

Machbarkeitsstudie Dachgeschoßausbau in Bezug auf die sommerliche Überwärmung am Beispiel des Gründerzeitgebäudes „Weihburggasse“

Machbarkeitsstudie

DI Helmut Schöberl (Schöberl & Pöll GmbH)

DI Hofer Richard (Schöberl & Pöll GmbH)

März 2012

Leitprojekt „Gründerzeit mit Zukunft“
Subprojekt 2 „Grundlagen und Machbarkeitsstudien“

Leitprojektmanagement

DI Walter Hüttler, e7 Energie Markt Analyse GmbH

www.gruenderzeitplus.at



Haus der Zukunft Plus ist ein Forschungs- und Technologieprogramm des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie. Es wird im Auftrag des BMVIT von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft gemeinsam mit der Austria Wirtschaftsservice Gesellschaft mbH und Österreichischen Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT) abgewickelt.

Impressum

e7 Energie Markt Analyse GmbH
Theresianumgasse 7/1/8
1040 Wien
Österreich

Telefon +43-1-907 80 26
Fax +43-1-907 80 26-10
office@e-sieben.at
<http://www.e-sieben.at>

Haftungsausschluss:

Die Inhalte des Dokumentes wurden nach bestem Wissen und Gewissen erstellt, es kann jedoch seitens der Verfasser keine Haftung für die Richtigkeit der Angaben übernommen werden.

Geschlechtsneutrale Formulierung:

Es sei darauf hingewiesen, dass der Inhalt dieses Handbuches geschlechtsneutral zu verstehen ist. Sollten einzelne Begriffe in männlicher oder weiblicher Form auftreten, so sind darunter selbstverständlich beide Geschlechter zu verstehen.

Inhaltsverzeichnis

1	Problemstellung	3
1.1	Erdbebennorm	3
1.2	Neue Sommernorm ÖNORM B 8110-3	4
1.3	Fragestellung	5
1.4	Bestandsgebäude Weihburggasse	6
1.5	Dachgeschoßausbau Weihburggasse	7
2	Berechnung / Methode	11
3	Ergebnisse	13
3.1	Schwere Variante	14
3.2	Leichte Variante	15
3.3	Zusammenfassung der Ergebnisse	16
4	Schlussfolgerungen	17
5	Quellen	19

1 Problemstellung

1.1 Erdbebennorm

Aufgrund der verpflichtenden Angleichung der österreichischen an die europäische Normung ist ab 2009 die „Erdbebennorm“ ÖNORM EN 1998 [ONO11a] bzw. Eurocode 8 in Österreich verpflichtend. Über die OIB Richtlinien (OIB RL 1 [OIB11]) und die Wiener Bauordnung [WBO11] ist die Erdbebennorm im Gesetz verankert und muss in Wien angewendet werden.

Laut ÖNORM EN 1998 muss für die statische Bemessung das maßgebende Erdbeben des Beobachtungszeitraums von 475 Jahren berücksichtigt werden. Im Zuge dessen wurde Wien in die Erdbebenzone 3 [ZAM11] eingestuft, was mit einer Erhöhung der zu berücksichtigenden Erdbebeneinwirkungen verbunden ist.

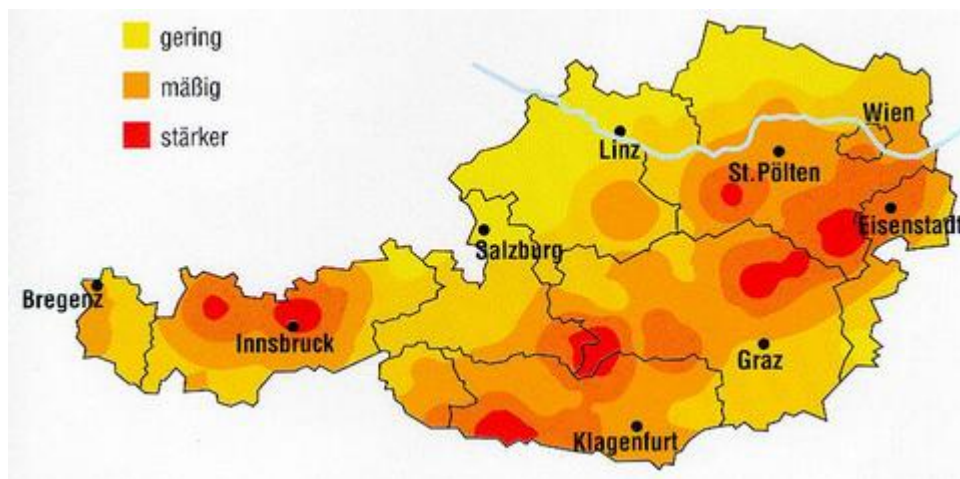


Abbildung 1: Erdbebengefährdung in Österreich [ZAM11]

Das Mauerwerk von Gründerzeitgebäuden weist in der Regel nicht jene Festigkeit auf, um den Erdbebenbeanspruchungen der ÖNORM EN 1998 widerstehen zu können. Die Stadt Wien will Dachgeschoßausbauten nicht grundsätzlich verhindern. Deshalb wurde ein Merkblatt herausgegeben [MER11], welches besagt, dass bei unmaßgeblichen Änderungen aus statisch konstruktiver Sicht die gegebene Sicherheit des Gesamtgebäudes durch den durchgeführten Dachgeschoßausbau nicht verschlechtert werden darf. Allenfalls müssen Kompensationsmaßnahmen vorgesehen werden. Dachgeschoßausbauten sind als unmaßgebliche Änderung einzustufen, wenn diese in Leichtbauweise ohne maßgebliche Lasterhöhung sowie unmaßgebliche Nutzungsänderungen ausgeführt werden [MER11].

Somit müssen die für den Neubau geltenden strengeren Bestimmungen nicht eingehalten werden, wenn solch eine unmaßgebliche Änderung vorliegt.

Wenn ein „schwerer“ Ausbau ausgeführt werden soll, wird dies durch die neue Normung erschwert. Das Gebäude ist als Neubau nachzuweisen, was nur bei sehr guter Bausubstanz und dessen optimaler Ertüchtigung möglich ist.

1.2 Neue Sommernorm ÖNORM B 8110-3

Sommerliche Überwärmung in Dachgeschoßausbauten ist ein wichtiges Thema. Durch die großen und geneigten Fenster wird der solare Eintrag verstärkt. Die geringere Speichermasse beim „leichten“ Ausbau erhöht das Risiko der sommerlichen Überwärmung. Das NutzerInnenverhalten spielt im Sommer eine wichtige Rolle.

Grundlage für den Nachweis der sommerlichen Überwärmung ist derzeit die ÖNORM B 8110-3 [ONO99] aus dem Jahr 1999. Sie enthält ein vereinfachtes Verfahren, welches den Sommernachweis über eine erforderliche Speichermasse und einen erforderlichen stündlichen Luftvolumenstrom für eine ermittelte Immissionsfläche für den solaren Eintrag führt.

In den letzten Jahren sind in Europa Normen zur Berechnung der sommerlichen Raumtemperaturen entstanden (EN ISO 13791 [ISO04], EN ISO 13792 [ISO05]). Das Forschungsprojekt „Auswirkung verschiedener Baustoffe auf das Sommerverhalten von Gebäuden und den Energieverbrauch“ [BED09] und [ONO11b] stellen folgende wesentliche Einflussfaktoren für die sommerliche Überwärmung dar:

- Außenklima
- bauphysikalische Eigenschaften der Außenbauteile
- Raumlüftung, Nachtlüftung, zur Verfügung stehender Lüftungsquerschnitt
- solarer Gewinn: Größe und Qualität der strahlungsdurchlässigen Flächen, Sonnenschutzeinrichtung, Orientierung, Neigung der Fenster
- innere Lasten durch Personen und Geräte
- Speicherwirksamkeit der Einrichtungsgegenstände und der raumumschließenden Bauteile

Auf Basis dieser Normen und der Forschungsarbeit [BED09] wurde im Dezember 2011 ein Entwurf der neuen ÖNORM B 8110-3 [ONO11b] veröffentlicht. Der Nachweis im aktuellen Entwurf [ONO11b] kann nach wie vor unter folgenden Voraussetzungen durch das vereinfachte Verfahren erfolgen:

- Der Tagesmittelwert der Außentemperatur darf höchstens 23 °C betragen.
- Sämtliche Fenster des als kritisch eingestuften Einzelraumes können nachts offen gehalten werden.
- Es handelt sich um ein Wohngebäude.

Wenn diese Voraussetzungen nicht eingehalten werden, muss der Nachweis über die operative Raumtemperatur erfolgen.

In Wien muss der Nachweis in vielen Stadtteilen über die operative Raumtemperatur geführt werden. Der Nachweis des kritischen Raums gegen sommerliche Überwärmung gilt als erfüllt, wenn die folgenden Grenzen für die operative Raumtemperatur unterschritten werden [ONO11b]:

- maximale operative Temperatur $\leq 27,0$ °C;
- zusätzlich muss in Schlaf-/Ruheräumen das Minimum des Tagesganges der operativen Temperatur im Nachtzeitraum (MESZ: 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr) höchstens 25,0 °C betragen.

In den folgenden Kapiteln wird der sommerliche Nachweis über die operative Raumtemperatur anhand einer validierten und erprobten Methode beschrieben und durchgeführt. Mithilfe dieser Methode kann der sommerliche Wärmeschutz einfach und sicher bewertet werden.

1.3 Fragestellung

Beim Dachgeschoßausbau stellt sich oft die Frage, wie der sommerliche Wärmeschutz, vor allem beim „leichten“ Ausbau bei Gründerzeitgebäuden, bewertet und verbessert werden kann. Ist der „schwere“ Ausbau bei Durchführbarkeit die bessere Alternative? Kann die sommerliche Überwärmung beim „leichten“ Ausbau überhaupt vermieden werden und muss daher aktive Kühlung eingesetzt werden?

Dies wird anhand des Projekts „Weihburggasse“ gezeigt, wo ein Vergleich zwischen einer „leichten“ und „schweren“ Ausbauvariante hinsichtlich sommerlicher Überwärmung durchgeführt wurde.

1.4 Bestandsgebäude Weihburggasse

Das untersuchte Projekt befindet sich in der Weihburggasse 30 im ersten Wiener Gemeindebezirk. Das Gebäude steht unter Denkmalschutz. Die Nettonutzfläche des Gebäudes beträgt 2.759 m².



Abbildung 2: Blick auf das Objekt in der Weihburggasse 30 (Quelle: Architekturbüro Reinberg ZT GesmbH)

Das derzeit leer stehende Gebäude liegt in einem engen Baublock an der Ecke Weihburggasse und Hegelgasse und wurde im Jahr 1872 erbaut. Es bildet zusammen mit dem Nachbargebäude eine prägnant gegliederte Gründerzeitfassade zur Straße hin und gruppiert sich im Inneren um einen kleinen Innenhof. Das Haus ist derzeit bestandsfrei und befindet sich in einem stark abgenutzten Zustand. Seit den 1940er Jahren waren in dem ehemaligen Wohn- und Geschäftshaus Büros untergebracht, zuletzt das Arbeitsmarktservice, AMS.

1.5 Dachgeschoßausbau Weihburggasse

Für den Umbau gibt es zwei Varianten, welche in diesem Projekt näher untersucht werden:

- Leichter Ausbau;
- Schwerer Ausbau.

Beim „leichten“ Ausbau (unmaßgebliche Änderung) werden folgende Maßnahmen getroffen:

- Verstärkung der obersten Geschoßdecke und
- neue Stahltragstruktur im Dachgeschoß.

Der „schwere“ Ausbau (maßgebliche Änderung) wird durch folgende Maßnahmen am Gebäude möglich:

- Herstellen von Verbunddecken in allen Geschoßen,
- Aussteifungssystem,
- Ertüchtigung der Stiegenhaus-Ummantelung und
- neue massive Tragstruktur im Dachgeschoß.

Somit wäre das Gebäude einem Neubau gleichwertig.

Für den Vergleich der sommerlichen Überwärmung wird von einem Grundriss ausgegangen, die Aufbauten werden variiert:

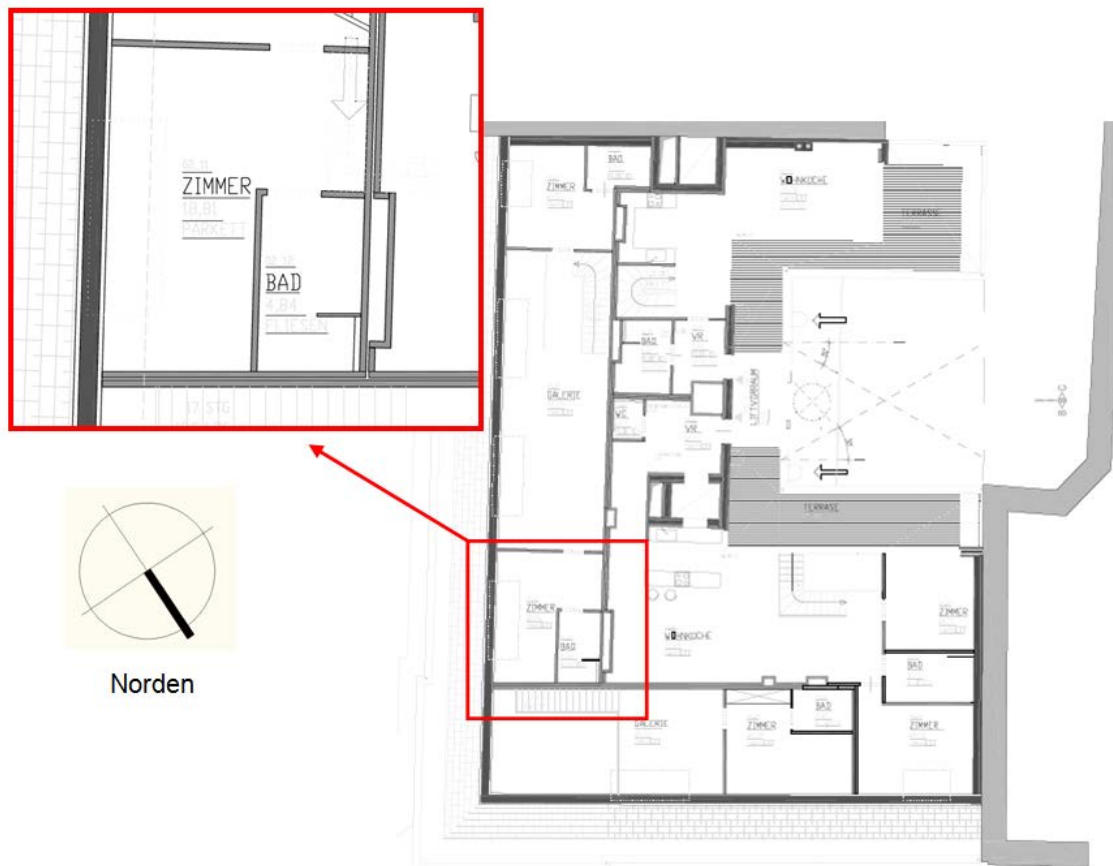


Abbildung 3: Grundriss Ausbauvariante „leicht“, Dachgeschoß, gewählter Raum für Gegenüberstellung „leicht-schwer“ (Quelle: Architekturbüro Reinberg ZT GmbH, bearbeitet durch Schöberl & Pöll GmbH)

Der betrachtete Raum ist aufgrund seiner südöstlichen Orientierung der kritischste. Berechnet wird nur das Zimmer ohne Bad. Im Dachgeschoß sind zweigeschoßige Wohnungen mit thermischer Hülle in Passivhausqualität vorgesehen. In den Geschossen darunter werden Büros eingerichtet. Die Raumheizung und die Warmwasseraufbereitung erfolgen über Fernwärme. Die Wohnungen werden über Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung mit frischer Luft versorgt.

Exemplarisch werden die beiden Dachaufbauten für die Varianten „leicht“ und „schwer“ angegeben. Sie nehmen den Großteil der nach außen grenzenden Bauteile ein:

Tabelle 1: Dachaufbau „leicht“, von innen nach außen

Nr.	Kurzbeschreibung	Schichtdicke [m]
	<i>innen</i>	
1	Gipskartonbauplatte, 2lagig	0,03
2	Lattung 5x3cm, dazw. Mineralwolle (Installationsebene)	0,05
3	Dampfbremse	-
4	Gipskartonfeuerschutzplatten, 2lagig	0,03
5	2 Lagen Mineralwolle kreuzweise verlegt, dazwischen Sparren	0,14
		0,12
6	Vollschalung	0,024
7	diffusionsoffene Unterdachbahn	-
8	Konterlattung 5x8 cm	0,05
9	Vollschalung	0,024
10	Eternit-Dachplatten	-
	<i>außen</i>	

Tabelle 2: Dachaufbau „schwer“, von innen nach außen

Nr.	Kurzbeschreibung	d [m]
	<i>innen</i>	
1	Spachtelung	0,002
2	Stahlbeton	0,25
3	Notabdichtung bituminös	-
4	2 Lagen Mineralwolle kreuzweise verlegt und Holzkonstruktion	0,16
		0,14
5	Vollschalung	0,024
6	diffusionsoffene Unterdachbahn	-
7	Konterlattung 5x8 cm	0,05
8	Vollschalung	0,024
9	Eternit-Dachplatten	-
	<i>außen</i>	

Folgende Punkte wurden für beide Varianten in der Berechnung der operativen Raumtemperatur eingesetzt:

- Tagesmittelwert 24,9 °C (Standort Wien, innere Stadt);
- außen liegende Verschattung ($z=0,15$);
- Nutzung: Wohnraum, ganztägige Nutzung, Abwärme von Geräten und Beleuchtung wurde berücksichtigt;
- Luftwechsel über in der Nacht vollständige geöffnete Fenster;
- Fenster: 3 Dachflächenfenster ($B=0,78$ m, $H=1,6$ m, U-Wert Fenster = 1,00 W/m²K, g-Wert =0,45).

2 Berechnung / Methode

Für die Berechnung der sommerlichen Überwärmung über die operative Raumtemperatur wurde ein in der neuen ÖNORM B 8110-3 [ONO11b] beschriebenes Verfahren angewendet. Das Modell wurde unter wissenschaftlicher Leitung von Ao.Univ.Prof. DI Dr. Thomas Bednar, Forschungsbereich für Bauphysik und Schallschutz (TU Wien), im Zuge des Forschungsprojekts „Auswirkung verschiedener Baustoffe auf das Sommerverhalten von Gebäuden und den Energieverbrauch“ [BED09] in Excel umgesetzt, laufend erweitert und verfeinert. Im Zuge einer Ringrechnung im Jahr 2011 wurde das Programm validiert.

Über folgende Eckpunkte lässt sich die neue Berechnung definieren [BED09]:

- Simulation für einen Tag (24 Stunden), als Datum für die Berechnung wird der 15. Juli eingesetzt. Zusätzliche Auswertung einer Hitzeperiode von sieben Tagen;
- Außenlufttemperatur abhängig von Seehöhe und Standort, Berechnung nach OIB Tabelle NAT13 [OIB11]: EXCEL-TOOL zur Berechnung der Außentemperatur mit einer durchschnittlichen Überschreitungshäufigkeit von 13 Tagen pro Jahr;
- Solare Gewinne abhängig von Standort, Orientierung, Sonnenschutz, Art der Fenster;
- Innere Gewinne abhängig von der Nutzung;
- Alle Bauteile mit Schichtenaufbau, Neigung und Orientierung;
- Berücksichtigung der Fensterlüftung: offen, gekippt, geschlossen;
- Lüftungsanlagen werden berücksichtigt.

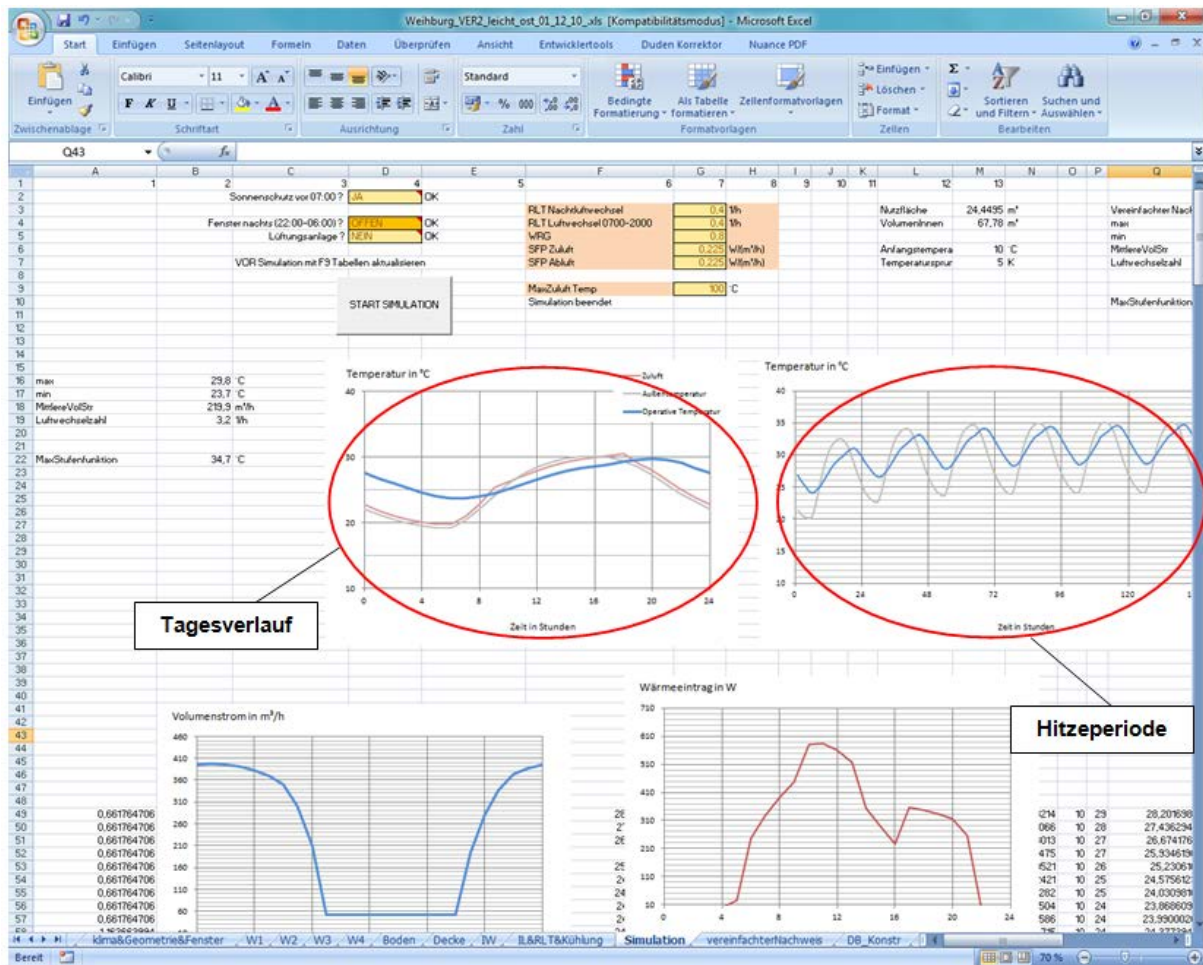


Abbildung 4: Screenshot des im Excel umgesetzten Modells zur Berechnung der operativen Raumtemperatur, Ergebnisblatt, Kennzeichnung von operativer Raumtemperatur für einen Tag und für eine Hitzeperiode

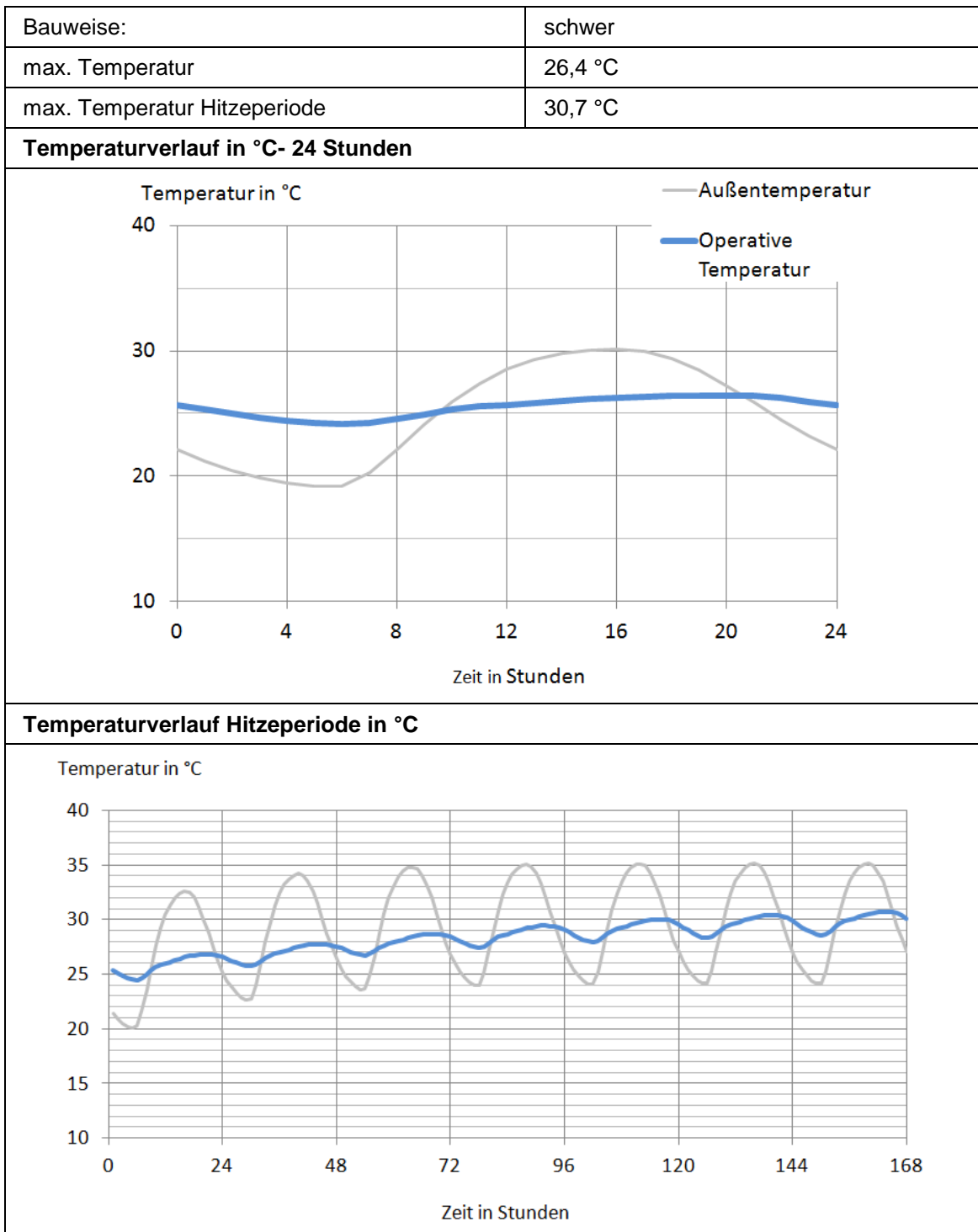
Derzeit steht dieses EXCEL-Programm nur für Forschungszwecke der TU Wien und dem Bauphysikbüro Schöberl & Pöll GmbH zur Verfügung. Sobald die neue Sommernorm gültig ist, wird das neue Berechnungsverfahren in allen wichtigen Softwarepaketen enthalten sein.

3 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Berechnungsergebnisse der operativen Raumtemperatur für die „leichte“ und „schwere“ Variante für einen Tag und für eine Hitzeperiode dargestellt. Eine textliche Zusammenfassung ist in Kapitel 4 zu finden.

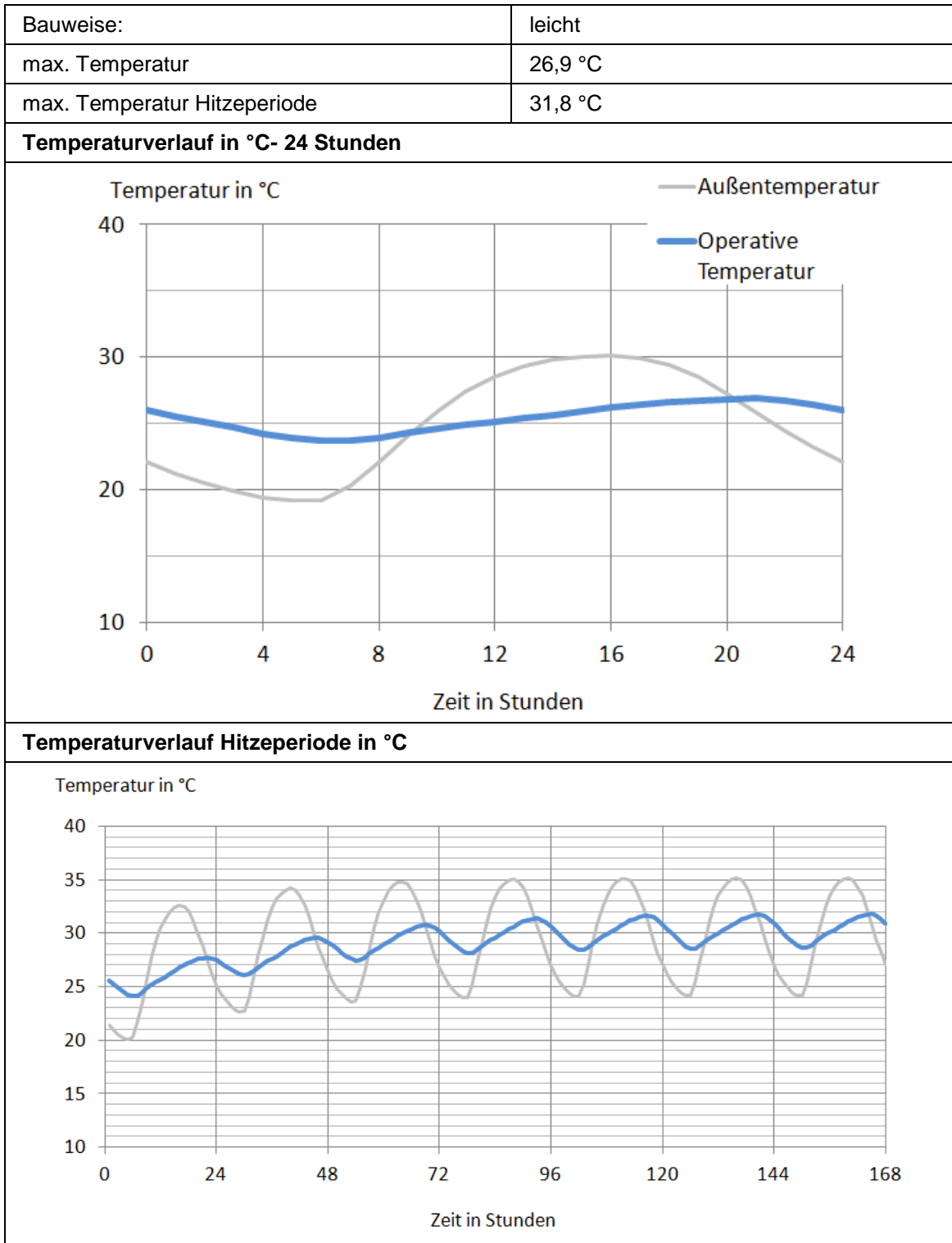
3.1 Schwere Variante

Tabelle 3: Ergebnisse „schwere“ Variante



3.2 Leichte Variante

Tabelle 4: Ergebnisse „leichte“ Variante



3.3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der beiden Varianten „leicht“ und „schwer“ zusammengefasst:

Tabelle 5: Zusammenfassung der Ergebnisse

Variante	Schwer	Leicht
max. Temperatur 24 Stunden	26,4 °C	26,9 °C
max. Temperatur Hitzeperiode	30,7 °C	31,8 °C

4 Schlussfolgerungen

Der Nachweis der sommerlichen Überwärmung nach der neuen ÖNORM B 8110-3 [ONO11b] ergibt für beide Varianten Tageswerte unter 27 °C. Bei richtigem NutzerInnenverhalten kann auf eine Kühlung beim „leichten“ Ausbau verzichtet werden.

Unterschiede in den Ergebnissen zwischen der „leichten“ und „schweren“ Bauweise für den untersuchten Dachgeschoßausbau in der Weihburggasse sind gering. Der Sommertauglichkeitsnachweis wird mit einem Betrachtungszeitraum von einem Tag durchgeführt. Hier ist operative Raumtemperatur bei der „schweren“ Variante um 0,5 °C geringer.

In dem längeren Zeitraum der Hitzeperiode von sieben Tagen hat die erhöhte Speichermasse der „schweren“ Variante eine höhere Auswirkung. Aus den Grafiken in Kapitel 3 ist erkennbar, dass bei der „schweren“ Variante die Temperaturen stärker gedämpft werden als bei der „leichten“ Variante. Der Unterschied beträgt 1,1 °C. Der „schwere“ Ausbau ist in Wien in der Regel nicht realisierbar, da aufgrund der neuen Erdbebennorm ÖNORM EN 1998 [ONO11a] erschwerende Rahmenbedingungen einzuhalten sind.

Der Unterschied in der Konstruktion der beiden Varianten „leicht“ und „schwer“ ist im geneigten Dachbereich zu finden. Nur dort weist der „schwere“ Ausbau durch die Stahlbetonkonstruktion eine höhere Speichermasse auf. Decken- und Innenwandaufbauten sind bei beiden Varianten gleich ausgeführt. Auch die Fenster und Verschattungen und die damit zusammenhängenden solaren Einträge sowie die inneren Lasten und der Luftaustausch durch die Fenster sind gleich. Daher sind die Unterschiede in der operativen Raumtemperatur zwischen den Varianten gering.

Für die Praxis ergeben sich aus diesem Projekt folgende Ratschläge für die Planung von Dachgeschoßausbauten:

- Alle Fenster sollten möglichst offenbar sein. Minimierung von Fixverglasungen für eine möglichst hohe Durchlüftung.
- Hohe Fenster ermöglichen einen besseren Luftaustausch als breite und niedrige Fenster. Auch die Neigung der Dachschräge hat einen Einfluss auf den Luftaustausch und den solaren Wärmeeintrag und somit auf die operative Raumtemperatur: Steilere eingebaute Fenster ermöglichen einen höheren Luftaustausch und einen geringeren solaren Eintrag als flachere eingebaute.
- Hochwirksame Außenverschattung mit z-Werten um 0,15 vermindert den solaren Eintrag maßgeblich und ist im Dachgeschoßausbau jedenfalls anzuraten.

- Für hinterlüftete Fassaden- und Dachkonstruktionen kann der solare Absorptionsgrad auf 20 % [ONO11b] des ursprünglichen Werts reduziert werden, was eine Verbesserung der operativen Raumtemperatur mit sich bringt.
- Erhöhung der Speichermasse im Leichtbau durch eine zusätzliche Lage Gipskartonbauplatten oder durch latente Wärmespeicher (PCM) im Innenausbau [KNA11]: Bei einem Temperaturanstieg über eine definierte Temperatur (z. B. 23 oder 26 °C) schmilzt das in den Platten eingearbeitete Speichermedium aus Paraffin und nimmt so die zusätzliche Wärmeenergie im Raum auf. Sinkt die Temperatur im Raum, erstarrt das Speichermedium und gibt die Wärmeenergie wieder ab. PCM-Elemente haben eine begrenzte Wirkung und sind kein Ersatz für eine Stahlbetonkonstruktion.
- Eine Lüftungsanlage kann bei richtiger Bedienung (niedriger Luftwechsel tagsüber) und mit eingebautem Sommerbypass vor allem in Lagen mit hoher Verkehrslärmbelastung, wo eine Nachtlüftung sehr eingeschränkt möglich ist, eine Verbesserung bringen. Eine Quer-Nachtlüftung mit offenen Fenstern kann damit nicht ersetzt werden.
- Den NutzerInnen muss das richtige Verhalten vermittelt werden: Nachtlüftung nutzen, Türen innen offen lassen, effiziente Geräte verwenden, Außenverschattung tagsüber verwenden sowie eine richtige Bedienung der Lüftungsanlage (falls vorhanden). Es empfiehlt sich die Anschaffung einer kleinen Wetterstation mit Anzeige der Außen- und Innenraumtemperatur um den richtigen Zeitpunkt für die Nachtlüftung (innen wärmer, außen kühler) feststellen zu können.

Durch eine optimale Planung der wichtigsten Einflussgrößen (Lüftung, Verschattung, Speichermasse, Berücksichtigung des Einflusses der inneren Lasten) kann die aktive Kühlung, wie bei dem gegenständlichen Projekt gezeigt, bei richtiger Nutzung auch bei „leichten“ Dachgeschoßausbauten vermieden oder zumindest vermindert werden.

5 Quellen

- [BED09] Bednar, Thomas; Schöberl, Helmut et al: Nachhaltigkeit massiv. AP 12. Auswirkung verschiedener Baustoffe auf das Sommerverhalten von Gebäuden und den Energieverbrauch. Endbericht. Wien: 2009
- [ISO04] International Standard ISO 13791. Thermal performance of buildings — Calculation of internal temperatures of a room in summer without mechanical cooling — General criteria and validation procedures. Genf: European Committee for Standardization (CEN), Technical Committee ISO/TC 163, 2004
- [ISO05] DIN EN ISO 13792. Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden. Berechnung von sommerlichen Raumtemperaturen bei Gebäuden ohne Anlagentechnik. Vereinfachtes Berechnungsverfahren. Berlin: Deutsches Institut für Normung, 2005
- [KNA11] Vortrag ZAE Symposium 2004, Leichtgewichte mit massivem Wärmespeichervermögen: Gipsplatten mit inkorporiertem PCM
http://www.zae-bayern.de/files/08-hummel_gipsplatten.pdf
(abgerufen am 16.1.2012)
- [MER11] Magistratsabteilung 37, Baupolizei, Merkblatt, MA 37 - Allg.12192/200
<http://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/pdf/merkblatt-vorbemessung.pdf>
(abgerufen am 10.1.2012)
- [OIB11] Österreichisches Institut für Bautechnik
<http://www.oib.or.at/>
(abgerufen am 10.1.2012)
- [ONO99] ÖNORM B 8110-3. Wärmeschutz im Hochbau. Wärmespeicherung und Sonneneinflüsse. Wien: Österreichisches Normungsinstitut, 1999

- [ONO11a] ÖNORM EN 1998: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben. Österreichisches Normungsinstitut, Wien 2011
- [ONO11b] ÖNORM B 8110-3: Wärmeschutz im Hochbau. Teil 3: Vermeidung sommerlicher Überwärmung. Entwurf. Österreichisches Normungsinstitut, Wien 2011
- [WBO11] Bauordnung für Wien
<http://www.wien.gv.at/recht/landesrecht-wien/rechtsvorschriften/html/b0200000.htm>
(abgerufen am 16.1.2012)
- [ZAM11] Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG)
<http://www.zamg.ac.at/produkte/thema/geophysik/erdbebengutachten/>
(abgerufen am 10.1.2012)