

**Die Anwendung der Behindertennorm
ÖNORM B 1600 im Wohnungsbau
Probleme in der Umsetzung**

Diplomarbeit
im Studiengang Bauingenieurwesen
des Fachbereichs Bauwesen
an der
HTWK Leipzig
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur (FH)

Fabin Fill
Andreas Schwaiger

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Wilfried Lewitzki
Zweitprüfer: DI Timo Kretschmer

Leipzig, Juli 2012

Kurzfassung

Durch die Tiroler Bauordnung (TBO) wurde die Behindertennorm ÖNORM B 1600 als verbindlich erklärt. Diese Norm stellt insbesondere zwei wesentliche Anforderungen an die Bauherren. Für das gesamte Wohngebäude sind vor allem die Bestimmungen für die Freibereiche (barrierefreie Übergänge bei Balkonen und Terrassen) und für die Sanitär-räume (anpassbarer Wohnbau) zu berücksichtigen.

Es wird die Hypothese gebildet, dass die Anwendung der Behindertennorm im Wesentlichen zwei große Auswirkungen auf den Planungs- bzw. Ausführungsprozess hat. Einerseits ändern sich die Wohnungsgrundrisse, insbesondere die Wohnungsgrößen. Andererseits führt die konstruktiv bedingte Einhaltung der Mindestanforderungen der OIB-Richtlinie bezüglich des Wärmeschutzes teilweise zu bauphysikalisch bedenklichen Lösungen.

Mittels einer Markanalyse soll untersucht werden, ob die Behindertennorm B 1600 überhaupt angewendet wird bzw. welche Auswirkungen die Anwendung derselben auf die Grundrisse hat.

Die Überprüfung der Konstruktionen in bauphysikalischer Hinsicht erfolgt mittels eines (quasi)instationären Berechnungsmodelles, wobei als Beurteilungskriterium die Schimmelfreiheit herangezogen wird.

Abstract

Under the Tyrolean building regulations (Tiroler Bauordnung), the Austrian standard for disabled persons (Behindertennorm ÖNORM B1600) was introduced as legally binding document.

Due to this standard becoming mandatory, the building contractor therefore has two main requirements to meet. For residential buildings, particular notice must be paid to the standards for both open spaces ('barrier-free' access to balconies, terraces, etc.) and sanitary spaces (adaptable residential buildings).

The hypothesis was that the implementation of the standard for disabled persons has two main impacts on the design and execution process. Firstly, the changes to floor

plan, mainly in housing stock and secondly, the problems arising with detailed design from a construction science perspective.

Using market analysis data gathered, it can be seen what implications the standard has for floor plans and whether it is adhered to at all.

After analysing the current standard threshold detail used by contractors, an investigation with mould-free evaluation criteria has been made.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	2
Abstract	2
Inhaltsverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	9
Abkürzungsverzeichnis	10
Einleitung	11
1 Technische und rechtliche Unterlagen	12
1.1 Bauordnung und OIB-Richtlinie	12
1.2 Behindertennorm B 1600	13
1.2.1 Freibereiche	13
1.2.2 Sanitärräume (anpassbarer Wohnbau).....	14
1.3 Sonstige technische Regelwerke (Abdichtungsnormen B 7220 und B 7209).....	17
1.4 Bauphysikalische Grundlagen	19
1.5 Schlussfolgerung / Hypothese	20
2 Methode	21
2.1 Grundrisse Bad und WC.....	21
2.2 Anschlussdetails Balkone und Terrassen	21
2.2.1 Allgemeine Beschreibung des Berechnungsmodells.....	21
2.2.1.1 Berechnungsmodell 1 – BM 1.1 - (Vakuumdämmung)	22
2.2.1.2 Berechnungsmodell 1 – BM 1.2 - (Vakuumdämmung)	23
2.2.1.3 Berechnungsmodell 2 – BM 2.1 - (Deckenabsenkung).....	24
2.2.1.4 Berechnungsmodell 2 – BM 2.2 - (Deckenabsenkung).....	25
2.2.1.5 Übersicht Wärmedurchgangskoeffizienten (Aufbauten).....	26
2.2.2 Bauphysikalisches Bewertungsmodell	28
2.2.2.1 Bewertung der Schimmelfreiheit nach ÖNORM B 8110-2 und ÖNORM EN ISO 13788.....	28
2.2.2.2 Erweitertes Bewertungsmodell.....	34
2.2.2.3 AnTherm.....	38
2.2.2.4 Bewertungsablauf	39
2.2.2.5 Übersicht Berechnungsmodelle	43
3 Ergebnisse	45

3.1	Bad und WC	45
3.2	Terrassen.....	48
3.2.1	BM 1.1	48
3.2.1.1	Leitwerte.....	48
3.2.1.2	g-Werte und Koordinaten „kältester“ Punkt.....	48
3.2.1.3	Berechnungsergebnisse	49
3.2.2	BM 1.2	55
3.2.2.1	Leitwerte.....	55
3.2.2.2	g-Werte und Koordinaten „kältester“ Punkt.....	55
3.2.2.3	Berechnungsergebnisse	56
3.2.3	BM 2.1	62
3.2.3.1	Leitwerte.....	62
3.2.3.2	g-Werte und Koordinaten „kältester“ Punkt.....	62
3.2.3.3	Berechnungsergebnisse	63
3.2.4	BM 2.2	69
3.2.4.1	Leitwerte.....	69
3.2.4.2	g-Werte und Koordinaten „kältester“ Punkt.....	69
3.2.4.3	Berechnungsergebnisse	70
3.2.5	Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse.....	76
4	Konstruktionslösungen	80
4.1	Bad und WC	80
4.2	Terrassen.....	82
5	Schlussbemerkung	84
	Literaturverzeichnis	86
	Erklärung	89
	Anhang.....	90

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Mindest-U-Werte nach OIB [15, S. 11]	13
Abbildung 2: Barrierefreier Balkonanschluss ohne Rigol [1, S. 22]	14
Abbildung 3: Barrierefreier Balkonanschluss mit Rigol [1, S. 22]	14
Abbildung 4: Zweiter WC-Anschluss [1, S. 24]	15
Abbildung 5: Trennwand Bad/WC [1, S. 24]	16
Abbildung 6: Trennwand WC/Abstellraum [1, S. 24]	16
Abbildung 7: Schwellenfreier Türanschluss [2, S. 32]	18
Abbildung 8: Räume Berechnungsmodell	21
Abbildung 9: Berechnungsmodell 1 – BM 1.1	22
Abbildung 10: Berechnungsmodell 1 – BM 1.2	23
Abbildung 11: Berechnungsmodell 2 – BM 2.1	24
Abbildung 12: Schnitt Berechnungsmodell 2.2	25
Abbildung 13: Annahmen relative Luftfeuchtigkeit ÖNORM B 8110-2	29
Abbildung 14: Die sieben Temperaturregionen Österreichs nach ÖNORM B 8110-5 [5, S. 8]	29
Abbildung 15: Monatsmittelwerte relative Luftfeuchtigkeit und Außentemperatur für den Standort Innsbruck	30
Abbildung 16: Raumseitige Feuchtigkeitsklassen [6, S. 20]	32
Abbildung 17: Veränderung der raumseitigen Luftfeuchteklassen in Abhängigkeit von der außenseitigen Temperatur	33
Abbildung 18: Empfohlene Innentemperaturen [26]	34
Abbildung 19: Verallgemeinertes Isoplethensystem [17, S. 61]	36
Abbildung 20: Tages- und 8-Tagesdurchschnitte Lufttemperatur	39
Abbildung 21: Tages- und 8-Tagesdurchschnitte relative Luftfeuchtigkeit	40
Abbildung 22: Veränderung der raumseitigen Luftfeuchteklasse 2 in Abhängigkeit der außenseitigen Temperatur unter der Annahme einer Innenraumtemperatur von 14° C	41
Abbildung 23: Veränderung der raumseitigen Luftfeuchteklasse 2 in Abhängigkeit der außenseitigen Temperatur unter der Annahme einer Innenraumtemperatur von 18° C	41
Abbildung 24: Veränderung der raumseitigen Luftfeuchteklasse 4 in Abhängigkeit der außenseitigen Temperatur unter der Annahme einer Innenraumtemperatur von 23° C	42
Abbildung 25: Einhaltung der Anforderungen an den anpassbaren Wohnbau	46
Abbildung 26: Gründe für die Nichteinhaltung des anpassbaren Wohnbaus	47
Abbildung 27: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 1.1_1	49
Abbildung 28: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 1.1_2	49
Abbildung 29: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 1.1_3	50

Abbildung 30: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 1.1_4	50
Abbildung 31: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 1.1_1	51
Abbildung 32: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 1.1_2	51
Abbildung 33: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 1.1_3	52
Abbildung 34: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 1.1_4	52
Abbildung 35: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 1.1_1	53
Abbildung 36: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 1.1_2	53
Abbildung 37: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 1.1_3	54
Abbildung 38: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 1.1_4	54
Abbildung 39: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 1.2_1	56
Abbildung 40: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 1.2_2	56
Abbildung 41: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 1.2_3	57
Abbildung 42: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 1.2_4	57
Abbildung 43: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 1.2_1	58
Abbildung 44: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 1.2_2	58
Abbildung 45: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 1.2_3	59
Abbildung 46: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 1.2_4	59
Abbildung 47: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 1.2_1	60
Abbildung 48: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 1.2_2	60
Abbildung 49: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 1.2_3	61
Abbildung 50: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 1.2_4	61
Abbildung 51: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 2.1_1	63
Abbildung 52: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 2.1_2	63
Abbildung 53: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 2.1_3	64
Abbildung 54: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 2.1_1	65
Abbildung 55: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 2.1_2	65
Abbildung 56: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 2.1_3	66

Abbildung 57: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 2.1_1	67
Abbildung 58: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 2.1_2	67
Abbildung 59: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 2.1_3	68
Abbildung 60: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 2.2_1	70
Abbildung 61: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 2.2_2	70
Abbildung 62: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 2.2_3	71
Abbildung 63: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 2.2_1	72
Abbildung 64: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 2.2_2	72
Abbildung 65: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 2.2_3	73
Abbildung 66: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 2.2_1	74
Abbildung 67: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 2.2_2	74
Abbildung 68: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 2.2_3	75
Abbildung 69: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 für BM 2 mit unterschiedlichen Dämmvarianten (Lagernutzung)	76
Abbildung 70: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 für BM 2 mit unterschiedlichen Dämmvarianten (Schlafraum)	77
Abbildung 71: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 für BM 2 mit unterschiedlichen Dämmvarianten (Schlafraum) und erhöhter Raumfeuchtigkeit	78
Abbildung 72: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 2 für BM 2.1_3 mit Verbesserung des Türanschlussbereiches	79
Abbildung 73: Konstruktionsdetail anpassbarer Wohnbau (Bad/WC)	81
Abbildung 74: Konstruktionsdetail Terrasse	82

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: U-Wertberechnung Terrasse mit Vakuumdämmung 50 mm.....	26
Tabelle 2: U-Wertberechnung Terrasse mit Vakuumdämmung 30 mm.....	26
Tabelle 3: U-Wertberechnung Terrasse EPS-Dämmung 22 cm.....	26
Tabelle 4: U-Wertberechnung Terrasse EPS-Dämmung 18 cm.....	27
Tabelle 5: U-Wertberechnung Außenwand EPS-F-Dämmung 15 cm.....	27
Tabelle 6: U-Wertberechnung Außenwand EPS-F-Dämmung 10 cm.....	27
Tabelle 7: Wärmeübergangswiderstände nach ÖNORM EN ISO 13788 [6, S. 9].....	34
Tabelle 8: Einteilung der Substratgruppen [17, S. 55]	36
Tabelle 9: Raumseitige Luftfeuchten [6, S. 20].....	37
Tabelle 10: U-Werte Berechnungsmodell	42
Tabelle 11: Übersicht Bewertungsmodelle BM 1.1 und BM1.2	43
Tabelle 12: Übersicht Bewertungsmodelle BM 2.1 und BM2.2	44
Tabelle 13: Auswertung Wohnungsgrundrisse.....	45
Tabelle 14: Leitwerte (AnTherm).....	48
Tabelle 15: g-Werte BM 1.1_1 und 1.1_2 (AnTherm).....	48
Tabelle 16: g-Werte BM 1.1_3 und 1.1_4 (AnTherm).....	48
Tabelle 17: Koordinaten „kältester“ Punkt BM 1.1_1 und 1.1_2 (AnTherm)	48
Tabelle 18: Koordinaten „kältester“ Punkt BM 1.1_3 und 1.1_4 (AnTherm)	48
Tabelle 19: Leitwerte (AnTherm).....	55
Tabelle 20: g-Werte BM 1.2_1 und 1.2_2 (AnTherm).....	55
Tabelle 21: g-Werte BM 1.2_3 und 1.2_4 (AnTherm).....	55
Tabelle 22: Koordinaten „kältester“ Punkt BM 1.2_1 und 1.2_2 (AnTherm)	55
Tabelle 23: Koordinaten „kältester“ Punkt BM 1.2_3 und 1.2_4 (AnTherm)	55
Tabelle 24: Leitwerte (AnTherm).....	62
Tabelle 25: g-Werte BM 2.1_1 und 2.1_2 (AnTherm).....	62
Tabelle 26: g-Werte BM 2.1_3 (AnTherm).....	62
Tabelle 27: Koordinaten „kältester“ Punkt BM 2.1_1 und 2.1_2 (AnTherm)	62
Tabelle 28: Koordinaten „kältester“ Punkt BM 2.1_3 (AnTherm)	62
Tabelle 29: Leitwerte (AnTherm).....	69
Tabelle 30: g-Werte BM 2.2_1 und 2.2_2 (AnTherm).....	69
Tabelle 31: g-Werte BM 2.2_3 (AnTherm).....	69
Tabelle 32: Koordinaten „kältester“ Punkt BM 2.2_1 und 2.2_2 (AnTherm)	69
Tabelle 33: Koordinaten „kältester“ Punkt BM 2.2_3 (AnTherm)	69

Abkürzungsverzeichnis

TBO	Tiroler Bauordnung
TBV	Technische Bauvorschriften
OIB	Österreichisches Institut für Bautechnik

Einleitung

Durch die Tiroler Bauordnung (TBO) wurde die Behindertennorm ÖNORM B 1600 als verbindlich erklärt. Diese Norm stellt insbesondere zwei wesentliche Anforderungen an die Bauherren. Für Wohngebäude sind vor allem die Bestimmungen für die Freibereiche (barrierefreie Übergänge bei Balkonen und Terrassen) und für die Sanitärräume (anpassbarer Wohnbau) zu berücksichtigen.

Zu diesen rechtlichen Rahmenbedingungen ergeben sich 2 zentrale Fragestellungen:

- Wird diese Norm in der Praxis eingehalten und hat die Einhaltung dieser ÖNORM Auswirkungen auf die Wohnungsgrößen?
- Führt die Einhaltung dieser Norm (unter Einhaltung von Mindestanforderungen hinsichtlich des Wärmeschutzes) zu bauphysikalisch bedenklichen Lösungen?

Im ersten Abschnitt dieser Arbeit werden die rechtlichen und technischen Grundlagen erarbeitet. Auf Basis dieser Grundlagen werden dann die Arbeitshypothesen gebildet, dass die Anwendung der Behindertennorm im Wesentlichen zwei große Auswirkungen auf den Planungs- bzw. Ausführungsprozess hat. Einerseits ändern sich die Wohnungsgrundrisse, insbesondere die Wohnungsgrößen. Andererseits führt die konstruktiv bedingte Einhaltung der Mindestanforderungen der OIB-Richtlinie bezüglich des Wärmeschutzes teilweise zu bauphysikalisch bedenklichen Lösungen.

Der zweite Abschnitt ist dem methodischen Teil der Arbeit gewidmet. Mittels einer Markanalyse wird untersucht, ob die Behindertennorm B 1600 in der Praxis überhaupt angewendet wird bzw. welche Auswirkungen die Anwendung derselben auf die Grundrisse hat.

Die Überprüfung der Konstruktionen (Terrassenanschlüsse) in bauphysikalischer Hinsicht erfolgt mittels eines (quasi)instationären Berechnungsmodelles, welches sich an den Regelwerken der ÖNORM B 8110-2 und ÖNORM EN ISO 13788 orientiert, wobei als Beurteilungskriterium die Schimmelfreiheit herangezogen und von Annahmen wie Innenlufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit in den Innenräumen etc. ausgegangen wird.

Der dritte Teil beschäftigt sich mit den Ergebnissen aus dem methodischen Teil. Es werden die Ergebnisse interpretiert.

Auf Basis dieser Ergebnisse werden im vierten Abschnitt neue Konstruktionslösungen entwickelt.

1 Technische und rechtliche Unterlagen

1.1 Bauordnung und OIB-Richtlinie

Im 4. Abschnitt der Bauordnung [15, S. 294] ist unter § 17 (allgemeine technische Erfordernisse) normiert, dass bauliche Anlagen und alle ihre Teile so geplant und ausgeführt sein müssen, dass sie unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit gebrauchstauglich sind und entsprechend dem Stand der Technik die bautechnischen Erfordernisse insbesondere hinsichtlich der Nutzungssicherheit und der Barrierefreiheit erfüllen.

Darüber hinaus ist den technischen Bauvorschriften [14, S. 32] unter § 30 (Barrierefreiheit) zu entnehmen, dass Gebäude oder Teile von Gebäuden, derart barrierefrei geplant und ausgeführt sein müssen, dass die für die Besucher bzw. Kunden bestimmten Teile auch für Kinder sowie für ältere und behinderte Menschen gefahrlos und möglichst ohne fremde Hilfe zugänglich sind. Dies gilt insbesondere für Gebäude mit mehr als drei Wohneinheiten. Wohnungen in solchen Gebäuden müssen nach den Grundsätzen des anpassbaren Wohnbaus geplant und ausgeführt sein.

Die OIB-Richtlinie 4 aus 2007 [15, S. 17] (Österreichisches Institut für Bautechnik) – welche durch die Bauordnung als verbindlich erklärt wurde – verweist bei Bauwerken (Wohnanlagen), die barrierefrei auszugestalten sind, auf die ÖNORM B 1600 [1].

Hinsichtlich der Mindestanforderungen an wärmeübertragende Bauteile geht die OIB von folgenden Wärmedurchgangskoeffizienten aus:

	Bauteil	U-Wert [W/m ² K]
1	WÄNDE gegen Außenluft	0,35
2	WÄNDE gegen unbeheizte oder nicht ausgebaute Dachräume	0,35
3	WÄNDE gegen unbeheizte, frostfrei zu haltende Gebäudeteile (ausgenommen Dachräume) sowie gegen Garagen	0,60
4	WÄNDE erdberührt	0,40
5	WÄNDE (Trennwände) zwischen Wohn- oder Betriebseinheiten	0,90
6	WÄNDE gegen andere Bauwerke an Grundstücks- bzw. Bauplatzgrenzen	0,50
7	WÄNDE kleinflächig gegen Außenluft (z.B. bei Gaupen), die 2% der Wände des gesamten Gebäudes gegen Außenluft nicht überschreiten, sofern die Ö-NORM B 8110-2 (Kondensatfreiheit) eingehalten wird	0,70
8	WÄNDE (Zwischenwände) innerhalb von Wohn- und Betriebseinheiten	-
9	FENSTER, FENSTERTÜREN, VERGLASTE TÜREN jeweils in Wohngebäuden (WG) gegen Außenluft ²	1,40
10	FENSTER, FENSTERTÜREN, VERGLASTE TÜREN jeweils in Nicht-Wohngebäuden (NWG) gegen Außenluft ²	1,70
11	sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE vertikal gegen Außenluft ¹	1,70
12	sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE horizontal oder in Schrägen gegen Außenluft ²	2,00
13	sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE vertikal gegen unbeheizte Gebäudeteile ¹	2,50
14	DACHFLÄCHENFENSTER gegen Außenluft ²	1,70
15	TÜREN unverglast, gegen Außenluft ²	1,70
16	TÜREN unverglast, gegen unbeheizte Gebäudeteile ²	2,50
17	TÖRE Rolltore, Sektionaltore u.dgl. gegen Außenluft	2,50
18	INNENTÜREN	-
19	DECKEN und DACHSCHRÄGEN jeweils gegen Außenluft und gegen Dachräume (durchlüftet oder ungedämmt)	0,20
20	DECKEN gegen unbeheizte Gebäudeteile	0,40
21	DECKEN gegen getrennte Wohn- und Betriebseinheiten	0,90
22	DECKEN innerhalb von Wohn- und Betriebseinheiten	-
23	DECKEN über Außenluft (z.B. über Durchfahrten, Parkdecks)	0,20
24	DECKEN gegen Garagen	0,30
25	BÖDEN erdberührt	0,40

¹ Die Konstruktion ist auf ein Prüfnormmaß von 1,23 m x 1,48 m zu beziehen, wobei die Symmetrieebenen an den Rand des Prüfnormmaßes zu legen sind
² Bezogen auf ein Prüfnormmaß von 1,23 m x 1,48 m

Abbildung 1: Mindest-U-Werte nach OIB [15, S. 11]

1.2 Behindertennorm B 1600

Für Wohngebäude werden im Rahmen dieser Arbeit insbesondere folgende Bestimmungen beachtet:

- Freibereiche
- Sanitärräume (anpassbarer Wohnbau)

1.2.1 Freibereiche

Notwendige Türanschläge sowie Niveauunterschiede bei Außentüren zu Freibereichen (Balkon, Terrasse, Loggia u. dgl.) sollten unter 2 cm liegen, dürfen jedoch maximal 3 cm betragen. Erforderlichenfalls sind Sonderkonstruktionen dafür vorzusehen.

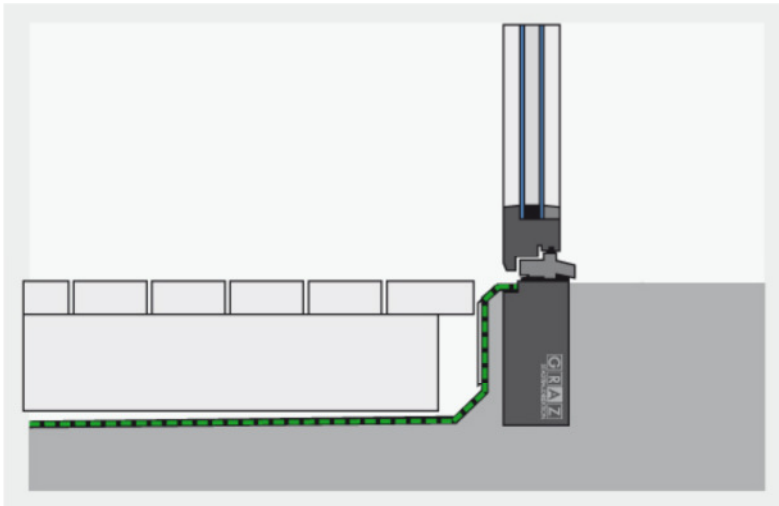


Abbildung 2: Barrierefreier Balkonanschluss ohne Rigol [1, S 22]

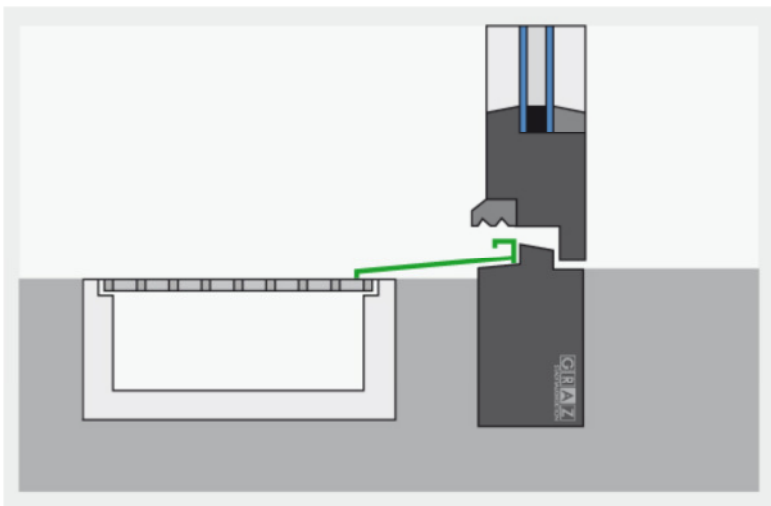


Abbildung 3: Barrierefreier Balkonanschluss mit Rigol [1, S. 22]

1.2.2 Sanitärräume (anpassbarer Wohnbau)

Anpassbarer Wohnbau im Sinne der ÖNORM B 1600 [1] bedeutet, dass zukünftig notwendige Änderungen in möglichst kurzer Zeit und kostengünstig nur mit geringfügigen Änderungen von Installationen, Technik, Dämmung oder Tragfähigkeit vorgenommen werden können.

Anpassbarer Wohnbau ermöglicht die barrierefreie Erschließung und Nutzung aller Wohnungen für alle Menschen in allen Lebensphasen. Bei der Planung tragender Elemente, Installationen und technischer Einrichtungen sind die Mindestanforderungen dieser ÖNORM zu berücksichtigen.

Im Bereich von Sanitärräumen soll die Barrierefreiheit z.B. durch Zusammenlegung von Räumen (wie WC und Bad, Bad und Abstellraum, WC und Abstellraum) geschaffen werden können, womit erforderliche Bewegungsflächen (Wenderadius 1,25m) für die Benutzung von Rollstühlen, Gehhilfen und Rollatoren ermöglicht werden können.

In einer Anmerkung führt diese Norm an, dass es am günstigsten sei, Trennwände ergänzend in Trockenbauweise bei der Endfertigung zu errichten, wobei die Wandflächen durchgehend sollten. Als Richtzeit für den gesamten notwendigen Arbeitsaufwand zur Entfernung solcher Wände sollte maximal ein Arbeitstag herangezogen werden.

Weiters muss die Fußbodenkonstruktion unter den demontierbaren Trennelementen durchgehen.

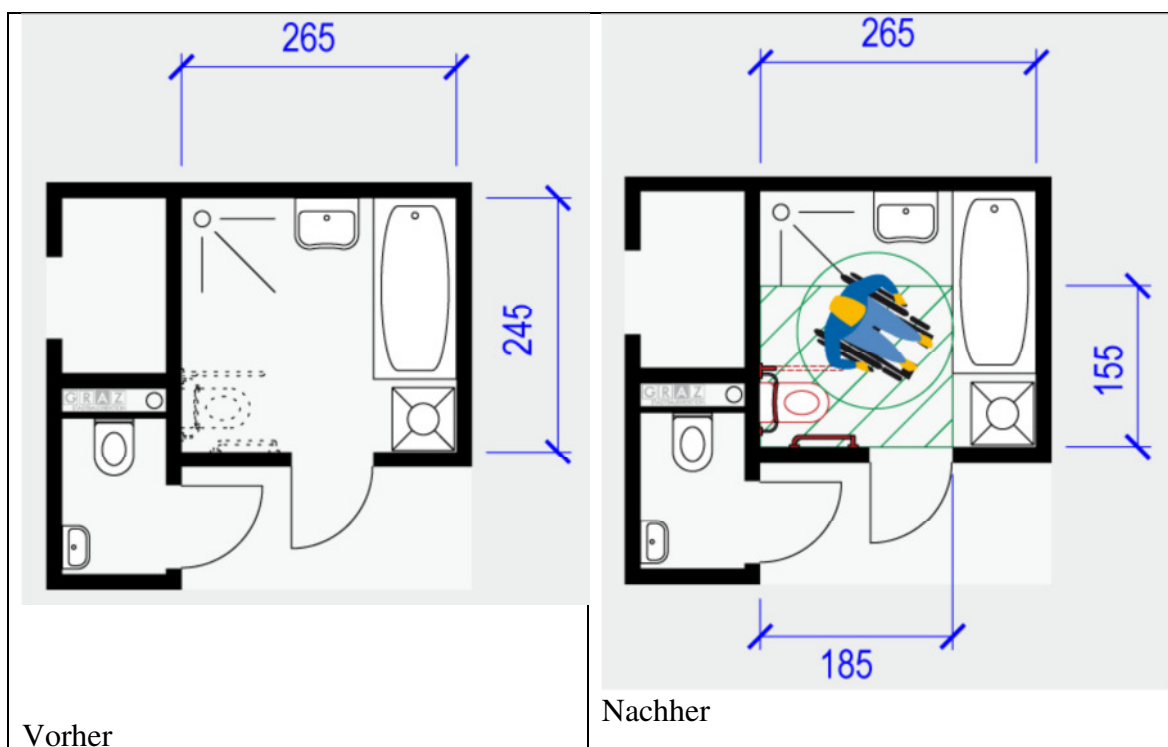


Abbildung 4: Zweiter WC-Anschluss [1, S. 24]

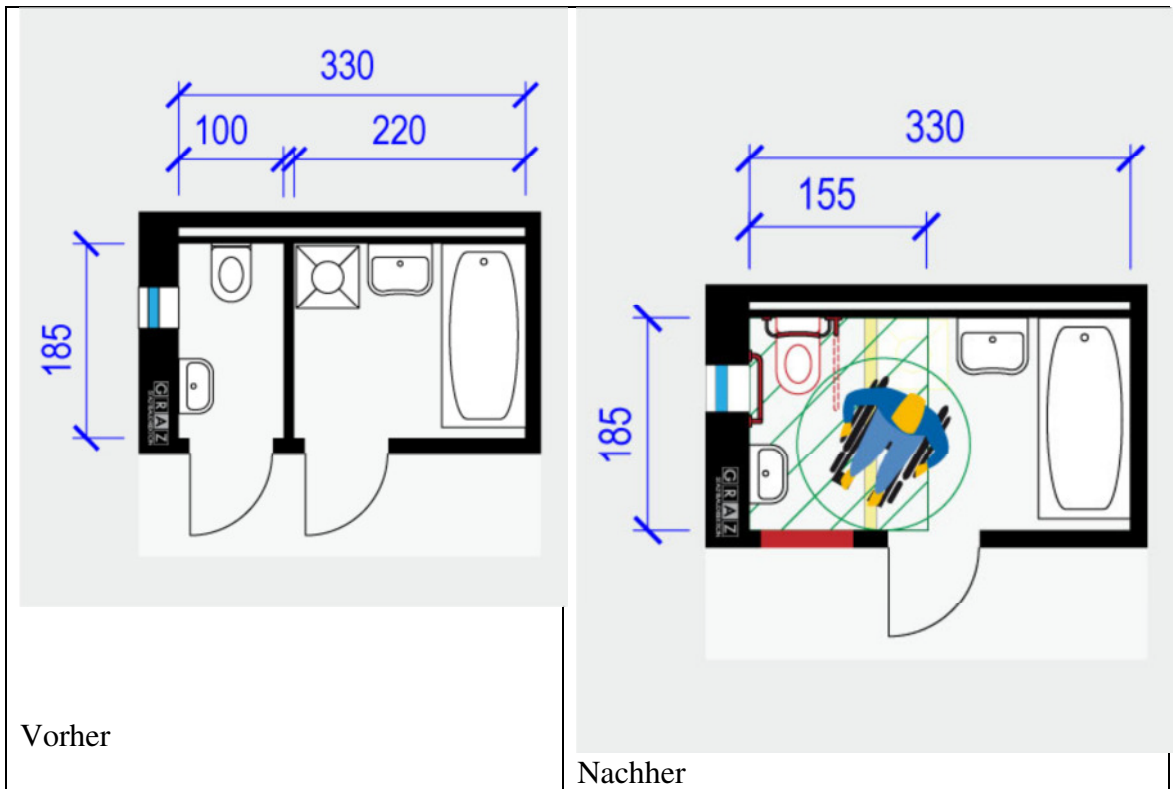


Abbildung 5: Trennwand Bad/WC [1, S. 24]

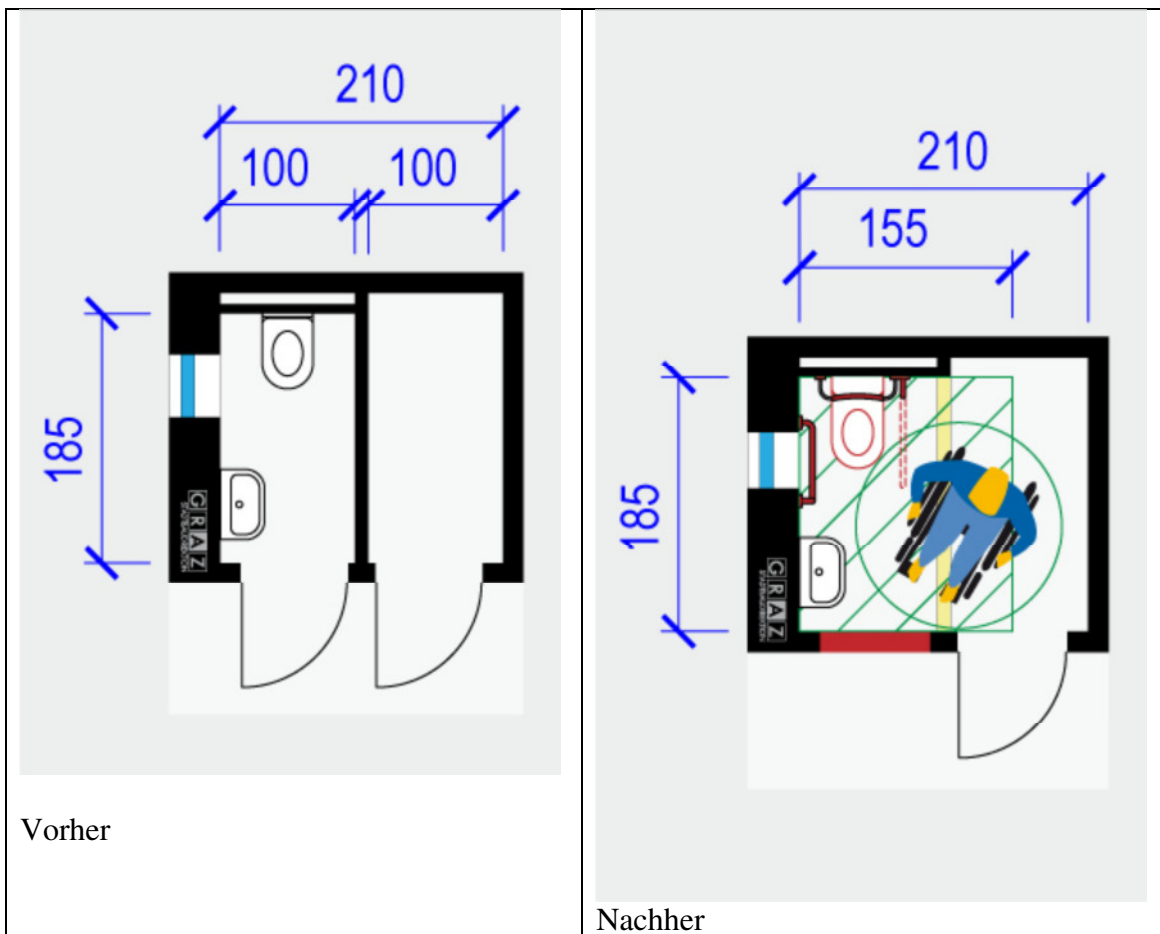


Abbildung 6: Trennwand WC/Abstellraum [1, S. 24]

Neben der Anpassbarkeit von Sanitärräumen durch Entfernen von Trennwänden soll auch die vorsorgliche Installation eines zweiten WC-Anschlusses möglich sein. Dieser Anschluss muss eine Realisierung eines barrierefreien WC's mit den entsprechenden Anfahrbereichen und Bewegungsflächen ermöglichen.

1.3 Sonstige technische Regelwerke (Abdichtungsnormen B 7220 und B 7209)

Nach Punkt 6.2.4 der ÖNORM B 7209 [3] muss bei aufgehenden Bauteilen und Einbauten die Oberkante der Hochzüge mindestens 15 cm - bei bindigen Böden und Traufpflasterungen mindestens 30 cm - über die Oberfläche der obersten wasserführenden Ebene (zB Bodenniveau) reichen. Bei Türanschlüssen ist auf die Anschlusshöhe besonders zu achten, sofern keine Sondermaßnahmen vorgesehen werden.

Nach ÖNORM B 7220 [2] dürfen bei Türanschlüssen die Mindestanschlusshöhen bis zu 10 cm unterschritten werden, wenn Gitterroste o.ä. im Schwellenbereich vorgesehen werden und die Entwässerung dieser Bereiche sichergestellt ist. Hochzugshöhen unter 5 cm Höhe über der Oberkante einer benetzten Oberfläche sind, bei behindertengerechter Bauweise, zulässig.

Bei „schwelfreien“ Übergängen, wie z.B. bei Fluchtwegen oder behindertengerechten Bauweisen, sind im Gegensatz zu den Regelanforderungen über die einzuhaltenen Hochzugshöhen die jeweiligen behördlichen Auflagen einzuhalten. Es ist in diesen Fällen eine Mindesthochzugshöhe von ca. 0,5 cm über Niveau (Geh- oder Fahrbelag bzw. Gitterrost) vorzusehen, wenn

- die Hochzugsbahnen mechanisch an den Untergrund (Türstock) geklemmt werden,
- auf der Außenseite der Türschwelle eine Gitterrostabdeckung mit einer Breite von mindestens 20 cm und seitlichem Überstand über die lichte Weite der Türschwelle von jeweils ca. 30 cm eingebaut wird und für eine rasche Ableitung des anfallenden Niederschlages Vorsorge getroffen wird, sowie
- eine auskragende Dachkonstruktion, z.B. Glasdach, deren Auskragung für die ortsüblich zu berücksichtigenden Regenspenden so ausgelegt ist, dass bei normalen Witterungsbedingungen kein Wasseranfall, z.B. Schlagregen, im Türschwelfenbereich vorkommt, vorgesehen wird.

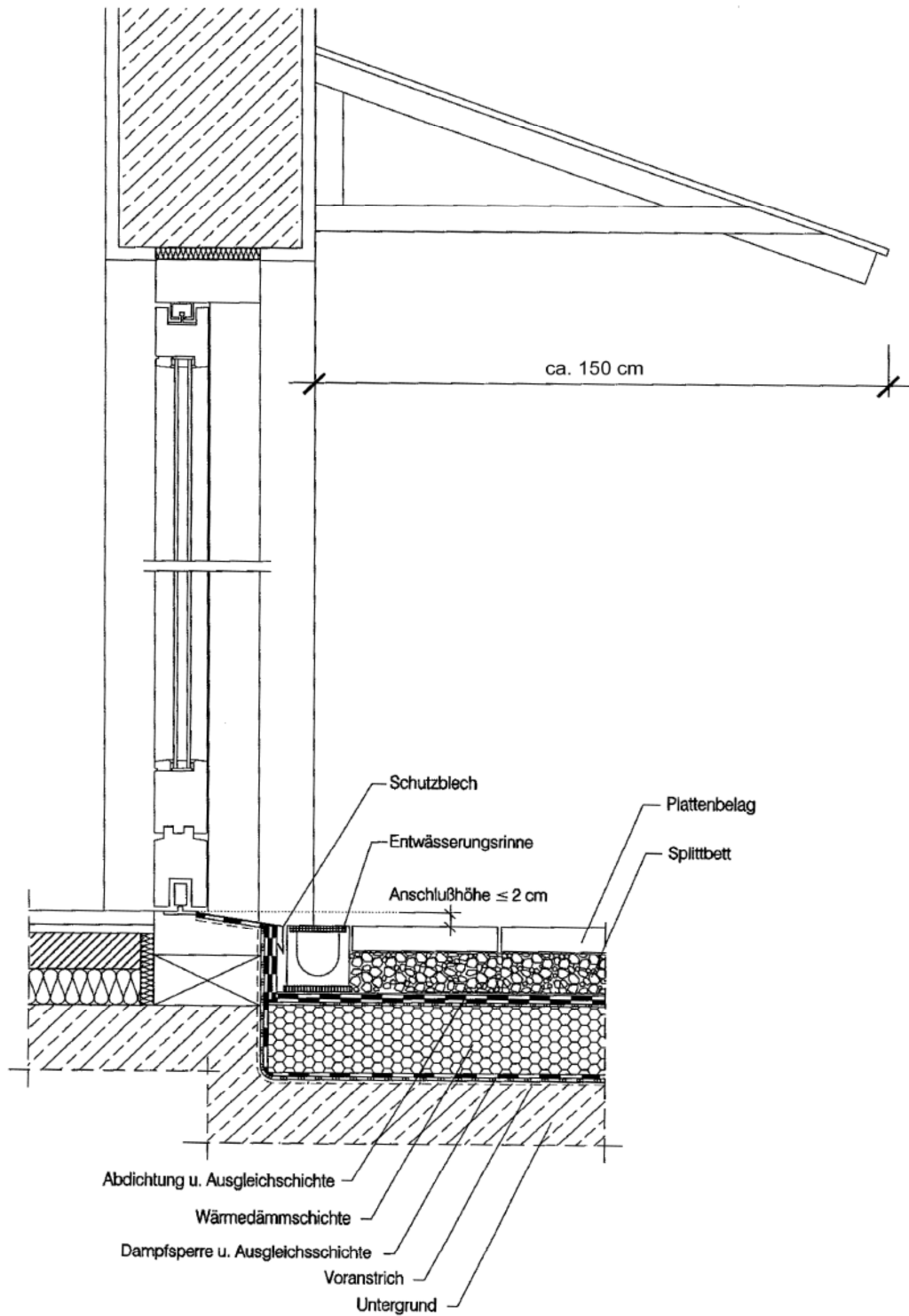


Abbildung 7: Schwellenfreier Türanschluss [2, S. 32]

1.4 Bauphysikalische Grundlagen

Die Beschreibung des Wärmedurchganges durch Baukonstruktionen infolge von Wärmeleitung erfordert die Aufstellung und Lösung der Wärmeleitungsgleichung, wobei die Beschreibung von Temperaturfeldern und Wärmeströmen im Normalfall die Verwendung aller drei räumlichen Koordinaten erfordert. In diesem Fall wird üblicherweise von „dreidimensionaler Wärmeleitung“ gesprochen.

Dem Konzept der thermischen Leitwerte liegt eine lineare Theorie der Wärmeleitung zugrunde. Diese basiert auf folgenden vereinfachenden Annahmen [23, S. 29]:

- Materialkennwerte (Wärmeleitfähigkeit, Massendichte, spezifische Wärmekapazität) sind von der Temperatur unabhängig.
- Die Lufttemperaturen in den einzelnen Räumen sind ortsunabhängig.
- Sowohl Strahlungsaustausch wie auch konvektiver Wärmeübergang in den Innenräumen wird mit dem Konzept der Wärmeübergangskoeffizienten überschlagsmässig berücksichtigt

Unter diesen vereinfachenden Annahmen lässt sich zeigen, dass der Wärmeverlust Φ des Gebäudes nach außen proportional zur Differenz der Innenlufttemperatur Θ_i und der Außenlufttemperatur Θ_e ist

$$\Phi = L \cdot (\Theta_i - \Theta_e) \quad [\text{W}] \quad (1)$$

Im allgemeinen Fall dreidimensionaler Wärmeleitung muss der thermische Leitwert normalerweise mit Hilfe eines geeigneten Wärmebrückenprogramms errechnet werden [23].

Für jeden Punkt des Bauteils (auch für alle Punkte der Oberflächen) kann eine Basislösung ermittelt werden, mit dessen Hilfe die minimalen Oberflächentemperaturen ermittelt werden. Dies erfolgt auf Basis von Temperaturgewichtungsfaktoren. Gemäß ÖNORM B 8110-2 [4] wird die minimale Oberflächentemperatur Θ_k^* ermittelt wie folgt:

$$\Theta_k^* = g_e \cdot \Theta_e + g_1 \cdot \Theta_1 + g_2 \cdot \Theta_2 + \dots + g_n \cdot \Theta_n \quad [^\circ\text{C}] \quad (2)$$

Diese so genannten *g-Werte* sind normalisiert, sodass ihre Summe gleich eins ist.

Der thermische Leitwert im eindimensionalen Raum ergibt sich aus:

$$L = U \cdot A \quad [W/K] \quad (3)$$

U.... Wärmedurchgangskoeffizient [W/m^2K]

A.... Fläche [m^2]

Der U-Wert berechnet sich aus [18]

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_j}{\lambda_j} + R_{se}} \quad [W/K] \quad (4)$$

R_{si}.... Wärmeübergangswiderstand für die innere Bauteiloberfläche [m^2K/W]

R_{se}.... Wärmeübergangswiderstand für die äußere Bauteiloberfläche [m^2K/W]

d_j.... Dicke des *j*-ten Bauteil-Schicht[m]

λ_j.... Wärmeleitfähigkeit der *j*-ten Bauteilschicht [W/mK]

Vor jeder Bauteiloberfläche lassen sich Luftzonen feststellen, welche wie eine zusätzliche wärmedämmende Schicht wirkt. Diese wird als Wärmeübergangswiderstand bezeichnet und wird wie folgt definiert [19, S. 17]:

$$R_s = \frac{1}{\alpha_s} \quad [m^2K/W] \quad (5)$$

1.5 Schlussfolgerung / Hypothese

Die Anwendung der Behindertennorm hat im Wesentlichen zwei große Auswirkungen auf den Planungs- bzw. Ausführungsprozess:

- a) Die Wohnungsgrundrisse, insbesondere die Wohnungsgrößen, ändern sich.
- b) Die konstruktiv bedingte Einhaltung der Mindestanforderungen der OIB-Richtlinie bezüglich des Wärmeschutzes führt teilweise zu bauphysikalisch bedenklichen Lösungen.

2 Methode

2.1 Grundrisse Bad und WC

Mittels einer Markanalyse wird untersucht, ob die Behindertennorm ÖNORM B 1600 [1] in der Praxis überhaupt angewendet wird bzw. welche Auswirkungen die Anwendung derselben auf die Grundrisse hat.

2.2 Anschlussdetails Balkone und Terrassen

2.2.1 Allgemeine Beschreibung des Berechnungsmodells

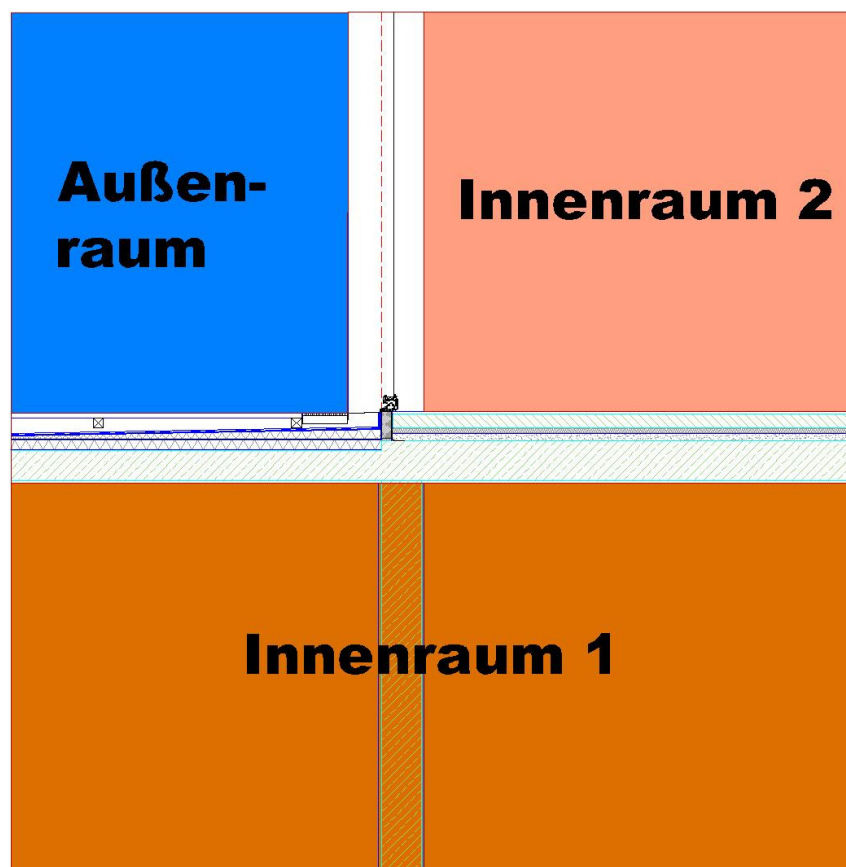


Abbildung 8: Räume Berechnungsmodell

Für die bauphysikalischen Berechnungen wurden die Räume gemäß der o.a. Abbildung definiert.

2.2.1.1 Berechnungsmodell 1 – BM 1.1 - (Vakuumdämmung)

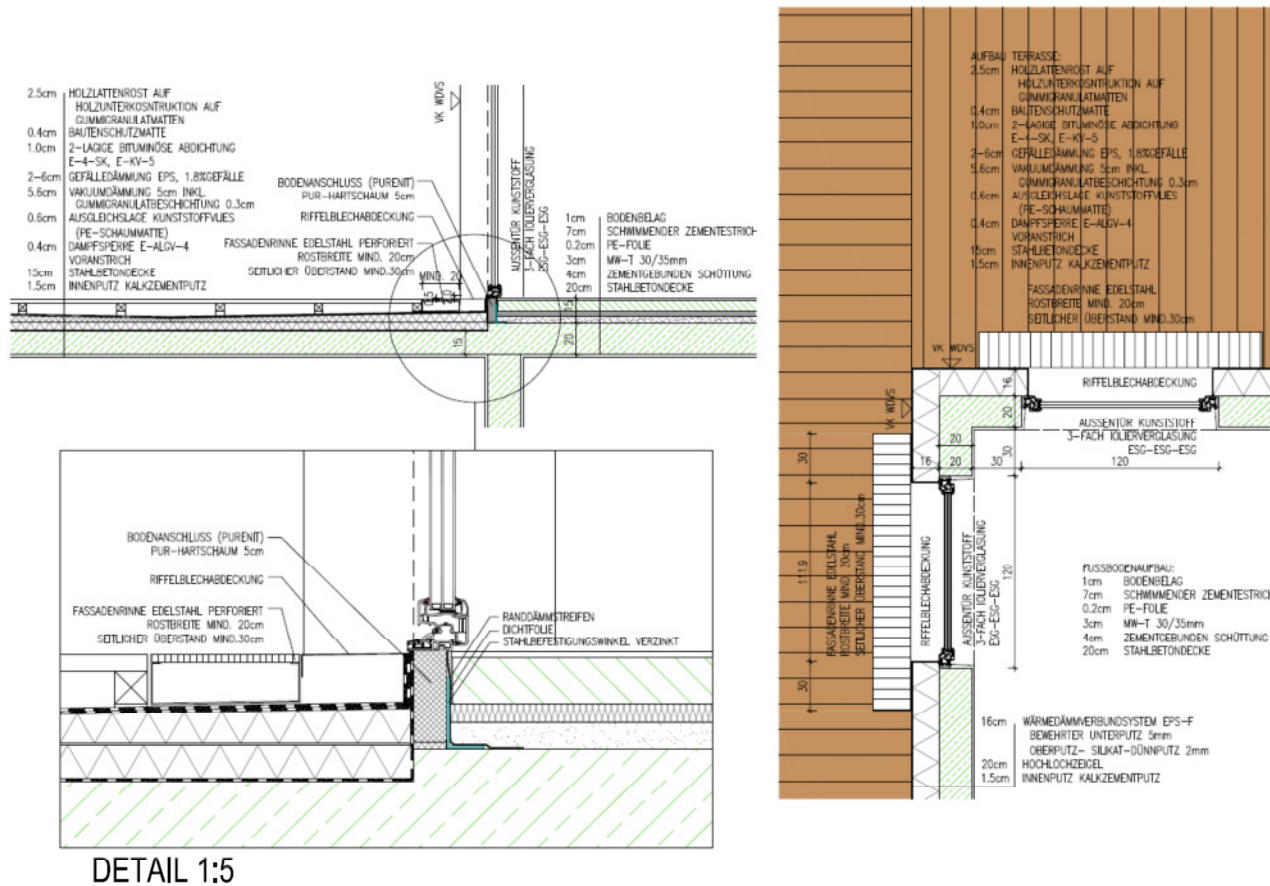


Abbildung 9: Berechnungsmodell 1 – BM 1.1

2.2.1.2 Berechnungsmodell 1 – BM 1.2 - (Vakuumdämmung)

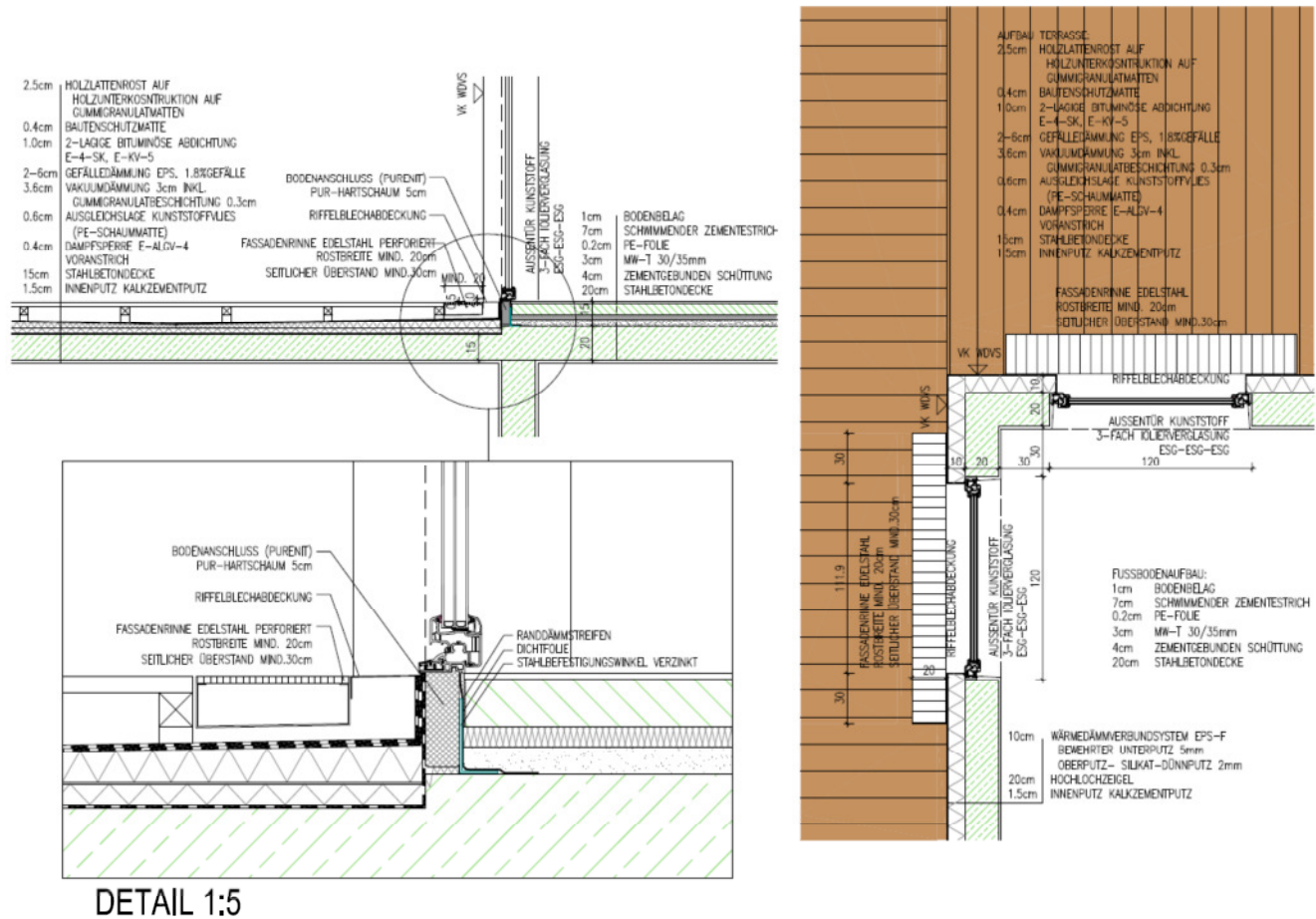


Abbildung 10: Berechnungsmodell 1 – BM 1.2

2.2.1.3 Berechnungsmodell 2 – BM 2.1 - (Deckenabsenkung)

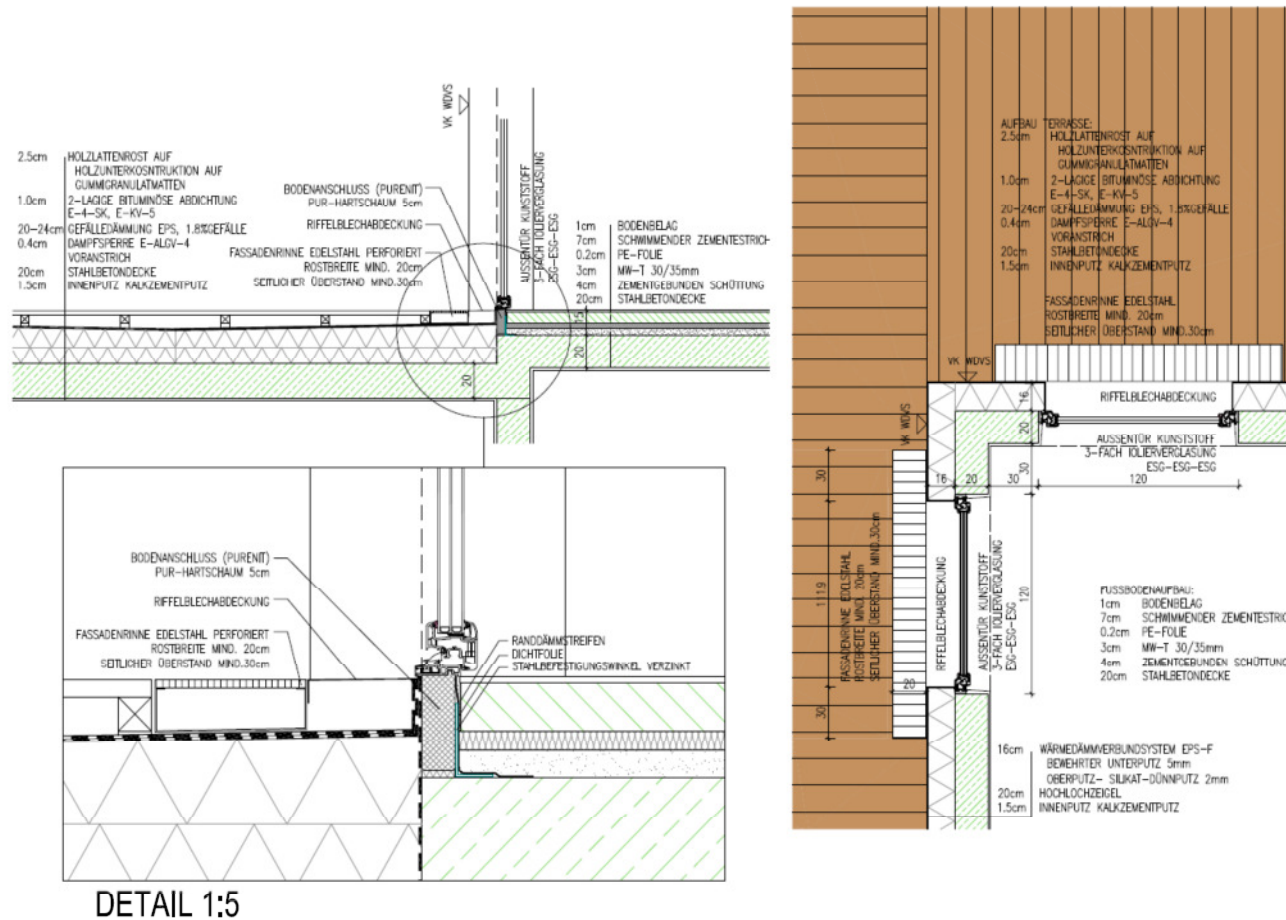


Abbildung 11: Berechnungsmodell 2 – BM 2.1

2.2.1.4 Berechnungsmodell 2 – BM 2.2 - (Deckenabsenkung)

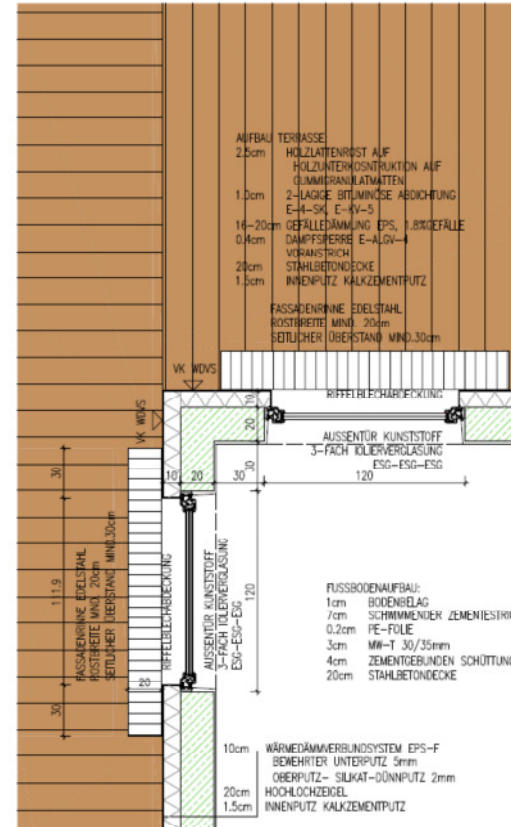
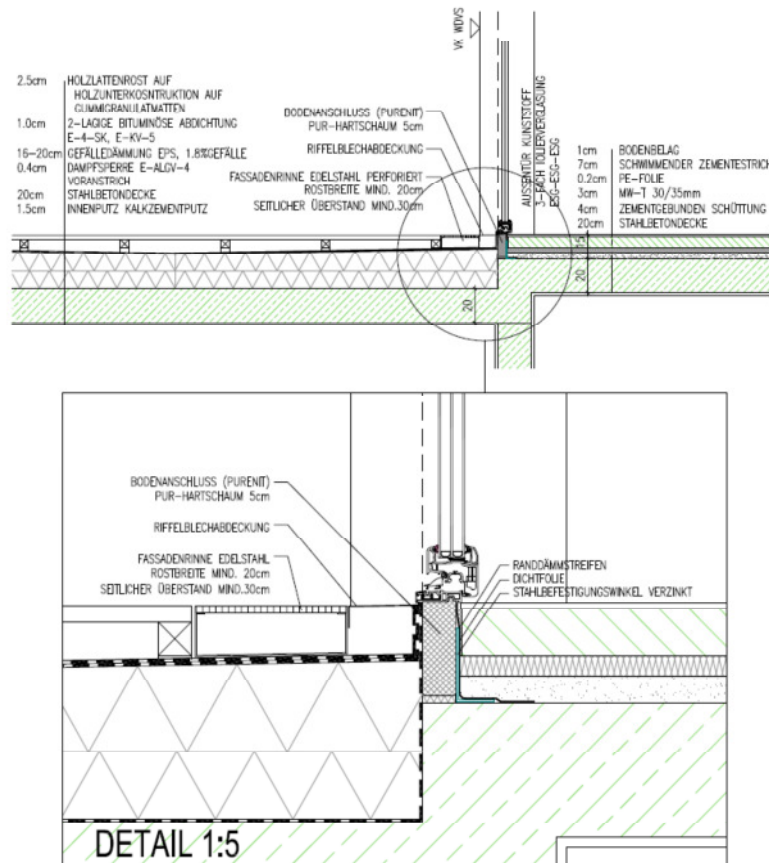


Abbildung 12: Schnitt Berechnungsmodell 2.2

2.2.1.5 Übersicht Wärmedurchgangskoeffizienten (Aufbauten)

2.2.1.5.1 Terrassenaufbauten (Varianten)

U-Wert Berechnung Vakuum 50 mm				
Baustoff	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	α [W/m ² K]
Außenluft			0,04	25
bituminöse Abdichtung	10	0,17	0,05882353	
Gefälledämmung EPS	40	0,038	1,05263158	
Vakuumdämmung	50	0,007	7,14285714	
Dampfsperre	4	0,17	0,02352941	
Stahlbetondecke	200	2,3	0,08695652	
Innenputz	15	0,81	0,01851852	
Innenluft			0,13	7,692308
			R-Summe	8,5533167 m ² K/W
			U-Wert	0,11691371 W/m ² K

Tabelle 1: U-Wertberechnung Terrasse mit Vakuumdämmung 50 mm

U-Wert Berechnung Vakuum 30 mm				
Baustoff	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	α [W/m ² K]
Außenluft			0,04	25
bituminöse Abdichtung	10	0,17	0,05882353	
Gefälledämmung EPS	40	0,038	1,05263158	
Vakuumdämmung	30	0,007	4,28571429	
Dampfsperre	4	0,17	0,02352941	
Stahlbetondecke	200	2,3	0,08695652	
Innenputz	15	0,81	0,01851852	
Innenluft			0,13	7,692308
			R-Summe	5,69617384 m ² K/W
			U-Wert	0,17555644 W/m ² K

Tabelle 2: U-Wertberechnung Terrasse mit Vakuumdämmung 30 mm

U-Wert Berechnung EPS 22 cm				
Baustoff	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	α [W/m ² K]
Außenluft			0,04	25
bituminöse Abdichtung	10	0,17	0,05882353	
Gefälledämmung EPS	220	0,038	5,78947368	
Dampfsperre	4	0,17	0,02352941	
Stahlbetondecke	200	2,3	0,08695652	
Innenputz	15	0,81	0,01851852	
Innenluft			0,13	7,692308
			R-Summe	6,14730166 m ² K/W
			U-Wert	0,162673 W/m ² K

Tabelle 3: U-Wertberechnung Terrasse EPS-Dämmung 22 cm

U-Wert Berechnung EPS 18 cm					
Baustoff	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	α [W/m ² K]	
Außenluft			0,04	25	
bituminöse Abdichtung	10	0,17	0,05882353		
Gefälledämmung EPS	180	0,038	4,73684211		
Dampfsperre	4	0,17	0,02352941		
Stahlbetondecke	200	2,3	0,08695652		
Innenputz	15	0,81	0,01851852		
Innenluft			0,13	7,692308	
			R-Summe	5,09467008	m ² K/W
			U-Wert	0,19628356	W/m ² K

Tabelle 4: U-Wertberechnung Terrasse EPS-Dämmung 18 cm

2.2.1.5.2 Außenwand (Varianten)

U-Wert Berechnung Außenw 15 cm					
Baustoff	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	α [W/m ² K]	
Außenluft			0,04	25	
bew. Putz außen	10	0,17	0,05882353		
EPS-F Dämmplatte Steinbacher	150	0,038	3,94736842		
Betonaußenwand	200	2,3	0,08695652		
Innenputz	15	0,81	0,01851852		
Innenluft			0,1	10	
			R-Summe	4,25166699	m ² K/W
			U-Wert	0,23520186	W/m ² K

Tabelle 5: U-Wertberechnung Außenwand EPS-F-Dämmung 15 cm

U-Wert Berechnung Außenw 10 cm					
Baustoff	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	α [W/m ² K]	
Außenluft			0,04	25	
bew. Putz außen	10	0,17	0,05882353		
EPS-F Dämmplatte Steinbacher	100	0,038	2,63157895		
Betonaußenwand	200	2,3	0,08695652		
Innenputz	15	0,81	0,01851852		
Innenluft			0,1	10	
			R-Summe	2,93587752	m ² K/W
			U-Wert	0,34061366	W/m ² K

Tabelle 6: U-Wertberechnung Außenwand EPS-F-Dämmung 10 cm

2.2.1.5.3 Türelement Terrasse

Für die Purenit-Aufstockung wurde eine Wärmeleitfähigkeit von 0,07 W/mK angesetzt. Da es für die gegenständliche Arbeit weniger von Interesse ist, ob an der Oberfläche der Scheibe Kondensat auftritt, wird den Berechnungen eine Wärmeleitfähigkeit von 0,001 W/m²K zugrunde gelegt. Dadurch kann mit dem Programm Antherm der Anschlussbereich der Türkonstruktion gezielt untersucht werden.

2.2.2 Bauphysikalisches Bewertungsmodell

2.2.2.1 Bewertung der Schimmelfreiheit nach ÖNORM B 8110-2 und ÖNORM EN ISO 13788

Die ÖNORM B 8110-2 [4] und die ÖNORM EN ISO 13788 [6] kennen im Wesentlichen zwei Anforderungen an die thermische Hülle des Gebäudes:

- a) Vermeidung von Oberflächenkondensat
- b) Vermeidung von Schimmel

In der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass trotz dem Nachweis einer Kondensatfreiheit Schimmel auftreten kann [18, S. 23]. Das entscheidende Kriterium ist daher die Forderung einer Schimmelfreiheit als Beurteilungskriterium.

2.2.2.1.1 ÖNORM B 8110-2

Für Wohnungen und Räume vergleichbarer Widmung werden nach dieser Norm die folgenden Innenluftbedingungen eingesetzt:

- Innenlufttemperatur 20 °C
- relative Feuchtigkeit der Innenluft

Es wird angenommen, dass zu einem großen Teil der Zeit im Winter eine relative Feuchtigkeit von 55 % (und geringer bei Außenlufttemperaturen unter 0 °C) gegeben ist bzw. nicht überschritten wird und zu einem kleineren Teil der Zeit (maximal 8 Stunden pro Tag) durch die verschiedenen Tätigkeiten in der Wohnung die Luftfeuchtigkeit bis 65 % (und geringer bei Außenlufttemperaturen unter 0 °C) ansteigen kann.

Für die Bemessung zur Verminderung des Risikos von Schimmelbildung werden 55 % relativer Feuchtigkeit bei Außenlufttemperaturen von 0 °C bis 5 °C und um je 1 Prozentpunkt ansteigend je 1 K Temperaturzunahme der Außenluft für über 5 °C bis 10 °C und um je 1,5 Prozentpunkte ansteigend je 1 K Temperaturzunahme der Außenluft über

10 °C und um je 1 Prozentpunkt fallend je 1 K Temperatur der Außenluft unter 0 °C angenommen.

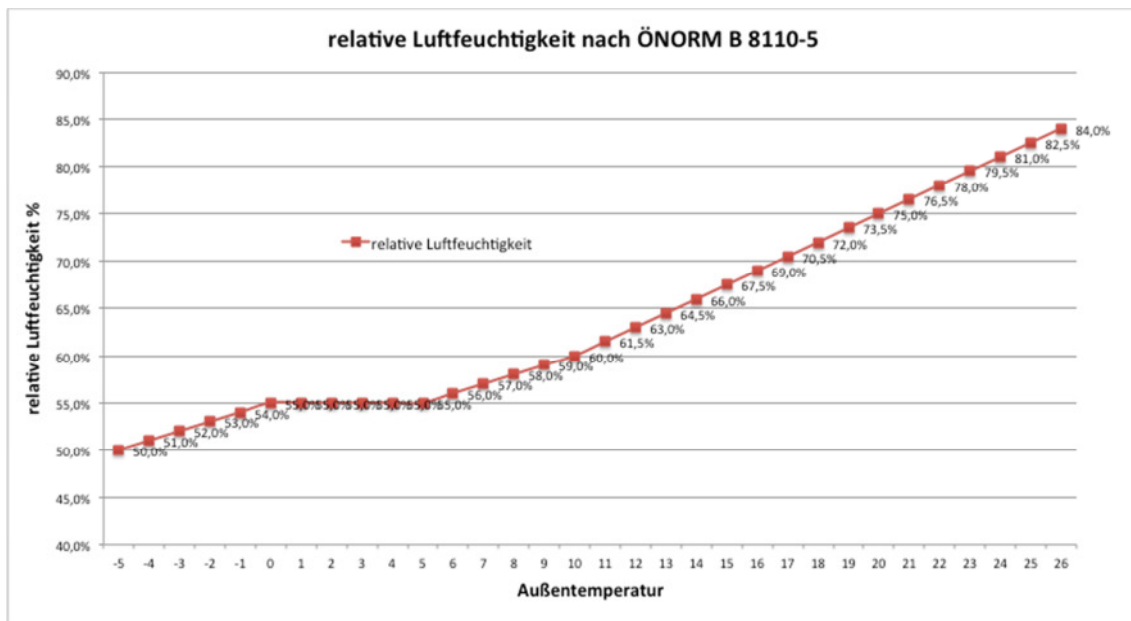


Abbildung 13: Annahmen relative Luftfeuchtigkeit ÖNORM B 8110-2

Den Berechnungen der Außenluftbedingungen werden die Monatsmittelwerte der Außenlufttemperatur zu Grunde gelegt. Die mittlere monatliche Lufttemperatur wird hauptsächlich von der Seehöhe bestimmt. Nach der Klimatographie von Österreich wird das Bundesgebiet darüber hinaus in sieben unterschiedliche Regionen mit entsprechendem mittleren vertikalen Temperaturgradienten eingeteilt.

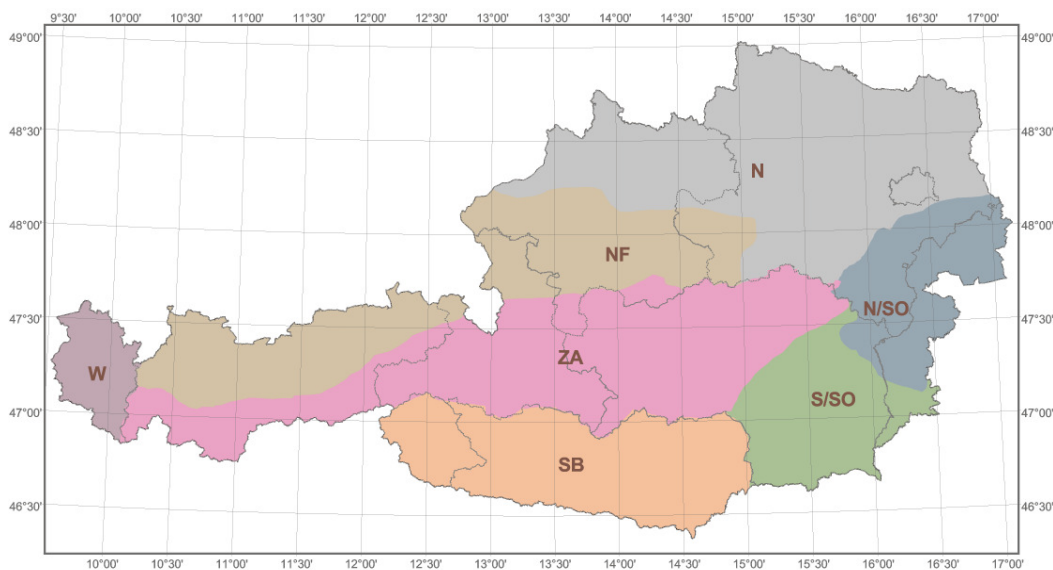


Abbildung 14: Die sieben Temperaturregionen Österreichs nach ÖNORM B 8110-5 [5, S. 8]

Der Monatsmittelwert errechnet sich nach folgender Regressionsgleichung [5, S. 9]:

$$\theta = a + b \cdot H \quad [C^\circ] \quad (6)$$

mit

θ Monatsmittelwert der Temperatur in C°

a Seehöhe in 100 m

b Regressionskoeffizienten des Dreischichten-Regressionsmodells

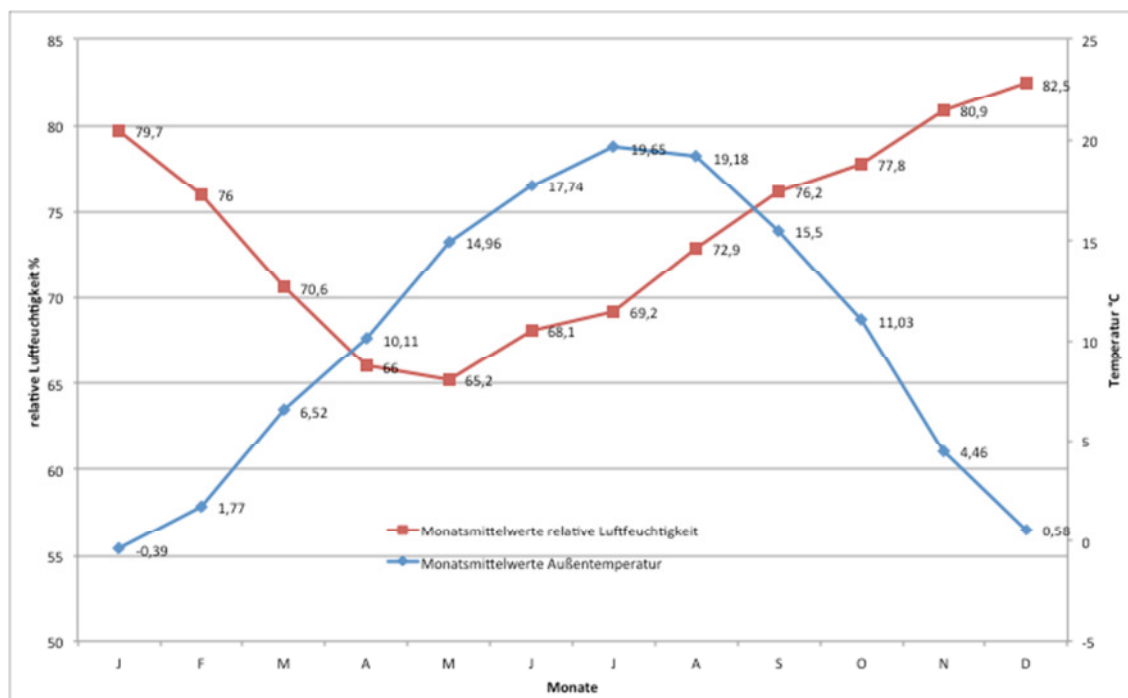


Abbildung 15: Monatsmittelwerte relative Luftfeuchtigkeit und Außentemperatur für den Standort Innsbruck

Die ÖNORM B 8110-2 [4, S. 13] führt aus, dass in Hinblick auf das Risiko von Schimmelbildung an der inneren Oberfläche der Wärmeschutz so zu bemessen ist, dass unter den zutreffenden Innen- und Außenluftbedingungen die Temperatur der inneren Oberfläche nicht unter die Temperatur abfällt, bei der die Innenluft 80 % relative Feuchtigkeit erreicht. Die Bemessung erfolgt mit dem in ÖNORM EN ISO 13788 [6, S. 10] festgelegten Temperaturfaktor.

Der Temperaturfaktor $f_{R_{si}}$ für die raumseitige Oberfläche ergibt sich aus der Differenz zwischen der Temperatur der raumseitigen Oberfläche θ_{si} und der außenseitigen Lufttemperatur θ_e , dividiert durch die Differenz zwischen raumseitiger Lufttemperatur θ_i und außenseitiger Lufttemperatur, berechnet mit einem Wärmeübergangswiderstand R_{si} an der raumseitigen Oberfläche:

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e} \quad [] \quad (7)$$

Der Bemessungs-Temperaturfaktor für die raumseitige Oberfläche $R_{si,min}$ ist der kleinste zulässige (mindest erforderliche) Temperaturfaktor für die raumseitige Oberfläche, gegeben durch die tiefste zulässige Temperatur an der raumseitigen Oberfläche $\theta_{si,min}$

$$f_{Rsi,min} = \frac{\theta_{si,min} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e} \quad [] \quad (8)$$

Der für ein Gebäude je nach den aus der Nutzung resultierenden Innenluftbedingungen und den für den Standort zutreffenden Außenluftbedingungen zutreffende Bemessungs-Temperaturfaktor ist jeweils zu ermitteln. Die Werte für die kleinste zulässige Temperatur an der raumseitigen Oberfläche ergeben sich für die Bemessung im Hinblick auf das Risiko von Schimmelbildung als Temperatur, auf die die Raumluft abgekühlt 80 % relative Feuchtigkeit erreicht.

Für die Bemessung im Hinblick auf Hintanhaltung von Schimmelbildung ist f_{Rsi} , berechnet aus der geringsten im jeweiligen Innenraum k mit der Innenlufttemperatur $\theta_{i,k}$ auftretenden Innenoberflächentemperatur $\theta_{si,k}^*$, maßgebend. Aus diesem Mindestwert der Oberflächentemperatur ist der geringste im Wärmebrückenbereich f_{Rsi} , bezeichnet als $f_{Rsi,k}^*$, zu berechnen nach

$$f_{Rsi,k}^* = \frac{\theta_{si,k}^* - \theta_e}{\theta_i - \theta_e} \quad [] \quad (9)$$

Für den Fall des Norm-Innenraumklimas muss naturgemäß die Bedingung $f_{Rsi}^* > 0,71$ zur Hintanhaltung von Schimmelbildung gelten.

2.2.2.1.2 ÖNORM EN ISO 13788

Das Regelwerk ÖNORM EN ISO 13788 [6, S. 10] führt an, dass für die Vorbeugung von Schimmelbefall, die relative Feuchte an der Oberfläche über mehrere Tage den Wert 0,8 nicht übersteigen sollte. Die Vorgehensweise des Bemessungsverfahrens besteht hauptsächlich in der Bestimmung der raumseitigen Luftfeuchte und dann, basierend auf der erforderlichen relativen Luftfeuchte an der Oberfläche, in der Berechnung der zulässigen volumenbezogenen Sättigungsluftfeuchte v_{sat} oder des zulässigen Sättigungsdampfdruckes p_{sat} an der Oberfläche. Ausgehend von diesem Wert wird eine

Mindestoberflächentemperatur und daraus folgend eine geforderte "wärmeschutztechnische Güte" der Gebäudehülle (für eine gegebene raumseitige Lufttemperatur, ausgedrückt in f_{Rsi}) festgesetzt.

Für jeden Monat im Jahr sind folgende Schritte auszuführen:

- a) Festlegung der außenseitigen Lufttemperatur als monatliche Mittelwerte.
- b) Zur Festlegung der außenseitigen Luftfeuchte ist die volumenbezogene Luftfeuchte v_e oder der Wasserdampfdruck p_e heranzuziehen.

Der monatliche Mittelwert des Dampfdrucks bzw. der volumenbezogenen Luftfeuchte kann mit folgenden Gleichungen aus dem Mittelwert der Temperatur und der relativen Luftfeuchte berechnet werden.

$$\bar{p}_e = \bar{\varphi}_e \cdot p_{sat}(\bar{\theta}_e) \quad [\text{Pa}] \quad (10)$$

$$\bar{v}_e = \bar{\varphi}_e \cdot v_{sat}(\bar{\theta}_e) \quad [\text{kg/m}^3] \quad (11)$$

- c) Festlegung der raumseitigen Temperatur in Übereinstimmung mit nationalen Regeln.
- d) Berechnung der raumseitigen relativen Luftfeuchte aus Δv oder Δp aus folgenden Gleichungen

$$p_i = p_e + \Delta p \cdot 1,10 \quad [\text{Pa}] \quad (12)$$

und

$$v_i = v_e + \Delta v \cdot 1,10 \quad [\text{kg/m}^3] \quad (13)$$

Zur Festlegung von Δv und Δp gibt die Norm folgende Anhaltswerte

Luftfeuchteklasse	Gebäude
1	Lager
2	Büros, Geschäfte
3	Wohnhäuser mit geringer Belegung
4	Wohnhäuser mit hoher Belegung, Sporthallen, Küchen, Kantinen, Gebäude mit Gasöfen ohne Schornsteinanschluss
5	Besondere Gebäude, z. B. Wäschereien, Brauereien, Schwimmbäder.

Abbildung 16: Raumseitige Feuchtigkeitsklassen [6, S. 20]

Zur Veränderung der raumseitigen Luftfeuchteklassen in Abhängigkeit von der außen-seitigen Temperatur wird auf die nachfolgende Abbildung verwiesen.

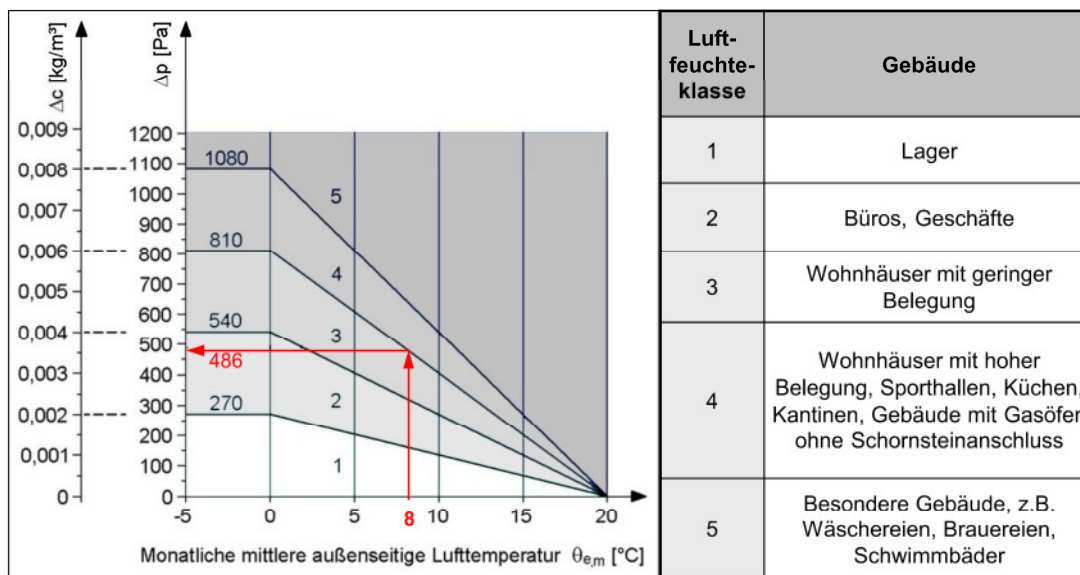


Abbildung 17: Veränderung der raumseitigen Luftfeuchteklassen in Abhängigkeit von der außen-seitigen Temperatur

e) Berechnung der niedrigsten zulässigen volumenbezogenen Sättigungsluftfeuchte v_{sat} oder des niedrigsten zulässigen Sättigungsdampfdruck p_{sat} mit der höchsten angenommenen relativen Luftfeuchte an der Oberfläche $\varphi_{si} = 0,80$

$$v_{sat}(\theta_{si}) = \frac{v_i}{0,80} \quad [\text{kg/m}^3] \quad (14)$$

$$p_{sat}(\theta_{si}) = \frac{p_i}{0,80} \quad [\text{Pa}] \quad (15)$$

f) Bestimmung der niedrigsten zulässigen Oberflächentemperatur $\theta_{si,min}$ aus der niedrigsten zulässigen Sättigungsluftfeuchte.

g) Berechnung des mindesterforderlichen Wertes des Temperaturfaktors $f_{Rsi,min}$ aus der niedrigsten zulässigen Oberflächentemperatur $\theta_{si,min}$, der angenommenen raumseitigen Lufttemperatur θ_i und der Außentemperatur θ_e .

Der Monat mit dem höchsten erforderlichen Wert f_{Rsi} ist der kritischste Monat.

Weiters sind folgende Wärmeübergangswiderstände zu berücksichtigen

	Wärmeübergangswiderstand m ² .K/W
Wärmeübergangswiderstand an außenseitigen Oberflächen R_{se}	0,04
Wärmeübergangswiderstand an raumseitigen Oberflächen R_{si}	
An Verglasungen und Rahmen	0,13
Alle anderen raumseitigen Oberflächen	0,25

Tabelle 7: Wärmeübergangswiderstände nach ÖNORM EN ISO 13788 [6, S. 9]

2.2.2.2 Erweitertes Bewertungsmodell

Die angeführten Normen gehen davon aus, dass das eigentliche Qualitätskriterium des Wärmeschutzes die Schimmelfreiheit sein muss, da eben Schimmel auch bei Kondensatfreiheit auftreten kann. Die Normen gehen hier im Wohnbereich von einer Raumtemperatur von 20 °C aus, welche nicht mehr einem üblichen Nutzerverhalten entspricht. So werden z.B. von verschiedenen Autoren folgende Innenraumtemperaturen empfohlen bzw. beschrieben:

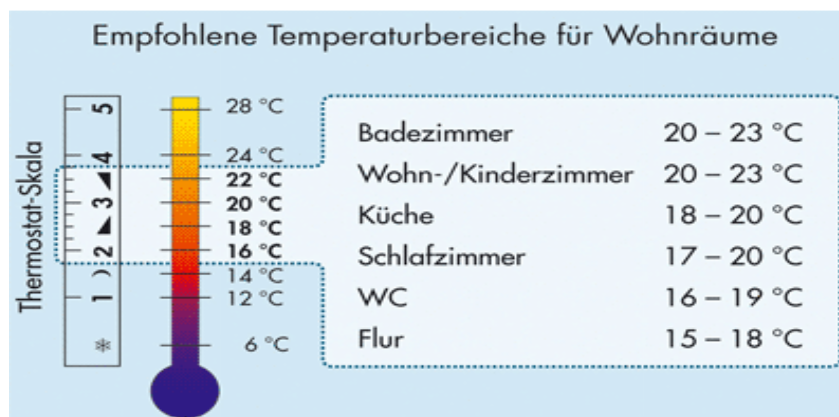


Abbildung 18: Empfohlene Innentemperaturen [26]

Für die Überprüfung der Schimmelfreiheit im Rahmen dieser Arbeit erscheinen daher folgende Innenraumtemperaturen sachgerechter:

- Wohnraum 23° C
- Schlafräum 18° C
- Lager/Abstellraum 14° C

Diese Ansätze dürften jedoch nur während der Heizperiode sachgerecht sein. Durch Auflösung der Wärmebilanzgleichung kann außerhalb dieser Heizperiode die Innenlufttemperatur wie folgt berechnet werden [21, S. 51]:

$$\Theta_i = \Theta_e + \frac{\Phi_S + \Phi_P + \Phi_G}{L + L_V} - \frac{\Phi_K}{L + L_V} \quad [^\circ\text{C}] \quad (16)$$

Θ_eAußenlufttemperatur

Θ_iInnenlufttemperatur

Φ_SWärmeleistung aufgrund von Sonneneinstrahlung

Φ_KKühlleistung

Φ_PWärmeabgabeleistung von Personen

Φ_GWärmeabgabeleistung von Beleuchtung und Geräten

Lthermischer Leitwert der Außenbauteile des Raumes

L_VLüftungsleitwert

Für diese Arbeit werden vereinfachend die Wärmeleistung aufgrund von Sonneneinstrahlung, die Kühlleistung, die Wärmeabgabeleistung von Personen und die Wärmeabgabeleistung von Beleuchtung und Geräten vernachlässigt.

Somit ergibt sich vereinfachend (außerhalb der Heizperiode) folgender Ansatz:

$$\Theta_i = \Theta_e \quad [^\circ\text{C}] \quad (17)$$

Sedlbauer [17, S. 58] zeigt in seiner Arbeit, dass (unter entsprechenden Rahmenbedingungen) es bereits nach wenigen Tagen – wie aus der nachfolgenden Abbildung hervorgeht – zu einer Sporenauskeimung kommen kann.

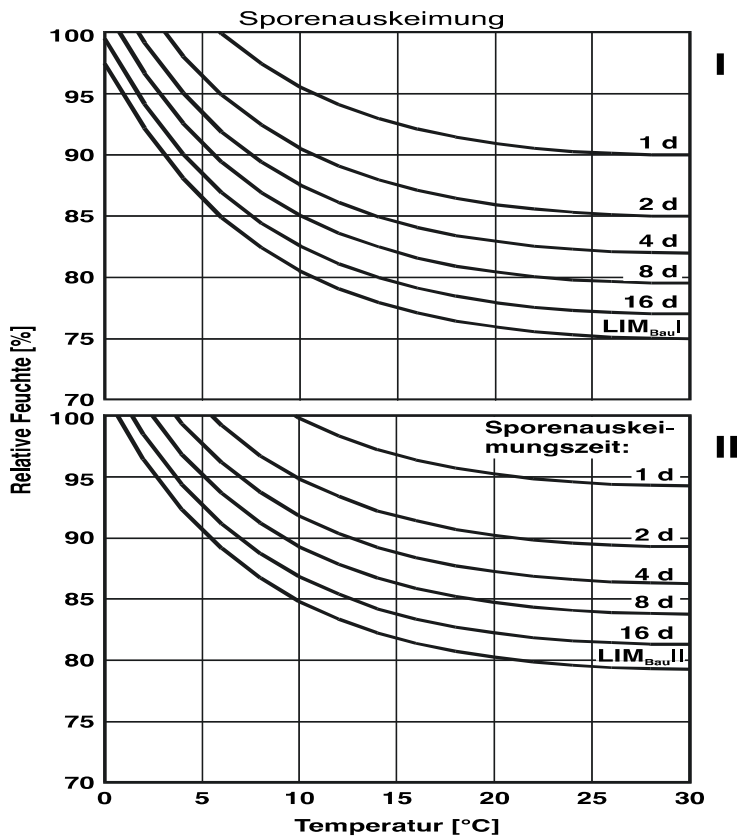


Abbildung 19: Verallgemeinertes Isoplethensystem [17, S. 61]

Zur Einteilung der Substratgruppen wird auf die nachfolgende Tabelle verwiesen:

Angaben zu den oberflächennahen Bauteilschichten			Zuordnung zur Substratgruppe in Abhängigkeit vom Verschmutzungsgrad ²⁾	
Substratgruppe ¹⁾	Typische Repräsentanten		nicht	stark
0	optimaler Nährboden	biologische Vollmedien	0	0
I	biologisch verwertbare Substrate ³⁾	Tapeten, Gipskarton, Bauprodukte aus gut abbaubaren Rohstoffen, Material für dauerelastische Fugen	I	I
II	Substrate mit porigem Gefüge	Putze, mineralische Baustoffe, manche Hölzer, Dämmstoffe, die nicht unter I fallen	II	I
III	inerte Substrate ⁴⁾	Metalle, Folien, Gläser, Fliesen	III	I

Tabelle 8: Einteilung der Substratgruppen [17, S. 55]

Aus diesem Isoplethensystem ist ersichtlich, dass bereits nach 8 Tagen bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von knapp 80 % bei der Substratklasse I eine Sporenauskeimung nachweisbar ist.

In Anbetracht dieser Erkenntnisse erscheint die Zugrundelegung einer Mindestdurchschnittstemperatur von 8 aneinander folgenden Tagen sachgerechter. Die Forderung der Unterschreitung einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80 % an der raumseitigen Bauteiloberfläche wird beibehalten.

Raumseitige Luftfeuchten – wie in der ÖNORM EN ISO 13788 [6, S. 20] festgelegt - können in fünf Luftfeuchteklassen eingeteilt werden, wie aus der nachfolgenden Tabelle hervorgeht.

Luftfeuchteklasse	Gebäude
1	Lager
2	Büros, Geschäfte
3	Wohnhäuser mit geringer Belegung
4	Wohnhäuser mit hoher Belegung, Sporthallen, Küchen, Kantinen, Gebäude mit Gasöfen ohne Schornsteinanschluss
5	Besondere Gebäude, z. B. Wäschereien, Brauereien, Schwimmbäder.

Tabelle 9: Raumseitige Luftfeuchten [6, S. 20]

Es ist zu beobachten, dass sich die Rechtsprechung zum nachteiligen Nutzerverhalten verändert. So wurde in den jüngsten Entscheidungen der Gerichte angeführt, dass es allgemein üblich ist, in zu Wohnzwecken vermieteten Räumen Möbel an die Wand zu stellen. Weiters können vom Mieter keine besonderen Lüftungsmaßnahmen verlangt werden. Dieses „normale“ Nutzungsverhalten darf jedoch zu keiner Schimmelbildung führen [25, S. 22].

Geändertes Nutzungsverhalten der Bewohner einer Wohnung führen insbesondere bei Berufstätigkeit zu einem anderen Lüftungsverhalten. Zudem sind auch „Überbelegungen“ bei Mietwohnungen - bedingt durch eine Migrationsproblematik - beobachtbar.

Diese Umstände führen zu erhöhten Feuchtigkeitsverhältnissen in den Wohnungen. Daher werden in den Berechnungen in dieser Arbeit (zusätzlich zu den Normangaben) der EN ISO 13788 [6] folgende (erhöhte) Luftfeuchtigkeitsklassen zugrunde gelegt:

- Wohnräume – Feuchtigkeitsklasse 3 und 4
- Schlafzimmer – Feuchtigkeitsklasse 3
- und Lagerräume/Abstellräume – Feuchtigkeitsklasse 1

2.2.2.3 AnTherm

Für die Berechnung der Oberflächentemperaturen der Bauteile wurde das Programmpaket AnTherm – welches für diese Arbeit von Herrn Kornicki zur Verfügung gestellt wurde – verwendet.

AnTherm ist ein Programm zur "Analyse des thermischen Verhaltens von Bauteilen mit Wärmebrücken und Dampfdiffusionsbrücken". Die Software ist geeignet zur Berechnung von Temperaturverteilungen, Wärmeströmen und Wasserdampf-Diffusionsströmen in Baukonstruktionen beliebiger Formen und beliebiger Materialzusammensetzungen. Zudem kann die Verteilung der Grenzfeuchtigkeit für alle Bauteiloberflächen sowie des Wasserdampf-Partialdruckes im Bauteilinneren berechnet und ausgewiesen werden.

Durch dieses Programm ist es auch möglich, die g-Werte und die Koordinaten des „kältesten“ Punktes für jeden Raum zu berechnen.

AnTherm entspricht allen Anforderungen, die gemäß EN ISO 10211-1:1995 [8] an ein Rechenprogramm zu stellen sind, um als zwei- und dreidimensionales, stationäres Präzisionsverfahren („Klasse A – Verfahren) eingestuft werden zu können.

2.2.2.4 Bewertungsablauf

Für die Bewertung sind in Analogie zur ÖNORM EN ISO 13788 [6] folgende Schritte auszuführen:

- a) Festlegung der außenseitigen Lufttemperatur als 8-Tages-Mittelwerte

Den Berechnungen wurde ein halbsynthetischer Klimadatensatz zugrunde gelegt (Stundenwerte der Temperatur und der relativen Feuchtigkeit der Außenluft). Aus den Stundenwerten wurden Tagesdurchschnittswerte und 8-Tagesdurchschnittswerte berechnet.

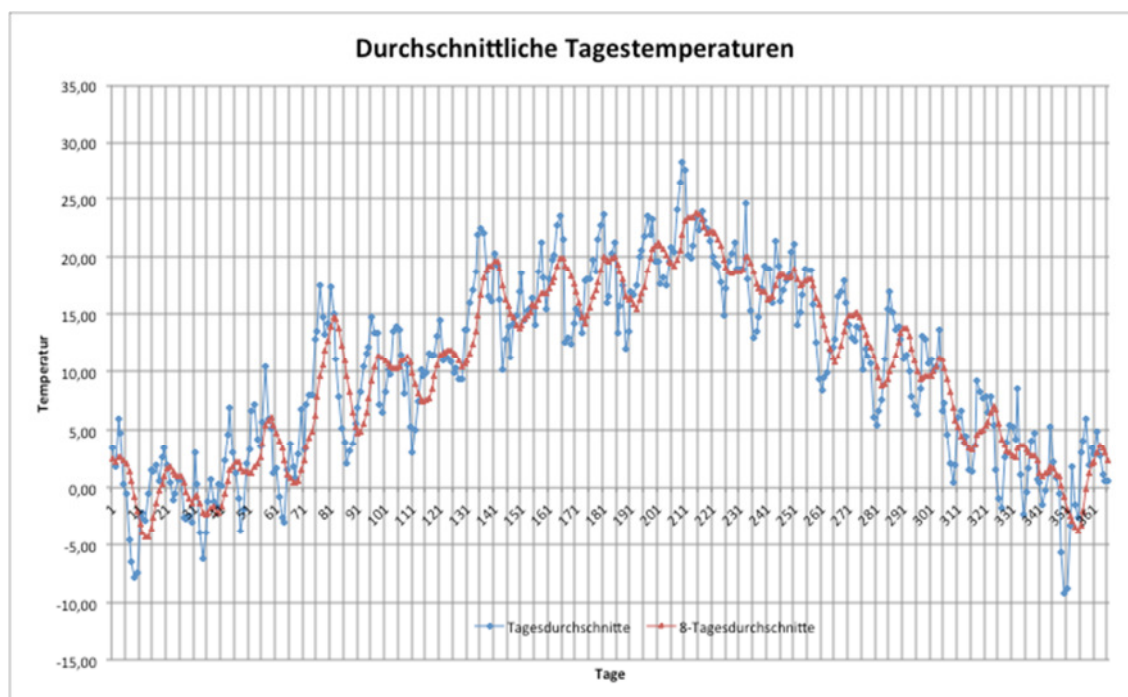


Abbildung 20: Tages- und 8-Tagesdurchschnitte Lufttemperatur

- b) Ermittlung der volumenbezogene Luftfeuchte v_e

- Berechnung des Sättigungsdampfdruckes gemäß EN ISO 13788 [6, S. 30] auf Basis der 8-Tagesdurchschnitte der Außentemperaturen

$$p_{sat} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269 \cdot \theta}{237,3 + \theta}} \quad \text{wenn } \theta > 0 \quad [\text{Pa}] \quad (18)$$

bzw.

$$p_{sat} = 610,5 \cdot e^{\frac{21,875 \cdot \theta}{265,5 + \theta}} \quad \text{wenn } \theta < 0 \quad [\text{Pa}] \quad (19)$$

- Aus der Beziehung

$$v_{sat} = \frac{p_{sat}}{R_v \cdot T} \quad [\text{kg/m}^3] \quad (20)$$

wird die volumensbezogene Luftfeuchte v_{sat} ermittelt.

- Berechnung von v_e aus der relativen außenseitigen Luftfeuchtigkeit

$$\bar{v}_e = \bar{\phi}_e \cdot v_{sat}(\bar{\theta}_e) \quad [\text{kg/m}^3] \quad (21)$$

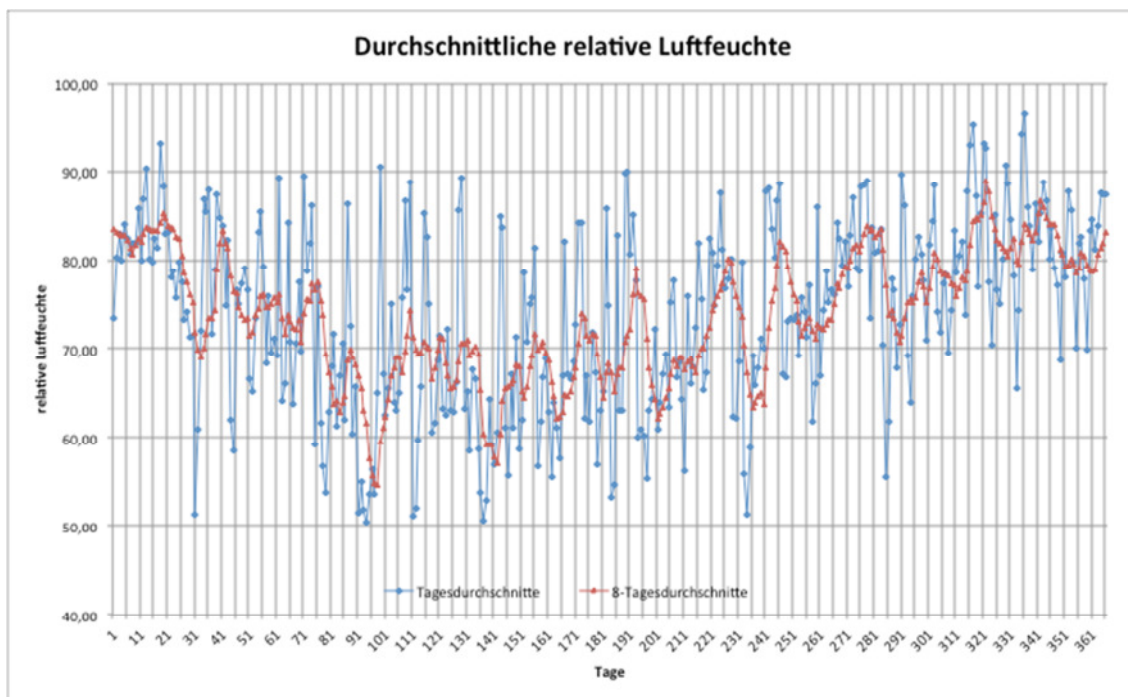


Abbildung 21: Tages- und 8-Tagesdurchschnitte relative Luftfeuchtigkeit

- c) Berechnung der raumseitigen volumensbezogenen Luftfeuchte aus Δv aus folgenden Gleichungen

$$v_i = v_e + \Delta v \quad [\text{kg/m}^3] \quad (22)$$

Zur Veränderung der raumseitigen Luftfeuchteklassen in Abhängigkeit von der außenseitigen Temperatur auf die angenommenen Luftfeuchteklassen 2 und 4 unter Berücksichtigung der angenommenen Innenraumtemperaturen wird auf nachfolgende Abbildungen verwiesen.

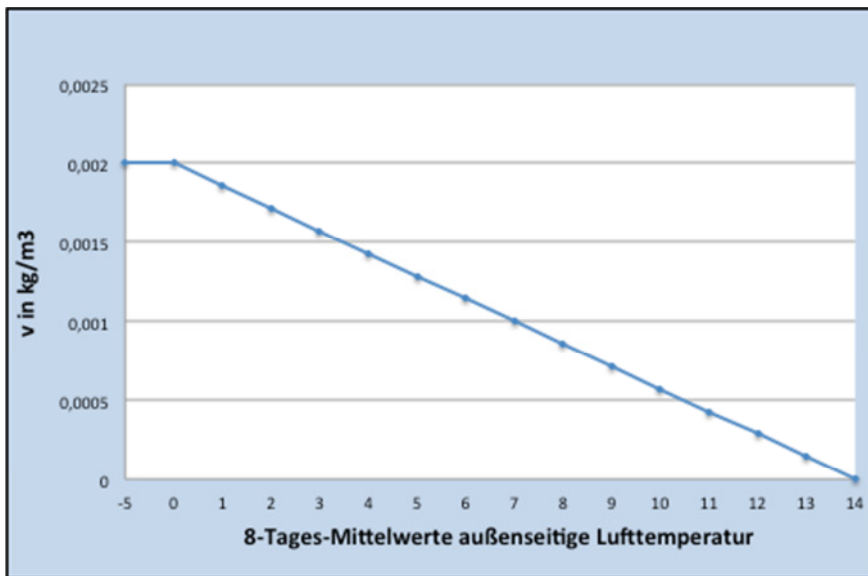


Abbildung 22: Veränderung der raumseitigen Luftfeuchteklasse 2 in Abhängigkeit der außenseitigen Temperatur unter der Annahme einer Innenraumtemperatur von 14° C

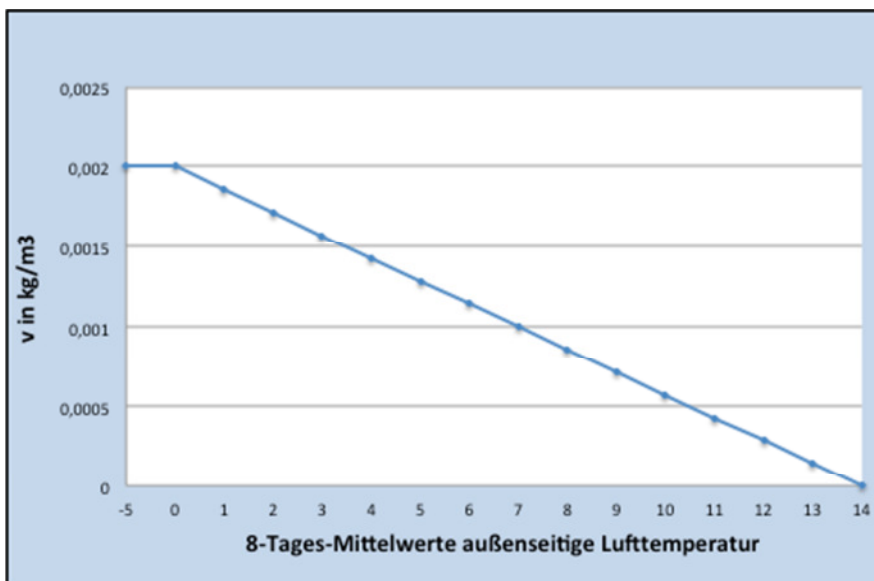


Abbildung 23: Veränderung der raumseitigen Luftfeuchteklasse 2 in Abhängigkeit der außenseitigen Temperatur unter der Annahme einer Innenraumtemperatur von 18° C

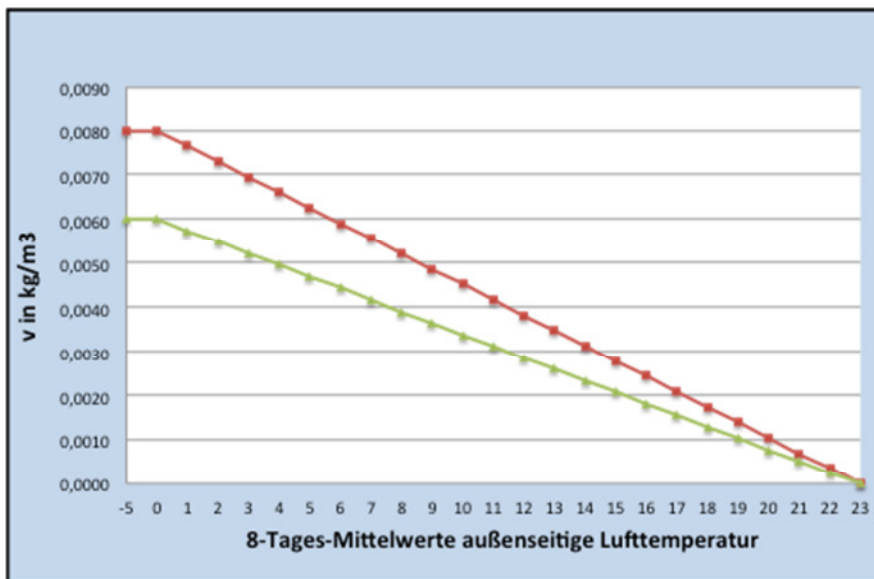


Abbildung 24: Veränderung der raumseitigen Luftfeuchteklasse 4 in Abhängigkeit der außenseitigen Temperatur unter der Annahme einer Innenraumtemperatur von 23° C

d) Festlegung der raumseitigen Temperaturen

- Wohnraum 23° C
- Schlafzimmer 18° C
- Lager/Abstellraum 14° C

e) Berechnung der Basislösung für den Punkt der niedrigsten Oberflächentemperatur mittels der Temperaturgewichtungsfaktoren mit AnTherm und Ermittlung der jeweiligen Tageswerte.

Annahmen der wärmetechnischen Güte:

U-Werte									
		Berechnungsmodell 1 (BM1)				Berechnungsmodell 2 (BM2)			
	Mindestanforderung OIB	Vakuumdämmung				EPS-Dämmung und Deckenabsenkung			
		Variante 1		Variante 2		Variante 1		Variante 2	
Terrasse	0,2	0,12	40,00%	0,18	10,00%	0,16	20,00%	0,2	0,00%
Außenwand	0,35	0,24	31,43%	0,34	2,86%	0,24	31,43%	0,34	2,86%

Tabelle 10: U-Werte Berechnungsmodell

f) Ermittlung der volumenbezogenen Sättigungsluftfeuchte v_{sat} auf Basis der jeweiligen niedrigsten Oberflächentemperaturen.

g) Überprüfung der Bedingung $\varphi_{si} \leq 0,80$

2.2.2.5 Übersicht Berechnungsmodelle

Nummer Detail	Beschreibung Aufbau	Kommentar	Randbedingung U-Wert	Randbedingung Nutzung/ Innentemperatur	Randbedingung Feuchtigkeitsklasse	Berechnungs- code
BM1.1	Terrasse mit Vakuumdämmung aufgrund Bebauungsplan Erhöhung nicht möglich UW_0,24 UT_0,12			R1_W R2_W	R1_FK3 R2_FK3	BM1.1_1
					R1_FK4 R2_FK4	BM1.1_2
				R1_S R2_W	R1_FK3 R2_FK3	BM1.1_3
					R1_FK3 R2_FK4	BM1.1_4
BM1.2	Terrasse mit Vakuumdämmung aufgrund Bebauungsplan Erhöhung nicht möglich UW_0,34 UT_0,18			R1_W R2_W	R1_FK3 R2_FK3	BM1.2_1
					R1_FK4 R2_FK4	BM1.2_2
				R1_S R2_W	R1_FK3 R2_FK3	BM1.2_3
					R1_FK3 R2_FK4	BM1.2_4

Tabelle 11: Übersicht Bewertungsmodelle BM 1.1 und BM1.2

Nummer Detail	Beschreibung Aufbau	Kommentar	Randbedingung U-Wert	Randbedingung Nutzung/ Innentemperatur	Randbedingung Feuchtigkeitsklasse	Berechnungs-code	
BM2.1	Terrasse mit Absenkung	aufgrund Bebauungsplan Erhöhung nicht möglich	UW_0,24	UT_0,16	R1_L	R1_FK1	BM2.1_1
					R2_W	R2_FK3	
					R1_L	R1_FK1	BM2.1_2
R2_S	R2_FK4						
BM2.2	Terrasse mit Absenkung	aufgrund Bebauungsplan Erhöhung nicht möglich	UW_0,34	UT_0,20	R1_L	R1_FK1	BM2.2_1
					R2_W	R2_FK3	
					R1_L	R1_FK1	BM2.2_2
R2_S	R2_FK4						
					R1_FK1	BM2.2_3	
					R2_FK3		

Tabelle 12: Übersicht Bewertungsmodelle BM 2.1 und BM2.2

BM... Berechnungsmodell, UW...U-Wert Außenwand, UT... U-Wert Terrassenaufbau, R... Raum, L.. Lager, W...Wohnen, S... Schlafen, FK..Feuchtigkeitsklasse, BM...Berechnungsmodell

3 Ergebnisse

3.1 Bad und WC

Bauträger	Projekt	Top	Zimmer	Wohnnutzfläche	Bad mit WC	Bad	WC	anp.Wb. umgesetzt	Barrierefreiheit	Begründung	
Alpenländische Heimstätte	Wohnanlage T322	02/04/14/16/28	3	82,85	---	5,21	2,04	nein	---	Türaufgehrichtung, Größe	a
Alpenländische Heimstätte	WA Wängler Str.	1,3,6,14,17	3	79,00	---	5,51	1,78	nein	---	WC falsch positioniert	c
Gründhammer Immobilien	WA Zillertalblick	A2	3	80,14	---	8,37	2,29	nein	---	Größe	a
Gründhammer Immobilien	WA Zillertalblick	C2	4	109,34	10,26	---	2,23	---	---	ja WC im Bad ist barrierefrei erreichbar	
Neue Heimat Tirol	Lourdlessiedlung	02	3	90,50	---	4,49	1,54	nein	---	Raumlichte von mind. 185cm wird im WC nicht erfüllt	a
Neue Heimat Tirol	Lourdlessiedlung	03	2	75,66	---	5,81	1,62	nein	---	durch Positionierung Badewanne in Bad nicht möglich	b
Scheffauer Immobilien	Citypoint	---	4	98,56	---	9,78	2,26	nein	---	Türaufgehrichtung, Größe	a
Weinberg Bauträger	Mühlau Kirchgasse	6	3	76,41	---	6,01	1,81	nein	---	durch Positionierung Badewanne in Bad nicht möglich	b
Weinberg Bauträger	Mühlau Kirchgasse	5	2	51,80	6,58	---	---	---	---	nein Nische für WC zu eng für Fahrstuhlradius	
Zima	Arzt-Innsbruck 636	1	3	103,77	---	8,11	2,34	nein	---	WC falsch positioniert	c
IHL Bauträger	Mühlau Holzgasse	1	3	93,80	---	7,95	2,89	ja	---	---	d
IHL Bauträger	Mühlau Holzgasse	4	4	93,41	---	7,95	2,89	ja	---	---	d
IHL Bauträger	Rum Ulmenstraße	D3	3	81,38	6,76	---	---	---	---	nein Türaufgehrichtung	
IHL Bauträger	Mühlau Schlossfeld	7	2	57,62	6,90	---	---	---	---	nein Umdrehen nicht möglich	
IHL Bauträger	Mühlau Schlossfeld	4	3	67,74	7,80	---	---	---	---	nein Umdrehen nicht möglich	
Wohnbau Unterland	WA Wörgl Angatherweg	16	2	46,52	5,61	---	---	---	---	nein Umdrehen nicht möglich	
Wohnbau Unterland	WA Wörgl Angatherweg	11	3	80,24	---	5,59	2,11	ja	---	---	d
Wohnbau Unterland	WA Wörgl Angatherweg	08	3	70,19	7,57	---	---	---	---	ja	
Wohnbau Unterland	WA Wörgl Angatherweg	03	2	51,77	5,61	---	---	---	---	ja	
Wohnbau Unterland	Kundl Arzenweg	06	3	76,59	---	6,47	1,70	nein	---	Größe, Waschbecken an Trennwand	b
Openhouse Bauträger	WA Zirf	1	4	88,67	---	4,95	1,80	nein	---	Waschbecken an Trennwand	b
Openhouse Bauträger	WA Zirf	5	3	77,16	6,30	---	---	---	---	Umdrehen nicht möglich	
Openhouse Bauträger	WA Zirf	4	4	89,19	---	5,08	2,00	nein	---	Waschbecken an Trennwand	b
Ing. Bodner Wohnbau	WA Stadtpark Wörgl	A3	3	94,46	---	6,30	3,00	nein	---	WC falsch positioniert	c
Ing. Bodner Wohnbau	WA Sonnfeld Weissbach	A7	3	82,60	---	7,17	1,40	nein	---	WC falsch positioniert	c
M&S Wohnbau	WA Liststraße Kufstein	02	3	87,34	---	7,00	2,00	nein	---	WC falsch positioniert	c
M&S Wohnbau	WA Liststraße Kufstein	03	4	99,48	---	7,00	2,00	nein	---	WC falsch positioniert	c
Ritzer	WA Kaiserblick Ebbs	A04	4	93,28	---	8,01	2,31	nein	---	WC falsch positioniert	c
Ritzer	WA Kaiserblick Ebbs	A05	2	61,30	---	5,60	1,81	nein	---	WC falsch positioniert	c
Ritzer	WA Kaiserblick Ebbs	A06	3	81,04	---	8,64	1,81	nein	---	WC falsch positioniert	c
Citybau	Citypark	B5	2	41,50	4,01	---	---	---	---	nein Umdrehen nicht möglich	
IWO-Bau	WA Mayrhofer	4A	2	56,53	6,92	---	---	---	---	nein Umdrehen nicht möglich	
Erber Wohnbau	WA Volders	1	3	71,57	---	7,44	1,70	nein	---	Dusche an Trennwand	b
Erber Wohnbau	WA Volders	2	1	32,17	4,14	---	---	---	---	nein Umdrehen nicht möglich	
Erber Wohnbau	WA Volders	3	2	57,73	---	7,44	1,70	nein	---	Dusche an Trennwand	b
Panorama Bauprojekt	WA Mils	1	3	83,41	---	7,00	1,90	ja	---	---	d
Panorama Bauprojekt	WA Mils	2	2	64,95	6,72	---	---	---	---	nein Umdrehen nicht möglich	
Sonnseitn Wohnen	WA Sonnseitn Wörgl	5	3	68,96	---	6,31	1,66	nein	---	Waschbecken an Trennwand	b

Tabelle 13: Auswertung Wohnungsgrundrisse

Grundsätzlich konnte die Umsetzung des anpassbaren Wohnbaus nur bei den Wohnungen untersucht werden, bei denen Bad und WC getrennt sind. Die Wohnungen, bei denen Bad und WC in einem Raum untergebracht sind, wurden auf die Umsetzungen der Barrierefreiheit untersucht.

Aus der erfolgten Marktstudie der derzeit in Tirol geplanten Bauträgerprojekte von Wohnanlagen mit mehr als 3 Wohneinheiten (Stichprobe 40 Wohnungen) können folgende Ergebnisse festgehalten werden:

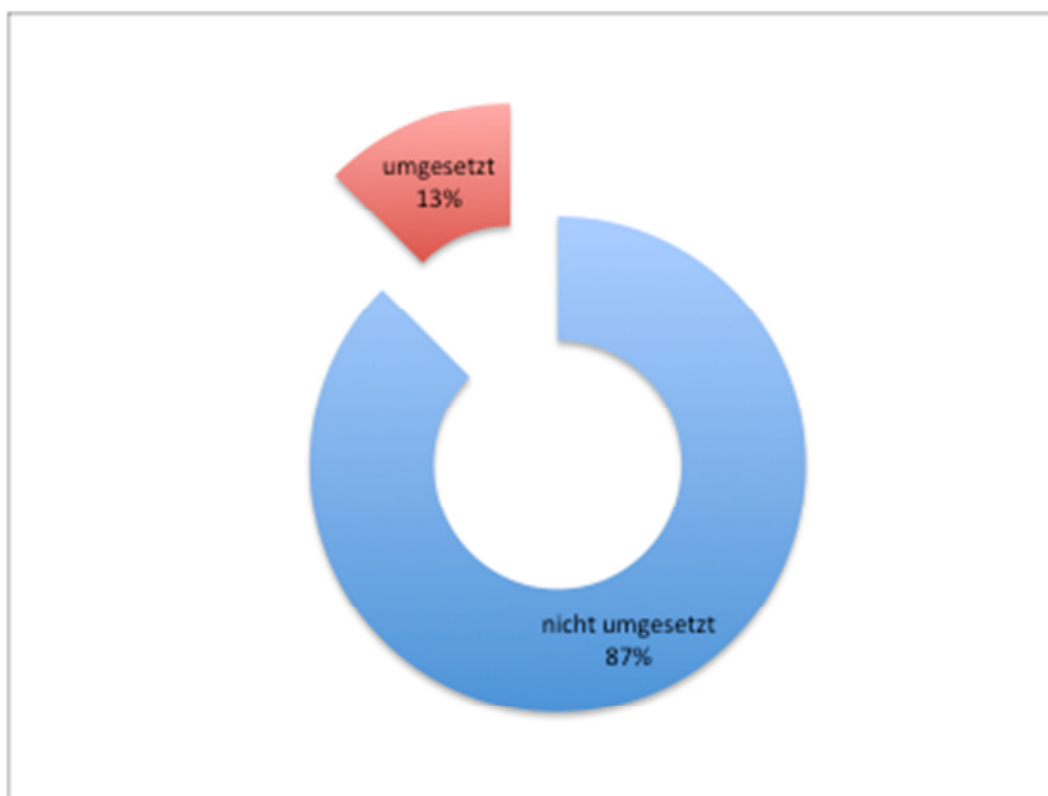


Abbildung 25: Einhaltung der Anforderungen an den anpassbaren Wohnbau

Von 24 untersuchten Wohnungen erfüllen **nur** 3 Wohnungen die Kriterien des anpassbaren Wohnbaus (ca. 13%).

Bei der Untersuchung stellten sich 3 Hauptgründe für die Nichterfüllung heraus:

- Größe des WCs:

Die Größe des WC ist zu gering gewählt worden, sodass auch bei Zusammenlegung von Bad und WC ein Wenden mit dem Rollstuhl nicht möglich ist (vorgeschriebener Wendradius kann nicht eingehalten werden). Bei diesen Fällen wurde auch oft die falsche Türaufgehrichtung gewählt.

- Einrichtung falsch positioniert:

Bei manchen WCs wurde die Mindestgröße beachtet, aber durch die Positionierung der Badewanne oder der Waschbecken an der Trennwand wird ein Entfernen der Trennwand innerhalb von einem Arbeitstag nicht erreicht bzw. würde bei Entfernen der Badewanne oder des Waschbeckens die Funktion des Bades erheblich beeinträchtigt.

- WC falsch positioniert:

Bei vielen Wohnungen wurde das WC nicht am Bad angebaut, sondern an einer Stelle im Grundriss positioniert, dass die Vorgaben des anpassbaren Wohnbaus auf keinen Fall erfüllt werden können.

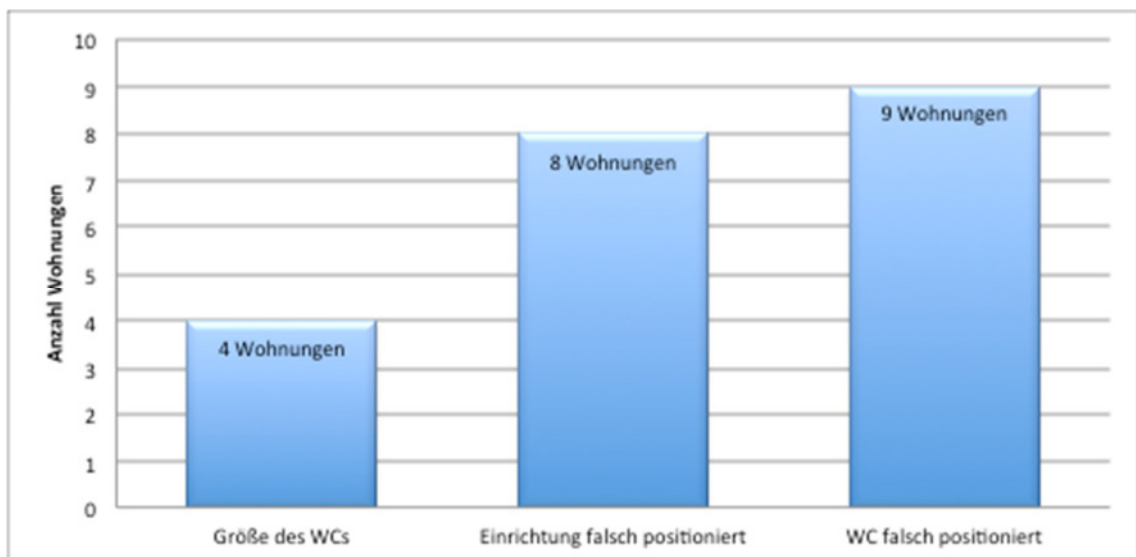


Abbildung 26: Gründe für die Nichteinhaltung des anpassbaren Wohnbaus

Aus den Verkaufsplänen der Bauträger war nicht ersichtlich, ob die Trennwand zwischen Bad und WC nach den Vorgaben des anpassbaren Wohnbaus ausgeführt werden, daher können diesbezüglich keine Aussagen getroffen werden.

3.2 Terrassen

3.2.1 BM 1.1

3.2.1.1 Leitwerte

	Außenraum	Innenraum 1	Innenraum 2
Außenraum		0,250125	0,239483
Innenraum 1	0,250125		0,901089
Innenraum 2	0,239483	0,901089	

Tabelle 14: Leitwerte (AnTherm)

3.2.1.2 g-Werte und Koordinaten „kältester“ Punkt

	Außenraum	Innenraum 1	Innenraum 2
g(Außenraum)	0,999186	0,028476	0,150185
g(Innenraum 1)	0,000002	0,970763	0,113909
g(Innenraum 2)	0,000812	0,000761	0,735906

Tabelle 15: g-Werte BM 1.1_1 und 1.1_2 (AnTherm)

	Außenraum	Innenraum 1	Innenraum 2
g(Außenraum)	0,999181	0,028476	0,150185
g(Innenraum 1)	0,000126	0,970763	0,113909
g(Innenraum 2)	0,000693	0,000761	0,735906

Tabelle 16: g-Werte BM 1.1_3 und 1.1_4 (AnTherm)

Koordinaten (x,y,z)	x [mm]	y [mm]	z [mm]
Außenraum	1840,0000	1800,0000	540,0000 -9,97
Innenraum 1	0,0000	-215,0000	975,5000 22,06
Innenraum 2	2050,0000	150,0000	1000,0000 18,04

Tabelle 17: Koordinaten „kältester“ Punkt BM 1.1_1 und 1.1_2 (AnTherm)

Koordinaten (x,y,z)	x [mm]	y [mm]	z [mm]
Außenraum	1840,0000	337,0000	540,0000 -9,97
Innenraum 1	0,0000	-215,0000	975,5000 17,21
Innenraum 2	2050,0000	150,0000	1000,0000 17,47

Tabelle 18: Koordinaten „kältester“ Punkt BM 1.1_3 und 1.1_4 (AnTherm)

(

3.2.1.3 Berechnungsergebnisse

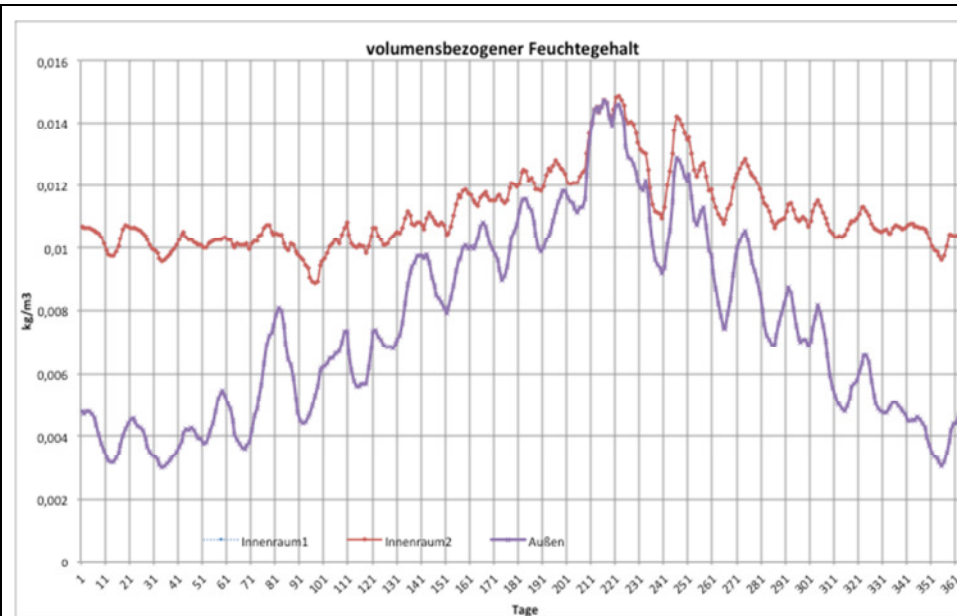


Abbildung 27: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 1.1_1

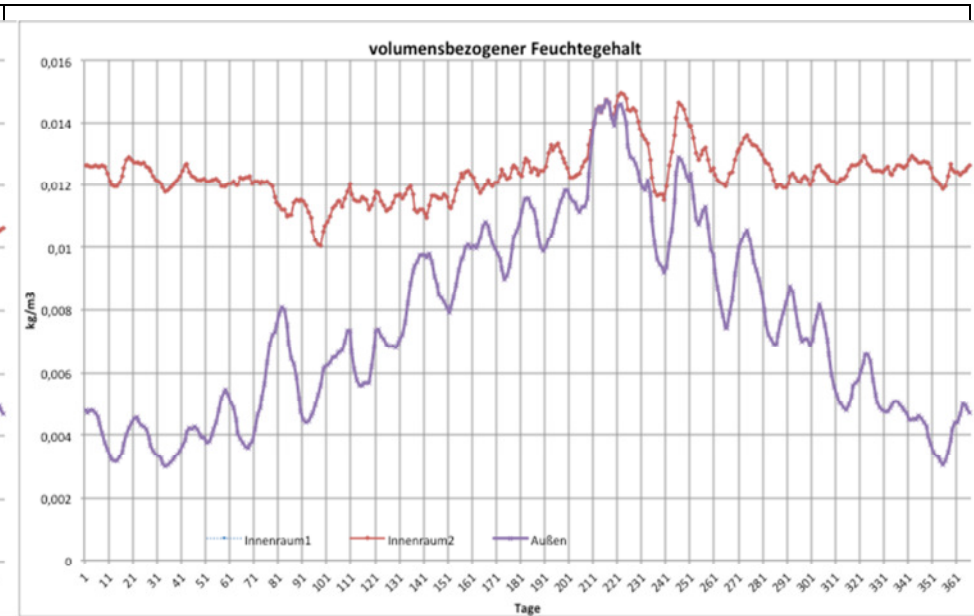


Abbildung 28: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 1.1_2

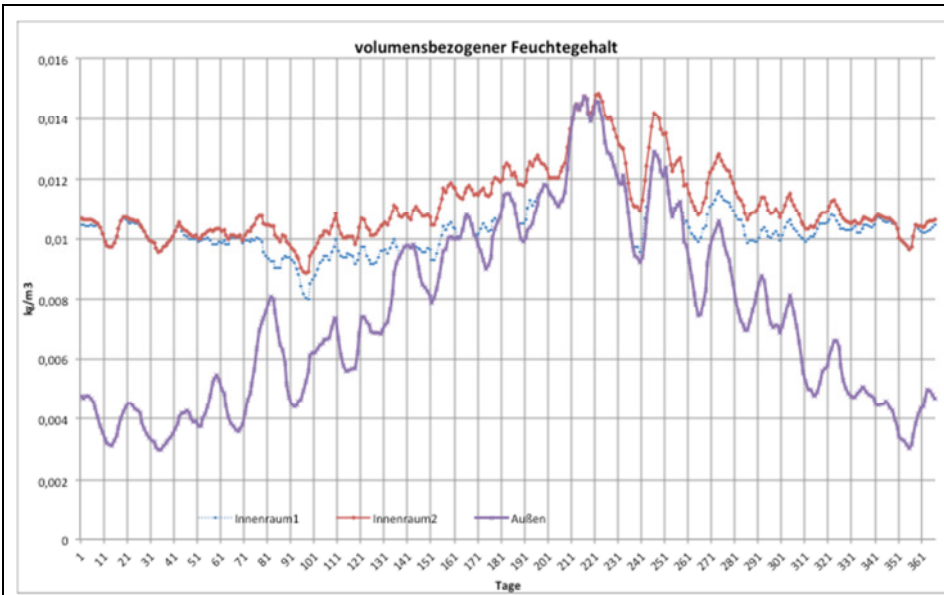


Abbildung 29: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 1.1_3

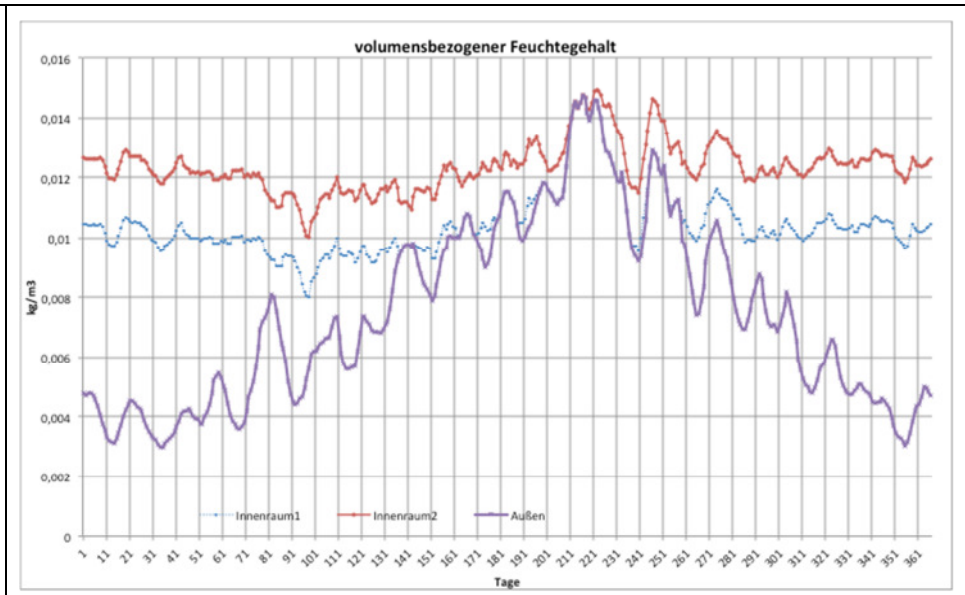


Abbildung 30: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 1.1_4

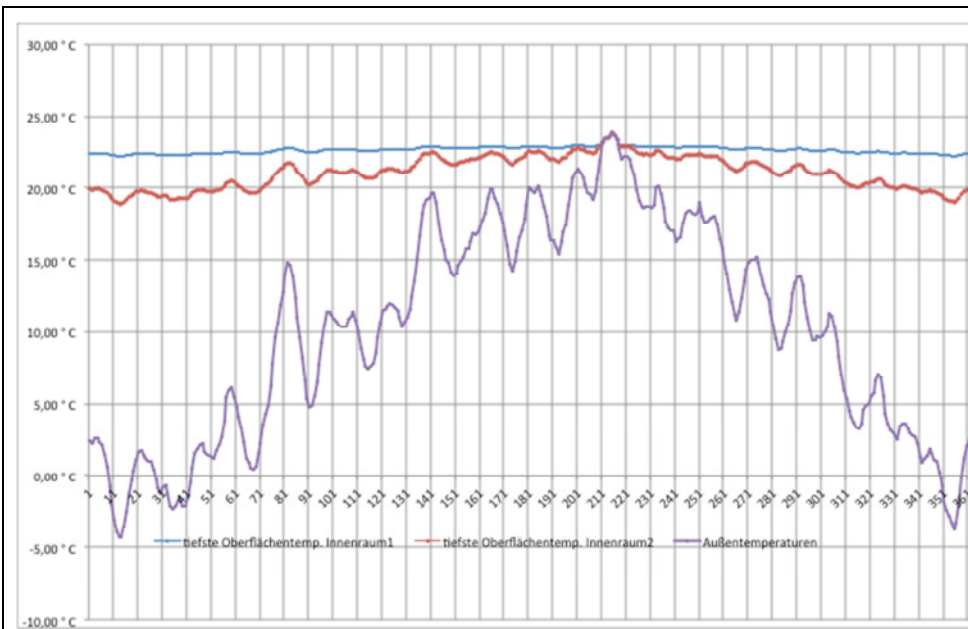


Abbildung 31: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 1.1_1

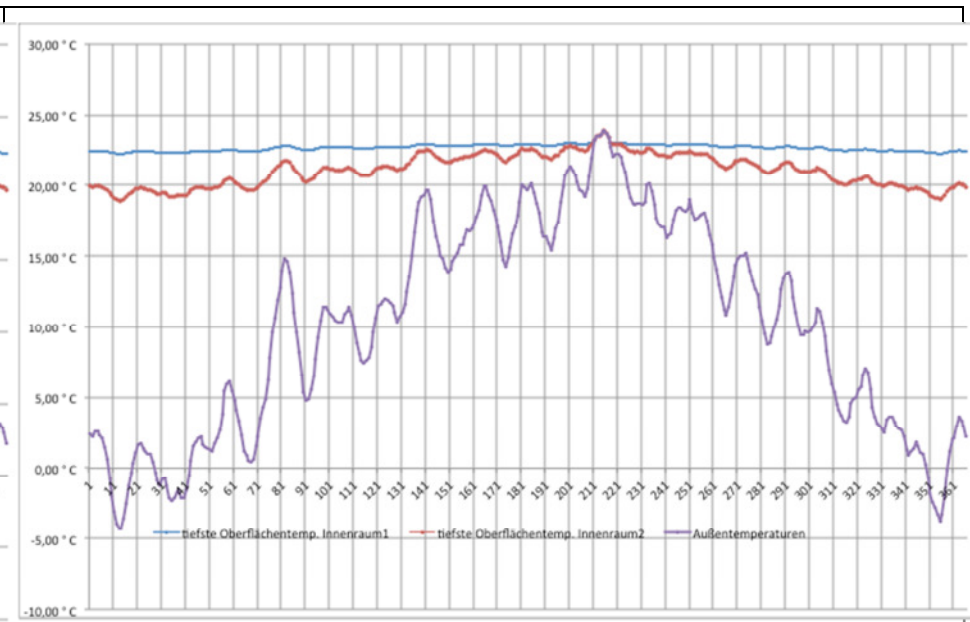


Abbildung 32: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 1.1_2

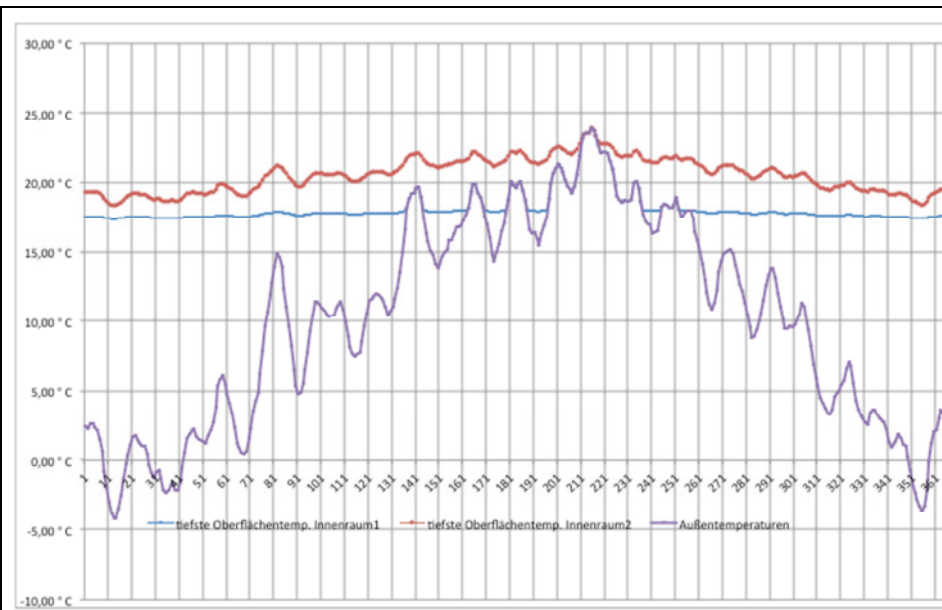


Abbildung 33: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 1.1_3

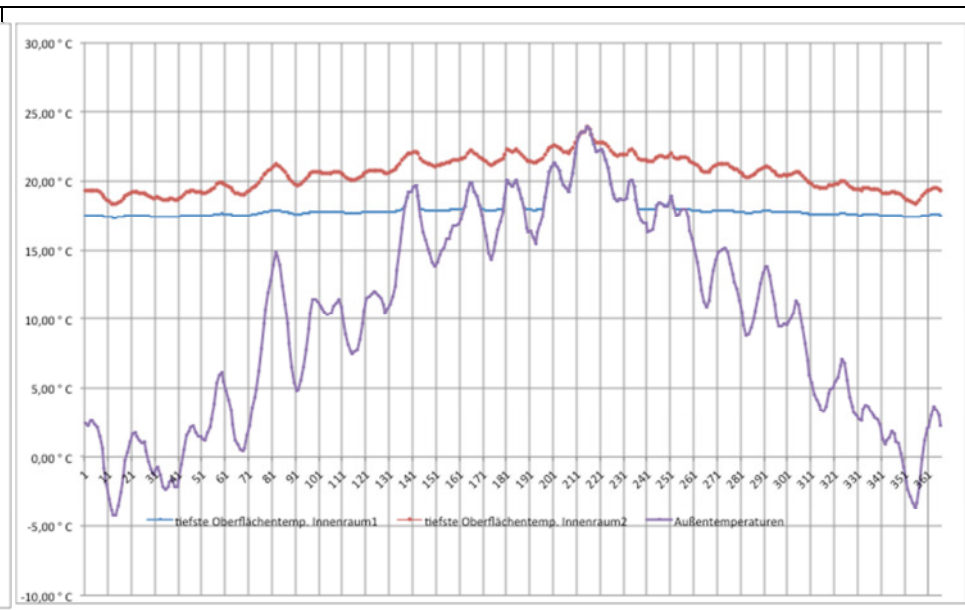


Abbildung 34: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 1.1_4

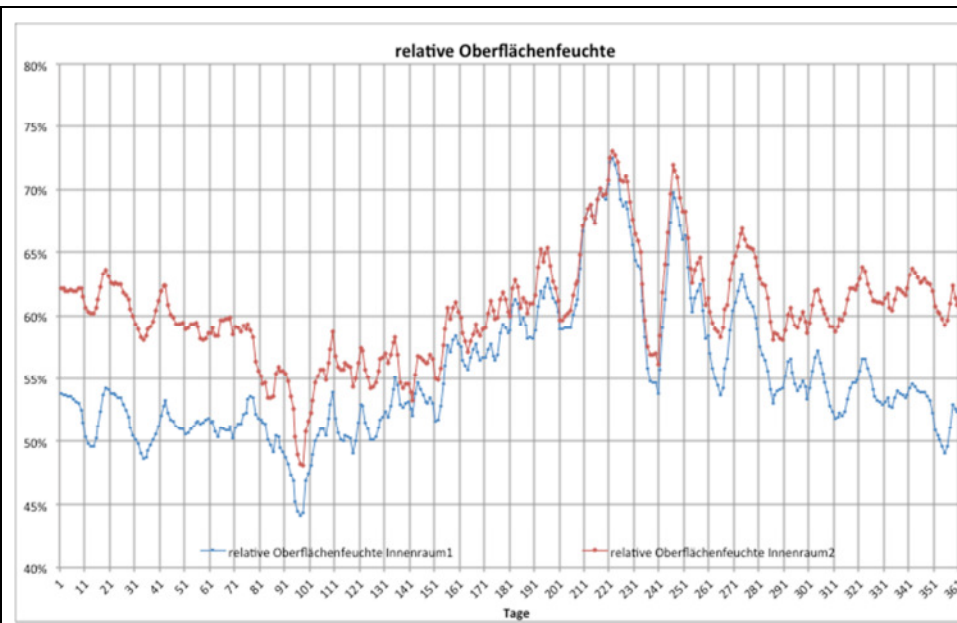


Abbildung 35: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 1.1_1

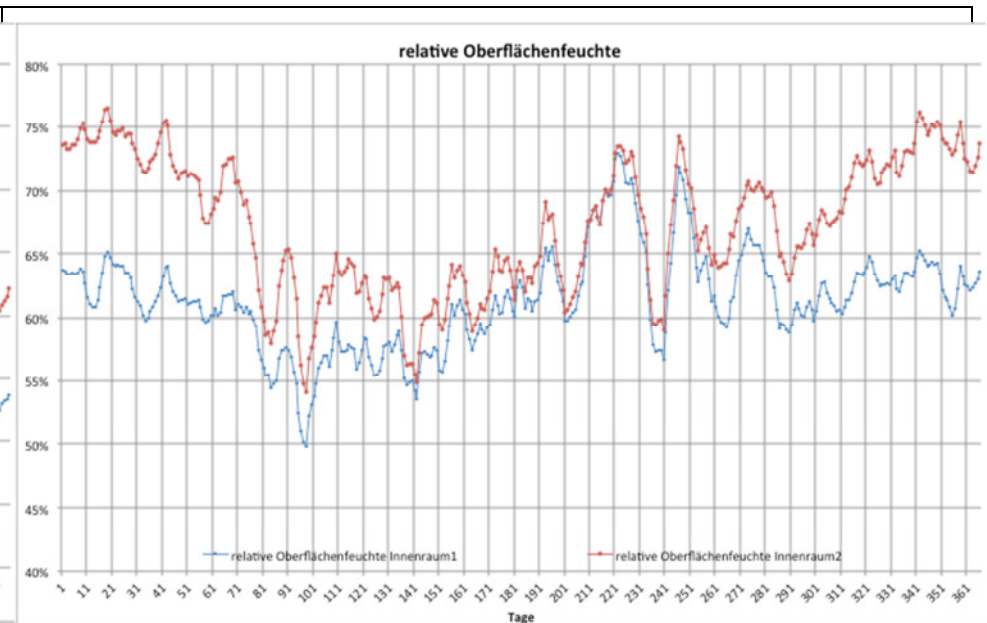


Abbildung 36: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 1.1_2

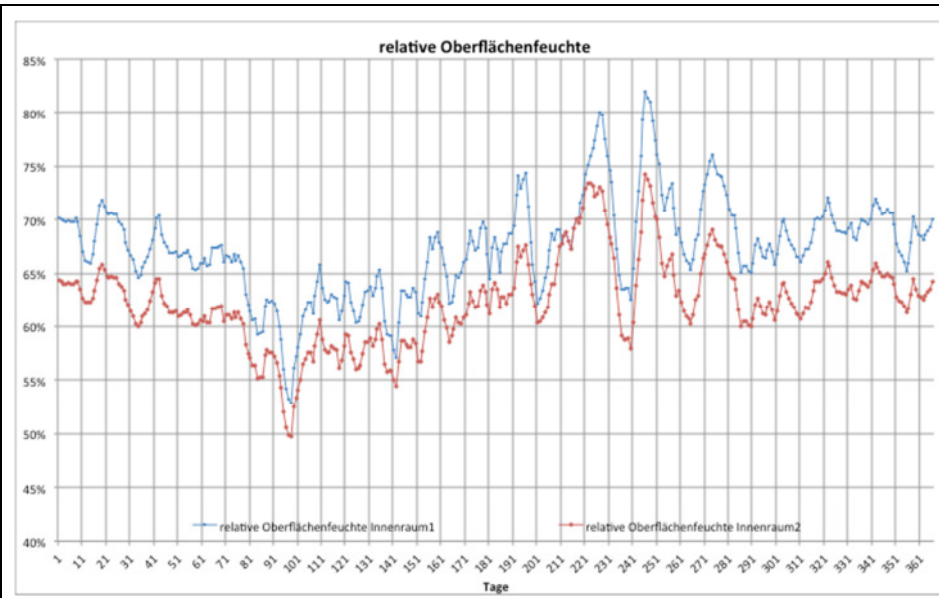


Abbildung 37: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 1.1_3

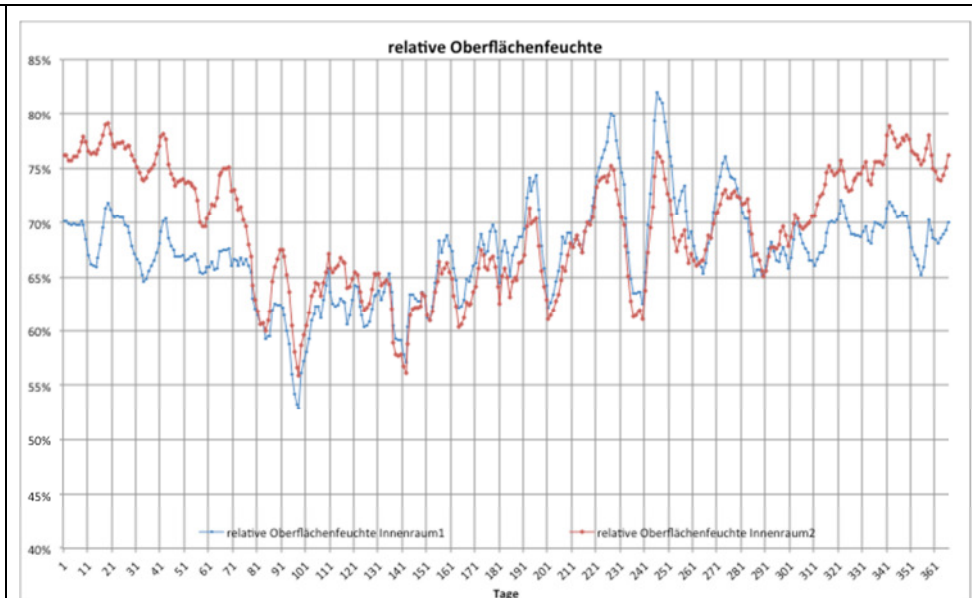


Abbildung 38: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 1.1_4

3.2.2 BM 1.2

3.2.2.1 Leitwerte

	Außenraum	Innenraum 1	Innenraum 2
Außenraum		0,370720	0,306714
Innenraum 1	0,370720		0,891874
Innenraum 2	0,306714	0,891874	

Tabelle 19: Leitwerte (AnTherm)

3.2.2.2 g-Werte und Koordinaten „kältester“ Punkt

	Außenraum	Innenraum 1	Innenraum 2
g(Außenraum)	0,998357	0,042300	0,162599
g(Innenraum 1)	0,000004	0,956996	0,107456
g(Innenraum 2)	0,001639	0,000704	0,729945

Tabelle 20: g-Werte BM 1.2_1 und 1.2_2 (AnTherm)

	Außenraum	Innenraum 1	Innenraum 2
g(Außenraum)	0,998347	0,042300	0,162599
g(Innenraum 1)	0,000287	0,956996	0,107456
g(Innenraum 2)	0,001367	0,000704	0,729945

Tabelle 21: g-Werte BM 1.2_3 und 1.2_4 (AnTherm)

Koordinaten (x,y,z)	x [mm]	y [mm]	z [mm]	
Außenraum	1890,0000	1778,0000	540,0000	-9,95
Innenraum 1	19,5000	-215,0000	975,5000	21,60
Innenraum 2	2050,0000	150,0000	1000,0000	17,63

Tabelle 22: Koordinaten „kältester“ Punkt BM 1.2_1 und 1.2_2 (AnTherm)

Koordinaten (x,y,z)	x [mm]	y [mm]	z [mm]	
Außenraum	1890,0000	287,0000	540,0000	-9,95
Innenraum 1	0,0000	-215,0000	1000,0000	16,82
Innenraum 2	2050,0000	150,0000	1000,0000	17,10

Tabelle 23: Koordinaten „kältester“ Punkt BM 1.2_3 und 1.2_4 (AnTherm)

3.2.2.3 Berechnungsergebnisse

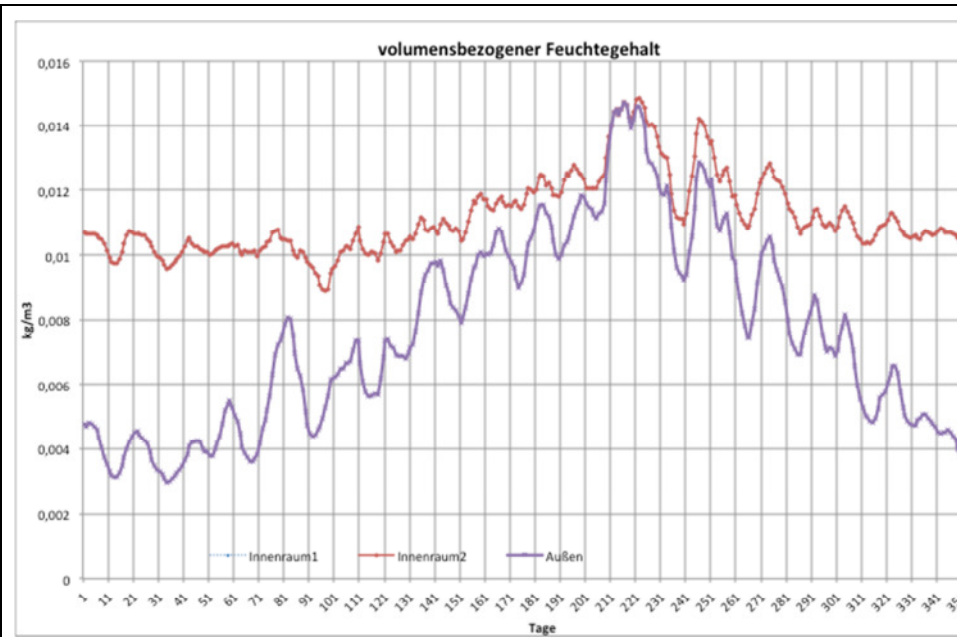


Abbildung 39: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 1.2_1

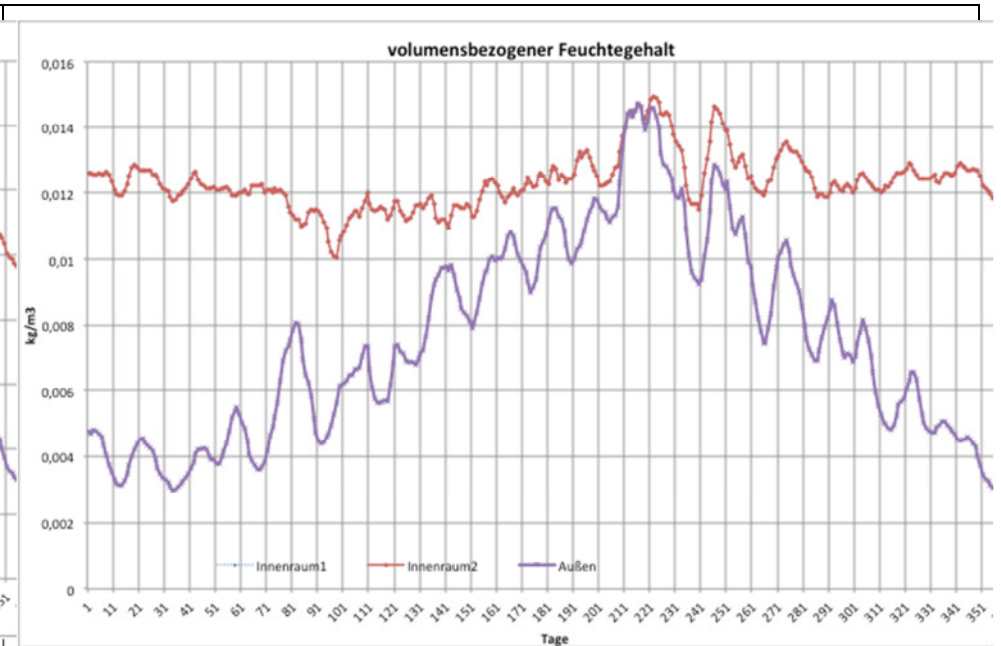


Abbildung 40: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 1.2_2

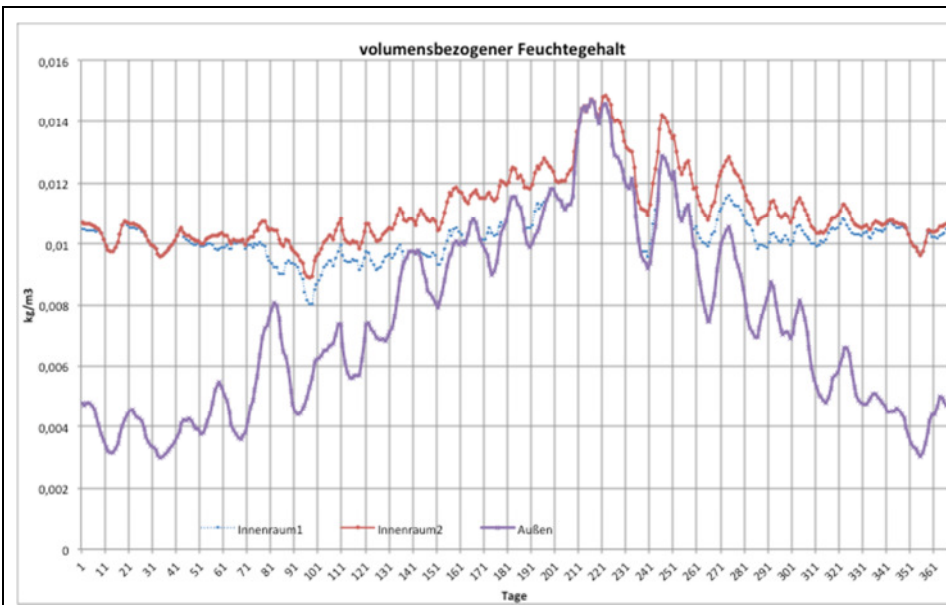


Abbildung 41: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 1.2_3

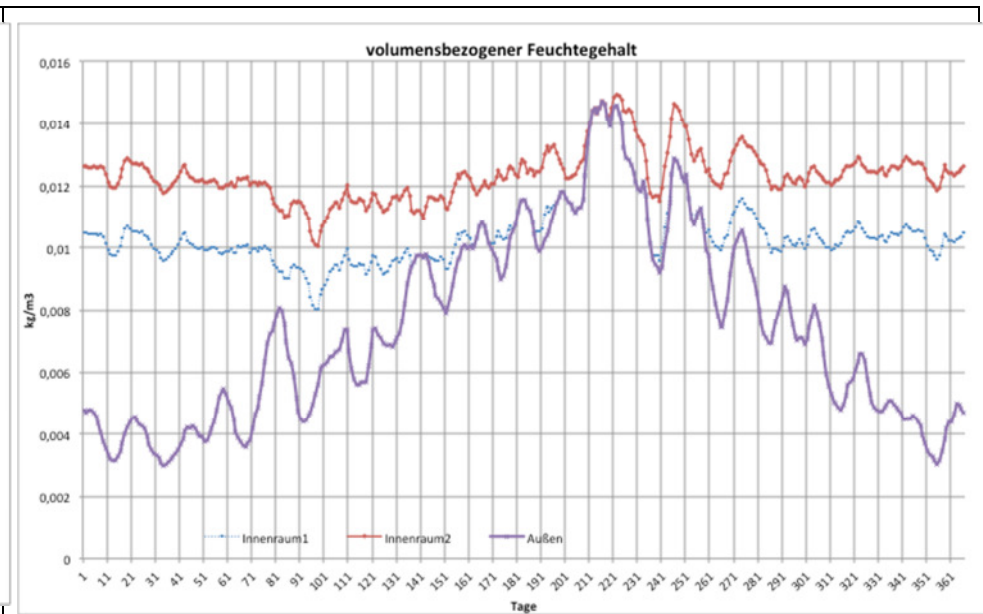


Abbildung 42: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 1.2_4

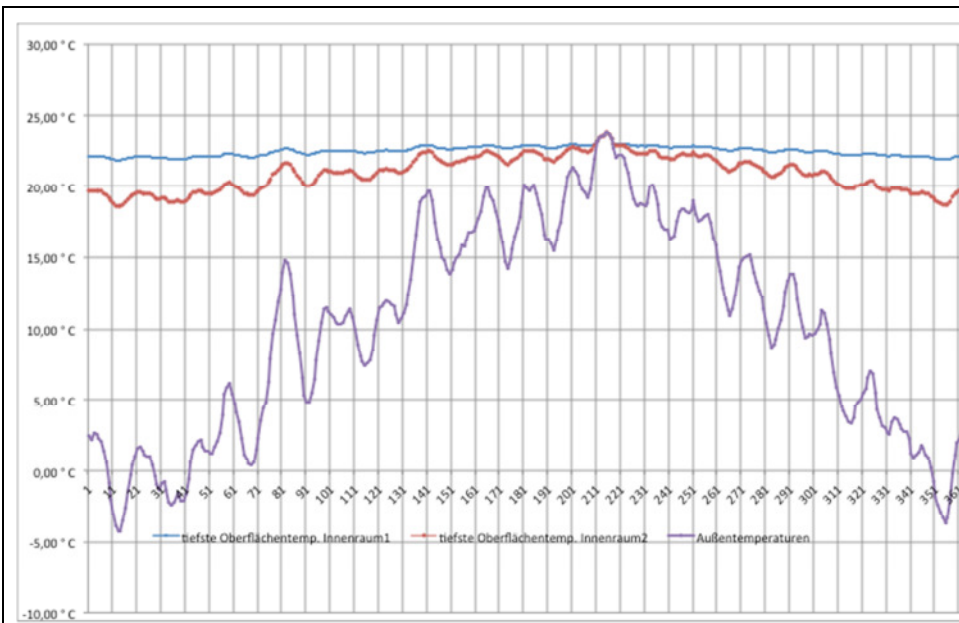


Abbildung 43: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 1.2_1

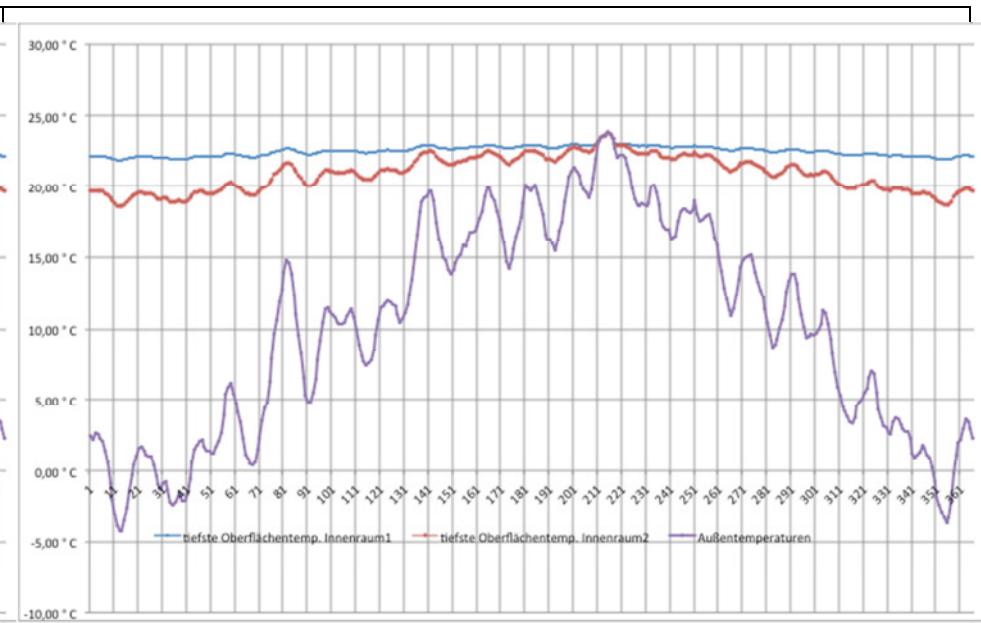


Abbildung 44: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 1.2_2

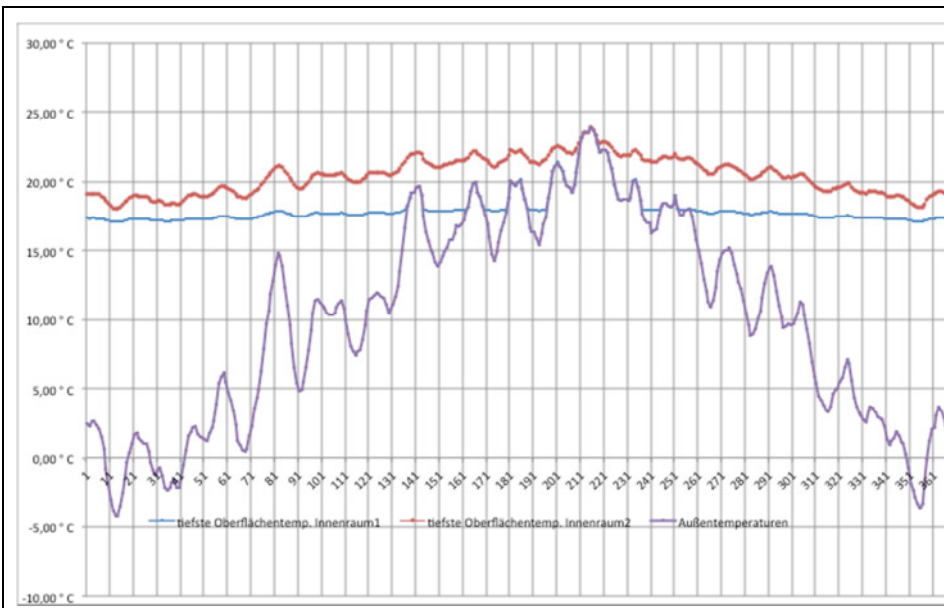


Abbildung 45: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 1.2_3

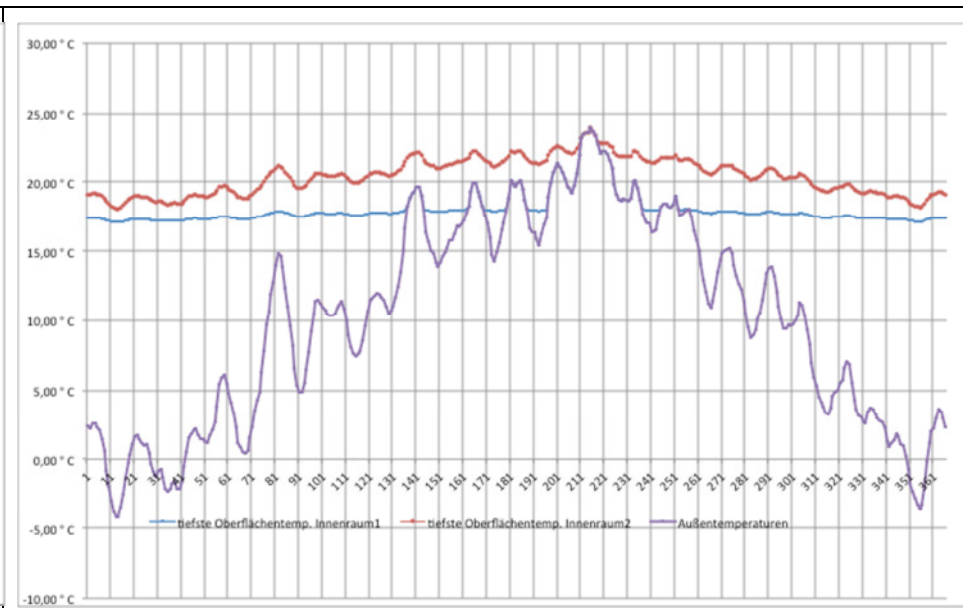


Abbildung 46: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 1.2_4

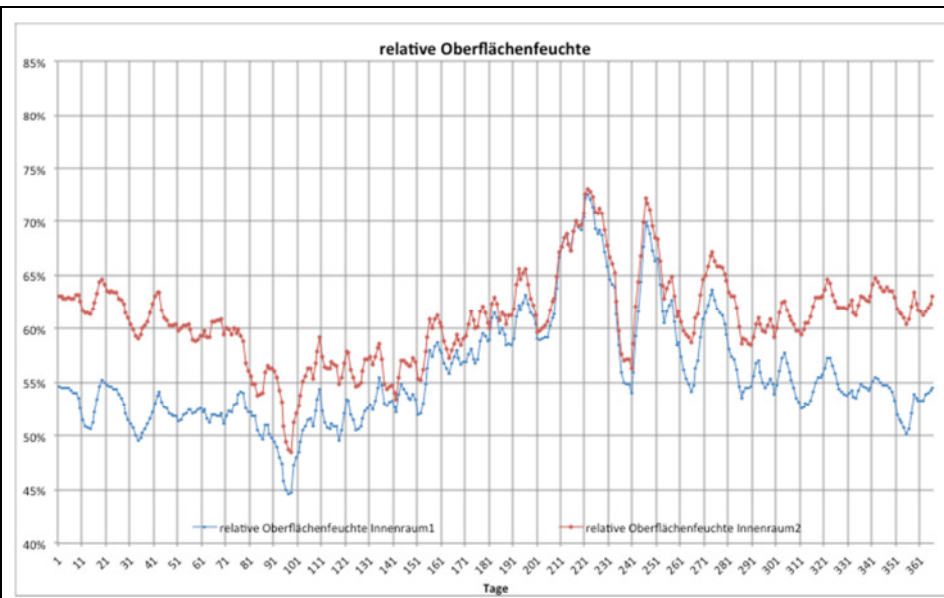


Abbildung 47: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 1.2_1

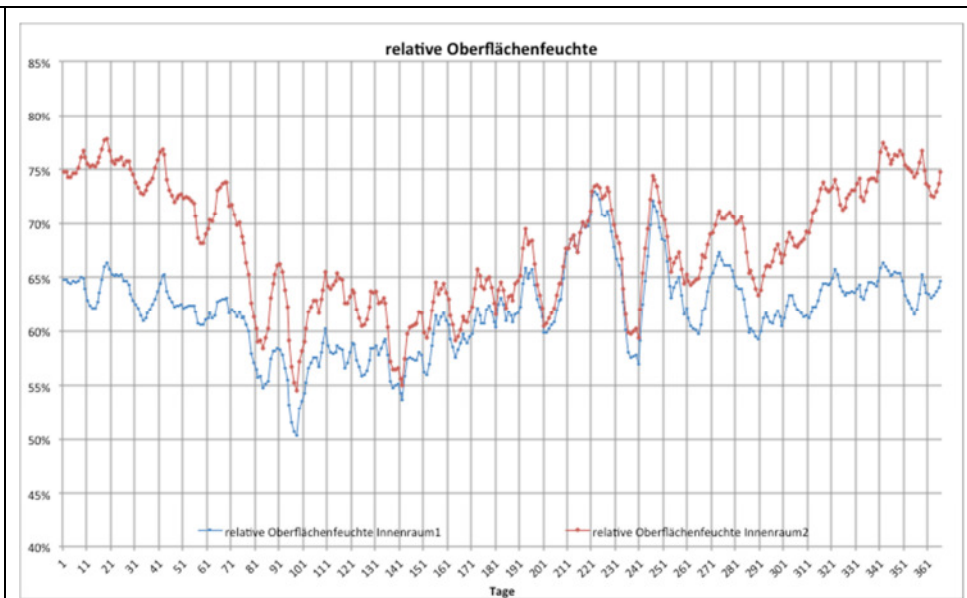


Abbildung 48: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 1.2_2

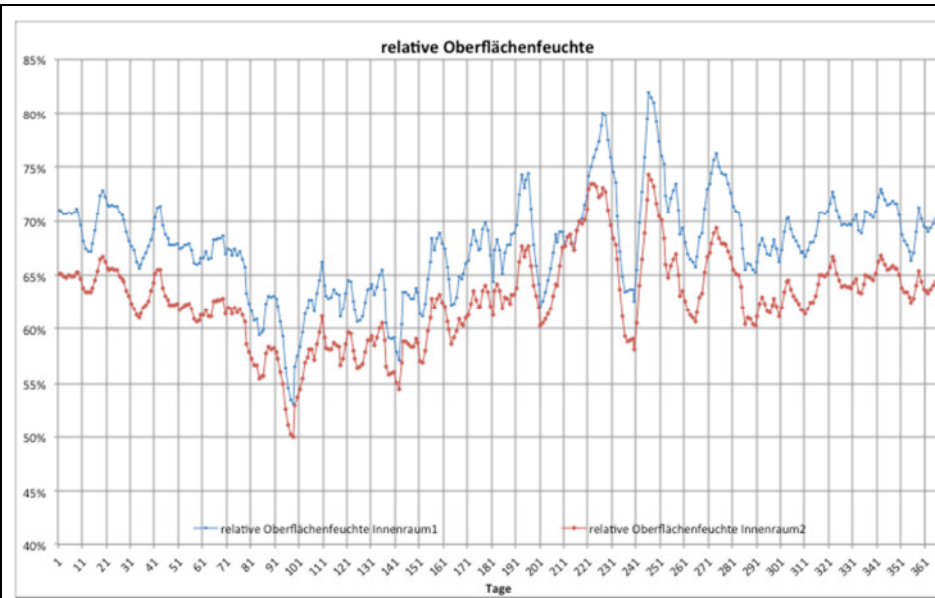


Abbildung 49: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 1.2_3

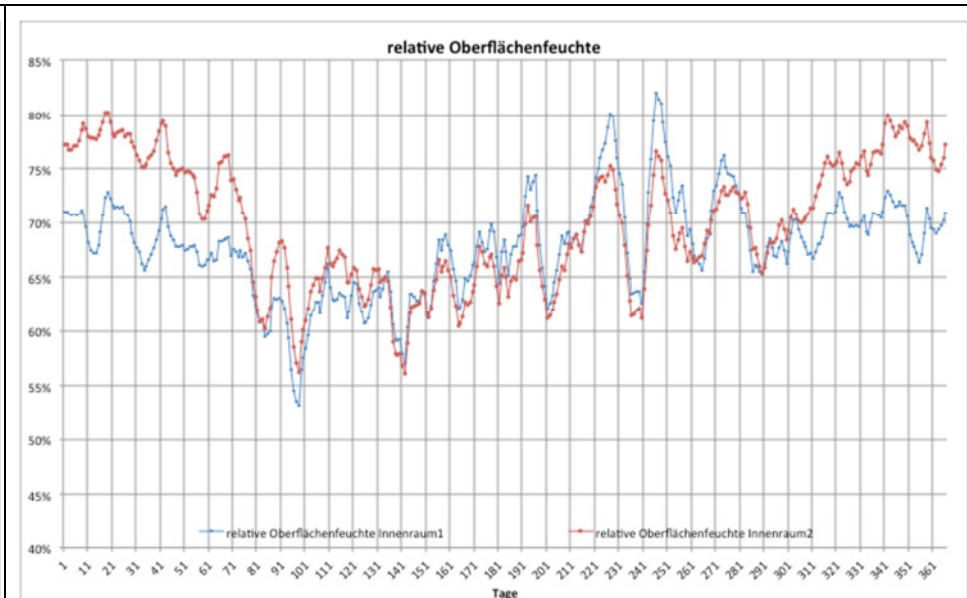


Abbildung 50: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 1.2_4

3.2.3 BM 2.1

3.2.3.1 Leitwerte

	Außenraum	Innenraum 1	Innenraum 2
Außenraum		0,293878	0,243051
Innenraum 1	0,293878		0,876571
Innenraum 2	0,243051	0,876571	

Tabelle 24: Leitwerte (AnTherm)

3.2.3.2 g-Werte und Koordinaten „kältester“ Punkt

	Außenraum	Innenraum 1	Innenraum 2
g(Außenraum)	0,999175	0,033563	0,151410
g(Innenraum 1)	0,000145	0,965880	0,110786
g(Innenraum 2)	0,000680	0,000557	0,737804

Tabelle 25: g-Werte BM 2.1_1 und 2.1_2 (AnTherm)

	Außenraum	Innenraum 1	Innenraum 2
g(Außenraum)	0,999182	0,033563	0,151410
g(Innenraum 1)	0,000115	0,965880	0,110786
g(Innenraum 2)	0,000703	0,000557	0,737804

Tabelle 26: g-Werte BM 2.1_3 (AnTherm)

Koordinaten (x,y,z)	x [mm]	y [mm]	z [mm]
Außenraum	1840,0000	287,0000	540,0000
Innenraum 1	0,0000	-345,0000	975,5000
Innenraum 2	2050,0000	150,0000	1000,0000

Tabelle 27: Koordinaten „kältester“ Punkt BM 2.1_1 und 2.1_2 (AnTherm)

Koordinaten (x,y,z)	x [mm]	y [mm]	z [mm]
Außenraum	1840,0000	337,0000	540,0000
Innenraum 1	19,5000	-345,0000	1000,0000
Innenraum 2	2050,0000	150,0000	975,5000

Tabelle 28: Koordinaten „kältester“ Punkt BM 2.1_3 (AnTherm)

3.2.3.3 Berechnungsergebnisse

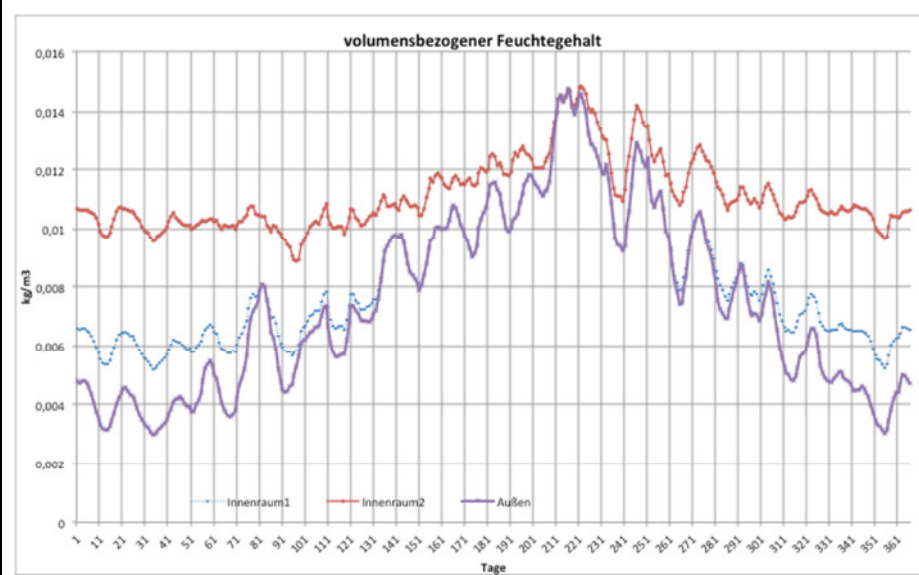


Abbildung 51: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 2.1_1

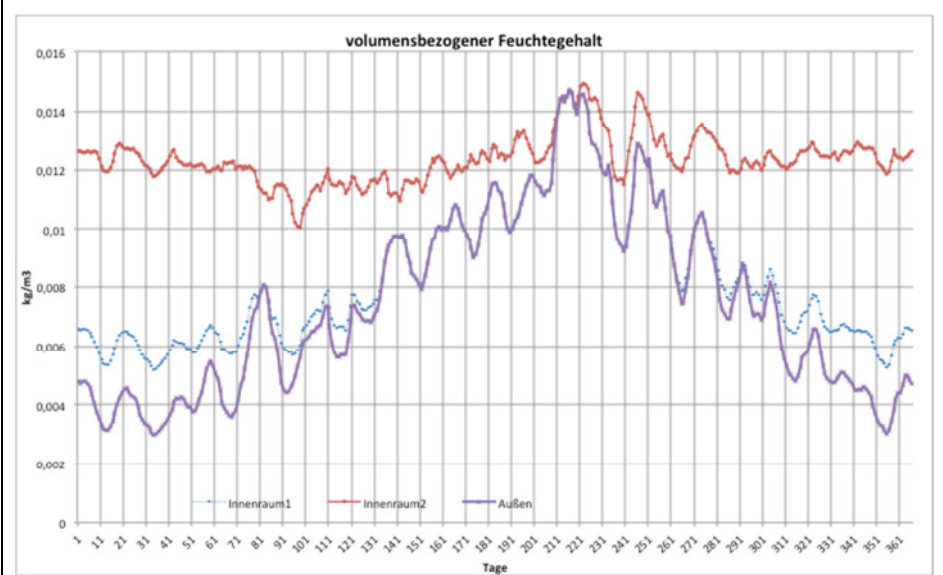


Abbildung 52: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 2.1_2

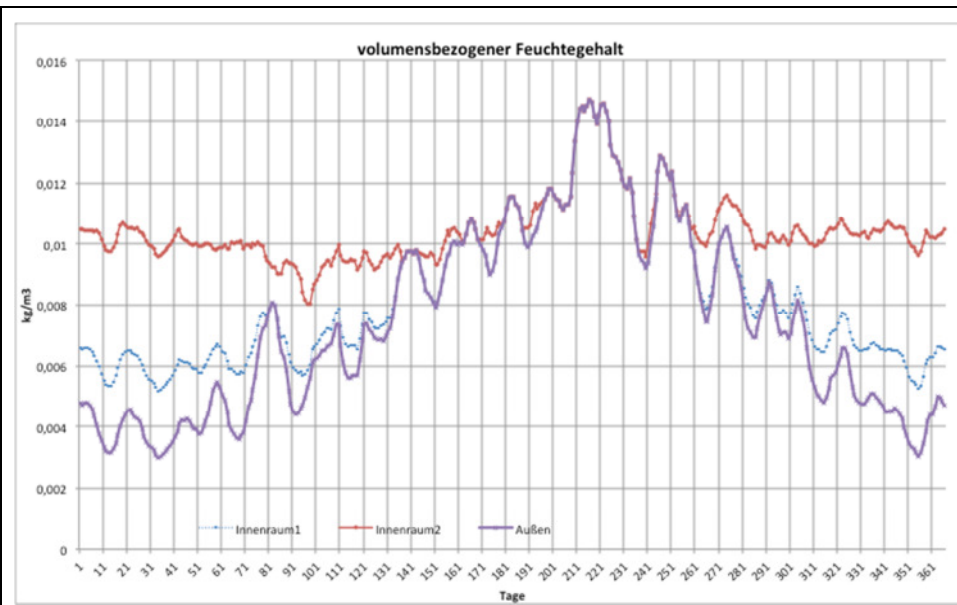


Abbildung 53: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 2.1_3

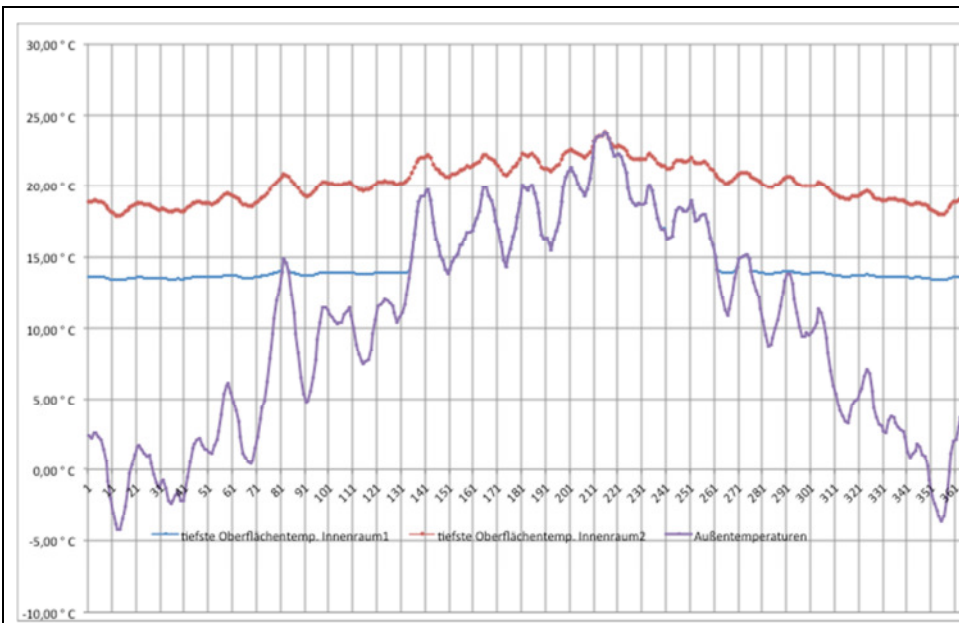


Abbildung 54: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 2.1_1

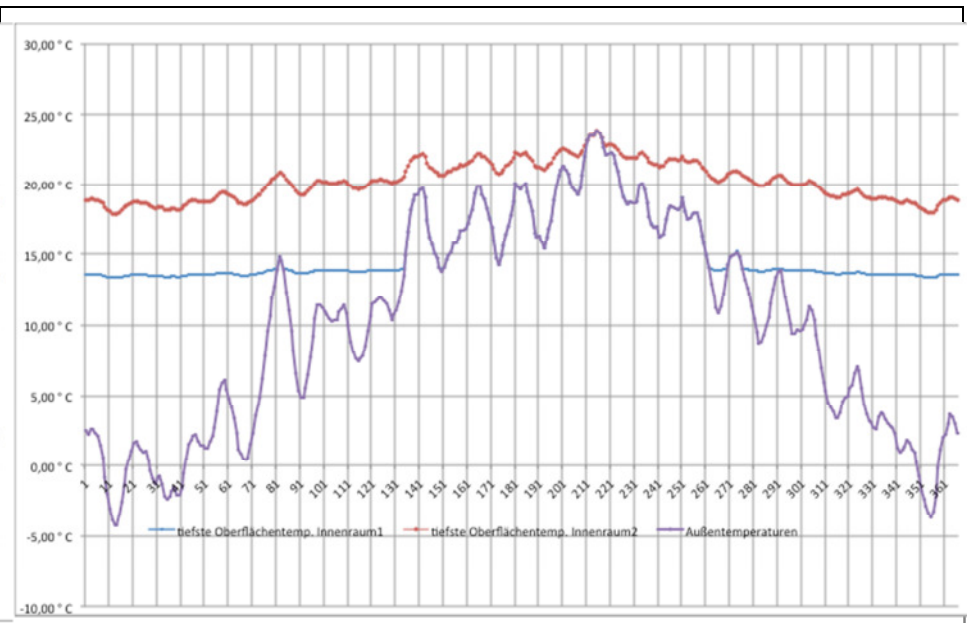


Abbildung 55: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 2.1_2

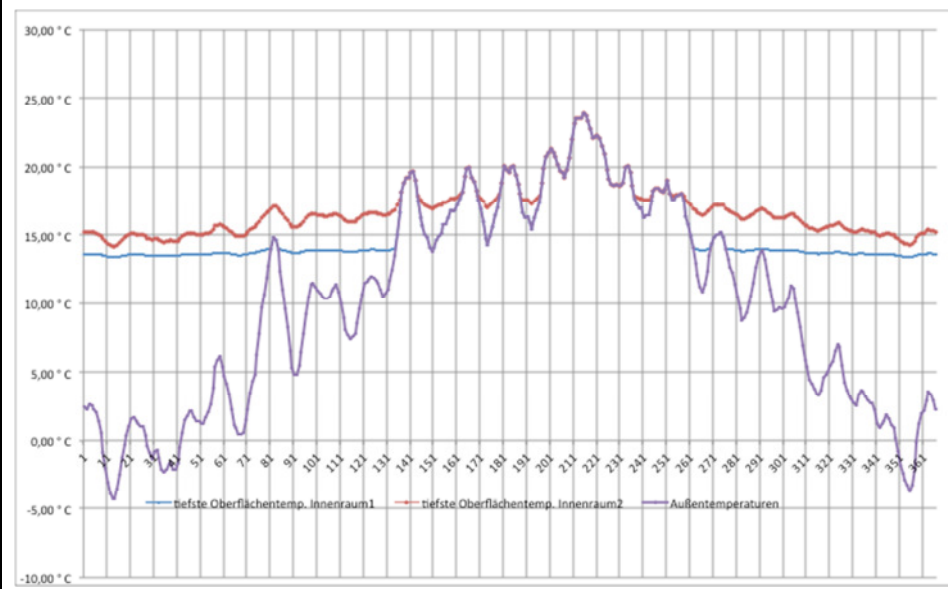


Abbildung 56: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 2.1_3

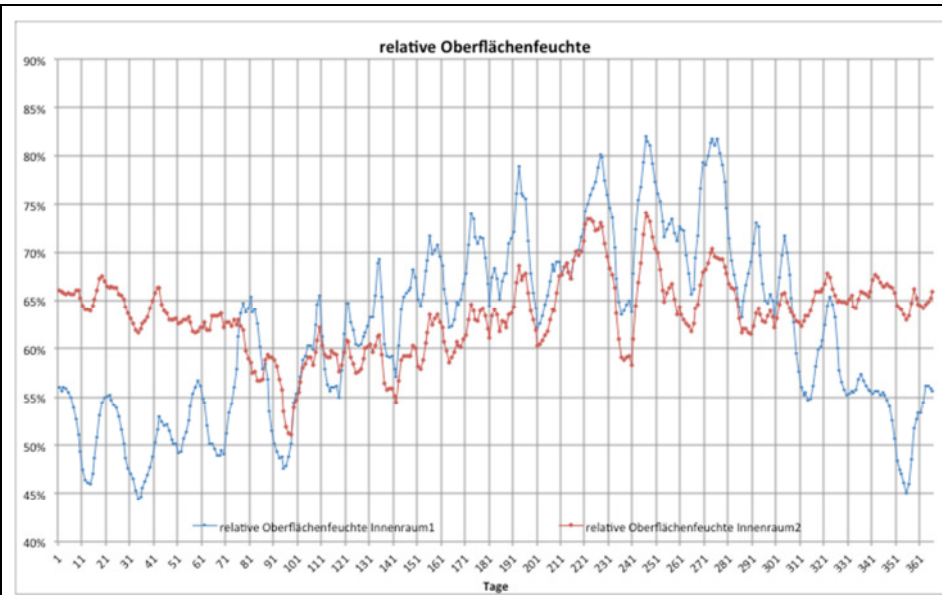


Abbildung 57: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 2.1_1

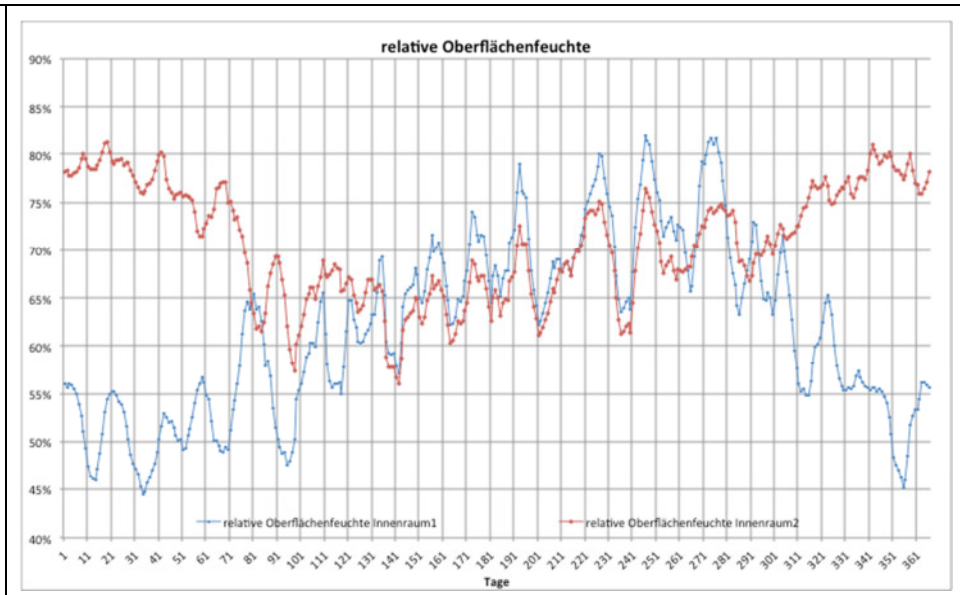


Abbildung 58: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 2.1_2

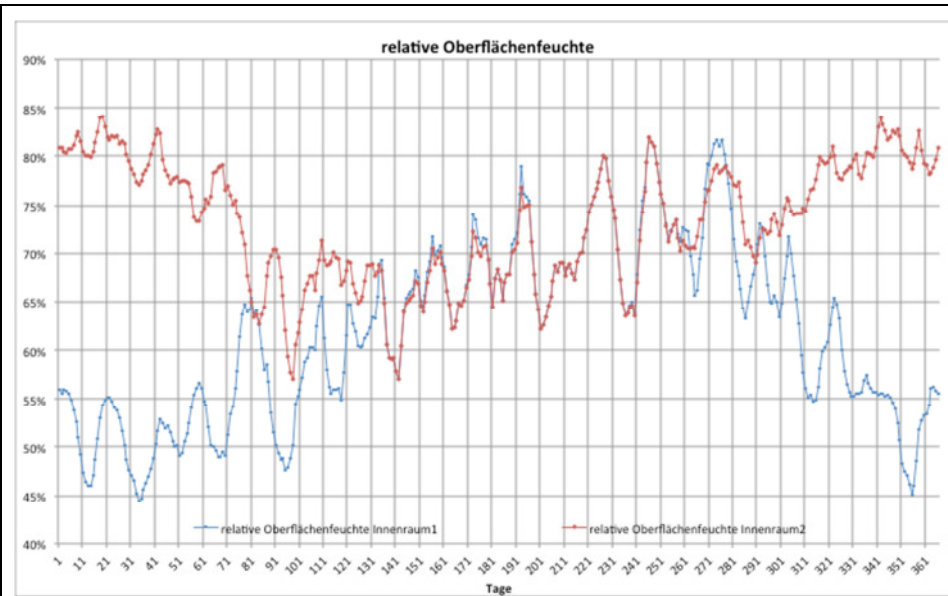


Abbildung 59: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 2.1_3

3.2.4 BM 2.2

3.2.4.1 Leitwerte

	Außenraum	Innenraum 1	Innenraum 2
Außenraum		0,362234	0,309426
Innenraum 1	0,362234		0,870607
Innenraum 2	0,309426	0,870607	

Tabelle 29: Leitwerte (AnTherm)

3.2.4.2 g-Werte und Koordinaten „kältester“ Punkt

	Außenraum	Innenraum 1	Innenraum 2
g(Außenraum)	0,998349	0,040670	0,163246
g(Innenraum 1)	0,000264	0,958779	0,105085
g(Innenraum 2)	0,001387	0,000550	0,731669

Tabelle 30: g-Werte BM 2.2_1 und 2.2_2 (AnTherm)

	Außenraum	Innenraum 1	Innenraum 2
g(Außenraum)	0,998349	0,040670	0,163246
g(Innenraum 1)	0,000264	0,958779	0,105085
g(Innenraum 2)	0,001387	0,000550	0,731669

Tabelle 31: g-Werte BM 2.2_3 (AnTherm)

Koordinaten (x,y,z)	x [mm]	y [mm]	z [mm]	
Außenraum	1890,0000	287,0000	540,0000	-9,95
Innenraum 1	0,0000	-325,0000	975,5000	13,03
Innenraum 2	2050,0000	150,0000	975,5000	16,67

Tabelle 32: Koordinaten „kältester“ Punkt BM 2.2_1 und 2.2_2 (AnTherm)

Koordinaten (x,y,z)	x [mm]	y [mm]	z [mm]	
Außenraum	1890,0000	287,0000	540,0000	-9,95
Innenraum 1	0,0000	-325,0000	975,5000	13,03
Innenraum 2	2050,0000	150,0000	975,5000	13,01

Tabelle 33: Koordinaten „kältester“ Punkt BM 2.2_3 (AnTherm)

3.2.4.3 Berechnungsergebnisse

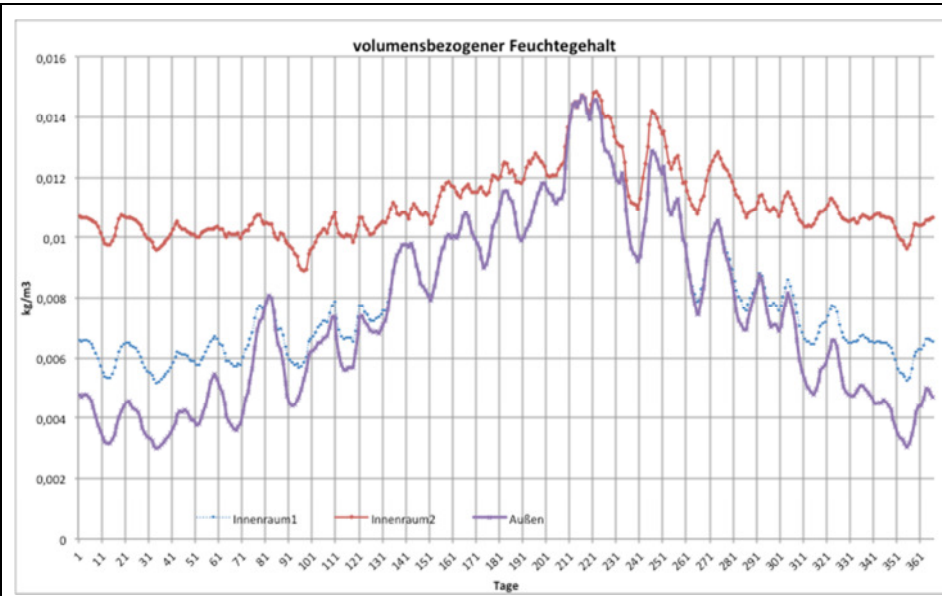


Abbildung 60: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 2.2_1

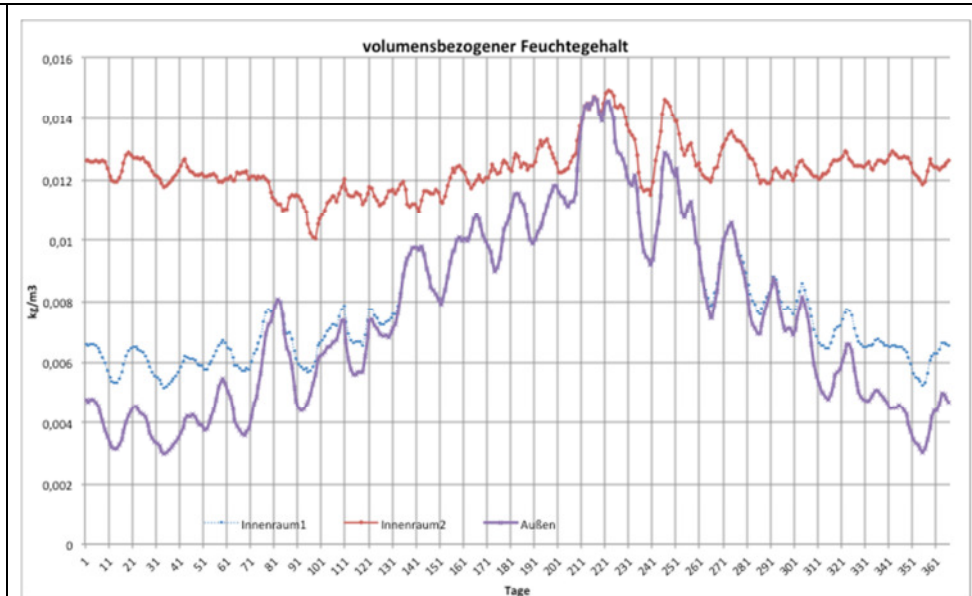


Abbildung 61: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 2.2_2

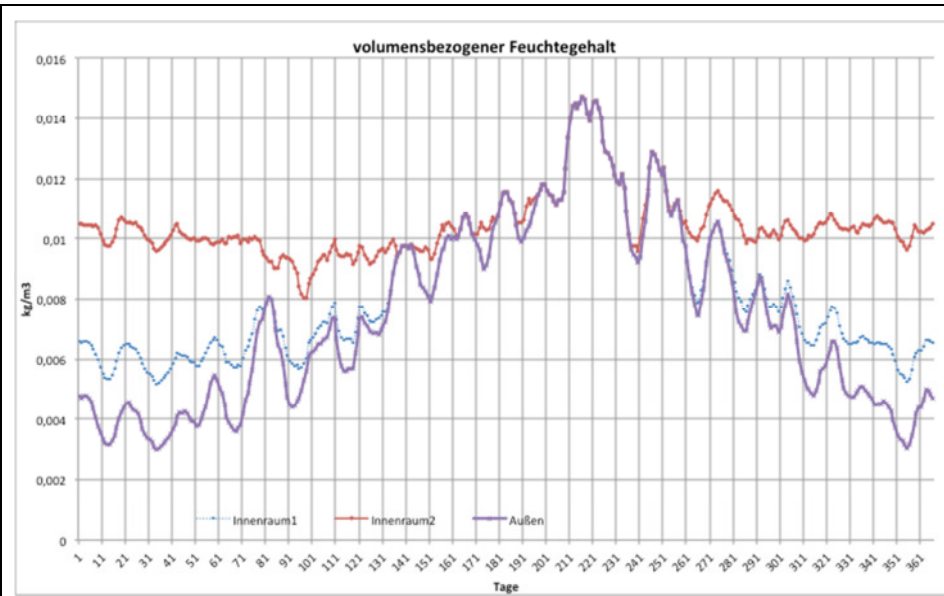


Abbildung 62: volumensbezogener Feuchtegehalt Innenraum 1 und 2 und Außenraum für BM 2.2_3

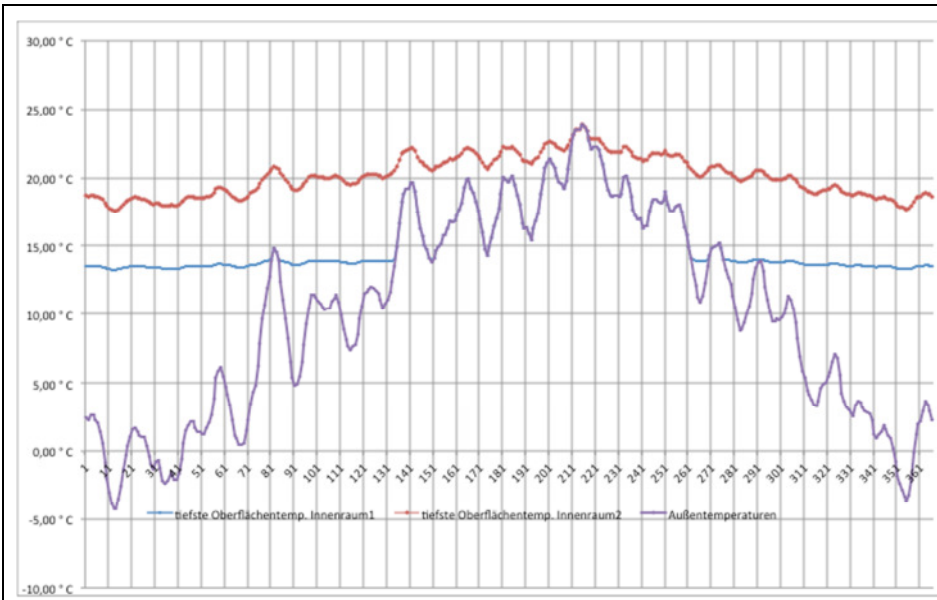


Abbildung 63: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 2.2_1

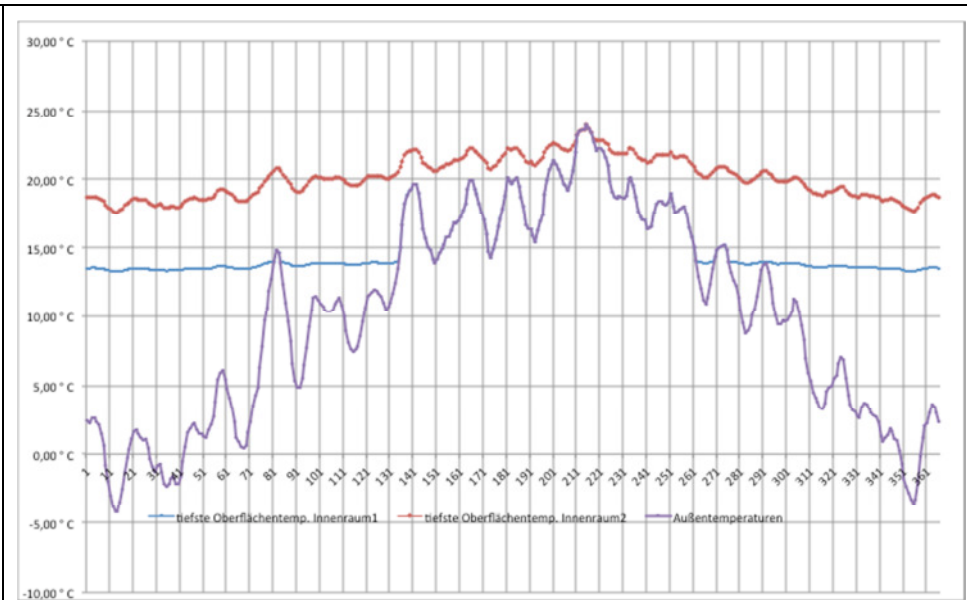


Abbildung 64: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 2.2_2

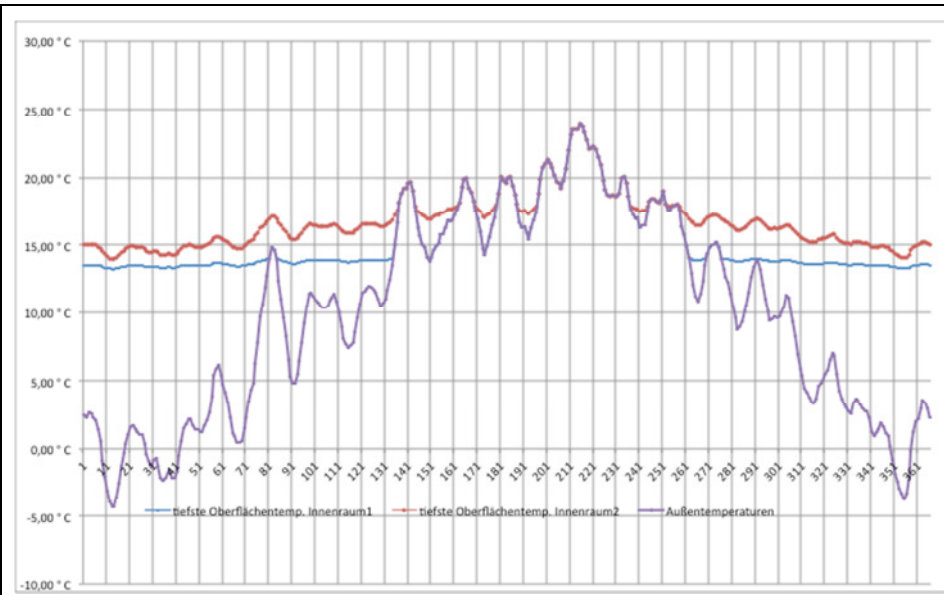


Abbildung 65: Oberflächentemperatur Innenraum 1 und 2 und Außentemperatur für BM 2.2_3

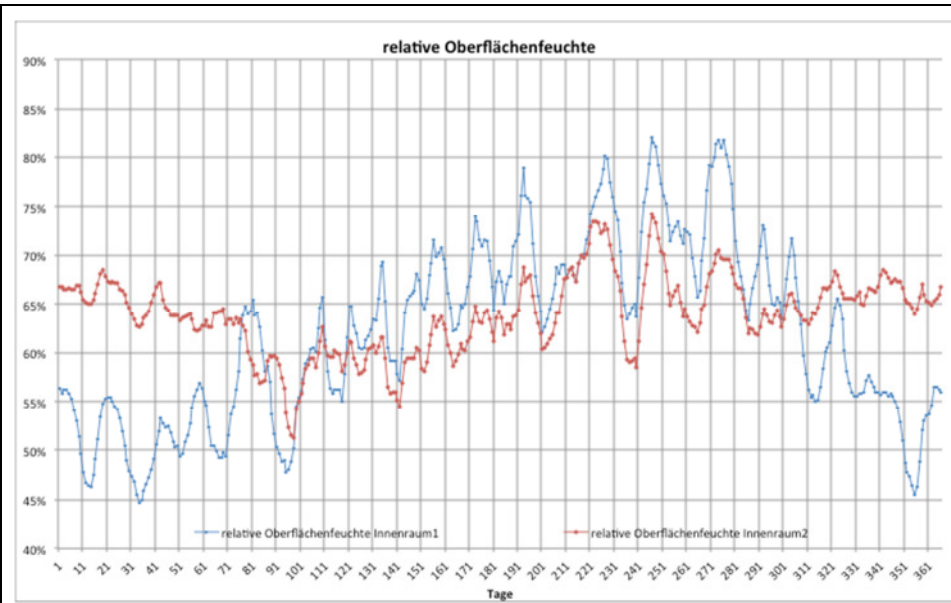


Abbildung 66: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 2.2_1

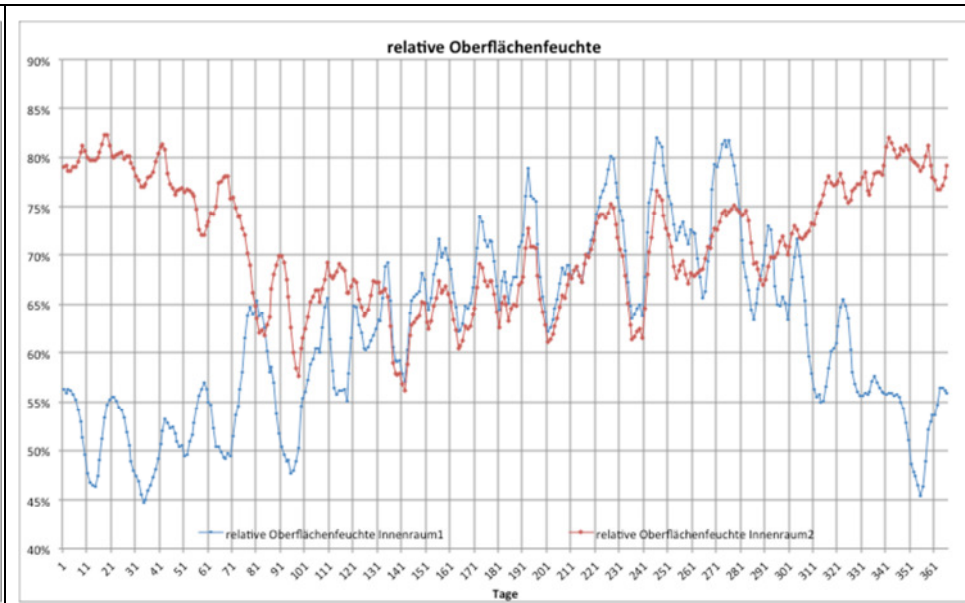


Abbildung 67: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 2.2_2

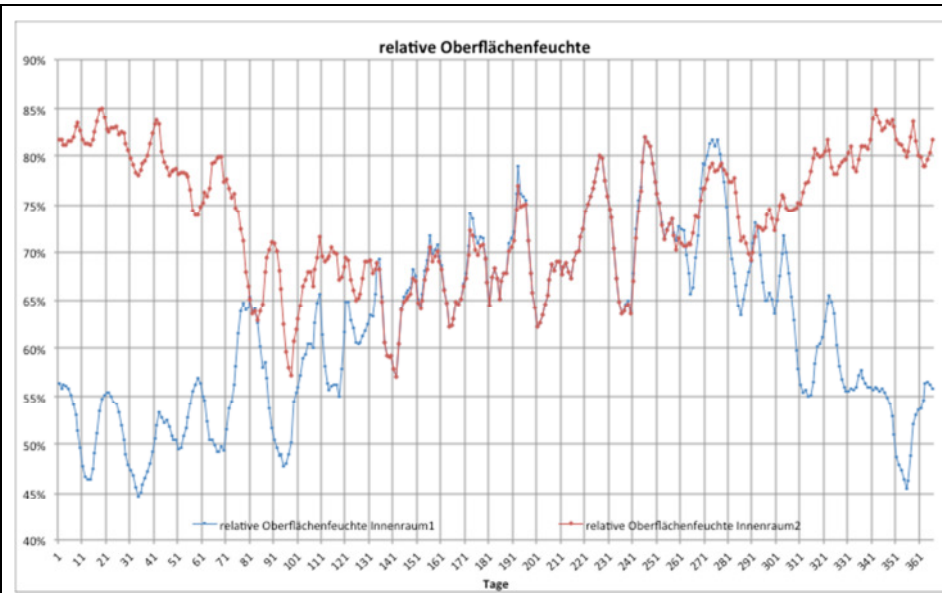


Abbildung 68: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 und 2 für BM 2.2_3

3.2.5 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse

Die Berechnungen werfen zwei Fragestellungen auf. Es ist zu beurteilen, ob die thermische Qualität der Gebäudehülle des Raumes 1 zu dem Außenbereich - insbesondere die Terrassendämmung – ausreicht, um Schimmel zu vermeiden.

Die Ergebnisse zeigen, dass bei einer Raumnutzung als Schlafraum – sogar bei normgerechten Feuchtigkeitsangaben – die Einhaltung der Mindestanforderungen an den Wärmeschutz gemäß OIB (U-Wert = 0,18) eine Schimmelbildung nicht vermeiden können. Das Schimmelbildungsrisiko ist von der Nutzung abhängig.

Eine Einzelbetrachtung (Betrachtung Innenraum 1 und Außenraum) bestätigt dieses Ergebnis. Beim Berechnungsmodell 2 wurden unterschiedliche Dämmvarianten (EPS 22, EPS 18 und EPS 10) untersucht. Bei der Variante EPS 10 werden die Mindestanforderungen der OIB unterschritten, konstruktiv können die Anforderungen des barrierefreien Überganges zur Terrasse eingehalten werden.

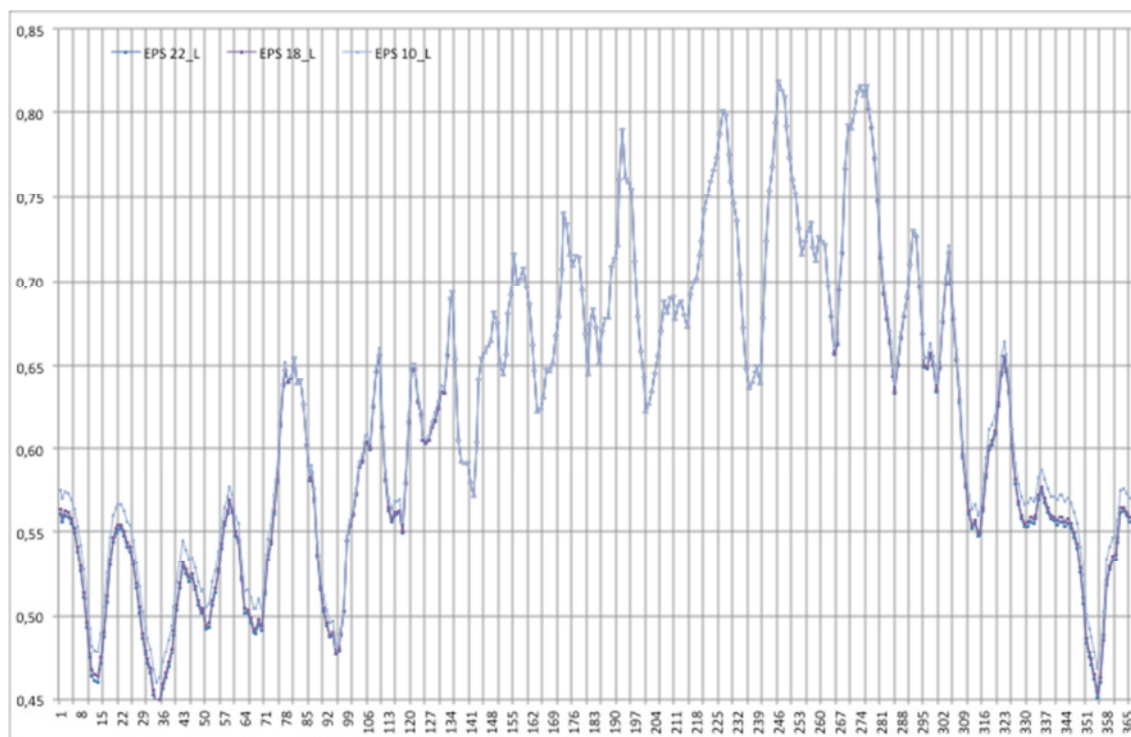


Abbildung 69: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 für BM 2 mit unterschiedlichen Dämmvarianten (Lagernutzung)

Die o.a Abbildung zeigt, dass sich in den wärmeren Jahreszeiten sich bedenkliche Ergebnisse einstellen können. Dies dürfte jedoch auch an der Annahme liegen, dass die Innentemperatur der Außentemperatur entspricht, falls die Außentemperatur über der Innentemperatur liegt. Da dies zwangsläufig dazu führt, dass die Oberflächentemperatur der Außentemperatur entspricht. Falls dann die relative Luftfeuchtigkeit über 80 % liegt, wird das Schimmelrisikokriterium eben nicht eingehalten.

Hinsichtlich der Dämmvarianten wären größere Unterschiede zu erwarten gewesen. Dies dürfte wohl auf den Umstand zurückzuführen sein, dass durch die Lagernutzung eine sehr geringe Feuchtigkeitsklasse zugrunde gelegt wird.

Die nächste Abbildung zeigt die Ergebnisse einer Nutzung als Schlafraum. Hier zeigt sich, dass vor allem in den kälteren Monaten und bei geringerer Dämmung Ergebnisse bis zu 75 % relativer Oberflächenfeuchte einstellen. Weiters sind deutliche Unterschiede zwischen den Dämmvarianten ersichtlich.

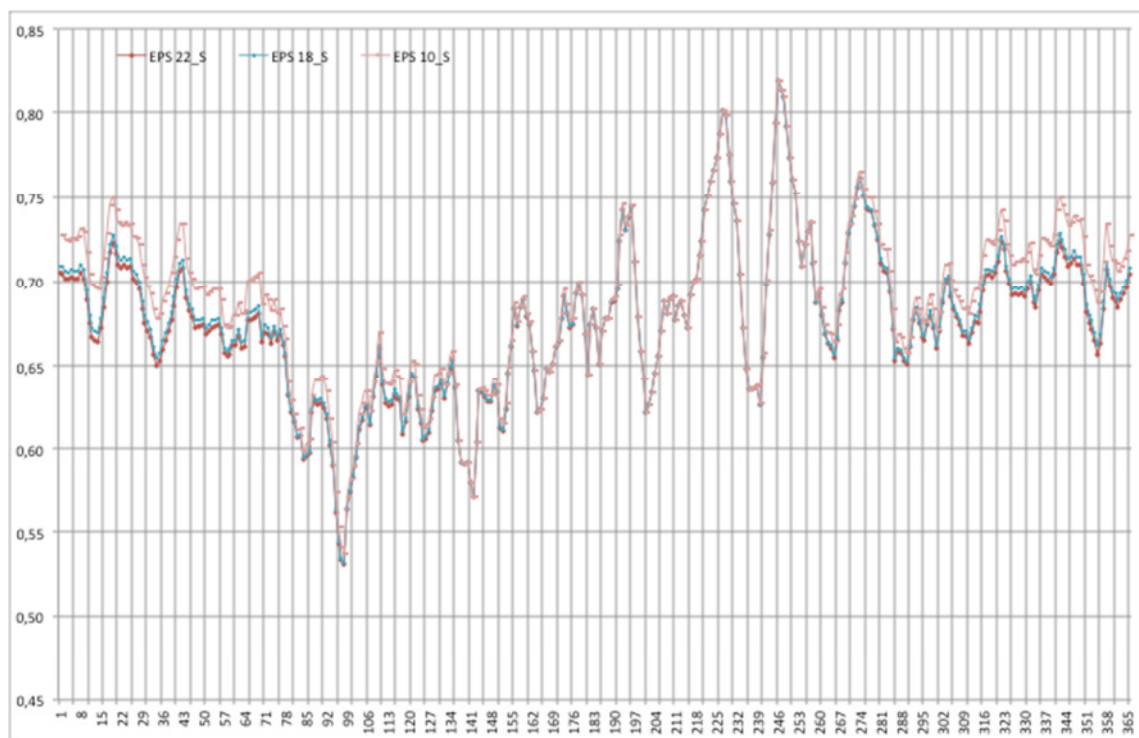


Abbildung 70: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 für BM 2 mit unterschiedlichen Dämmvarianten (Schlafraum)

Für die Berechnungen wurde die Feuchtigkeitsklasse 3 zugrunde gelegt. Dies entspricht einem $\Delta v = 0,006 \text{ kg/m}^3$. Der Mensch gibt auch während des Schlafens Feuchtigkeit ab, ca. 50 g/h. Geht man von einem Schlafzimmer von 12 m^2 aus, ergibt sich (bei einer Raumhöhe von 2,50 m) ein Volumen von 30 m^3 . Wird weiters eine Luftwechselzahl

von 0,4 zugrunde gelegt (entspricht einer dreifachen fünfminütigen Stoßlüftung), so errechnet sich bei zwei Personen ein Δv von 0,08.

Diese Annahme führt jedoch – wie aus der nachfolgenden Abbildung zu sehen ist - zu bedenklichen Ergebnissen, sogar bei Einhaltung der Mindestanforderungen an den Wärmeschutz.

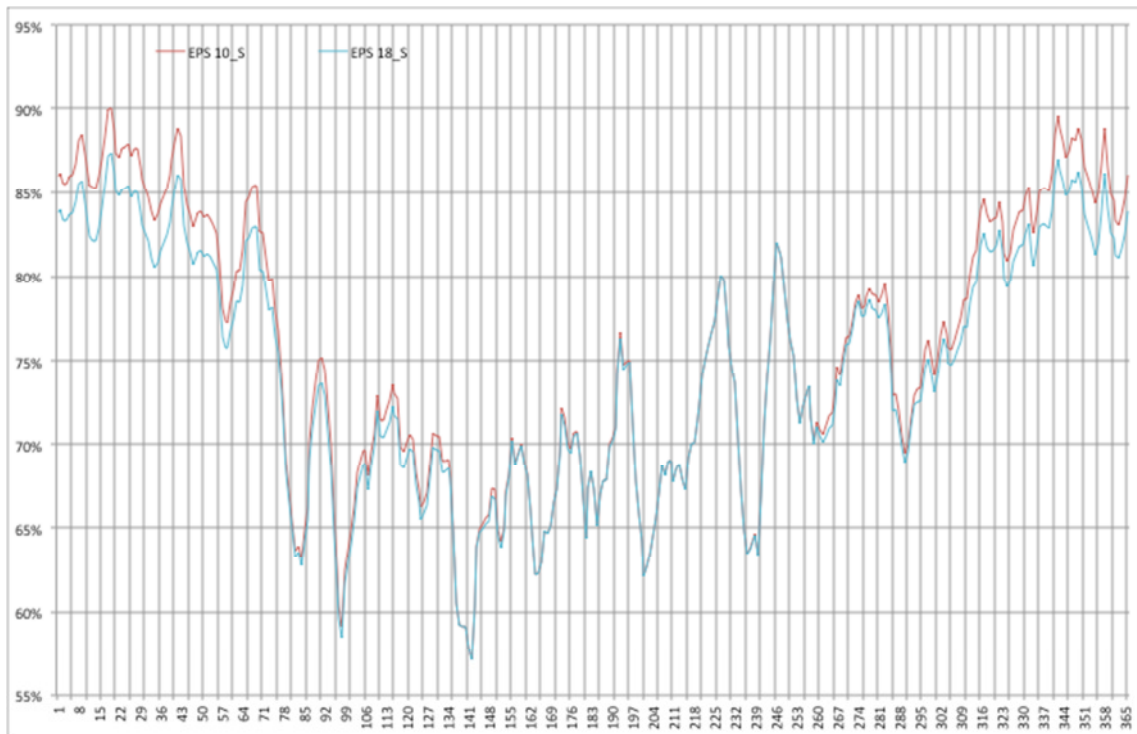


Abbildung 71: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 1 für BM 2 mit unterschiedlichen Dämmvarianten (Schlafraum) und erhöhter Raumfeuchtigkeit

Anders gestaltet sich die Situation im Raum 2. Hier liegt der „thermische“ Schwachpunkt im Anschluss zwischen Türelement und Purenitschwelle ($\lambda=0,07$). Bei entsprechenden Rahmenbedingungen zeigt sich, dass in den kälteren Jahreszeiten bedenkliche Oberflächentemperaturen entstehen. In der Praxis werden üblicherweise Holzschwellen verwendet ($\lambda=$ ca 0,20). Dadurch können kritische Oberflächentemperaturen entstehen.

Wird dieser Schwelle mit 3 cm verstärkt, führt dies zu einer wesentlichen Verbesserung der Oberflächentemperaturen, wie aus der nachfolgenden Abbildung ersichtlich ist.

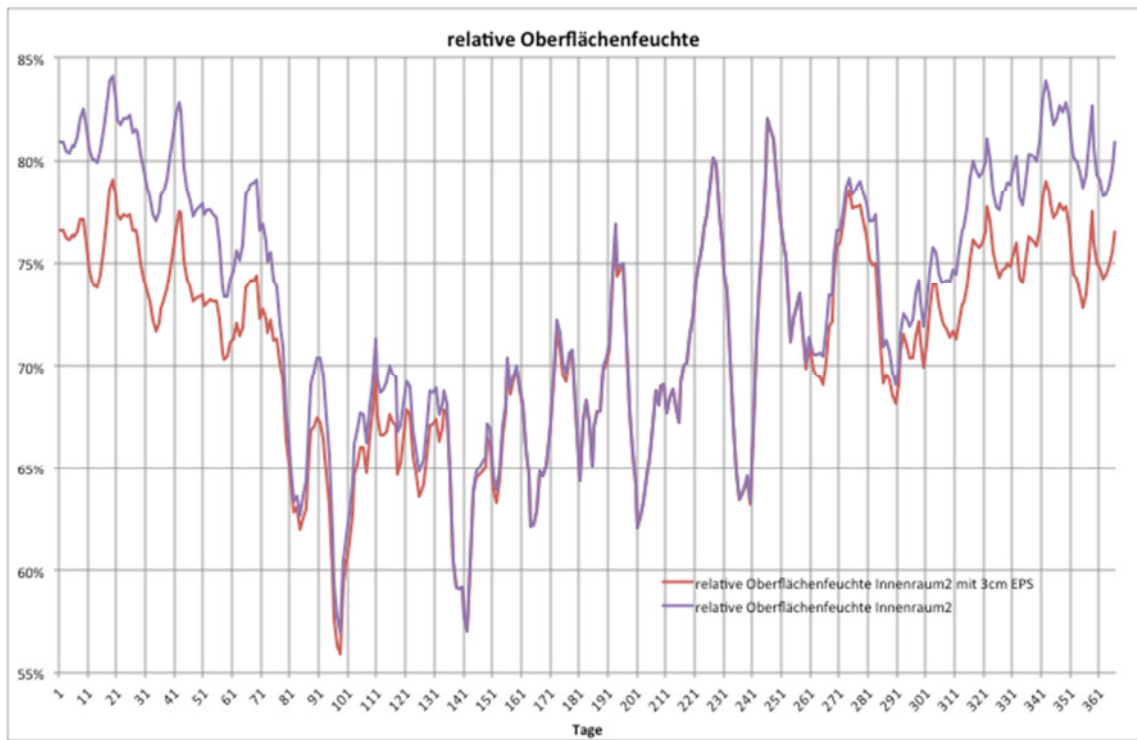


Abbildung 72: relative Oberflächenfeuchte Innenraum 2 für BM 2.1_3 mit Verbesserung des Türanschlussbereiches

4 Konstruktionslösungen

4.1 Bad und WC

In der ÖNORM B 1600 wird empfohlen, die Trennwände ergänzend in Trockenbauweise bei der Endfertigung zu errichten. Als Richtzeit für den gesamten notwendigen Arbeitsaufwand zur Entfernung der Trennwände sollte maximal ein Arbeitstag gelten. Weiters muss die Fußbodenkonstruktion unter den demontierbaren Trennelementen durchgehen.

Dabei ist auch die Werkvertragsnorm der Fliesen-, Platten- und Mosaiklegearbeiten zu beachten.

Nach Tabelle A.1 (Feuchtigkeitsbeanspruchungen) der ÖNORM B 2207 gilt bei Badezimmern die Beanspruchungsgruppe W3. Bei dieser Beanspruchungsgruppe ist die gesamte Bodenfläche abzudichten. Zusätzlich ist ein mindestens 15cm hoher Wandhochzug (inklusive Dichtband) auszuführen. Das heißt aber, dass auch bei der Trennwand im Sinne des anpassbaren Wohnbaus ein Hochzug notwendig wird. Die Schwierigkeit dabei ist, die Abdichtung so auszuführen, dass sie auch nach Entfernung der Trennwand funktioniert.

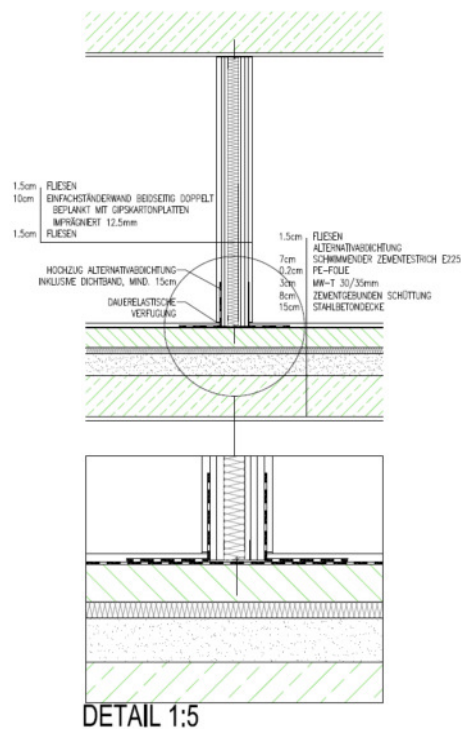


Abbildung 73: Konstruktionsdetail anpassbarer Wohnbau (Bad/WC)

Der Fliesenbelag ist im Bereich der Trennwand ausgespart. Die Abdichtung wird wie laut Norm vorgeschrieben auch an der Trennwand hochgezogen.

Bei Entfernung der Trennwand müsste man folgende Arbeitsschritte vornehmen:

- Abbruch Trockenbauwand;
- Nachbessern der Abdichtung am Boden im Trennwandbereich (z.B. dort wo vorher die Trennwand befestigt war)
und
- Fliesenbelag ergänzen.

4.2 Terrassen

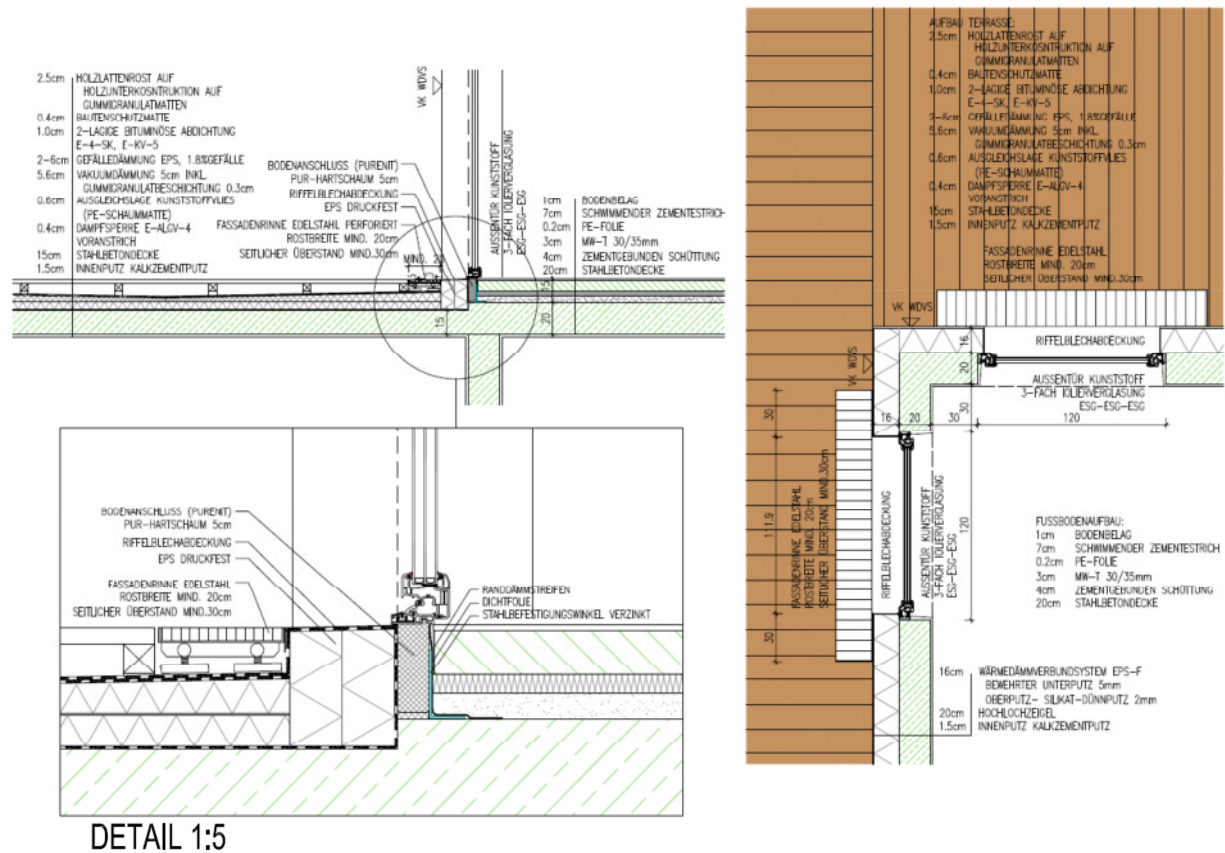


Abbildung 74: Konstruktionsdetail Terrasse

Durch die normativen Vorgaben der ÖNORM B 7220 ist auf der Außenseite der Türschwelle eine Gitterrostabdeckung mit einer Breite von mindestens 20 cm und seitlichem Überstand über die lichte Weite der Türschwelle von jeweils ca. 30 cm einzubauen, dass eine rasche Ableitung des anfallenden Niederschlages gewährleistet ist. Hier wurde eine Flachrinne ausgewählt (z.B. Aco Flachrinne).

Bei der gewählten Warmdachlösung ist die Dampfsperre auf der Decke aufzubringen und im Bereich des Türanschlusses ist ein Hochzug herzustellen. Auf dieser Dampfsperre wird die Vakuumdämmung und die Gefälledämmung (EPS) aufgebracht.

Auf dieser Dämmung wird dann die Dachhaut (2-lagige Bitumendachbahn / E-KV-4 und E-KV-5) aufgebracht. Zum Schutz der Dachhaut wird noch eine Bautenschutzmatte angebracht.

Der Bereich zwischen Purenitschwelle und Rinne wird mit einer druckfesten EPS-Dämmung (z.B. EPS-W30 / zulässige Druckspannung 4t/m²) ausgefüllt (ein Stück; ansonsten wird die erste Lage mit einem Kaltanstrich an die Purenitschwelle geklebt und die zweite Ebene wird an die erste gedübelt und geklebt). Die Dachhaut wird über diese Dämmung bis zur Türschwelle weitergezogen und mechanisch befestigt. Auf diesem Bereich wird dann zum Schutz eine Riffelblechabdeckung angebracht.

5 Schlussbemerkung

Die gegenständliche Arbeit hat sich mit 2 zentralen Fragestellungen befasst:

- Wird die Behindertennorm ÖNORM B 1600 in der Praxis eingehalten und hat die Einhaltung dieser ÖNORM Auswirkungen auf die Wohnungsgrößen?
- Führt die Einhaltung dieser Norm (unter Einhaltung von Mindestanforderungen hinsichtlich des Wärmeschutzes) zu bauphysikalisch bedenklichen Lösungen?

Im ersten Abschnitt dieser Arbeit wurden die rechtlichen und technischen Grundlagen erarbeitet.

Der zweite Abschnitt bildet den methodischen Teil der Arbeit. Es wurden Bewertungsmodelle entwickelt.

Im dritten Abschnitt wurde mittels einer Markanalyse untersucht, ob die Behindertennorm B 1600 überhaupt angewendet wird bzw. welche Auswirkungen die Anwendung derselben auf die Grundrisse hat. Aufgrund des Umstandes, dass bei 87 % der Stichprobe keine Berücksichtigung der Behindertennorm erfolgt ist, konnte keine zulässige Aussage bezüglich allfälliger Auswirkungen auf die Wohnungsgröße getroffen werden.

Die Überprüfung der Konstruktionen (Terrassenanschlüsse) in bauphysikalischer Hinsicht erfolgte mittels eines (quasi)instationären Berechnungsmodelles – welches sich an den Regelungswerken der ÖNORM B 8110-2 und ÖNORM EN ISO 13788 orientiert – wobei als Beurteilungskriterium die Schimmelfreiheit herangezogen und von Annahmen wie Innenlufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit in den Innenräumen etc. dieser Normen abgegangen wurde.

Die Ergebnisse zeigten, dass bei einer Raumnutzung als Schlafräum (Raum 1) – sogar bei normgerechten Feuchtigkeitsangaben – die Einhaltung der Mindestanforderungen an den Wärmeschutz eine Schimmelbildung nicht verhindern kann. Das Schimmelbildungsrisiko ist von der Nutzung abhängig.

Anders gestaltet sich die Situation im Raum 2. Hier liegt der „thermische“ Schwachpunkt im Anschluss zwischen Türelement und Purenitschwelle. Bei entsprechenden Rahmenbedingungen hat sich gezeigt, dass sich in den kälteren Jahreszeiten bedenkliche Oberflächentemperaturen ergeben. Wird dieser Schwelle mit 3 cm verstärkt, führt dies zu einer Entschärfung des Problems.

In der Praxis werden üblicherweise Holzschwellen verwendet. Aufgrund der Ergebnisse dieser Arbeit sollten Holzschwellen generell nicht verwendet werden.

Auf Basis dieser Ergebnisse wurden im vierten Abschnitt neue Konstruktionslösungen entwickelt.

Literaturverzeichnis

- [1] ÖNORM B 1600: Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen, Österreichisches Normungsinstitut, Wien. 2011-04-01 und 2012-02-15
- [2] ÖNORM B 7220: Dächer mit Abdichtungen – Verfahrensnorm. Österreichisches Normungsinstitut, Wien. 2002-07-01
- [3] ÖNORM B 7209: Abdichtungsarbeiten für Bauwerke – Verfahrensnorm. Österreichisches Normungsinstitut, Wien. 2002-07-01
- [4] ÖNORM B 8110-2 – Wärmeschutz im Hochbau – Teil 2: Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz – Formblatt für die Temperatur- und Wasserdampfdiffusions-Berechnung. Österreichisches Normungsinstitut, Wien. 2003-07-01.
- [5] ÖNORM B 8110-5 Wärmeschutz im Hochbau – Teil 5: Niedrig- und Niedrigstenergie- Gebäude – Anforderung und Nachweisverfahren und Nachweisverfahren. Österreichisches Normungsinstitut. Wien. 2002-12-01.
- [6] ÖNORM EN ISO 13788 Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen –Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren – Berechnungsverfahren (ISO 13788:2001). Österreichisches Normeninstitut, Wien. 2002-01-01.
- [7] ÖNORM B 2207 Fliesen-, Platten- und Mosaiklegearbeiten – Werkvertragsnorm. Österreichisches Normeninstitut, Wien. 2007 09 01
- [8] ÖNORM EN ISO 10077-1 Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 1: Vereinfachtes Verfahren (ISO 10077-1:2000). Österreichisches Normeninstitut, Wien. 2001-02-01.

- [9] ÖNORM EN ISO 10077-2 Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen (ISO 10077-2:2003). Österreichisches Normeninstitut, Wien. 2003-12-01.
- [10] ÖNORM EN ISO 13370 Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Wärmeübertragung über das Erdreich – Berechnungsverfahren (ISO 13370:1998). Österreichisches Normeninstitut, Wien. 1999-07-01.
- [11] ÖNORM EN ISO 10211-1: Wärmebrücken im Hochbau – Wärmeströme und Oberflächentemperaturen Teil 1: Allgemeine Berechnungsverfahren (ISO 10211-1:1995). Österreichisches Normeninstitut, Wien. 1996-03-01.
- [12] ISO 13789 Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient. Berechnungsverfahren (ISO 13789:1999). Österreichisches Normeninstitut, Wien. 2000-08-01.
- [13] Amt der Tiroler Landesregierung (2011): Tiroler Bauordnung 2001 TBO. LGBL 57/2011. 57. Gesetz vom 28. Juni 2011 über die Wiederverlautbarung der Tiroler Bauordnung 2001.
- [14] Amt der Tiroler Landesregierung (2007): Technische Bauvorschriften 2008 TBV. LGBL 93/2011. 93. Verordnung der Landesregierung vom 18. Dezember 2007 über die bautechnischen Erfordernisse für bauliche Anlagen sowie über Inhalt und Form des Energieausweises.
- [15] Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB) (2007): OIB-Richtlinie 6: Energieeinsparung und Wärmeschutz. OIB-300.6-038/07.
- [16] Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB) (2007): Erläuternde Bemerkungen zu OIB-Richtlinie 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ und zum OIB-Leitfaden „Energietechnisches Verhalten von Gebäuden“. OIB-300.6-038/07-001.
- [17] Sedlbauer, Klaus (2001): Vorhersage von Schimmelpilzbildung auf und in Bauteilen. Dissertation.

- [18] Pech A. & Pöhn C. (2004): Bauphysik. WienNewYork: Springer Verlag
- [19] Pech A. & Pöhn C. (2011): Bauphysik 1. Erweiterung. WienNewYork: Springer Verlag
- [20] Kreč K. (1994): – Die Lufttemperatur im unbeheizten Kellergeschoß; eine Fallstudie. WKS B 34, 42-47.
- [21] Kreč , K. (2007) – Gebäude-Wärmebilanz. Vorlesung an der Donauuniversität Krems. Department für Bauen und Wohnen, Fachbereich Architektur und Ingenieurwissenschaften. Krems an der Donau.
- [22] Kreč, K. (2000): Zur rechnerischen Erfassung des Einflusses von Wärmebrücken auf das thermische Verhalten von Gebäuden, TU Wien (2000)
- [23] Kreč K. (2007): – Wärmebrücken: Vorlesung an der Donauuniversität Krems. Department für Bauen und Wohnen, Fachbereich Architektur und Ingenieurwissenschaften. Krems an der Donau.
- [24] Gärtner H. (2012): Gewährleistung und Schadenersatz. Experte/Expertin für Schimmelpilzschäden in Gebäuden. TU Wien/TVFA.
- [25] baulinks: Wohlfühltemperatur für Innenräume. Zugriff am 26.5.2012 unter <http://www.baulinks.de/webplugin/2006/0582.php4>
- [26] Hankammer G. & Lorenz W. (2007): Schimmelpilze und Bakterien in Gebäuden. Erkennen und Beurteilen von Symptomen und Ursachen. Köln: Verlag Rudolf Müller
- [27] <http://antherm.eu/antherm> AnTherm (Wärmebrücken / Dampfdiffusionsbrücken)

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Quellen und Hilfsmittel benutzt. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches kenntlich gemacht.

Innsbruck, 2.7.2012

Ort, Datum

Unterschrift

Innsbruck, 2.7.2012

Ort, Datum

Unterschrift

Anhang

Sämtliche Detailberechnungsergebnisse befinden sich in einem gesonderten Band.