)

Zur Gewährleistung der Betriebssicherheit muss die angesaugte Außenluft in jedem Fall frostfrei gehalten werden, in diesem Fall über ein Vorheizregister. Im Sommer bietet die WRG die Möglichkeit mit einem Bypass zu arbeiten. Eine Fensterkühlung/-lüftung ist möglich. Somit kann die Lüftungsanlage im Sommer die Funktion der Nachtlüftung übernehmen – zumindest solange bis das ohne Betonkernaktivierung möglich ist, ebenfalls mit dem Effekt die wirksamen Speichermassen (Decken) mit Nachtluft herunterzukühlen. Die im Bürobau vergleichsweise zum Wohnbau hohen Luftwechsel erhöhen den Effekt dieser Maßnahme. Weiters ist eine freie Nachtkühlung des Atriums möglich und bringt zusätzlich einen Kühleffekt.

PV-Anlage

Das Projekt Sol4 liegt am Fuße des Eichkogels in einer sehr günstigen Lage für die architektonische Integration von Photovoltaik in ein Gebäude. Drei Fassaden (Süd, West, Ost) werden mit hocheffektiven Mainzellen realisiert, voraussichtliche Gesamtjahresstromproduktion: 17.021 kWh/a, Leistung gesamt 28,05 kW_p. Die eingesetzten Zelltechnologien sind Weiterentwicklungen auf Basis bewährter Technologien. Besondere Beachtung wird auf nachfolgende Merkmale gelegt: hoher architektonischer Integrationsgrad, hohe Flächenwirkungsgrade (RWE250 mit 130 W/m²), kurze Energierücklaufzeiten (ca. 4 Jahre), umweltfreundliche Zelltechnologien (kristallines Silizium) und lange Lebensdauer (20 Jahre Leistungsgarantie). Bei den Wechselrichtern wird ein Produkt gewählt, das bekannt für seine Robustheit ist und für das eine Geräteggarantie von 12 Jahren gegeben wird.

Warmwasser

Die Warmwasserbereitung erfolgt teils über Solaranlage und Wärmepumpenanlage. Eine elektrische Nachheizung ist vorgesehen. 2500 Liter Kombisolarspeicher für Fitnessbereich; 36 m² thermische Solaranlage am Dach (34,17 m² reine Kollektorfläche), unter 45° aufgeständert für annähernd 100%ige Solardeckung Warmwasserbedarf „Sommer“, der ganzjährige solare Deckungsgrad beträgt 48%.

Solaranlage Details

Type	Universal 2,7
Fabr.	Solution
Nachheizung	mit Wärmepumpe und E-Kessel
Warmwasserspeicher Inhalt	keinen
Brauchwassermodul	3-stufige Plattentauscherkaskade
Type	Oskar So/Sp 2500/5 OpvT
Fabr.	Ratiotherm

Elektroinstallationen

Die Regelung von Heizung, Lüftung und weiteren technischen Systemen des Büros erfolgt über ein neuartiges DDC-BUS-System der Fa. Siemens, welches sich von üblichen derartigen Systemen durch bessere Überschaubarkeit, Bedienerfreundlichkeit und deutlich niedrigeren Kosten unterscheidet. Weiters ist die grafische Bedienoberfläche erwähnenswert, die es praktisch jedermann möglich macht, diese komplexe technische Anlage zu bedienen oder auch wichtige Werte anzulesen.

Transporteinrichtungen

Zur Erschließung des Gebäudes wird ein Personenaufzug in rollstuhlgerechter Ausführung errichtet.

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDER BEWERTUNG

Flächenaufstellung des Gebäudes

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Netto-Grundfläche (NGFa)	2.243,59 m ²		nach ÖN B 1800 (Bauträgerangabe)
Hauptnutzfläche (HNF) des Gebäudes	1.483,25 m ²		nach ÖN B 1800 (Bauträgerangabe)
Nebennutzfläche (NNF) des Gebäudes	203,31 m ²		nach ÖN B 1800 (Bauträgerangabe)
Nutzfläche gesamt (NF) des Gebäudes	1.686,56 m ²		nach ÖN B 1800 (Bauträgerangabe)
Funktionsfläche (FF) des Gebäudes	57,23 m ²		nach ÖN B 1800 (Bauträgerangabe)
Verkehrsfläche (VKF) des Gebäudes	499,80 m ²		nach ÖN B 1800 (Bauträgerangabe)
Beheizte bzw. beheizbare Brutto-Grundfläche	2.739,66 m ²		nach ÖN B 8110-1 (Bauträgerangabe)
Überbaute Grundfläche (Altbestand)	0,00 m ²		(Bauträgerangabe)
Überbaute Grundfläche (Neubau)	1.031,17 m ²		(Bauträgerangabe)
Überbaute Grundfläche (gesamt)	1.031,17 m ²		nach ÖN B 1800 (Bauträgerangabe)
Sonstige versiegelte Fläche	455 m ²		z.B. Zufahrt, Parkplatz, Gehwege (Bauträgerangabe: Betonsteinpflaster 230 m ² , Ziegelklinker 225 m ²)
Grundstücksfläche (tatsächliche Fläche)	2.000,07 m ²		(Bauträgerangabe)
Büroflächen	1.343,73 m²		Büro- und Seminarflächen (Bauträgerangabe)
Vermietbare Wohnnutzfläche	0,00 m ²		(Bauträgerangabe)
Sonstige Wohnnutzfläche	0,00 m ²		(Bauträgerangabe)
Lokalflächen (Restaurant, Beisl)	40,72 m ²		Cafeteria inkl. Nebenräume (Bauträgerangabe)
Verkaufsflächen (Läden)	0,00 m ²		(Bauträgerangabe)
Allgemeine Flächen (Gänge, etc.)	830,60 m ²		(Bauträgerangabe)
Technik (Haustechnik)	57,23 m ²		(Bauträgerangabe)
Flächen der allgemeinen Teile des Hauses, die einer periodischen Reinigung bedürfen	830,60 m ²		(Bauträgerangabe)
Gemeinschaftsräume	199,58 m ²		Fitnessbereich EG und Cafeteria 1.DG (Bauträgerangabe)
Kellerflächen	0,00 m ²		(Bauträgerangabe)
PKW-Stellplätze innen	Nein		
PKW-Stellplätze außen	Ja		12 PKW-Stellplätze auf demselben Grundstück (davon 1 behindertengerechter), weitere 2 für Solarfahrzeuge (inkl. Strom-Tankstelle), 72 PKW-Stellplätze auf Nachbargrundstück miterrichtet (Bauträgerangabe)

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDE BEWERTUNG

1 Ressourcenschonung

Verwendete Baustoffe und Transport

Bezeichnung	Verbrauch in kg	Transport in km ¹	Verwendetes Beförderungsmittel ²	Anmerkung
Bau-, Armierungsstahl	93.064 kg	10 km	LKW	Planer-, Bauträgerangabe
WU Beton	967.472 kg	10 km	LKW	Planer-, Bauträgerangabe
Beton (mit Slagstar)	7.005.530 kg	10 km	LKW	Planer-, Bauträgerangabe
Estrich	111.600 kg	10 km	LKW	Planer-, Bauträgerangabe
Gasbeton	24.348 kg	30 km	LKW	Planer-, Bauträgerangabe
Gipskartonplatte	6.658 kg	30 km	LKW	Planer-, Bauträgerangabe
Glas: Wärmeschutzglas 3-fach	751 m ²	320 km	LKW	Planer-, Bauträgerangabe (inkl. Atriumverglasung)
Holzwerkstoff: Doppelboden	96.721 kg	30 km	LKW	Planer-, Bauträgerangabe
Holzwerkstoff: OSB-Platte	5.411 kg	30 km	LKW	Planer-, Bauträgerangabe
Klinker	22.721 kg	14 km	LKW	Planer-, Bauträgerangabe
Mineral. Dämmung	23.750 kg	30 km	LKW	Planer-, Bauträgerangabe
Mineralschaumdämmplatten	26.967 kg	30 km	LKW	Planer-, Bauträgerangabe
Polystyrol	8.370 kg	30 km	LKW	Planer-, Bauträgerangabe
Sand (CO ₂ -geschäumt)	19.200 kg	30 km	LKW	Planer-, Bauträgerangabe
Stroh	18.035 kg	30 km	LKW	Planer-, Bauträgerangabe
Ziegel (Mauer-)	179.143 kg	14 km	LKW	Planer-, Bauträgerangabe
Lehmziegel	95.983 kg	14 km	LKW	Planer-, Bauträgerangabe

¹ km Transport ab Händler/Werk bis zur Baustelle, inklusive leere Rückfahrten ² Verwendetes Beförderungsmittel ab Händler/Werk bis zur Baustelle

1-1 Energiebedarf des Gebäudes

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung**	Anmerkungen
Primärenergie (nicht erneuerbar) für die Errichtung des Rohbaus (Baustoffproduktion) pro m ² NGF und Jahr*	13,82 kWh/m ² .a	5	Bezug: Netto-Grundfläche
Primärenergie (nicht erneuerbar) für die Errichtung des Rohbaus (Transport der Baustoffe) pro m ² NGF und Jahr*	0,70 kWh/m ² .a		Bezug: Netto-Grundfläche
Primärenergie für Raumwärme und Warmwasserbereitung gesamt pro m ² beheizte BGF und Jahr	18,69 kWh/m ² .a		Bezug: beheizte Brutto-Grundfläche
Primärenergie für Raumwärme und Warmwasserbereitung des Gebäudes gesamt pro Jahr	51.204,15 kWh/a		Anmerkung: Für die Berechnung der Primärenergie wurden die Erträge der PV-Anlage abgezogen.
Heizlast des Gebäudes pro m ² beheizte BGF und Jahr	0,01 kW/m ²		nach PHPP (Planerangabe)
Heizlast des Gebäudes gesamt	33,197 kW		nach PHPP (Planerangabe)
Strombedarf gesamt für Raumwärme und Warmwasserbereitung	45.079 kWh/a		Hilfsstrom Umwälzpumpen, Wärmepumpe (Motor für Kompressorantrieb), Lüftung, Solaranlage (Zirkulationspumpe), WW elektr. Nachheizung (Planerangabe)
Erträge Photovoltaikanlage	17.021 kWh/a		(Planerangabe)
Erträge Solaranlage (Wärme)	29.720 kWh/a		(Planerangabe)
Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe	4,0		Wasser-Wasser-Wärmepumpe (Planerangabe)
Heiz- und Warmwasserwärmebedarf gesamt; pro m ² beheizte BGF und Jahr	36,96 kWh/m ² .a		ergibt 101.254 kWh/a
davon: Heizwärmebedarf; pro m ² beheizte BGF und Jahr	9,56 kWh/m ² .a	5	ergibt 26.187 kWh/a (Berechnungsbasis: Polierplanung)
davon: Warmwasserwärmebedarf; pro m ² beheizte BGF und Jahr	27,40 kWh/m ² .a		ergibt 75.067 kWh/a (Planerangabe)

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDE BEWERTUNG

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung**	Anmerkungen
LEK-Wert	17		nach ÖN B 8110-1
Charakteristische Länge	2,617 m		nach ÖN B 8110-1
Aquivalenter LEK-Wert	7		nach ÖN B 8110-1
Anteil der Erneuerbaren Energieträger am Heizwärmebedarf	87,55%	5	Grundwassernutzung, PV-Anlage
Solaranlage für die Warmwasserbereitung	es wird eine Solaranlage verwendet (solarer Deckungsgrad gesamt 46-50 %)	3	48% (Planerangabe)

* Bezogen auf die Nutzungsdauer Rohbau (siehe „0 Allgemeine Projektbeschreibung“)

** Die Bewertungsskala reicht von -2 bis +5 Punkten. Ein Ergebnis von 0 entspricht in etwa der durchschnittlichen Qualität des Baubestandes.

1-2 Bodenschutz

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Versiegelungsgrad der unbebauten Fläche	46,96 Prozent	1	Teilversiegelte Flächen vorhanden: siehe Flächenaufstellung (Bauträgerangabe)
Ökologische Wertigkeit der bebauten Fläche	Erschlossenes Bauland	0	
Ökologie des Baulandes	Verbesserung durch freiraumplanerisches, standortangepasstes Konzept	5	Keine Unterbauung unter unversiegelten Flächen, Nachweis liegt vor (Bauträgerangabe)

1-3 Schonung der Trinkwasserressourcen

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Regenwassernutzung vorhanden	Nein		
Wassersparende Sanitäreinrichtungen vorhanden	Ja		wasserlose Urinale, wassersparende WC-Spülung, Bauträger-, Planerangabe
Wasserzähler pro Mieteinheit vorhanden	Ja		Gilt für größere Verbrauchseinheiten (Mieteinheiten stehen derzeit nicht fest), Bauträgerangabe
Gesamtbewertung		4	

1-4 Effiziente Nutzung von Baustoffen

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Masse des Rohbaus	8.705,72 Tonnen		(exkl. Fenster/Verglasungen), Massenauszug liegt vor
Baustoffe mit Anteil an recyceltem oder wiedergewonnenem Material	Masse 10 – 15%	2	Bauträgerangabe
Trennbarkeit in sortenreine Fraktionen bei Sanierung oder Rückbau:		5	Nachweis: siehe Wand- und Deckenaufbauten der Baubeschreibung (Bauträgerangabe)
- Trennbare Innenwandaufbauten	Ja		
- Trennbare Außenwandaufbauten	Ja		
- Trennbarer Bodenaufbau	Ja		
- Trennbare Geschoßdecken	Ja		
Produktauswahl	Überwiegend regionale Produkte für Rohbau und Ausbau	5	Bauträgerangabe
Transportmanagement	Transportmanagement ansatzweise vorhanden	0	Bauträgerangabe
Transportmittel für Baustofftransport zur Baustelle (inkl. Leerfahrten)	99.263 tkm LKW		tkm ... Tonnenkilometer befördert mit LKW

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDE BEWERTUNG

2 Verminderung der Belastungen für Mensch und Umwelt

2-1 Atmosphärische Emissionen

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Treibhauseffekt (Treibhausgaspotenzial für 100 Jahre)	6,288 kg CO ₂ Eq/m ² .a		kg CO ₂ -Equivalent pro m ² beheizte Brutto-Grundfläche und Jahr
davon: Aus der Baustoffherstellung	1,185 kg CO ₂ Eq/m ² .a		Einheit wie oben
davon: Aus dem Transport der Baustoffe	0,133 kg CO ₂ Eq/m ² .a		Einheit wie oben
davon: Aus der Raumwärmeversorgung für die Gebäudenutzung	4,97 kg CO ₂ Eq/m ² .a	5	Einheit wie oben
CO ₂ -Emissionsklasse	10,0		
Zerstörung von stratosphärischem Ozon	- kg R11Eq/m ² .a		kg R11-Equivalente pro m ² beheizte Brutto-Grundfläche und Jahr
davon: Aus der Baustoffherstellung	- kg R11Eq/m ² .a		Einheit wie oben (Anmerkung: Daten zu einzelnen Baustoffen sind derzeit nicht vorhanden, keine Gesamtangabe möglich)
davon: Aus dem Transport der Baustoffe	0,000000145 kg R11Eq/m ² .a		Einheit wie oben
davon: Aus der Raumwärmeversorgung für die Gebäudenutzung (Null bei allen zur Auswahl stehenden Heizsystemen)	0 kg R11Eq/m ² .a		Einheit wie oben
Versauerung	0,0511 kg SO ₂ Eq/m ² .a		kg SO ₂ -Equivalent pro m ² beheizte Brutto-Grundfläche und Jahr
davon: Aus der Baustoffherstellung	0,026 kg SO ₂ Eq/m ² .a		Einheit wie oben
davon: Aus dem Transport der Baustoffe	0,00153 kg SO ₂ Eq/m ² .a		Einheit wie oben
davon: Aus der Raumwärmeversorgung für die Gebäudenutzung	0,0236 kg SO ₂ Eq/m ² .a		Einheit wie oben

2-2 Abfallvermeidung: Trennung des Baustellenabfalls

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Liegt ein Abfallkonzept inkl. Vermeidungskonzept für Bautätigkeit und späteren Rückbau/Abbruch vor?	Ja, Trennung gemäß Baurestmassenverordnung, Verwertung teilweise gewährleistet		Bauträgerangabe
Gesamtbewertung		2	

2-3 Abwasser

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Schmutzwasserentsorgung		nicht bewertet	Dieser Punkt wird nur für Einfamilienhäuser bewertet.
Versickerung des gereinigten Regenwassers von bebauten und versiegelten Flächen	war Planungsziel (100% Versickerung am Grundstück)	5	Muldenversickerung, (Versickerungskonzept ist so gewählt, dass Reinigung des Regenwassers nicht erforderlich ist)

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDER BEWERTUNG

2-4 Reduktion des motorisierten Individualverkehrs

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
1. Rahmenbedingungen für ein Verkehrskonzept	Verkehrskonzept liegt vor	3	Gesamtbewertung für Rahmenbedingungen 1A bis 1E
1A. Beschreibung der Möglichkeiten des Verzichts auf das Auto liegt vor	Ja		Anbindung an das öffentliche Verkehrsnetz
1B. Möglichkeit für Car-Sharing vorgesehen	Nein		
1C. Zufahrtsmöglichkeit für Lieferdienste vorgesehen	Ja		Bauträgerangabe
1D. Erreichbarkeits-/ Entfernungangaben von Einrichtungen des täglichen Bedarfs liegen vor	Ja		Bauträgerangabe
1E. Erreichbarkeits- / Entfernungangaben öffentlicher Haltestellen liegen vor	Ja		Bauträgerangabe
2. Fahrradabstellplätze	Nachweis siehe Plandarstellung / Baubeschreibung	2	Gesamtbewertung für Fahrradabstellplätze 2A bis 2G
2A. Keine Abstellplätze vorhanden	Nein		
2B. Versperrbarer Sammelraum	Nein		Nachweis: Plandarstellung
2C. Versperrbarer Sammelraum leicht zugänglich	Nein		
2D. Bügel für Fahrradsicherung im versperrbaren Sammelraum	Nein		
2E. Abstellplätze für mehr als 50% der NutzerInnen im versperrbaren Sammelraum vorhanden	Nein		
2F. Abstellplätze im Freien mit Bügeln vorhanden	Ja		Nachweis: Bauträgerangabe
2G. Abstellplätze im Freien sind wettergeschützt	Ja		Nachweis: Bauträgerangabe

2-5 Reduktion von Belastungen durch Baustoffe

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
1. Vermeidung von PVC		5	Gesamtbewertung für Vermeidung von PVC
- Kein PVC bei Elektrokabeln	Ja		Nachweis liegt vor (Bauträgerangabe)
- Kein PVC in Sanitärinstallationen	Ja		Nachweis liegt vor (Bauträgerangabe)
- Kein PVC bei Bodenbelägen	Ja		Nachweis liegt vor (Bauträgerangabe)
- Kein PVC bei Fenstern	Ja		Nachweis liegt vor (Bauträgerangabe)
- Kein PVC bei Folien	Ja		Nachweis liegt vor (Bauträgerangabe)
- Kriterium in der Ausschreibung berücksichtigt	Ja		Nachweis liegt vor (Bauträgerangabe)
2. Vermeidung von PUR und PIR in Schäumen, Dichtungen, Dämmungen		0	Gesamtbewertung für Vermeidung von PUR und PIR
- Beim Fenstereinbau	Nein		
- Bei der Rohrdämmung	Nein		
- Bei der Installationsfixierung	Nein		
- Bei der Füllung von Hohlräumen	Nein		
- Kriterium in der Ausschreibung berücksichtigt	Ja		Nachweis liegt vor (Bauträgerangabe)
3. Chemischer Holzschutz			
- Wird außen Holz verwendet?	Ja		
- Chemischer Holzschutz außen	Gemäß Österreichischem Holzschutzmittelverzeichnis	3	Teilbewertung Holzschutz außen; Nachweis liegt vor (Bauträgerangabe)
- Konstruktiver Holzschutz	Ja		
- Wird innen Holz verwendet?	Ja		
- Chemischer Holzschutz innen	Gemäß Österreichischem Holzschutzmittelverzeichnis	1	Teilbewertung Holzschutz innen; Nachweis liegt vor (Bauträgerangabe)
4. Lösungsmittelarme bzw. -freie Voranstriche, Anstriche, Lacke und Klebstoffe		4	Gesamtbewertung für lösungsmittelarme bzw. -freie Anstriche, Lacke u. Kleber
- Verzicht auf Alkydharzlacke	Ja		Nachweis liegt vor (Bauträgerangabe)
- Verzicht auf Nitrolacke	Ja		Nachweis liegt vor (Bauträgerangabe)
- Verwendung lösungsmittelarmer Voranstriche	Ja		Nachweis liegt vor (Bauträgerangabe)
- Verwendung lösemittelfreier Verlegeunterlagen	Ja		Nachweis liegt vor (Bauträgerangabe)
- Überwiegender Einsatz von Naturklebstoffen	Ja		Nachweis liegt vor (Bauträgerangabe)
- Lösungsmittelgehalt in der Ausschreibung berücksichtigt	Ja		Nachweis liegt vor (Bauträgerangabe)

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDER BEWERTUNG

2-6 Vermeidung von Radon

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Gesamtbewertung für Vermeidung von Radon		5	Gesamtbewertung
Radonrisikopotenzial durch Radonkarten erhoben	Ja, falls erforderlich wurden auch Maßnahmen ergriffen		Radonkarte liegt vor, zusätzliche Radon-Vermeidungsmaßnahmen nicht erforderlich
Baustoffe nach ÖN S5200 untersucht	Nein		

2-7 Elektrobiologische Hausinstallation

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Gesamtbewertung für Elektrobiologische Hausinstallation		nicht bewertet	
Ist die Vermeidung von Elektromog ein Planungsziel?	Nein		war kein Planungsziel

2-8 Vermeidung von Schimmel

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Trockenheit des Rohbaus	Erreichen der Gleichgewichtsfeuchte 1 Jahr nach Bezug	3	Nachweis liegt vor (Bauträgerangabe)

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDE BEWERTUNG

3 Komfort für Nutzerinnen und Nutzer

3-1 Qualität der Innenraumluft

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Lüftungskonzept / -system	Mechan. Lüftung, Büronutzung	5	
Art der Lüftungsanlage	mit Wärmerückgewinnung		
CO ₂ -gesteuerter Luftvolumenstrom	Ja		Teilweise, Bauträgerangabe
Zuluftfilter: Frischluft = F7; Abluft = F4	Ja		Bauträger-, Planerangabe
Effizienz der Wärmerückgewinnung > 75% und spezifischer Strombedarf = 0,4 W/m ³ h	Ja		Bauträgerangabe
Konzept zur Vermeidung von Luftschadstoffen	Ja		Bauträgerangabe

3-2 Behaglichkeit

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
1. Behaglichkeit im Sommerbetrieb		4	Teilbewertung Sommerbetrieb
Kühlung	Ja		
Dynamische Kühllastberechnung liegt vor, aktive Kühlung ist nicht erforderlich. Eine Raumtemperatur von 26°C wird an weniger als 50 Stunden im Referenzjahr überschritten.	Nein		
Kühllastberechnung liegt vor. Die installierten Kälteleistungen stellen während der Betriebszeit (überwiegend) Raumluft- oder empfundene Temperaturen ≤ 26°C sicher.	Ja		(Bauträgerangabe)
Die Kühlung erfolgt <i>durch</i> :			
- <i>Luftkühlung</i> <i>Entfeuchtung</i> ist (prinzipiell) möglich. Die Kälteerzeugung erfolgt über <i>Solar Cooling</i> oder über <i>Grund-/Oberflächenwassernutzung</i> bzw. <i>Erdwärme</i> .	Ja		(Bauträgerangabe)
- <i>Luftkühlung mit Vorkonditionierung der Luft über Erdwärmetauscher</i> . Entfeuchtung ist möglich. Die Kälteerzeugung erfolgt über <i>konventionelle Kältemaschine</i> .	Nein		
- <i>Luftkühlung ohne Vorkonditionierung der Luft über Erdwärmetauscher</i> <i>Entfeuchtung</i> ist möglich. Die Kälteerzeugung erfolgt über <i>konventionelle Kältemaschine</i> .	Nein		
- <i>Oberflächenkühlung</i> <i>Entfeuchtung</i> ist nicht möglich. Die Kälteerzeugung erfolgt über <i>Solar Cooling</i> oder über <i>Grund-/Oberflächenwassernutzung</i> bzw. <i>Erdwärme</i> .	Ja		(Bauträgerangabe)
- <i>Oberflächenkühlung</i> Entfeuchtung ist möglich. Die Kälteerzeugung erfolgt über <i>konventionelle Kältemaschine</i> .	Nein		
Eine Kühllastberechnung liegt vor, die Luftkonditionierung erfolgt über <i>Nachtlüftung</i> (ohne aktive Kühlung) und ausreichende Speichermassen. Die Einhaltung einer vorgegebenen Grenztemperatur kann aber nicht garantiert werden. Eine Entfeuchtung erfolgt nicht.	Ja		Atrium (Bauträgerangabe)
Eine Kühllastberechnung liegt vor, aktive Kühlung erfolgt in hoch belasteten Räumen über <i>Einzelklimageräte / Splitgeräte</i> .	Ja		Serverraum (Bauträgerangabe)
Keine Berücksichtigung der thermischen Behaglichkeit im Sommer	Nein		

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDE BEWERTUNG

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Periodische Reinigung der Lüftungsanlage/ des Luftkühlers über interne Haustechnik-Abteilung oder externen Wartungsvertrag gesichert	Ja		(Bauträgerangabe)
2. Im Winterbetrieb		5	Teilbewertung Winterbetrieb
Planungsziel Lufttemperatur 18-22°C	Ja		
Planungsziel relative Feuchte $\geq 45\%$	Keine Anforderung		
Luftgeschwindigkeit $\leq 0,15$ m/s	Keine Anforderung		
Auslegungsbedingungen	Temperaturunterschied Wand/Luft kleiner 1 K Temperaturunterschied Glas/Luft kleiner 4 K		Berechnungsnachweis liegt vor

3-3 Tages- und Kunstlicht

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
80% der Arbeitsplätze in < 5 m Entfernung von Fenstern	Ja	5	Bauträgerangabe
Verhältnis Büroflächen zuordenbare Verglasungsfläche zu Büro nutzfläche $\geq 0,15$	Ja		Bauträgerangabe
Wenn nicht erfüllt, Tageslichtlenkungssysteme ins Rauminnere	Ja		Lichtlenk Außenjalousie (Bauträgerangabe)
Tageslichtabhängiges Beleuchtungskonzept	Ja		Bauträgerangabe
Arbeitsplatz- (bzw. nutzungs-)bezogenes Beleuchtungskonzept	Ja		Bauträgerangabe
Farbwiedergabeindex der Arbeitsplatzleuchten $R_a \geq 80$	Ja		Bauträgerangabe

3-4 Sonnen- und Blendschutz

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Lichtleitende Lamellenstores oder tageslichtgeregelter Sonnen- und Blendschutz	Ja	5	Nachweis liegt vor (Bauträgerangabe)
Individuell von den Mitarbeitern einstellbarer Sonnen- und Blendschutz	Ja		Nachweis liegt vor (Bauträgerangabe)

3-5 Schallschutz

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Baulandkategorie	Kategorie 2: Wohngebiet in Vororten, Wochenendhausgebiet, ländliches Wohngebiet, Schulen		anhand Ö-Norm 8115-2; Gebäude befindet sich in Mödling
Nicht transparente Außenbauteile	AW (HLZ+Sto-Mineralschaumpl.) $> 54,3$ dB AW (STB+Sto-Mineralschaumpl.) $> 62,1$ dB AW (HLZ+Holz-Strohfassade) $> 51,7$ dB AW (STB+Holz-Strohfassade) $> 59,7$ dB	5	Bewertetes Schalldämmmaß R_w in Abhängigkeit v. Außenschallpegel $L_{A,eq}$ bei Tag; Nachweis liegt vor (Planerangabe: VÖZ)
Transparente Außenbauteile	35 dB	3	Bewertetes Schalldämmmaß R_w in Abhängigkeit v. Außenschallpegel $L_{A,eq}$ bei Tag; Nachweis liegt vor (Herstellerangabe, Prüfzeugnis)
Trennwände zwischen Miet-/Betriebseinheiten	dB	Nicht bewertet*	Bewertetes Schalldämmmaß R_w
Decken zwischen Mieteinheiten – Wert A	dB	Nicht bewertet*	Bewertetes Schalldämmmaß R_w

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDER BEWERTUNG

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Decken zwischen Mieteinheiten – Wert B		dB Nicht bewertet*	Bewerteter Normtrittschallpegel $L_{n,T,w}$
Basispegel (A-bewertet) $L_{A,95}$		dB(A) Nicht bewertet*	Basispegel (A-bewertet) $L_{A,95}$ (Schallschutzmessung in einem ausgewählten Top)
Differenz zwischen energieäquivalentem Dauerschallpegel bzw. Beurteilungspegel und Basispegel (A-bewertet)		dB(A) Nicht bewertet*	(Schallschutzmessung in einem ausgewählten Top)

* Kenngrößen werden bei Bürogebäuden nicht bewertet.

3-6 Gebäudeautomation

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
a) Einbaumöglichkeiten für dezentrale (d.h. jedem Server zugeordnete) unterbrechungsfreie Spannungsversorgungen (USV) vorgesehen	Ja	5	Nachweis vorhanden (Bauträgerangabe)
b) Strukturierte Verkabelung gem. CENELEC EN 44321/5 und/oder ISO IEC 11801/2, Kategorie 5 oder höher inkl. oder exklusive aktiver Komponenten (Switches, Hubs, Router, etc.) sowie, falls erforderlich, Glasfaser Backbone-Verkabelung zwischen mehreren Sternpunkten wird nach Maßgabe des Nutzers vom Vermieter errichtet.	Ja		Nachweis vorhanden (Bauträgerangabe)
c) Notstromversorgung für Beleuchtung / HLK vorhanden	Nein		
d) Eine strukturierte Verkabelung gemäß b) kann ohne Eingriffe in die Bausubstanz (d.h. ohne Durchbrüche, Eingriffe in den Estrich etc.) vom Nutzer installiert werden. Die notwendigen Rohr- und Schachtkapazitäten sind vorhanden.	Ja		Nachweis vorhanden (Bauträgerangabe)
e) Eine Notstromversorgung gemäß c) kann ohne Eingriffe in die Bausubstanz (d.h. ohne Durchbrüche, Eingriffe in den Estrich etc.) durchgeführt werden. Die notwendigen Platz- und Installationsvoraussetzungen sind erfüllt.	Ja		Nachweis vorhanden (Bauträgerangabe)

3-7 Orientierung und Wegeführung

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Durchgehendes Leitsystem	Ja	5	Bauträgerangabe
Orientierungspläne an wichtigen Kreuzungspunkten	Ja		Bauträgerangabe
Informationsdesk	Ja		Bauträgerangabe

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDER BEWERTUNG

4 Langlebigkeit

4-1 Flexibilität der Konstruktion bei Nutzungsänderungen

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Flexibilität der Konstruktion bei Nutzungsänderung	Teilergebnisse siehe unten	5	Gesamtbewertung
Dimensionierung der Deckenkonstruktion erlaubt Nutzungsänderungen	Ja		Nachweis: siehe Plandokumente
Flexible Raumgrößen	Ja		Nachweis: siehe Plandokumente
Teilbarkeit/Zusammenlegbarkeit von Mieteinheiten	Ja		Nachweis: siehe Plandokumente
Langlebige Grundkonstruktion mit leicht austauschbaren Subsystemen	Ja		Nachweis: siehe Plandokumente
Abgehängte Decken oder Doppelböden oder Raumhöhen größer gleich 2,75 m	Ja		Nachweis: siehe Plandokumente
Ausreichende Kapazität an Versorgungsschächten	Ja		Nachweis: siehe Plandokumente
Beschreibung von baulichen und haustechnischen Maßnahmen für Nutzungsänderungen vorhanden	Ja		Nachweis liegt vor (Bauträgerangabe)

4-2 Grundlagen für den Gebäudebetrieb und die Instandhaltung

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Grundlagen Gebäudebetrieb und Instandhaltung	Teilergebnisse siehe unten	5	Gesamtbewertung
Leitfaden für Wartung und Instandhaltung	Ja		Nachweis liegt beim Bauträger auf
Leitfaden für Betrieb	Ja		Nachweis liegt beim Bauträger auf
Dokumentation der Gebäudetechniksysteme	Ja		Nachweis liegt beim Bauträger auf
Dokumentation des Gebäudes	Ja		Nachweis liegt beim Bauträger auf
Vollständige Ausführungszeichnungen	Ja		Nachweis liegt beim Bauträger auf

5 Sicherheit

5-1 Einbruchsschutz

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Ist erhöhter Einbruchsschutz ein Planungsziel?	Nein	nicht bewertet	
Gewählte Schutzmaßnahmen:			
Alarmanlage oder Einbruchsschutz über BUS-System	Nein		
Einzelmaßnahmen: einbruchhemmende Türen/Verglasungen	Nein		

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDER BEWERTUNG

5-2 Brandschutz

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Brandschutz	Teilergebnisse siehe unten	4	Gesamtbewertung
Besondere Anforderungen an Baustoffe (Grundkonstruktion)	Ja		Nachweise liegen vor (Bauträgerangabe)
Besondere Anforderungen an Innenausstattung	Ja		Nachweise liegen vor (Bauträgerangabe)
Besondere Anforderungen an Brandschutzmaßnahmen im Haustechnikbereich	Ja		Nachweise liegen vor (Bauträgerangabe)
Besondere Anforderungen an Brandmeldeeinrichtungen und automatische Löschanlagen	Ja		Homemelder gem. TRVB N 115 mindestens im zentralen Bereich jeder Mieteinheit bzw. jedem Stockwerk vorhanden; Brandmelder gem. TRVB S 123 im Verkehrsbereich (Verkehrsflächen) von Wohn-/Bürogebäuden vorhanden (Bauträgerangabe)
Besondere Anforderungen an Fluchtwegkonzept	Nein		

5-3 Barrierefreiheit

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Barrierefreiheit	Teilergebnisse siehe unten	5	Gesamtbewertung
Barrierefreiheit als Planungsziel?	Nein		
Ausstattungsmerkmale:			
Lift	durchgängig vom Erdgeschoß bis zum Dachgeschoss		Kein Kellergeschoß vorhanden, Nachweis siehe Plandokumente
Barrierefreie allgemeine Erschließungsflächen	Ja		Nachweis siehe Plandokumente und Bauträgerangaben
Mit geringem Aufwand barrierefrei gestaltbare Büros	Ja		Nachweis siehe Plandokumente und Bauträgerangaben

5-4 Umgebungsrisiken

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Hochwasser	Basisrisiko nicht gegeben		Bauträgerangabe
Muren	Basisrisiko nicht gegeben		Bauträgerangabe
Lawinen	Basisrisiko nicht gegeben		Bauträgerangabe
Geologische Stabilität	Basisrisiko nicht gegeben		Bauträgerangabe
Erdbebensicherheit	Bedingungen nach ÖNORM B 4015-1 erfüllt		Bauträgerangabe
Welche Schutzmaßnahmen wurden zur Verringerung eines Basisrisikos getroffen?	keine		
Blitzschutz: Verbesserter Blitzschutz gegenüber behördlichen Auflagen	Ja		Bauträgerangabe
Freiwilliger Blitzschutz realisiert	Ja		Bauträgerangabe
Hochspannungsanlagen	empfohlener Abstand wurde eingehalten		
Spannung der nächsten Hochspannungsleitung	Nicht bekannt		
Abstand zur nächsten Hochspannungsleitung	mehr als 1.000 Meter		

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDER BEWERTUNG

6 Planungsqualität

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Planungsqualität	siehe unten	5	Gesamtbewertung
Nutzungskonzept	Ja		
Zielvorgaben für Entwurfsbereiche	Ja		
Variantenanalyse	Ja		Bauträgerangabe
Folgekostenabschätzung Verwaltung/Service	Ja		Bauträgerangabe
Folgekostenabschätzung Strom	Ja		Bauträgerangabe
Folgekostenabschätzung Brennstoffe	Ja		Bauträgerangabe
Folgekostenabschätzung Wasser	Ja		Bauträgerangabe
Folgekostenabschätzung Abwasser	Ja		Bauträgerangabe
Folgekostenabschätzung Wartung/Instandhaltung	Ja		Bauträgerangabe
Folgekostenabschätzung Reinigung	Ja		Bauträgerangabe
Folgekostenabschätzung Umbaukosten	Ja		für typische Nutzungsänderungen, Bauträgerangabe
Gebäudemanagement-Konzept	Ja		Bauträgerangabe
Gebäudeinformationssystem (GIS)	-		Tlw.

7 Qualitätssicherung bei der Errichtung

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
TQ-Bewertung für Errichtung oder Planung?			Planung
Bauaufsicht		Nicht bewertet	siehe oben
Endabnahme		Nicht bewertet	siehe oben

8 Infrastruktur und Ausstattung

8-1 Anbindung an die Infrastruktur

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Anzahl der EinwohnerInnen der Stadt / der Gemeinde	Kleinstadt mit weniger als 50.000 EinwohnerInnen		
Entfernung zu:	Teilergebnisse siehe unten	3	Gesamtbewertung
Restaurant, Cafeteria	0 m		Nachweis vorhanden (Bauträgerangabe)
Kinderbetreuungseinrichtungen	1500 m		Nachweis vorhanden (Bauträgerangabe)
Einkaufsmöglichkeiten (täglich Bedarf)	150 m		Nachweis vorhanden (Bauträgerangabe)
Parks, Aufenthaltsmöglichkeit im Freien	100 m		Nachweis vorhanden (Bauträgerangabe)
Apotheke	1500 m		Nachweis vorhanden (Bauträgerangabe)
Praktischer Arzt, Praktische Ärztin	2200 m		Nachweis vorhanden (Bauträgerangabe)
Haltestelle öffentlicher Verkehr	1200 m (Stand: Nov. 2004) 100 m (voraussichtl. ab 2006)		Nachweis vorhanden (Bauträgerangabe) Neue Südbahnstation „Mödling Süd“ in Planung, Fertigstellung 2006
Car-Sharing	2700 m		Nachweis vorhanden (Bauträgerangabe)

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDER BEWERTUNG

8-2 Ausstattungsmerkmale des Bürogebäudes

Bezeichnung	Planungsergebnis	Bewertung	Anmerkungen
Ausstattungsmerkmale	siehe unten	4	Gesamtbewertung
<i>Empfang/Rezeption</i>	Ja		Bauträgerangabe
Sekretariatsservice	Ja		Bauträgerangabe
Telefon/Kommunikationszentrale	Ja		Bauträgerangabe
Call Center mit individueller Firmenmeldung	Teilw.		Teilweise vorhanden (Bauträgerangabe)
<i>Kopierstelle</i>	Ja		Bauträgerangabe
Hausdruckerei	Ja		Bauträgerangabe
Flächen- und Umzugsmanagement	Ja		Bauträgerangabe
<i>Reinigung der Mietbereiche</i>	Ja		Bauträgerangabe
Abfallbewirtschaftung	Ja		Bauträgerangabe
<i>Botendienste</i>	Teilw.		Teilweise vorhanden (Bauträgerangabe)
<i>Lieferservice</i>	Teilw.		Teilweise vorhanden (Bauträgerangabe)
<i>Hausinternes Restaurant / Cafeteria (mit Catering)</i>	Ja		Bauträgerangabe
Konferenzservice	Nein		
Veranstaltungsservice	Ja		Bauträgerangabe
Aktenvernichtung	Nein		
<i>Postservice (Eingang/Ausgang/Verteilung)</i>	Ja		Bauträgerangabe
<i>Meeting- und Konferenzräume für mind. 30 Personen zusätzlich mietbar</i>	Ja		Bauträgerangabe
Videokonferenz-Raum mietbar	Ja		Bauträgerangabe
<i>Teeküche pro 250 m² Bürofläche bzw. pro Mieteinheit</i>	Ja		Bauträgerangabe
<i>Leistungen eines Betriebsarztes, Sicherheitsbeauftragten, Brandschutzbeauftragten können vom Vermieter zugekauft werden (Cost-Sharing)</i>	Ja		Bauträgerangabe
<i>Sicherheitsdienst</i>	Nein		
Zutrittskontrolle	Ja		Bauträgerangabe

Das Vorhandensein der kursiv gedruckten Ausstattungsmerkmale wird bewertet, die Erfüllung der zusätzlichen Merkmale ist anzuführen, wird aber nicht bewertet.

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDER BEWERTUNG

BEWERTUNGSERGEBNISSE IM ÜBERBLICK

Das sind Ihre Ergebnispunkte

4,21

Kriterium bzw. Gruppe	Ergebnispunkte	Gewichtungsfaktor	Gewichtete Ergebnispunkte	Wann wird dieses Kriterium bewertet?
1 Ressourcenschonung	3,40	0,1563	0,53	
1.1 Energiebedarf des Gebäudes	4,50	0,3000	1,35	
1.1.1 Primärenergie für die Errichtung des Rohbaus (Baustoffproduktion)	5,00	0,2500	1,25	
Heizwärmebedarf	5,00	0,2500	1,25	
1.1.4 Anteil der Erneuerbaren Energieträger am Heizwärmebedarf	5,00	0,2500	1,25	
Solaranlage für die Warmwasserbereitung	3,00	0,2500	0,75	
1.2 Bodenschutz	2,00	0,2000	0,40	
1.2.1 Versiegelungsgrad der unbebauten Fläche	1,00	0,3333	0,33	Falls die bebauungsbezogene Grundfläche kleiner ist als 80% der Grundstücksfläche
1.2.2 Ökologische Wertigkeit der bebauten Fläche	0,00	0,3333	0,00	
1.2.3 Ökologie des Baulandes	5,00	0,3333	1,67	Falls die bebauungsbezogene Grundfläche kleiner ist als 80% der Grundstücksfläche
1.3 Schonung der Trinkwasserressourcen	4,00	0,2000	0,80	
1.4 Effiziente Nutzung von Baustoffen	2,83	0,3000	0,85	
1.4.1 Baustoffe mit Anteil an recyceltem oder wiedergewonnenem Material	1,00	0,3333	0,33	
1.4.2 Trennbarkeit in sortenreine Fraktionen bei Sanierung oder Rückbau	5,00	0,3333	1,67	
1.4.3 Produktauswahl	5,00	0,1667	0,83	
Transportmanagement	0,00	0,1667	0,00	

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDER BEWERTUNG

Kriterium bzw. Gruppe	Ergebnispunkte	Gewichtungsfaktor	Gewichtete Ergebnispunkte	Wann wird dieses Kriterium bewertet?
2 Verminderung der Belastungen für Mensch und Umwelt	3,68	0,1563	0,58	
2.1 Atmosphärische Emissionen	5,00	0,2632	1,32	
Beitrag zum Treibhauseffekt aus der Raumwärmeversorgung für die Gebäudenutzung	5,00	1,0000	5,00	
2.2 Abfallvermeidung	2,00	0,1053	0,21	
2.2.1 Minimierung des Baustellenabfalls	2,00	1,0000	2,00	
2.3 Abwasser	5,00	0,1053	0,53	
2.3.1 Schmutzwasserentsorgung	Nicht bewertet	0,0000		Wird nur für Ein- und Zweifamilienhäuser bewertet
2.3.2 Versickerung des gereinigten Regenwassers von bebauten und versiegelten Flächen	5,00	1,0000	5,00	Falls Versickerung ein Planungsziel ist
2.4 Reduktion des motorisierten Individualverkehrs	2,50	0,1053	0,26	
2.4.1 Rahmenbedingungen für ein Verkehrskonzept	3,00	0,5000	1,50	Wird nicht für Ein- und Zweifamilienhäuser bewertet
2.4.2 Fahrradabstellplätze	2,00	0,5000	1,00	Wird nicht für Ein- und Zweifamilienhäuser bewertet
2.5 Reduktion von Belastungen durch Baustoffe	3,00	0,2632	0,79	
2.5.1 Vermeidung von PVC	5,00	0,2500	1,25	
2.5.2 Vermeidung von PUR und PIR in Schäumen, Dichtungen, Dämmungen	0,00	0,2500	0,00	
2.5.3 Chemischer Holzschutz außen	3,00	0,1250	0,38	Falls außen Holz verwendet wird
Chemischer Holzschutz innen	1,00	0,1250	0,13	Falls innen Holz verwendet wird
2.5.4 Lösungsmittelarme bzw. -freie Voranstriche, Anstriche, Lacke und Klebstoffe	5,00	0,2500	1,25	
2.6 Vermeidung von Radon	5,00	0,0526	0,26	
2.7 Elektrobiologische Hausinstallation	Nicht bewertet	0,0000		Falls die Vermeidung von Elektrosmog Planungsziel ist
2.8 Vermeidung von Schimmel	3,00	0,1053	0,32	

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDER BEWERTUNG

Kriterium bzw. Gruppe	Ergebnispunkte	Gewichtungsfaktor	Gewichtete Ergebnispunkte	Wann wird dieses Kriterium bewertet?
3 NutzerInnenkomfort	4,75	0,1563	0,74	
3.1 Qualität der Innenraumluft	5,00	0,2000	1,00	
3.2 Behaglichkeit	4,50	0,2000	0,90	
3.2.1 Im Sommerbetrieb	4,00	0,5000	2,00	
3.2.2 Im Winterbetrieb	5,00	0,5000	2,50	
3.3 Tages- und Kunstlicht	5,00	0,1500	0,75	
3.4 Sonnen- und Blendschutz	5,00	0,1000	0,50	
3.5 Schallschutz	4,00	0,1500	0,60	
Bewertetes Schalldämmmaß R_w	5,00	0,5000	2,50	
Nicht-transparente Außenbauteile				
Transparente Außenbauteile	3,00	0,5000	1,50	
Trennwände zwischen Mieteinheiten	Nicht bewertet	0,0000		Wird bei Büronutzung nicht bewertet
Decken zwischen Mieteinheiten	Nicht bewertet	0,0000		Wird bei Büronutzung nicht bewertet
Bewerteter Normtrittschallpegel $L_{n,T,w}$ (Decken zwischen Mieteinheiten)	Nicht bewertet	0,0000		Wird bei Büronutzung nicht bewertet
Basispegel $L_{A,95}$	Nicht bewertet	0,0000		Wird bei Büronutzung nicht bewertet
energieäquivalenter Dauerschallpegel bzw. Beurteilungspegel	Nicht bewertet	0,0000		Wird bei Büronutzung nicht bewertet
3.6 Gebäudeautomation	5,00	0,1000	0,50	
3.7. Orientierung und Wegführung	5,00	0,1000	0,50	

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDER BEWERTUNG

Kriterium bzw. Gruppe	Ergebnispunkte	Gewichtungsfaktor	Gewichtete Ergebnispunkte	Wann wird dieses Kriterium bewertet?
4 Langlebigkeit	5,00	0,1250	0,63	
4.1 Flexibilität der Konstruktion bei Nutzungsänderungen	5,00	0,5000	2,50	Wird nicht für Ein- und Zweifamilienhäuser bewertet
4.2 Grundlagen für den Gebäudebetrieb und die Instandhaltung	5,00	0,5000	2,50	Wird nicht für Ein- und Zweifamilienhäuser bewertet
5 Sicherheit	4,50	0,1250	0,56	
5.1 Einbruchschutz	Nicht bewertet	0,0000		Falls Einbruchschutz ein Planungsziel ist
5.2 Brandschutz	4,00	0,5000	2,00	
5.3 Barrierefreiheit	5,00	0,5000	2,50	
6 Planungsqualität	5,00	0,1250	0,63	
7 Qualitätssicherung bei der Errichtung	Nicht bewertet	0,0000		
7.1 Bauaufsicht	Nicht bewertet	0,0000		Wird nur nach Baufertigstellung bewertet
7.2 Endabnahme	Nicht bewertet	0,0000		Wird nur nach Baufertigstellung bewertet
8 Infrastruktur und Ausstattung	3,50	0,1563	0,55	
8.1 Anbindung an die Infrastruktur	3,00	0,5000	1,50	
8.2 Ausstattungsmerkmale des Bürogebäudes	4,00	0,5000	2,00	
9 Kosten	Nicht bewertet	0,0000		
9.1 Errichtungskosten pro m2 Hauptnutzfläche	Nicht bewertet	0,0000		Falls niedrige Errichtungskosten Planungsziel sind

Legende:

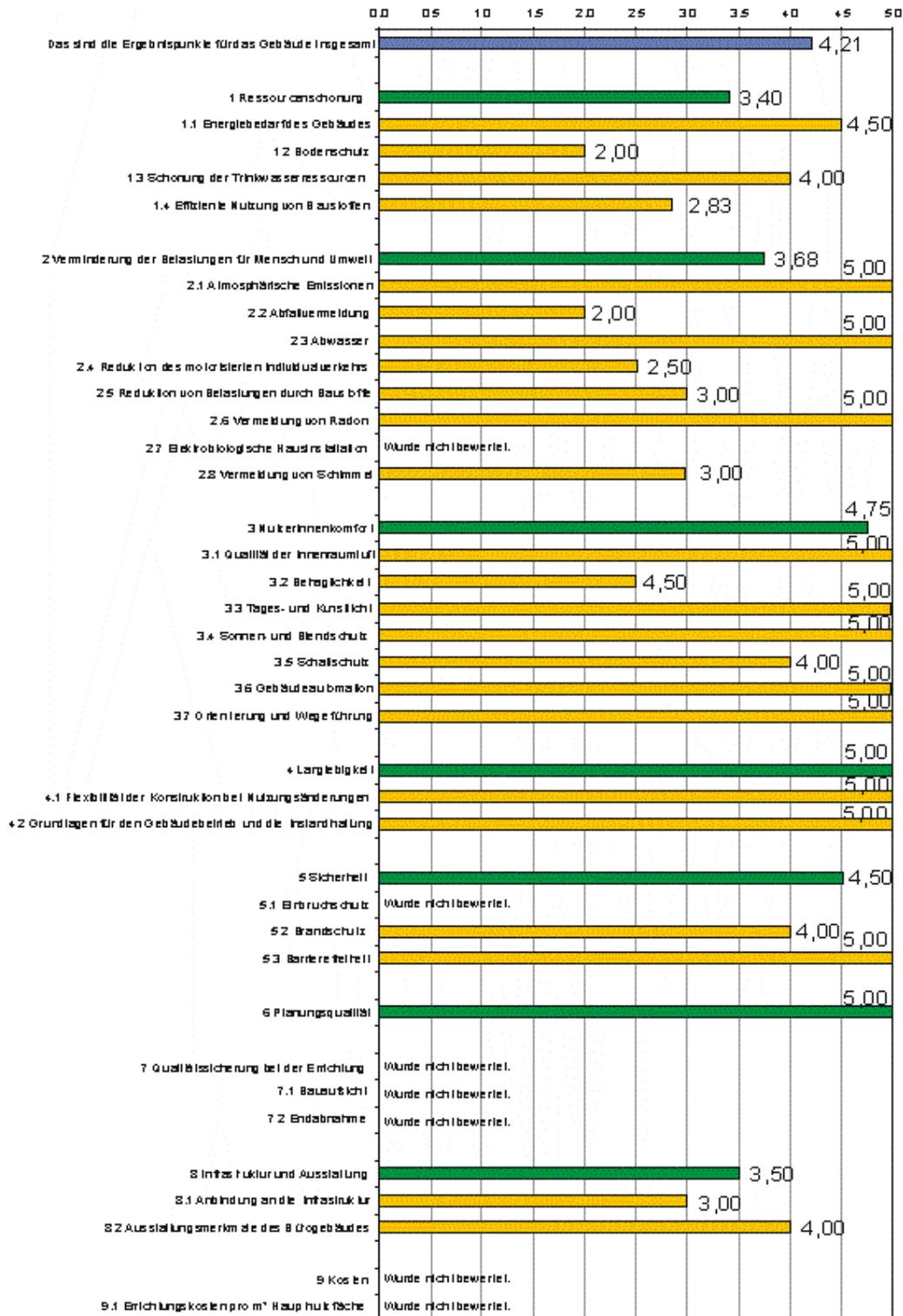
Ergebnispunkte Gruppe	Gewichtungsfaktor Gruppe	Gewichtete Ergebnispunkte Gruppe
Ergebnispunkte Untergruppe	Gewichtungsfaktor Untergruppe	Gewichtete Ergebnispunkte Untergruppe
Ergebnispunkte einzelne Kriterien	Gewichtungsfaktor einzelnes Kriterium	Gewichtete Ergebnispunkte einzelnes Kriterium

Erklärungen zur Bewertung: Die gewichteten Ergebnispunkte der Gruppen werden aufsummiert und ergeben die Gesamtbewertung, die Sie ganz oben in diesem Blatt finden.

Fakultative Kriterien werden mit "Nicht bewertet" beschrieben, und der dazugehörige Gewichtungsfaktor wird Null.

TABELLENTEIL MIT UMFASSENDER BEWERTUNG

GRAFISCHE ÜBERSICHT DER GESAMTERGEBNISSE



TABELLENTEIL / ERLÄUTERUNGEN

Erläuterungen wichtiger Qualitätskriterien

Das Total Quality (TQ)-Zertifikat besteht aus einer vierseitigen Kurzzusammenfassung sowie dem vorliegenden ausführlichen Tabellenteil.

Im Folgenden werden einige wichtige, im Zertifikat vorkommende Begriffe bzw. Sachverhalte zusätzlich erläutert.

Heizwärmebedarf

Der **Heizwärmebedarf (HWB)** ist jene Wärmemenge die einem Gebäude im Normaljahr (Jahr mit durchschnittlichem Klima) zugeführt werden muss, um die gewünschte Raumtemperatur aufrecht zu erhalten. Der Heizwärmebedarf wird in Kilowattstunden (kWh) angegeben.

Der **spezifische Heizwärmebedarf** ist der auf die beheizte Brutto-Grundfläche (BGF) bezogene Heizwärmebedarf eines Gebäudes bzw. Raumverbandes. Die Brutto-Grundfläche ist gemäß ÖN B 1800 als Summe der Grundflächen aller Grundrissebenen eines Bauwerkes definiert. Der spezifische Heizwärmebedarf wird in $\text{kWh/m}^2_{\text{BGF}}$ angegeben.

Mit dem Ziel der Vergleichbarkeit wurde ein standardisiertes Berechnungsschema in der Europäischen Norm EN 832 festgelegt. In diese Berechnung des Heizwärmebedarfs fließen Klimadaten des Standortes in Form der Monatsmittelwerte der Globalstrahlung und der Lufttemperaturen ein. Auch Nutzungsdaten (Lüftungsverhalten, Abwärmen von Personen und Geräten) werden einbezogen. Die EN 832 wurde bei der Übernahme in das nationale Normenwerk von einzelnen Ländern unterschiedlich adaptiert. So wird in Deutschland (DIN EN 832) der Energiebedarf zur Warmwasserbereitung in den HWB hineingerechnet, in Österreich (ÖN EN 832) nicht.

Heizenergiebedarf

Der **Heizenergiebedarf** ist jene Energiemenge, die dem Gebäude im mittleren Jahr zur Deckung des Heizwärmebedarfs zugeführt werden muss (Brennstoffe, Fernwärme, Strom). Der Heizenergiebedarf wird aus dem Heizwärmebedarf unter Berücksichtigung des Jahres-Nutzungsgrades des/der Wärmebereitstellungssystem(s) errechnet. Als Heizenergie wird stets die Endenergie betrachtet, also jene Energiemenge, die auch bezahlt werden muss. Beträgt zum Beispiel der spezifische Heizwärmebedarf $30 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF}}$ und der Jahres-Nutzungsgrad 90 %, ergibt sich ein spezifischer Heizenergiebedarf von $30/0,9 = 33,33 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF}}$; bei Verwendung von Heizöl EL mit einem Heizwert von rund 10 kWh/l entspricht das $33,33/10 = 3,33 \text{ l Heizöl pro m}^2_{\text{BGF}}$ und Jahr.

Schallschutz

Im Rahmen der Total-Quality-Bewertung wird bei Bürogebäuden nur die Abschottung gegen Außenlärm bewertet, und zwar an Hand von Planungsnachweisen der Schallschutzeigenschaften der Außenbauteile wie Außenwände, Fenster, Glasfassaden, etc. Messungen wie bei Wohngebäuden sind nicht vorgeschrieben.

Thermische Behaglichkeit im Winterbetrieb

Für die Beurteilung der thermischen Behaglichkeit im Winter wird in der Total-Quality-Bewertung die Differenz zwischen der inneren Oberflächentemperatur der Wand bzw. der Verglasung und der Raumlufttemperatur herangezogen. Die Berechnung erfolgt unter der Annahme, dass die Außenlufttemperatur gleich der Normaußentemperatur ist. Die Normaußentemperatur ist jene Außentemperatur, die für die Dimensionierung der Heizung herangezogen wird. Sie liegt für die meisten österreichischen Standorte im Bereich von -12°C bis -14°C . Die Berechnung wird für die ebene Außenwand bzw. die Verglasungsmitte von Verglasungen durchgeführt. Im Bereich von Kanten, Ecken, Fenster- bzw. Tür-Anschlüssen können auch tiefere innere Oberflächentemperaturen auftreten.

Bei großen Verglasungen mit hohen U-Werten (etwa $U_{\text{Glas}} \geq 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, das bedeutet, dass bei einer Temperaturdifferenz von 1 K pro m^2 Verglasungsfläche eine Wärmeleistung von $1,6 \text{ W}$ von innen nach außen abgeführt wird und damit dem Innenraum „verloren“ geht) können an kalten Tagen bei entsprechend niedrigen inneren Oberflächentemperaturen Zugerscheinungen durch Kaltluftabfall an der inneren Glas-Oberfläche auftreten.

TABELLENTEIL / ERLÄUTERUNGEN

Messungen

Die im Folgenden beschriebenen Messungen werden nach Baufertigstellung gefordert.

Thermografie

Die Thermografie liefert Oberflächentemperaturverteilungen mit hoher Auflösung. Die thermografische Analyse der äußeren Gebäudeoberflächen erlaubt damit eine großflächige, qualitative und zerstörungsfreie Untersuchung der Wärmedämmeigenschaften von Gebäudeoberflächen. Eine genaue Ermittlung der U-Werte (Wärmedurchgangskoeffizienten) ist auf diese Weise nicht möglich; das Auffinden bestimmter Wärmebrücken (wie z.B. nicht ausreichend gedämmte auskragende Bauteile, Wärmebrücken aufgrund von Durchstoßungen der Wärmedämmung oder aufgrund von Baustoffwechsel) hingegen schon. Thermografie-Aufnahmen der Gebäudehülle bei Überdruck (innerer Luftdruck größer als der äußere Luftdruck) liefern darüber hinaus Informationen über Undichtheiten der Gebäudehülle.

Im Rahmen der TQ Messungen werden außenthermografische Aufnahmen überall dort durchgeführt, wo die Außenfassaden leicht erfassbar sind (z.B. Straßenfronten). Da für die Messung eine Mindesttemperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenlufttemperatur von ca. 20 °C erforderlich ist, können die Messungen nur in der kalten Jahreszeit durchgeführt werden.

Da nicht alle Außenflächen gemessen werden, kann nicht ausgeschlossen werden, dass trotz der vorliegenden Nachweise Mängel auftreten. Durch die Überprüfung ist die Wahrscheinlichkeit, dass Mängel vorhanden sind, reduziert.

Messungen der Luftdichtheit

Wenn im Gebäude eine mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung eingebaut ist, wird auch die Luftdichtheit stichprobenartig gemessen. Bedingung ist, dass die mechanische Lüftung entweder das ganze Gebäude oder zumindest den größten Teil des Gebäudes versorgt. Die Luftdichtheit muss gegeben sein, weil die mechanische Lüftung nur dann eine optimale Wirkung erbringen kann, wenn das Gebäude ausreichend dicht ist. Die Messung wird nach dem „Blower door“-Verfahren durchgeführt. Mit einem Ventilator wird eine Druckdifferenz von ca. 50 Pa zwischen Innen und Außen erzeugt und die Menge der ein- bzw. ausströmenden Luft gemessen.

Da die Luftdichtheit nicht in allen Tops gemessen wird, kann nicht ausgeschlossen werden, dass trotz der vorliegenden Nachweise in anderen Tops Mängel bezüglich der Luftdichtheit auftreten. Durch die Überprüfung ist die Wahrscheinlichkeit, dass Mängel vorhanden sind, reduziert.

Weiterführende Hinweise

Eine vollständige Erläuterung aller verwendeten Begriffe und eine Begründung der Zielwerte finden Sie unter www.argeTQ.at. Für weitere Erläuterungen bezüglich der TQ-Kriterien stehen Ihnen die Mitglieder der argeTQ zur Verfügung.

argeTQ-Mitglieder sowie Ansprechpartner:

Kanzlei Dr. Bruck
Prof. Univ.-Lekt. Dipl.-Ing. Dr. Manfred Bruck
Prinz Eugen Straße 66/9
1040 Wien
Tel.: 01/503 55 59
Email: bruck@ztbruck.at

Österreichisches Ökologie Institut
Robert Lechner
Seidengasse 13
1070 Wien
Tel.: 01/523 61 05-38
Email: lechner@ecology.at

Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie
Dipl.-Ing. Dr. Bernhard Lipp
Alserbachstraße 5/8
1090 Wien
Tel.: 01/319 20 05-12
Email: blipp@ibo.at