



# **Bauphysikalische und konstruktive Betrachtungen für Fuge und Anschluss am Beispiel Fenster**

Diplomarbeit zum Erwerb des akademischen Grades Diplomingenieur der  
Studienrichtung Bauingenieurwesen F610 und der Studienrichtung  
Wirtschaftsingenieurwesen-Bauwesen F620

**WALDL WALTER**

Verfasst am Institut für Hochbau und Bauphysik der Technischen Universität Graz

Betreuer der Diplomarbeit:

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Mag. Dr.jur. Dr.techn. KAUTSCH Peter

und

Dipl.-Ing. FERK Heinz

Graz, Herbst 2011

## **Danksagung**

Mein Dank gilt der Technischen Universität Graz. Besonders möchte ich mich bei Herrn Dipl.-Ing. FERK Heinz, Leiter des Labors für Bauphysik der TU Graz, für seine Betreuung bei der Erstellung meiner Diplomarbeit bedanken.

Desweiter möchte ich mich bei Herrn Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Mag. Dr.jur. Dr.techn. KAUTSCH Peter für die Begutachtung meiner Diplomarbeit bedanken.

Ein Dank geht auch an alle, die mich bei der Verfassung meiner Diplomarbeit unterstützt haben.

## Kurzfassung

Im Zuge dieser Diplomarbeit wird erörtert, was bei einem fachgerechten Fensteranschluss zu beachten ist und wie der Fenstereinbau nicht sein sollte. Es werden allgemeine Anforderungen und Grundsätze sowie Rechenbeispiele dargestellt.

Es hat sich gezeigt, dass der Anschluss der Fenster mit vielen bauphysikalischen und ausführungstechnischen Problemen behaftet ist. Wärmeschutz, Feuchteschutz, Schallschutz und vielfältige Einwirkungen auf das Fenster erfordern besondere Beachtung allgemein gültiger bauphysikalischer Regeln. Soll die Nutzungsdauer der Fenster und der Fassaden langfristig gesichert werden, müssen die wesentlichen Kriterien des Anschlusses des Fensters technisch und bauphysikalisch erkannt werden. Um Schäden zu vermeiden muss die Einbindung von Fenstern geplant werden. Der Konstruktion der fachgerechten Gestaltung der Anschlussfuge kommt also große Bedeutung zu.

*Fazit: „Der Bauanschluss des Fensters hat dieselben Anforderungen zu erfüllen, wie das Fenster selbst! Das Bauwerk kann seine Funktion nur dann erfüllen, wenn dies auch alle seine Teile können, und dazu gehört auch das Schließen der Fuge bzw. das Herstellen der Anschlüsse.“<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> FERK (2011), S.2

## Summary

In the context of this diploma thesis, it is explained what has to be considered when mounting window joins professionally, and what to avoid when mounting windows. General requirements as well as general calculation examples are presented.

It has shown that mounting windows is connected with a variety of problems related to building physics and technical realization. Thermal protection, humidity protection, noise protection and various influences on the window demand a special consideration of general valid rules of building physics. In order to guarantee a long term use of the windows and facades, the central criteria of window joins have to be recognized in terms of technical and building-physical realization. To avoid damage, the integration of windows has to be planned. Therefore the construction of the window-connecting joint's professional design is of great importance.

To sum up, *“the structural connection of the window has to fulfill the same demands as the window itself! The structure can only fulfill its function when each of its parts does so; this also includes closing the joint or producing the window joins.”*<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> FERK (2011), S.2

## **Inhaltsübersicht**

Inhaltsverzeichnis.....	6
Abbildungsverzeichnis.....	13
Abkürzungsverzeichnis.....	19
1 Zielsetzung der Arbeit.....	20
2 Fenster .....	22
3 Begriffsdefinitionen .....	40
4 Bauphysikalische Grundlagen.....	48
5 Fensterbefestigungstechnik.....	63
6 Anwendungsbeispiele.....	106
Literatur- und Quellenverzeichnis.....	140

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	6
Abbildungsverzeichnis.....	13
Abkürzungsverzeichnis.....	19
1 Zielsetzung der Arbeit.....	20
2 Fenster .....	22
2.1 Allgemeines .....	22
2.2 Fensterarten .....	24
2.2.1 Einfachfenster .....	24
2.2.2 Verbundfenster .....	25
2.2.3 Kastenfenster .....	25
2.3 Der Anschlag des Fensters.....	26
2.3.1 Innenanschlag .....	26
2.3.2 Außenanschlag.....	27
2.3.3 Montage ohne Anschlag .....	28
2.4 Falzausbildung .....	29
2.5 Blindstock .....	30
2.6 Materialien .....	31
2.6.1 Fensterprofile aus Holz .....	31
2.6.2 Fensterprofile aus Aluminium.....	34
2.6.3 Fensterprofile aus Kunststoff.....	35
2.6.4 Fensterprofile aus Stahl .....	36
2.6.5 Fensterprofile aus Holz und Aluminium .....	37
2.6.6 Fensterprofile aus Kunststoff und Aluminium.....	38
2.6.7 Fensterprofile aus Verbundwerkstoffen.....	39
2.6.8 Hochwärmegedämmte Profile.....	39

3	Begriffsdefinitionen .....	40
3.1	Fuge .....	40
3.1.1	Konstruktionsfuge .....	40
3.1.2	Bewegungsfuge .....	40
3.2	Fugenbezugsebene.....	41
3.3	Fugenprofil .....	41
3.4	Fugenbreite .....	41
3.5	Fugentiefe.....	42
3.6	Fugenflanke .....	42
3.7	Fugenzwischenraum.....	42
3.8	Kontaktfläche der Fuge .....	43
3.9	Leibung .....	44
3.10	Stockrahmen.....	45
3.11	Flügelrahmen.....	45
3.12	Stockaußenmaß.....	46
3.13	Stocklichte .....	46
3.14	Abmessungen .....	47
4	Bauphysikalische Grundlagen .....	48
4.1	Wärmeübertragung.....	48
4.1.1	Wärmestrahlung .....	48
4.1.2	Wärmeleitung .....	49
4.1.3	Wärmekonvektion.....	49
4.2	Wasserdampf.....	49
4.3	Der Partialdruck.....	52
4.4	Der Sättigungsdruck .....	53
4.5	Die relative Luftfeuchtigkeit .....	55

4.6	Die absolute Luftfeuchtigkeit .....	55
4.7	Die Taupunktstemperatur .....	55
4.8	Wärmebrücken.....	57
4.8.1	Arten von Wärmebrücken.....	58
4.8.1.1	Geometrisch bedingte Wärmebrücken.....	58
4.8.1.2	Konstruktions- bzw. materialbedingte Wärmebrücken.....	58
4.8.1.3	Massenstrombedingte Wärmebrücken .....	59
4.8.1.4	Umgebungsbedingte Wärmebrücken .....	59
4.9	Wasserdampfdiffusion .....	60
5	Fensterbefestigungstechnik.....	63
5.1	Allgemeines .....	63
5.2	Belastungen.....	63
5.2.1	Eigengewicht .....	63
5.2.2	Nutzlast .....	64
5.3	Statik und Lastabtragung.....	64
5.4	Fensterprofile .....	66
5.5	Begrenzung der Verformungen.....	67
5.6	Befestigungsmittel.....	67
5.7	Bauteilanschlussfuge .....	69
5.7.1	Toleranzen der Montage.....	72
5.7.1.1	Beispiele zu den Toleranzen für die Bauanschlussfuge gemäß Önorm B5320 (2006) .....	74
5.7.1.1.1	Beispiel 1: F10/25 Bauanschlussfuge unter Berücksichtigung der Toleranzen (Koordinationsmaß der Öffnung: 100cm) .....	74
5.7.1.1.2	Beispiel 2: F10/25 Bauanschlussfuge unter Berücksichtigung der Toleranzen (Koordinationsmaß der Öffnung: 500cm) .....	74



5.7.1.1.3	Beispiel 3: F15/30 Bauanschlussfuge unter Berücksichtigung der Toleranzen (Koordinationsmaß der Öffnung: 150cm) .....	75
5.7.1.1.4	Beispiel 4: F25/40 Bauanschlussfuge unter Berücksichtigung der Toleranzen (Koordinationsmaß der Öffnung: 200cm) .....	75
5.7.2	Stockmontage .....	76
5.7.3	Anschlussfuge Fenster-Wand.....	77
5.7.4	Einbauebene: .....	77
5.7.5	Putzanschlüsse .....	80
5.8	Abdichtung .....	81
5.8.1	Allgemeines.....	81
5.8.2	Dämmung der Anschlussfuge .....	82
5.8.3	Dichtstoffe.....	83
5.8.3.1	Fugenform .....	86
5.8.3.2	Allgemeine Durchführung von Abdichtungsarbeiten mit Dichtstoffen	88
5.8.3.2.1	Grundsätzliche Voraussetzungen .....	88
5.8.3.2.2	Allgemeiner Arbeitsablauf bei Abdichtungsmaßnahmen .....	89
5.8.4	Imprägnierte Dichtungsbänder aus Schaumkunststoffen .....	94
5.8.4.1	Fugendichtbänder und Dichtungsbahnen.....	96
5.8.4.2	Fensterbänke .....	97
5.8.4.2.1	Außenfensterbänke .....	97
5.8.4.2.2	Innenfensterbänke.....	102
5.9	Wärmedehnung bei Fensterkonstruktionen.....	103
5.9.1	Allgemeines.....	103
5.9.2	Gleichungen für feste Körper.....	104
5.9.3	Ausdehnungskoeffizient.....	104
5.9.4	Beispiel .....	105

6	Anwendungsbeispiele.....	106
6.1	Beispiel 1: Variation der Fenstereinbauebene.....	106
6.1.1	Aufgabenstellung .....	106
6.1.2	Beschreibung des Baukörperanschlusses .....	106
6.1.2.1	Außenwandkonstruktion.....	106
6.1.2.2	Fensterkonstruktion .....	106
6.1.2.3	Lage des Fensters .....	108
6.1.2.4	Befestigung am Baukörper .....	108
6.1.2.5	Äußere schlagregendichte Ausbildung.....	108
6.1.2.6	Raumseitiger luftdichter Anschluss.....	108
6.1.2.7	CAD-Pläne .....	109
6.1.3	Eingangsparameter für Wärmestromberechnung.....	112
6.1.3.1	Die wichtigsten Materialkennwerte.....	112
6.1.3.2	Temperaturen.....	112
6.1.3.3	Wärmeübergangswiderstände.....	112
6.1.4	Ergebnis.....	113
6.1.4.1	Isothermendarstellung.....	113
6.1.4.1.1	Fall 1: Einbauebene „Außen“ .....	113
6.1.4.1.2	Fall 2: Einbauebene „Mittig“ .....	116
6.1.4.1.3	Fall 3: Einbauebene „Innen“ .....	119
6.1.4.2	Temperaturfelddarstellung .....	121
6.1.5	Zusammenfassung .....	122
6.2	Beispiel 2: Eindämmen eines Holzfensters mit Aluminiumdeckschale.....	123
6.2.1	Aufgabenstellung .....	123
6.2.2	Beschreibung des Baukörperanschlusses .....	124
6.2.2.1	Außenwandkonstruktion.....	124

6.2.2.2	Fensterkonstruktion .....	124
6.2.2.3	Lage des Fensters .....	125
6.2.2.4	Befestigung am Baukörper .....	125
6.2.2.5	Äußere schlagregendichte Ausbildung.....	125
6.2.2.6	Raumseitiger luftdichter Anschluss.....	125
6.2.2.7	Zusätzliches .....	126
6.2.2.8	CAD-Pläne .....	127
6.2.3	Eingangsparameter für Wärmestromberechnung.....	129
6.2.3.1	Die wichtigsten Materialkennwerte.....	129
6.2.3.2	Temperaturen.....	129
6.2.3.3	Wärmeübergangswiderstände.....	129
6.2.4	Ergebnis.....	130
6.2.4.1	Fall 1.....	130
6.2.5	Fall 2 .....	131
6.2.6	Zusammenfassung .....	131
	Beispiel 3: Unterdämmen der äußeren Fensterbank .....	132
6.2.7	Augabenstellung .....	132
6.2.8	Beschreibung des Baukörperanschlusses .....	132
6.2.8.1	Außenwandkonstruktion.....	132
6.2.8.2	Fensterkonstruktion .....	132
6.2.8.3	Lage des Fensters .....	133
6.2.8.4	Befestigung am Baukörper .....	133
6.2.8.5	Äußere schlagregendichte Ausbildung.....	133
6.2.8.6	Raumseitiger luftdichter Anschluss.....	133
6.2.8.7	CAD-Pläne .....	134
6.2.9	Eingangsparameter für Wärmestromberechnung.....	136

6.2.9.1	Die wichtigsten Materialkennwerte.....	136
6.2.9.2	Temperaturen.....	136
6.2.9.3	Wärmeübergangswiderstände.....	136
6.2.10	Ergebnis.....	137
6.2.10.1	Isothermendarstellung .....	137
6.2.10.1.1	Fall 1: „mit Wärmedämmung“ .....	137
6.2.10.1.2	Fall 2: „ohne Wärmedämmung“ .....	138
6.2.10.2	Temperaturfelddarstellung.....	139
6.2.11	Zusammenfassung .....	139
	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	140

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Negativbeispiel aus der Praxis und zugleich Motivation für die Erstellung dieser Diplomarbeit .....	20
Abbildung 2: Fensterarten .....	24
Abbildung 3: Innenanschlag.....	26
Abbildung 4: Aussenanschlag.....	27
Abbildung 5: Anschlagsarten .....	28
Abbildung 6: Entwicklung der Falzausbildungen .....	29
Abbildung 7: Blindstock.....	30
Abbildung 8: Anwendungsbeispiel Blindstock.....	30
Abbildung 9: Produktbeispiele Fenster.....	31
Abbildung 10: Produktbeispiele Holzfenster .....	31
Abbildung 11: Falzausbildung nach ÖNorm B 5312 (1992) (Auszug) .....	33
Abbildung 12: Produktbeispiele Aluminiumfenster.....	34
Abbildung 13: Produktbeispiele Kunststofffenster.....	35
Abbildung 14: Technische Daten PVC.....	36
Abbildung 15: Technische Daten Stahl .....	36
Abbildung 16: Produktbeispiele Stahlfenster .....	37
Abbildung 17: Produktbeispiele Holz-Aluminium-Fenster .....	37
Abbildung 18: Holz-Alu-Systeme.....	38
Abbildung 19: Produktbeispiele Kunststoff-Aluminium-Fenster.....	38
Abbildung 20: Produktbeispiel hochwärmegedämmte Profile .....	39
Abbildung 21: Fuge / Anschluss .....	40
Abbildung 22: Konstruktionsfuge.....	40
Abbildung 23: Bewegungsfuge .....	41
Abbildung 24: Fugenbezugsebene .....	41
Abbildung 25: Fugenprofil.....	41
Abbildung 26: Fugenbreite.....	42
Abbildung 27: Fugentiefe .....	42
Abbildung 28: Fugenflanke .....	42
Abbildung 29: Fugenzwischenraum.....	43

Abbildung 30: Kontaktfläche der Fuge.....	43
Abbildung 31: Leibung .....	44
Abbildung 32: Stockrahmen.....	45
Abbildung 33: Flügelrahmen .....	45
Abbildung 34: Stockaußenmaß .....	46
Abbildung 35: Stocklichte .....	46
Abbildung 36: Abmessungen .....	47
Abbildung 37: Wärmeaustausch .....	48
Abbildung 38: Zusammensetzung der trockenen Luft.....	50
Abbildung 39: Maximaler Feuchtegehalt der Luft .....	50
Abbildung 40: Außenklima .....	51
Abbildung 41: Relative Luftfeuchte in geschlossenen Räumen.....	52
Abbildung 42: Taupunkttemperatur in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchte ...	53
Abbildung 43: Wasserdampf-sättigungsdruck in Abhängigkeit von der Temperatur .....	54
Abbildung 44: Relative Luftfeuchtigkeit.....	56
Abbildung 45: Beispiel "a" .....	57
Abbildung 46: Beispiel "b" .....	57
Abbildung 47: Beispiel "c" .....	57
Abbildung 48: Geometrisch bedingte Wärmebrücke .....	58
Abbildung 49: Konstruktions- bzw. materialbedingte Wärmebrücke .....	59
Abbildung 50: Feuchtetransport durch Wasserdampfdiffusion .....	60
Abbildung 51: $\mu$ -Werte unterschiedlicher Baustoffe.....	61
Abbildung 52: $\mu$ -Werte grafisch dargestellt (schematisch) .....	62
Abbildung 53: Richtige und falsche Lage der Dampfsperre.....	62
Abbildung 54: Eigenlasten.....	64
Abbildung 55: Anordnung von Trag- und Distanzklötzen .....	65
Abbildung 56: Trag- und Distanzklötze .....	65
Abbildung 57: Notwendige Befestigungspunkte gemäß RAL-Richtlinie .....	66
Abbildung 58: mögliche Befestigungsmittel .....	68
Abbildung 59: Begriffsdefinitionen [ÖNORM B 5320] .....	69
Abbildung 60: Einflüsse auf die Ausbildung der BAF .....	70
Abbildung 61: Ebenenmodell des Fensters.....	70

Abbildung 62: Zusammenhang der 3 Ebenen.....	71
Abbildung 63: Maßtoleranzen für den Fenstereinbau [ÖNORM DIN 18202].....	72
Abbildung 64: Fertigungstoleranzen [ÖNORM B 5320].....	73
Abbildung 65: Beispiel 1.....	74
Abbildung 66: Beispiel 2.....	74
Abbildung 67: Beispiel 3.....	75
Abbildung 68: Beispiel 4.....	75
Abbildung 69: Glattstrich an Leibungsfläche .....	76
Abbildung 70: Stockmontage .....	77
Abbildung 71: 10°C Isothermenverlauf bei verschiedenen Einbauebenen in einer monolithischen Außenwandkonstruktion (schematisch) .....	78
Abbildung 72: Tauwasser-Wahrscheinlichkeit an der Fensterinnenseite .....	79
Abbildung 73: Putzanschlussprofile .....	80
Abbildung 74: Einfluss der Fugenbreite auf das verwendete Abdichtungssystem .....	81
Abbildung 75: Abdichtungssysteme.....	82
Abbildung 76: Einteilung der Dichtstoffe.....	83
Abbildung 77: Fugenbreite bei elastischen Dichtstoffen [ÖNORM B 5320].....	84
Abbildung 78: Mindestfugenbreiten für Anschlußfugen mit Dichtstoff [nach DIN].....	84
Abbildung 79: Verwendungsbereich der Dichtstoffe [ÖNORM B 5320].....	85
Abbildung 80: Erforderlicher Dichtungsquerschnitt [ÖNorm B 5320].....	85
Abbildung 81: Zwei- und Drei-Flanken-Haftung .....	86
Abbildung 82: Bewegungsaufnahme (Dehnfähigkeit) von Dichtstoffen .....	86
Abbildung 83: Anschlußfuge .....	86
Abbildung 84: Ausbildung einer Stoßfuge für dauerelastische Dichtstoffe .....	87
Abbildung 85: Beanspruchungsgruppen nach DIN 18542 .....	87
Abbildung 86: Ausbildung einer Bewegungsfuge mit Dichtstoff und Hinterfüllmaterial .....	88
Abbildung 87: Dichtstoff mit Trennmittel.....	89
Abbildung 88: Strangweises Einbringen des Dichtstoffes.....	90
Abbildung 89: Arbeitsabfolge bei der Abdichtung mit elastischen Dichtstoffen .....	91
Abbildung 90: Begriffserläuterung Dichtstoffe 1/2 .....	92
Abbildung 91: Begriffserläuterung Dichtstoffe 2/2 .....	93

Abbildung 92: Produktbeispiel Dichtungsbänder aus Schaumkunststoffen .....	94
Abbildung 93: Anwendungsbeispiel von imprägnierten Dichtbändern .....	94
Abbildung 94: Mindestfugenbreite für Anschlussfugen mit imprägnierten Schaumstoffbändern [DIN] .....	95
Abbildung 95: Verwendung von raumseitigen Dichtbändern .....	96
Abbildung 96: Produktbeispiel Fugendichtbänder .....	96
Abbildung 97: Beispiel für zu geringen Überstand der Abtropfkante .....	97
Abbildung 98: Unzureichender seitlicher Außenfensterbankanschluss 01 (Praxisbeispiel) .....	98
Abbildung 99: Unzureichender seitlicher Außenfensterbankanschluss 02 (Praxisbeispiel) .....	98
Abbildung 100: Metall-Außenfensterbank inklusive Sicherung gegen Abheben durch Wind .....	99
Abbildung 101: Aluminium-Außenfensterbanksystem der Firma BUG-Alutechnik .....	99
Abbildung 102: Befestigung einer Aluminium-Außenfensterbank.....	100
Abbildung 103: Beispiel für schlecht versetzte Außenfensterbänke (siehe Schlagschatten) .....	100
Abbildung 104: Außenfensterbänke .....	101
Abbildung 105: Innenfensterbänke .....	102
Abbildung 106: Auswirkungen auf die Luftströmung durch Innenfensterbänke .....	102
Abbildung 107: Wärmedehnung.....	103
Abbildung 108: Praxisbeispiel Temperaturdehnung .....	104
Abbildung 109: Gleichung für lineare Wärmedehnung.....	104
Abbildung 110: Längenausdehnungskoeffizient.....	105
Abbildung 111: Auswirkung der Fenstereinbauebene .....	106
Abbildung 112: Wandaufbau Beispiel 1.....	106
Abbildung 113: Vereinfachung des geometrischen Modells.....	107
Abbildung 114: Vereinfachung des geometrischen Modells.....	107
Abbildung 115: Lage des Fensters .....	108
Abbildung 116: Detail Beispiel 1 "Sturz" .....	109
Abbildung 117: Detail Beispiel 1 "Parapet" .....	110
Abbildung 118: Detail Beispiel 1 "Leibung" .....	111



Abbildung 119: Materialkennwerte für Beispiel 1.....	112
Abbildung 120: Verwendete Temperaturen.....	112
Abbildung 121: Konventionelle Wärmeübergangswiderstände.....	112
Abbildung 122: Isothermenverlauf Fall 1 "Parapet".....	113
Abbildung 123: Isothermenverlauf Fall 1 "Sturz".....	114
Abbildung 124: Isothermenverlauf Fall 1 "Leibung".....	115
Abbildung 125: Isothermenverlauf Fall 2 "Leibung".....	116
Abbildung 126: Isothermenverlauf Fall 2 "Sturz".....	117
Abbildung 127: Isothermenverlauf Fall 2 "Leibung".....	118
Abbildung 128: Isothermenverlauf Fall 3 "Parapet".....	119
Abbildung 129: Isothermenverlauf Fall 3 "Sturz".....	120
Abbildung 130: Isothermenverlauf Fall 3 "Leibung".....	121
Abbildung 131: Temperaturfelddarstellung Fall 1 bis 3 "Sturz".....	121
Abbildung 132: Temperaturfelddarstellung Fall 1 bis 3 "Leibung".....	122
Abbildung 133: Temperaturfelddarstellung Fall 1 bis 3 "Parapet".....	122
Abbildung 134: Auswirkung der Fenstereinbauebene (Links: Fall 1 / Rechts: Fall 2)...	123
Abbildung 135: Wandaufbau Beispiel 2.....	124
Abbildung 136: Vereinfachung des geometrischen Modells.....	124
Abbildung 137: Schallübertragung.....	126
Abbildung 138: Detail Fall 1.....	127
Abbildung 139: Detail Fall 2.....	128
Abbildung 140: Materialkennwerte für Beispiel 1.....	129
Abbildung 141: Verwendete Temperaturen.....	129
Abbildung 142: Konventionelle Wärmeübergangswiderstände.....	129
Abbildung 143: Isothermenverlauf und Temperaturfelddarstellung Fall 1.....	130
Abbildung 144: Isothermenverlauf und Temperaturfelddarstellung Fall 2.....	131
Abbildung 145: Unterdämmen der äußeren Fensterbank.....	132
Abbildung 146: Wandaufbau Beispiel 1.....	132
Abbildung 147: Vereinfachung des geometrischen Modells.....	133
Abbildung 148: Detail / Beispiel 3 / Fall 1.....	134
Abbildung 149: Detail / Beispiel 3 / Fall 2.....	135
Abbildung 150: Materialkennwerte für Beispiel 1.....	136

Abbildung 151: Verwendete Temperaturen.....	136
Abbildung 152: Konventionelle Wärmeübergangswiderstände.....	136
Abbildung 153: Isothermenverlauf / Beispiel 3 / Fall 1 .....	137
Abbildung 154: Isothermenverlauf / Beispiel 3 / Fall 2 .....	138
Abbildung 155: Temperaturfelddarstellung Beispiel 3 / Fall 1 (Lnks) / Fall 2 (Rechts).	139

## Abkürzungsverzeichnis

<b>Abkürzung</b>	<b>Erklärung</b>
CNC	Computerized Numerical Control
OSB	<b>o</b> riented <b>s</b> trand (bzw. structural) <b>b</b> oard
TUG	<b>T</b> echnische <b>U</b> niversität <b>G</b> raz
OIB	<b>O</b> esterreichisches <b>I</b> nstitut für <b>B</b> autechnik
FAF	<b>F</b> enster <b>a</b> nschluss <b>f</b> uge
MDF	<b>M</b> itteldichte <b>H</b> olzfaserplatte
WDVS	<b>W</b> ärmedämm <b>v</b> erbund <b>s</b> ystem

## 1 Zielsetzung der Arbeit

Mit dieser Diplomarbeit möchte ich aufzeigen, dass es beim Bauen im Grunde genommen immer um Details geht. Egal ob Eigenheim, Kloster oder Blockhütte, bei jedem Bau und in jeder Bauphase geht es um Architektur, Umgang mit Materialien, Technologie und Details. Diese Details sichern letztendlich dem Bauwerk seinen Stellenwert.<sup>3</sup>



**Abbildung 1: Negativbeispiel aus der Praxis und zugleich Motivation für die Erstellung dieser Diplomarbeit**

Ich möchte verdeutlichen, wie wichtig es ist in diesem Bereich fachlich richtig zu arbeiten. Die Fensterfuge ist von entscheidender Relevanz sowohl in ökologischer als auch in ökonomischer Hinsicht. Sie sichert Werte und ist daher von großer Bedeutung.

Denn, die Gebrauchstauglichkeit, die Funktionstüchtigkeit und auch die Lebenserwartung von Fenstern steht und fällt mit der Anschlussausbildung, also mit der Gestaltung der Fensterfuge.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> DOMENIG (2002), S.22

<sup>4</sup> RAL, S.11

Schwerwiegende Bauschäden an den angrenzenden Bauteilen hängen in ganz erheblichem Maße vom richtigen Einbau des Fensters ab. Durch den Bauanschluss des Fensters kann das Eindringen von Niederschlagswasser und das Entstehen von Tauwasserbildung erheblich verhindert oder gefördert werden.<sup>5</sup>

Auch für die Wohnqualität ist die Anschlussfuge von wesentlicher Bedeutung, denn *„niemand möchte heute ein undichtes Fenster, bei dem der Wind durch die Fugen pfeift, Eisblumen an den Fensterscheiben auftreten und es zu Schimmelbildung kommt; und natürlich soll der Fensterflügel beim Öffnen auch nicht herausfallen.“*<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> NEUMANN (2003), S.351

<sup>6</sup> FERK (2011), S.2

## 2 Fenster

### 2.1 Allgemeines

Fenster stellen Öffnungen in der Außenhaut eines Baukörpers dar. Ihre primäre Aufgabe besteht in der natürlichen Belichtung, in der Belüftung der Räume und in der Schaffung von Ausblick bzw. Einblick. Sie gehören zu den technisch kompliziertesten Bauwerksteilen überhaupt und ihr Einbau erfordert spezielles Fachwissen. Aus bauphysikalischer Sicht verkörpern Fenster Schwachstellen der Gebäudehülle. Daher müssen Fenster zusätzlich auch die kompletten Aufgaben der Außenhaut übernehmen. Dies wiederum stellt sehr hohe Anforderungen an die Ausbildung der Fensterkonstruktion selbst und den Anschluss an den Raumbildner.<sup>7</sup>

Heutige Fensterkonstruktionen haben in der Regel folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Belichtung in Abhängigkeit der Raumnutzung
- Schaffung von Ausblick in das Umfeld bzw. Einblick in das Gebäudeinnere
- Architektonisches Gestaltungselement des Innen- und Außenraums
- Ermöglichen des erforderlichen Luftwechsels in Abhängigkeit der Raumnutzung
- Öffnungsmöglichkeit zur Ermöglichung von Kommunikation und Reinigung
- Optimierung des Energiehaushaltes im Laufe der Jahreszeiten
- Witterungsschutzaufgaben von Außen (Schlagregendichtheit)
- Beständigkeit gegen Wasserdampfbeanspruchung von Innen (Tauwasserschutz)
- Wärmeschutz
- Schallschutz
- Brandschutz
- Mechanischer Widerstand gegen Windlast und Lasten aus Benutzung<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> PECH (2005), S.1

<sup>8</sup> PECH (2005), S.1 / Gamerith (2005), S.12

Beim Widerstand gegen Windlast spielt die Rahmendurchbiegung der Fenster die wesentliche Rolle.

Bei der Schlagregendichtheit handelt es sich um den Schutz, den ein Fenster gegenüber Windstärke, Regenmenge und Beanspruchungsdauer gegen das Eindringen von Wasser in das Gebäudeinnere bietet.

Die Schlagregendichtheit eines Fensters wird wesentlich bestimmt durch:

- Ausbildung der Falze zwischen Stock- und Flügelrahmen
- Art und Lage der Falzdichtungen
- Entwässerung des Falzraums
- Druckausgleich zwischen Außenluft und Falzraum

Beim Tauwasserschutz ging man bisher davon aus, dass bei vorübergehender übermäßiger Raumluftfeuchte diese durch Undichtheiten der Fenster, sowie deren Bauanschlussfugen bis zu einem gewissen Maße ausgeglichen wurde. Die Reduzierung der Lüftungswärmeverluste, welche primär der Energieeinsparung dienen sollte, hat einen erheblichen Einfluss auf den Feuchtehaushalt der Gebäude. Auch die Dichtheit der Anschlussfuge ist von entscheidender Wichtigkeit für die Schalldämmung der Fenster. Um diesen neuen Anforderungen gerecht zu werden, wird zukünftig die Verwendung von zusätzlichen, genau steuerbaren Lüftungseinrichtungen nicht zu vermeiden sein.<sup>9</sup>

Diese hohen technischen Anforderungen reduzieren jedoch die Nutzungsdauer der Fenster dramatisch. Somit ist nach heutigem Maßstab ein Gesamtfenstertausch alle 25 bis 30 Jahre erforderlich. Fensterkonstruktionen sind folglich Verschleißteile der Gebäudehülle und sind als solche zu konstruieren. Ein einfaches Ein- bzw. Ausbauen der Fenster muss daher das Ziel sein.<sup>10</sup>

Frei nach dem Motto *„Was schneller kaputt wird soll ressourcenschonend beschaffbar sein und leicht auswechselbar und problemlos entsorgbar sein.“*<sup>11</sup>

---

<sup>9</sup> SCHMITT (2001), S.341 bis 349

<sup>10</sup> GAMERITH (2005), S.15

<sup>11</sup> GAMERITH (2005), S.15

## 2.2 Fensterarten

Ausgehend vom Einfachfenster mit Einfachverglasung haben sich im Laufe der Zeit unterschiedliche Fenstertypen entwickelt. Nennenswerte Konstruktionsarten sind das Einfachfenster, das Verbundfenster, das Doppelfenster und das Kastenfenster.<sup>12</sup>

Der Vollständigkeit halber werden diese Fensterarten kurz erwähnt, in weiterer Folge beschäftigt sich diese Diplomarbeit jedoch hauptsächlich mit dem Einfachfenster, da dieses den heutigen Standardtyp des Fensters darstellt. Die verwendete Verglasung richtete sich nach den gestellten Anforderungen. Fenster mit Isolierverglasungen werden in den Materialien Holz, Holz-Alu, Kunststoff, Holz-Kunststoff, Alu, Alu-Kunststoff und Stahl hergestellt.

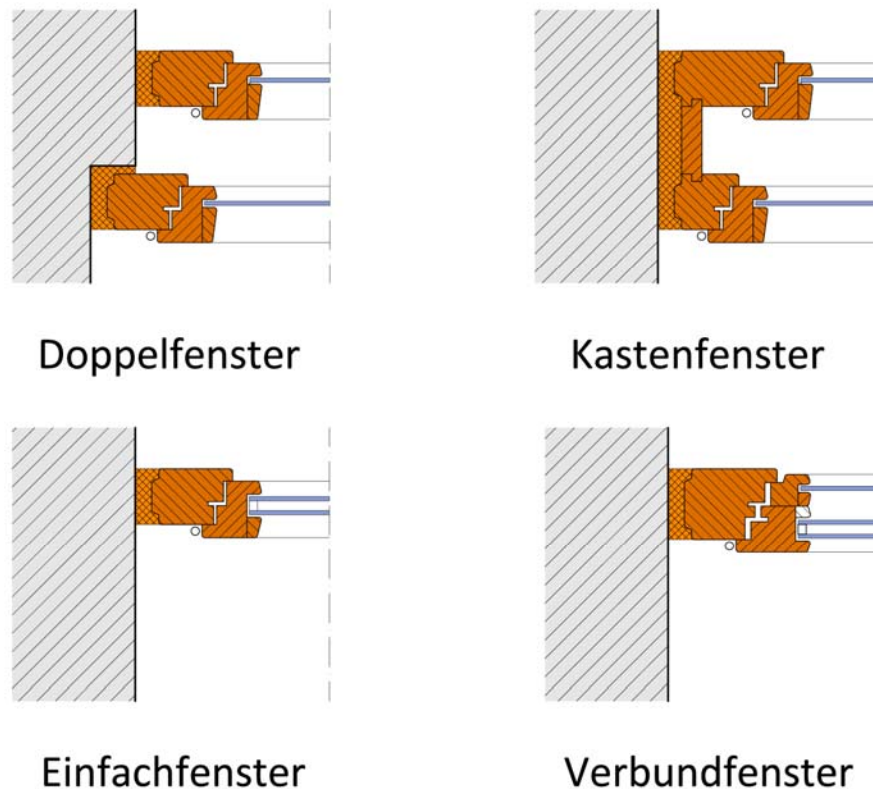


Abbildung 2: Fensterarten

### 2.2.1 Einfachfenster<sup>13</sup>

Beim Einfachfenster handelt es sich um ein Fenster welches aus einem einfachen Stockrahmen und einfachen Flügeln besteht. Einfachfenster werden sowohl für

<sup>12</sup> PECH (2005), S.28

<sup>13</sup> ÖNORM B 5306 (1990), S.2



Einfach- als auch für Isolierverglasung verwendet. Einfachfenster mit Isolierverglasung stellen die heutige Standardform des Fensters dar.

### **2.2.2 Verbundfenster<sup>14</sup>**

Das Verbundfenster ist eine Konstruktion bei der der Flügel aus zwei miteinander verbundenen Teilflügeln besteht. Dadurch ergeben sich Vorteile gegenüber dem Einfachfenster hinsichtlich Wärmeschutz und Schallschutz. Auch die Reinigungsmöglichkeit des Innenraums stellt einen Vorteil dar. Grundvoraussetzung für eine dauerhafte Funktion ist jedoch die Kondenswasserfreiheit des Zwischenraums. Verbundfenster finden heute vermehrt Einsatz als hochwertige Schallschutzfenster.

### **2.2.3 Kastenfenster<sup>15</sup>**

Dieses ist ein Fenster welches aus zwei einfachen, mit Abstand hintereinanderliegenden und miteinander verbundenen Stockrahmen besteht. Die mit Einfach- oder Isolierverglasungen versehenen Flügel besitzen eigene Drehpunkte. Beim Kastenfenster unterscheidet man zwei Varianten, nämlich den „Wiener Typ“ und den „Grazer Typ“. Beim Wiener Typ gehen beide Flügel nach Innen auf, beim Grazer Typ hingegen gehen die inneren Flügel nach Innen, die äußeren Flügel nach Außen auf. Heute finden Kastenfenster wieder häufiger Verwendung in der Renovierung denkmalgeschützter Fassaden und bei Altbauten.

---

<sup>14</sup> ÖNORM B 5306 (1990), S.2

<sup>15</sup> ÖNORM B 5306 (1990), S.2

## 2.3 Der Anschlag des Fensters

Unterschieden wird zwischen dem Innenschlag, dem Außenanschlag und der Montage ohne Anschlag.<sup>16</sup>

### 2.3.1 Innenanschlag

Leibungen mit innerem Anschlag erfordern zusätzlichen Aufwand bei der Ausführung. Meistens sind besondere Anschlagsteine notwendig. Aber vor allem bei Fassaden mit äußerer Wärmedämmung ist der Einbau mit Anschlag vorteilhaft. Die erforderliche Stockaufdoppelung ergibt entsprechend breite Innenansichtsflächen.<sup>17</sup>

Beim Innenanschlag erfolgt die Montage von der Innenseite des Raumes her. Die Umsetzung ist mit oder ohne Blindstock denkbar. Es sind fast alle Positionen des Fensterelements im Bezug auf die Fensterebene möglich.<sup>18</sup>

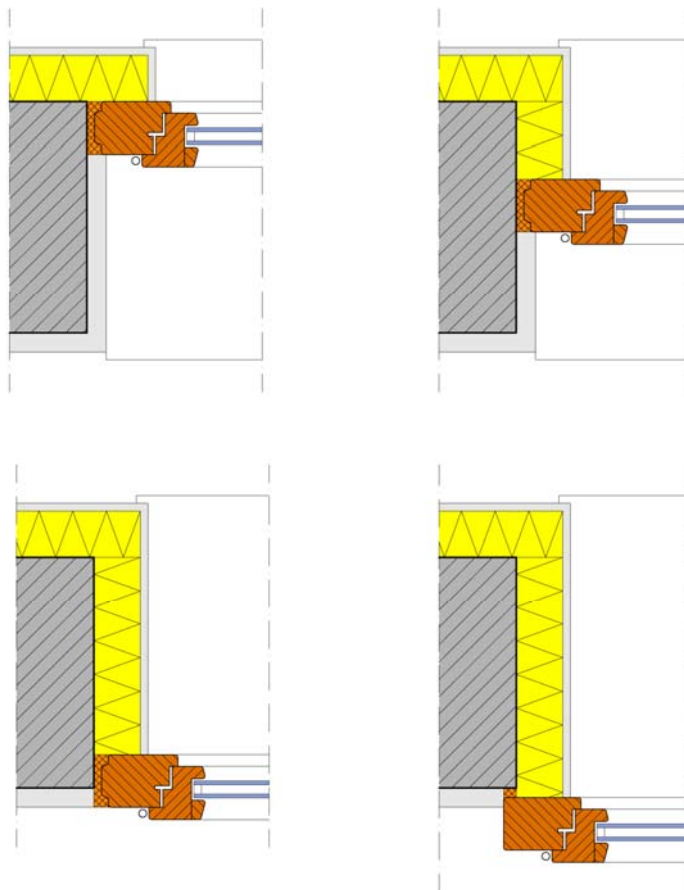


Abbildung 3: Innenanschlag

<sup>16</sup> PECH (2005), S.14

<sup>17</sup> SCHMITT (2001), S.337 bis 338

<sup>18</sup> PECH (2005), S.14

### 2.3.2 Außenanschlag

Hier erfolgt die Montage von Außen über ein Montagegerüst. Auch hier ist die Ausführung mit oder ohne Blindstock möglich. Mit der Außenmontage, bei der das Fensterelement direkt in der Wärmedämmebene zu liegen kommt, ist es möglich plane Fassadenstrukturen zu erzielen. Dadurch kommt das Fenster direkt im bewitterten Bereich zu liegen, welches wiederum höhere Anforderungen an die Schlagregendichtheit der Bauteilanschlussfuge stellt.<sup>19</sup>

Baugeschichtlich ist die Leibung mit äußerem Anschlag vor allem in den sturmreichen nordeuropäischen Küstengebieten entstanden.<sup>20</sup>

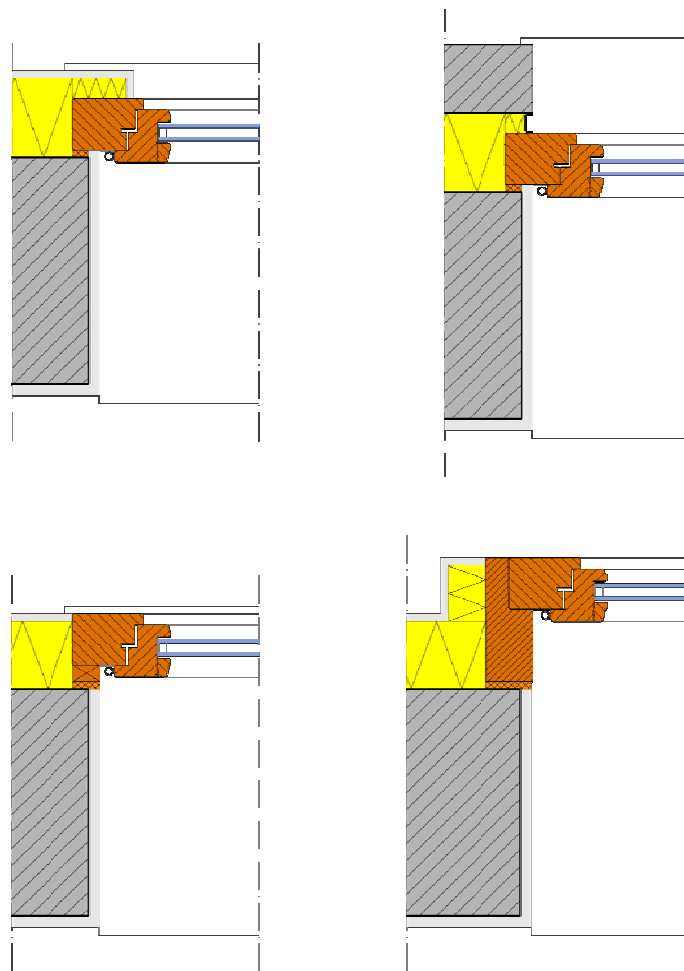


Abbildung 4: Aussenanschlag

<sup>19</sup> PECH (2005), S.15

<sup>20</sup> SCHMITT(2011), S.338

### 2.3.3 Montage ohne Anschlag<sup>21</sup>

Fensterleibungen ohne Anschlag sind einfach herzustellen und ermöglichen schmale Rahmenprofile. Die Bauwerksanschlüsse erfordern hier besondere Sorgfalt bei der Herstellung. Als Einbauhilfen können Anschlagwinkel aus Metall verwendet werden, welche zusätzlich auch die Funktion einer Putzleiste erfüllen können. Bei starker Beanspruchung durch Schlagregen und Winddruck bzw. -sog sind anschlaglose Fensterleibungen eher problematisch.

Desweiteren gibt es noch die Möglichkeit die Anschlagsart auf Grund der Lage des Fensters im Wandquerschnitt zu bestimmen. Hier unterscheidet man zwischen Außenanschlag, Mittelanschlag und Innenanschlag.<sup>22</sup>

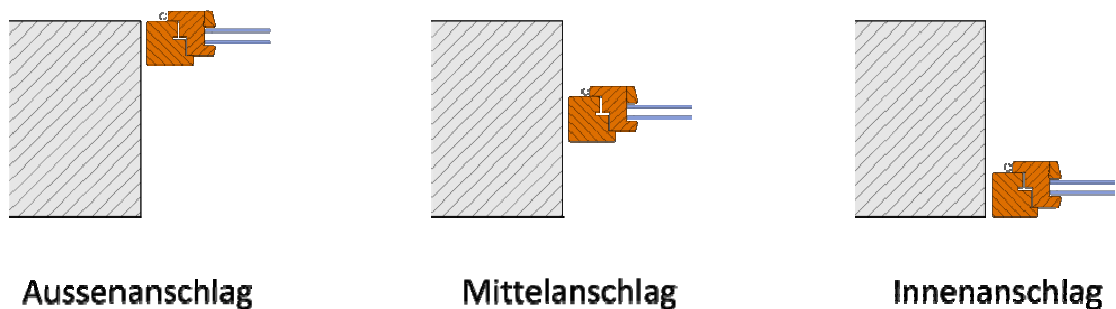


Abbildung 5: Anschlagsarten

---

<sup>21</sup> SCHMITT (2001), S.337

<sup>22</sup> GAMERITH (2005), S.22

## 2.4 Falzausbildung<sup>23</sup>

Als Falz bezeichnet man die konstruktive Ausbildung des Übergriffes zwischen Flügel und Stock bzw. Flügel und Flügel. Bei der Ausbildung des Falzes ist besonders auf Schlagregensicherheit und die Sicherheit gegen Wind und Wasser zu achten. Ein Fensterfalz kann mit ein bis drei unterschiedlichen Dichtebenen ausgeführt werden. Die Falzdichtungen befinden sich umlaufen zwischen Flügel und Stock und müssen auch in den Ecken dicht miteinander verbunden sein. Fälze haben auch die Aufgabe fertigungstechnische wie auch materialbedingte Toleranzen zwischen Flügel und Stock auszugleichen. Auch Relativverschiebungen zwischen Fensterflügel und Fensterstock müssen von der Dichtung schadlos überstanden und auch ermöglicht werden.

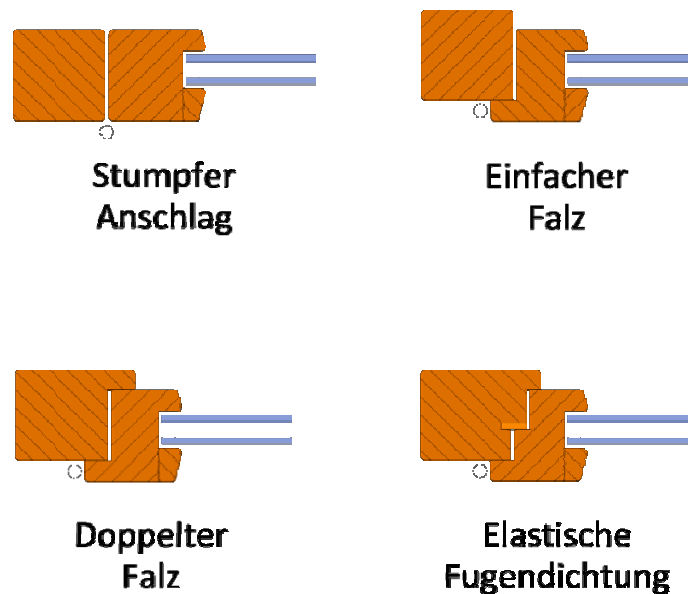


Abbildung 6: Entwicklung der Falzausbildungen

<sup>23</sup> PECH (2005), S.28 bis 29

## 2.5 Blindstock<sup>24</sup>

Der Blindstock ist ein mit der Wand fest verbundener Hilfsrahmen der zur Befestigung des Fensters dient. Dieser kann relativ rasch nach den Naturmaßen des Rohbaus gefertigt werden und wirkt sich somit positiv auf den Bauablauf aus. Blindstöcke können als Putzlehren verwendet werden und bieten den Vorteil, dass die Fenster im Zuge der Fassaden- und Putzarbeiten nicht verschmutzt oder beschädigt werden können. Auch das Vorhandensein von gleichen Lochgrößen wird durch den Einsatz von Blindstöcken gewährleistet, da die Ungenauigkeiten des Rohbaus bereits durch die Blindstöcke selbst ausgeglichen werden. Nachteilig wirken sich nur der erhöhte Materialverbrauch, der erhöhte Arbeitsaufwand sowie der breitere Rahmen aus.

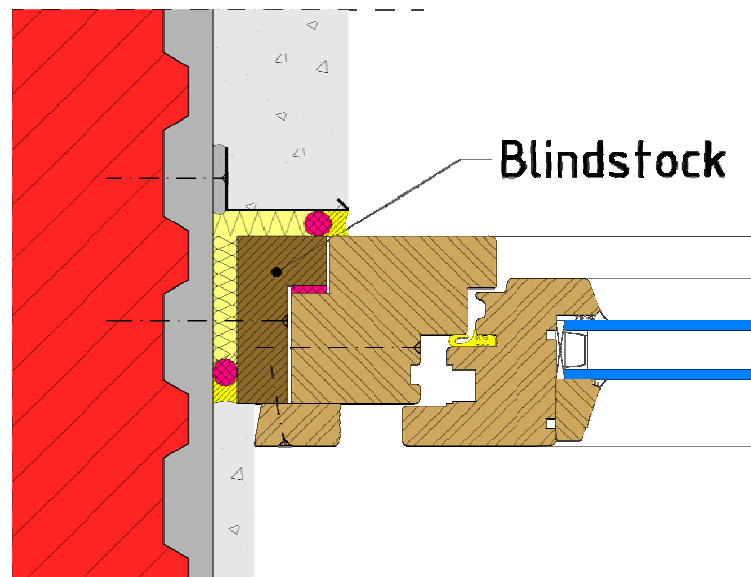


Abbildung 7: Blindstock



Abbildung 8: Anwendungsbeispiel Blindstock

<sup>24</sup> GAMERITH (2005), S.26 / PECH (2005), S.16

## 2.6 Materialien

Fensterprofile sind jene Elemente aus denen der Stock- und der Flügelrahmen gefertigt werden.



Abbildung 9: Produktbeispiele Fenster<sup>25</sup>

Hierfür kommen die Materialien Holz, Aluminium, Kunststoff und Stahl, sowie unterschiedliche Kombinationen dieser Materialien, zum Einsatz.<sup>26</sup>

### 2.6.1 Fensterprofile aus Holz<sup>27</sup>

Holz ist mit Sicherheit der älteste Rahmenwerkstoff für Fenster überhaupt. Zum Einsatz kommen sowohl Nadelhölzer (z.B. Fichte, Kiefer und Lärche) als auch Laubhölzer (z.B. Eiche).



Abbildung 10: Produktbeispiele Holzfenster<sup>28</sup>

---

<sup>25</sup> www.bezirksbegleiter.at (Mai 2011)

<sup>26</sup> GAMERITH (2005), S.157

<sup>27</sup> GAMERITH (2005), S.158 bis 164 / Pech (2005), S.32 bis 40

KENNWERTE	EINHEIT	HOLZART									
		Fichte	Kiefer	Lärche	Tanne	Birke	Buche	Eiche	Esche	Pappel	Robinie
Rohedichte $\rho_0$	[kg/m <sup>3</sup> ]	410	510	550	410	640	680	670	670	410	730
Schwindmaß Längsrichtung $\beta_{l,max}$	[%]	0,3	0,4	0,3	0,1	0,6	0,3	0,4	0,2	0,3	0,1
Schwindmaß Radial $\beta_{r,max}$	[%]	3,6	4,0	3,3	3,8	5,3	5,8	4,0-4,6	5,0	5,2	3,9-4,4
Schwindmaß Tangential $\beta_{t,max}$	[%]	7,8	7,7	7,8	7,6	7,8-8,2	11,8	7,8-10,0	8	8,3	5,8-6,9
Elastizitätsmodul ( $E_i$ )	[N/mm <sup>2</sup> ]	12.500	12.000	13.800	11.000	16.500	16.000	13.000	13.400	8.800	13.600
Zugfestigkeit $f_{t,0}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	77	104	107	84	137	135	90	165	77	148
Zugfestigkeit $f_{t,90}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	2,7	3,0	2,3	2,3	7	7,0	4	7,0	1,7-2,8	4,3
Druckfestigkeit $f_{c,0}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	44	55	55	47	51	62	61	52	30-35	73
Biegezugfestigkeit $f_m$	[N/mm <sup>2</sup> ]	95	100	99	73	147	123	88	120	60	150
Brinellhärte $H_{3,0}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	32	40	53	30	49	72	66	65	30	74
Brinellhärte $H_{3,90}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	12	19	19	16	23	34	34	38	10	48
Wärmeleitfähigkeit $\lambda$	[W/(m*K)]	0,11	0,14		0,12	1,4	0,16	0,13-0,20	0,17	0,12-0,13	0,14
Gleichgewichtsfeuchte (20°C / 37% rel. LF)	[%]	7,0	7,0	8,4	7,1	6,9	7,3	8,9	7,3	7,1	7,3
Gleichgewichtsfeuchte (20°C / 83% rel. LF)	[%]	16,4	15,3	17,1	16,9	16,1	15,7	17,2	16,5	16,7	14,8

Abbildung 7: Kennwerte von Holz nach ÖNORM B 3012 (Auszug)<sup>29</sup>

Da es sich bei Holz um ein Naturprodukt handelt ist mit gewissen materialspezifischen Abweichungen zu rechnen. Temperaturabhängige Längenänderungen spielen bei Holz keine Rolle. Jedoch sind feuchtigkeitsabhängige Querschnittsänderungen zu berücksichtigen, da Holz im ständigen Feuchteausaustausch mit seinem Umgebungsklima steht. Aus diesem Grund ist besonders auf den konstruktiven Holzschutz zu achten. Um ein möglichst optimales Quell- und Schwindverhalten zu gewährleisten, sollte man für Fenster nur kerngeschnittenes Holz verwenden. Entscheidend für die Dauerhaftigkeit sind der konstruktive und der chemische Holzschutz.

#### Zur konstruktiven Ausbildung des Fensters:

- Die Bemessung der Profile erfolgt nach den Regeln der Mechanik und ist zum Großteil abhängig von Fenstergröße und Windbelastung. Wichtigste Forderung an die Profilform ist das schnelle und sichere Ableiten von anfallender Feuchtigkeit. Die erforderlichen Abmessungen richten sich nach der erforderlichen Beanspruchungsgruppe die es zu erfüllen gilt gemäß Ö-Norm B 5300.
- Holzflächen die der Witterung frei ausgesetzt sind, sollten eine Neigung von mindestens 15° aufweisen, um somit ein rasches Ableiten des Wassers ermöglichen.
- Offene Fugen sind Kapillarfugen vorzuziehen.

<sup>28</sup> www.mzfenster-tueren.de (Mai 2011)

<sup>29</sup> ÖNORM B 3012 – Ausgabe 2003-12-01



- Profilkanten sollten einen Ausradiusradius von mindestens 2,5mm erhalten, um somit etwaige Beschichtungen zu ermöglichen.
- Ausbildung einer ordnungsgemäßen Regenschutzschiene (siehe Ö-Norm B 5312).
- Die Eckverbindung wird heute mit Zwei- oder Dreifachzapfen ausgeführt.
- Innerhalb des Falzraumes sind Dampfdruckausgleichsbohrungen in allen 4 Ecken herzustellen.

Der chemische Holzschutz wird durch lasierende oder deckende Anstriche erreicht. Die Beschichtung des Holzes hat den Sinn den Ligninabbau durch UV-Licht zu verhindern. Es ist jedoch darauf zu achten, dass dunkle Anstriche Oberflächentemperaturen von bis zu 80°C verursachen können. Üblicherweise müssen diese Beschichtungen alle 2 bis 5 Jahre erneuert bzw. ausgebessert werden.

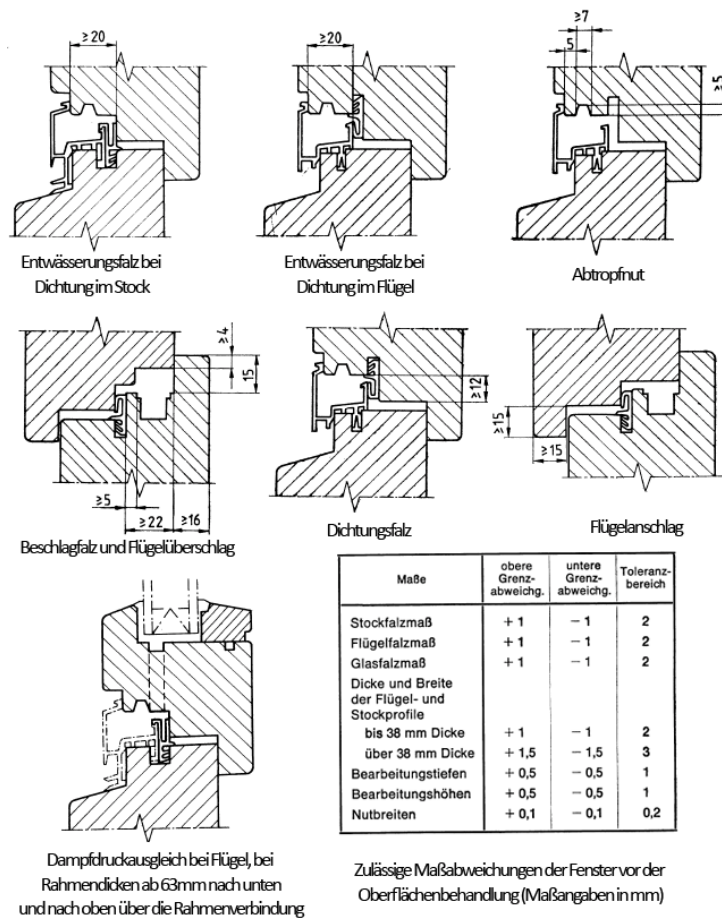


Abbildung 11: Falzausbildung nach ÖNorm B 5312 (1992) (Auszug)<sup>30</sup>

<sup>30</sup> ÖNORM B5312 (1991), S.5 bis 6

### 2.6.2 Fensterprofile aus Aluminium<sup>31</sup>

Eine hohe Ausführungsqualität mit gleichzeitig vielseitiger Gestaltungsmöglichkeit zeichnet das Aluminiumfenster aus. Aluminium hat im Vergleich zu Stahl ein wesentlich geringeres Gewicht, welches etwa dem Gewicht von Glas oder Schwebeton entspricht. Die sehr hohe Wärmeleitfähigkeit macht eine thermische Trennung mittels Kunststoffstegen notwendig.



Abbildung 12: Produktbeispiele Aluminiumfenster<sup>32</sup>

Den relativ hohen Anschaffungskosten stehen eher geringe Unterhaltskosten gegenüber. Nachteilig und bei der Konstruktion zu beachten ist die mögliche Kontaktkorrosion mit anderen Metallen wie Stahl oder Nirosta. Weiters lässt sich Aluminium schwer schweißen und der geringe E-Modul erfordert größere Querschnitte als man es z.B. von Stahl her kennt. Aluminium bildet in der natürlichen Atmosphäre eine Oxidschicht aus, die jedoch als Korrosionsschutz für höhere Belastungen (z.B. Industriatmosphäre) nicht geeignet ist. Aus diesem Grund sollte man die natürliche Oxidationsschicht mittels Eloxieren verstärken oder die Profile mit organischen Lacken beschichten. Das Schweißen der Aluminiumprofile muss vor der Beschichtung erfolgen. Die Verglasung erfolgt hauptsächlich trocken.

---

<sup>31</sup> GAMERITH (2005), S.165 bis 168 / Pech (2005), S.40 bis 41

<sup>32</sup> [www.mzfenster-tueren.de](http://www.mzfenster-tueren.de) / [www.stabil.at](http://www.stabil.at) / [www.maton.at](http://www.maton.at) (Juni 2011)

KENNWERTE	ALUMINIUM	EINHEIT
Dichte $\rho$	2.700	[kg/m <sup>3</sup> ]
Wärmeausdehnungskoeffizient $\alpha$	$24 \times 10^{-6}$	[1/K]
Elastizitätsmodul E	$7 \times 10^4$	[N/mm <sup>2</sup> ]
Wärmeleitfähigkeit $\lambda$	200	[W/(m*K)]
Schmelzbereich	ca. 640	[°C]

Abbildung 8: Technische Daten Aluminium<sup>33</sup>

### 2.6.3 Fensterprofile aus Kunststoff<sup>34</sup>

Als Grundstoff für Kunststofffenster dienen meistens Thermoplaste. Im Vergleich zu Duroplaste, welche bei Erwärmung formstabil bleiben, werden Thermoplaste unter Hitze geformt und sind auch schweißbar. Polypropylen hat sich bis heute nicht gegenüber PVC durchsetzen können. Mittels Extruder wird das gewünschte Profil erstellt und die Eckverbindung erfolgt mittels Kleb- oder Schweißverbindung.

Abbildung 13: Produktbeispiele Kunststofffenster<sup>35</sup>

Eigentlich stellt ein PCV-Fenster einen Verbundwerkstoff aus Kunststoff und Stahl dar. Sämtliche statischen Anforderungen werden durch den Stahl übernommen. Das Fünfkammersystem stellt den heutigen Standard dar. Das heißt ihre nötige Stabilität und Steifigkeit erreichen Kunstprofile in der Regel durch eingelegte Stahlprofile. Der große Vorteil des Kunststoffprofils liegt in seiner wartungsfreien Oberfläche. Nachteilig

<sup>33</sup> GAMERITH (2005), S.165

<sup>34</sup> GAMERITH (2005), S.169 bis 172 / PECH (2005), S.43 bis 45

<sup>35</sup> [www.mzfenster-tueren.de](http://www.mzfenster-tueren.de) / [www.perfecthome.at](http://www.perfecthome.at) / [www.admin.oknotherm.cz](http://www.admin.oknotherm.cz) (Mai 2011)

wirkt sich seine Wärmedehnung (ist bei Kunststofffenstern am stärksten und kann mit 6mm/m angenommen werden) und seine Farbbeständigkeit aus. Dunkle Farben bleichen eher aus und der Kunststoff versprödet leichter als dies bei hellen Farben der Fall ist. Verglast wird meist trocken.

KENNWERTE	PVC	EINHEIT
Dichte $\rho$	1.400	[kg/m <sup>3</sup> ]
Wärmeausdehnungskoeffizient $\alpha$	$70 \times 10^{-6}$	[1/K]
Elastizitätsmodul E [f(Temperatur)]	3	[kN/mm <sup>2</sup> ]
Wärmeleitfähigkeit $\lambda$	ca. 0,15	[W/(m*K)]
Zugfestigkeit (nach DIN 53455)	50	[N/mm <sup>2</sup> ]
Dehnung bei Bruch (nach DIN 53455)	70	[%]

Abbildung 14: Technische Daten PVC<sup>36</sup>

#### 2.6.4 Fensterprofile aus Stahl<sup>37</sup>

Als Grundmaterial für Stahlfensterprofile kommt meist Stahl in der Qualität S235 zum Einsatz.

KENNWERTE	STAHL	EINHEIT
Dichte $\rho$	7.850	[kg/m <sup>3</sup> ]
Wärmeausdehnungskoeffizient $\alpha$	$12 \times 10^{-6}$	[1/K]
Elastizitätsmodul E	$21 \times 10^4$	[N/mm <sup>2</sup> ]
Wärmeleitfähigkeit $\lambda$	50	[W/(m*K)]
Schmelzbereich	$\leq 1536$	[°C]

Abbildung 15: Technische Daten Stahl<sup>38</sup>

Es handelt sich hierbei um warmgewalzte Formrohre in den unterschiedlichsten Geometrien. Fensterprofile aus Stahl weisen jedoch eine weit einfachere Geometrie auf, als Profile aus Aluminium. Die hohe Steifigkeit von Stahl führt zu geringen Wanddicken, welche wiederum das Schweißen erschweren und nachträgliches Richten meist erforderlich machen. Fensterprofile aus Stahl, die keine thermische Trennung besitzen, werden nur für untergeordnete Zwecke eingesetzt.

<sup>36</sup> GAMERITH (2005), S.167

<sup>37</sup> GAMERITH (2005), S.173 bis 175 / PECH (2005), S.46

<sup>38</sup> Schneider (2006), S.8.2 ff



Abbildung 16: Produktbeispiele Stahlfenster<sup>39</sup>

Wichtig bei der Verwendung von Stahlprofilen ist der Korrosionsschutz, welcher entweder durch entsprechende Legierungen (Corten-Stahl) oder durch den eher selten angewendeten kathodischen Schutz erreicht wird. Oberflächenbeschichtungen können sowohl organisch, metallisch aber auch anorganischer Natur sein. Verglast wird in der Regel nass.

### 2.6.5 Fensterprofile aus Holz und Aluminium<sup>40</sup>

Mit Holz-Alu-Fenster versucht man die Vorteile beider Materialien zu verbinden. Die unterschiedlichen Wärmedehnungen der beiden Materialien macht es jedoch notwendig dem Aluminium volle Dehnungsfreiheit zu ermöglichen um Knarrgeräusche zu vermeiden. Die Eckverbindung der stranggepressten Aluminiumprofile erfolgt entweder durch Einsetzen eines Metallwinkels und Vernieten des Profils mit dem Winkel oder durch Stumpfschweißung.



Abbildung 17: Produktbeispiele Holz-Aluminium-Fenster<sup>41</sup>

---

<sup>39</sup> [www.reynaers.com](http://www.reynaers.com) / [www.thewindowman.ca.uk](http://www.thewindowman.ca.uk) / [www.reynaers.com](http://www.reynaers.com) (Juni 2011)

<sup>40</sup> GAMERITH (2005), S.176 bis 179 / PECH (2005), S.41 bis 42

Beim Holz-Alu-Fenster unterscheidet man 2 Systeme, die sich durch die Lage der Glasebene unterscheiden.

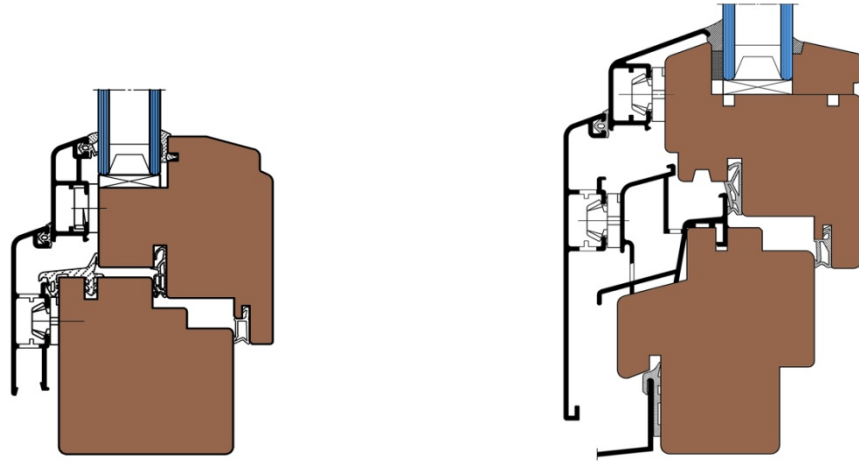


Abbildung 18: Holz-Alu-Systeme<sup>42</sup>

Bei der meist Trockenverglasung muss für die Glasfälze eine Entwässerung vorgesehen werden, da man nicht davon ausgehen kann, dass das Dichtungssystem 100% wasser- bzw. dampfdicht ist. Auch ein Dampfausgleich zwischen Falz und Außenluft muss bestehen. Der Abstand der Scheibe vom Falzgrund muss daher mindestens 5mm betragen.

### 2.6.6 Fensterprofile aus Kunststoff und Aluminium<sup>43</sup>

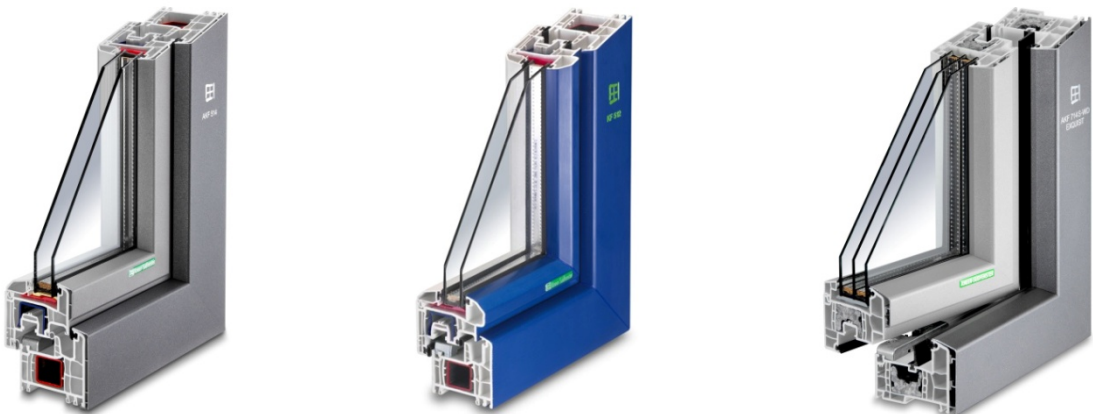


Abbildung 19: Produktbeispiele Kunststoff-Aluminium-Fenster

---

<sup>41</sup> [www.fenstertuerenholzwelt.de](http://www.fenstertuerenholzwelt.de) / [www.peine-fenster.de](http://www.peine-fenster.de) / [www.fenster-baeurle.de](http://www.fenster-baeurle.de) (Mai 2011)

<sup>42</sup> [www.gutmann.de](http://www.gutmann.de) (Mai 2011)

<sup>43</sup> GAMERITH (2005), S.179 / PECH (2005), S.47 bis 48

Es besteht auch die Möglichkeit Kunststofffenster mit Aluminiumschalen zu kombinieren. Wie von Kunststofffenstern her bekannt, werden die statischen Aufgaben von einem eingelegten Stahlprofil übernommen. Vorteile ergeben sich im verbesserten Witterungsschutz und den unterschiedlichen Farbmöglichkeiten. Kunststoffaluminiumfenster finden hauptsächlich als Schallschutzfenster im Hochpreissegment Verwendung.

### 2.6.7 Fensterprofile aus Verbundwerkstoffen<sup>44</sup>

Verbundwerkstoffprofile bestehen aus einer Kombination aus Holz, Holzwerkstoffe und Kunststoff und dergleichen. Auf einen Stahlkern zur Verstärkung kann verzichtet werden. Preislich sind sie im Bereich der konventionellen Holzfenster anzutreffen.

### 2.6.8 Hochwärmegedämmte Profile<sup>45</sup>

Diese zeichnen sich durch einen hohen Anschaffungspreis, hohen Wärmeschutz und unhandlichen Profilquerschnitten aus.



Abbildung 20: Produktbeispiel hochwärmegedämmte Profile<sup>46</sup>

---

<sup>44</sup> PECH (2005), S.48

<sup>45</sup> PECH (2005), S.49

<sup>46</sup> [www.ladenstein.danubeweb.at](http://www.ladenstein.danubeweb.at) (Mai 2011)

### 3 Begriffsdefinitionen

#### 3.1 Fuge<sup>47</sup>

Eine Fuge ist ein gewollter oder toleranzbedingter Spalt bzw. Zwischenraum zwischen zwei Bauteilen oder Materialien.

Wird die Fuge geschlossen so entsteht ein Anschluss.

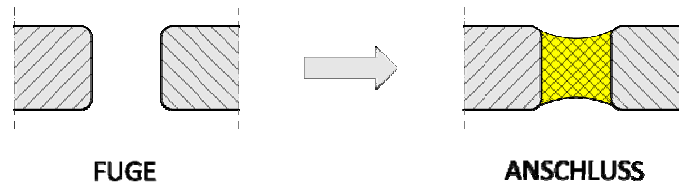


Abbildung 21: Fuge / Anschluss

Man unterscheidet zwischen Konstruktions- und Bewegungsfugen.

##### 3.1.1 Konstruktionsfuge

Bei Konstruktionsfugen treten keine bzw. nur sehr geringe Bewegungen auf. Sie dienen optischen Gesichtspunkten oder Helfen bei der Optimierung des Arbeitsablaufes. Zu den Konstruktionsfugen zählt unter anderem die Arbeitsfuge, welche eine arbeitsbedingte Trennfläche zwischen Bauteilen darstellt.

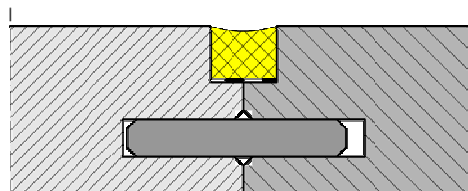


Abbildung 22: Konstruktionsfuge

##### 3.1.2 Bewegungsfuge

Eine Bewegungsfuge ist eine Fuge zur Unterbrechung von Bauteilen um Spannungsrisse, welche durch unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten der verwendeten Materialien oder die lastbedingten Längenänderungen hervorgerufen werden, vorzubeugen. Bei Bewegungsfugen ist mit einer Veränderung der Fugenbreite während der Nutzungsdauer zu rechnen. Bewegungsfugen werden auch als Dehn-

<sup>47</sup> Wikipedia (September 2011), „Fuge (Bauwesen)“



oder Dilatationsfugen bezeichnet. Bei der Fensteranschlussfuge handelt es sich um eine Bewegungsfuge.

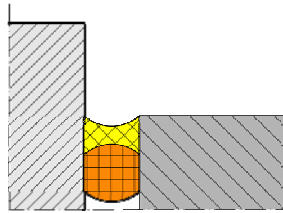


Abbildung 23: Bewegungsfuge

### 3.2 Fugenbezugsebene

„Theoretische Bezugsebene, von der aus die jeweilige Lage der Fugenprofile angrenzender Bauteile und/oder dazugehöriger Fugenprodukte bestimmt werden kann.“<sup>48</sup>

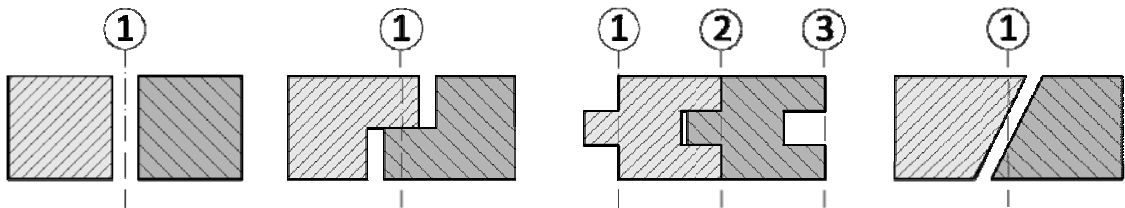


Abbildung 24: Fugenbezugsebene

### 3.3 Fugenprofil

„Teil des Querschnitts eines angrenzenden Bauteils, der zur Fuge beiträgt.“<sup>49</sup>

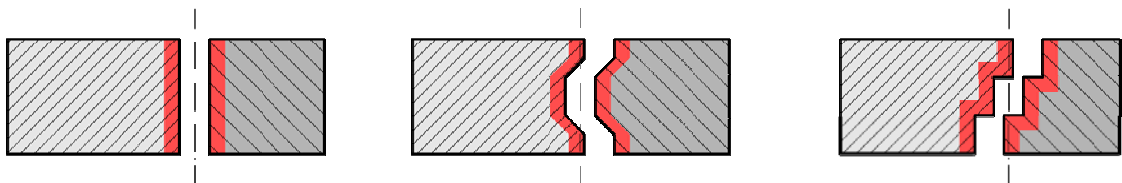


Abbildung 25: Fugenprofil

### 3.4 Fugenbreite

„Abmessung(en) quer zur Fuge, rechtwinklig zur Fugenbezugsebene gemessen. In Abhängigkeit von ihrer Ausbildung kann eine Fuge eine oder mehrere Fugenbreiten aufweisen.“<sup>50</sup>

<sup>48</sup> ÖNORM ISO 2444 (2000), S.3

<sup>49</sup> ÖNORM ISO 2444 (2000), S.3

<sup>50</sup> ÖNORM ISO 2444 (2000), S.3

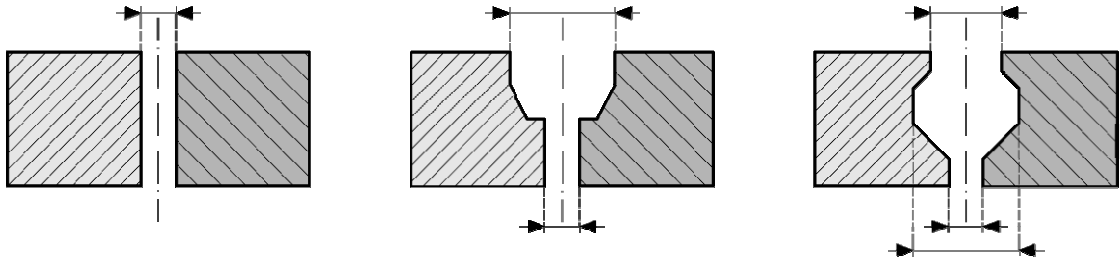


Abbildung 26: Fugenbreite

### 3.5 Fugentiefe

„Abmessung(en) quer zur Fuge, parallel zur Fugenbezugsebene gemessen. In Abhängigkeit von ihrer Ausbildung kann eine Fuge eine oder mehrere Fugentiefen aufweisen. Eine Fugentiefe kann z.B. für jede Fugenbreite gelten.“<sup>51</sup>

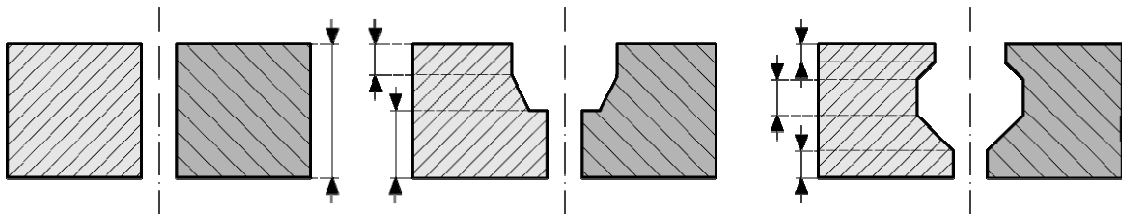


Abbildung 27: Fugentiefe

### 3.6 Fugenflanke

„Der (die) Teil(e) der Oberfläche eines Fugenprofils, der (die) für die Passung berücksichtigt wird (werden).“<sup>52</sup>

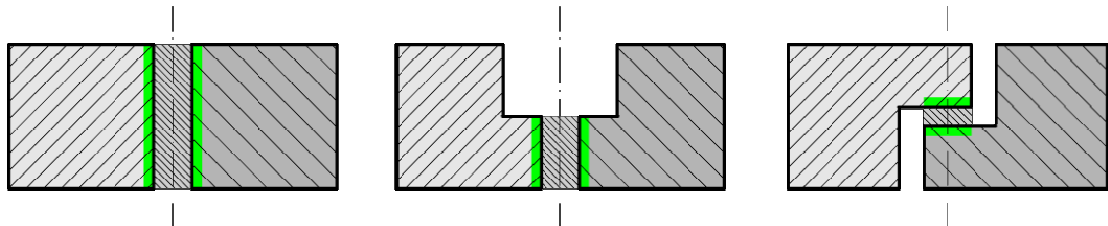


Abbildung 28: Fugenflanke

### 3.7 Fugenzwischenraum

„Abstand zwischen den Fugenflanken angrenzender Bauteile, d.h. die Fugenbreite(n), die für die Passung berücksichtigt wird (werden).“<sup>53</sup>

<sup>51</sup> ÖNORM ISO 2444 (2000), S.5

<sup>52</sup> ÖNORM ISO 2444 (2000), S.5

<sup>53</sup> ÖNORM ISO 2444 (2000), S.5

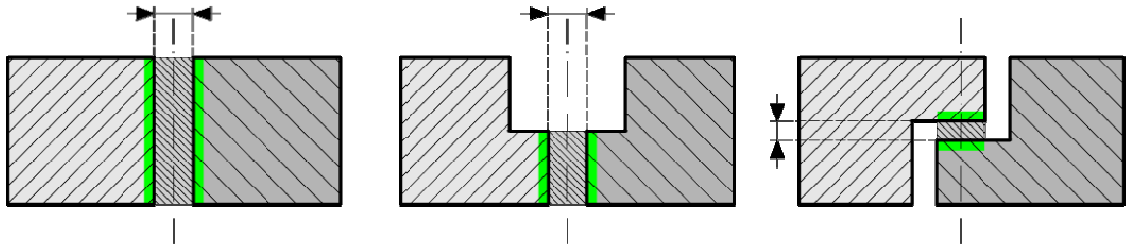


Abbildung 29: Fugenzwischenraum

### 3.8 Kontaktfläche der Fuge

„Derjenige Teil der Oberfläche des Fugenprofils, der das Fugenprodukt oder den angrenzenden Bauteil berührt.“<sup>54</sup>

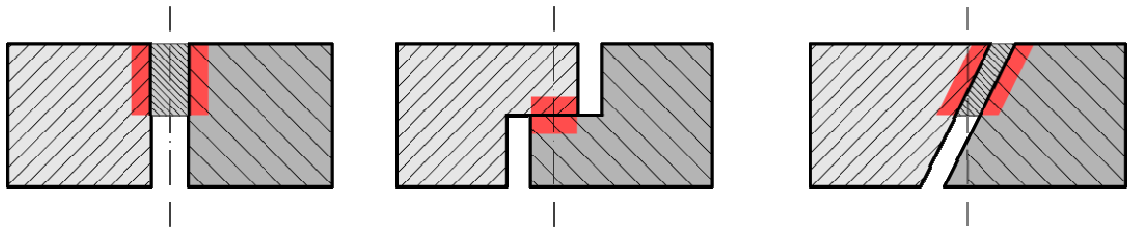
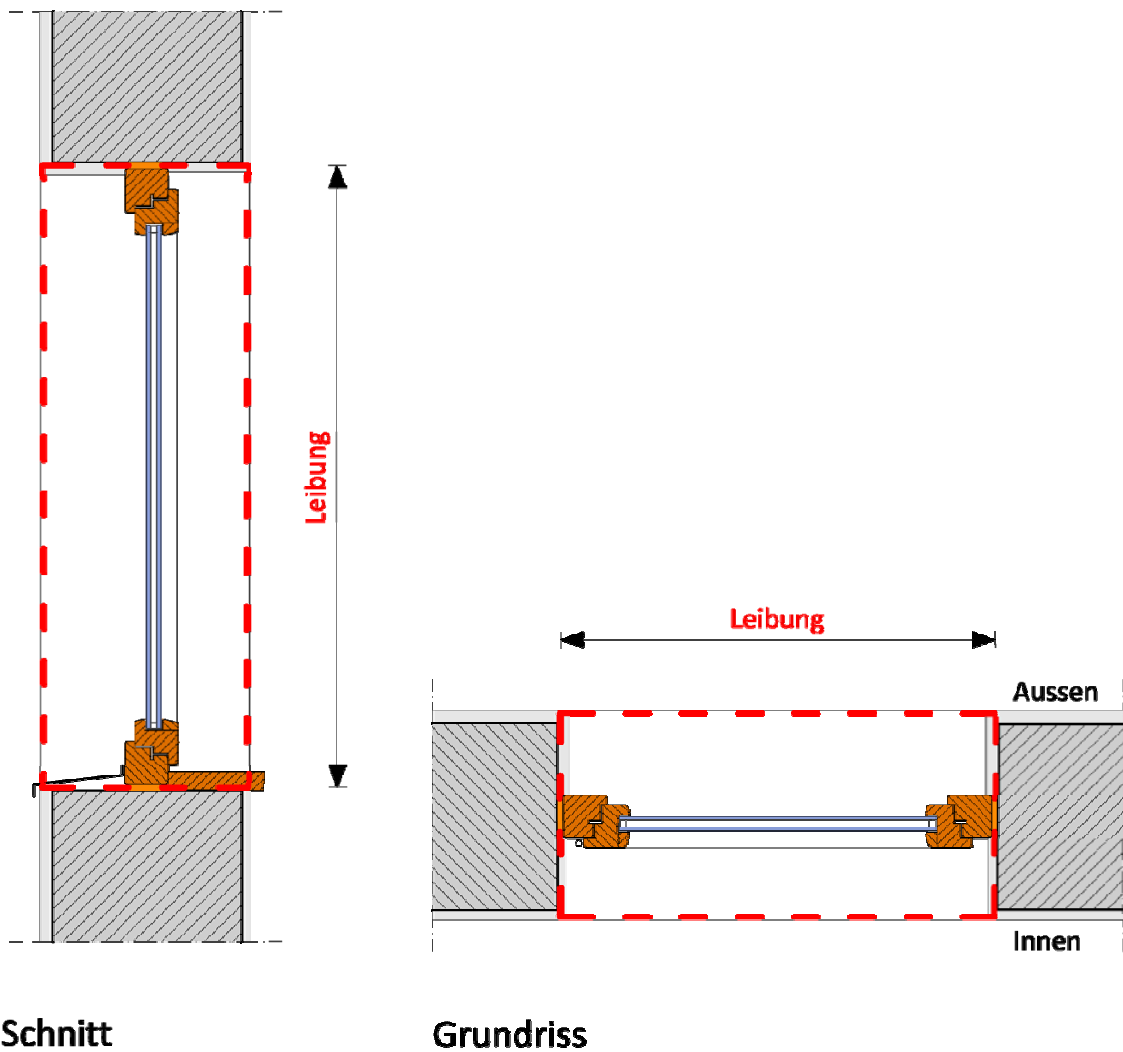


Abbildung 30: Kontaktfläche der Fuge

<sup>54</sup> ÖNORM ISO 2444 (2000), S.6

### 3.9 Leibung<sup>55</sup>

Als Leibung wird der Wandquerschnitt an einer Fensteröffnung bezeichnet. Man unterscheidet die innere und die äußere Leibungsfläche.



Schnitt

Grundriss

Abbildung 31: Leibung

<sup>55</sup> GAMERITH (2005), S.38

### 3.10 Stockrahmen<sup>56</sup>

Der Stockrahmen ist ein mit dem Bauwerk fest verbundener Rahmen, der entweder verglast ist, an dem Flügelrahmen oder weitere Teile befestigt ist.

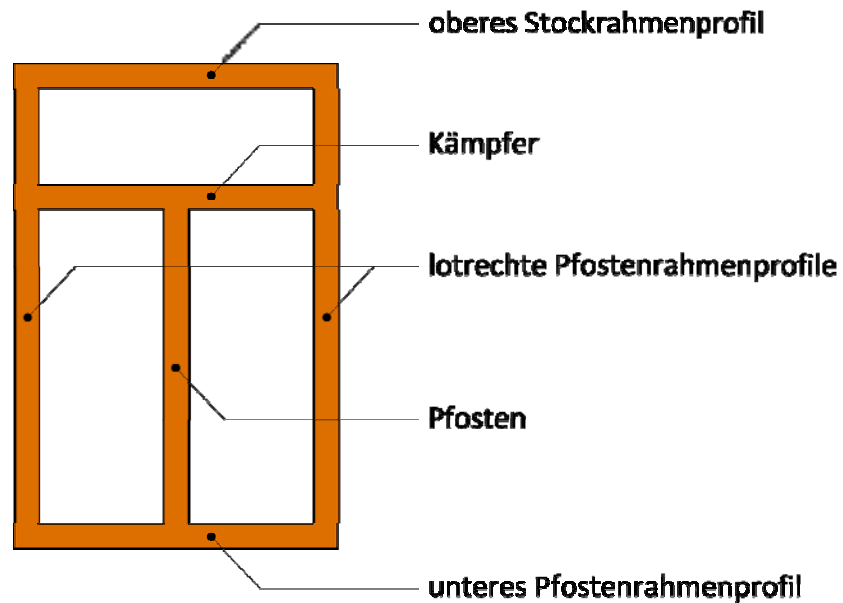


Abbildung 32: Stockrahmen

### 3.11 Flügelrahmen<sup>57</sup>

Ist ein am Stockrahmen beweglich befestigter Teil des Fensters.

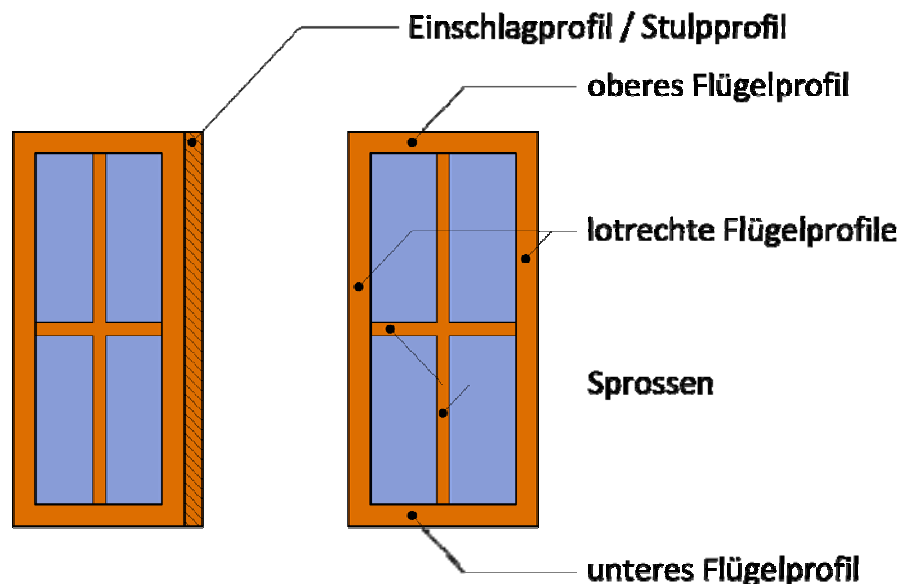


Abbildung 33: Flügelrahmen

<sup>56</sup> ÖNORM B 5306 (1990), S.3

<sup>57</sup> ÖNORM B 5306 (1990), S.4

### 3.12 Stockaußenmaß<sup>58</sup>

Das Stockaußenmaß wird durch die größte Breite und größte Höhe des nicht eingebauten Fensters gebildet.

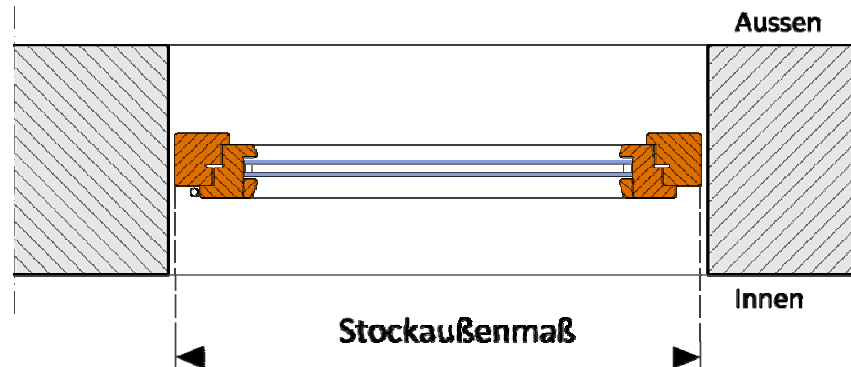


Abbildung 34: Stockaußenmaß

### 3.13 Stocklichte<sup>59</sup>

Die Stocklichte wird durch die kleinste Breite und kleinste Höhe zwischen den lotrechten und senkrechten Stockprofilen gebildet.

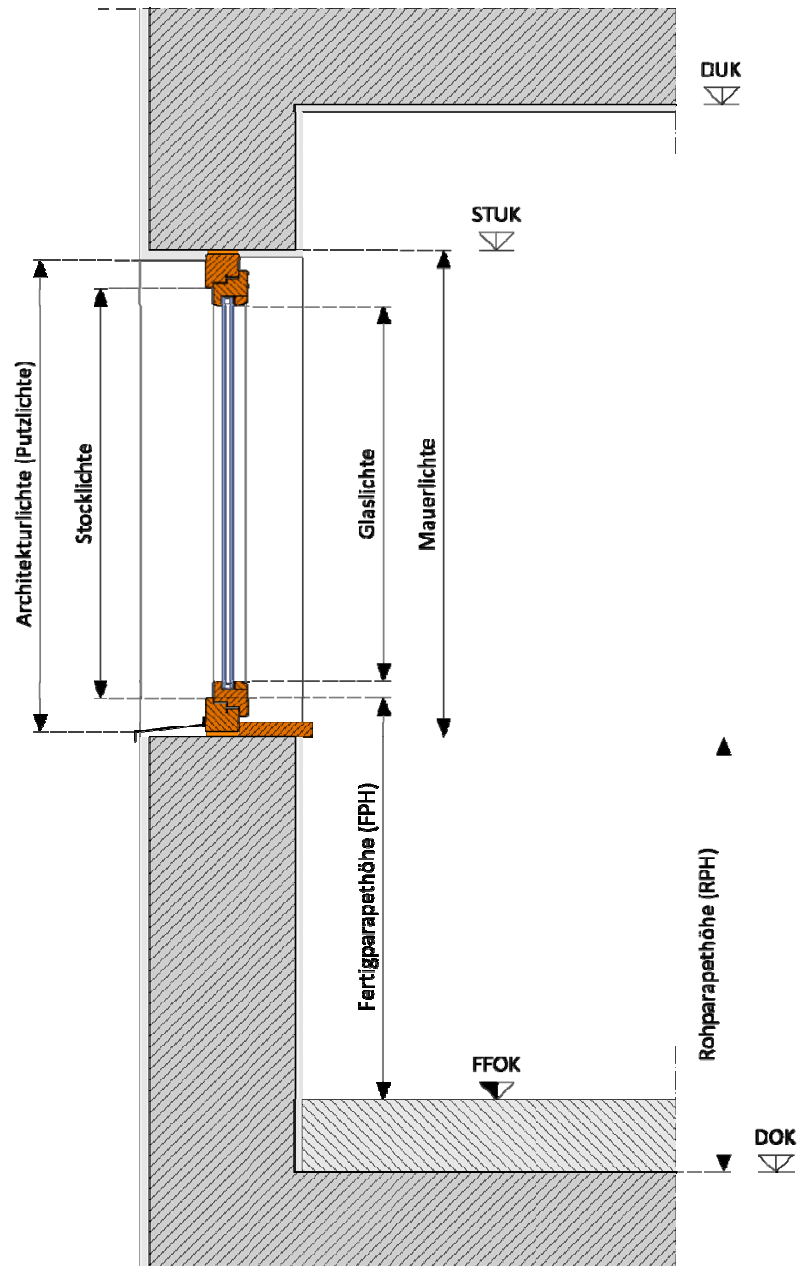


Abbildung 35: Stocklichte

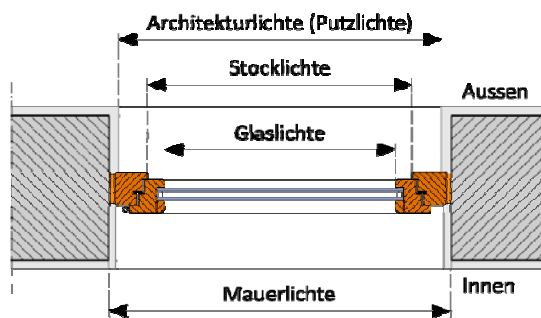
<sup>58</sup> ÖNORM B 5306 (1990), S.4 bis 5 / GAMERITH S.41

<sup>59</sup> GAMERITH (2005), S.41 / ÖNORM B 5306 (1990), S.4 bis 5

### 3.14 Abmessungen



Schnitt



Grundriss

Abbildung 36: Abmessungen

## 4 Bauphysikalische Grundlagen

### 4.1 Wärmeübertragung<sup>60</sup>

Bei Temperaturunterschieden zwischen 2 Medien tritt immer das Bestreben zu einem Ausgleich der Temperatur ein. Dieser Wärmeaustausch kann durch keine Maßnahme gänzlich verhindert werden, jedoch in seiner Stärke und Zeitdauer beeinflusst werden. Die Wärme fließt dabei immer vom warmen zum kaltem Medium ab, und nie umgekehrt.

Es gilt der thermodynamische Grundsatz:

*„Zwei Körper (bzw. zwei Medien), die sich berühren, besitzen nach genügend langer Zeit die gleiche Temperatur (sie sind im Wärmegleichgewicht).“<sup>61</sup>*

Dieser natürliche Wärmeaustausch zwischen zwei Medien kann auf vielfache Weise geschehen.

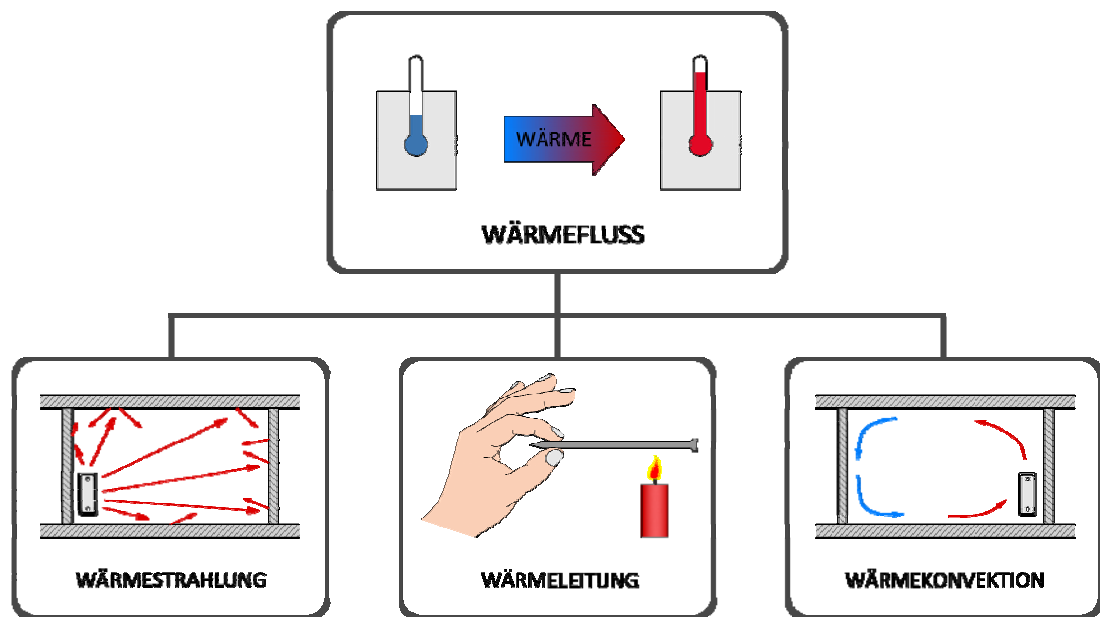


Abbildung 37: Wärmeaustausch

#### 4.1.1 Wärmestrahlung

Bei der Wärmestrahlung handelt es sich um elektromagnetische Strahlung die jeder Körper aussendet, der eine Temperatur  $T > 0$  besitzt. Diese Strahlung ist nicht an einen Träger gebunden und durchdringt verlustfrei luftleere Räume. Bei Auftreffen auf

<sup>60</sup> POTTLAGER (2004), S.8 bis 11 (Kapitel Wärme)

<sup>61</sup> POTTLAGER (2004), S.8 (Kapitel Wärme)



Materie wird diese Strahlungsenergie in Bewegungsenergie der Moleküle, also Wärme, umgewandelt. Je nach Temperatur und Oberflächenbeschaffenheit des angestrahlten Körpers kommt es zu einem unterschiedlichen Verhältnis zwischen Reflexion, Absorption und Transmission der Strahlungsenergie. Die zwei Extreme sind hierbei der absolut schwarze Körper, der alle auftretende Strahlung absorbiert, und der perfekte Spiegel, der alle auftretende Strahlung reflektiert, ohne sich selber dabei zu erwärmen.

#### **4.1.2 Wärmeleitung**

Bei der Wärmeleitung handelt es sich um eine Art des Wärmetransportes der ohne Materietransport vor sich geht. Wärme wird dabei die Schwingungsenergie von Teilchen zu Teilchen weitergegeben, ohne dass sich dabei ihre Lage verändert. Alle Stoffe leiten Wärme, jedoch abhängig von ihrer Dicke mit unterschiedlicher Geschwindigkeit

#### **4.1.3 Wärmekonvektion**

Der über Konvektion hervorgerufene Wärmeaustausch erfolgt nur in Gasen und Flüssigkeiten. Die leicht verschieblichen Stoffteilchen führen die durch Strahlung und Leitung aufgenommene Wärmeenergie mit sich fort und verteilen diese. Dies geschieht vor allem durch Auftrieb infolge des geringeren Gewichtes warmer Teilchen, als auch durch künstlich induzierter Strömungen.

### **4.2 Wasserdampf<sup>62</sup>**

Die Atmosphäre der Erde ist ein Gemisch verschiedener Gase. Die wesentlichen Bestandteile der trockenen Luft bilden Stickstoff, Sauerstoff, Argon und diverse Spurengase. Unter feuchter Luft versteht man ein Gemisch aus trockener Luft und Wasserdampf. Wasserdampf entsteht bei der Verdunstung von Wasser, und zwar bei jeder Temperatur. Es ist das leichteste Gas in der Luft, was wiederum bedeutet, dass feuchte warme Luft mehr Feuchtigkeit speichern kann als kalte Luft.

---

<sup>62</sup> RICCABONA (1996), S.76 ; GAMERITH (2000), S.179 bis 181 ; WILLEMS (2006) S.5.1

Zusammensetzung der trockenen Luft		
Gas	Symbol	Anteil [%]
Stickstoff	N <sub>2</sub>	78
Sauerstoff	O <sub>2</sub>	21
Argon	Ar	0,9
Krypton	Kr	Spurengase (0,1)
Xeon	Xe	
Neon	Ne	
Helium	He	
Wasserstoff	H <sub>2</sub>	
Kohlendioxid	CO <sub>2</sub>	
Methan	CH <sub>4</sub>	
Ozon	O <sub>3</sub>	

Abbildung 38: Zusammensetzung der trockenen Luft<sup>63</sup>

Die Menge an Wasserdampf, welche die Luft pro Volumen aufnehmen kann ist beschränkt und abhängig von der Temperatur. Grundsätzlich kann man sagen, dass warme Luft mehr Feuchtigkeit speichern kann als kalte Luft. Beispielsweise kann +25°C warme Luft 23,1 Gramm Wasserdampf pro Kubikmeter aufnehmen. Luft mit einer Temperatur von -15°C jedoch nur mehr 1,40 Gramm Wasserdampf pro Kubikmeter.

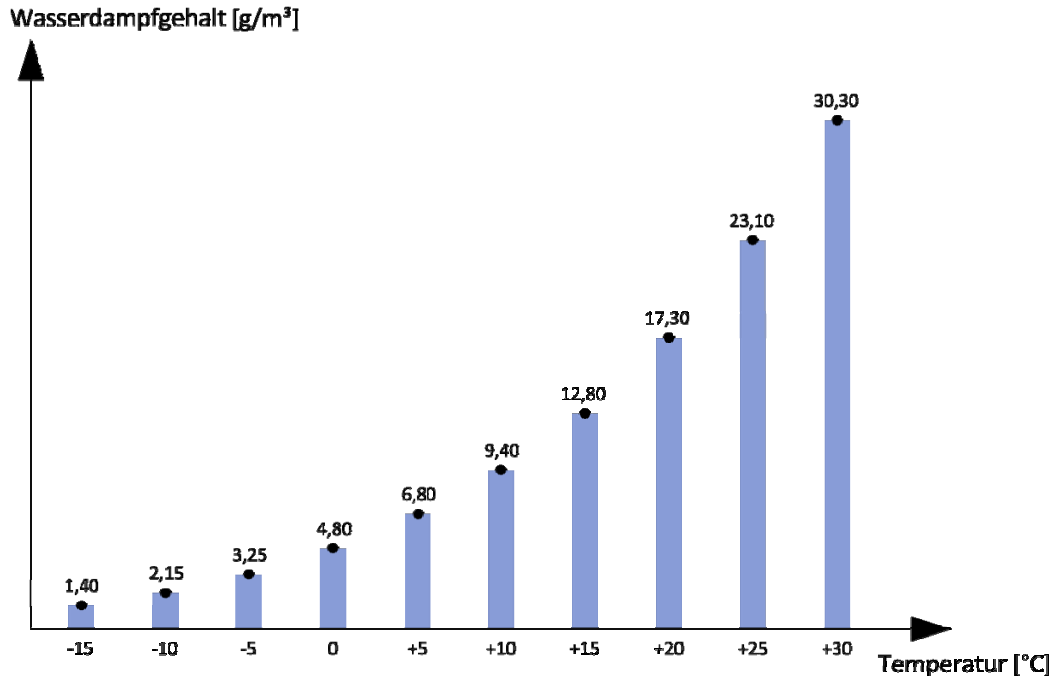


Abbildung 39: Maximaler Feuchtegehalt der Luft

<sup>63</sup> GAMERITH (2000), S.50

In unseren Breiten schwankt die relative Luftfeuchtigkeit im Freien zwischen 20% und 100%. Im Jahresmittel beträgt sie in etwa 75% bis 80%. Anders gesagt sind die Oberflächen im Freien zu einem Drittel des Jahres feucht.

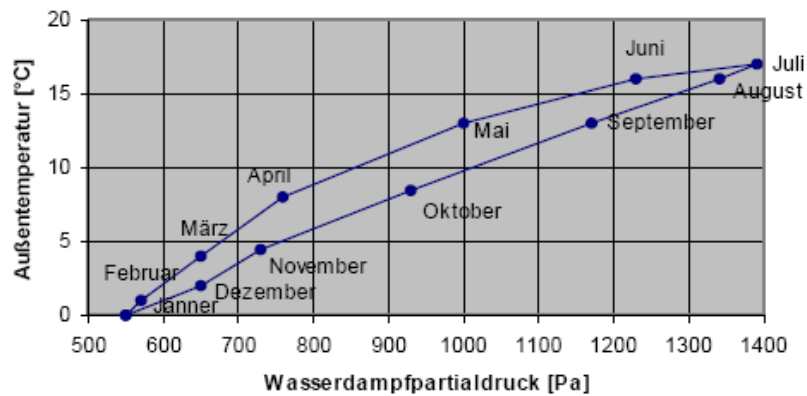
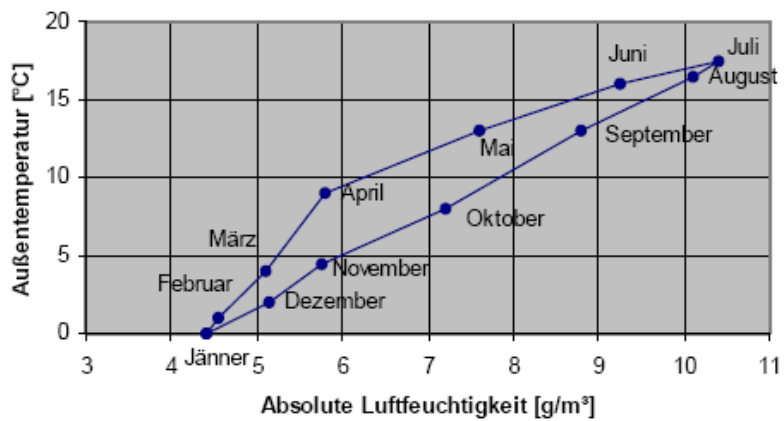
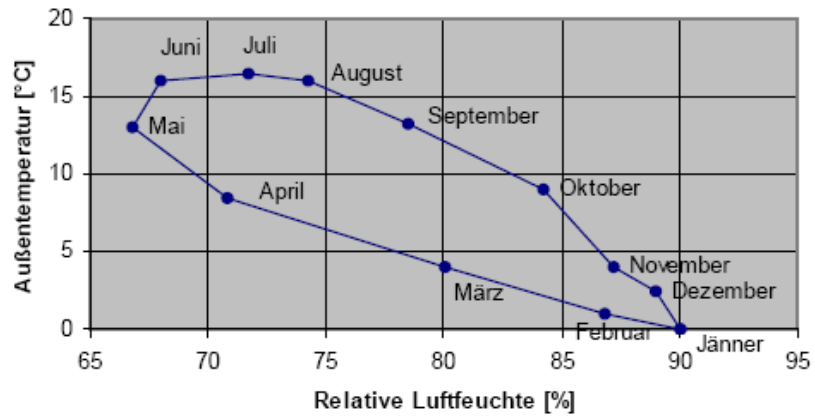


Abbildung 40: Außenklima<sup>64</sup>

<sup>64</sup> GAMERITH (2000), S.68

### 4.3 Der Partialdruck<sup>65</sup>

In einem Gasgemisch üben die jeweiligen Gaskomponenten Teildrücke aus. Die Summe dieser Teildrücke (Partialdrücke) ergibt den Gesamtdruck des Gases. Die unterschiedlichen Partialdrücke haben das Bestreben sich auszugleichen. Es stellt sich immer eine Diffusion vom hohen zum niederen Dampfdruck ein.

Relative Luftfeuchten in geschlossenen Räumen (Durchschnittswerte)	
Kaufhäuser	50 - 70 %
Maschinenfabriken und Ähnliches	40 - 50 %
Wohn- und Arbeitszimmer im Sommer	50 - 70 %
Wohn- und Arbeitszimmer im Winter	30 - 55 %
Kühl- und Lagerräume für Lebensmittel	75 - 100 %
Badezimmer	65 - 100 %
Chemische Betriebe	35 - 50 %
Theater, Turnhallen	50 - 80 %
Wäschereien, Schwimmbäder	80 - 95 %

Abbildung 41: Relative Luftfeuchte in geschlossenen Räumen<sup>66</sup>

Der Partialdruck wird in Pascal gemessen und bildet nur einen geringen Teil des jeweilig existierenden Luftdrucks. Ein bestimmtes Luftvolumen kann bei einer bestimmten Temperatur also nur eine bestimmte Höchstmenge an Wasserdampf enthalten. Bei abnehmender Temperatur steigt die relative Luftfeuchtigkeit an.

Dieser Sachverhalt wird durch das Gesetz von Dalton ausgedrückt:

$$P_{ges} = \sum_{i=1}^n P_i$$

Gesetz von Dalton Spezialfall atmosphärische Luft :

$$P_{Atm} = P_D + P_L$$

Mit:  $P_{Atm}$  ... atmosphärische Luft [Pa]  
 $P_D$  ... Partialdruck des Wasserdampfes (Dampfdruck) [Pa]  
 $P_L$  ... Partialdruck der trockenen Luft [Pa]

<sup>65</sup> GAMERITH (2000), S.51 und S.178

<sup>66</sup> RICCABONA (1996), S.77

#### 4.4 Der Sättigungsdruck<sup>67</sup>

Unter dem Sättigungsdruck versteht man jenen Wert, ab dem keine weitere Steigerung des Partialdrucks durch Zuführen von Flüssigkeit mehr möglich ist. Ab Erreichen des Sättigungsdrucks wird überschüssiger Wasserdampf in Form von flüssigem Wasser (Kondensat) ausgeschieden. Da es zwischen Temperatur und Sättigungsdruck keine einfache physikalische Beziehung gibt, wird der Zusammenhang meist grafisch oder tabellarisch dargestellt.

Lufttemperatur [°C]	Taupunkttemperatur in [°C] bei einer relativen Luftfeuchte von														
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
30	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1	30,0
29	9,7	12,0	14,0	15,9	17,5	19,0	20,4	21,7	23,0	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1	29,0
28	8,8	11,1	13,1	15,0	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1	28,0
27	8,0	10,2	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1	27,0
26	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1	26,0
25	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18,0	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1	25,0
24	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1	24,0
23	4,5	6,7	8,7	10,4	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2	23,0
22	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2	22,0
21	2,8	5,0	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2	21,0
20	1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2	20,0
19	1,0	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3	18,2	19,0
18	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2	18,0
17	-0,6	1,4	3,3	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,3	16,2	17,0
16	-1,4	0,5	2,4	4,1	5,6	7,0	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2	16,0
15	-2,2	-0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2	15,0
14	-2,9	-1,0	0,6	2,3	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4	13,2	14,0
13	-3,7	-1,9	-0,1	1,3	2,8	4,2	5,5	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2	13,0
12	-4,5	-2,6	-1,0	0,4	1,9	3,2	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4	11,2	12,0
11	-5,2	-3,4	-1,8	-0,4	1,0	2,3	3,5	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4	10,2	11,0
10	-6,0	-4,2	-2,6	-1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2	10,0

Abbildung 42: Taupunkttemperatur in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchte

<sup>67</sup> GAMERITH (2000), S.53 bis 55

Temperatur [°C]	Wasserdampf­­sättigungsdruck [Pa]									
	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
30	4244	4269	4294	4319	4344	4369	4394	4419	4445	4469
29	4006	4030	4053	4077	4101	4124	4148	4172	4196	4219
28	3781	3803	3826	3848	3871	3894	3916	3939	3961	3984
27	3566	3588	3609	3631	3652	3674	3695	3717	3793	3759
26	3362	3382	3403	3428	3443	3463	3484	354	3525	3544
25	3169	3188	3208	3227	3246	3266	3284	3304	3324	3343
24	2985	3003	3021	3040	3059	3077	3095	3114	3132	3151
23	2810	2827	2845	2863	2880	2897	2915	2932	2950	2968
22	2645	2661	2678	2695	2711	2727	2744	2761	2777	2794
21	2487	2504	2518	2535	2551	2566	2582	2598	2613	2629
20	2340	2354	2369	2384	2399	2413	2428	2443	2457	2473
19	2197	2212	2227	2241	2254	2268	2283	2297	2310	2324
18	2065	2079	2091	2105	2119	2132	2145	2158	2172	2185
17	1937	1950	1963	1976	1988	2001	2014	2027	2039	2052
16	1818	1830	1841	1854	1866	1878	1889	1901	1914	1926
15	1706	1717	1729	1739	1750	1762	1773	1784	1795	1806
14	1599	1610	1621	1631	1642	1653	1663	1674	1684	1695
13	1498	1508	1518	1528	1538	1548	1559	1569	1578	1588
12	1403	1413	1422	1431	1441	1451	1460	1470	1479	1458
11	1312	1321	1330	1340	1349	1358	1367	1375	1385	1394
10	1228	1237	1245	1254	1262	1270	1279	1287	1296	1304
9	1148	1156	1163	1171	1179	1187	1195	1203	1211	1218
8	1073	1081	1088	1096	1103	1110	1117	1125	1133	1140
7	1002	1008	1016	1023	1030	1038	1045	1052	1059	1066
6	935	942	949	955	961	968	975	982	988	995
5	872	878	884	890	896	902	907	913	919	925
4	813	819	825	831	837	843	849	854	861	866
3	759	765	770	776	781	787	793	798	803	808
2	705	710	716	721	727	732	737	743	748	753
1	657	662	667	672	677	682	687	691	696	700
0	611	616	621	626	630	635	640	645	648	653
0	611	605	600	595	592	587	582	577	572	567
-1	562	557	552	547	543	538	534	531	527	522
-2	517	514	509	505	501	496	492	489	484	480
-3	476	472	468	461	461	456	452	448	444	440
-4	437	433	430	426	423	419	415	412	408	405
-5	401	398	395	391	388	385	382	379	375	372
-6	368	365	362	359	356	353	350	347	343	340
-7	337	336	333	330	327	324	321	318	315	312
-8	310	306	304	301	298	296	294	291	288	286
-9	284	281	279	26	274	272	269	267	264	262
-10	260	258	255	253	251	249	246	244	242	239
-11	237	235	233	231	229	228	226	224	221	219
-12	217	215	213	211	209	208	206	204	202	200
-13	198	197	195	193	191	190	188	186	184	182
-14	181	180	178	177	175	173	172	170	168	167
-15	165	164	162	161	159	158	157	155	153	152
-16	150	149	148	146	145	144	142	141	139	138
-17	137	136	135	133	132	131	129	128	127	126
-18	125	124	123	122	121	120	118	117	116	115
-19	114	113	112	111	110	109	107	106	105	104
-20	103	102	101	110	99	98	97	96	95	94

Abbildung 43: Wasserdampf­­sättigungsdruck in Abhängigkeit von der Temperatur

Daraus folgt, dass Luft die bei konstanter Temperatur feuchter wird, ihre Dichte verkleinert und dadurch leichter wird.

#### 4.5 Die relative Luftfeuchtigkeit<sup>68</sup>

Setzt man den tatsächlichen Wasserdampfgehalt ins Verhältnis zum Sättigungsdampfdruck so erhält man die relative Luftfeuchtigkeit. Bei der relativen Luftfeuchtigkeit handelt es sich um eine Verhältniszahl die meistens in Prozent angegeben wird.

$$\text{relative Luftfeuchte}[\%] = \frac{\text{vorhandener Dampfgehalt} [g / m^3] \cdot 100\%}{\text{max. Dampfgehalt} [g / m^3]}$$

#### 4.6 Die absolute Luftfeuchtigkeit<sup>69</sup>

Die absolute Luftfeuchtigkeit gibt die tatsächlich in der Luft vorhandene Wasserdampfmenge (meist in Gramm pro Kubikmeter) an und ist nur eine alternative Bezeichnung für die Partialdichte von Wasserdampf.

#### 4.7 Die Taupunktstemperatur<sup>70</sup>

Als Taupunktstemperatur bezeichnet man jene Temperatur bei der die Kondensatbildung gerade einsetzt. Es handelt sich also um jene Temperatur bei der sich ein Gleichgewichtszustand zwischen kondensierendem und verdunstendem Wasser einstellt. Im Gegensatz zur relativen Luftfeuchte, welche vom Umgebungsdruck und der Temperatur abhängig ist, ist der Taupunkt ausschließlich vom Umgebungsdruck abhängig. Nicht vollständig mit Wasserdampf gesättigte Luft weist eine relative Luftfeuchte von unter 100% auf – bei gleichbleibender Temperatur könnte diese Luft weiteren Wasserdampf aufnehmen, folglich steigt die relative Luftfeuchte an. Mit Erreichen des Taupunkts ist eine relative Luftfeuchte von 100% erreicht, in weiterer Folge kommt es zur Bildung von Kondensat.

---

<sup>68</sup> BLÄSI (2002), S.126

<sup>69</sup> GAMERITH (2000), S.57

<sup>70</sup> GAMERITH (2000), S.58

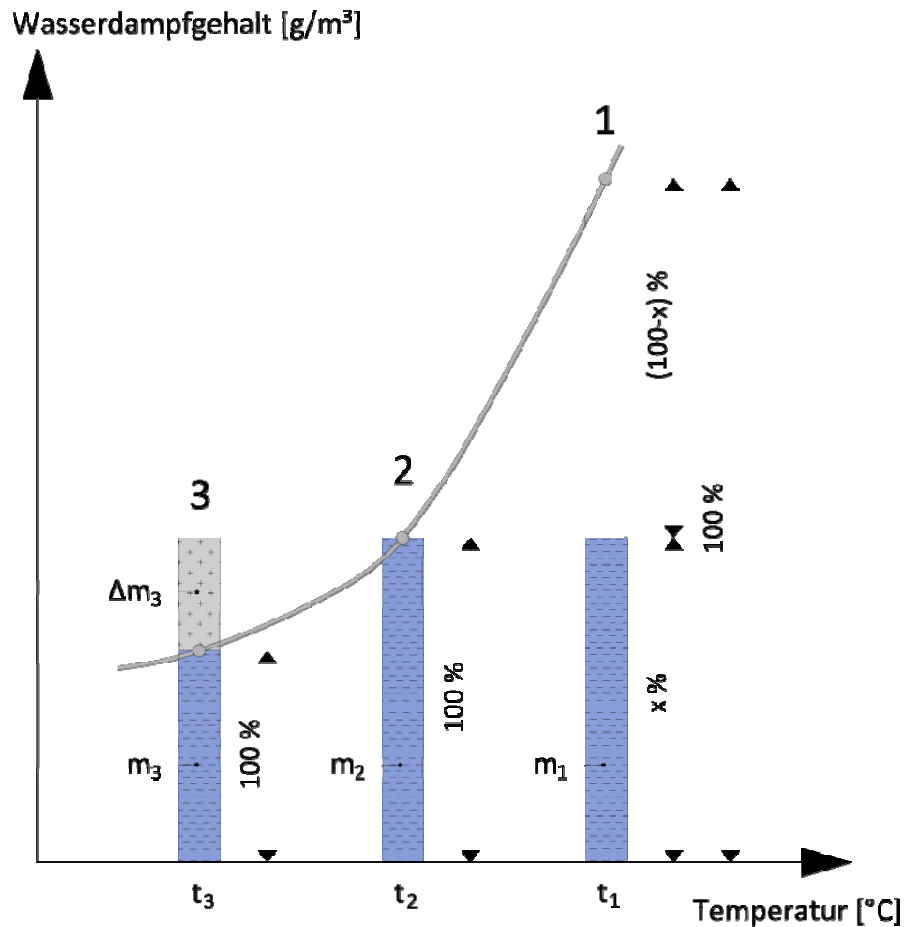


Abbildung 44: Relative Luftfeuchtigkeit

**Erläuterung des Diagramms:**

Bereich 1: Bei der Temperatur 1 enthält die Luft eine gewisse Wassermasse 1, hätte aber bei dieser hohen Temperatur die Möglichkeit mehr Wasserdampf zu speichern (bis zu 100%). Die Luft enthält also  $x\%$  relative Luftfeuchte und ist somit nur zu einem gewissen Prozentsatz gesättigt.

Bereich 2: Die Luft wird auf Temperatur 2 abgekühlt bis sie eine relative Luftfeuchte von  $100\%$  besitzt. Jedes weitere Abkühlen hätte Kondensat zur Folge. Somit ist bei Temperatur 2 der Taupunkt erreicht.

Bereich 3: Wird die Luft auf Temperatur 3 abgekühlt würde die relative Luftfeuchte theoretisch auf über  $100\%$  steigen. Da dies aber nicht möglich ist wird überschüssige Feuchtigkeit, die nicht gespeichert werden kann, als Kondensat ausgeschieden. Die relative Luftfeuchte bleibt bei  $100\%$  und würde erst bei Erwärmen der Luft wieder sinken.



## 4.8 Wärmebrücken<sup>71</sup>

Definition nach DIN EN ISO 10211-1:

*Teil einer Gebäudehülle, wo der ansonsten normal zum Bauteil auftretende Wärmestrom deutlich verändert wird durch:*

- a) *eine volle oder teilweise Durchdringung der Gebäudehülle durch Baustoffe mit unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit.*

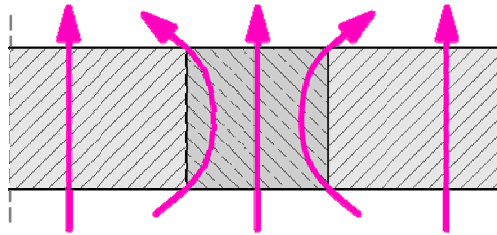


Abbildung 45: Beispiel "a"

- b) *ein Wechsel in der Dicke der Bauteile.*

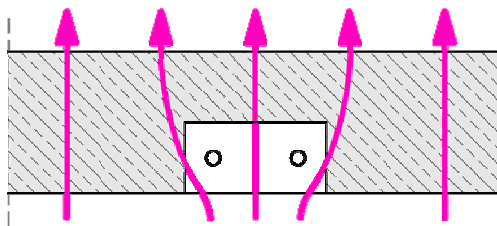


Abbildung 46: Beispiel "b"

- c) *eine unterschiedlich große Innen- und Außenoberfläche.*

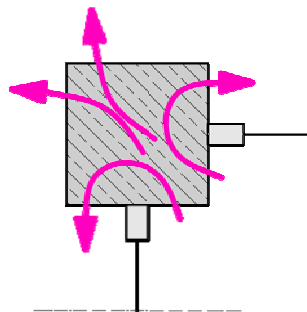


Abbildung 47: Beispiel "c"

Als Wärmebrücken bezeichnet man also Bereiche in der Außenhülle eines Bauwerks welche im Verhältnis zur übrigen Außenfläche mit verhältnismäßig hohen

<sup>71</sup> BLÄSI (2002), S.33

Wärmeverlusten gekennzeichnet sind. Sie zeichnen sich somit durch eine erhöhte Wärmestromdichte aus.

Ihr größter Nachteil ist jedoch nicht der erhöhte Wärmeverlust und der dadurch entstehende kostspielige Energieverlust, sondern ihr eigentlicher Nachteil liegt darin, dass die inneren Bauteiloberflächen wesentlich geringere Temperatur aufweisen als Bereiche ohne Wärmebrücken. Durch diese niedrigen Temperaturen entsteht vor allem die Gefahr von Tauwasserbildung und Schimmelwachstum. Zusätzlich begünstigen solche Temperaturdifferenzen die Entstehung von Rissen.

#### 4.8.1 Arten von Wärmebrücken<sup>72</sup>

##### 4.8.1.1 Geometrisch bedingte Wärmebrücken

Eine kleine Wärme liefernde Fläche steht einer großen Wärme abgebenden Fläche gegenüber. Besonders kritisch sind hierbei Raumecken im Deckenbereich zu sehen. Im Gegensatz zu konstruktiven Wärmebrücken treten geometrische Wärmebrücken auch in sonst homogenen Bauteilen auf.

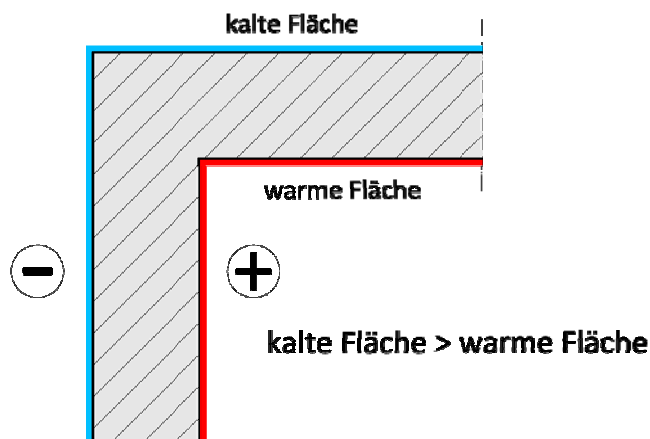


Abbildung 48: Geometrisch bedingte Wärmebrücke

##### 4.8.1.2 Konstruktions- bzw. materialbedingte Wärmebrücken

Konstruktions- bzw. materialbedingte Wärmebrücken entstehen wenn in einem Bauteil konstruktionsbedingt zwei oder mehr Materialien mit unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit nebeneinander zu liegen kommen, wie es z.B. bei Skelettkonstruktionen der Fall ist.

<sup>72</sup> BLÄSI (2002), S.33

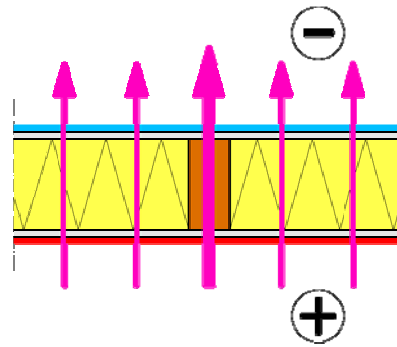


Abbildung 49: Konstruktions- bzw. materialbedingte Wärmebrücke

#### 4.8.1.3 Massenstrombedingte Wärmebrücken

Entstehen durch undichte Stellen in der Gebäudehülle wie dies etwa bei unsachgemäß ausgeführten Rohrdurchdringungen der Fall ist.

#### 4.8.1.4 Umgebungsbedingte Wärmebrücken

Diese Wärmebrücken findet man beispielsweise in Heizkörpernischen, weil dort die innere Wandoberfläche eine erhöhte Temperatur aufweist, als der übrige Wandbereich. Je höher die Temperaturdifferenz zwischen innerer Wandoberfläche und Außenluft bzw. äußerer Wandoberfläche ist, desto größer ist der Wärmestrom bzw. Wärmeverlust.

## 4.9 Wasserdampfdiffusion

Besteht in einem Gasgemisch ein Konzentrationsunterschied an Teilchen, so ist das Gas bestrebt diesen Unterschied auszugleichen. Es kommt zum Vorgang der Diffusion. Der Wasserdampf wandert von der warmen zur kalten Seite bzw. von der Seite mit der höheren relativen Luftfeuchte zu der Seite mit der geringeren relativen Luftfeuchte.<sup>73</sup>

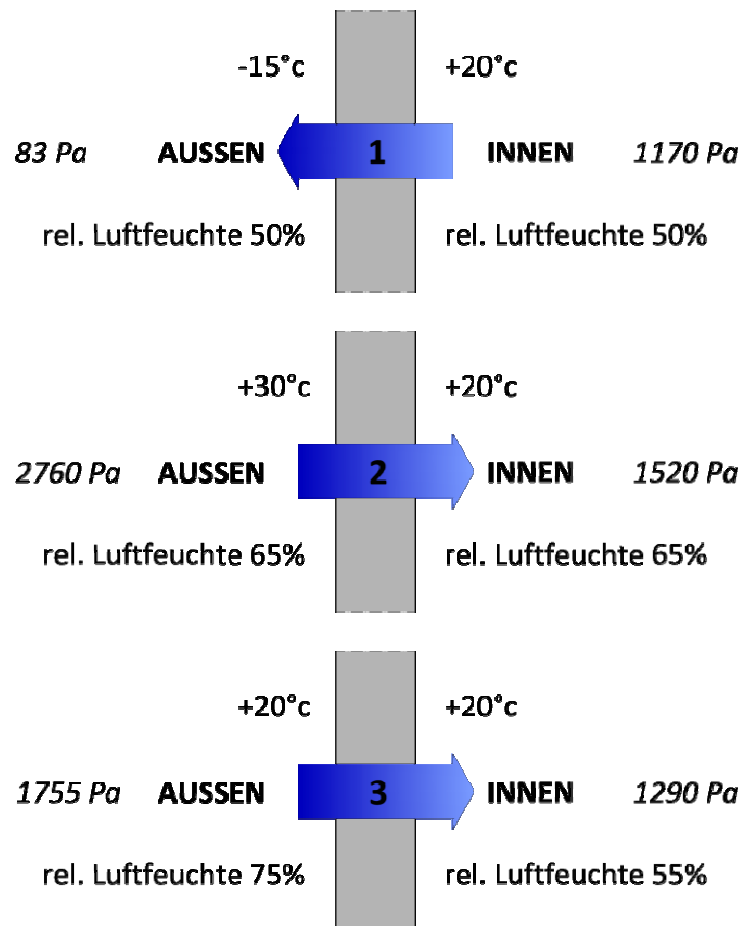


Abbildung 50: Feuchtetransport durch Wasserdampfdiffusion

Die Teilchen in einem Gas befinden sich also in fortwährender Bewegung, wobei die mittlere Geschwindigkeit der Teilchen null ist, da sie sich in alle Richtungen gleichmäßig verteilt.<sup>74</sup>

Ein Wassermolekül hat die Größe von etwa 1/100.000 mm, ein Wasserdampfmolekül dagegen jedoch nur von etwa 1/10.000.000 mm

<sup>73</sup> GAMERITH (2004), S.23

<sup>74</sup> RICCABONA (2008), S.228

(Wassermolekül:Wasserdampfmolekül entspricht 1:100). Daraus folgt, dass Baustoffe die wasserdicht sind, keinen falls automatisch auch wasserdampfdicht sein müssen. Besitzt ein Baustoff sehr kleine Poren, so dass kein Wassermolekül hindurch gelangen kann, bezeichnet man ihn als wasserdicht. Solche Stoffe sperren gegen Wasser und setzen dem Wasserdampfdiffusionsstrom einen Widerstand entgegen und werden folglich als Dampfbremse bezeichnet. Besitzt ein Stoff keine Poren mehr, d.h. sogar Wasserdampfmoleküle werden am Durchgang gehindert, spricht man von einer Dampfsperre. Die Fähigkeit dem Wasserdampfdurchgang einen Widerstand entgegenzusetzen, wird durch den Wasserdampf-Diffusions-Widerstandsfaktor  $\mu$  ( $\mu$ -Wert) beschrieben. Dieser stoffspezifische Kennwert gibt an um wie viel höher der Widerstand des jeweiligen Stoffes gegenüber Wasserdampfdiffusion ist, als Luft derselben Schichtdicke. Beim  $\mu$ -Wert handelt es sich also um eine Verhältniszahl.  $\mu$ -Werte sind jedoch keine konstanten Größen, sondern hängen im großen Maße vom Feuchtegehalt des Stoffes ab (z.B.  $\mu$ -Beton: 70 / 150 [trocken/feucht]).<sup>75</sup>

MATERIAL	$\mu$ [-]
Luft	1
Mineralwolle	1
Ziegelmauerwerk	10
Putze	10 - 35
EPS	20 - 100
Holz	50
XPS	80 - 250
Stahlbeton	70 - 150
Glas	dicht
Metalle	dicht

Abbildung 51:  $\mu$ -Werte unterschiedlicher Baustoffe<sup>76</sup>

Von Dampfbremsen spricht man bei Baustoffen mit  $\mu$ -Wert von ca. 10.000 bis 100.000. Dampfsperren besitzen einen  $\mu$ -Wert  $>100.000$  (bzw. unendlich). Als absolut dampfdicht gelten alle Metalle, Glas und Schaumglas.<sup>77</sup>

<sup>75</sup> BLÄSI (2002), S.130

<sup>76</sup> GAMERITH(2004), S.24

<sup>77</sup> BLÄSI (2002), S.131

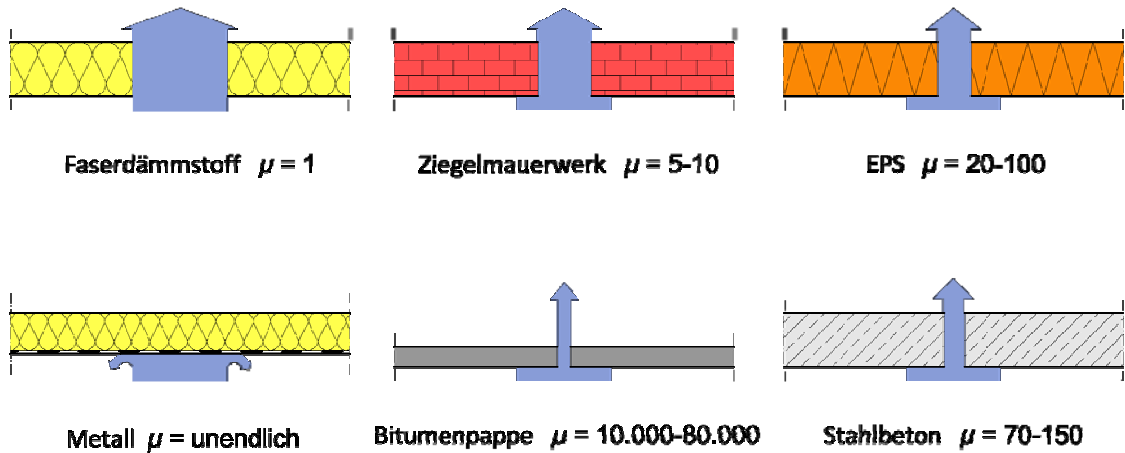


Abbildung 52:  $\mu$ -Werte grafisch dargestellt (schematisch)

Wird der  $\mu$ -Wert mit der jeweiligen Schichtdicke  $d$  [m] multipliziert, so erhält man den Wasserdampf-Diffusionswiderstand ( $\mu \cdot d$ ) der auch als äquivalente Luftschichtdicke  $s_d$  bezeichnet wird.

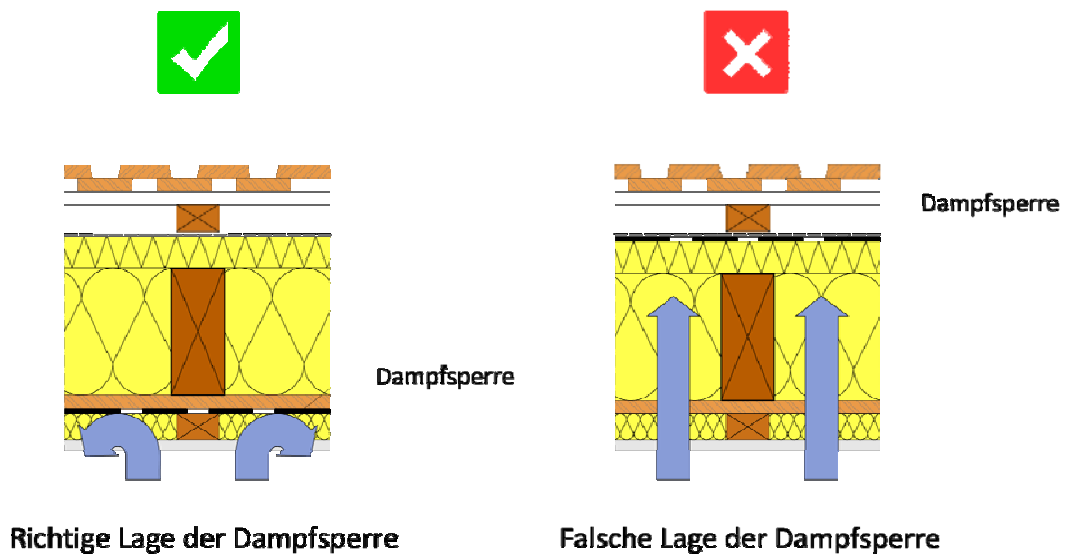


Abbildung 53: Richtige und falsche Lage der Dampfsperre

Die äquivalente Luftschichtdicke  $s_d$  ( $\mu \cdot \text{Schichtdicke[m]}$ ) gibt an, wie dick eine Luftschicht sein muss, um denselben Diffusionswiderstand wie der Bauteil mit bestimmter Schichtdicke zu leisten.<sup>78</sup>

<sup>78</sup> RICCABONA (2008), S.228

## 5 Fensterbefestigungstechnik

### 5.1 Allgemeines

Da die Fenster keine Lasten aus dem umgebenden Bauteilen erhalten dürfen, sind sie durch ausreichend bemessene Fugen vom übrigen Bauwerk zu trennen.<sup>79</sup>

Alle Kräfte die auf das Fenster wirken, müssen auch planmäßig in den Baukörper und in weiterer Folge in den Baugrund eingeleitet werden. Die auf das Fenster wirkenden Kräfte werden aus den Belastungen Eigengewicht, Verkehrslast, Windlast und Sonderlasten hervorgerufen. Zusätzlich zu diesen Kräften sind auch Formänderungen aus Temperatur, Schwinden und Kriechen zu berücksichtigen.<sup>80</sup>

Die thermischen Längenänderungen sind abhängig vom verwendeten Material. Beim Holz sind die thermischen Bewegungen zu vernachlässigen, jedoch sind feuchtigkeitsbedingte Querschnittsänderungen zu berücksichtigen. Die Befestigung des Fensters ist abhängig von der Ausbildung der Leibung und der Lage des Fensters in Bezug auf sie. Grundsätzlich ist es möglich das Fenster mit oder ohne Leibungsanschlag zu befestigen. Bei der Montage wird zwischen Stockmontage und Montage mittels Blindstock unterschieden, sowie der starren und der beweglichen Montage. Die bewegliche Montage macht bei großen Fensterelementen Sinn und hat den Vorteil dass Wärmedehnungen sicher aufgenommen werden können. Montageschaum darf nicht zur Lastabtragung herangezogen werden.<sup>81</sup>

### 5.2 Belastungen

#### 5.2.1 Eigengewicht

Das Eigengewicht des Fensters wird hauptsächlich von der Verglasung bestimmt. Für überschlägige Berechnungen kann man das Gewicht der Fensterkonstruktion ohne Verglasung (Rahmen + Flügel) mit 5% des Gesamtgewichts annehmen.<sup>82</sup>

---

<sup>79</sup> GAMERITH (2005), S.74

<sup>80</sup> RAL, S.36

<sup>81</sup> PECH (2005), S.136 bis 137

<sup>82</sup> GAMERITH (2005), S.75

Material	Wichte in [kN/m <sup>3</sup> ]	Material	Wichte in [kN/m <sup>3</sup> ]
Aluminium	27	Gold	193
Stahl	78,5	Granit	28
Nadelholz	4 - 6	Kupfer	89
Glas	25	PE	9
PVC	14	Marmor	28
Stahlbeton	25	Benzin	8
Blei	114	Diesel	10
Gusseisen	72,5	Wasser	10

Abbildung 54: Eigenlasten<sup>83</sup>

### 5.2.2 Nutzlast

Nutzlasten sind dem Eurocode 1 zu entnehmen. Als wichtigste Last für die Fensterbemessung gilt die Belastung aus Wind. Die Windlast ist abhängig von der geographischen und topographischen Lage des Bauwerks, der Gebäudeform und der Lage des Fensters innerhalb des Gebäudes. Die Lasten aus Schnee- und Eis sind bei Fenstern nur in Ausnahmefällen zu berücksichtigen und sind in der ÖNorm B 4013 geregelt.<sup>84</sup>

### 5.3 Statik und Lastabtragung

Die in der Fensterebene wirkenden Kräfte werden über sog. Tragklötze in das Bauwerk abgeleitet. Die Sicherung der Lage des Fensters wird durch Distanzklötze gesichert. Entscheidend für die Anordnung von Trag- und Distanzklötzen ist die Öffnungsart des Fensters.<sup>85</sup>

<sup>83</sup> DIN 1055-1, Ausgabe Juni 2002

<sup>84</sup> GAMERITH (2005), S.75 bis 76

<sup>85</sup> RAL, S.37



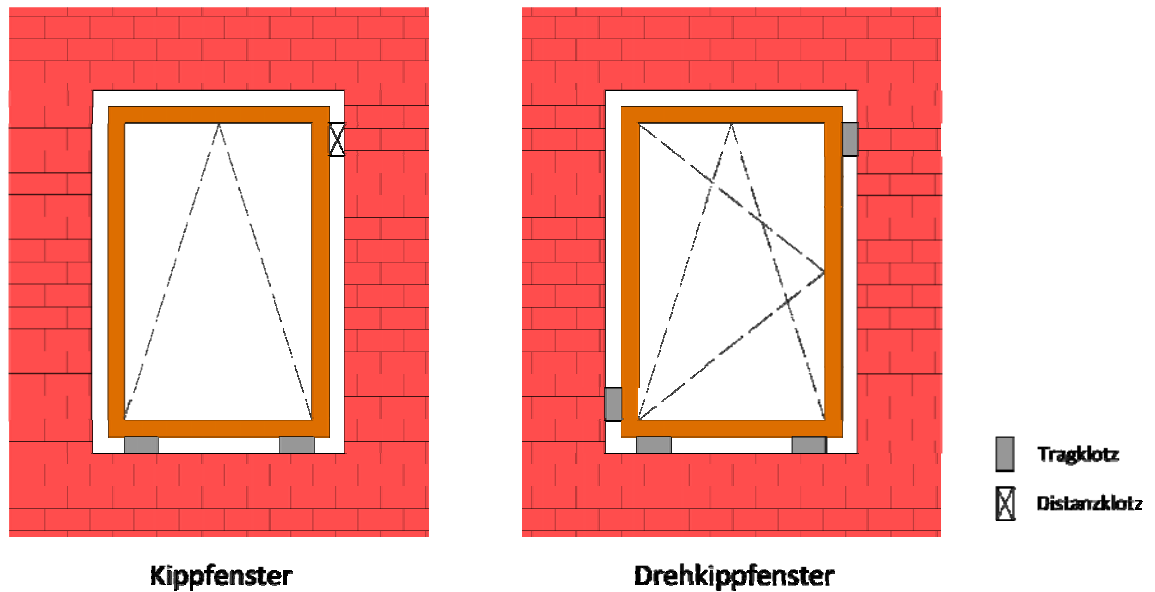


Abbildung 55: Anordnung von Trag- und Distanzklötzen<sup>86</sup>

Sowohl Trag- als auch Distanzklötze dürfen nachfolgende Arbeiten nicht behindern und Keile, die bei der Montage zur Fixierung erforderlich waren, müssen anschließend wieder entfernt werden. Bei der Materialwahl der Klötze ist auf dauerhafte Formstabilität und geringe Wärmeleitfähigkeit zu achten. Bei Systemen, bei welchen das Fenster in der Dämmebene oder vor der tragenden Wand zu liegen kommt, müssen die Kräfte über Metallwinkel, Metalllaschen oder Konsolen in den tragenden Wandkern übertragen werden.<sup>87</sup>



Abbildung 56: Trag- und Distanzklötze<sup>88</sup>

Dübel, Ortschäume und dergleichen dürfen nicht zur Abtragung der Kräfte in Fensterebene herangezogen werden. Bei der Verwendung von Klötzen ist darauf zu

<sup>86</sup> GAMERITH (2005), S.95

<sup>87</sup> RAL, S.37

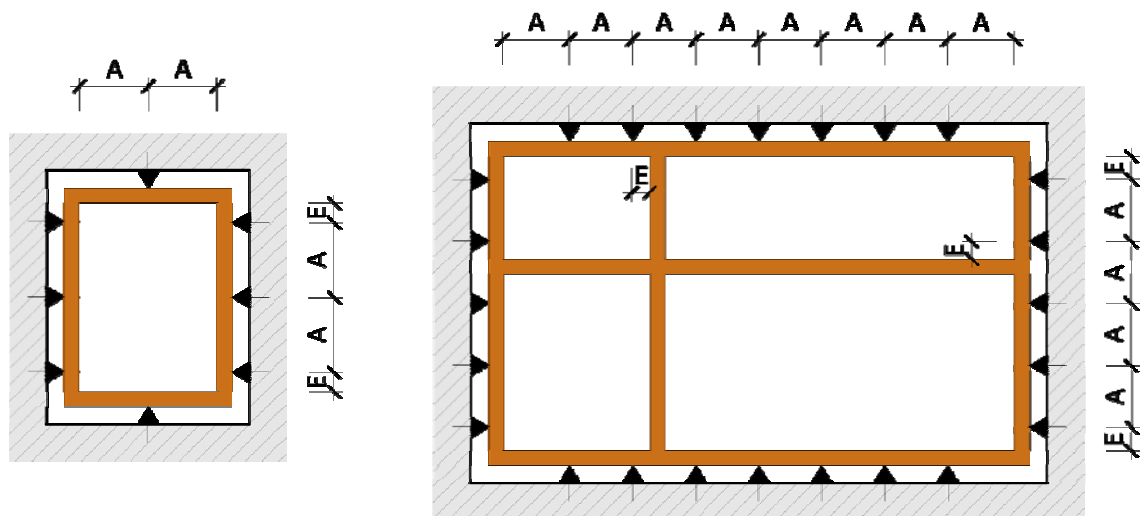
<sup>88</sup> www.pannkoke.de (Mai 2011)

achten, dass es zu keiner ungewollten Einspannung und daraus resultierenden Verformung des Rahmens kommt.<sup>89</sup>

## 5.4 Fensterprofile

Die Abmessungen der Flügelrahmen werden einerseits durch die Gebrauchstauglichkeit (Verformungen) und andererseits durch die Beschläge begrenzt. Diesbezügliche Regelungen für Holzfenster findet man in der ÖNorm B 5300. Üblicherweise kann ein Spannungsnachweis entfallen, da bei überschreiten der zulässigen Verformungen die zulässigen Spannungen bei weitem nicht erreicht sind. Windlasten sollten nicht unter 0,6 kN/m<sup>2</sup> angenommen werden, um ein nachträgliches Schwingen der Scheibe zu verhindern.<sup>90</sup>

Beim Stockrahmen kann ein statischer Nachweis ebenfalls entfallen, wenn man sich an das Befestigungsschema nach RAL hält.



**A = Ankerabstand**  
 $\leq 80$  cm bei Aluminium- und Holzfenster  
 $\leq 70$  cm bei Kunststofffenster

**E = Randabstand bzw. Abstand von Pfosten und Riegel**  
 10 bis 15 cm

Abbildung 57: Notwendige Befestigungspunkte gemäß RAL-Richtlinie<sup>91</sup>

<sup>89</sup> RAL, S.37

<sup>90</sup> GAMERITH (2005), S.83 bis 93

<sup>91</sup> PECH (2005), S.138

## 5.5 Begrenzung der Verformungen

Unterkonstruktionen von Isolierverglasungen sowie freie Ränder von Verglasungen sind mit  $l/300$  bzw. maximal 8mm begrenzt. Die Bemessung der erforderlichen Glasdicken erfolgt nach ÖNorm B 3721. Scheibendicken unter 4mm sind jedoch unüblich.<sup>92</sup>

## 5.6 Befestigungsmittel

Fenster sind so im Baukörper zu verankern, dass sie weder die öffentliche Sicherheit, noch die Gesundheit oder das Leben des Individuums gefährden dürfen. Die Wahl der Befestigungsmittel ist abhängig vom Rahmenmaterial, vom Wandbildner und von der zu erwartenden Belastung. Fensterrahmen sind umlaufend mechanisch zu befestigen. Das Einhalten von Mindestabständen der Anker untereinander sowie Randabständen sichert die ordnungsgemäße Einleitung der Kräfte in den Fensterrahmen. Zur Anwendung kommen ausschließlich korrosionsgeschützte mechanische Befestigungsmittel. Verformungen die aus dem Rohbau stammen, dürfen keinen falls über die Befestigungsmittel auf die Fensterkonstruktion übertragen werden. Auch dürfen keine thermischen Zwänge durch die Befestigungsmittel entstehen. Dies macht es erforderlich, dass bei großen Fenstern auf statische Systeme mit einem Fixpunkt und mehreren Gleitpunkten zurückgegriffen wird. Montageschaum gilt nicht als Befestigungsmittel sondern hat die Aufgaben des Schall- und Wärmeschutzes zu erfüllen. Klötze und Befestigungsmittel dürfen nachfolgende Arbeiten nicht behindern.<sup>93</sup>

Die Verbindung zwischen Fenster und Bauwerk muss federnd oder verschiebbar ausgeführt werden. Die Bewegungen des Fensters dürfen auch nicht durch Putz oder sonstige angrenzende Bauteile behindert werden, da ansonsten Zwängungen und in weiterer Folge Risse entstehen.<sup>94</sup>

---

<sup>92</sup> GAMERITH (2005), S.78 bis 79

<sup>93</sup> GAMERITH (2005), S.95

<sup>94</sup> SCHMITT (2001), S.353 bis 354)

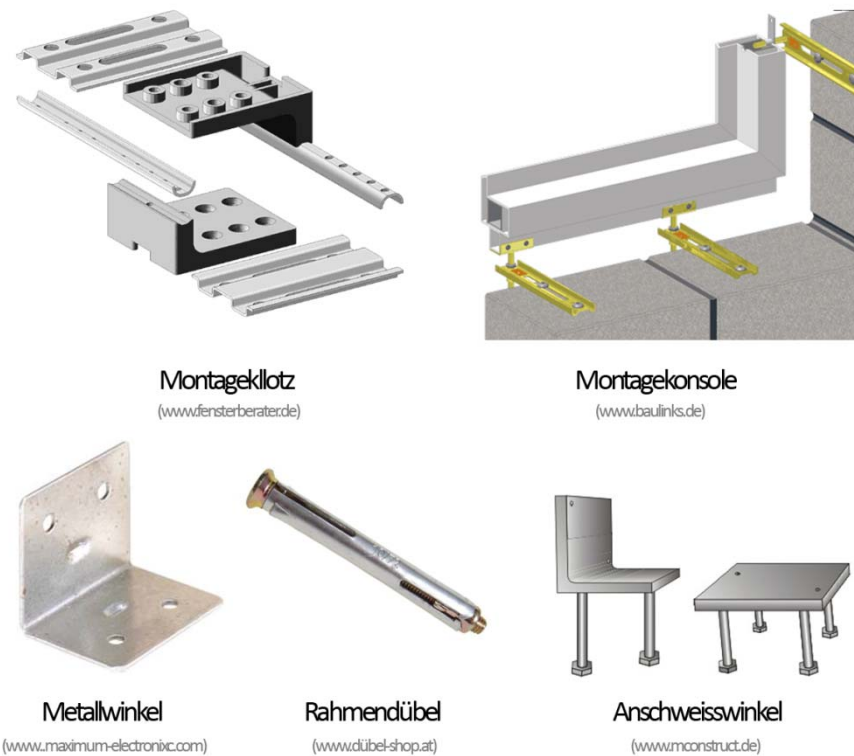


Abbildung 58: mögliche Befestigungsmittel<sup>95</sup>

Verwendet werden Rahmendübel, Rahmenschrauben, Anker, Laschen, Winkel, Pratzen, Konsolen, Ankerschienen, Montageschienen oder Anschweißplatten. Rahmendübel werden auf Schub- Scher- und Biegung beansprucht. Laschen haben den Vorteil dass sie im Vergleich zu Metallwinkeln relativ biegeweich sind und so problemlos thermische Längenänderungen des Rahmens aufnehmen können. Bei der Verwendung von metallischen Teilen muss man sich bewusst sein, dass es sich hierbei um wärmetechnische Schwachstellen der Bauteilanschlussfuge handelt.<sup>96</sup>

<sup>95</sup> Quelle: World Wide Web (Oktober 2011)

<sup>96</sup> RAL, S.38 bis 40

## 5.7 Bauteilanschlussfuge

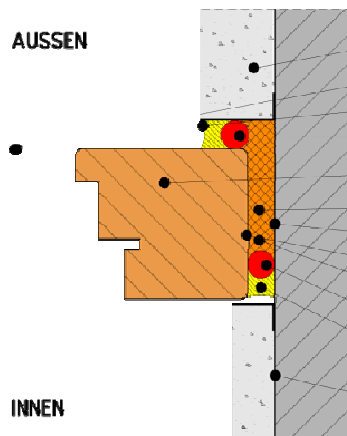
In der Regel werden die Rahmenprofile mit Schrauben, Pratzen oder Montagewinkel an der Leibung befestigt. Bei der Verbindung ist auf einen dauerhaft dichten, stabilen und elastischen Anschluss zu achten. Die Fuge wird innen (an der warmen Seite) dampfdicht und auf der äußeren Seite gegen Witterungseinflüsse (Schlagregen, Tauwasser etc.) abgedichtet. Die FAF muss rundum abgedichtet werden und wenn möglich in einer definierten Ebene zu liegen kommen.<sup>97</sup>

Begriffe	Definition
<b>Bauanschlussfuge</b>	Fuge zwischen Stockrahmen oder Blindstock und dem Baukörper
<b>Baurichtmaß</b>	Abstand der parallelen Koordinationsebenen für die maßgebliche Öffnungsgröße
<b>Blindstock</b>	mit der Wand fest verbundener Hilfsrahmen, der zur Befestigung dient
Dampfbremse	Stoff mit einem Dampfdiffusionswiderstand unterhalb der praktischen Dampfdurchlässigkeit
Dichtband	profiliertes Band, das abdichtungswirksam und komprimiert in eine Fuge eingebracht wird
Dichtfolie	selbstklebende oder mittels Klebepasten und/oder Klebebändern anzubringende Folie zur abdichtungswirksamen Überklebung von Bauanschlussfugen - Unterschieden wird in überputzbare oder zu überblendende Folien unterschiedlicher Wasserdampf-Durchlässigkeit
Dichtstoff	Stoff, der als spritzbare Masse in eine Fuge eingebracht wird und sie abdichtet, indem er an geeigneten Flächen in der Fuge haftet - Je nach Rohstoffbasis und Beschaffenheit des Untergrundes ist ein Voranstrich erforderlich
Dichtungsmaterialien	Materialien zur Herstellung der Schlagregen-
<b>Fugenbreite</b>	Abmessung(en) quer zur Fuge, rechtwinklig zur Fugenbezugsebene gemessen
Fugentiefe	Abmessung(en) quer zur Fuge, parallel zur Fugenbezugsebene gemessen
Haftfläche	vom Dichtstoff, Dichtband oder der Dichtfolie berührte Flächen der Bauteile
Hinterfüllmaterial	Stoffe, die zur Begrenzung des Dichtstoff-Querschnittes in die Fuge eingebracht werden
Isothermen	Linien gleicher Temperatur
<b>Koordinationsebene</b>	theoretische Fläche, die der gegenseitigen Zuordnung von Bauteilen dient
<b>lichtes Rohbaumaß</b>	Abstand der für den Einbau wichtigen Begrenzungsflächen der Öffnung
Luftdichtheit	graduelle Hemmung der Luftdurchlässigkeit
längenbezogene Luftdurchlässigkeit	Luftmenge, die infolge des Prüfdrucks durch den Prüfkörper "Bauanschlussfuge" hindurchgeht
<b>Montagefuge</b>	Fuge zwischen Stockrahmen und Blindstock
nichtdrückendes Wasser	Wasser ohne oder nur mit einem vorübergehenden geringfügigen hydrostatischen Druck
Primer	Voranstrich, der die Haftung von Dichtungsmaterialien am Untergrund verbessert bzw. ermöglicht
Prüfdruck	Differenz zwischen statischen Drücken, die auf die äußere und die innere Fläche des Prüfkörpers "Bauanschlussfuge" wirken
<b>Stockaußenmaßbreite/-höhe (STAM)</b>	Abstand der Begrenzungsflächen des Fensters
<b>Rohbaulichte</b>	Abstand der für den Einbau wichtigen Begrenzungsflächen der Öffnung
Schaum; Füllschaum	im Allgemeinen ein meist organischer Stoff, der überwiegend geschlossenzellig erhärtet
Schlagregendichtheit	Dichtheit der äußeren Bauanschlussfuge gegenüber Wassereintritt bei Schlagregenbelastung bis zu einem definierten Druck. Dieser definierte Druck gibt die Grenze der Schlagregendichtheit an.
Tiefe des Dichtstoffes	kleinster Abstand zwischen der Oberfläche und der Rückseite des Dichtstoffes

Abbildung 59: Begriffsdefinitionen [ÖNORM B 5320]

<sup>97</sup> PECH (2005), S.135

- Einwirkungen auf die FAF:<sup>98</sup>
- Wind und Wasser von außen
  - Wasserdampf von Innen
  - Aufnahme von Bewegungen aus dem Wandbildner
  - Schall
  - Wärme (Dehnungen etc.)



- vorgesehene Dämmstoffe
- Art und Konstruktionsform des Fensters
- fallbezogene luft- wind- oder schlagregendichte Dichtfolien
- äußeres/inneres Hinterfüllmaterial
- Werkstoff des Rahmenprofils
- Füllung der Fugenzwischenräume
- Oberfläche der angrenzenden Bauteile
- Montage- und Befestigungserfordernisse des Fensters
- Montage- und Befestigungserfordernisse des Fensters
- Fugennennmaße
- Abdichtung
- Koordinationsmaße

Abbildung 60: Einflüsse auf die Ausbildung der BAF<sup>99</sup>

In der Literatur wird öfters auf das sogenannte „**Ebenenmodell des Fensters**“<sup>100</sup> verwiesen. Aus diesem Grunde sei es hier auch kurz erwähnt und beschrieben. Bei diesem Modell wird die bauphysikalische Funktionstrennung einer Fassade oder eines Daches mit der eines Fensteranschlusses verglichen.

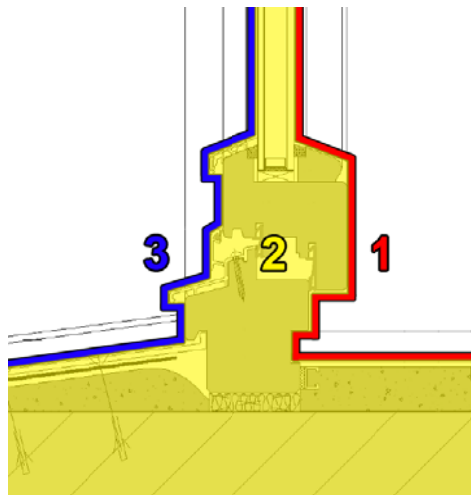


Abbildung 61: Ebenenmodell des Fensters<sup>101</sup>

<sup>98</sup> PECH (2005), S.135

<sup>99</sup> Ö NORM B 5320 (2006), S.6

<sup>100</sup> PECH (2005), S.135

<sup>101</sup> GAMERITH (2005), S. 46

### Ebene 1: Trennung von Innen- und Aussenklima

Hierbei geht es darum eine luftdichte Schicht auszubilden die das Innen- vom Aussenklima trennt. Diese Schicht muss außerhalb der kritischen Temperatur liegen um Schimmelwachstum und Kondensat zu vermeiden. Sie muss dauerhaft dicht bleiben und darf nicht unterbrochen werden.

### Ebene 2: Funktionsbereich

In diesem Bereich sollen alle Aufgaben des Schall- und Wärmeschutzes erfüllt werden. Feuchtigkeit die in dieser Ebene entsteht darf nur nach Außen abgegeben werden.

### Ebene 3: Wetterschutz

In dieser Ebene wird sichergestellt, dass es zu keinem Eindringen von Regenwasser (Schlagregen) kommt. Dafür ist eine entsprechende Winddichtheit zwingend erforderlich.

Hier ein sehr vereinfachtes Beispiel um den Zusammenhang der 3 Ebenen zu verdeutlichen:

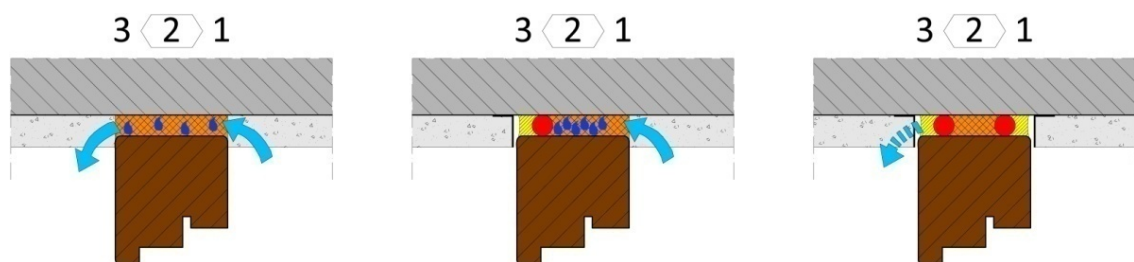


Abbildung 62: Zusammenhang der 3 Ebenen<sup>102</sup>

---

<sup>102</sup> PECH (2005), S.136

### 5.7.1 Toleranzen der Montage

Fenster haben im Allgemeinen immer mit dem Wandbildner fluchtend, sowie horizontal und vertikal ausgerichtet zu sein. Die maximalen Toleranzen beim Einbau sind in der Ö NORM DIN 18202 geregelt.<sup>103</sup>

GRENZABWEICHUNGEN			
Bezug	in [mm] bei Nennmaßen in [m]		
	bis 1	über 1 bis 3	über 3 bis 6
Öffnungen, z.B. für Fenster, Türen, Einbauelemente	± 10	± 12	± 16
Öffnungen wie vor, jedoch mit oberflächenfertigen Leibungen	± 8	± 10	± 12

GRENZWERTE FÜR WINKELABWEICHUNGEN			
Bezug	Stichmaße als Grenzwerte in [mm] bei Nennmaßen in [m]		
	über 0,5 bis 1	über 1 bis 3	über 3 bis 6
Vertikale, horizontale und geneigte Flächen	6	8	12

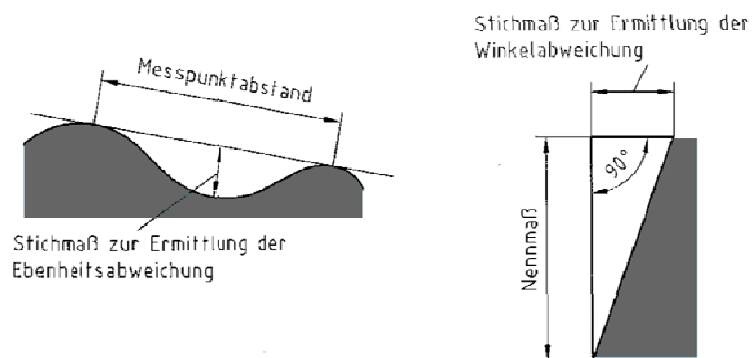
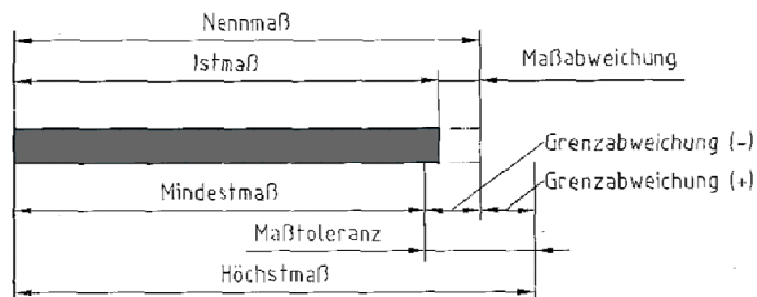
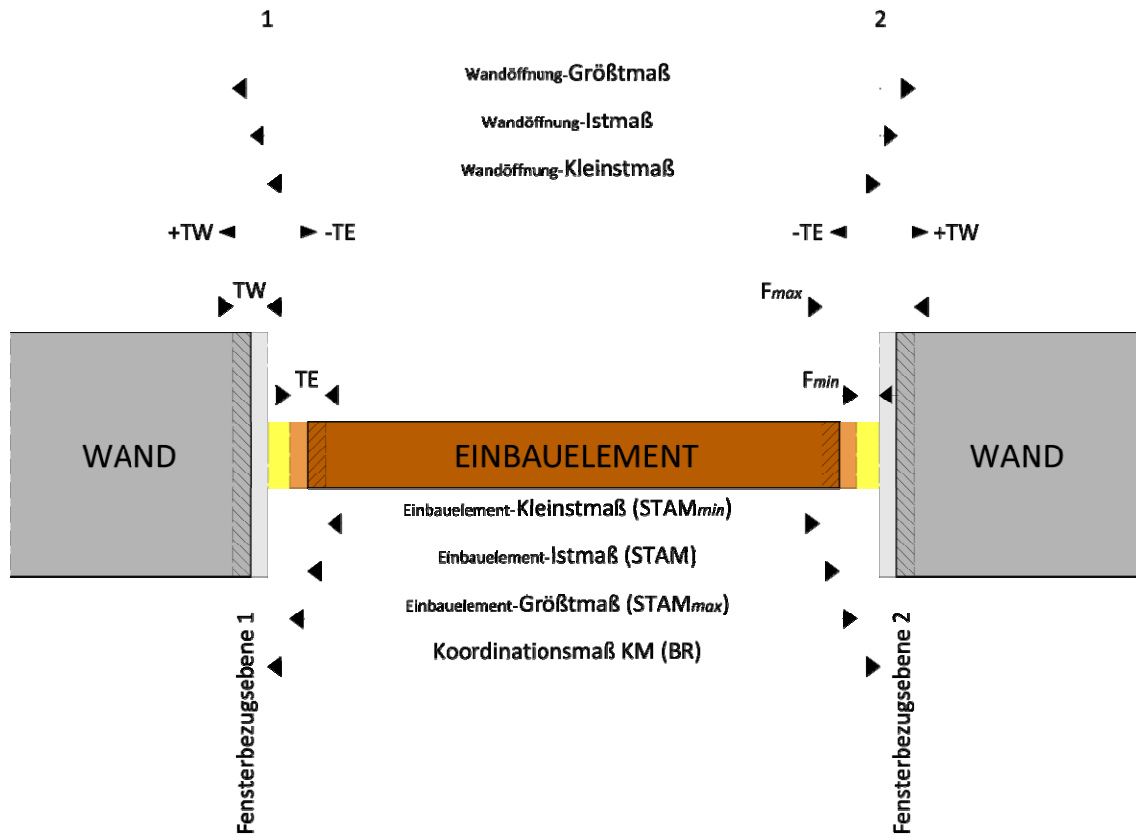


Abbildung 63: Maßtoleranzen für den Fenstereinbau [ÖNORM DIN 18202]

<sup>103</sup> PECH (2005), S.135





Fugen-Nennmaße	Baurichtmaß BK (Koordinationsmaß KM)	Toleranzbereich je Bauanschlussfuge	
$[mm]$ $F_{min} / F_{max}$	$[m]$ BR (KM)	Wandöffnung TW $[mm]$ TW	Fenster TE $[mm]$ TE
10/25	bis 1,5	0 bis +10	-10 bis -11
	bis 3,0		-10 bis -12
	bis 4,5		-10 bis -13
15/30	bis 1,5	0 bis +10	-15 bis -16
	bis 3,0		-15 bis -17
	bis 4,5		-15 bis -18
20/35	bis 1,5	0 bis +10	-20 bis -21
	bis 3,0		-20 bis -22
	bis 4,5		-20 bis -23
25/40	bis 1,5	0 bis +10	-25 bis -26
	bis 3,0		-25 bis -27
	bis 4,5		-25 bis -28

Abbildung 64: Fertigungstoleranzen [ÖNORM B 5320]

Die Toleranzen richten sich dabei immer nach den Koordinationsmaßen und nicht nach den Einbau- oder Öffnungsmaßen. Zu beachten sind dabei die Kleinst- und Größt-fugenbreiten.

### 5.7.1.1 Beispiele zu den Toleranzen für die Bauanschlussfuge gemäß Önorm B5320 (2006)

#### 5.7.1.1.1 Beispiel 1: F10/25 Bauanschlussfuge unter Berücksichtigung der Toleranzen (Koordinationsmaß der Öffnung: 100cm)

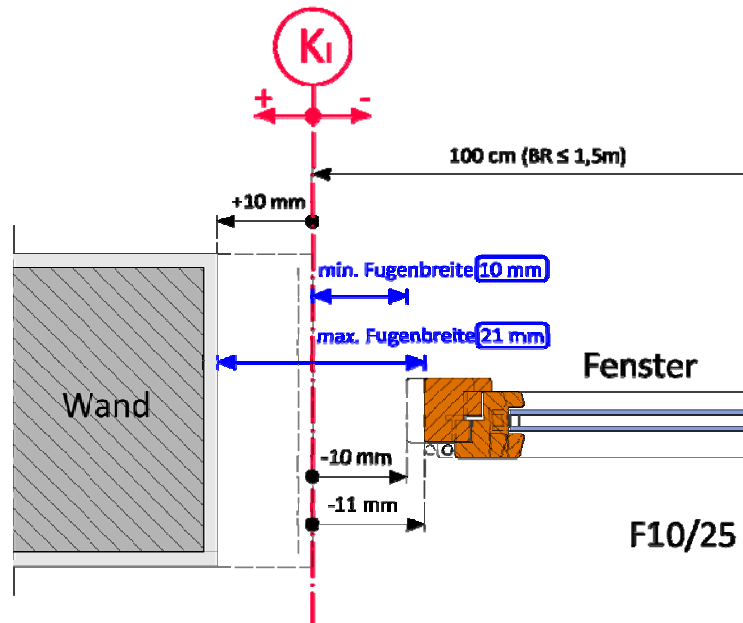


Abbildung 65: Beispiel 1

#### 5.7.1.1.2 Beispiel 2: F10/25 Bauanschlussfuge unter Berücksichtigung der Toleranzen (Koordinationsmaß der Öffnung: 500cm)

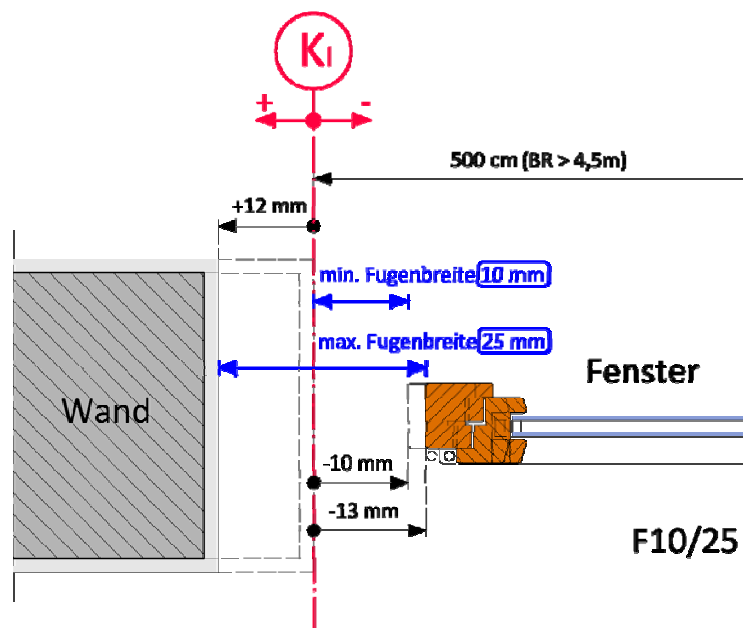


Abbildung 66: Beispiel 2

5.7.1.1.3 Beispiel 3: F15/30 Bauanschlussfuge unter Berücksichtigung der Toleranzen (Koordinationsmaß der Öffnung: 150cm)

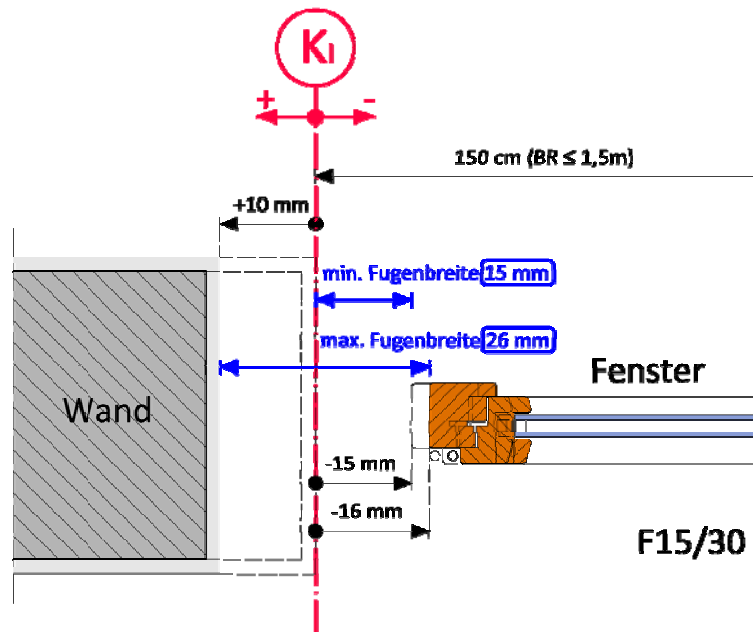


Abbildung 67: Beispiel 3

5.7.1.1.4 Beispiel 4: F25/40 Bauanschlussfuge unter Berücksichtigung der Toleranzen (Koordinationsmaß der Öffnung: 200cm)

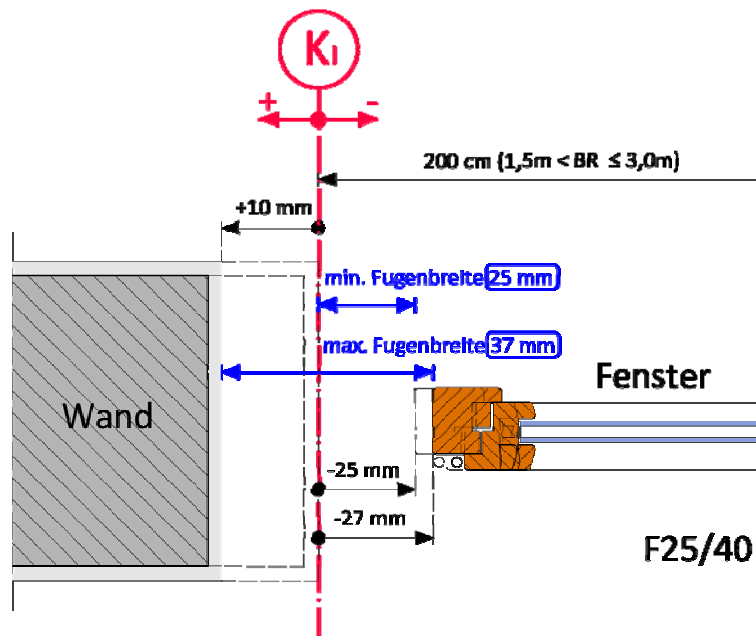


Abbildung 68: Beispiel 4

### 5.7.2 Stockmontage<sup>104</sup>

Die Stockmontage gilt heute als die gebräuchlichste Fenstermontage. Bei ihr wird das Stockprofil direkt in die vorbereitete Rohbauöffnung montiert. Je nach Typ des Wandbildners kommen Glattstriche aus Putz- oder Mauermörtel zum Einsatz. Der Glattstrich hat die Aufgabe, Undichtheiten in der Leibungsfläche auszubessern aber auch Unebenheiten auszugleichen.



**Abbildung 69: Glattstrich an Leibungsfläche**

Die eigentliche Montage erfolgt mittels spezieller Rahmendübel. Wichtig ist es wieder den so entstandenen Fugenraum rauminnenseitig dampfdicht und raumaußenseitig schlagregensicher auszubilden. Zusätzlich muss die Fuge vor schädlichen Einwirkungen von innen und außen geschützt sein. Der Wärmedämmstoff des Wandbildners soll das Rahmenprofil möglichst weit überdecken bzw. so angeschlossen werden dass es nur zu minimalen Wärmebrücken kommt.

---

<sup>104</sup> PECH (2005), S.140

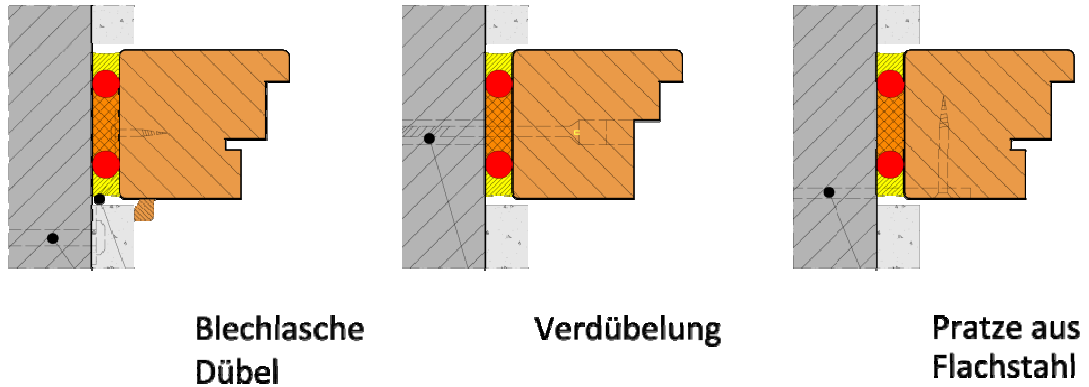


Abbildung 70: Stockmontage

### 5.7.3 Anschlussfuge Fenster-Wand<sup>105</sup>

Die Planung und Auswahl der passenden FAF ist von vielen Parametern abhängig die gegenseitig beeinflussen.

Einfluss auf die Ausbildung der FAF nimmt unter anderen:

- Der Werkstoff des Rahmenprofils
- Der Wandbildner (Aufbau)
- Die Oberflächenbeschaffenheit der Leibungsfläche
- Verwendete Hinterfüllprofile innen und außen
- Art der Abdichtungen
- Füllmaterial des Fugenzwischenraums
- Erforderliche Klasse der Luft-, Wind- und Schlagregendichtheit
- Toleranzen von Wandöffnung und Einabuteil
- Baurichtmaße und Fugennennmaße
- Spezielle Anforderungen (Schallschutz etc.)

Eine Bauanschlussfuge gilt nach ÖNorm B5320 bis  $0,4\text{m}^3/\text{h}$  und Laufmeter als luftdicht (bei entsprechendem Prüfdruck).

### 5.7.4 Einbauebene:

Die Frage nach der idealen Einbauebene von Fenstern lässt sich nicht eindeutig beantworten. Sie hängt von vielen Faktoren ab. Die Wahl der Einbauebene ist nicht nur eine formale Entscheidung sondern wirkt sich auch stark auf die Haltbarkeit des

<sup>105</sup> PECH (2005), S.141

Fensters aus. So sind beispielsweise außenbündig versetzte Fenster stark der Witterung ausgesetzt. Daher sollten Fenster wenn möglich mittig oder innen bündig versetzt werden. Um eine ausreichende Oberflächentemperatur an der Innenseite des Fensters (Glas, Rahmen und Flügel) zu gewährleisten, sollte die Einbauebene des Fensters möglichst weit innen liegen um so eine möglichst gute Umspülung mit warmer Luft zu gewährleisten.<sup>106</sup>

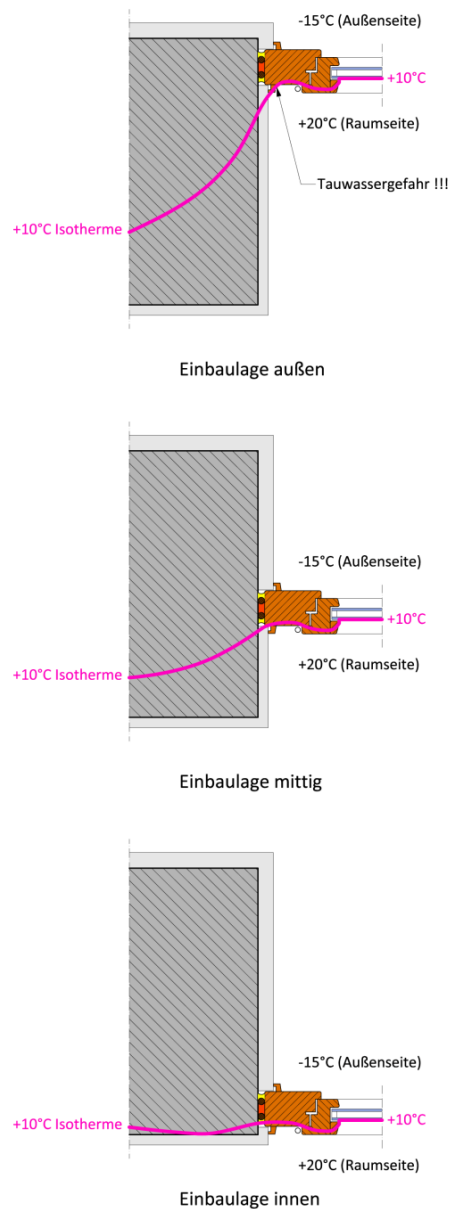


Abbildung 71: 10°C Isothermenverlauf bei verschiedenen Einbauebenen in einer monolithischen Außenwandkonstruktion (schematisch)<sup>107</sup>

<sup>106</sup> RAL, S.14

<sup>107</sup> RAL, S.15

Aus der obigen Abbildung ergibt sich als sinnvolle Einbauebene, von Fenstern in monolithischen Wandkonstruktionen, der mittlere Laibungsbereich. Bei wärmegeämmten Außenwandsystemen sollte das Fenster möglichst nahe an der Dämmebene zu liegen kommen.

Um die Tauwassergefahr möglichst gering zu halten, sollten Warmluftströme möglichst dicht an der Fensteroberfläche verlaufen. Problematisch sind hierbei große innere Laibungstiefen und weit überstehende Innenfensterbänke. Wobei die Gefahr der Tauwasserbildung hauptsächlich am unteren Fensterrahmen und am unteren Rand der Verglasung besteht.<sup>108</sup>

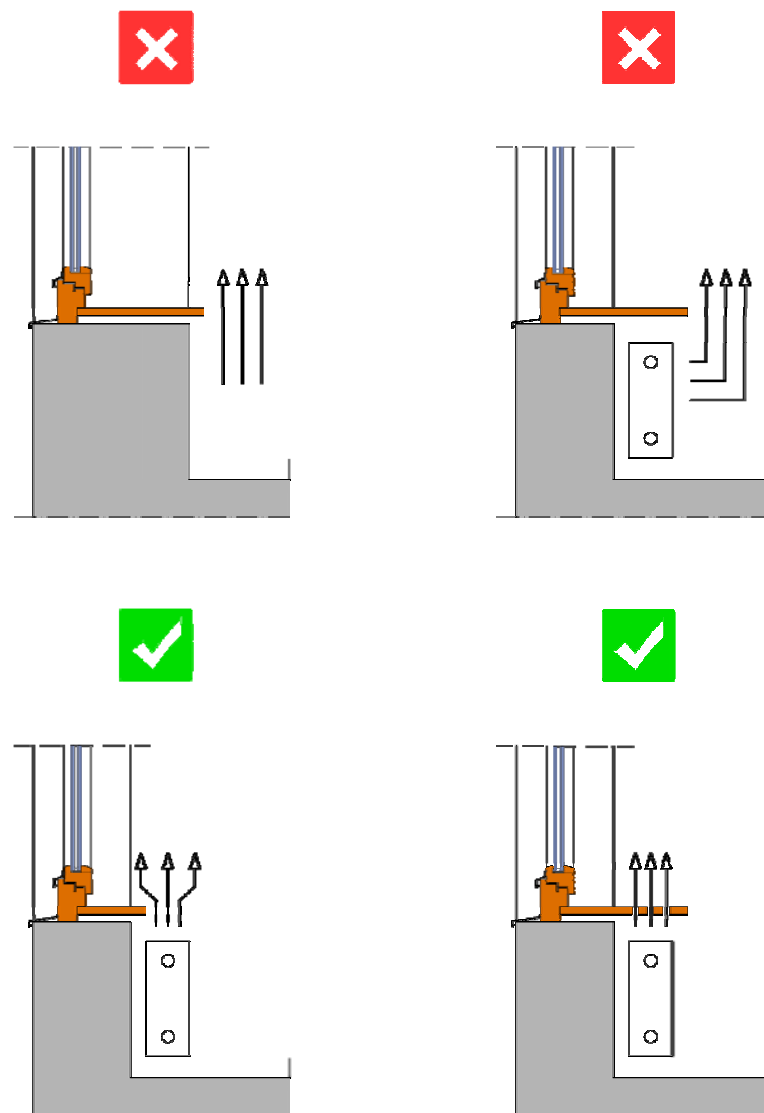


Abbildung 72: Tauwasser-Wahrscheinlichkeit an der Fensterinnenseite

<sup>108</sup> SCHMITT (2011), S.352 bis 353

### 5.7.5 Putzanschlüsse<sup>109</sup>

Putzanschlüsse sollten wenn möglich rechtwinklig zur Fensterebene, parallel und in konstanter Breite zur Rahmenkante verlaufen. Die Verwendung von Putzanschlussprofilen ersetzt keinen falls eine ordnungsgemäße Abdichtung der Anschlussfuge.



Abbildung 73: Putzanschlussprofile

---

<sup>109</sup> SCHMITT (2001), S.359 bis 360)



## 5.8 Abdichtung

### 5.8.1 Allgemeines

Bei der FAF handelt es sich um eine Bewegungsfuge. Das heißt es sind mit Veränderungen der Fugenbreite während der Nutzungsphase zu rechnen. Es gibt eine Vielzahl von unterschiedlichen Abdichtungssystemen am Markt. Alle haben das Ziel einen stabilen, dauerhaften und elastischen Anschluss zu gewährleisten. Mangelhafte Abdichtungen sind meist die Hauptursache von Bauschäden.<sup>110</sup>

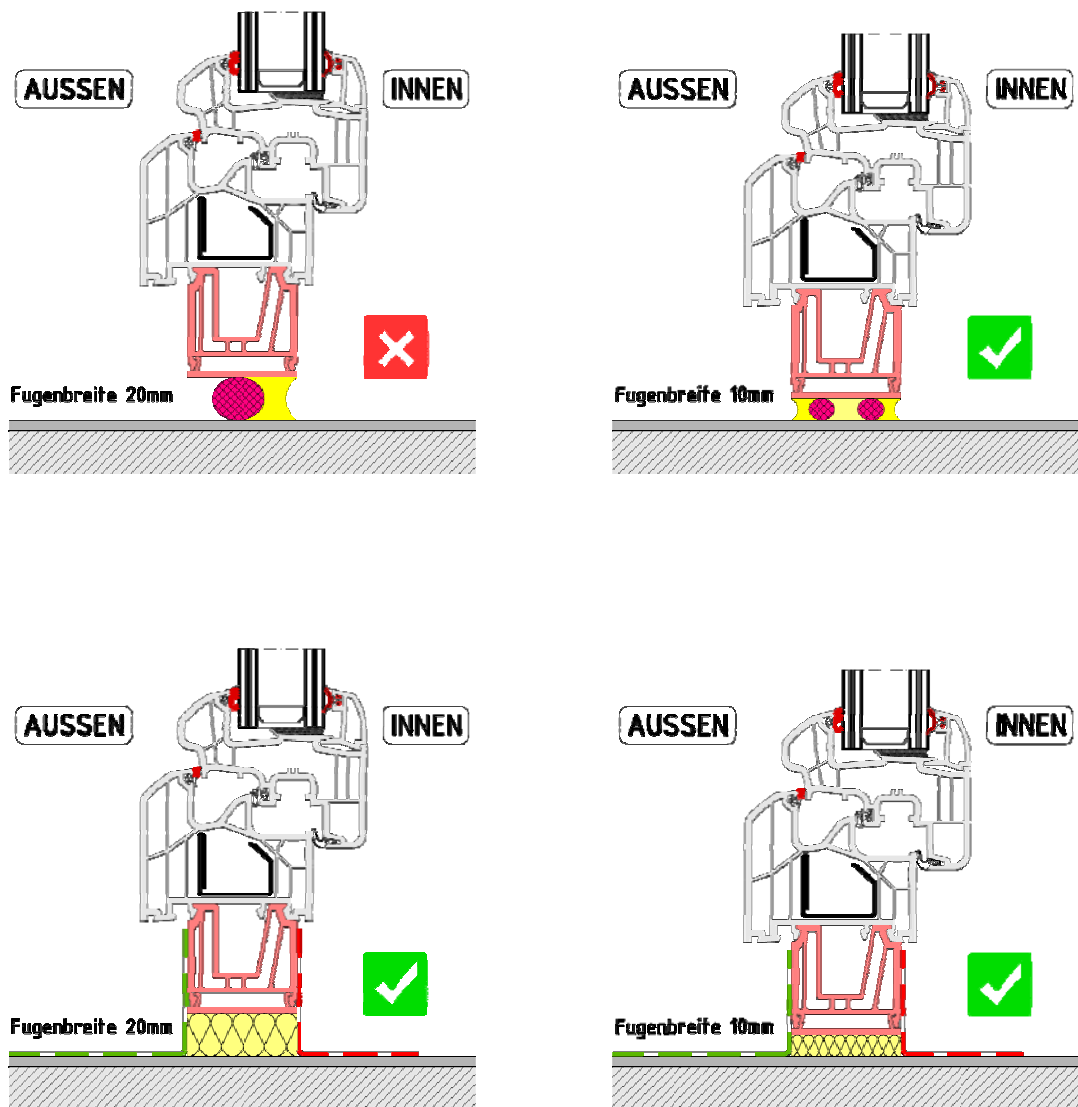


Abbildung 74: Einfluss der Fugenbreite auf das verwendete Abdichtungssystem

Die Fuge zwischen Fenster und Fensterleibung ist luftdicht und winddicht bzw. schlagregendicht zu verschließen. Innerhalb der wärmedämmenden Verfüllung ist die

<sup>110</sup> RAL, S.48 / PECH (2005), S.143

Bildung von schädlichem Kondensat durch einen entsprechenden Fugenanschluss bzw. den Einsatz von Dampfsperren auszuschließen. Der Wasserdampfdiffusionswiderstand muss von innen nach außen abnehmen. Kommt es dennoch zum Eindringen von Wasser (z.B. durch Niederschlag), so muss es möglich sein dieses schadfrei nach außen abzuleiten.<sup>111</sup>

### 5.8.2 Dämmung der Anschlussfuge<sup>112</sup>

Die richtige Dämmung der Anschlussfuge hat großen Einfluss auf die Oberflächentemperatur des Rahmenprofils. Generell wird der komplette Fugenraum ausgefüllt. Die Dämmung darf jedoch nicht die Funktion der Wind- und Schlagregendichtheit übernehmen. Als Dämmstoffe kommen überwiegend Mineralwollen, Schaumstofffüllbänder und Ortschäume zum Einsatz.

Bei der Verwendung von Ortschäumen ist immer den Zweikomponenten-Ortschäumen der Vorzug zu geben. Da im Gegensatz zu den Einkomponenten-Schäumen bei Zweikomponenten-Ortschäumen nicht mit Nachquellen durch Feuchteaufnahme zu rechnen ist. Eine luftdichte Fugenausbildung ist vor allem für die Erfüllung der Schallschutzanforderungen wichtig.

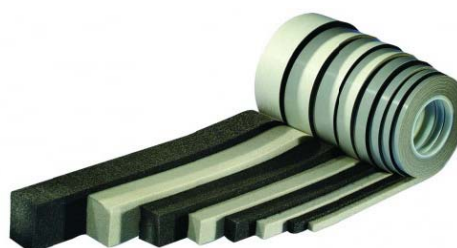
Folgende Abdichtungssysteme kommen zum Einsatz:

- Dichtstoffe
- Imprägnierte Schaumstoffbänder
- Dichtungsbahnen



Dichtstoffe

([de.wikipedia.org/wiki/Dichtstoff](https://de.wikipedia.org/wiki/Dichtstoff))



Imprägnierte Schaumstoffbänder

([www.lorencic.at](http://www.lorencic.at))



Dichtungsbahnen

([www.baupirat.de](http://www.baupirat.de))

Abbildung 75: Abdichtungssysteme<sup>113</sup>

---

<sup>111</sup> SCHMITT (2001), S.355 bis 360

<sup>112</sup> PECH (2005), S.146 bis 147

### 5.8.3 Dichtstoffe

Dichtstoffe haben die Aufgabe die Verbindung von gleichartigen oder unterschiedlichen Bauteilen abzudichten, welche nicht durch eine kraftschlüssige Verbindung miteinander gekoppelt sind. Charakteristisch für solche Fugen ist, dass sie Bewegungen erfahren die ihre Dimension und Form verändern.<sup>114</sup>

Einteilung der Dichtstoffe nach			
den Eigenschaften	der Komponentenanzahl	dem Abbindeverhalten	den Arten und Rohstoffbasisgruppen auf Basis von
erhärtende Dichtstoffe	Einkomponenten-Dichtstoffe ( <i>sind sofort verarbeitungsmäßig</i> )	chemisch reagierende	Ölen ( <i>Leinöle, Ölkunststoffkombinationen</i> )
plastische bleibende Dichtstoffe	Zweikomponenten-Dichtstoffe ( <i>haben eine begrenzte Verarbeitungszeit</i> )	feuchtigkeitsreagierende	Polyisobentylene, Butyl
		temperaturreagierende	Acryl
elastisch bleibende Dichtstoffe		oxydativtrocknende ( <i>sauerstoffhärtend, hautbildend</i> )	Polyurethane
		lufttrocknende durch Abdunstung von Lösungsmitteln	Polysulfide
		nicht trocknende ( <i>weich bleibende</i> )	Silikone

Abbildung 76: Einteilung der Dichtstoffe<sup>115</sup>

Wichtig ist, dass Dichtstoffe als Abdichtungs- und nicht als Befestigungsmaterialien verstanden werden. Die Fugendichtung ist nur dann brauchbar, wenn sie dauerhaft abdichtet. Der Dichtstoff selbst erfährt unterschiedliche Belastungen, wie z.B.

- *Einflüsse aus der Umwelt* (Sauerstoff, Wasser, Wasserdampf, UV-Licht, Wärme und Kälte, Druck- und Sogkräfte und diverse Gase)
- *Chemische Stoffe* (Fette, Reinigungsmittel, Chlorwasserstoff, Schwefeldioxid)
- *Mechanische Stoffe* (Baukörperbewegungen, Erschütterungen)<sup>116</sup>

Die Auswahl und Verarbeitung von elastischen Dichtstoffen ist in der DIN 18540 geregelt. Für die Dimensionierung von Fugenbreiten gibt die ÖNORM B 5320 folgende Hinweise:

<sup>113</sup> Quelle: World Wide Web (Oktober 2011)

<sup>114</sup> TRG (1986), S.7

<sup>115</sup> TRG (1986), S.15

<sup>116</sup> TRG (1986), S.6 bis 7

Werkstoff des Rahmenprofil	Fugenbreite in [mm] bei einem zulässigen Bewegungsvermögen des Dichtstoffes von 25 [%]				
	Anschluss mit Anschlag STAM		Anschluss ohne Anschlag STAM		
	bis 3,5 m	bis 4,5 m	bis 1,5 m	bis 3,0 m	bis 4,5 m
Holz	10	10	10	10	15
PVC hart, weiß	10	15	10	15	25
PVC hart, nicht weiß	15	20	15	20	30
Integralschaumstoff hart	10	15	10	10	20
PVC hart und PMMA	10	15	10	10	20
Alu-Verbundprofil, hell	10	15	10	10	20
Alu-Verbundprofil, dunkel	15	15	10	15	25
Holz-Alu, hell	10	15	10	10	25
Holz-Alu, dunkel	15	15	10	15	-

Abbildung 77: Fugenbreite bei elastischen Dichtstoffen [ÖNORM B 5320]

Anschlagart	$b_{Sti}$ für Dichtstoffe mit einer zulässigen Gesamtverformung von 25%				$b_{Aa}$ für Dichtstoffe mit einer zulässigen Gesamtverformung von 25%		
Werkstoff der Fensterprofile	Elementlänge in [m]						
	bis 1,5	bis 2,5	bis 3,5	bis 4,5	bis 2,5	bis 3,5	bis 4,5
	Mindestfugenbreite für stumpfen Anschlag $b_s$ in [mm]				Mindestfugenbreite für Innenanschlag $b_a$ in [mm]		
PVC hart (weiß)	10	15	20	25	10	10	15
PVC hart und PMMA (dunkel) (farbig extrudiert)	15	20	25	30	10	15	20
harter PUR-Integralschaumstoff	10	10	15	20	10	10	15
Aluminium-Kunststoff-Verbundprofile	10	10	15	20	10	10	15
Aluminium-Kunststoff-Verbundprofile (dunkel)	10	15	20	25	10	10	15
Holzfensterprofile	10	10	10	10	10	10	10

$b_{Sti}$  ... Mindestfugenbreite für stumpfe Anschläge, raumseitig  
 $b_{Stla}$  ... Mindestfugenbreite für stumpfe Anschläge, außenseitig  
 $b_{Aa}$  ... Mindestfugenbreite für Innenanschläge, außenseitig

Abbildung 78: Mindestfugenbreiten für Anschlußfugen mit Dichtstoff [nach DIN]

Verwendungsbereiche der Dichtstoffe								
Dichtstoff	Kontaktmaterial							
	Beton	Glas	Holz	Mauerwerk	Alu	Naturstein	Putz	PVC
Neutralvernetzende Dichtstoffsysteme auf Silikonbasis	+	+	+	+	+	+	+	+
Azetat-System auf Silikonbasis	-	+	+	-	+	-	-	+
Polyurethan	+	-	+	+	+	+	+	+
MS-Polymer (Hybrid)	+	-	+	+	+	-	+	+
Acryl-System	+	-	+	+	+	+	+	-

Abbildung 79: Verwendungsbereich der Dichtstoffe [ÖNORM B 5320]

Erforderlicher Dichtstoffquerschnitt gemäß ÖNorm B 5320	
Fugebreite $b$ [mm]	Dichtstoffdicke $d$ [mm]
bis 10	$8 \pm 2$
10 bis 15	$10 \pm 2$
15 bis 20	$12 \pm 2$
20 bis 25	$13 \pm 2$

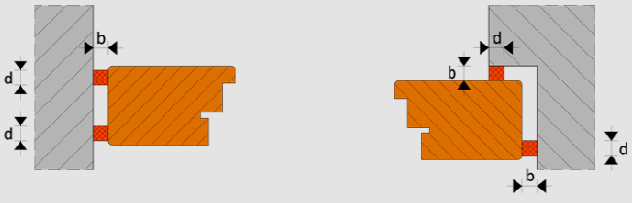


Abbildung 80: Erforderlicher Dichtungsquerschnitt [ÖNorm B 5320]<sup>117</sup>

Die durch die Verformung der FAF auftretenden Spannungen dürfen im Dichtstoff ausschließlich über die Zweiflankenhaftung abgebaut werden. Die auf Dehnung beanspruchten Dichtungsstoffe üben ausschließlich Zugkräfte auf die Fugenflanken aus.<sup>118</sup>

<sup>117</sup> PECH (2005), S.144

<sup>118</sup> PECH (2005), S.144

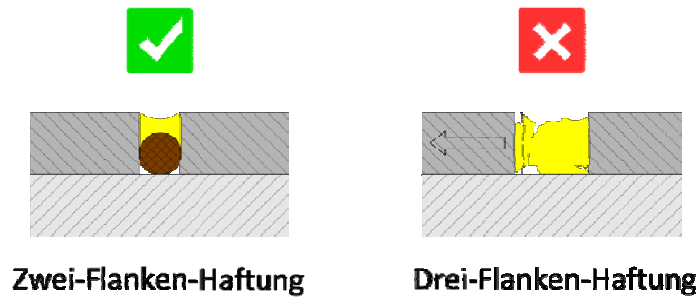


Abbildung 81: Zwei- und Drei-Flanken-Haftung

Bei der Auswahl des Hinterfüllmaterials ist auf die Verträglichkeit mit dem Dichtstoff zu achten. Zusätzlich dürfen Hinterfüllmaterialien nicht wassersaugend sein. Als Hinterfüllprofile kommen PE-Schnüre mit Kreisquerschnitt zum Einsatz. Der Durchmesser der PE-Schnüre sollte in etwa 15 bis 30% größer als die maximal mögliche Fugenbreite sein. Problematisch bei der Verwendung von spritzbaren Kunststoffen ist die Sicherstellung einer ausreichenden Haftzugfestigkeit am Wandputz.<sup>119</sup>

Bewegungsaufnahme (Dehnfähigkeit) von Dichtstoffen	
zul. Gesamtverformung	Dichtstoffe
3 - 5 %	Butylmassen, lösungsmittelhaltige Acrylmassen
10 - 15 %	Acrylmassen auf Dispersionsbasis
20 - 25 %	Silikon, Thiokol (für Fensterfugen gut geeignet)

Abbildung 82: Bewegungsaufnahme (Dehnfähigkeit) von Dichtstoffen<sup>120</sup>

### 5.8.3.1 Fugenform<sup>121</sup>

Bei der Form der Fuge wird stets eine Fuge mit parallelen Fugenflanken angestrebt. Sie bildet die wirtschaftlichste und wirksamste Fugenform.

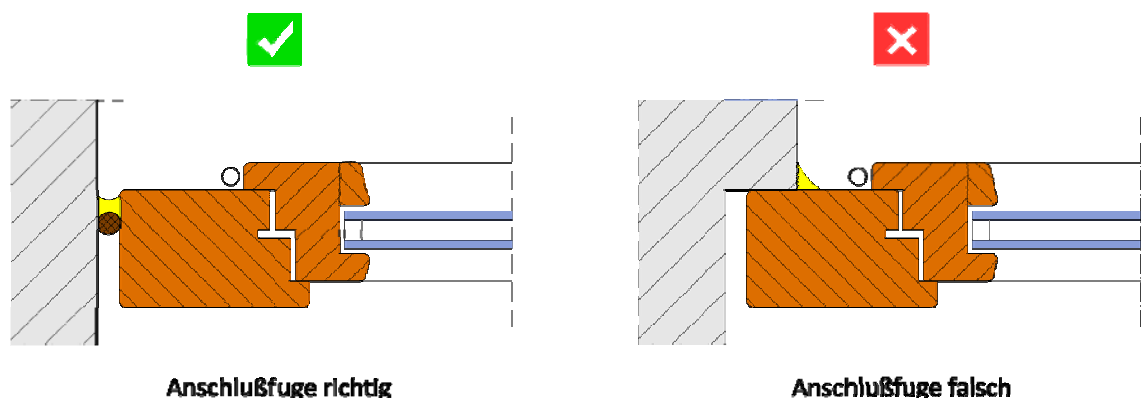


Abbildung 83: Anschlußfuge

<sup>119</sup> PECH (2005), S.144

<sup>120</sup> GAMERITH (2005), S.206

<sup>121</sup> TRG (1986), S.22

Als vorteilhaft hat sich das Abfasen der vorderen Fugenflanken erwiesen, da es hilft Spannungsspitzen in diesem Bereich zu reduzieren. Keil- und Dreieckfugen sollten wenn möglich vermieden werden.

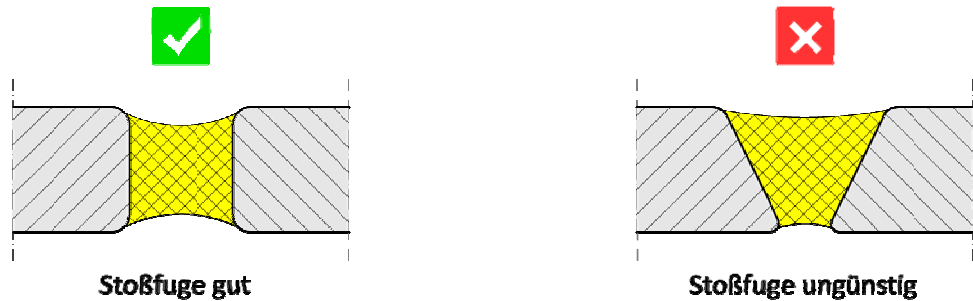


Abbildung 84: Ausbildung einer Stoßfuge für dauerelastische Dichtstoffe

Die Oberfläche der Fugenflanken darf keinen falls Bestandteile enthalten, welche die Haftung schädigen oder ihre Wirkung reduzieren. Zu solchen Stoffen welche die Haftung reduzieren und chemisch Reaktionen auslösen können gehören unter anderem Bitumen, Teer, Öle, Fette, Wachse, Seifen, Chlorparaffine und Silikone.<sup>122</sup>

Beanspruchungsgruppen nach DIN 18542		
Beanspruchungsart	Beanspruchungsgruppe	
	BG1	BG2
Fugenwitterung	direkt	entfällt
Regeneinwirkung	stark	gering
Tauwassereinwirkung	hoch	gering
Einwirkung von Luftfeuchte	Langzeit	Langzeit
Winddichtheit	normal	normal

Abbildung 85: Beanspruchungsgruppen nach DIN 18542

Dichtstoffe dürfen nur in Verbindung mit einem nichtsaugenden, geschlossenzelligen Hinterfüllmaterial verwendet werden. Es soll ein Verhältnis zwischen Tiefe und Breite des Dichtstoffes in der Fuge von ca. 2:1 herrschen.<sup>123</sup>

<sup>122</sup> TRG (1986), S.23

<sup>123</sup> RAL, S.54

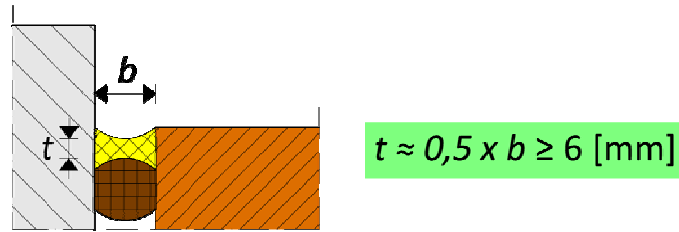


Abbildung 86: Ausbildung einer Bewegungsfuge mit Dichtstoff und Hinterfüllmaterial<sup>124</sup>

### 5.8.3.2 Allgemeine Durchführung von Abdichtungsarbeiten mit Dichtstoffen<sup>125</sup>

#### 5.8.3.2.1 Grundsätzliche Voraussetzungen

##### Klimatische Bedingungen:

Abdichtungsarbeiten sollten grundsätzlich nur bei trockenem nicht sehr kaltem Wetter durchgeführt werden. Je nach Art der Dichtstoffe gibt es unterschiedliche Mindesttemperaturen die eingehalten werden müssen. Tiefe Temperaturen erschweren die Verarbeitung mit Dichtstoffen und erfordern meistens besondere Maßnahmen.

##### Anforderungen an den Untergrund:

Der Untergrund muss staubfrei und trocken sein, Die Fugenflanken sollten ausreichend fest sein, um die entstehenden Zugkräfte sicher aufnehmen zu können.

Zusätzlich muss der Untergrund die notwendige Adhäsion für das Aufbringen von Anstrichen und Imprägnierungen aufweisen.

##### Einbau von Fenstern:

Holzteile müssen vor dem Einbau allseitig einen Grundierungs- und Zwischenanstrich erhalten. Auf die Verträglichkeit zwischen Anstrich und Dichtstoff ist zu achten. Der Feuchtegehalt des Holzes darf 12 bis 15% nicht überschreiten. Kunststofffenster erhalten eventuell an der Oberfläche nicht wahrnehmbare Gleitmittel. Bauteile aus

<sup>124</sup> RAL, S.54

<sup>125</sup> TRG (1986), S.24 bis 26



Aluminium verlangen teilweise die Verwendung von Haftvermittlern. Fenster aus Stahl müssen an den Kontaktflächen mit einem Rostschutzmittel behandelt werden.

Vorbehandlungen mit Lack oder Haftvermittlern müssen vor dem Abdichtungsvorgang ausreichend abgelüftet werden. Auf Sauberkeit ist streng zu achten.

#### 5.8.3.2.2 Allgemeiner Arbeitsablauf bei Abdichtungsmaßnahmen

##### Vorbereiten des Untergrundes:

- Reinigung des Untergrundes.
- Einbau von Hinterfüllmaterial bzw. Trennfolien.
- Vorbehandeln der Fugenflanken mittels Primer.

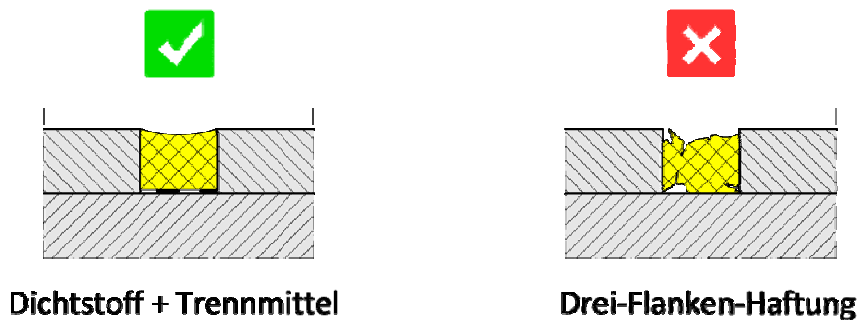


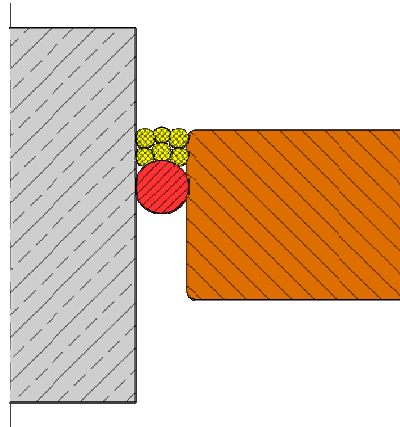
Abbildung 87: Dichtstoff mit Trennmittel

##### Vorbereiten des Dichtstoffes:

Je nach verwendetem Dichtstoff sind die herstellerspezifischen Angaben bezüglich Mischungsverhältnis etc. zu beachten.

##### Einbringen des Dichtstoffes:

Das Einbringen des Dichtstoffes muss blasenfrei und mit dem notwendigen Anpressdruck an die Kontaktflächen erfolgen. Bei Fugen die breiter als der Düsenquerschnitt sind, hat das Einbringen des Dichtstoffes strangweise zu erfolgen.



**Abbildung 88: Strangweises Einbringen des Dichtstoffes**

Nachbehandeln der Fuge:

Erforderlich ist ein Abglätten der Fugenoberfläche mittels neutralen Netzmittels. Ein nachträgliches Öffnen der Haftfläche muss ausgeschlossen werden.

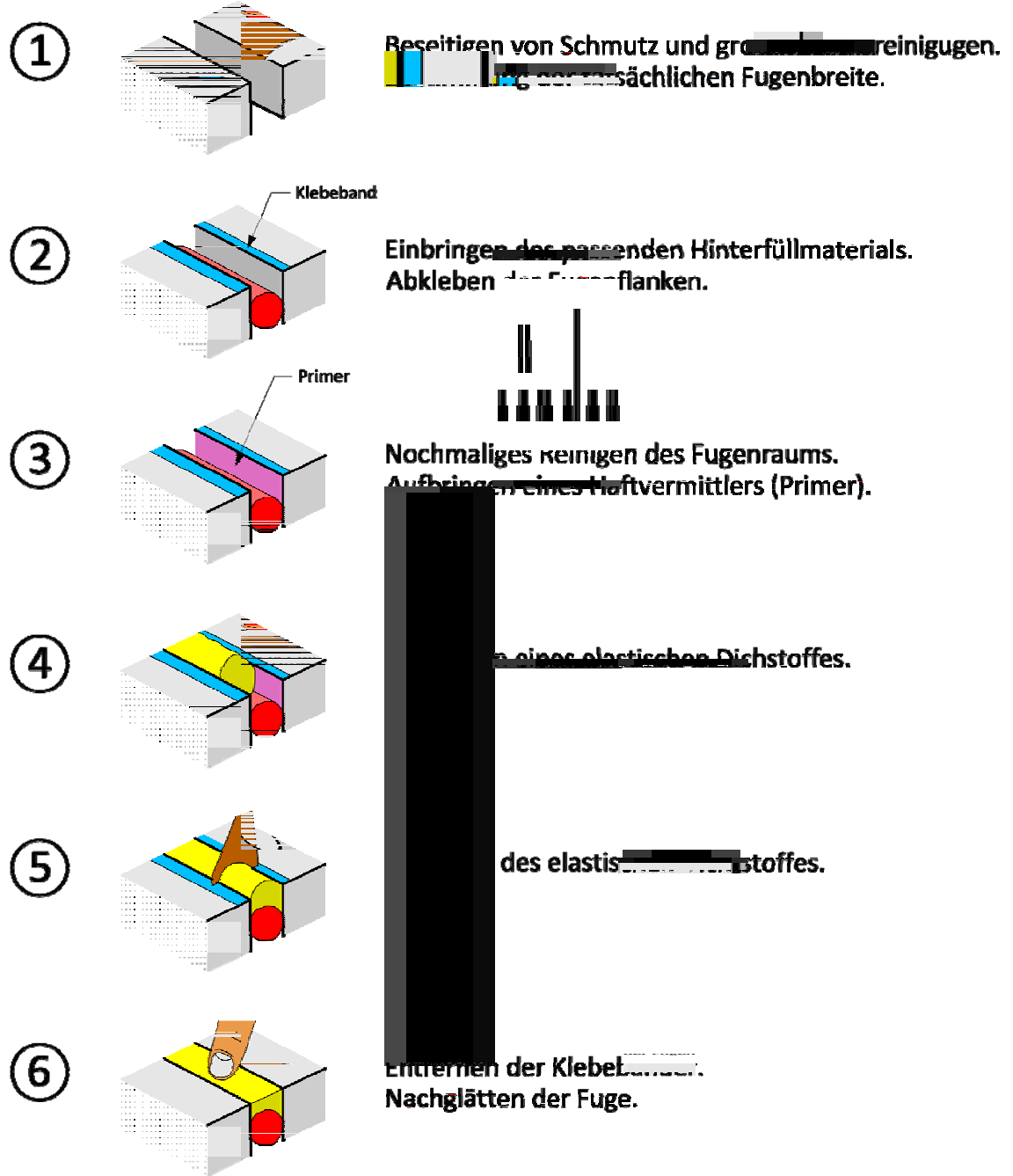


Abbildung 89: Arbeitsabfolge bei der Abdichtung mit elastischen Dichtstoffen<sup>126</sup>

<sup>126</sup> PECH (2005), S.145 / RAL, S.55

Begriffserläuterung [1 / 2]	
Begriffe	Definition
Abbindezeit (Aushärtezeit)	Zeitspanne, die bis zur vollständigen (Abbindung) von Dichtstoffen notwendig ist. Bei chemisch vernetzenden Dichtstoffen ist die Abbindezeit von der Temperatur, bei feuchtigkeitsreagierenden und lufttrocknenden Dichtstoffen zusätzlich von der Luftfeuchtigkeit abhängig.
Abdeckband	selbstklebend, das an den Fugenflanken angebracht wird, um eine Begrenzung der Fugenfüllung sicherzustellen. Das Abdeckband muss nach dem Einbringen der Dichtstoffe entfernt werden.
Abdichtung	Luft und Wasser undurchlässige Verbindung unterschiedlicher oder gleicher Baustoffe.
Abdunstungszeit	notwendige Wartezeit nach dem Aufbringen eines lösungsmittelhaltigen Voranstrichs bis zum Einbringen des Dichtstoffes. Die Abdunstungszeit ist abhängig von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Untergrund.
Abstandshalter	Distanzstück, welches einen definierten Abstand zwischen Baukörper und Bauteil für den Fugenquerschnitt sichert.
Adhäsion	die Eigenschaft, an anderen Baustoffen zu halten. Adhäsionsschäden sind Ablösungen von den Fugenflanken. Adhäsionsverbessernd wirken die zu Dichtstoffen gehörenden Primer (Voranstriche).
Abbindezeit	siehe Abbindezeit.
Anschlussbereich	Fuge zwischen gleichen oder unterschiedlichen Bauteilen unabhängig von Werkstoffen oder Beanspruchungen.
Praktische Beanspruchung	zulässiger Bereich der Dimensionsänderung einer Fuge durch Temperaturbewegungsänderungen (Dehnung + Stauchung + Scherung), innerhalb der die Fugenabdichtungsfähigkeit dauernd behält.
Bindemittel	ist die Abwanderung von Bindemitteln und/oder anderen Bestandteilen des Dichtstoffes in das Kontaktmittel.
Bituminöse Dichtstoffe	Bezeichnung für Stoffe, die Bitumen, Teer und/oder andere organische Substanzen in einem Prozentsatz enthalten.
Bruchdehnung	maximale Dehnung eines Prüflings einer bestimmten Größe oder im Laboratorium entweder Adhäsions- oder Kohäsionsbruch auftritt. Die Größe der Bruchdehnung ist abhängig von der Verformungsgeschwindigkeit und der Form des Prüflings. Die Bruchdehnung darf keinesfalls mit der praktischen Bewegungsaufnahme gleichgestellt werden.
Dehnung	Verbreiterung der Fuge unter Beanspruchung.
Dehnspannungswert	Spannung (Kraft pro Fläche), die bei einer gewissen definierten Dehnung eines Normalprüfkörpers auf die Fugenflanken übertragen wird. Der Dehnspannungswert liefert die wichtigste Aussage über einen Fugendichtstoff unter mechanischer Beanspruchung.
Dichtstoffe	formlose Massen, welche durch Reaktion in einem fest, verformbar oder elastisch bleibenden Endzustand überführt werden oder vorgeformtes Material mit fest, verformbar oder elastisch bleibenden Eigenschaften.
Erhärtende Dichtstoffe	Dichtstoffe, die nach der Reaktion eine starre Abbindezeit haben, die nicht in der Lage ist, Bewegungen aufzunehmen.
Elastisch bleibende Dichtstoffe	Eigenschaft eines Dichtstoffes, sich unter Kräfteinwirkung zu verformen und nach Beendigung der Kräfteinwirkung wieder in seiner Ursprungsform zurückzuführen. Absolut elastische Dichtstoffe gibt es nicht. Je nach geringerer bleibende Verformbarkeit weisen alle Produkte auf. Elastische Dichtstoffe sind durch ihr Rückstellvermögen gekennzeichnet.
Plastisch bleibende Dichtstoffe	Ein Dichtstoff, der sich unter Kräfteinwirkung zu verformen, diese neue Form jedoch auch nach Beendigung der Kräfteinwirkung beizubehalten. Die Dichtstoffe sind durch fehlendes Rückstellvermögen gekennzeichnet.
Dichtprofile	bandförmige Dichtungsmaterialien elastisch bleibender oder plastisch bleibender Einstellung.
Dichtungsband	vorgeformte Dichtstoffe mit vorwiegend plastischen Eigenschaften, selbstklebend.
Drei-Flanken-Haftung	diese führt zu einer mechanischen Überbeanspruchung der Dichtstoffe, welche sich in Materialrissen äußert.
Einkomponenten-Dichtstoffe	Dichtstoffe, die gebrauchsfertig geliefert werden.
Elastisch bleibende Dichtstoffe mit geringen plastischen Anteilen und umgekehrt	Dichtstoffe mit überwiegend plastischen oder elastischen Anteilen. Sie sind durch ein geringes Rückstellvermögen gekennzeichnet.
Ermüdung	Materialschwächung durch wiederholte Beanspruchung.
Fugenbreite	Abstand zwischen den Fugenflanken.
Fugenflanke	die angrenzenden Baustoffe von dem ein Teil (die Haftfläche) in direkte Berührung mit dem anderen Bauteil kommt. Fugenflanken bei Abdichtungen, die einer Dehnbeanspruchung ausgesetzt sind, müssen eine ausreichende Zugfestigkeit aufweisen, um diese Kräfte aufzunehmen.
Fugengrund	Fugengrund ist die rückseitige Begrenzung der Fugenbreite.

Abbildung 90: Begriffserläuterung Dichtstoffe 1/2<sup>127</sup>

<sup>127</sup> TRG (1986), S.8 bis 14

Begriffserläuterung [ 2 / 2 ]	
Begriffe	Definition
Glättmittel	Glättmittel sind Verarbeitungshilfen zum Glätten der Oberfläche von frischen Fugendichtungsmassen.
Haftfläche	Ist die Fläche der Fugenflanke, die mit dem Dichtstoff in direktem Kontakt kommt.
Haftgrund (Primer, Voranstrich)	ist ein Vorbehandlungsmittel für die Haftfläche zur Verbesserung der Adhäsion des Dichtstoffes.
Härte	siehe Shore-Härte.
Hautbildungszeit	Zeitspanne, nach der bei Dichtstoffen eine Hautbildung auftritt. Innerhalb dieser Zeit muß die endgültige Bearbeitung der Oberfläche (Abglätten) erfolgt sein, da andernfalls eine Runzelhaut die Oberfläche beeinträchtigt.
Hinterfüllmaterial	Hinterfüllmaterial sind vorgeformte Materialien zur Begrenzung der Dichtstofftiefe und/oder zur Verhinderung der Drei-Flanken-Haftung.
Kaugummi-Effekt	Mangel einer Abdichtung folgender Art: ein Dichtstoff mit plastischen Anteilen erleidet unter dem Einfluß einer wechselnden Dehn-Stauchbewegung eine fortlaufend stärker werdende Querschnittsveränderung, die zum Durchreißen der Abdichtung führt.
Kitt	verformbarer, plastisch bleibender Dichtstoff ohne Rückstellvermögen.
Kohäsion	der, durch atomare und molekulare Kräfte bewirkte, innere Zusammenhalt eines Stoffes.
Konsistenz	Zustand des Dichtstoffes zum Zeitpunkt der Verarbeitung z.B. flüssig, pastös.
Korrosion	chemisch oder elektrochemische Reaktion der Oberfläche eines Werkstoffes mit seiner Umgebung (z.B. Rost).
Kraftabbau	Größe des Kraftabfalles bei der bleibenden Dehnung eines Dichtstoffes.
Längsschub	siehe Scherbewegung.
Mehrkomponenten-Dichtstoff	Mehrkomponenten-Dichtstoff ist ein Dichtstoff, bei dem vor der Verarbeitung zur bestimmungsgemäßen Anwendung zwei oder mehrere Bestandteile miteinander gemischt werden müssen, um den Abbindevorgang einzuleiten.
Penetration	Fähigkeit eines Voranstrichs, in die Poren des Untergrunds einzudringen.
Primer	siehe Haftgrund.
Rückstellvermögen (Längsschub)	Größe der Rückverformung nach Dehnung und Stauchung bei Dichtstoffen.
Selbstverlaufend	Verschiebung beider Fugenflanken gegeneinander in Längsrichtung, wobei die Fugenabdichtung einer Diagonalverformung unterworfen wird.
Shore-Härte	Härtebestimmungsmethode für Gummiprodukte. Die Shore-Härte wurde in der Vergangenheit auch häufig zur Kennzeichnung von Dichtstoffen verwendet. Die Messung der Shore-Härte ist zwar sehr einfach, die Aussagekraft und Genauigkeit jedoch unbefriedigend. Die Shore-Härte ist nur für elastische Dichtungsmassen sinnvoll. Eine bessere Kennzeichnung als die Shore-Härte ermöglicht die heute bevorzugte Angabe des Moduls.
Spannungsrißkorrosion	Oberflächenrisse an unter Spannung stehenden Materialzonen, verursacht durch chemische Einflüsse oder Strahlung.
Standfestigkeit	Eigenschaft von Dichtstoffen, auch in senkrechten Fugen in zulässigen Verarbeitungstemperaturbereich vor der Durchreaktion ihre Dimension beizubehalten und nicht herauszulaufen. Ausreichende Standfestigkeit ist immer auf eine bestimmte maximale Fugendimension zu beziehen.
Stauchung	Verengung der Fuge. Eine Angabe der Dehnung oder Dehnfähigkeit allein besagt wenig, da alle Fugendichtungsmassen mit plastischen Anteilen bei der Stauchung eine bleibende Verformung erfahren. Es ist zu beachten, daß Dichtstoffe in sich nicht komprimierbar sind und bei einer Stauchung aus der Fuge herausgequetscht werden, wobei Zug- und Schwerbeanspruchungen an den Fugenflanken auftreten.
Temperaturbereich	zulässige Temperaturspanne, innerhalb der die Abdichtung ihre Funktion auf die Dauer beibehält.
Thixotropie	Eigenschaft von Dichtstoffen, durch mechanische Einwirkung, z.B. Rühren, Schütteln oder Kneten, vorübergehend in einen Zustand niedriger Viskosität überzugehen.
Topfzeit (Verarbeitungszeit)	Zeitspanne, in der ein Zweikomponenten-Dichtstoff nach dem Beginn des Mischvorganges verarbeitet werden kann.
Trennfolie	wenn die Fugentiefe den Einbau eines Hinterfüllmaterials nicht gestattet, muß der Fugengrund durch eine Folie, die die Bewegung der Fugendichtungsmasse nicht verhindert, vom Fugengrund getrennt werden (Drei-Flanken-Haftung).
Umläufigkeit	Wassereintritt in der Nähe einer an sich intakten Abdichtungen durch die angrenzenden Bauteile infolge von Rissen oder Porosität.
Verarbeitungs-Temperatur	zulässiger Temperaturbereich, in dem die Dichtstoffe verarbeitet werden dürfen.
Verarbeitungszeit	siehe Topfzeit.
Versiegelung	die Verwendung eines elastisch bleibenden, an Glas und Rahmen ausreichend haftenden Dichtstoffes.
Viskosität	Zähflüssigkeit. Bezeichnet den Zustand des Dichtstoffes.
Voranstrich	siehe Haftgrund.
Vorlegeband	bandförmiges Material, welches durch seine Dicke den Abstand zwischen Scheibenfläche und Rahmen/Glashalleiste bestimmt.
Zugfestigkeit	siehe Bruchlast.

Abbildung 91: Begriffserläuterung Dichtstoffe 2/2<sup>128</sup>

<sup>128</sup> TRG (1986), S.8 bis 14

#### 5.8.4 Imprägnierte Dichtungsbänder aus Schaumkunststoffen<sup>129</sup>

Imprägnierte Dichtungsbänder sind im eingebauten Zustand komprimiert und üben im Gegensatz zu spritzbaren Kunststoffen nur Druckkräfte auf die Fugenflanken aus. Die Wirkungsweise beruht auf der Ausdehnung des Schaumkunststoffes.



Abbildung 92: Produktbeispiel Dichtungsbänder aus Schaumkunststoffen<sup>130</sup>



Abbildung 93: Anwendungsbeispiel von imprägnierten Dichtbändern

Dichtungsbänder sind im Vergleich zu Dichtstoffen wasserdampfdurchlässiger.

---

<sup>129</sup> PECH (2005), S.145

<sup>130</sup> www.trisave.de (Juni 2011)

Anschlagart							
	Elementlänge in [m]						
	Mindestfugenbreite für stumpfen Anschlag $b_s$ in [mm]				Mindestfugenbreite für Innenanschlag $b_A$ in [mm]		
Werkstoff der Fensterprofile	bis 1,5	bis 2,5	bis 3,5	bis 4,5	bis 2,5	bis 3,5	bis 4,5
PVC hart (weiß)	8	8	10	10	8	8	8
PVC hart und PMMA (dunkel) (farbig extrudiert)	8	10	10	12	8	8	8
harter PUR-Integralschaumstoff	6	8	8	10	8	8	8
Aluminium-Kunststoff- Verbundprofile	6	8	10	10	8	8	8
Aluminium-Kunststoff- Verbundprofile (dunkel)	6	8	10	10	8	8	8
Holzfensterprofile	6	8	8	8	8	8	8

Für diese Mindestfugenbreiten sind imprägnierte Dichtungsbänder aus Schaumstoff nach DIN 18542 zu verwenden.  
Der Einsatz muß in Abstimmung mit dem Bandhersteller vorgenommen werden.

Abbildung 94: Mindestfugenbreite für Anschlussfugen mit imprägnierten Schaumstoffbändern [DIN]

### 5.8.4.1 Fugendichtbänder und Dichtungsbahnen

Dichtbänder werden vor allem dort eingesetzt wo man mit unterschiedlichen Fugenbreiten und großen Fugentoleranzen zu rechnen hat. Sie eignen sich vor allem für Fugen ab 20[mm]. Im Bereich der Fuge dürfen diese Bänder nicht straff geklebt werden, damit sie die zu erwartenden Bewegungen schadlos überstehen.<sup>131</sup>

Bei der Verwendung von Dichtbändern ist darauf zu achten, dass die Anschlüsse maximal eine Kantenlinie aufweisen. Ansonsten ist eine ordnungsgemäße Ausführung kaum herstellbar.<sup>132</sup>

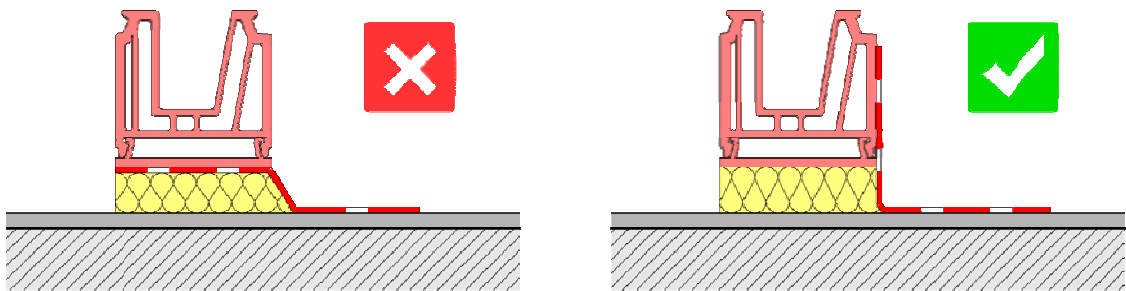
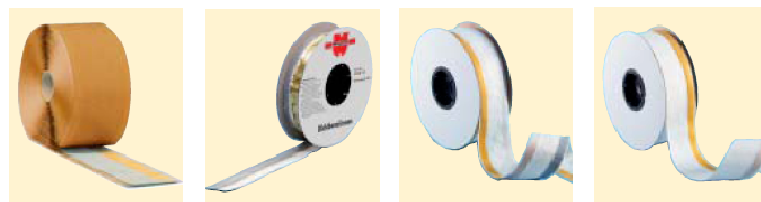
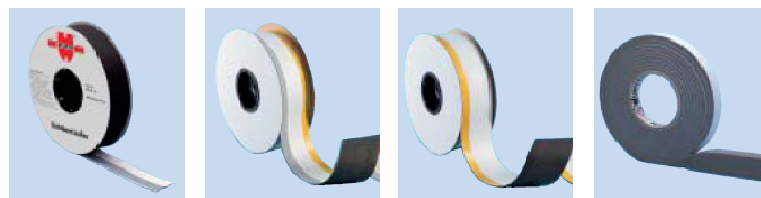


Abbildung 95: Verwendung von raumseitigen Dichtbändern

Fugendichtbänder gibt es in den unterschiedlichsten Variationen. Sie unterscheiden sich durch Material, Aufbau, Ausstattung und Geometrie.



Fugendichtbänder für Innen



Fugendichtbänder für Aussen

Abbildung 96: Produktbeispiel Fugendichtbänder<sup>133</sup>

<sup>131</sup> PECH (2005), S.146 / RAL, S.58

<sup>132</sup> FERK (2011), S. 30



Manche Dichtbänder können als Putzträger verwendet werden. Man unterscheidet zwischen wasserdampfdiffusionsdichten und wasserdampfdiffusionsoffenen Systemen. Im Außenbereich dürfen dampfdiffusionsdichte Fugendichtbänder niemals vollflächig verklebt werden, sondern dürfen nur punktwise verklebt oder punktuell mechanisch befestigt werden. Somit wird ein Wasserdampfausgleich nach außen ermöglicht.<sup>134</sup>

#### 5.8.4.2 Fensterbänke<sup>135</sup>

##### 5.8.4.2.1 Außenfensterbänke

Außenfensterbänke haben die Aufgabe das anfallende Niederschlagswasser nach außen sicher abzuleiten. Die ÖNORM B2221 gibt eine Mindestneigung von 5[°] und einen Mindestüberstand der Abtropfkante von 20[mm] an. Praktische Erfahrungen haben jedoch gezeigt, dass äußere Fensterbänke mindestens 30[mm], besser 40[mm] weit überstehende Tropfkanten besitzen sollten.



Abbildung 97: Beispiel für zu geringen Überstand der Abtropfkante

Besonders sorgfältig muss der seitliche Anschluss an die Fensterleibung erfolgen, um ein Eindringen von Niederschlagswasser in die Eckbereiche zu verhindern. Dies geschieht z.B. durch entsprechende Aufkantungen der Fensterbankprofile mit gedichtetem Anschluss an die Leibung. Für außenliegende Fensterbänke werden hauptsächlich Profile aus Aluminium verwendet. Der seitliche Anschluss an gemauerte oder betonierte Leibungsflächen erfolgt mit Dichtstoff oder vorkomprimierten Dichtbändern.

---

<sup>133</sup> Würth – „Der Montageprofi“

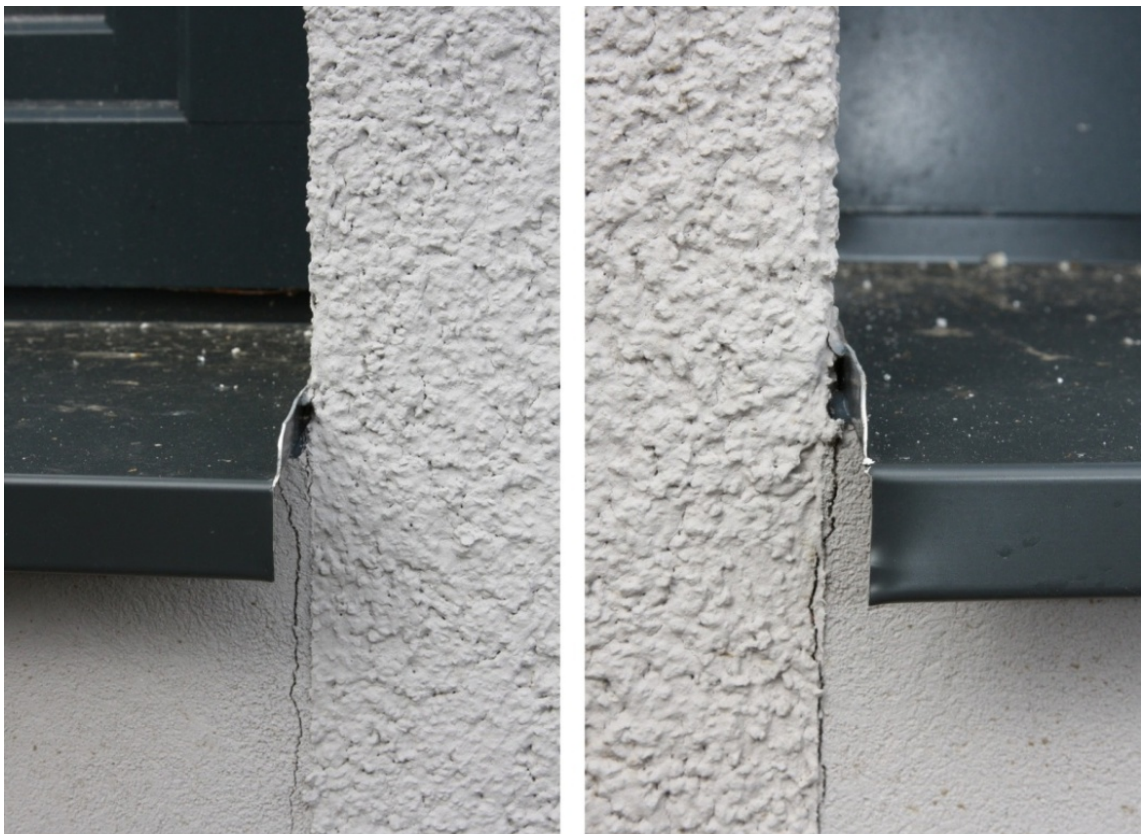
<sup>134</sup> PECH (2005), S.146 / RAL, S.58

<sup>135</sup> PECH (2005), S.147 / SCHMITT (2001), S.364 bis 365

Problematisch hat sich der seitliche Anschluss an Wärmedämmverbundsysteme erwiesen. Hier kommen, gleich wie bei verputzten Leibungsflächen, aufgesteckte bzw. aufgeklemmte Wandanschluss-Formteile zum Einsatz, bei welchen die einwandfreie Funktionalität äußerst fraglich erscheint.



**Abbildung 98: Unzureichender seitlicher Außenfensterbankanschluss 01 (Praxisbeispiel)**



**Abbildung 99: Unzureichender seitlicher Außenfensterbankanschluss 02 (Praxisbeispiel)**

Bei Fensterbänken deren Länge 1,5[m] übersteigt sollten Dilatationsfugen eingeplant werden. Zusätzlich sind Metall-Außen-Fensterbänke die eine Tiefe von mehr als

150[mm] aufweisen, gegen das Abheben von Windkräften zu sichern. Dies geschieht durch spezielle Sicherungen die im Abstand von etwa 90cm angeordnet werden.



Abbildung 100: Metall-Außenfensterbank inklusive Sicherung gegen Abheben durch Wind

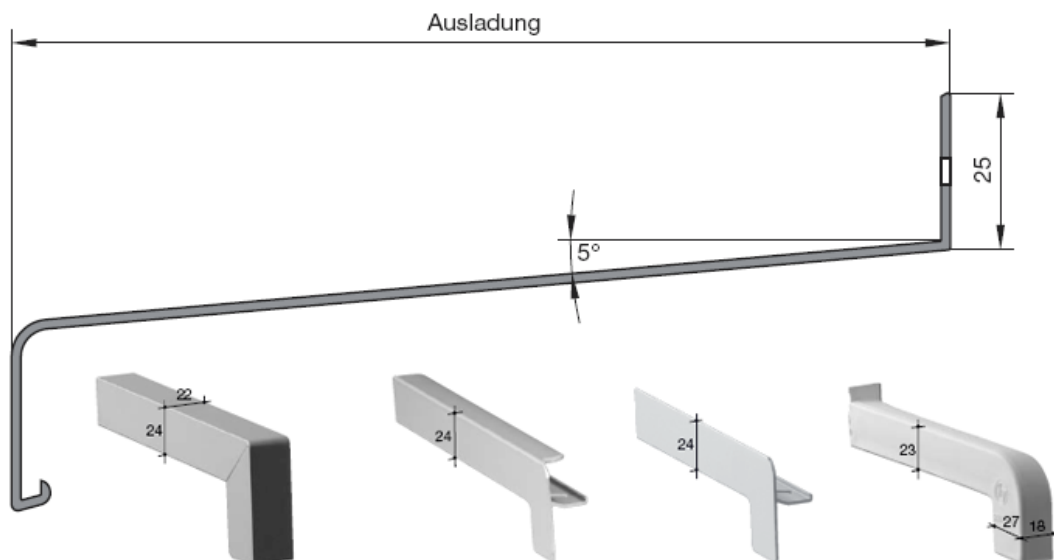


Abbildung 101: Aluminium-Außenfensterbanksystem der Firma BUG-Alutechnik<sup>136</sup>

<sup>136</sup> BUG Alutechnik GmbH (Oktober 2011), [www.bug.de](http://www.bug.de)

Werden Fensterbänke unterdämmt, so ist die etwaige Abdichtungsebene unterhalb der Fensterbank immer über der Dämmung zu führen um so ein Durchfeuchten der Dämmung zu verhindern. Es muss jedoch trotzdem sichergestellt werden, dass der erforderliche Dampfdruckausgleich zwischen Bauteil und Atmosphäre möglich ist.



Abbildung 102: Befestigung einer Aluminium-Außenfensterbank<sup>137</sup>



Abbildung 103: Beispiel für schlecht versetzte Außenfensterbänke (siehe Schlagschatten)

---

<sup>137</sup> BUG Alutechnik GmbH (Oktober 2011), [www.bug.de](http://www.bug.de)

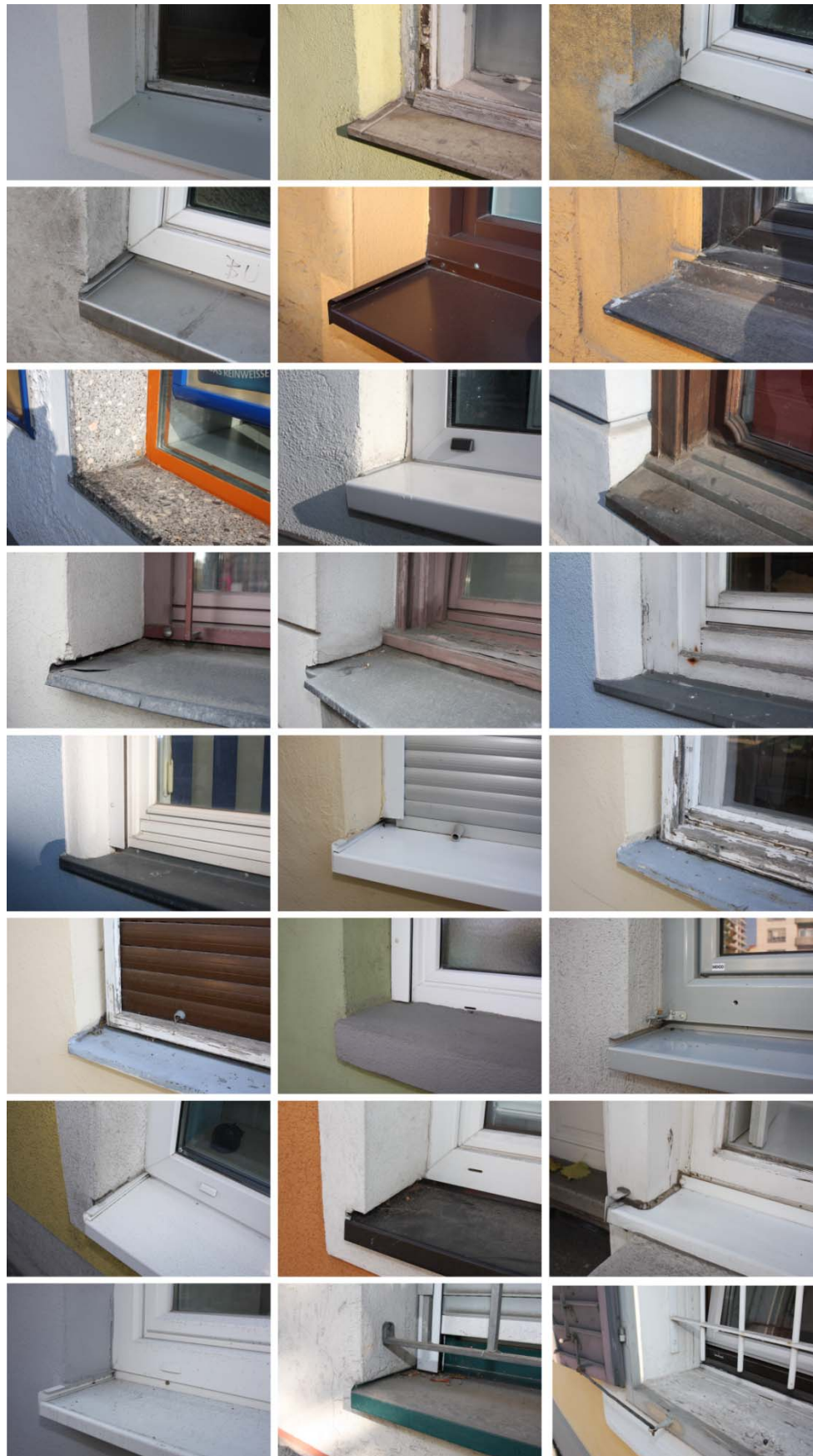


Abbildung 104: Außenfensterbänke

#### 5.8.4.2.2 Innenfensterbänke

Die Montage der Innenfensterbänke erfolgt analog der Montage des Fenstereinbaus. Auch hier kommen Pratzen, Mörtel und PU-Schäume zum Einsatz. Für die innere Brüstungsabdeckung kommen hauptsächlich Fensterbänke aus Natur- oder Kunststein zum Einsatz. Auch die Verwendung von kunststoffbeschichteten Holzpressstoffprofilen ist üblich. Sie werden meistens in Nutungen oder entsprechende Aussparungen des Stockrahmens eingeschoben.

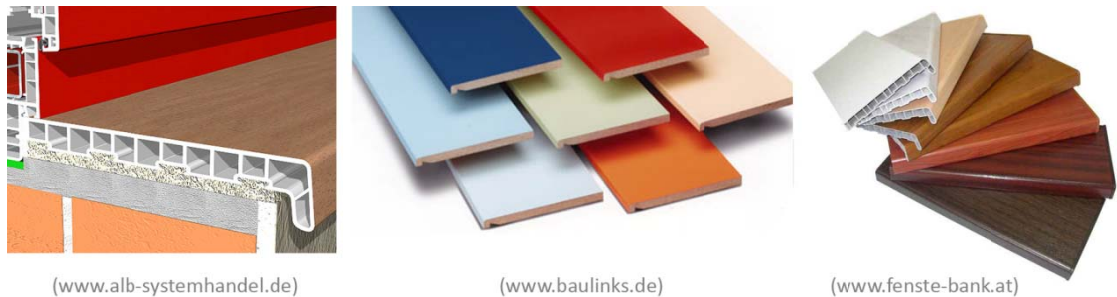


Abbildung 105: Innenfensterbänke<sup>138</sup>

Fensterbänke sollten wenn möglich zur Kondensatvermeidung nicht zu weit in den Raum ragen um so das Vorbeistreichen warmer Luft nicht zu behindern.

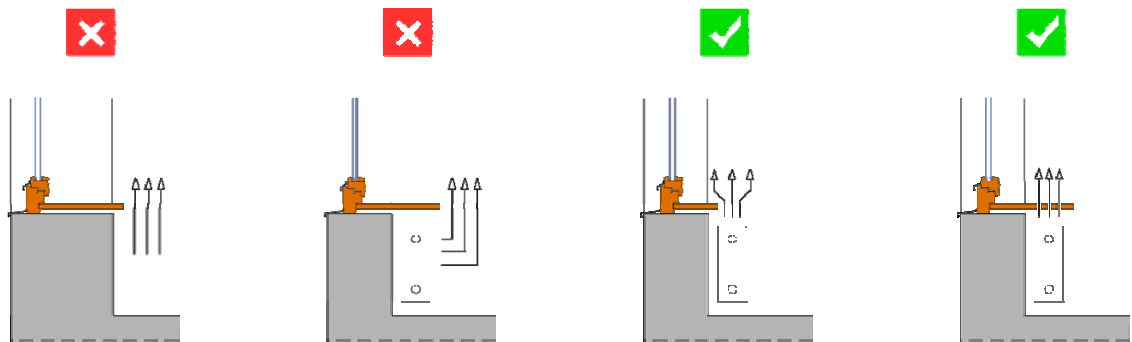


Abbildung 106: Auswirkungen auf die Luftströmung durch Innenfensterbänke

<sup>138</sup> Quelle: World Wide Web (Oktober 2011)

## 5.9 Wärmedehnung bei Fensterkonstruktionen

### 5.9.1 Allgemeines

Unter Wärmedehnung versteht man eine unter Veränderung der Temperatur hervorgerufene Änderung der Geometrie. Die Umkehr dieses Vorganges wird oft als Wärmeschrumpfung bzw. Kontraktion bezeichnet. Mit einer Wärmedehnung ist auch immer eine Änderung der Dichte des Körpers verbunden.<sup>139</sup>

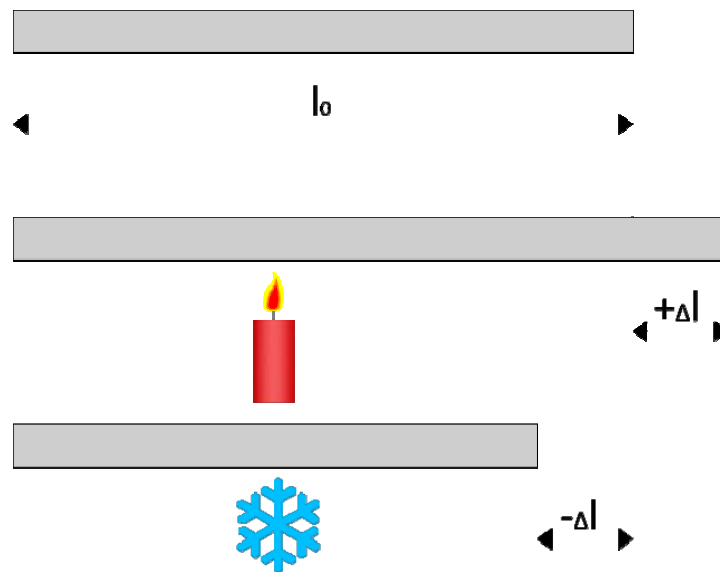


Abbildung 107: Wärmedehnung

Da sich jedoch in der Praxis kaum eine gleichmäßige Temperaturverteilung über das Fensterprofil einstellt, sind starke Krümmungen zu erwarten. Besonders eindrucksvoll lässt sich dieser Effekt bei Fensterbänken an der Süd- oder Westfassade beobachten.

<sup>139</sup> Wikipedia (Oktober 2011), „Wärmeausdehnung“



Abbildung 108: Praxisbeispiel Temperaturdehnung

### 5.9.2 Gleichungen für feste Körper<sup>140</sup>

Da die Wärmedehnung stark von dem Bedingungsverhalten der Atome bzw. von der Gitterstruktur der festen Körper abhängt, bilden lineare Gleichungen nur Näherungen.

$\Delta l = l_0 \cdot \alpha_l \cdot \Delta T$		
$\Delta l$	Thermische Längenänderung	[mm]
$l_0$	Ursprungslänge	[mm]
$\Delta T$	Temperaturdifferenz	[°C]
$\alpha_l$	Längenausdehnungskoeffizient	[1/K]

Abbildung 109: Gleichung für lineare Wärmedehnung

### 5.9.3 Ausdehnungskoeffizient<sup>141</sup>

Beim Ausdehnungskoeffizient handelt es sich um einen Kennwert, welcher das Verhalten eines Stoffes bezüglich der Änderung seiner Geometrie bei Temperaturänderung, beschreibt. Unterschieden wird zwischen einem Längenausdehnungskoeffizienten und einem Raumausdehnungskoeffizienten. Der Längenänderungskoeffizient ist im Bereich der im Bauwesen auftretenden Temperatur konstant.

<sup>140</sup> Wikipedia (Oktober 2011), „Wärmeausdehnung“

<sup>141</sup> Wikipedia (Oktober 2011), „Ausdehnungskoeffizient“



MATERIAL	$\alpha_T$ [ $10^{-6} \cdot K^{-1}$ ]	Längenänderung bei $\Delta T=100^\circ K$ [mm/m]
Aluminium	23	2,3
Kupfer	16	1,6
Stahl	12	1,2
Beton	12	1,2
Glas	8	0,8
Holz parallel zur Faser	3-6	0,3-0,6
Holz normal zur Faser	35-55	3,5-5,5
Messing	18,4	1,84
Kunststoffe	35-70	3,5-7,0
Bronze	17,5	1,75
Diamant	1,3	0,13
Fensterglas	7,6	0,76
Gold	14,2	1,42
Grauguss	9	0,9
Silber	19,5	1,95
Zinn	26,7	2,67
Polystyrol	70	7
Titan	10,8	1,08

Abbildung 110: Längenausdehnungskoeffizient

#### 5.9.4 Beispiel

Ein 5 Meter breites Fenster, bestehend aus Stahl, erfährt über das Jahr gesehen eine Temperaturänderung von  $100^\circ K$  (Sommer  $+80^\circ C$  und Winter  $-20^\circ C$ ).

Fragestellung: Um wie viel Millimeter ändert sich seine Breite?

Gegeben:  $\Delta T = 100[^\circ K]$  ;  $\alpha_T = 12 \cdot 10^{-6} [1/K]$  ;  $l_0 = 5[m]$

Gesucht:  $\Delta l = ?[m]$

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha_T \cdot \Delta T = 5000[mm] \cdot 12 \cdot 10^{-6} [1/K] \cdot 100[K] = 6[mm]$$

Ergebnis: Das Stahlfenster ändert seine Breite um ca. 6 Millimeter.

## 6 Anwendungsbeispiele

### 6.1 Beispiel 1: Variation der Fenstereinbauebene

#### 6.1.1 Augabenstellung

Im Beispiel 1 soll nun untersucht werden wie sich die Fenstereinbauebene in einem monolithischen Wandaufbau auf den Isothermenverlauf auswirkt. Als Fenster kommt ein Drehkippenfenster der Firma „Rommel GmbH“ zum Einsatz. Der Wandbildner wird durch eine beidseitig verputzte Hochlochziegelwand gebildet.

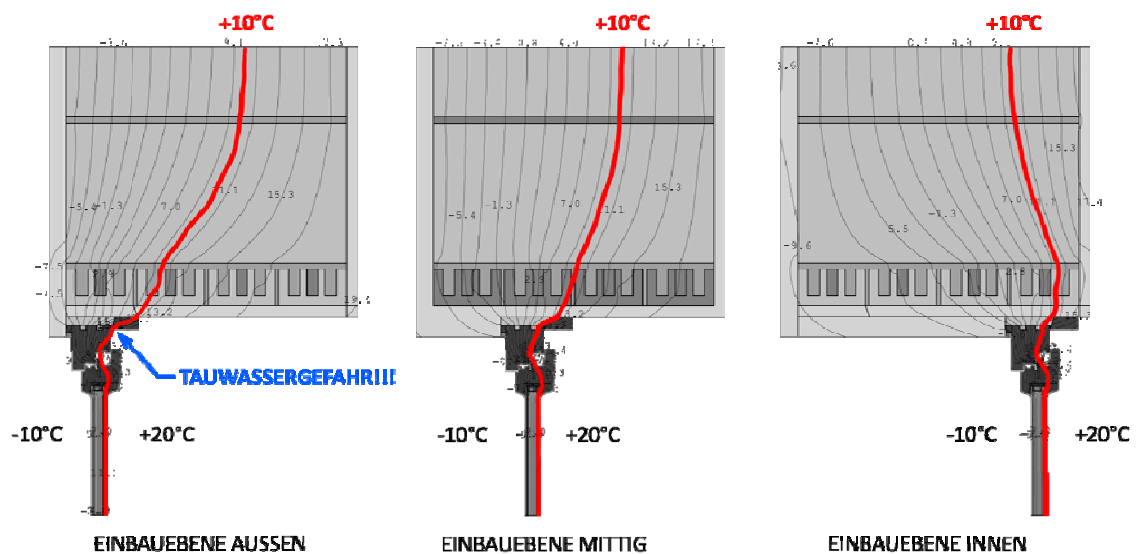


Abbildung 111: Auswirkung der Fenstereinbauebene

#### 6.1.2 Beschreibung des Baukörperanschlusses

##### 6.1.2.1 Außenwandkonstruktion

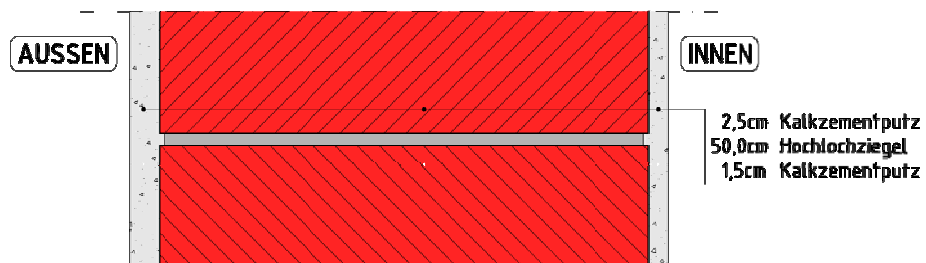


Abbildung 112: Wandaufbau Beispiel 1

##### 6.1.2.2 Fensterkonstruktion

Verwendet wurde ein Holzeinfachfenster mit Isolierverglasung, der Firma *Rommel GmbH* ([www.rommel-fenster.de](http://www.rommel-fenster.de)) des Types „Drehkippenfenster IV 68“, verwendet. Für

die Berechnung des Isothermenverlaufes waren Vereinfachungen des geometrischen Models erforderlich, welche nach den Regeln der **ÖNORM EN ISO 10211 (2008-04-01)** erfolgten. Die Hohlräume des Rahmens gelten nach **ÖNORM EN ISO 10077-2 (2008-12-01)** als unbelüftet, da sie durch einen Schlitz mit weniger als 2 mm mit der Außenseite oder der Raumseite verbunden sind.

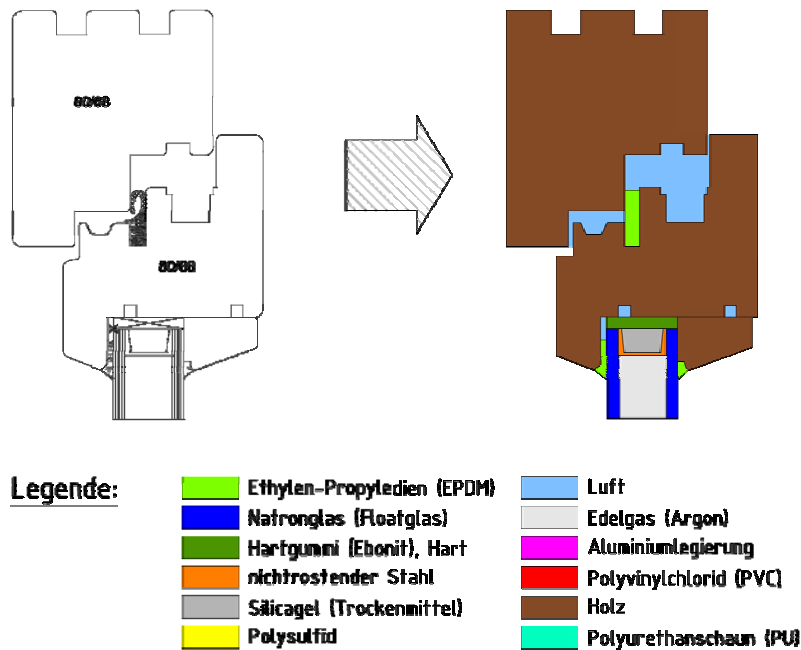


Abbildung 113: Vereinfachung des geometrischen Models

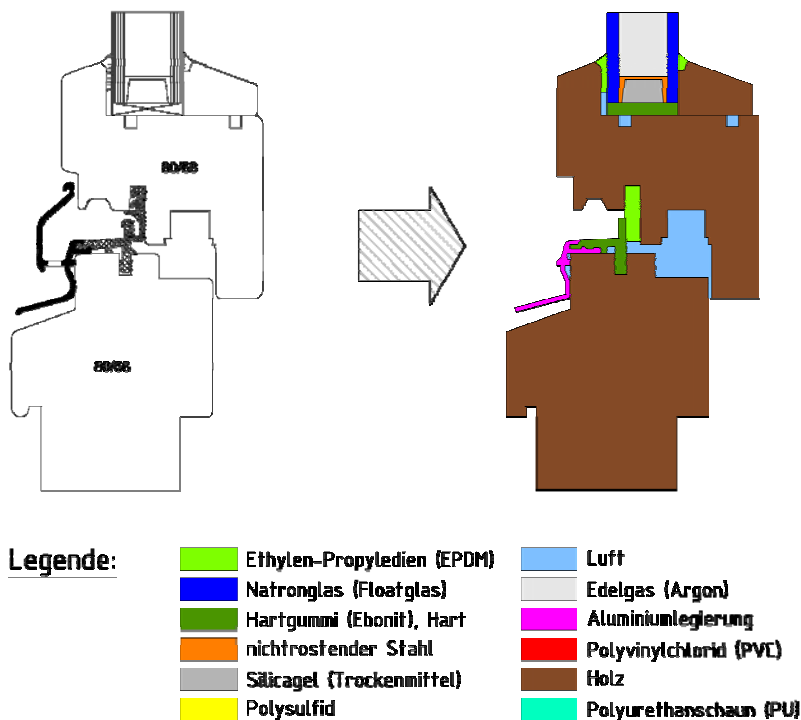


Abbildung 114: Vereinfachung des geometrischen Models

### 6.1.2.3 Lage des Fensters

Bei diesem Beispiel variiert die Lage des Fensters innerhalb der Leibung. Betrachtet werden die Fälle „Aussen“, „Mittig“ und „Innen“.

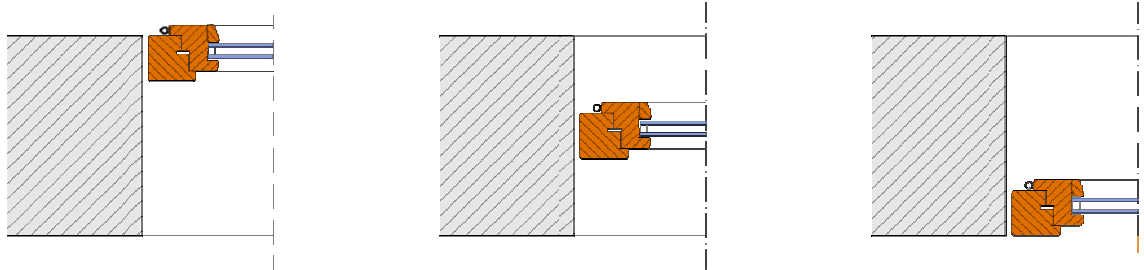


Abbildung 115: Lage des Fensters

### 6.1.2.4 Befestigung am Baukörper

Die Befestigung des Fensters erfolgt mit Rahmenschrauben.

### 6.1.2.5 Äußere schlagregendichte Ausbildung

Die schlagregensichere Abdichtung erfolgt durch einen spritzbaren, dauerelastischen Dichtstoff mit geschossenzelligen Hinterfüllmaterial.

### 6.1.2.6 Raumseitiger luftdichter Anschluss

Raumseitig wird der luftdichte Anschluss mittels Fugendichtbänder hergestellt.

### 6.1.2.7 CAD-Pläne

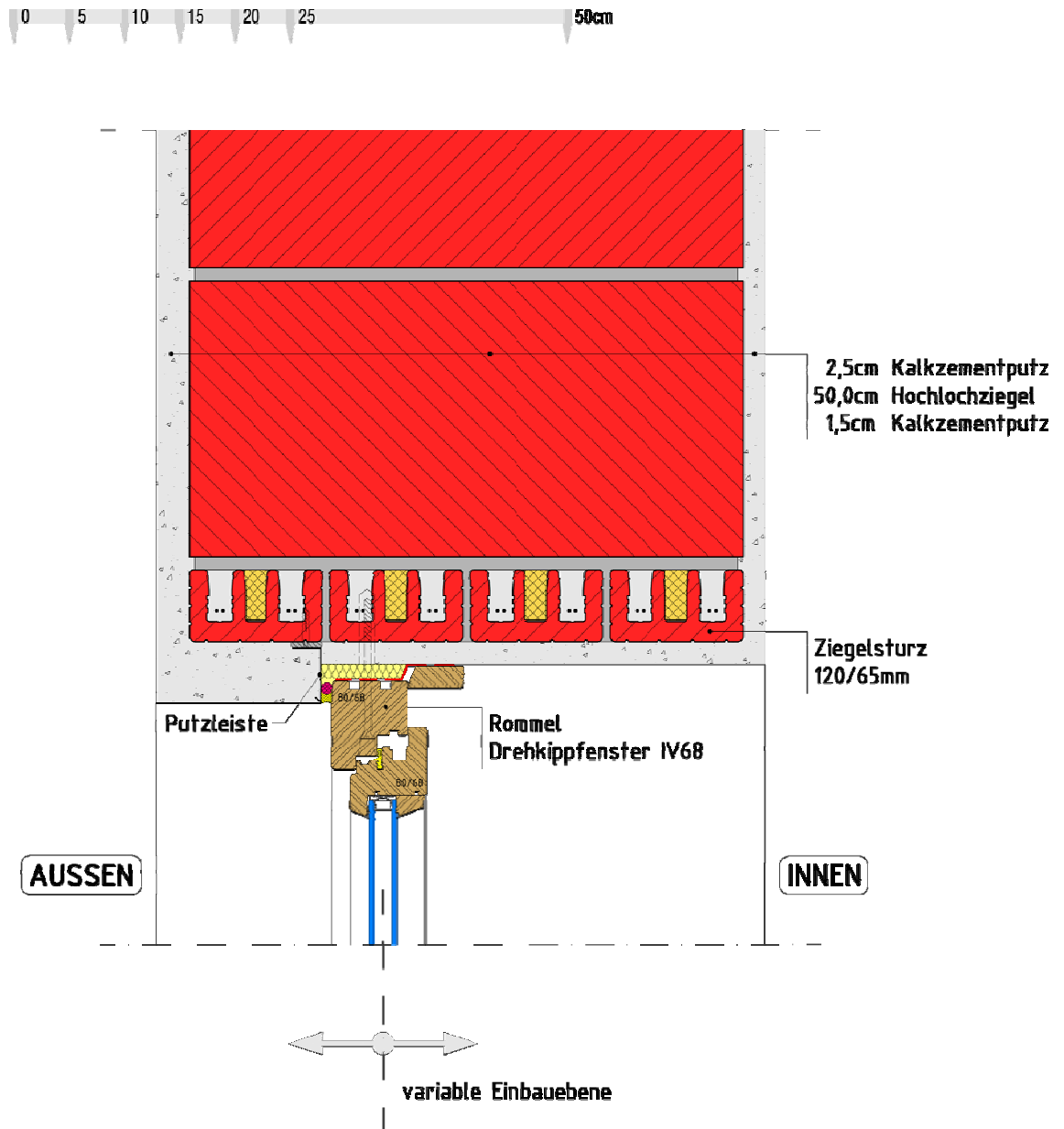


Abbildung 116: Detail Beispiel 1 "Sturz"

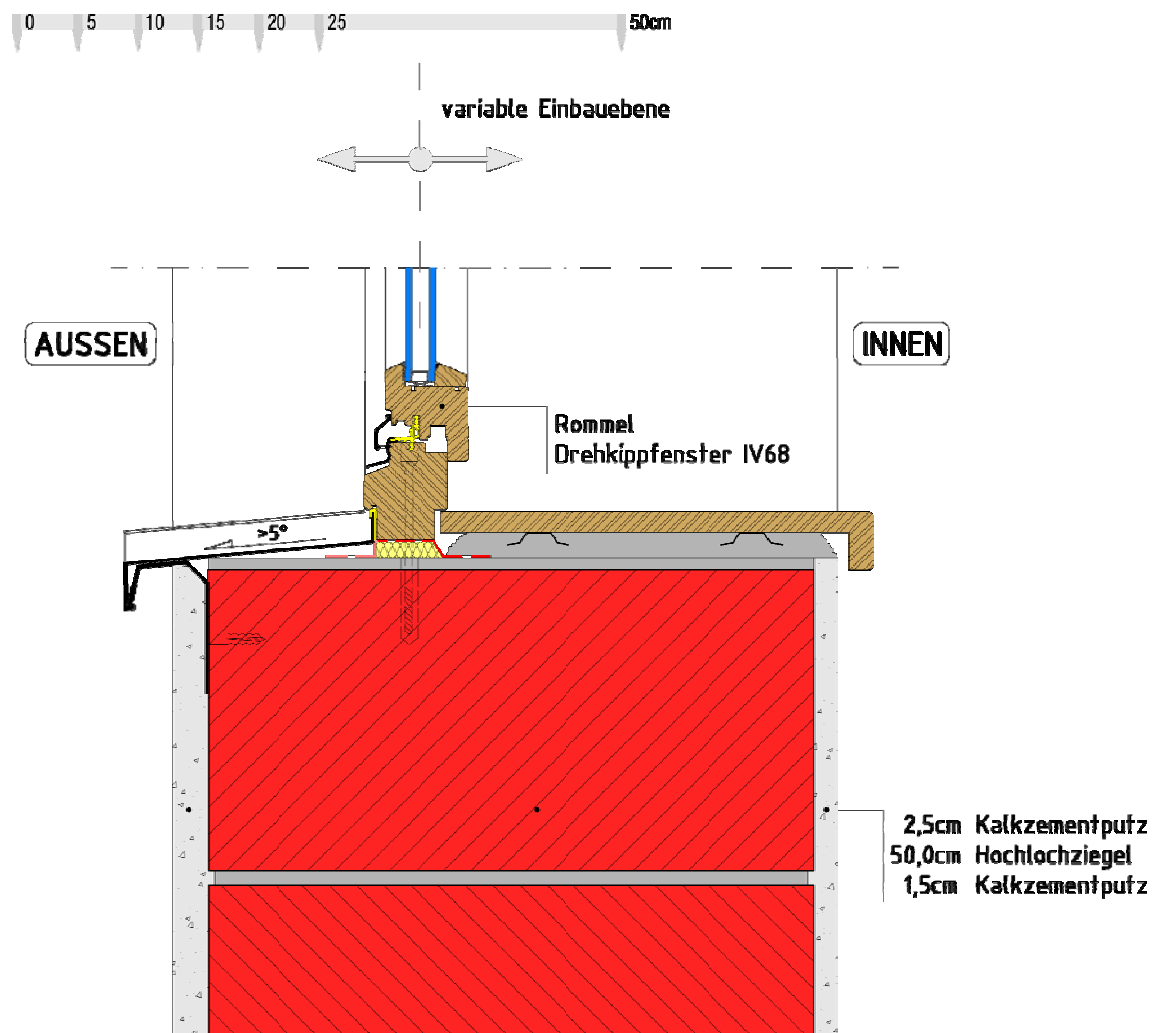


Abbildung 117: Detail Beispiel 1 "Parapet"

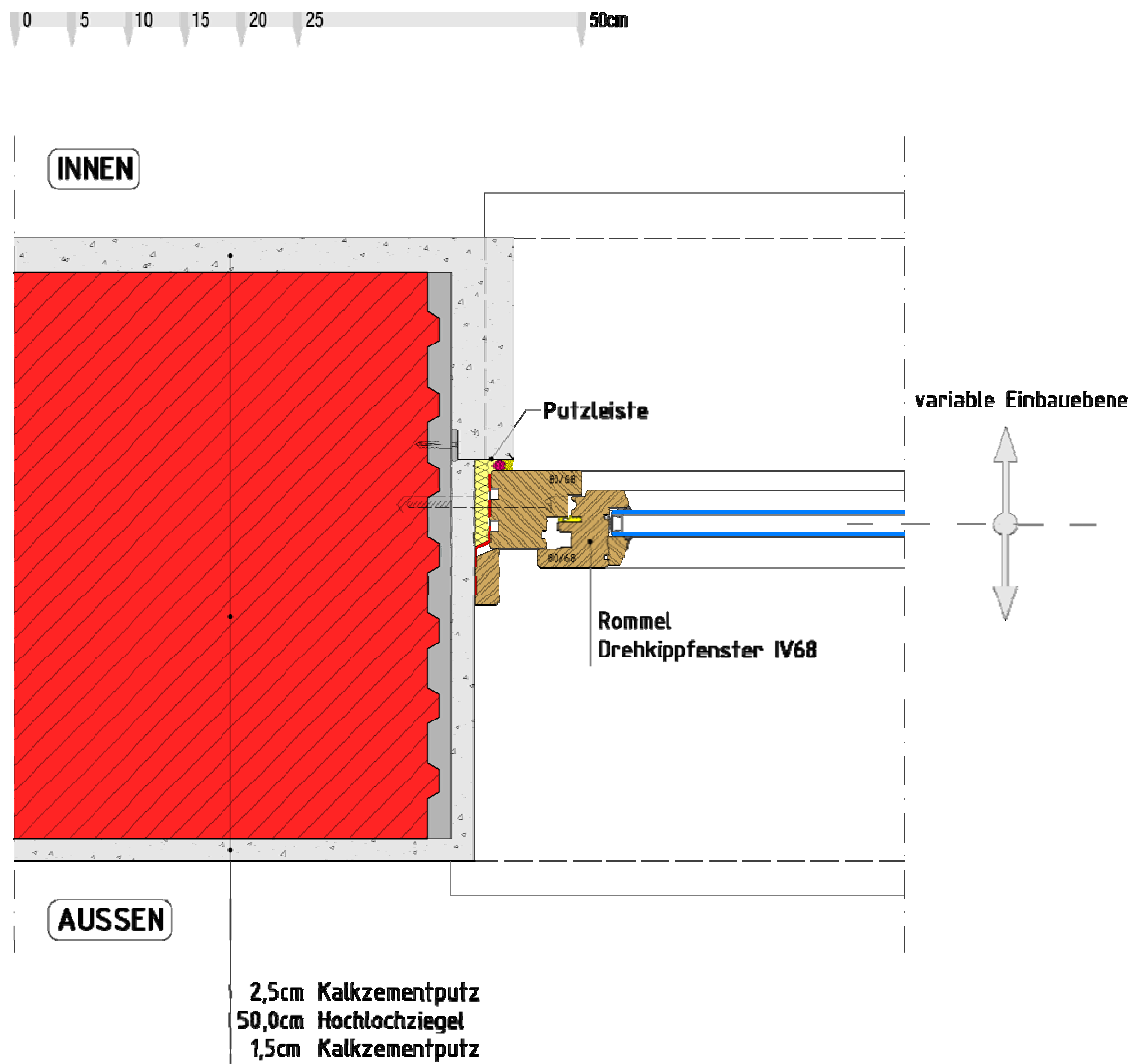


Abbildung 118: Detail Beispiel 1 "Leibung"

### 6.1.3 Eingangsparmeter für Wärmestromberechnung

#### 6.1.3.1 Die wichtigsten Materialkennwerte

MATERIAL	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ [W/mK]	Emissionsgrad [-]
Luft	0,025	0,9
Argon	0,017	0,9
Natronglas (einschließlich Floatglas)	1,000	0,85
Aluminiumlegierungen	160,000	0,02
nichtrostender Stahl	17,000	0,8
Polyvinylchlorid (PVC)	0,170	0,9
Hartgummi (Ebonit), hart	0,170	0,9
Ethylen-Propylendien, Monomer (EPDM)	0,250	0,9
Nutzholz	0,130	0,9
Polysulfid	0,400	0,9
Silicagel (Trockenmittel)	0,130	0,9
Polyurethanschaum (PU)	0,050	0,9
Beton armiert (mit 1% Stahl)	2,300	0,9
Silicon, ohne Füllstoff	0,350	0,9
Kupfer	380,000	0,07
Kalk, Sand	0,800	0,9
Mineralwolle	0,040	0,9
Vollziegel (gebrannter Ton)	0,830	0,9
Mörtel (Mauermörtel und Putzmörtel)	1,000	0,9
Hohlziegel 50	0,171	0,9
Polyurethanschaum (PU)	0,050	0,9
PVC-Folie	0,190	0,9

Wärmeleitfähigkeit laut ÖNORM EN ISO 10456 (2010-02-15)

Emissionsgrade laut DBA Instrumart (<http://www.instrumart.com/> [Oktober 2011])

Abbildung 119: Materialkennwerte für Beispiel 1

#### 6.1.3.2 Temperaturen

Außenlufttemperatur	- 10 °C
Innenlufttemperatur	+ 20 °C

Abbildung 120: Verwendete Temperaturen

#### 6.1.3.3 Wärmeübergangswiderstände

Wärmeübergangswiderstand [m <sup>2</sup> ·K/W]	Richtung des Wärmestromes		
	Aufwärts	Horizontal	Abwärts
$R_{si}$	0,10	0,13	0,17
$R_{se}$	0,04	0,04	0,04

Abbildung 121: Konventionelle Wärmeübergangswiderstände<sup>142</sup>

<sup>142</sup> ÖNORM EN ISO 6946 (2008-04-01), S.9



## 6.1.4 Ergebnis

### 6.1.4.1 Isothermendarstellung

#### 6.1.4.1.1 Fall 1: Einbauebene „Außen“

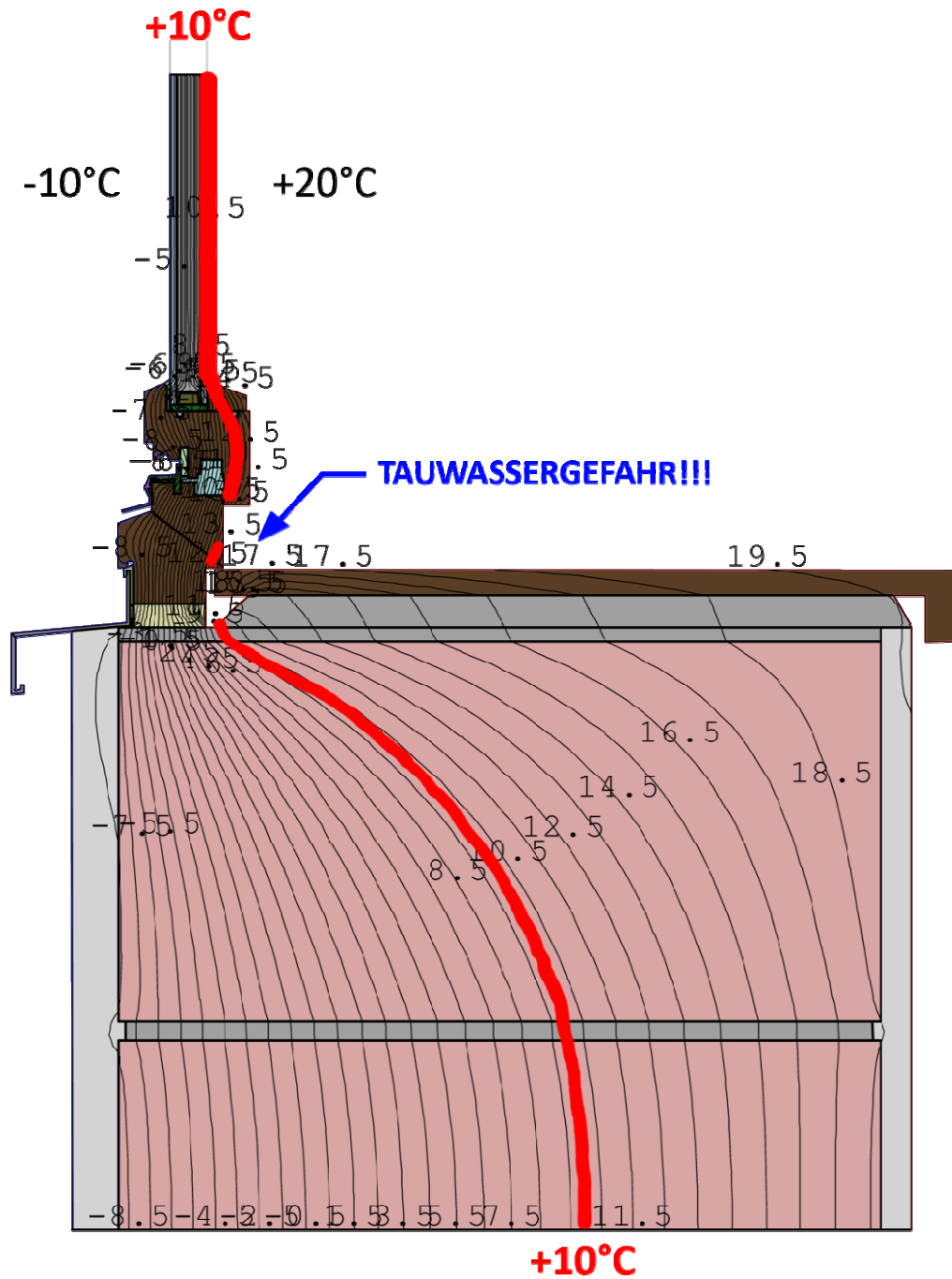


Abbildung 122: Isothermenverlauf Fall 1 "Parapet"

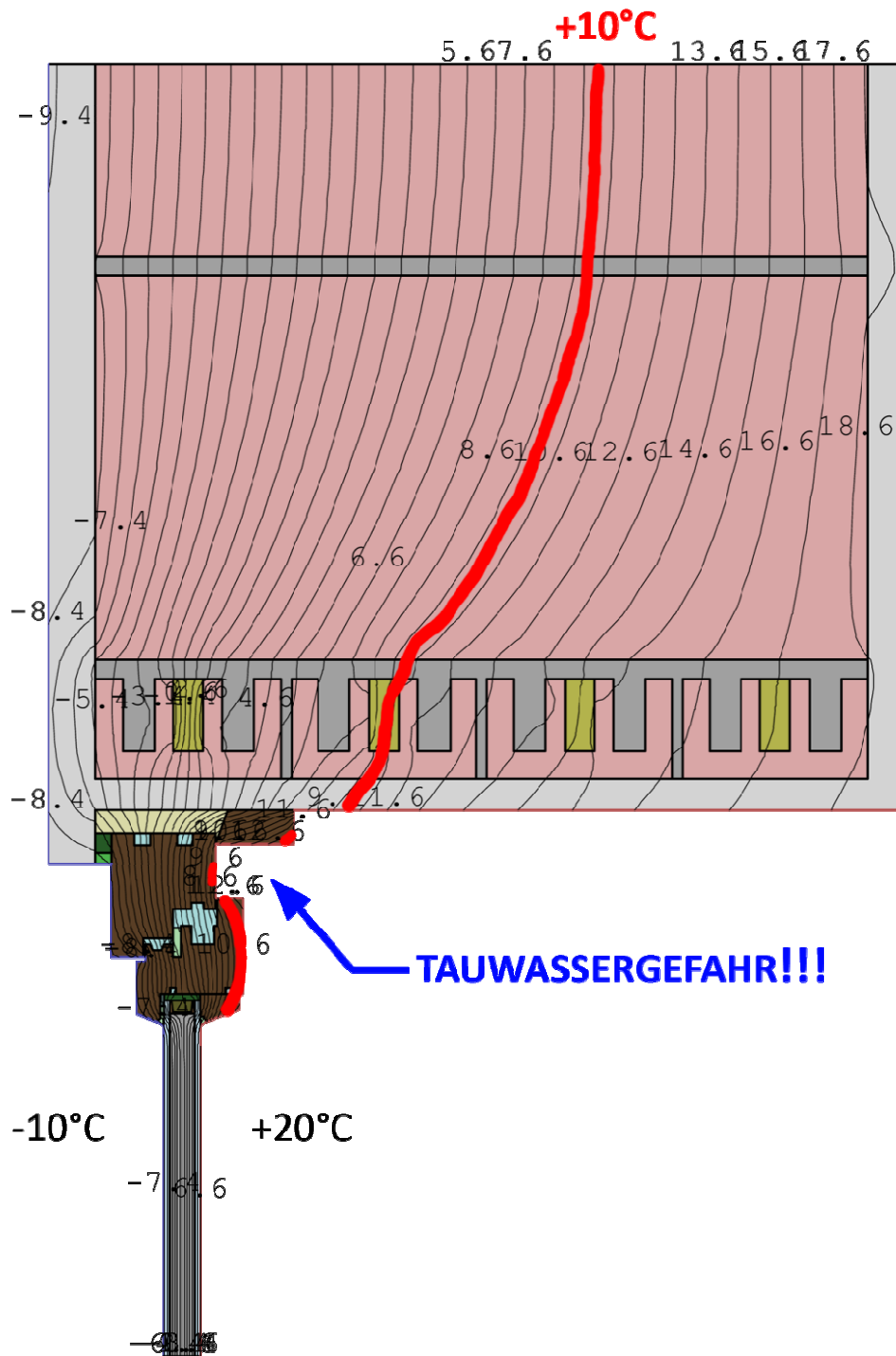


Abbildung 123: Isothermenverlauf Fall 1 "Sturz"

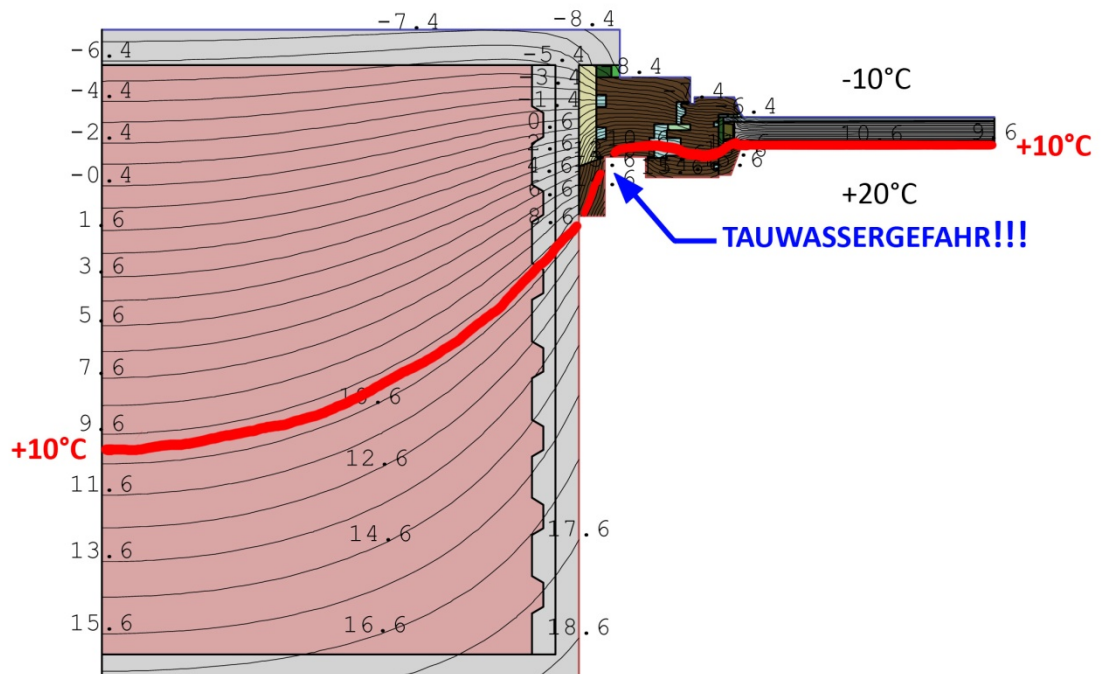


Abbildung 124: Isothermenverlauf Fall 1 "Leibung"

6.1.4.1.2 Fall 2: Einbauebene „Mittig“

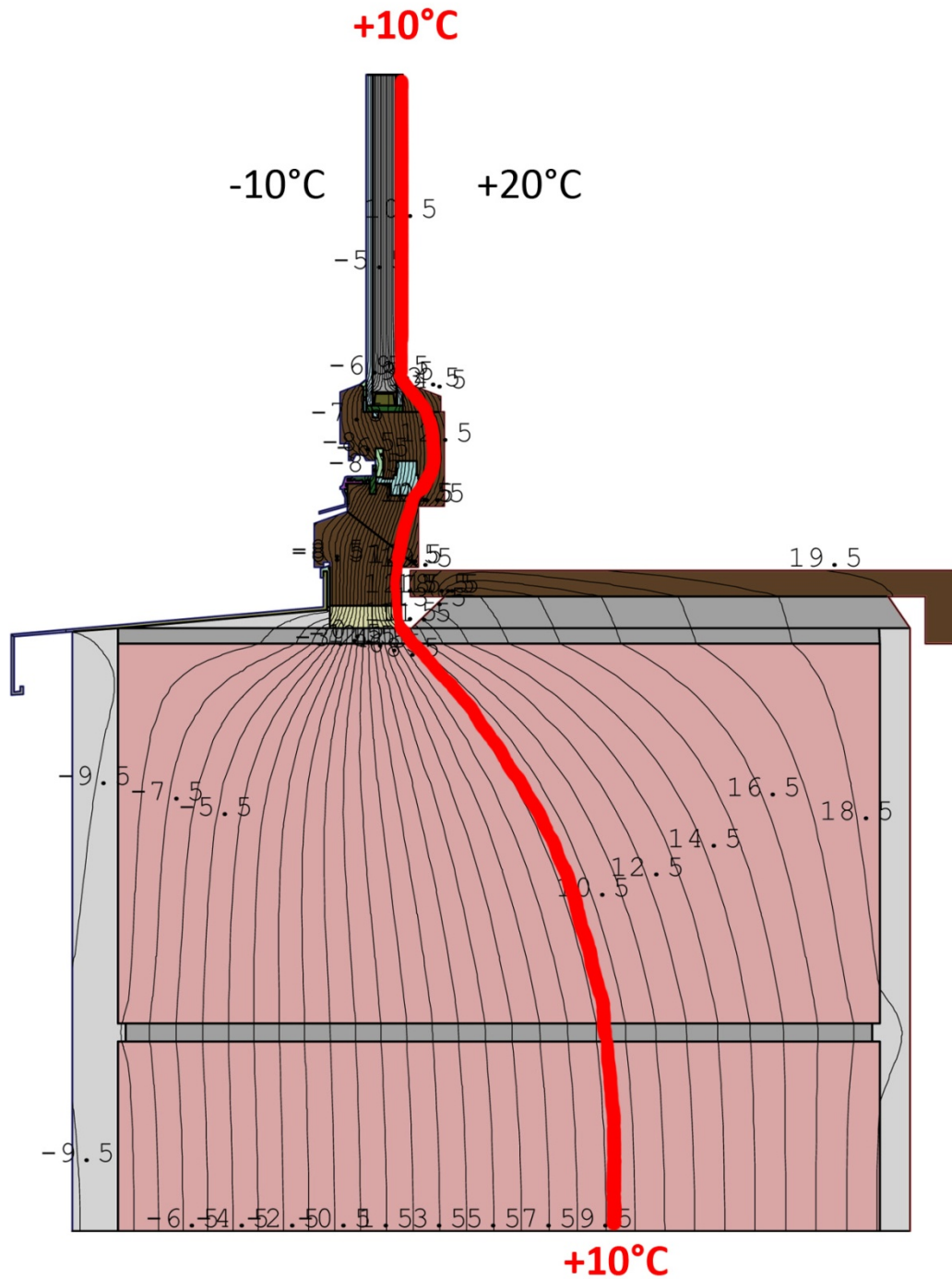


Abbildung 125: Isothermenverlauf Fall 2 "Leibung"

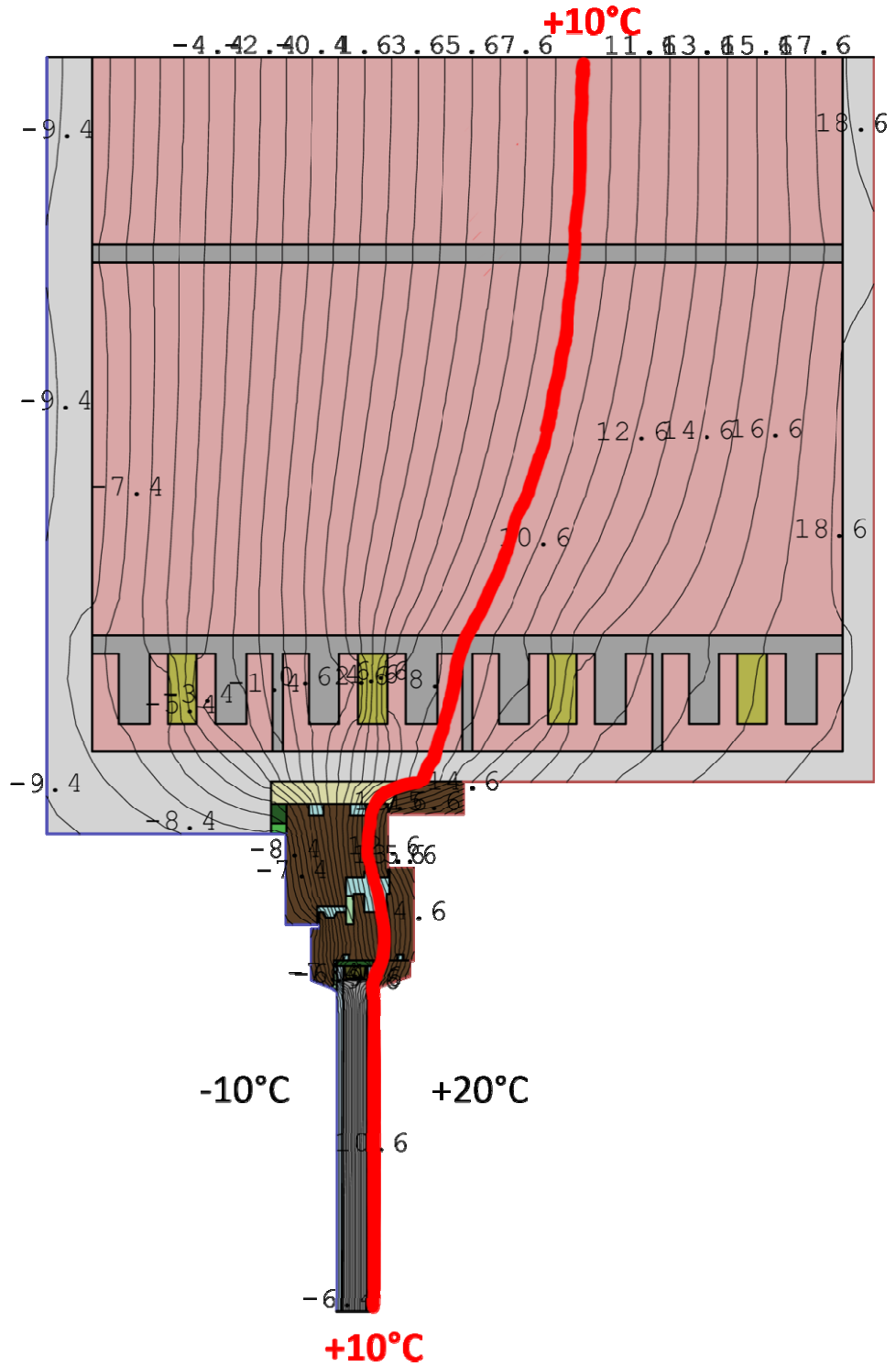


Abbildung 126: Isothermenverlauf Fall 2 "Sturz"

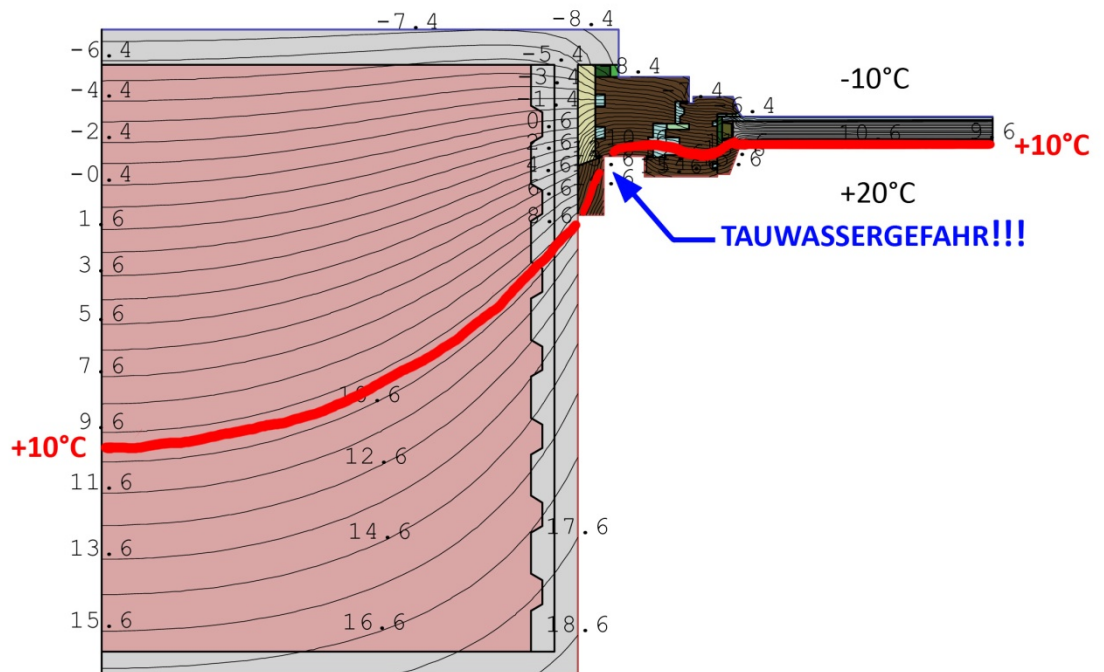


Abbildung 127: Isothermenverlauf Fall 2 "Leibung"

6.1.4.1.3 Fall 3: Einbauebene „Innen“

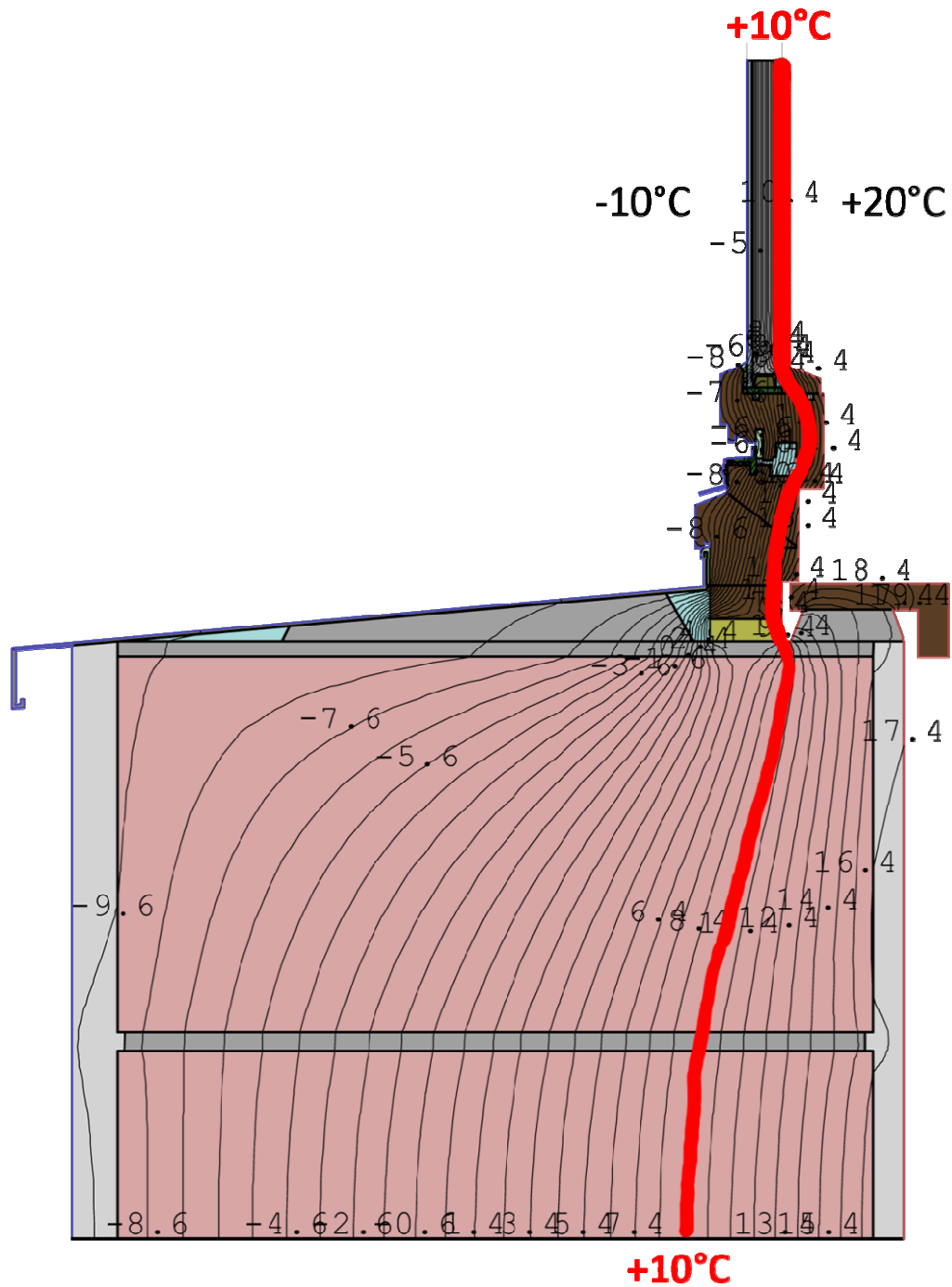


Abbildung 128: Isothermenverlauf Fall 3 "Parapet"

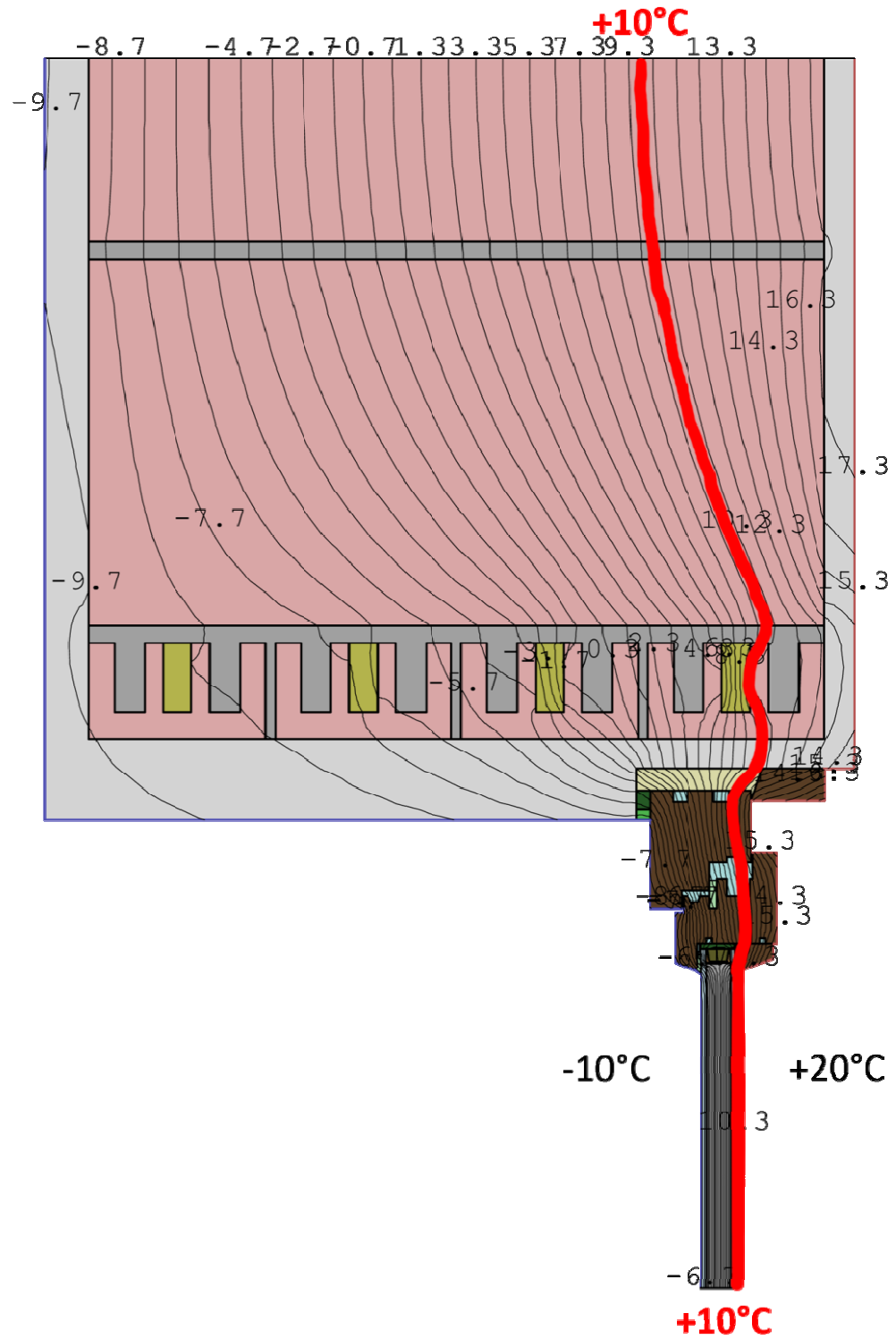


Abbildung 129: Isothermenverlauf Fall 3 "Sturz"



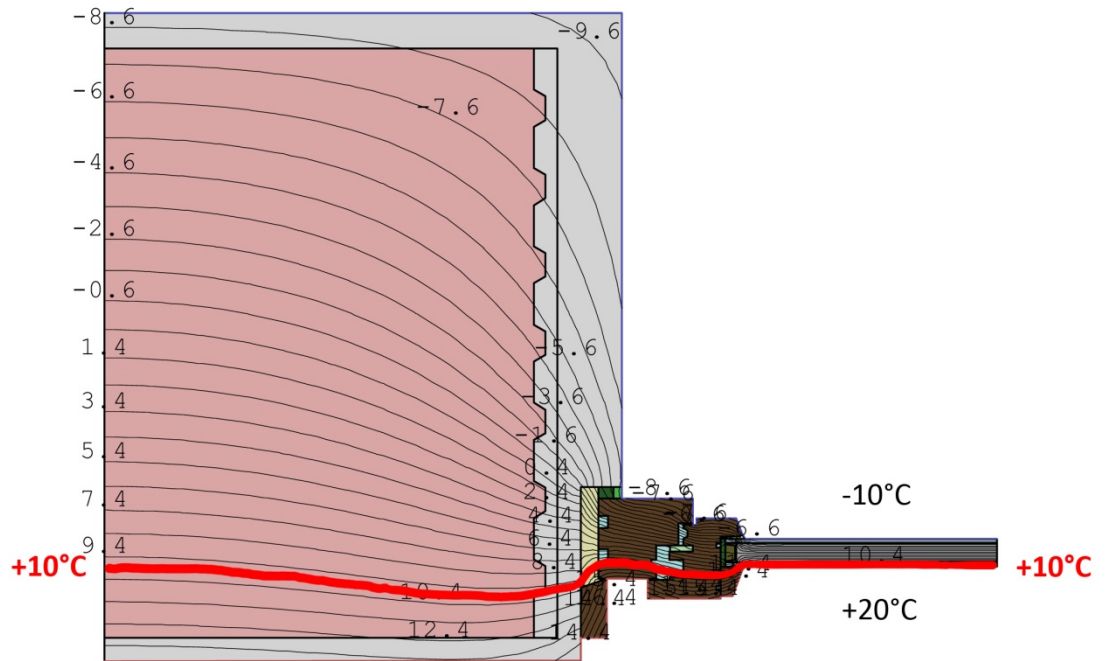


Abbildung 130: Isothermenverlauf Fall 3 "Leibung"

### 6.1.4.2 Temperaturfelddarstellung

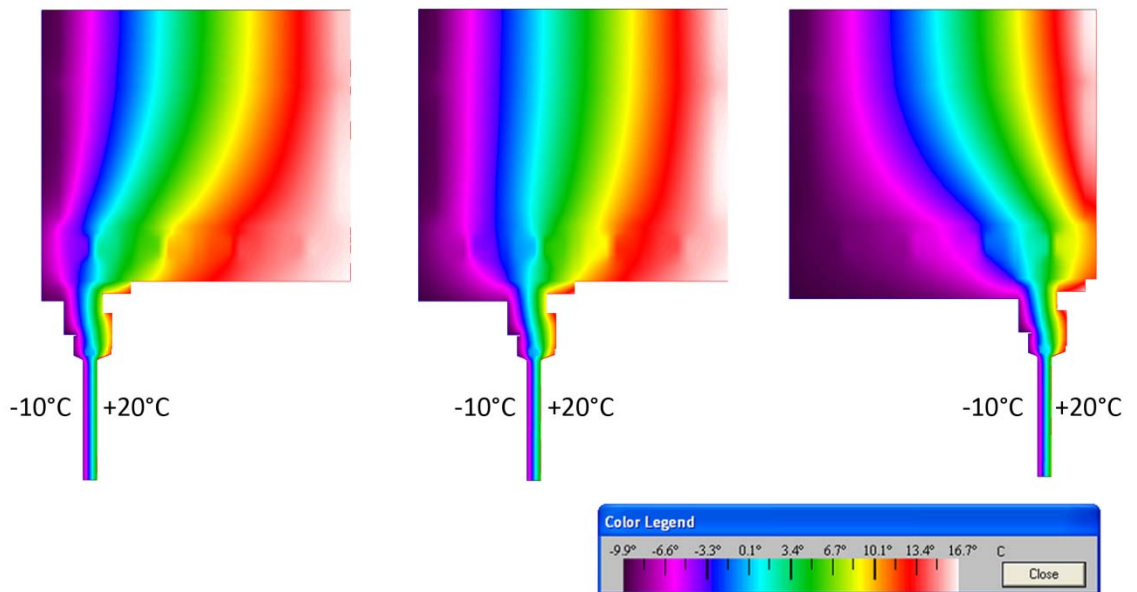


Abbildung 131: Temperaturfelddarstellung Fall 1 bis 3 "Sturz"

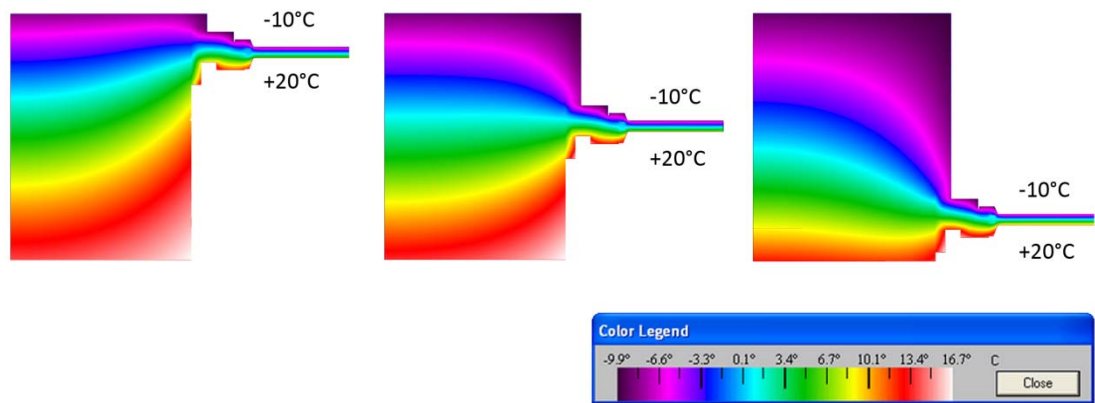


Abbildung 132: Temperaturfelddarstellung Fall 1 bis 3 "Leibung"

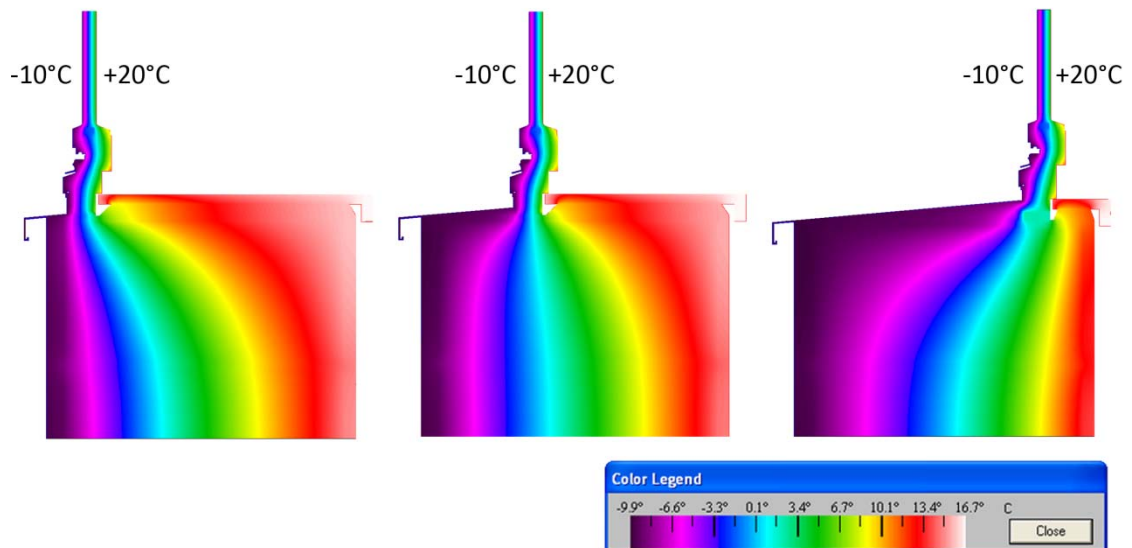


Abbildung 133: Temperaturfelddarstellung Fall 1 bis 3 "Parapet"

### 6.1.5 Zusammenfassung

Wie aus der Berechnung hervorgeht verschiebt sich der Taupunkt je weiter man mit dem Fenster nach außen „wandert“ nach innen. Im Fall 1 besteht akute Tauwassergefahr. Desweiteren wirkt sich eine mittige oder innere Einbauebene günstig auf die Haltbarkeit des Fensters aus. Zusätzlich könnte noch das Unterdämmen der äußeren Fensterbank in Erwägung gezogen werden.

## 6.2 Beispiel 2: Eindämmen eines Holzfensters mit Aluminiumdeckschale

### 6.2.1 Aufgabenstellung

Im Beispiel 2 soll nun untersucht werden wie sich ein „falsches“ seitliches Eindämmen eines Holzfensters mit Aluminiumdeckschale auf den Isothermenverlauf des Fensteranschlusses auswirkt, und wie weit sich die Taupunktlage nach Innen verschiebt.

Im Fall 1 wird ein Teil der Aluminiumdeckschale entfernt um so ein richtiges Anschließen des WDVS an den Stockrahmen zu gewährleisten.

Im Fall 2 hingegen wird die Aluminiumdeckschale des Stockrahmenprofils vom WDVS vollständig eingedämmt. Der in den zweiten Fall entstandene Hohlraum wird für die Berechnung als belüftet angenommen.

Der Wandbildner wird durch eine mit WVDS außen gedämmte Mantelbetonwand gebildet. Als Fenster findet ein Drehkipfenster aus Holz mit Aluminiumdeckschale Verwendung.

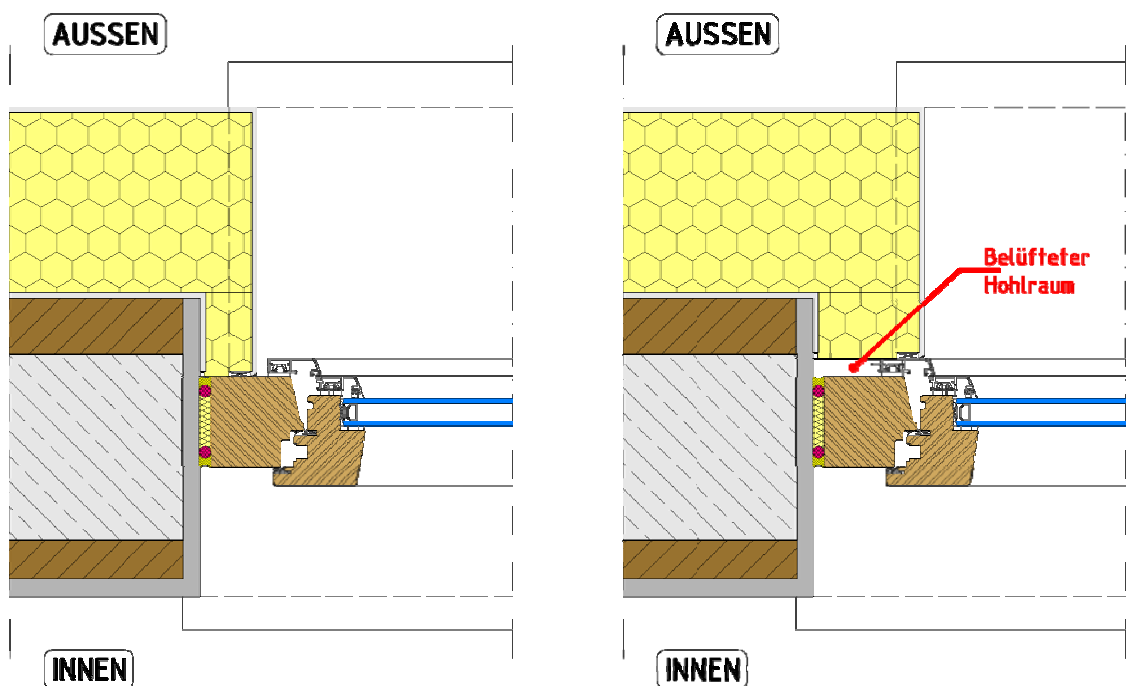


Abbildung 134: Auswirkung der Fenstereinbauebene (Links: Fall 1 / Rechts: Fall 2)

## 6.2.2 Beschreibung des Baukörperanschlusses

### 6.2.2.1 Außenwandkonstruktion

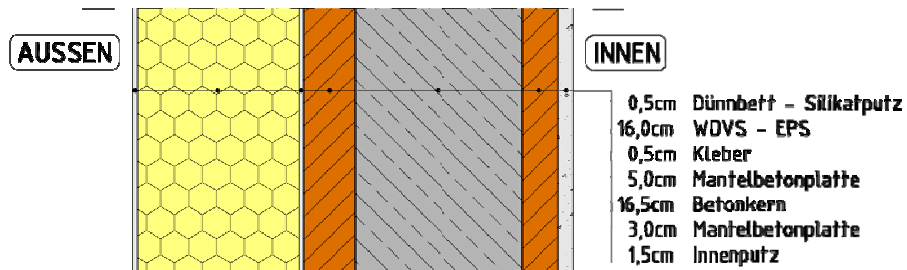


Abbildung 135: Wandaufbau Beispiel 2

### 6.2.2.2 Fensterkonstruktion

Verwendet wurde ein Holzeinfachfenster mit Isolierverglasung und Aluminiumdeckschale unbekanntem Herstellers (Zur Verfügung gestellt von DI FERK H.).

Für die Berechnung des Isothermenverlaufes waren Vereinfachungen des geometrischen Modells erforderlich, welche nach den Regeln der **ÖNORM EN ISO 10211 (2008-04-01)** erfolgten. Die Hohlräume des Rahmens gelten nach **ÖNORM EN ISO 10077-2 (2008-12-01)** als unbelüftet, da sie durch einen Schlitz mit weniger als 2 mm mit der Außenseite oder der Raumseite verbunden sind.

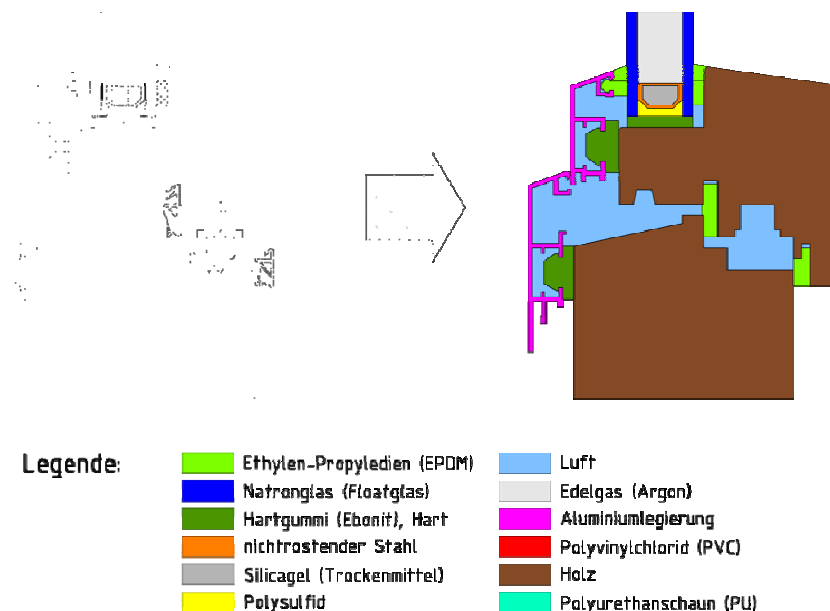


Abbildung 136: Vereinfachung des geometrischen Modells

### **6.2.2.3 Lage des Fensters**

Das Fenster ist mittig in der Außenwand angeordnet. Es gibt keine Ausbildung eines Anschlags.

### **6.2.2.4 Befestigung am Baukörper**

Die Befestigung des Fensters erfolgt mit Rahmenschrauben.

### **6.2.2.5 Äußere schlagregendichte Ausbildung**

Die schlagregensichere Abdichtung erfolgt durch ein in das WDVS integrierte Fugendichtband.

### **6.2.2.6 Raumseitiger luftdichter Anschluss**

Raumseitig wird der luftdichte Anschluss mittels spritzbaren, dauerelastischen Dichtstoff inklusive geschlossenzelligen Hinterfüllmaterial hergestellt.

### 6.2.2.7 Zusätzliches

Besonderes wichtig ist bei dieser Konstruktion ein schalltechnisch günstiger Anschluss an den Wandbildner. Keinen falls darf das Fenster an die Mantelbetonplatte in der Leibung befestigt werden, da sich diese schalltechnisch äußerst ungünstig auf die Gesamtkonstruktion auswirkt. Aus diesem Grund sollte sie nach Erhärten des Betons entfernt werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin die Öffnung in der Mantelbetonwand mittels herkömmlicher Schalhaut, im Bereich Leibung, Sturz und Parapet, herzustellen. Ein Glatzstrich ist in jedem Fall erforderlich.

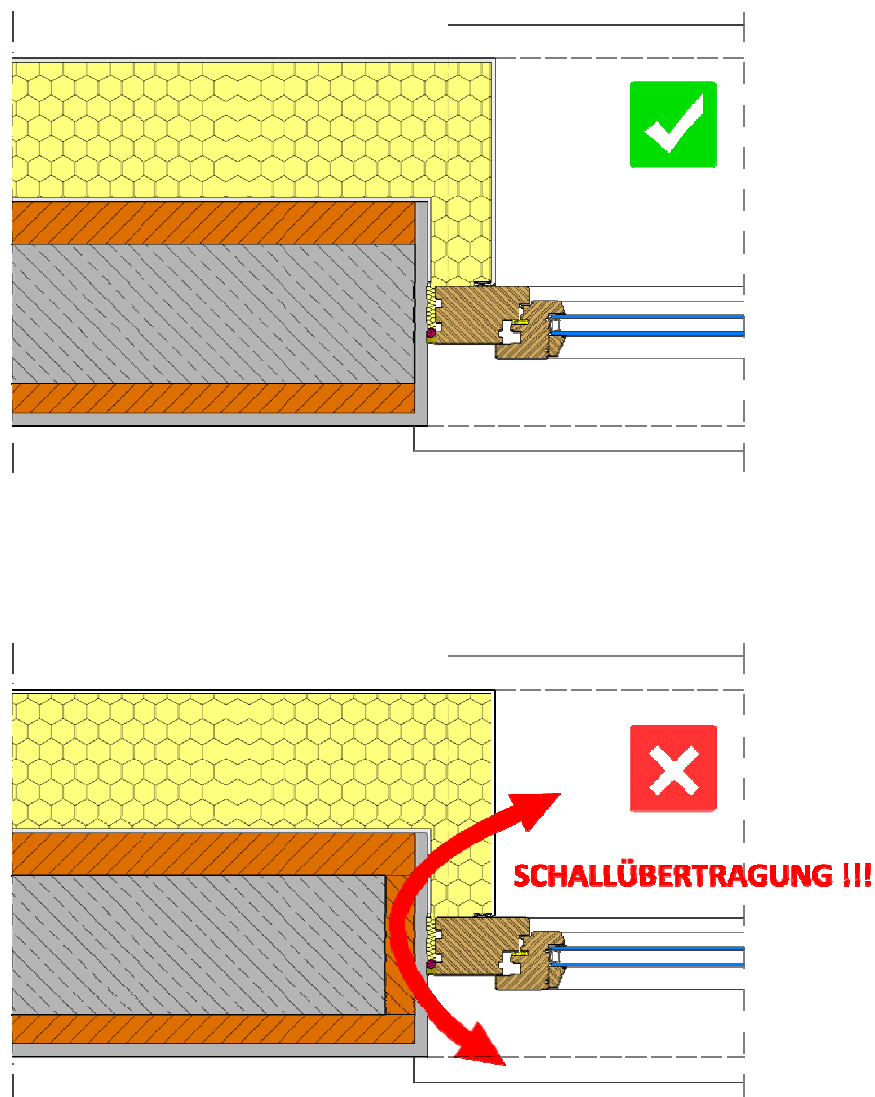


Abbildung 137: Schallübertragung

### 6.2.2.8 CAD-Pläne

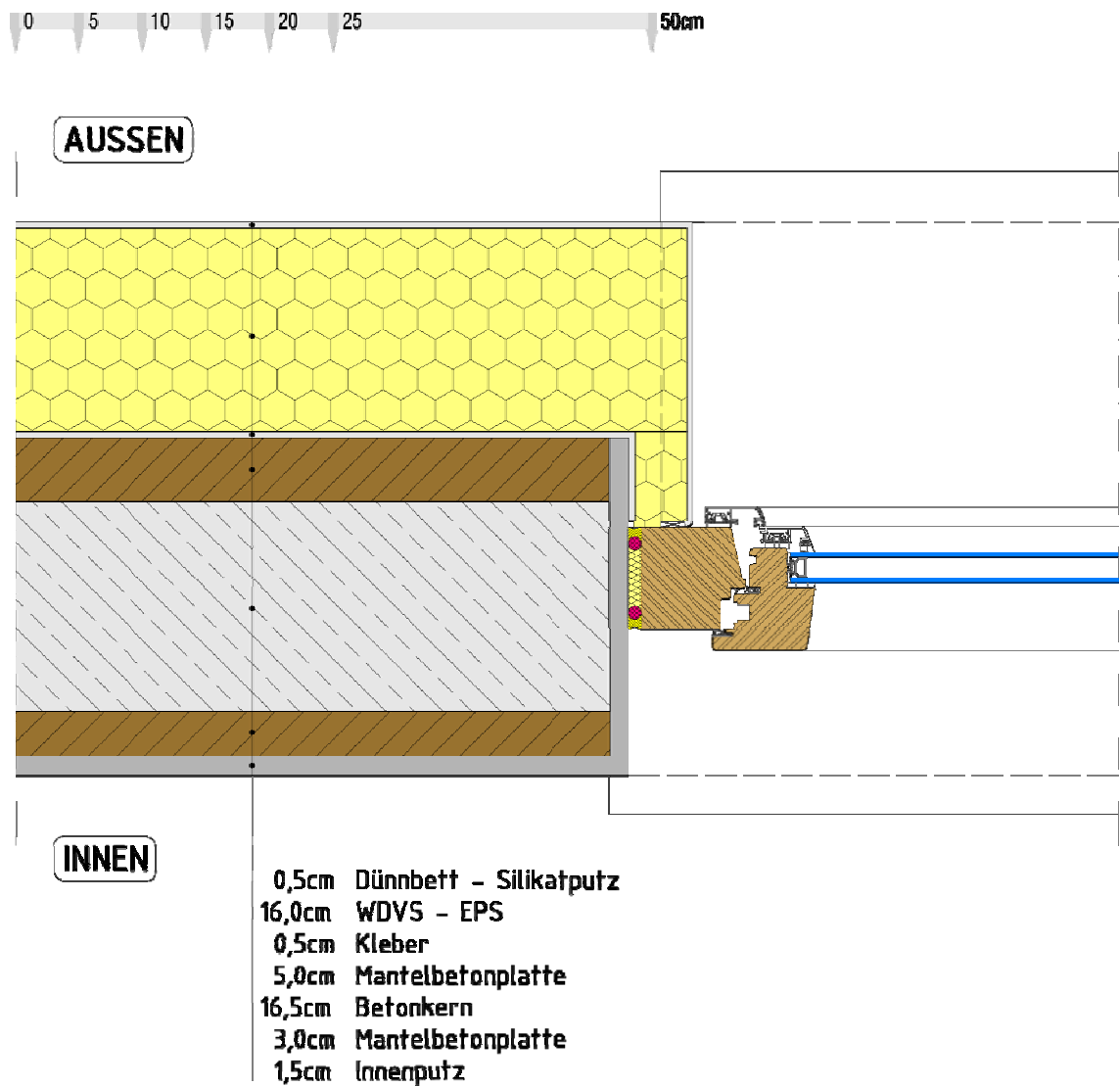


Abbildung 138: Detail Fall 1

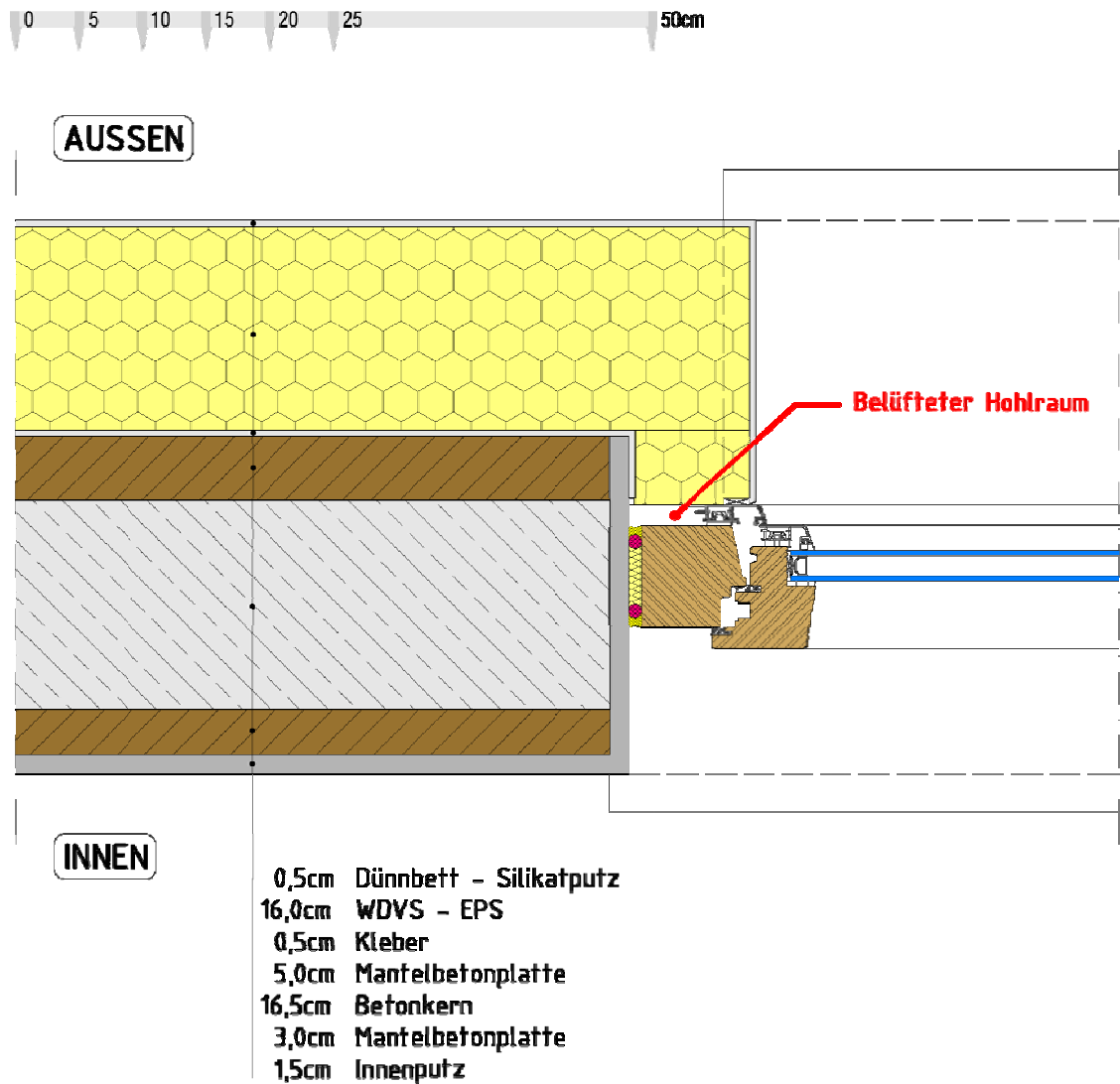


Abbildung 139: Detail Fall 2



## 6.2.3 Eingangsparmeter für Wärmestromberechnung

### 6.2.3.1 Die wichtigsten Materialkennwerte

MATERIAL	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ [W/mK]	Emissionsgrad [-]
Luft	0,025	0,9
Argon	0,017	0,9
Natronglas (einschließlich Floatglas)	1,000	0,85
Aluminiumlegierungen	160,000	0,02
nichtrostender Stahl	17,000	0,8
Hartgummi (Ebonit), hart	0,170	0,9
Ethylen-Propylendien, Monomer (EPDM)	0,250	0,9
Nutzholz	0,130	0,9
Polysulfid	0,400	0,9
Silicagel (Trockenmittel)	0,130	0,9
Polyurethanschaum (PU)	0,050	0,9
Beton armiert (mit 1% Stahl)	2,300	0,9
Silicon, ohne Füllstoff	0,350	0,9
Kalk, Sand	0,800	0,9
Kunststoffdünnputz (WDVS)	0,700	0,9
Mantelbetonplatte	0,080	0,9
Expandierter Polystyrol-Hartschaum	0,035	0,9

Wärmeleitfähigkeit laut ÖNORM EN ISO 10456 (2010-02-15)

Emissionsgrade laut DBA Instrumart (<http://www.instrumart.com/> [Oktober 2011] )

Abbildung 140: Materialkennwerte für Beispiel 1

### 6.2.3.2 Temperaturen

Außenlufttemperatur	- 10 °C
Innenlufttemperatur	+ 20 °C

Abbildung 141: Verwendete Temperaturen

### 6.2.3.3 Wärmeübergangswiderstände

Wärmeübergangswiderstand [m <sup>2</sup> ·K/W]	Richtung des Wärmestromes		
	Aufwärts	Horizontal	Abwärts
$R_{si}$	0,10	0,13	0,17
$R_{se}$	0,04	0,04	0,04

Abbildung 142: Konventionelle Wärmeübergangswiderstände<sup>143</sup>

<sup>143</sup> ÖNORM EN ISO 6946 (2008-04-01), S.9

## 6.2.4 Ergebnis

### 6.2.4.1 Fall 1

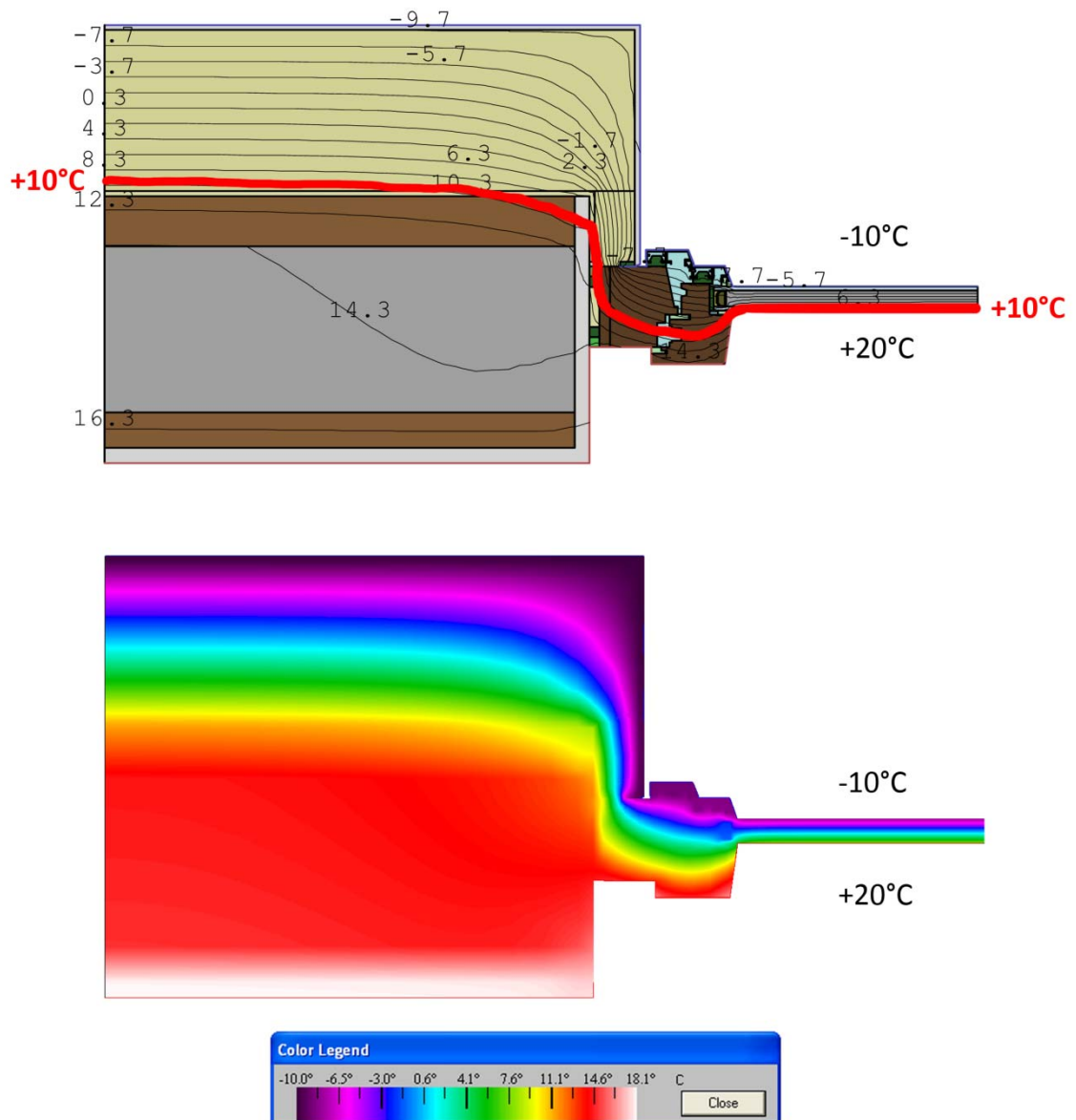


Abbildung 143: Isothermenverlauf und Temperaturfelddarstellung Fall 1

### 6.2.5 Fall 2

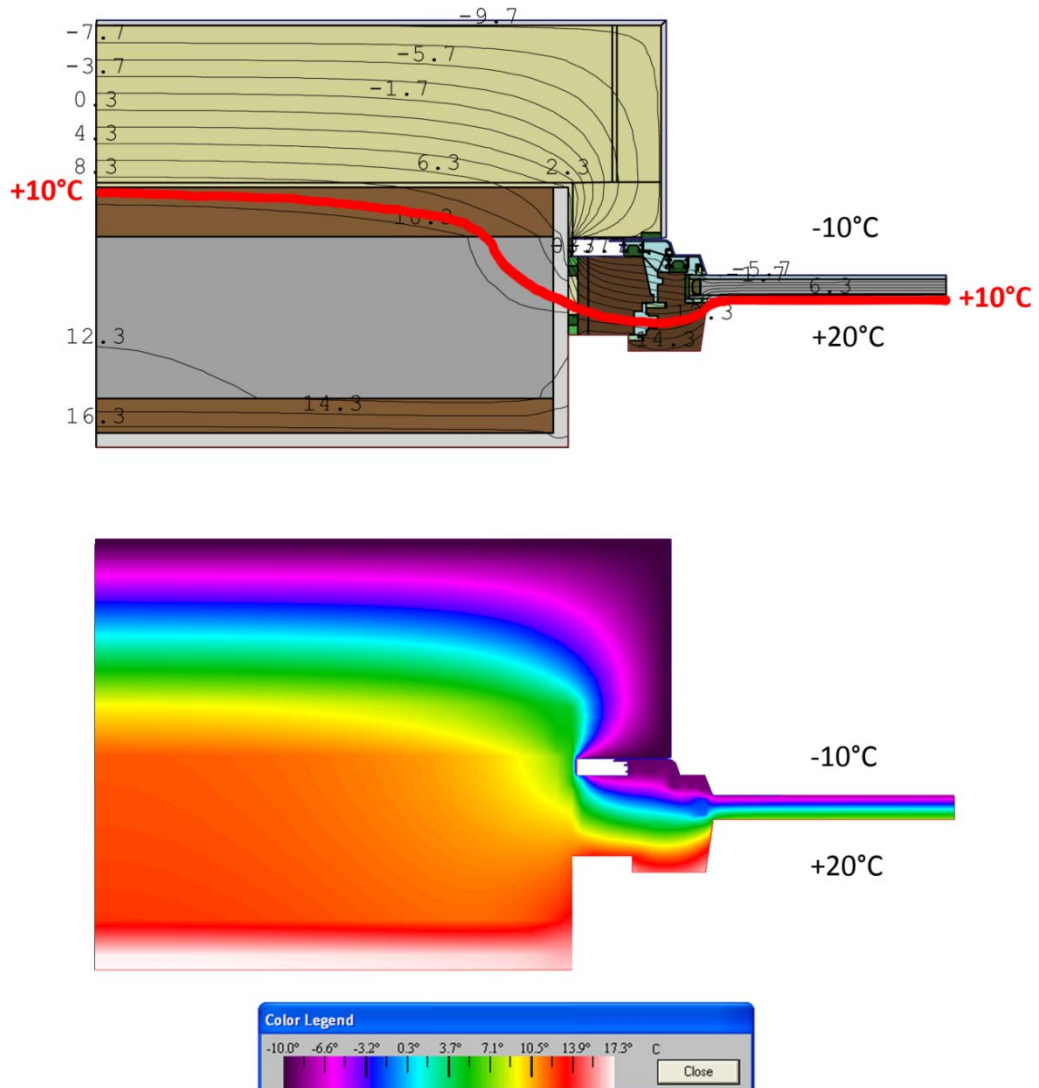


Abbildung 144: Isothermenverlauf und Temperaturfelddarstellung Fall 2

### 6.2.6 Zusammenfassung

Wie aus der Wärmestromberechnung ersichtlich wird, hat das komplette Überdämmen des Aluminiumprofils nur geringe Auswirkungen auf den Isothermenverlauf. Trotzdem sollte darauf verzichtet werden, da sich der erhöhte Dämmmaterialverbrauch negativ auf die Lichtausbeute des Fensters auswirkt. Zusätzlich ist ein korrektes Anschließen der Dämmung an das Aluminiumprofil schwieriger als das Anschließen gegen das Holzprofil und es ist auf Grund der hohen Wärmedehnung der Aluminiumdeckschale eher mit Rissen innerhalb der Fuge zu rechnen.

## Beispiel 3: Unterdämmen der äußeren Fensterbank

### 6.2.7 Augabenstellung

Im dritten Beispiel soll der Einfluss einer Wärmedämmung unterhalb einer äußeren Fensterbank aus Metall gezeigt werden.

Fall 1 stellt den gedämmten und Fall 2 den nicht gedämmten Fall dar.

Der Wandbildner wird durch eine mit WVDS außen gedämmte Hochlochziegelwand gebildet. Als Fenster kommt ein Kunststofffenster mit Stockaufdoppelung zum Einsatz.

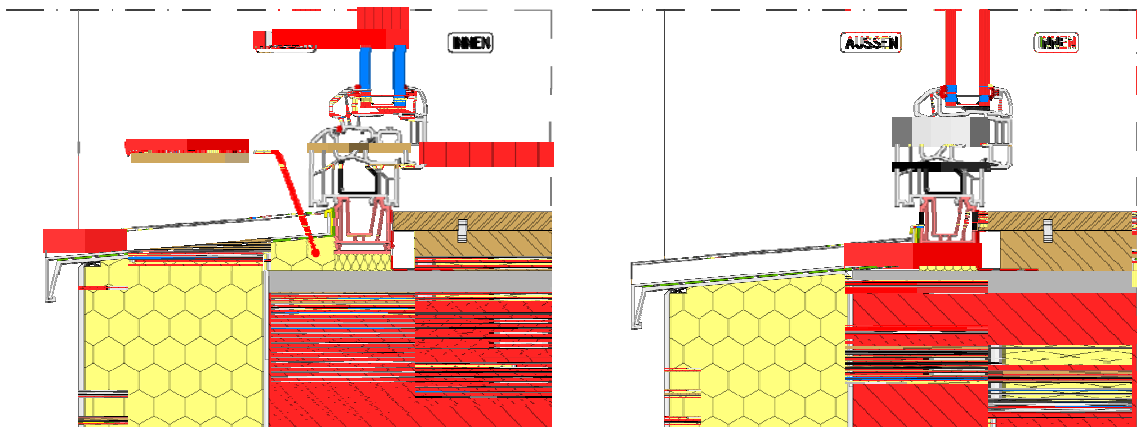


Abbildung 145: Unterdämmen der äußeren Fensterbank

### 6.2.8 Beschreibung des Baukörperanschlusses

#### 6.2.8.1 Außenwandkonstruktion

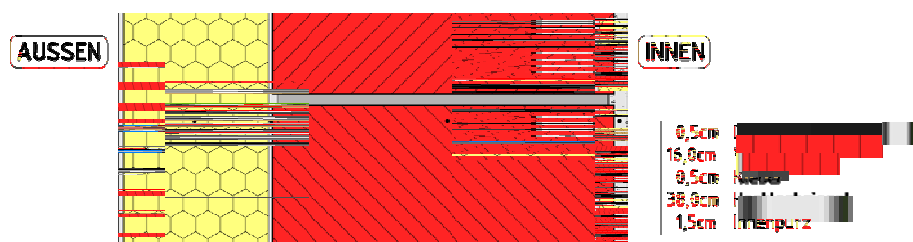


Abbildung 146: Wandaufbau Beispiel 1

#### 6.2.8.2 Fensterkonstruktion

Verwendet wurde ein Kunststofffenster (5 Kammersystem) mit unbekanntem Hersteller (Zur Verfügung gestellt von DI FERK H.).

Für die Berechnung des Isothermenverlaufes waren Vereinfachungen des geometrischen Modells erforderlich, welche nach den Regeln der **ÖNORM EN ISO 10211 (2008-04-01)** erfolgten. Die Hohlräume des Rahmens gelten nach **ÖNORM EN ISO 10077-2 (2008-12-01)** als unbelüftet, da sie durch einen Schlitz mit weniger als 2 mm mit der Außenseite oder der Raumseite verbunden sind.

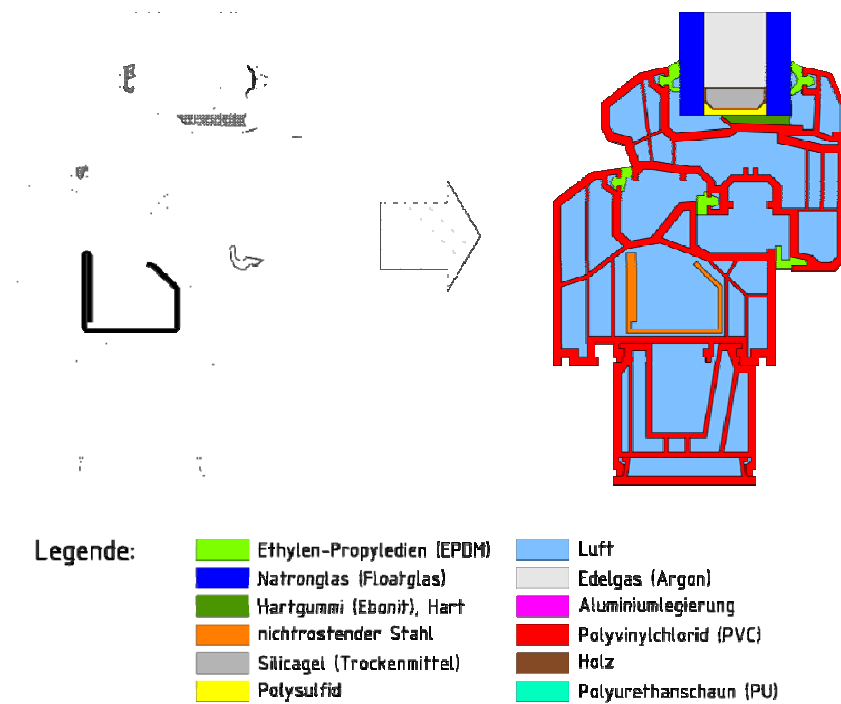


Abbildung 147: Vereinfachung des geometrischen Modells

### 6.2.8.3 Lage des Fensters

Das Fenster ist mittig in der Außenwand angeordnet. Es gibt keine Ausbildung eines Anschlags.

### 6.2.8.4 Befestigung am Baukörper

Die Befestigung des Fensters erfolgt mit Rahmenschrauben.

### 6.2.8.5 Äußere schlagregendichte Ausbildung

Die schlagregensichere Abdichtung erfolgt durch einen hierfür geeigneten Montageschaum.

### 6.2.8.6 Raumseitiger luftdichter Anschluss

Raumseitig wird der luftdichte Anschluss mittels Fugendichtbänder hergestellt.

### 6.2.8.7 CAD-Pläne

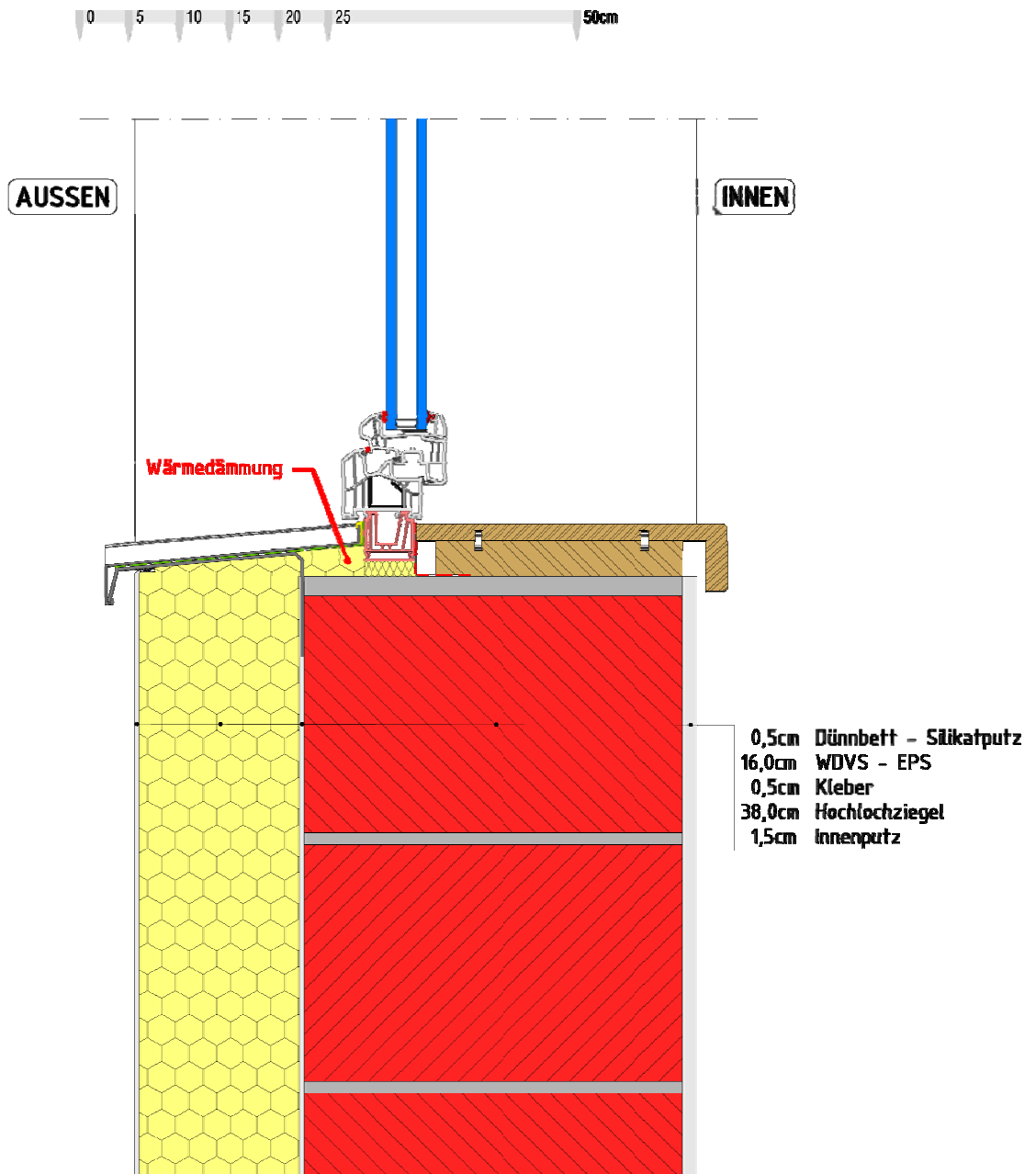


Abbildung 148: Detail / Beispiel 3 / Fall 1

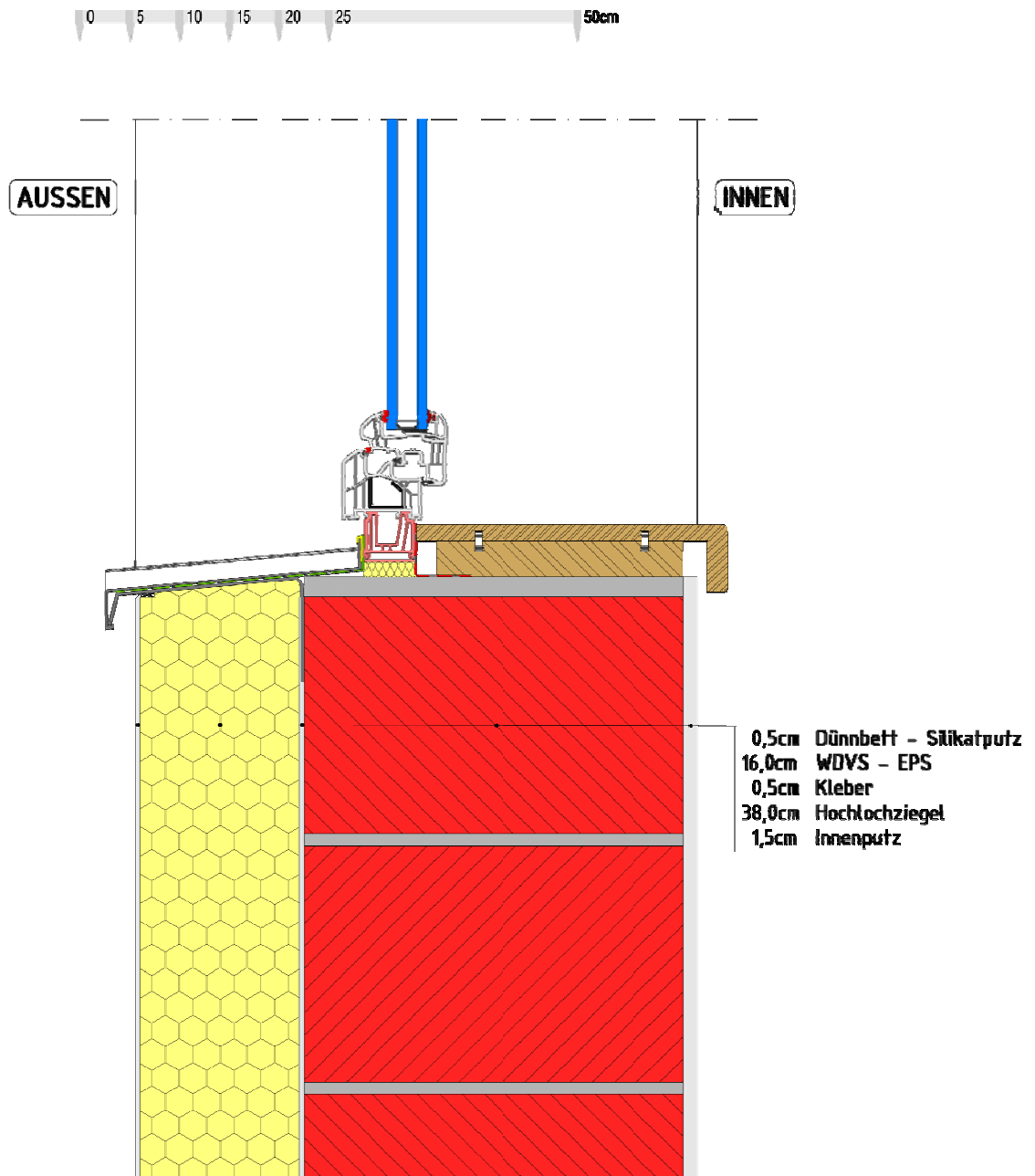


Abbildung 149: Detail / Beispiel 3 / Fall 2

## 6.2.9 Eingangsparmeter für Wärmestromberechnung

### 6.2.9.1 Die wichtigsten Materialkennwerte

MATERIAL	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ [W/mK]	Emissionsgrad [-]
Luft	0,025	0,9
Argon	0,017	0,9
Natronglas (einschließlich Floatglas)	1,000	0,85
Aluminiumlegierungen	160,000	0,02
nichtrostender Stahl	17,000	0,8
Hartgummi (Ebonit), hart	0,170	0,9
Ethylen-Propylendien, Monomer (EPDM)	0,250	0,9
Nutzholz	0,130	0,9
Polyvinylchlorid (PVC)	0,170	0,9
Mörtel (Mauermörtel und Putzmörtel)	1,000	0,9
Holzfasertplatten, einschließlich MDF	0,100	0,9
Mineralwolle	0,040	0,9
Polysulfid	0,400	0,9
Silicagel (Trockenmittel)	0,130	0,9
Polyurethanschaum (PU)	0,050	0,9
Beton armiert (mit 1% Stahl)	2,300	0,9
Hohlziegel 38	0,264	0,9
Silicon, ohne Füllstoff	0,350	0,9
Kalk, Sand	0,800	0,9
Kunststoffdünnputz (WDVS)	0,700	0,9
Bitumenbahn	0,230	0,9
Expandierter Polystyrol-Hartschaum	0,035	0,9

Wärmeleitfähigkeit laut ÖNORM EN ISO 10456 (2010-02-15)

Emissionsgrade laut DBA Instrumart (<http://www.instrumart.com/> [Oktober 2011])

Abbildung 150: Materialkennwerte für Beispiel 1

### 6.2.9.2 Temperaturen

Außenlufttemperatur	- 10 °C
Innenlufttemperatur	+ 20 °C

Abbildung 151: Verwendete Temperaturen

### 6.2.9.3 Wärmeübergangswiderstände

Wärmeübergangswiderstand [m <sup>2</sup> ·K/W]	Richtung des Wärmestromes		
	Aufwärts	Horizontal	Abwärts
$R_{si}$	0,10	0,13	0,17
$R_{se}$	0,04	0,04	0,04

Abbildung 152: Konventionelle Wärmeübergangswiderstände<sup>144</sup>

<sup>144</sup> ÖNORM EN ISO 6946 (2008-04-01), S.9



## 6.2.10 Ergebnis

### 6.2.10.1 Isothermendarstellung

#### 6.2.10.1.1 Fall 1: „mit Wärmedämmung“

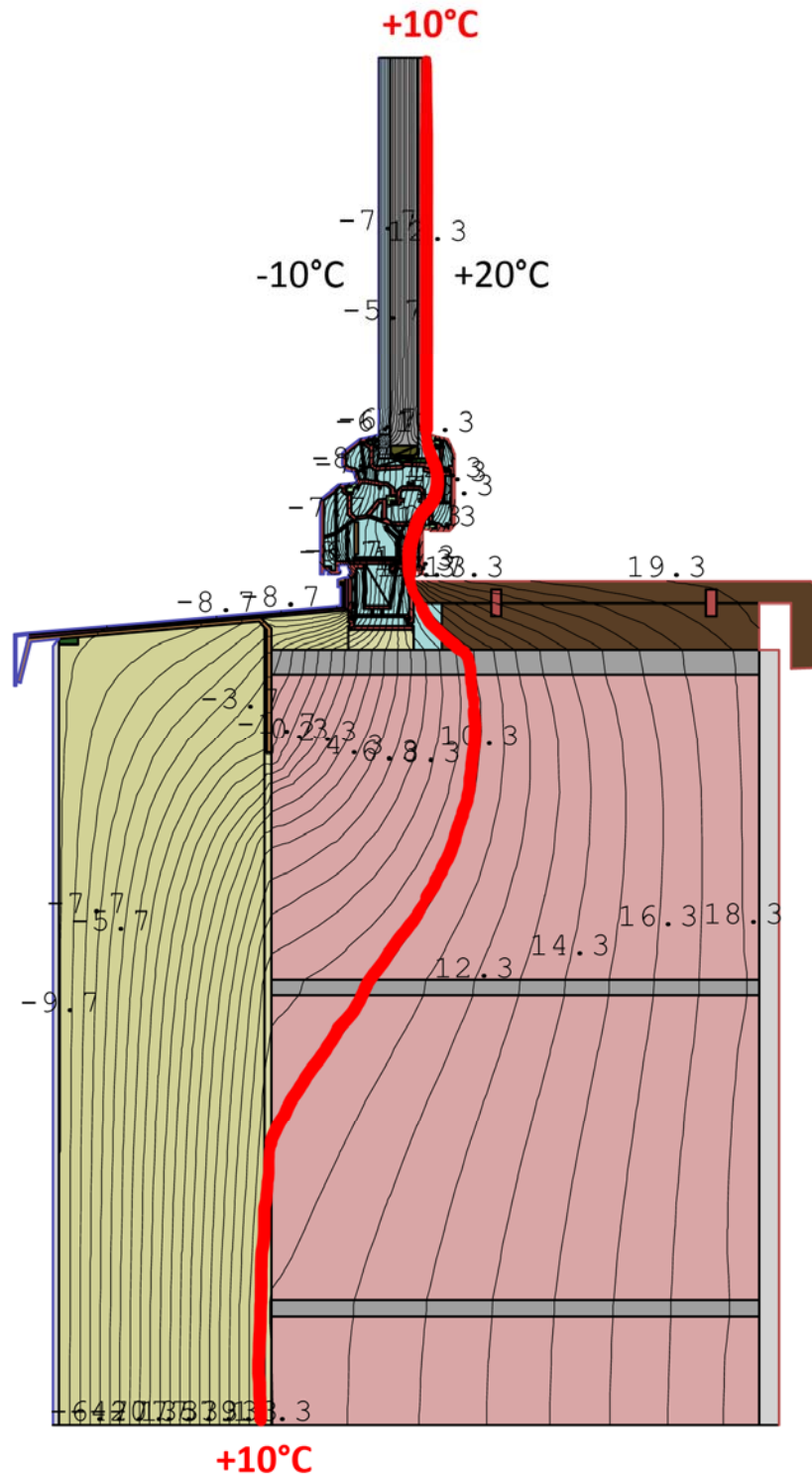


Abbildung 153: Isothermenverlauf / Beispiel 3 / Fall 1

6.2.10.1.2 Fall 2: „ohne Wärmedämmung“

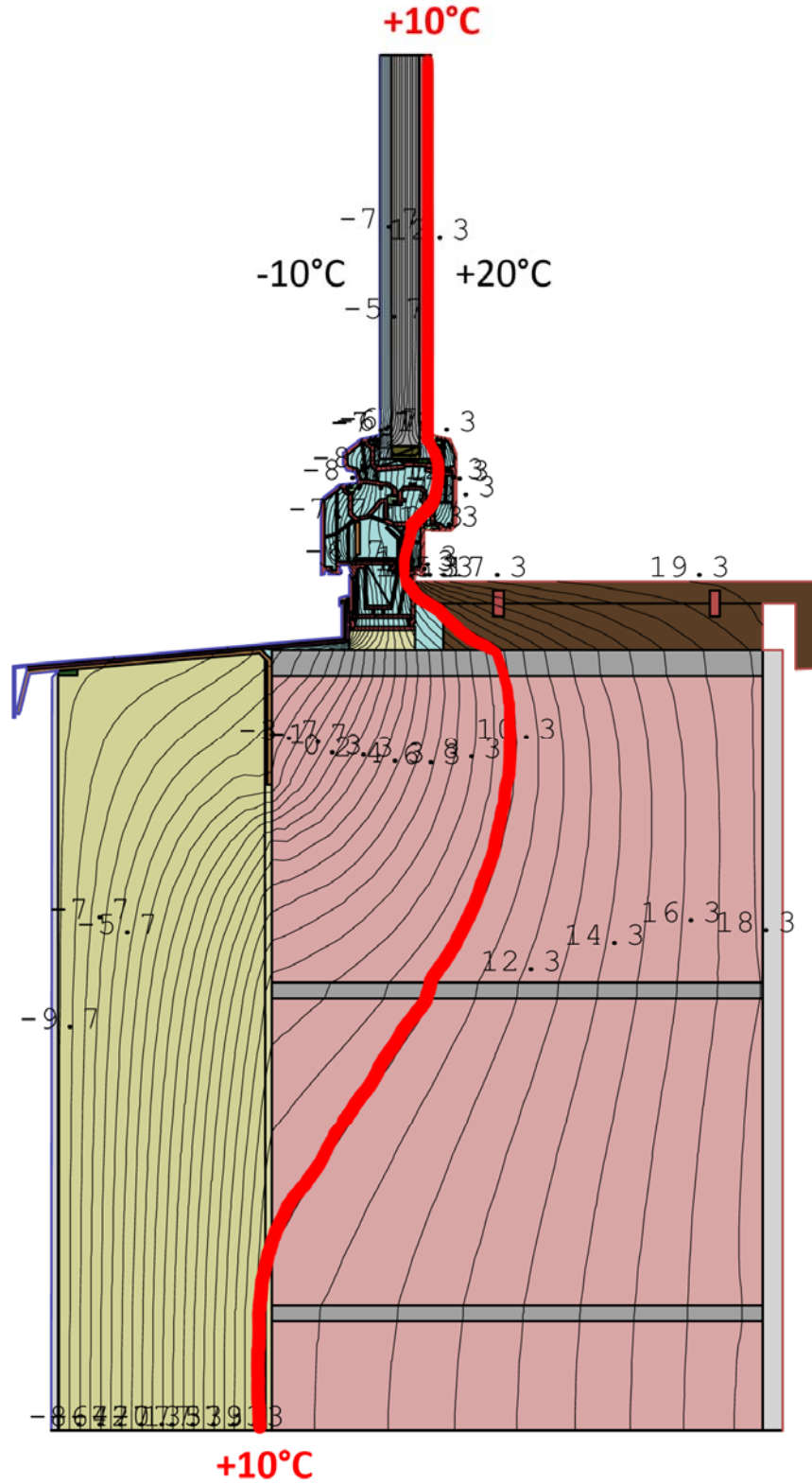


Abbildung 154: Isothermenverlauf / Beispiel 3 / Fall 2

### 6.2.10.2 Temperaturfelddarstellung

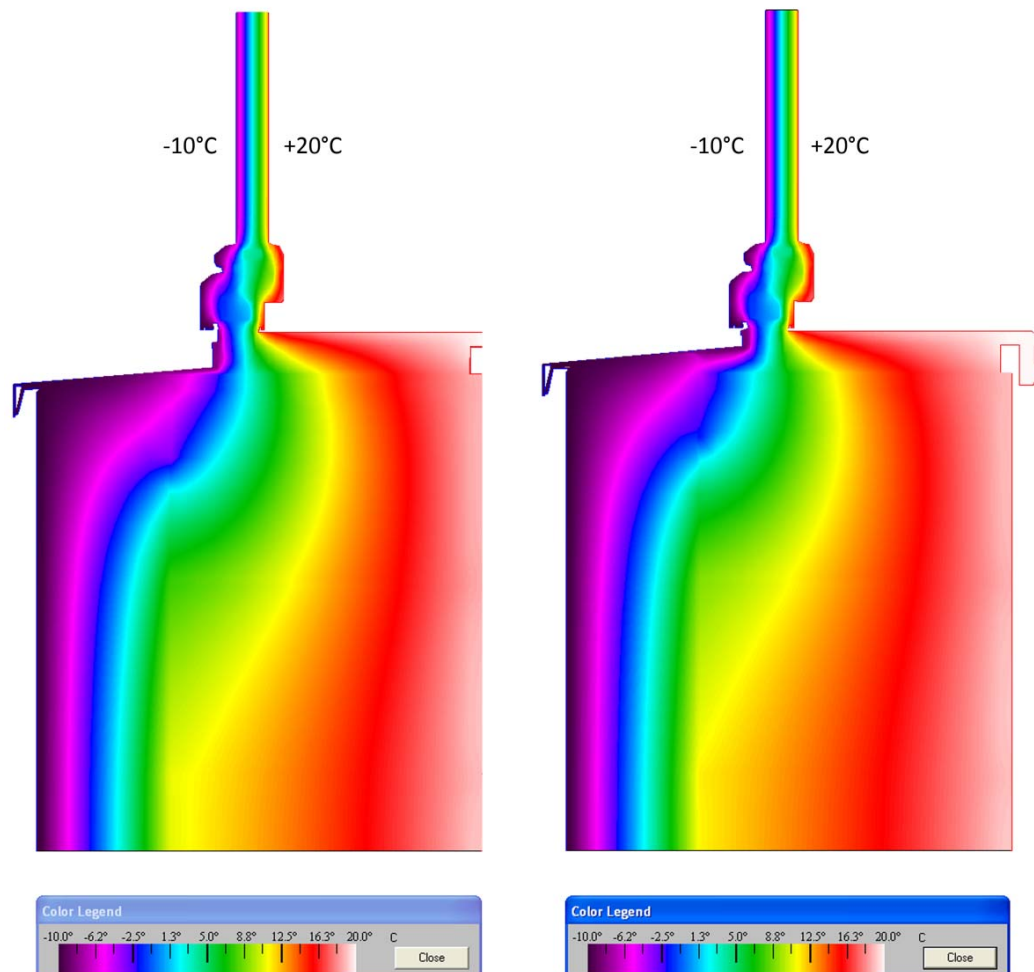


Abbildung 155: Temperaturfelddarstellung Beispiel 3 / Fall 1 (Lnks) / Fall 2 (Rechts)

#### 6.2.11 Zusammenfassung

Aus dem Vergleich geht hervor, dass sich das unterdämmen der äußeren Fensterbank nur unwesentlich auf den Isothermenverlauf auswirkt. Besonders wichtig ist jedoch, dass man nicht auf eine zusätzliche Abdichtungsebene zwischen Sohlblech und darunterliegender Wärmedämmung vergisst, da es sich bei einer äußeren Fensterbank nur um eine Deckung und nicht um eine Dichtung handelt. Wenn möglich sollte versucht werden, einen Abstand zwischen Blech und Dichtungsbahn zu realisieren, um somit ein kapillares „Fangen“ von Wasser zu vermeiden.

## Literatur- und Quellenverzeichnis

- Abkürzung*                      **AUTOR** : *Titel. Ort : Verlag, Jahr. – ISBN-Nr.*
- BLUDAU (2002)                      **BLUDAU Hansjochen / ERTL Ralf / WEBER Dieter** :  
Maßgerechtes Bauen – Toleranzen im Hochbau. Köln :  
Rudolf Müller, 2002. – ISBN 3-481-01840-1
- BLÄSI (2002)                      **BLÄSI Walter** : Bauphysik. Haan-Gruiten : Europa  
Lehrmittel, 2002. – ISBN 3-8085-4264-0
- DOMENIG (2002)                      **DOMENIG Günther**: Günther Domenig - Steinhaus.  
Klagenfurt: Ritter, 2002. – ISBN 3-85415-296-5
- FERK (2011)                      **FERK Heinz** : „Fenstereinbau – aber richtig!“. Graz : TU  
Graz, Entwurf Stand 2011-07-20. – ISBN xxx
- GAMERITH (2002)                      **GAMERITH Horst** : Skriptenreihe: „Maßtoleranzen im  
Hochbau“. Graz : TU Graz, 2002. – ISBN xxx
- GAMERITH (2004)                      **GAMERITH Horst** : Skriptenreihe: „Enzyklopädie der  
Bauphysik“. Graz : TU Graz, 2004. – ISBN xxx
- GAMERITH (2005)                      **GAMERITH Horst** : Skriptenreihe: „Fenster-Fenstertüren“.  
Graz : TU Graz, 2005. – ISBN xxx
- GAMERITH (2007)                      **GAMERITH Horst** : 100+1 Hochbaukenntnisse. Graz :  
Arch'In, 2007. – ISBN 978-3-9501324-8-9
- GOCKEL (1996)                      **GOCKEL Heinz** : Konstruktiver Holzschutz. Berlin, Wien,  
Zürich, Düsseldorf : Beuth / Werner, 1996. – ISBN 3-8041-  
1798-8
- HUBER (1997)                      **HUBER Gerhard / RICCABONA Christof**: Baustoffkunde.  
Wien : Manz, 2008. – ISBN 3-7068-0382-8
- KOLB (2008)                      **KOLB Josef** : Holzbau mit System. Zürich, München :  
Lignum / DGfH, 2008. – ISBN 978-3-7643-8823-2
- LEITDETAILS (2003)                      **Institut für Hoch- und Industriebau (Prof. GAMERITH  
Horst)** : Leitdetails für den Hochbau. Graz : TU Graz, 2003.  
– ISBN xxx

- LUTZ (2002)                    **LUTZ Franke / DECKELMANN Gernod / FRANKE Michèle / HENNINGER Dirk / STEHR Holger:** Baukonstruktion im Planungsprozess. Wiesbaden: Vieweg, 2002 – ISBN 3-528-02565-4
- NEUMANN (2003)            **NEUMANN Dietrich / WEINBRENNER Ulrich / HESTERMANN Ulf, RONGEN Ludwig:** Frick / Knöll Baukonstruktionslehre 2. Wiesbaden: Teubner, 2002. – ISBN 3-519-45251-0
- NUTSCH (2003)             **NUTSCH Wolfgang u. A. :** Holztechnik Fachkunde. Haan-Gruiten : Europa Lehrmittel, 2003. – ISBN 3-8085-4019-2
- ÖNORM B 1100 (2006)      **ÖNORM B 1100:** Toleranzen im Bauwesen – Allgemeine Begriffe und Grundsätze. Wien: Österreichisches Normungsinstitut, 2006-06-01. ISBN xxx
- ÖNORM B 2227 (1996)     **ÖNORM B 2227:** Glaserarbeiten unter Verwendung von Flachglas - Werkvertragsnorm. Wien: Österreichisches Normungsinstitut, 1996-05-01. ISBN xxx
- ÖNORM B 3012 (2003)     **ÖNORM B 3012:** Holzarten – Kennwerte zu den Benennungen und Kurzzeichen der ÖNORM EN 13556. Wien: Österreichisches Normungsinstitut, 2003-12-01. ISBN xxx
- ÖNORM B 5300 (2007)     **ÖNORM B 5300:** Fenster – Anforderungen. Wien: Österreichisches Normungsinstitut, 2007-11-01. ISBN xxx
- ÖNORM B 5306 (1992)     **ÖNORM B 5306:** Fenster – Benennungen mit Definitionen. Wien: Österreichisches Normungsinstitut, 1992-12-01. ISBN xxx
- ÖNORM B 5320 (2006)     **ÖNORM B 5320:** Bauanschlussfuge für Fenster, Fenstertüren und Türen in Außenbauteilen – Grundlagen für Planung und Ausführung. Wien: Österreichisches Normungsinstitut, 2006-09-01. ISBN xxx
- ÖNORM B 5320 Beiblatt 1 (2000)    **VORNORM ÖNORM B 5320 Beiblatt 1:** Bauanschlussfuge für Fenster, Fenstertüren und Türen in Außenbauteilen –

- Grundlagen für Planung und Ausführung - Beispiele. Wien: Österreichisches Normungsinstitut, 2000-12-01. ISBN xxx
- ÖNORM B 5312 (1992) **ÖNORM B 5312:** Holzfenster – Konstruktionsregeln. Wien: Österreichisches Normungsinstitut, 1992-12-01. ISBN xxx
- ÖNORM DIN 18202 (2006) **ÖNORM DIN 18202:** Toleranzen im Hochbau - Bauwerke. Wien: Österreichisches Normungsinstitut, 2006-06-01. ISBN xxx
- ÖNORM EN ISO 6946 (2008) **ÖNORM EN ISO 6946:** Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren. Wien: Österreichisches Normungsinstitut, 2008-04-01. ISBN xxx
- ÖNORM EN ISO 10077-2 (2008) **ÖNORM EN ISO 10077-2:** Wärmetechnisches Verhalten von Fenster, Türen und Abschlüssen – Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen. Wien: Österreichisches Normungsinstitut, 2008-12-01. ISBN xxx
- ÖNORM EN ISO 10211 (2008) **ÖNORM EN ISO 10211:** Wärmebrücken im Hochbau – Wärmeströme und Oberflächentemperaturen – Detaillierte Berechnungen. Wien: Österreichisches Normungsinstitut, 2008-04-01. ISBN xxx
- ÖNORM EN ISO 10456 (2010) **ÖNORM EN ISO 10456:** Baustoffe und Bauprodukte – Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften – Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte. Wien: Österreichisches Normungsinstitut, 2010-02-15. ISBN xxx
- ÖNORM EN ISO 11600 (2004) **ÖNORM EN ISO 11600:** Hochbau – Fugendichtstoffe – Einteilung und Anforderung von Dichtungsmassen. Wien: Österreichisches Normungsinstitut, 2004-04-01. ISBN xxx
- ÖNORM ISO 2444 (2000) **ÖNORM ISO 2444:** Fugen im Bauwesen - Vokabular. Wien: Österreichisches Normungsinstitut, 2000-11-01. ISBN xxx

- PECH (2005) **PECH Anton / POMMER Georg / ZEININGER Johannes:**  
Fenster. Wien: Springer, 2005. – ISBN 13 978-3-211-21500-5
- POTTLACHER (2004) **POTTLACHER Gernot:** Skriptum „Physik für Bauingenieure“. Graz : TU-Graz, 2004. – ISBN xxx
- RAINER (2005) **RAINER Oswald / RUTH Abel:** Hinzunehmende Unregelmäßigkeiten bei Gebäuden. Wiesbaden : Vieweg, 2005. – ISBN 3-528-11689-7
- RAL **RAL – Gütegemeinschaften Fenster und Haustüren:**  
Leitfaden zur Montage. Frankfurt am Main, Nr. 003823-x
- RICCABONA (1994) **RICCABONA Christof:** Baukonstruktionslehre 2 – Stiegen Dächer Fenster Türen. Wien : Manz, 2008. – ISBN 3-214-91143-0
- RICCABONA (2008) **RICCABONA Christof / BEDNAR Thomas :**  
Baukonstruktionslehre 4 - Bauphysik. Wien : Manz, 2008. – ISBN 978-3-7068-3270-0
- SCHILD (2006) **WILLEMS Wolfgang M. / SCHILD Kai / DINTER Simone:**  
Handbuch der Bauphysik Teil 2. Wiesbaden: Vieweg, 2006 – ISBN-10 3-8348-0188-7
- SCHMITT (2001) **SCHMITT Heinrich / HEENE Andreas :**  
Hochbaukonstruktionen. Wiesbaden : Vieweg, 2001. – ISBN 3-528-08854-0
- SCHNEIDER (2006) **GORIS Alfons:** Bautabellen für Ingenieure. Neuwied: Werner, 2006 – ISBN-10 3-8041-5228-7
- STRAßER (2010) **STRAßER Guido:** Fenstermontage - Grundlagen. München : Sachverständigenbüro für Fenster, Außentüren und Pfosten-Riegel-Fassaden, 2010. – ISBN xxx
- TRG (1986) **Technische Richtlinie des Glaserhandwerks:**  
Glaserarbeiten – Dichtstoffe für Verglasungen und Anschlußfugen – Arten, Eigenschaften, Verarbeitung. Schorndorf: Karl Hoffmann, 1986. – ISBN xxx

WILLEMS (2006)

**WILLEMS Wolfgang M. / SCHILD Kai / DINTER Simone:**

Handbuch der Bauphysik Teil 1. Wiesbaden: Vieweg, 2006

– ISBN-10 3-528-03982-5



## ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig, mit bestem Wissen und Gewissen und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Ich versichere, dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

St. Veit an der Glan im Herbst 2011

.....

(WALDL Walter)