



Technische Universität Graz
Fakultät für Bauingenieurwissenschaften

Wolfgang Ludwig Pöll, BSc

Hygrothermische Untersuchung von Detaillösungen und Entwicklung eines Normenleitfadens für den Holzrahmenbau

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades Diplom-Ingenieur
Masterstudium Bauingenieurwissenschaften – Konstruktiver Ingenieurbau

Eingereicht an der

Technischen Universität Graz

Betreuer:

Univ.-Prof. DDr. Peter Kautsch
Dipl.-Ing. Baumeister Johann Hafellner
Institut für Hochbau

Graz, März 2017

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

AFFIDAVIT

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources/resources, and that I have explicitly indicated all material which has been quoted either literally or by content from the sources used. The text document uploaded to TUGRAZonline is identical to the present master's thesis.

Datum / Date

Unterschrift / Signature

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei meinem Betreuer und Freund, DI BM Johann Hafellner, bedanken, der es mir ermöglicht hat, meine Vorstellungen in dieser Arbeit zu verwirklichen. Ein großer Dank gilt auch Univ. Prof. Peter Kautsch, der mir die Grundlagen der Bauphysik in seinen interessanten Vorlesungen vermittelte. Sehr bedanken möchte ich mich ebenfalls bei DI Daniel Rüdissler, der mir während der Arbeit sehr viel seiner Zeit zur Verfügung stellte und jede meiner bauphysikalischen Fragen hochqualifiziert beantwortete.

Ganz besonderer Dank gilt meiner Familie. Vor allem meinen Eltern, Wolfgang und Elisabeth, die mir meine Ausbildung in diesem vollen Maß ermöglichten und mich immer unterstützen. Durch diese, manchmal auch durchwachsene, Zeit haben mich stets meine Geschwister, Matthias, der mich auch als Studienkollege durch seine Zielstrebigkeit sehr unterstützte, und Katharina, unser Sonnenschein, die immer für mich da war, wenn ich sie brauchte, begleitet. Auch meiner besten Studienkollegin, meiner Freundin Uli, danke ich für die schöne Zeit, ihre Geduld und ihr Verständnis für meine Arbeit. Zu guter Letzt bedanke ich mich bei den Freunden vom Beton- und Holzbauzeichensaal und allen anderen Freunden und Bekannten mit denen ich eine unvergessliche Zeit in Graz erleben durfte. Es war leiwaund!

Kurzfassung

Mit den stetig wachsenden bautechnischen Anforderungen (Wärmeschutz, Schallschutz, Brandschutz, Barrierefreiheit, etc.) wächst auch die Anzahl der einzuhaltenden Normen und Richtlinien. Die Tatsache alleine, dass es in Österreich noch immer keine bundesweiten einheitlichen *OIB-Richtlinien* (Österreichisches Institut für Bautechnik) gibt, da diese aufgrund der verschiedenen Baugesetze länderspezifisch, zum Teil auch abgewandelt gelten, zeigt unter anderem die derzeitige Lage der herrschenden Vorschriftenflut. Weiters gelten derzeit über 2500 ÖNORMEN für die Bauplanung und –ausführung exklusive den ÖNORMEN für Bauprodukte (2547). Zusätzlich sind notwendige Richtlinien bzw. Herstellervorgaben sowie Verarbeitungsrichtlinien zu beachten, die zum Teil auch normativ bzw. gesetzlich einzuhalten sind und daher ebenfalls „mitregeln“. Die Praxis zeigt, dass derzeit also eine drastische Überreglementierung besteht, die sehr oft zu Unklarheiten, Widersprüchen und rechtlichen Problemen führt. Der eigentliche Sinn von „Regeln“ und „Normen“ geht dabei offensichtlich verloren – nämlich der, Dinge zu regeln und damit einfacher zu gestalten.

Die Forderung einer komplett wind- und luftdichten Gebäudehülle (*OIB-Richtlinien*) ist bei der Ausführung nur schwer fehlerfrei umzusetzen. Bauschäden hygrothermischen Ursprungs zeigen oft fatale Auswirkungen auf die Bausubstanz. Vor allem im Holzbau ist das Risiko einer irreparablen Schädigung der tragenden Holzbauteile hoch.

Die Recherche zeigte, dass es keine zweidimensionalen hygrothermischen Untersuchungen in Kombination mit den für den Holzrahmenbau geltenden Normen und Richtlinien gibt.

Daher ist es Ziel dieser Arbeit, einen übersichtlichen Normenleitfaden basierend auf bauphysikalisch (hygrothermisch) optimierten Detaillösungen für den Holzrahmenbau zu erarbeiten, der als Grundkonzept für nachfolgende Detaillösungen und als Vorlage für andere Bauweisen dienen soll.

Die Schwerpunkte liegen dabei auf der Untersuchung von „Regeln der Technik“-Detaillösungen, Minimierung und Aufzeigen möglicher hygrothermischer Risiken und Schwachstellen, sowie deren Optimierung unter der Vereinbarkeit der aktuellen Normen und Richtlinien, um das bewährte System Holzrahmenbau weiter zu optimieren.

Mithilfe dieser Arbeit soll Holzbauern und Planern der Zugang zu aktuellen Normen und Richtlinien übersichtlich vermittelt werden, um potentielle Fehler bereits im Planungsstadium vermeiden zu können.

Anhand eines erarbeiteten Bauteilkataloges für den Holzrahmenbau werden die gewählten Aufbauten eindimensional thermisch und diffusionstechnisch berechnet. In den, nach den geltenden Normen und Richtlinien, entworfenen Detaillösungen werden die Aufbauten kombiniert, zweidimensional hygrothermisch untersucht und optimiert. Die optimierten Detaillösungen sind im ausgearbeiteten Normenleitfaden mit den zugehörigen Normen und Richtlinien verknüpft.

Im Zuge der Optimierung wurde ersichtlich, dass Detaillösungen, die als Regeln der Technik gelten, bei genauerer Betrachtung bzw. Untersuchung oft kritische hygrothermische Schwächen zeigen. Es kann gezeigt werden, dass Detailanschlüsse vor allem bei Wandaufbauten mit einer innenliegenden diffusionsoffenen gedämmten Installationsebene (Vorsatzschale) hygrothermisch genauer betrachtet werden müssen, obwohl die Grenzwerte der minimalen Oberflächentemperatur zur Vermeidung von Tauwasser und Schimmel eingehalten werden.

Abstract

The rising number of standards in construction (heat insulation, noise insulation, fire safety, accessibility, etc.) is leading to a steady growth in the respective norms and guidelines. The fact that the OIB-guidelines (OIB: Österreichisches Institut für Bautechnik, Austrian Institute for Construction) are not uniform throughout the country, but modified to comply with the laws of the different states of Austria, is a good illustration of the current situation characterized by an excessive number of guidelines. At the moment, there are 2500 ÖNORMEN regarding the planning and completion of construction projects, excluding more ÖNORMEN regarding construction products (2547). Additionally, guidelines and specifications on part of manufacturers as well as guidelines on how to process specific materials need to be taken into account, as these are legally binding norms as well. Everyday experience reveals a drastic excess of norms, which might lead to confusion, contradictions and legal problems, thus betraying the original meaning of “rules” and “norms” - putting clear and practical regulations into place.

The requirement of fully air- and windtight building envelopes (OIB-Richtlinien) is notoriously difficult to put into practice. Any damage for hygrothermal reasons might drastically affect the building fabric. The risk of permanent damage to supporting parts is especially high in wood framing.

My research has shown that there haven't been any two-dimensional hygrothermal studies in relation to current norms and guidelines for wood framing yet.

Therefore, the aim of this paper is developing a clear and reliable manual, based on structural-physical (hygrothermal) studies of structural details in wood framing, which is going to serve as a basis for the future design structural details. It is also going to provide a model for other types of construction.

The main focus is studying “best available technique” structural details, minimizing and highlighting possible hygrothermal risks and shortcomings, as well as suggesting improvements in these fields in accordance with current norms and guidelines, in order to further optimize the well-established system of wood framing.

This paper is going to make the current norms and guidelines in wood framing accessible in a clear and organized manner, so that potential problems might already be avoided at the planning stage.

Based on a catalog of elements for wood framing, the construction projects under scrutiny here will be analyzed in terms of diffusion processes involved and their thermal properties. The constructional details presented combine different construction projects and comply with current norms and guidelines. They are studied and optimized in respect to their hygrothermal properties. The manual lists these optimized constructional details and connects them with the respective norms and guidelines.

The attempts of optimizing have shown that structural details considered best available technique might display drastic hygrothermal deficits under closer scrutiny. It can be demonstrated that structural water-connection details in the construction of internally permeable and insulated walls need to be more carefully assessed in terms of their hygrothermal properties, despite complying with specifications concerning minimal surface temperature to avoid condensation water and mold.

Keywords: Holzrahmenbau, Wärmebrücken, Bauphysik, Normenleitfaden, Standarddetails, Hygrothermisch

Inhaltsverzeichnis

1	Zielsetzung und Motivation	1
2	Vorgehensweise	2
2.1	Bauteilkatalog	2
2.1.1	<i>Aufbauten</i>	2
2.2	Detailentwurf	2
2.3	Bauphysikalische Untersuchungen und Optimierung der Details	2
2.4	Normenleitfaden	3
3	Über HTflux [5]	4
4	Bauteilkatalog	6
4.1	Aktuelle Bauteilkataloge und Stand der Technik	6
4.2	Übersicht der Bauteile	7
4.3	Erdberührte Bauteile	8
4.3.1	<i>EB01 Bodenplatte, Abdichtung unter XPS</i>	8
4.3.2	<i>EB02 Bodenplatte, Abdichtung unter XPS, Trockenestrich</i>	10
4.3.3	<i>DD01 Erdnahe Außendecke hinterlüftet</i>	11
4.4	Außenwände	12
4.4.1	<i>AW01 AW_HRB240M_HL_IE60</i>	13
4.4.2	<i>AW02 AW_HRB220M_HW60_IE60_Putz</i>	14
4.4.3	<i>AW03 AW_HRB200M_REI60</i>	15
4.4.4	<i>AW04 Sockel</i>	16
4.5	Innenwände	17
4.5.1	<i>IW01 IWU_HRB160M_IE60_IE60</i>	17
4.6	Decken	18
4.6.1	<i>ZD01 CLT Geschoßdecke, Nassestrich</i>	18
4.6.2	<i>ZD02 CLT Geschoßdecke, Nassestrich, Feuchtraum</i>	19
4.6.3	<i>ZD03 CLT Geschoßdecke, Trockenestrich</i>	20
4.6.4	<i>ZD04 CLT Geschoßdecke, Trockenestrich, Feuchtraum</i>	21
4.6.5	<i>AD01 HRB240M_VS</i>	22
4.6.6	<i>AD02 HRB240_DHF</i>	25
4.7	Dachaufbauten	26
4.7.1	<i>DS01 Dachschräge hinterlüftet</i>	26
5	Bauphysikalische Untersuchungen	27
5.1	Wahl der Randbedingungen:	27
5.2	Eindimensionale Betrachtung der Bauteile	33
5.3	Zweidimensionale Betrachtung der Bauteile	33
5.4	Plausibilitätskontrolle der Berechnungen	34
5.5	Bauphysikalische Untersuchung der Wärmebrücken	34
5.5.2	<i>Sockeldetails</i>	40
5.5.3	<i>Geschoßstöße</i>	57
5.5.4	<i>Traufendetails</i>	73
5.5.5	<i>Fensterdetails AW01</i>	88
5.5.6	<i>Fensterdetails AW02</i>	113
5.5.7	<i>Außenwandkanten AW01</i>	128
5.5.8	<i>Außenwandkanten AW02</i>	136
6	Normenleitfaden	143
6.1	Sockeldetail	144
6.2	Geschoßstoß	145
6.3	Traufe	146
6.4	Fensterbank Vertikalschnitt	147
6.5	Fenstersturz Vertikalschnitt Normenleitfaden	148
6.6	Fenstersturz Rollladen Vertikalschnitt	149

6.7	Fenster Horizontalschnitt	150
6.8	Normenverzeichnis	151
6.8.1	<i>Erdberührte bzw. erdnahe Bauteile [EB]</i>	151
6.8.2	<i>Wand [W]</i>	156
6.8.3	<i>Außenwand [AW]</i>	162
6.8.4	<i>Fenster [FE] [FA] [FAML] [FB]</i>	168
6.8.5	<i>Trockenbau [TB]</i>	180
6.8.6	<i>Decke [DE]</i>	182
6.8.7	<i>Bauspengler [BS]</i>	183
6.8.8	<i>Dach [DA]</i>	187
7	Schlussfolgerung (Entwurf)	200
8	Ausblick	201
9	Abbildungsverzeichnis	202
10	Tabellenverzeichnis	208
11	Literaturverzeichnis	209
12	ANHANG A: optimierte Details	215

1 Zielsetzung und Motivation

Mit den stetig wachsenden bautechnischen Anforderungen (Wärmeschutz, Schallschutz, Brandschutz, Barrierefreiheit, etc.) wächst auch die Anzahl der einzuhaltenden Normen und Richtlinien. Die Tatsache alleine, dass es in Österreich noch immer keine bundesweiten einheitlichen OIB-Richtlinien OIB (Österreichisches Institut für Bautechnik) [1] gibt, da diese aufgrund der verschiedenen Baugesetze länderspezifisch, zum Teil auch abgewandelt gelten, zeigt unter anderem die derzeitige Lage der herrschenden Vorschriftenflut. Weiters gelten derzeit über 2500 ÖNORMEN für die Bauplanung und –ausführung exklusive den ÖNORMEN für Bauprodukte (2547) [2, 3]. Zusätzlich sind notwendige Richtlinien bzw. Herstellervorgaben sowie Verarbeitungsrichtlinien zu beachten, die zum Teil auch normativ bzw. gesetzlich einzuhalten sind und daher ebenfalls „mitregeln“. Die Praxis zeigt, dass derzeit also eine drastische Überreglementierung besteht, die sehr oft zu Unklarheiten, Widersprüchen und rechtlichen Problemen führt. Der eigentliche Sinn von „Regeln“ und „Normen“ geht dabei offensichtlich verloren – nämlich der, Dinge zu regeln und damit einfacher zu gestalten.

Der Holzrahmenbau stellt für den Holzbau ein lang bewährtes, modernes und flexibles Konstruktionssystem dar. Durch die Anwendung vom Gartenhaus bis hin zum mehrgeschossigen Wohnbau liegt im Holzrahmenbau ein sehr großes Potential, das vom kleinen Holzbaumeisterbetrieb bis hin zur Industrie genutzt wird. Aufgrund immer neuer entwickelter und verbesserter Verbindungsmittel, Bauprodukte sowie Holzwerkstoffprodukte und die noch immer wachsenden Erkenntnisse über diese, zeigen, dass dieses Potential noch lange nicht ausgeschöpft ist.

Um das System Holzrahmenbau und den Holzbau allgemein in diesem Sinne weiter zu fördern und einen neuen Beitrag für die Weiterentwicklung einzubringen, wurde diese Arbeit im Fokus des Holzrahmenbau geschrieben.

Ziel dieser Arbeit soll es sein, einen übersichtlichen Normenleitfaden basierend auf bauphysikalisch (hygrothermisch) optimierten Detaillösungen für den Holzrahmenbau zu erarbeiten, der als Grundkonzept für nachfolgende Detaillösungen und als Vorlage für andere Bauweisen dienen soll.

Hierbei ist der Schwerpunkt Regeln-der-Technik¹-basierte Detaillösungen zu untersuchen und mögliche hygrothermische Risiken und Schwachstellen aufzuzeigen, zu minimieren und in Vereinbarkeit der aktuellen Normen das bewährte System Holzrahmenbau weiter zu optimieren.

Mithilfe dieser Arbeit, soll Holzbauern und Planern der Zugang zu aktuellen Normen und Richtlinien übersichtlich vermittelt werden, um potentielle Fehler bereits im Planungsstadium vermeiden zu können.

¹ „Die Regeln sind technische Verhaltensanweisungen, die in der Wissenschaft als richtig erkannt wurden, in den Kreisen der Techniker bekannt und von ihnen als richtig anerkannt sind und in der Praxis angewendet werden.“ [6]

2 Vorgehensweise

Es werden, aufbauend auf dem ausgearbeiteten Bauteilkatalog (S. 6) Detailanschlüsse entworfen, die den aktuellen Normen und Richtlinien entsprechen. Diese Details werden bauphysikalisch zweidimensional hygrothermisch untersucht und optimiert.

Anhand der optimierten Detaillösungen wird ein Normenleitfaden erstellt, welcher den Bezug zu den relevanten Abschnitten in den spezifischen Normen und Richtlinien herstellt.

2.1 Bauteilkatalog

Für die bauphysikalischen Untersuchungen, sowie die normentechnischen Verweise wird ein Katalog von Bauteilen erstellt, welcher die typischen Grundanforderungen an die Planung sowie die Ausführung abdeckt.

2.1.1 Aufbauten

Die gewählten Aufbauten werden im Zuge der Auswahl im Programm GEQ [4] wärmetechnisch sowie feuchtetechnisch eindimensional auf ihre Tauglichkeit überprüft.

Im Programm HTflux [5] werden die gewählten Aufbauten ebenfalls eindimensional eingegeben, hygrothermisch untersucht und mit den eindimensionalen Berechnungsergebnissen aus GEQ verglichen und auf Plausibilität geprüft. Da HTflux ein relativ neues Programm ist und es nicht bzw. noch nicht im kommerziellen Sinne vertrieben wird, wurde in dieser Arbeit in erster Linie der U-Wert und der Verlauf der Dampfdiffusion verglichen.

2.2 Detailentwurf

Auf Basis der jeweiligen Normen, Richtlinien sowie einschlägiger Fachliteratur werden mit den Aufbauten Detailanschlüsse unter den Gesichtspunkten der Vorfertigung, Montage, Statik und der wirtschaftlichen Ausführbarkeit entworfen.

2.3 Bauphysikalische Untersuchungen und Optimierung der Details

Die entworfenen Detaillösungen werden hygrothermisch untersucht und optimiert.

Ziel der bauphysikalischen Optimierungen war es, die Details so weiterzuentwickeln, dass auch bei angewendeten konservativen Glaser-Verfahren keine Kondensation mehr auftritt. Auf diese Weise konnten hygrothermisch optimierte Detaillösungen erarbeitet werden, welche sich durch deren Robustheit, im Sinne von Fehlertoleranzen (Ausführungsfehler) bzw. erhöhten Trocknungsreserven, auszeichnen.

Der energetische Gesichtspunkt der Detaillösungen ist hier sekundär. Durch die bauphysikalische Optimierung zeigen sich meist geringfügig höhere thermische Verluste, die jedoch vernachlässigbar gering ausfallen und wirtschaftlich keinesfalls in Relation zu den anfallenden Kosten und Ressourcen bei der Sanierung etwaiger Bauschäden stehen.

Die Berechnungsergebnisse zeigen in erster Linie mögliche Schwachstellen und Fehler auf und sollen bei der Planung helfen, hygrothermische Risiken zu minimieren.

HTflux erlaubt eine neue und zeitsparende Art der hygrothermischen Untersuchung. Das konventionelle Glaserdiagramm, welches sich baupraktisch bewährt hat wird in HTflux in die zweite Dimension erweitert. Somit lassen sich Wärmebrücken zusätzlich zur thermischen Untersuchung auch feuchtetechnisch in Bezug auf Kondensat im Bauteilinneren bewerten. Einflüsse der Konvektion lassen sich nicht abbilden. (siehe Kap.3, S.4)

2.4 Normenleitfaden

Aus den hygrothermisch untersuchten Details wird jeweils ein optimiertes Leitdetail repräsentativ für eine Gruppe von entsprechenden Details des gleichen Anwendungsknotens herausgegriffen. Für diese Leitdetails wird jeweils der Bezug zu den spezifisch einzuhaltenden oder relevanten Normen und Richtlinien hergestellt.

3 Über HTflux [5]

Das Glaser-2d Verfahren und die Anwendung bei dieser Arbeit

Das Glaser-2d Verfahren entspricht vom Modell her dem bekannten eindimensionalen Verfahren [7, 2.6.4]. Die hierbei getroffenen Annahmen und die sich daraus ableitenden Einschränkungen und Interpretationen gelten deswegen identisch auch für das zweidimensionale Verfahren (siehe hierzu ISO 13788:2013 [8] Kapitel 6.2 und 6.3). Das Verfahren simuliert Wasserdampfdiffusion unter der Annahme konstanter Materialparameter (gemäß dem 2. Fick'schen Gesetz [9]). Als Materialparameter sind ausschließlich die Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK] [7] und der Wasserdampfdiffusionswiderstand μ [-] [7] nötig. Da es sich um ein stationäres Verfahren handelt, sind die Materialparameter welche die thermische und hygrothermische Speicherfähigkeit beschreiben, zur Lösung der Gleichung nicht notwendig.

Im Glaser-2d Verfahren wird die Diffusionsgleichung (2. Fick'sches Gesetz) von der Software HTflux numerisch gelöst. Diese partielle Differentialgleichung entspricht mathematisch der Wärmeleitgleichung, welche bereits für die thermischen Berechnungen gelöst wird und entsprechend validiert ist. Die Abweichung zur Simulation von Wärmetransport ergibt sich aufgrund der Kondensation. Beim Glaser 2d Verfahren wird dazu ein Senken-Term in die Gleichung eingeführt, welcher bei einer Überschreitung der relativen Feuchte von 100% das anfallende Kondenswasser quasi aufnimmt (wiederum entsprechend einer Wärmesenke oder -quelle bei der Wärmeleitgleichung). Dieser Senken-Term verändert die Feuchteverteilung. Das ergibt einen geänderten Feuchtestrom, welcher wiederum zu geänderten Feuchtesenken führt usw. Deshalb muss das Verfahren iterativ, also durch Wiederholung gelöst werden. Das Verfahren konvergiert (in den meisten Fällen) zu einer stabilen Lösung, bei welcher sich Feuchtesenken und Feuchtestrom nicht mehr ändern und die Diffusionsgleichung mathematisch erfüllt ist. Das bedeutet, die Lösung ist physikalisch plausibel unter der getroffenen Annahme, dass die Feuchte an den Feuchtequellen quasi "verschwindet", also ohne weitere Wechselwirkung oder Transport im Medium lokal gespeichert wird. Dies entspricht, wie erwähnt den Annahmen, welche beim klassischen eindimensionalen Glaser-Verfahren getroffen werden. Deshalb stellt das Verfahren eine Erweiterung desselben für den zweidimensionalen Fall dar. Im Unterschied zum eindimensionalen Fall kann es im zweidimensionalen Fall aber aus mathematischen Gründen nicht mehr analytisch, sondern nur mehr durch das beschriebene numerische Verfahren gelöst werden.

Eine Validierung des Verfahrens ist mangels spezifischer Normen nur indirekt möglich. Es können mittels HTflux einfache eindimensionale Aufbauten simuliert und die Kondensatmengen mit dem klassischen Verfahren verglichen werden. Beim Glaser 2d-Verfahren wird diese Kondensatmenge durch numerische Lösung innerhalb eines Gitternetzes gelöst. Man erhält innerhalb einer gewissen Bandbreite das gleiche Ergebnis wie beim klassischen, analytischen Ansatz. In der Regel gibt es minimale Abweichung nach unten, da sich durch die endliche Ausdehnung der einzelnen Zellen in der Simulation (z.B. 1 mm) leicht geänderte Distanzen und damit leicht geänderte Diffusionsstromdichten ergeben. Man spricht in diesem Zusammenhang von „finite size“ Effekten.

Für eine exakte hygrothermische Simulation wäre es nötig, die Prozesse instationär und unter Berücksichtigung der Flüssigleitung durchzuführen. Dies erfordert aber eine sehr genaue Kenntnis des Sorptionsverhaltens [7] der Materialien. Die hierfür nötigen Feuchtspeicherfunktionen der einzelnen Materialien sind oft nicht verfügbar. Eine messtechnische Ermittlung ist aufwändig und muss äußerst genau erfolgen, da unterschiedliches Verhalten der Materialien im Bereich der Sättigung zu stark abweichenden Ergebnissen führen kann. Der Feuchtetransport in der flüssigen Phase spielt erst bei hohen Materialfeuchten im Bereich der Sättigung eine markante Rolle. Da der Flüssigtransport dann

in Richtung geringerer relativer Feuchte verläuft, führt die Berücksichtigung zu einer Entspannung durch Verteilung des Wassers. Bei Untersuchung von Kondensation infolge von Dampfdiffusion liefert das Glaser-Verfahren deshalb konservative (zu hohe) Kondensationsmengen, da dieser Effekt nicht berücksichtigt wird.

Das Glaser Verfahren ist zur Beurteilung und Optimierung von Dampfdiffusionsvorgängen gut geeignet, da es einfach nachvollziehbar bzw. einfach anzuwenden ist, und die dafür notwendigen Materialkennzahlen gut verfügbar sind. Insbesondere im Holzbau, ist es wichtig die entsprechenden Wasserdampfdiffusionsprozesse zu kennen und zu berücksichtigen. Nicht angewendet werden kann das Glaser-Verfahren bei stark instationären Vorgängen (z.B. Restfeuchte in Betonplatten), bei äußeren Feuchtequellen (z.B. drückendes Erdwasser, Regen etc.) oder bei Dampfkonvektion (z.B. durchstoßene Dampfbremse). Letzteres spielt im Holzbau eine wichtige Rolle, da die auf diese Weise eingetragenen Feuchtemengen markant höher sind als jene durch Dampfdiffusion. Eine Simulation oder rechnerische Ermittlung der auf diese Weise eingetragenen Feuchte ist für reale Interpretationen sehr schwierig und aufwendig, da einerseits die nötigen Parameter wie zum Beispiel Strömungswiderstände, genaue Querschnitte der Öffnungen und Oberflächeneigenschaften nur sehr aufwendig bestimmbar sind, und andererseits die anzuwendenden Simulationen sehr komplex sind („Multiphysik“).

In dieser Masterarbeit wurde deshalb konsequent versucht die Details so zu optimieren, dass bei Berechnung mit dem Glaser-2d Verfahren unter Anwendung der von ÖNORM B 8110-2 [10] vorgegebenen Randbedingungen keine Kondensation auftritt. Die hygrothermischen Anforderungen an die Bauteile werden damit in der Regel übererfüllt, da gewisse Mengen an rücktrocknendem Kondensat auch im Glaser-Verfahren zulässig sind, und unter Anwendung von instationären Verfahren mit Flüssigleitung in der Regel geringere Feuchtwerte zu erwarten sind. Da die realen Materialwerte aber nicht exakt bekannt sind und bei der tatsächlichen Ausführung mit Abweichungen und Ungenauigkeiten zu rechnen ist, ist es dennoch sinnvoll die Details so zu optimieren, dass hohe Feuchtwerte jedenfalls vermieden werden. Es wurden also im Zuge der Optimierungen der Details die Temperaturen der Holzwerkstoffe dem lokalen Wasserdampfpartialdruckniveau angepasst oder umgekehrt. Dadurch weisen die Details eine gewisse Fehlertoleranz und Robustheit aus, was sich auch in einer hohen Trocknungsreserve bei außerordentlicher Durchfeuchtung positiv niederschlägt. [11]

4 Bauteilkatalog

4.1 Aktuelle Bauteilkataloge und Stand der Technik

In den derzeit bestehenden Bauteilkatalogen werden Holzbauteile anhand der Aufbauten bauphysikalisch im Sinne von Wärmeschutz, Feuchteschutz, Schallschutz und Brandschutz klassifiziert, jedoch nicht zwingend immer Gesamtheitlich bzw. Kombiniert betrachtet. Dabei handelt es sich überwiegend um eine eindimensionale Betrachtung der Einzelbauteile.

Wärmebrücken werden anhand verschiedenster Wärmebrückenkataloge und einschlägiger Fachliteratur beurteilt. Zusätzlich ist es möglich, Wärmebrücken zweidimensional bzw. dreidimensional zu berechnen und die Oberflächentemperaturen hinsichtlich möglicher Tauwasser –und Schimmelpilzbildung in wirtschaftlicher Zeit zu untersuchen. Instationäre hygrothermische Simulationen, eindimensionaler Aufbauten sowie zweidimensionaler Bauteilanschlüsse sind möglich, nehmen jedoch sehr viel Zeit und Rechenleistung in Anspruch und sind aufgrund Ihrer Komplexität im planerischen Alltag nicht praktikabel bzw. wirtschaftlich nicht immer umsetzbar. Ein Wärmebrückenkatalog hygrothermisch bewerteter Detaillösungen im Holzrahmenbau liegt bis dato nicht vor.

Schallschutztechnisch sowie konstruktiv gibt es seitens verschiedenster Institutionen und Produkthersteller Leitfäden, Planungs- sowie Ausführungsrichtlinien.

Im Folgenden ein kurzer, nicht vollständiger Überblick über Bauteil- bzw. Detailkataloge mit berechneten und/oder zertifizierten Bauteilaufbauten und Detaillösungen:

- Dataholz; www.dataholz.com [12]
- Publikationen der Holzforschung Austria; www.holzforschung.at [13]
- Publikationen des Informationsdienstes Holz; www.informationsdienst-holz.de [14]
- *IBO Passivhausbauteilkatalog*, 2009 [15]
- *Holzrahmenbau – Bewährtes Hausbausystem*, 2014 [16]
- *Holzrahmenbauweise im Geschoßbau*, Planungsbroschüre, HFA 2014 [17]
- *Holzbaukonstruktionen energieeffizient-nachhaltig-praxisgerecht* [18]
- Leitdetails für den Holzwohnbau, 2003 [19]
- ÖNORM B 8110-2 Beiblatt 3 [20]
- *Wärmebrücken*, Informationsdienst Holz 2008, [21]
- *Feuchteatlas*, TU Dresden 2009 [22]
- Hersteller die klassifizierte und geprüfte Bauteilaufbauten sowie konstruktive Detaillösungen im Holzbau anbieten, z.B.:
 - o EGGER; www.egger.at [23]
 - o FERMACELL; www.fermacell.at [24, 25]
 - o Knauf; www.knauf.at [26]
 - o Planen und Bauen im Holzbau, Rigips; [27]

4.2 Übersicht der Bauteile

Das Konzept bzw. Motiv der Bauteilfindung war es, eine wärmetechnisch möglichst homogene Gebäudehülle zu realisieren, bei welcher die Dämmeigenschaften der einzelnen Bauteile ausgeglichen und weitgehend frei von Schwachstellen sein sollte. Dabei wurde der Fokus auf einen annähernd ähnlichen Wärmedurchgangswiderstand der Bauteile gelegt.

Folgende Bauteile werden konkret verwendet:

Erdberührte Bauteile

- EB01 Bodenplatte, Abdichtung unter XPS, Nassestrich
- EB02 Bodenplatte, Abdichtung unter XPS, Trockenestrich

Erdnahe Bauteile

- DD01 Außendecke hinterlüftet

Außenwände

- AW01 AW_HRB240M_HL_IE60 (Außenwand Holzrahmenbau hinterlüftet mit 60 mm Installationsebene)
- AW02 AW_HRB200M_HW60_IW60_Putz (Außenwand Holzrahmenbau Putzträgerplatte mit 60 mm Installationsebene)
- AW03 AW_HRB200M_REI60 (Außenwand Grundstücksgrenze; Holzrahmenbau mit mineralische Putzträgerplatte und 60 mm Installationsebene)
- AW04 Sockel (Betonsockel)

Innenwände

- IW01 IWU_HRB160_IE60_IE60 (Innenwand zu unconditioniertem Raum)

Decken

- ZD01 CLT Geschoßdecke, Nassestrich
- ZD02 CLT Geschoßdecke, Nassestrich, Feuchtraum
- ZD03 CLT Geschoßdecke, Trockenestrich
- ZD04 CLT Geschoßdecke, Trockenestrich, Feuchtraum
- AD01 HRB240M_VS (Decke zu unconditioniertem geschlossenem Dachraum mit oberliegender Vollschalung)
- AD02 HRB240M_DHF (Decke zu unconditioniertem geschlossenem Dachraum mit oberliegender DHF-Platte)

Dachaufbauten

- DS01 Dachschräge hinterlüftet (gedämmt)

4.3 Erdberührte Bauteile

Die erdberührten Bauteile betreffen nicht primär den Holzrahmenbau. Sie sind zur vollständigen Dokumentation der in den Wärmebrückenberechnungen behandelten Knotenpunkte aufgeführt.

Aufgrund der verschiedenen Modellarten des Erdreiches und deren Komplexität, ist die Untersuchung und Beurteilung von auftretendem Kondensat in erdberührten Bauteilen sehr weitläufig interpretierbar. Diese Untersuchungen sind nicht Teil dieser Arbeit. (Siehe auch S. 27)

4.3.1 EB01 Bodenplatte, Abdichtung unter XPS

Bauteilbezeichnung: EB01 Bodenplatte, Abdichtung unter XPS	<p style="text-align: center;">I A M 1 : 20</p>
Bauteiltyp: erdanliegender Fußboden (<=1,5m unter Erdreich)	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,13 [W/m²K]	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Belag, Parkett	0,015	50	0,120	0,125	475	7,1
2	Zementestrich (1800)	F 0,060	35	1,110	0,054	1.800	108,0
3	Trennlage, PE-Folie	0,0003	333.333	0,500	0,001	920	0,3
4	Trittschalldämmung, Holzweichfaser (STEICObase)	0,020	5	0,052	0,385	250	5,0
5	Zementgebundenes EPS-Granulat (ÖNORM B 8110-7)	0,100	6	0,047	2,128	99	9,9
6	Dampfsperre bituminös (E-ALGV-4K)	0,004	394.800	0,170	0,022	1.150	4,4
7	Stahlbeton 2%	0,250	80	2,500	0,100	2.400	600,0
8	Trennlage, PE-Folie	0,0003	333.333	0,500	0,001	920	0,3
9	Dämmung XPS (AUSTROTHERM XPS TOP 30)	0,180	100	0,038	4,737	35	6,3
10	Feuchtigkeitsabdichtung bituminös (Dörrekuplast E-KV-4K)	0,004	80.000	0,170	0,024	1.000	4,0
11	Feuchtigkeitsabdichtung bituminös (Dörrekuplast E-KV-4K)	0,004	80.000	0,170	0,024	1.000	4,0
12	Sauberkeitsschicht, Normalbeton ohne Bewehrung	* 0,060	60	1,350	0,044	2.000	120,0
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]		0,637					
Bauteildicke gesamt [m]		0,697					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							869,2
Summe der Wärmeübergangswiderstände					$R_{si} + R_{se}$	0,170	[m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand					$R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$	7,771	[m²K/W]
Wärmedurchgangskoeffizient					$U = 1 / R_T$	0,13	[W/m²K]

*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)

F... diese Schicht enthält eine Flächenheizung

Bemerkung:

Speicherwirksame Masse: 76,13 kg/m²

Die Feuchtigkeitsabdichtung liegt unter der Dämmebene, um so das Risiko einer Beschädigung während der Bauphase gering zu halten. Würde die Feuchtigkeitsabdichtung

auf der Betonplatte liegen, müsste bei den nachfolgenden Gewerken darauf geachtet werden, diese nicht zu beschädigen. Außerdem würde jede Befestigung der Holzbauteile (Schub- und Zuganker) die Feuchtigkeitsabdichtung durchdringen.

Auf der Stahlbetonplatte liegt eine bituminöse Dampfbremse. Diese hat den Zweck, die Kondensation im Bauteil zu verhindern und ist gleichzeitig die feuchtesperrende Schicht zwischen Beton und den angrenzenden Holzbauteilen (gem. ÖNORM B 3802-2 [28]) wie Innenwände oder die Unterkonstruktion eines Trockenstrichs. (siehe EB02, S. 10).

Es ist jedoch bereits während der Bauphase auf eine ausreichende Austrocknung des Betons zu achten, da dieser keine Möglichkeit hat, später auszutrocknen.

GEQ:

Es tritt rechnerisch ein jährliches Gesamtkondensat von $0,1 \text{ g/m}^2$ an der unteren Grenzfläche des XPS Dämmstoffes und der Feuchtigkeitsabdichtung auf. Das jährlich austrocknende Gesamtkondensat beträgt $1,5 \text{ g/m}^2$. Das gesamte angefallene Kondensat kann somit austrocknen.

HTflux:

Es ist kein Kondensat im Bauteilinneren zu erwarten.

4.3.2 EB02 Bodenplatte, Abdichtung unter XPS, Trockenestrich

Bauteilbezeichnung: EB02 Bodenplatte, Abdichtung unter XPS, Trockenestrich	
Bauteiltyp: erdanliegender Fußboden (<=1,5m unter Erdoberfläche)	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,13 [W/m²K]	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Belag, Parkett	0,015	50	0,160	0,094	740	11,1
2	FERMACELL Gipsfaser Estrich-Elemente	F 0,013	13	0,320	0,039	1.150	14,4
3	FERMACELL Gipsfaser Estrich-Elemente	0,013	13	0,320	0,039	1.150	14,4
4	Trittschalldämmung, Holzweichfaser (STEICObase)	0,020	5	0,052	0,385	250	5,0
5	Zementgebundenes EPS-Granulat (ÖNORM B 8110-7)	0,100	6	0,047	2,128	99	9,9
6	Dampfsperre bituminös (E-ALGV-4K)	0,004	394.800	0,170	0,022	1.150	4,4
7	Stahlbeton 2%	0,250	80	2,500	0,100	2.400	600,0
8	Trennlage, PE-Folie	0,0003	333.333	0,500	0,001	920	0,3
9	Dämmung XPS (AUSTROTHERM XPS TOP 30)	0,180	100	0,038	4,737	35	6,3
10	Feuchtigkeitsabdichtung bituminös (Dörrkuplast E-KV-4K)	0,004	80.000	0,170	0,024	1.000	4,0
11	Feuchtigkeitsabdichtung bituminös (Dörrkuplast E-KV-4K)	0,004	80.000	0,170	0,024	1.000	4,0
12	Sauberkeitsschicht, Normalbeton ohne Bewehrung	* 0,060	60	1,350	0,044	2.000	120,0
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]		0,602					
Bauteildicke gesamt [m]		0,662					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							793,7
Summe der Wärmeübergangswiderstände					$R_{si} + R_{se}$	0,170	[m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand					$R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$	7,763	[m²K/W]
Wärmedurchgangskoeffizient					$U = 1 / R_T$	0,13	[W/m²K]

*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)

F... diese Schicht enthält eine Flächenheizung

Bemerkung:

Speicherwirksame Masse: 50,56 kg/m²

Dieser Aufbau stellt eine Alternative zu EB01 dar. Der Nassestrich wird durch einen Trockenestrich ersetzt.

GEQ

Es tritt rechnerisch ein jährliches Gesamtkondensat von 0,2 g/m² an der unteren Grenzfläche des XPS Dämmstoffes und der Feuchtigkeitsabdichtung auf. Das jährlich austrocknende Gesamtkondensat beträgt 1,5 g/m². Das gesamte angefallene Kondensat kann somit austrocknen.

HTflux:

Es tritt rechnerisch kein Kondensat auf.

4.3.3 DD01 Erdnahe Außendecke hinterlüftet

Bauteilbezeichnung: DD01 DD01_Erdnahe Außendecke hinterlüftet	
Bauteiltyp: Außendecke, Wärmestrom nach unten hinterlüftet	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,11 [W/m²K]	

Konstruktionsaufbau und Berechnung

	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Belag, Parkett	0,015	50	0,160		740	11,1
2	FERMACELL Gipsfaser Estrich-Elemente	0,010	13	0,320		1.150	11,5
3	FERMACELL Gipsfaser Estrich-Elemente	0,010	13	0,320		1.150	11,5
4	Trittschallschuldämmung, Holzweichfaser (STEICObase)	0,020	5	0,052		250	5,0
5	EGGER EUROSPAN® E1 P5 V100 CE	0,020	30	0,180		800	16,0
6	Nutzholz (475kg/m³ -Fi/Ta) gehobelt, techn. getro. dazw.	0,120	50	0,120	9,6	475	5,5
	Thermo-Floor		3	0,042	90,4	85	9,2
8	EGGER OSB 4 Top CE	0,018	200	0,130		600	10,8
9	Nutzholz (475kg/m³ -Fi/Ta) gehobelt, techn. getro. dazw.	0,240	50	0,120	9,6	475	10,9
	ROCKWOOL Flexirock		1	0,039	90,4	33	7,2
11	EGGER DHF	0,015	11	0,100		600	9,0
	Bauteildicke [m]	0,468					
	Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						107,7
Zusammengesetzter Bauteil (Berechnung nach EN ISO 6946)							
	Nutzholz (475kg/m³ Achsabstand [m]: 0,625 Breite [m]: 0,060					$R_{si} + R_{se} = 0,340$	
	Nutzholz (475kg/m³ Achsabstand [m]: 0,625 Breite [m]: 0,060						
	Oberer Grenzwert: $R_{To} = 9,4349$		Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 8,8361$			$R_T = 9,1355$ [m²K/W]	
	Wärmedurchgangskoeffizient		U = 1 / R_T			0,11 [W/m²K]	

Bemerkung:

Speicherwirksame Masse: 49,26 kg/m²

Der Aufbau funktioniert als eine auf Streifenfundamenten gelagerte hinterlüftete Bodenplatte. Es ist darauf zu achten, dass unter der Bodenplatte die Hinterlüftung gewährleistet wird und sich darunter ein Bodenaustausch (Schotter) mit einer wurzelfesten Folie befindet.

Dieser Aufbau wird in den bauphysikalischen Untersuchungen nicht weiter behandelt und wird nur zur Vervollständigung angeführt.

GEQ

Es tritt rechnerisch kein Kondensat auf.

HTflux:

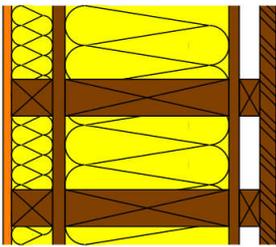
Es tritt rechnerisch kein Kondensat auf.

4.4 Außenwände

Bei den Außenwandaufbauten wird generell eine 6,0 cm breite gedämmte Installationsebene vorgesehen. Dies hat insbesondere den Grund die tragende Konstruktion von den Installationen zu trennen. Ebenso werden Durchdringungen der, durch die OSB-Werkstoffplatte gebildete, Luftdichtheitsschicht minimiert. Die Installationsebene ist in der Fläche voll ausgedämmt. Wie die bauphysikalischen Optimierungen (Kap.5, S. 27) zeigen werden, ist die vollflächige Ausdämmung der Installationsebene in Detailpunkten oft kritisch in Bezug auf Kondensatbildung zu sehen.

Bei allen Holzbauteilen, welche gegen den Außenbereich bzw. unkonditionierte Bereiche abschließen, bildet die OSB Platte die luftdichte Ebene, bei der die Stöße luftdicht abzukleben sind.

4.4.1 AW01 AW_HRB240M_HL_IE60

Bauteilbezeichnung: AW01 AW_HRB240M_HL_IE60	
Bauteiltyp: Außenwand hinterlüftet	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,14 [W/m²K]	

Konstruktionsaufbau und Berechnung

	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	$\rho \cdot d$
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	FERMACELL Gipsfaser-Platte	0,013	13	0,320		1.150	14,4
2	Lattung dazw.	0,060	50	0,120	12,8	475	3,6
	ROCKWOOL Flexirock		1	0,039	87,2	33	1,7
4	EGGER OSB 4 Top CE	0,018	200	0,130		600	10,8
5	Nutzholz (475kg/m³ -Fi/Ta) gehobelt, techn. getro. dazw.	0,240	50	0,120	9,6	475	10,9
	ROCKWOOL Flexirock		1	0,039	90,4	33	7,2
7	EGGER DHF	0,015	11	0,100		600	9,0
8	Lattung dazw.	* 0,030	50	0,120	8,0	475	1,1
	Hinterlüftung	*	1	0,025	92,0	1	0,0
10	Holzassade, z.B. Rhomuslattung	* 0,024	50	0,120		475	11,4
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]		0,346					
Bauteildicke gesamt [m]		0,400					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							70,2
Zusammengesetzter Bauteil					(Berechnung nach EN ISO 6946)		
Lattung:	Achsabstand [m]:	0,625	Breite [m]:	0,080	$R_{si} + R_{se} = 0,260$		
Nutzholz (475kg/m³	Achsabstand [m]:	0,625	Breite [m]:	0,060			
Lattung:	Achsabstand [m]:	0,625	Breite [m]:	0,050			
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 7,3826$					Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 6,9337$		$R_T = 7,1582$ [m²K/W]
Wärmedurchgangskoeffizient					$U = 1 / R_T$		0,14 [W/m²K]

*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)

Bemerkung:

Dataholz: awropi04a-06

Speicherwirksame Masse: 20,20 kg/m²

Alternativ ist anstatt der Holzfassade eine Putzträgerplatte ausführbar.

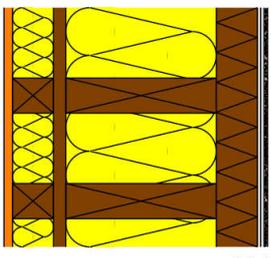
GEQ

Es tritt rechnerisch kein Kondensat auf.

HTflux:

Es tritt rechnerisch kein Kondensat auf.

4.4.2 AW02 AW_HRB220M_HW60_IE60_Putz

Bauteilbezeichnung: AW02 AW_HRB220M_HW60_IE60_Putz	
Bauteiltyp: Außenwand	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,13 [W/m²K]	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	FERMACELL Gipsfaser-Platte	0,013	13	0,320		1.150	14,4
2	Lattung dazw. ROCKWOOL Sonorock	0,060	50	0,120	12,8	475	3,6
			1	0,039	87,2	27	1,4
4	EGGER OSB 4 Top CE	0,018	200	0,130		620	11,2
5	Nutzholz (475kg/m³ -Fi/Ta) gehobelt, techn. getro. dazw. ROCKWOOL Flexirock	0,220	50	0,120	9,6	475	10,0
			1	0,039	90,4	33	6,6
7	Sto-Weichfaserplatte M 046	0,060	3	0,047		190	11,4
8	StoLevell Uni	0,005	25	0,930		1.600	8,0
9	Grundierung Putzgrund	0,0001	80	0,930		1.600	0,2
10	StoLotusan K/MP Putz	0,002	40	0,700		1.900	2,9
Bauteildicke [m]		0,377					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							69,6
Zusammengesetzter Bauteil (Berechnung nach EN ISO 6946)							
Lattung: Achsabstand [m]: 0,625		Breite [m]: 0,080		$R_{si} + R_{se} = 0,170$			
Nutzholz (475kg/m³ Achsabstand [m]: 0,625		Breite [m]: 0,060					
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 8,0528$		Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 7,5504$		$R_T = 7,8016$ [m²K/W]			
Wärmedurchgangskoeffizient						U = 1 / R_T	
						0,13 [W/m²K]	

Bemerkung:

Dataholz: awropi04a-06
Speicherwirksame Masse: 19,60 kg/m²

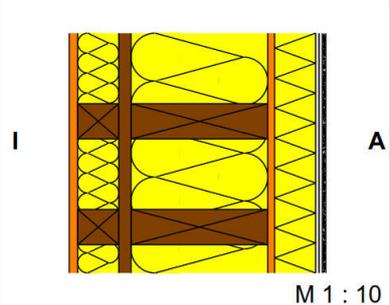
GEQ

Es tritt rechnerisch kein Kondensat auf.

HTflux:

Es tritt rechnerisch kein Kondensat auf.

4.4.3 AW03 AW_HRB200M_REI60

Bauteilbezeichnung: AW03 AW_HRB200M_REI60	
Bauteiltyp: Außenwand	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,13 [W/m²K]	

Konstruktionsaufbau und Berechnung

	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	$\rho \cdot d$
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	FERMACELL Gipsfaser-Platte	0,013	13	0,320		1.150	14,4
2	Lattung dazw.	0,060	50	0,120	12,8	475	3,6
	ROCKWOOL Sonorock		1	0,039	87,2	27	1,4
4	EGGER OSB 4 Top CE	0,018	200	0,130		620	11,2
5	Nutzholz (475kg/m³ -Fi/Ta) gehobelt, techn. getro. dazw.	0,200	50	0,120	9,6	475	9,1
	ROCKWOOL Flexirock		1	0,039	90,4	33	6,0
7	FERMACELL Gipsfaser-Platte	0,010	13	0,320		1.150	11,5
8	Sto-Speedlamelle Typ II	0,060	1	0,041		90	5,4
9	StoLevell Uni	0,005	25	0,930		1.600	8,0
10	Grundierung Putzgrund	0,0001	80	0,930		1.600	0,2
11	StoLotusan K/MP Putz	0,002	40	0,700		1.900	2,9
Bauteildicke [m]		0,367					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							73,6
Zusammengesetzter Bauteil					(Berechnung nach EN ISO 6946)		
Lattung:		Achsabstand [m]: 0,625	Breite [m]: 0,080	$R_{si} + R_{se} = 0,170$			
Nutzholz (475kg/m³)		Achsabstand [m]: 0,625	Breite [m]: 0,060				
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 7,8337$				Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 7,3409$		$R_T = 7,5873$ [m²K/W]	
Wärmedurchgangskoeffizient					U = 1 / R_T		
					0,13 [W/m²K]		

Bemerkung:

Klassifizierungsbericht HFA:

Auftragsnr.: 2603/2015 - BB

REI 60 klassifiziert; i <-> o

Speicherwirksame Masse: 19,62 kg/m²

Der Wandaufbau wurde von der Holzforschung Austria klassifiziert und wird beispielsweise für Außenwände an Grundstücksgrenzen eingesetzt.

GEQ

Es tritt rechnerisch kein Kondensat auf.

HTflux:

Es tritt rechnerisch kein Kondensat auf.

4.4.4 AW04 Sockel

Bauteilbezeichnung: AW04 Sockel	
Bauteiltyp: Außenwand	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,22 [W/m²K]	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	FERMACELL Gipsfaser-Platte	0,013	13	0,320		1.150	14,4
2	Lattung dazw. ROCKWOOL Flexirock	0,060	50	0,120	12,8	475	3,6
			1	0,039	87,2	33	1,7
4	Stahlbeton 2%	0,170	80	2,500		2.400	408,0
5	Feuchtigkeitsabdichtung bituminös (Dörrokuplast E-KV-4K)	0,004	80.000	0,170		1.000	4,0
6	Feuchtigkeitsabdichtung bituminös (Dörrokuplast E-KV-4K)	0,004	80.000	0,170		1.000	4,0
7	EPS-P Sockeldämmplatte (sto)	0,100	40	0,035		30	3,0
8	StoLevell Uni	0,005	25	0,930		1.600	8,0
9	Dichtschlämme	0,0001	80	0,930		1.600	0,2
10	StoLotusan K/MP Putz	0,002	40	0,700		1.900	2,9
Bauteildicke [m]		0,357					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							449,8
Zusammengesetzter Bauteil (Berechnung nach EN ISO 6946)							
Lattung:		Achsabstand [m]:	0,625	Breite [m]:	0,080	$R_{si} + R_{se} = 0,170$	
Oberer Grenzwert: $R_{To} =$		4,5629		Unterer Grenzwert: $R_{Tu} =$		4,4043	
					$R_T = 4,4836 [m^2K/W]$		
Wärmedurchgangskoeffizient					U = 1 / R_T		
					0,22 [W/m²K]		

Bemerkung:

Speicherwirksame Masse: 18,13 kg/m²

Der Sockel ist notwendig, um einen ebenerdigen Übertritt zwischen angrenzendem Gelände und der Fußbodenoberkante des Gebäudes zu gewährleisten (Barrierefreiheit). Gleichzeitig können die Mindesthöhen zwischen Holzbau und angrenzendem Gelände eingehalten werden.

GEQ:

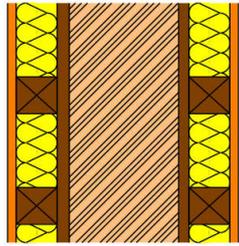
Es tritt rechnerisch ein jährliches Gesamtkondensat von 128,1 g/m² auf. Die jährliche Rücktrocknung liegt mit 7845,2 g/m². weit über der lt. ÖNORM B 3802-2:2015 6.3.1 [28] geforderten Trocknungsreserve von 250 g/m². Die Menge des auftretenden Kondensates hängt unter anderem sehr stark vom Diffusionswiderstand des verwendeten Abdichtungssystems im WDVS ab.

12 cm EPS-P an der Außenseite stellen die Mindestdämmstärke für diesen Aufbau dar. Eine geringere Dämmstoffstärke mit gleicher Wärmeleitfähigkeit führt zu einem zu hohen anfallenden jährlichen Gesamtkondensat.

HTflux: Der Einzelbauteil wurde nicht mit HTflux berechnet

4.5 Innenwände

4.5.1 IW01 IWU_HRB160M_IE60_IE60

Bauteilbezeichnung: IW01 IWU_HRB160M_IE60_IE60	
Bauteiltyp: Wand zu sonstigem Pufferraum	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,15 [W/m²K]	

Konstruktionsaufbau und Berechnung

	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	$\rho \cdot d$	
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.	
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]	
1	FERMACELL Gipsfaser-Platte	0,013	13	0,320		1.150	14,4	
2	Lattung dazw. ROCKWOOL Sonorock	0,060	50	0,120	12,8	475	3,6	
			1	0,039	87,2	27	1,4	
4	EGGER OSB 4 Top CE	0,018	200	0,130		600	10,8	
5	Nutzholz (475kg/m³ -Fi/Ta) gehobelt, techn. getro. dazw. ROCKWOOL Flexirock	0,160	50	0,120	12,8	475	9,7	
			1	0,039	87,2	33	4,6	
7	EGGER DHF	0,015	11	0,100		600	9,0	
8	Lattung dazw. ROCKWOOL Sonorock	0,060	50	0,120	12,8	475	3,6	
			1	0,039	87,2	27	1,4	
10	FERMACELL Gipsfaser-Platte	0,013	13	0,320		1.150	14,4	
Bauteildicke [m]		0,338						
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							73,0	
Zusammengesetzter Bauteil (Berechnung nach EN ISO 6946)								
Lattung:	Achsabstand [m]:	0,625	Breite [m]:	0,080	$R_{si} + R_{se} = 0,260$			
Nutzholz (475kg/m³	Achsabstand [m]:	0,625	Breite [m]:	0,080				
Lattung:	Achsabstand [m]:	0,625	Breite [m]:	0,080				
Oberer Grenzwert: $R_{T0} = 6,9747$ Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 6,2983$					$R_T = 6,6365$ [m²K/W]			
Wärmedurchgangskoeffizient U = 1 / R_T					0,15 [W/m²K]			

Bemerkung:

Klassifizierung lt. Fermacell:
REI60 klasifiziert; i <-> 0
Äquivalenzaufbau: 1 HT 22; HFA-1103/2010-BB
Speicherwirksame Masse: 19,65 kg/m²

IW01 erfüllt die wärmetechnischen Anforderungen einer Trennwand zu einem nicht beheizten Bereich und zusätzlich brandschutztechnische Anforderungen. Ein Beispiel für diesen Einsatzzweck ist die Trennwand zu einer unbeheizten Garage.

GEQ:

Es tritt rechnerisch kein Kondensat auf.

HTflux: Der Einzelbauteil wurde nicht mit HTflux berechnet.

4.6 Decken

4.6.1 ZD01 CLT Geschoßdecke, Nassestrich

Bauteilbezeichnung: ZD01 CLT Geschoßdecke, Nassestrich	
Bauteiltyp: warme Zwischendecke	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,36 [W/m²K]	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Zementestrich (1800)	0,050	35	1,110	0,045	1.800	90,0
2	Trennlage, PE-Folie	0,0003	333.333	0,500	0,001	920	0,3
3	Trittschalldämmung, Holzweichfaser (STEICObase)	0,040	5	0,052	0,769	250	10,0
4	Trennlage, PE-Folie	0,0003	333.333	0,500	0,001	920	0,3
5	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	0,120	50	0,700	0,171	1.800	216,0
6	CLT - cross laminated timber (Fichte)	0,160	50	0,110	1,455	512	81,9
7	FERMACELL Gipsfaser-Platte	0,013	13	0,320	0,039	1.150	14,4
Bauteildicke [m]		0,383					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							412,8
Summe der Wärmeübergangswiderstände					$R_{si} + R_{se}$	0,260	[m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand					$R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$	2,741	[m²K/W]
Wärmedurchgangskoeffizient					$U = 1 / R_T$	0,36	[W/m²K]

Bemerkung:

datatholz-Äquivalenzaufbau: tdmnxs01-01
 Brandschutz: REI90
 Schallschutz: $R_w = 77$ db
 $Ln,w = 38$ db
 Speicherwirksame Masse: 97,91 kg/m²

GEQ:

Eine Kondensations- und U-Wertberechnung ist für diesen Bauteil nicht relevant, da davon ausgegangen wird, dass dieser zwei gleich konditionierte Räume trennt. Der Bauteil ist jedoch für die Betrachtung der Wärmebrücke im Geschoßstoß relevant.

HTflux:

Es erfolgt für den Bauteil ZD01 aus den oben erwähnten Gründen keine Berechnung.

4.6.2 ZD02 CLT Geschoßdecke, Nassestrich, Feuchtraum

Bauteilbezeichnung: ZD02 CLT Geschoßdecke, Nassestrich, Feuchtraum	
Bauteiltyp: warme Zwischendecke	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,36 [W/m²K]	

Konstruktionsaufbau und Berechnung

	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Zementestrich (1800) F	0,050	35	1,110	0,045	1.800	90,0
2	Trennlage, PE-Folie	0,0003	333.333	0,500	0,001	920	0,3
3	Trittschalldämmung, Holzweichfaser (STEICObase)	0,040	5	0,052	0,769	250	10,0
4	Trennlage, PE-Folie	0,0003	333.333	0,500	0,001	920	0,3
5	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	0,120	50	0,700	0,171	1.800	216,0
6	Feuchtigkeitsabdichtung bituminös (Dörrkuplast E-KV-4K)	0,004	80.000	0,170	0,024	1.000	4,0
7	CLT - cross laminated timber (Fichte)	0,160	50	0,110	1,455	512	81,9
8	FERMACELL Gipsfaser-Platte	0,013	13	0,320	0,039	1.150	14,4
Bauteildicke [m]		0,387					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							416,8
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$					0,260	[m²K/W]	
Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$					2,765	[m²K/W]	
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1 / R_T$					0,36	[W/m²K]	

F... diese Schicht enthält eine Flächenheizung

Bemerkung:

datatholz-Äquivalenzaufbau: tdmnx01-01
 Brandschutz: REI90
 Schallschutz: $R_w = 77$ db
 $L_{n,w} = 38$ db
 Speicherwirksame Masse: 97,91 kg/m²

Zusätzlich zu ZD01 wird der Aufbau auch als Variante für die Ausführung eines Nassraumes in den Bauteilkatalog aufgenommen. Der Holzbauteil ist lt. ÖNORM B 3692 [29], Tab. 8 abzudichten. Zu beachten ist hier der notwendige Hochzug von 15 cm der Abdichtung lt. ÖNORM B 3692 [29], Tab. C1. (Diese Höhe ist für diesen Anwendungsfall zu hinterfragen. Vor allem im Bereich der Türen. Die mögliche Höhe des Hochzuges hängt auch von der Höhe des Fußbodenaufbaus ab.)

GEG:

Eine Kondensations- und U-Wertberechnung ist für diesen Bauteil nicht relevant, da davon ausgegangen wird, dass dieser zwei gleich konditionierte Räume trennt. Der Bauteil ist jedoch für die Betrachtung der Wärmebrücke im Geschoßstoß relevant.

HTflux:

Es erfolgt für den Bauteil ZD02 aus den oben erwähnten Gründen keine Berechnung.

4.6.3 ZD03 CLT Geschoßdecke, Trockenestrich

Bauteilbezeichnung: ZD03 CLT Geschoßdecke, Trockenestrich	
Bauteiltyp: warme Zwischendecke	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,35 [W/m²K]	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Belag, Parkett	0,015	50	0,160	0,094	740	11,1
2	FERMACELL Gipsfaser Estrich-Elemente	0,013	13	0,320	0,039	1.150	14,4
3	FERMACELL Gipsfaser Estrich-Elemente	F 0,013	13	0,320	0,039	1.150	14,4
4	Trittschalldämmung, Holzweichfaser (STEICObase)	0,040	5	0,052	0,769	250	10,0
5	Trennlage, PE-Folie	0,0003	333.333	0,500	0,001	920	0,3
6	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	0,120	50	0,700	0,171	1.800	216,0
7	CLT - cross laminated timber (Fichte)	0,160	50	0,110	1,455	512	81,9
8	FERMACELL Gipsfaser-Platte	0,010	13	0,320	0,031	1.150	11,5
Bauteildicke [m]		0,370					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							359,5
Summe der Wärmeübergangswiderstände					$R_{si} + R_{se}$	0,260	[m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand					$R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$	2,859	[m²K/W]
Wärmedurchgangskoeffizient					$U = 1 / R_T$	0,35	[W/m²K]

F... diese Schicht enthält eine Flächenheizung

Bemerkung:

datatholz-Äquivalenzaufbau: tdmnxs01-01
 Brandschutz: REI90
 Schallschutz: $R_w = 77$ db
 $L_{n,w} = 38$ db
 Speicherwirksame Masse: 46,66 kg/m²

Zusätzlich zu ZD01 und ZD02 wird der Aufbau auch als Variante für die Ausführung eines Trockenbaus in den Bauteilkatalog aufgenommen.

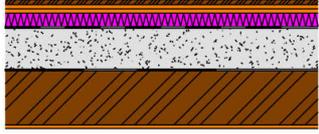
GEQ:

Eine Kondensations- und U-Wertberechnung ist für diesen Bauteil nicht relevant, da davon ausgegangen wird, dass dieser zwei gleich konditionierte Räume trennt. Der Bauteil ist jedoch für die Betrachtung der Wärmebrücke im Geschoßstoß relevant.

HTflux:

Es erfolgt für den Bauteil ZD03 aus den oben erwähnten Gründen keine Berechnung.

4.6.4 ZD04 CLT Geschoßdecke, Trockenestrich, Feuchtraum

Bauteilbezeichnung: ZD04 CLT Geschoßdecke, Trockenestrich, Feuchtraum	
Bauteiltyp: warme Zwischendecke	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,35 [W/m²K]	
A M 1 : 20	

Konstruktionsaufbau und Berechnung

	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Belag, Parkett	0,015	50	0,160	0,094	740	11,1
2	FERMACELL Gipsfaser Estrich-Elemente	0,013	13	0,320	0,039	1.150	14,4
3	FERMACELL Gipsfaser Estrich-Elemente F	0,013	13	0,320	0,039	1.150	14,4
4	Trittschalldämmung, Holzweichfaser (STEICObase)	0,040	5	0,052	0,769	250	10,0
5	Trennlage, PE-Folie	0,0003	333.333	0,500	0,001	920	0,3
6	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	0,120	50	0,700	0,171	1.800	216,0
7	Feuchtigkeitsabdichtung bituminös (Dörrkuplast E-KV-4K)	0,004	80.000	0,170	0,024	1.000	4,0
8	CLT - cross laminated timber (Fichte)	0,160	50	0,110	1,455	512	81,9
9	FERMACELL Gipsfaser-Platte (Deckenuntersicht)	0,010	13	0,320	0,031	1.150	11,5
Bauteildicke [m]		0,374					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							363,5
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$					0,260	[m²K/W]	
Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$					2,883	[m²K/W]	
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1 / R_T$					0,35	[W/m²K]	

F... diese Schicht enthält eine Flächenheizung

Bemerkung:

datatholz-Äquivalenzaufbau: tdmnxs01-01
 Brandschutz: REI90
 Schallschutz: $R_w = 77$ db
 $L_{n,w} = 38$ db
 Speicherwirksame Masse: 46,65 kg/m²

Zusätzlich zu ZD03 wird der Aufbau auch als Variante für die Ausführung eines Nassraumes in den Bauteilkatalog aufgenommen. Der Holzbauteil ist lt. ÖNORM B 3692 Tab. 8 [29] [30] abzudichten. Zu beachten ist hier der notwendige Hochzug der Abdichtung.

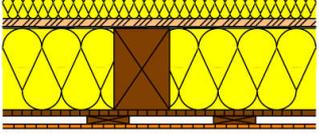
GEQ:

Eine Kondensations- und U-Wertberechnung ist für diesen Bauteil nicht relevant, da davon ausgegangen wird, dass dieser zwei gleich konditionierte Räume trennt. Der Bauteil ist jedoch für die Betrachtung der Wärmebrücke im Geschoßstoß relevant.

HTflux:

Es erfolgt für den Bauteil ZD02 aus den oben erwähnten Gründen keine Berechnung.

4.6.5 AD01 HRB240M_VS

Bauteilbezeichnung: AD01 AD01_HRB240M_VS	
Bauteiltyp: Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,14 [W/m²K]	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d
	von außen nach innen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	ROCKWOOL Sonorock	0,060	1	0,039		27	1,6
2	Vollschalung, Fichte	0,024	50	0,120		475	11,4
3	ISOCELL OMEGA Winddichtung	0,0006	34	0,500		170	0,1
4	Balken dazw.	0,240	50	0,120	16,0	475	18,2
	ROCKWOOL Flexirock		1	0,039	84,0	33	6,7
6	EGGER OSB 4 Top CE	0,018	200	0,130		600	10,8
7	Sparschalung dazw.	0,024	50	0,120	30,3	475	3,5
	Luft steh., W-Fluss n. oben 21 < d <= 25 mm		1	0,167	69,7	1	0,0
9	FERMACELL Gipsfaser-Platte	0,013	13	0,320		1.150	14,4
Bauteildicke [m]		0,379					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							66,7
Zusammengesetzter Bauteil (Berechnung nach EN ISO 6946)							
Sparschalung: Achsabstand [m]: 0,330		Breite [m]: 0,100		$R_{si} + R_{se} = 0,200$			
Balken: Achsabstand [m]: 0,625		Breite [m]: 0,100					
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 7,2979$		Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 6,8932$		$R_T = 7,0956$ [m²K/W]			
Wärmedurchgangskoeffizient					U = 1 / R_T		
					0,14 [W/m²K]		

Bemerkung:

datatholz-Äquivalenzaufbau: ddrtn03a-04
 Brandschutz: REI30
 Schallschutz: $R_w = 41$ db
 Speicherwirksame Masse: 39,48 kg/m²

Es wird von einem ausreichend belüftetem Dachraum ausgegangen.

Die Winddichtung dient einerseits als Insektenschutz und andererseits als Witterungsschutz beim Transport und der Montage.

GEQ:

Der Aufbau der Decke war ursprünglich ohne die aufliegende Dämmung im kalten Dachraum angedacht. Hier wurde jedoch Kondensat festgestellt, welches aber mit der geforderten Trocknungsreserve rücktrocknen würde. Da jedoch in erster Linie kondensatfreie Aufbauten das Ziel sind, wäre dies nur durch eine zusätzlich aufliegende Dämmung sicherzustellen, mit der ein Betreten des Dachraums nicht möglich wäre.

Das anfallende Kondensat für Jänner des Bauteiles AD01 ohne obenliegende Dämmung beträgt 73,6 g/m². Diese Menge fällt im gesamten Jänner, sprich in 31 Tagen an. Das Kondensat bildet sich lt. der eindimensionalen Berechnung im oberen Bereich der Gefachdämmung, ca. 4 cm unter der Windbremse und reicht bis in die Holzschalung.

HTflux:

Der Bauteil AD01 ohne obenliegende Dämmung wird in HTflux mit denselben Randbedingungen, wie sie für die Berechnung in GEQ verwendet wurden, berechnet. Es ist ebenfalls Kondensat festzustellen.

Das Kondensat bildet sich in der Simulation ebenfalls knapp unter der Windbremse. Jedoch erstreckt sich der Kondensationsbereich nur ca. 1,5 cm in die Dämmschicht und weitet sich nach oben nicht in die Holzschalung aus.

Das anfallende Kondensat beträgt 2,25 g/(d m). Dies ergibt auf den Jänner umgerechnet 69,75 g/m².

Diese Unterschiede entstehen aufgrund der höheren Genauigkeit der Bauteilberechnung in HTflux. Speziell bei inhomogenen Bauteilen wie im Holzrahmenbau bilden sich durch die Riegel bzw. Balken kleine Wärmebrücken im Bauteil aus, die außenseitig des Riegels zu einer höheren Temperatur führen und dadurch lokal die Bildung von Kondensat verhindern oder reduzieren. Gleichzeitig wirkt der Riegel dampfbremsend in Relation zur Steinwolle. Somit trifft im Bereich der Riegel ein geringerer Wasserdampfstrom auf die etwas wärmere Außenseite des Riegels.

Dieser Effekt soll mit den folgenden Darstellungen verdeutlicht werden.

Nähere Erläuterungen über die Berechnungsweise von HTflux sind in Kap.3 auf Seite 4 ausgeführt.

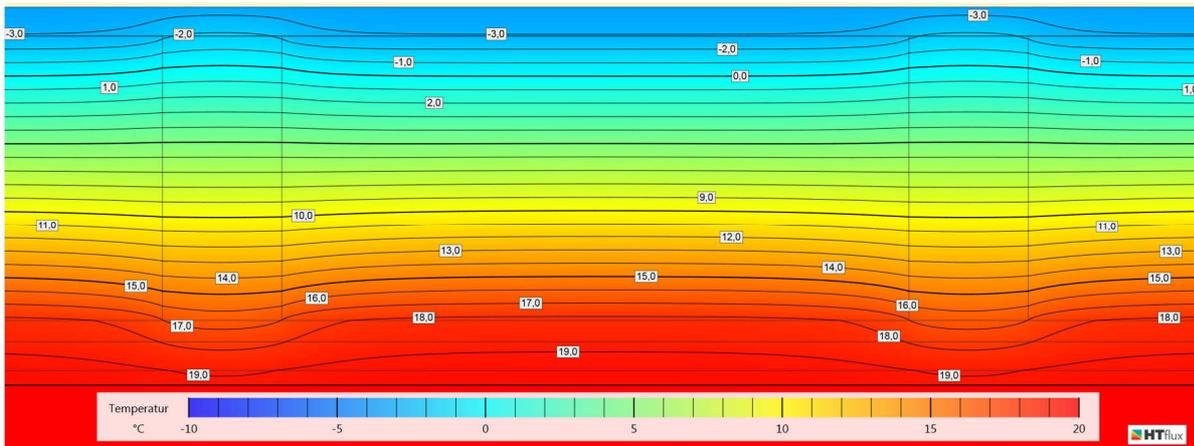


Abb. 1: AD01 ohne aufliegende Dämmung; Temperaturverteilung

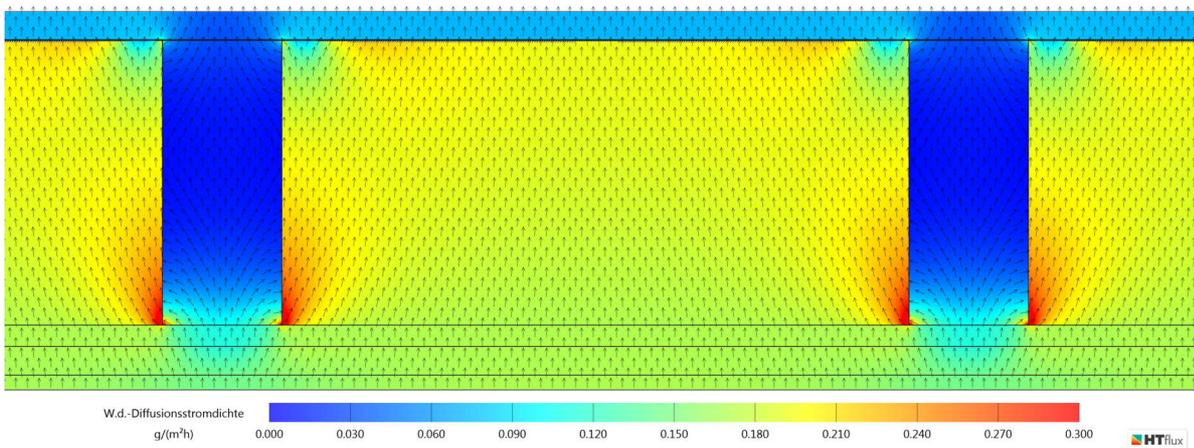


Abb. 2: AD01 ohne aufliegende Dämmung; Wasserdampf-Diffusionsstrom

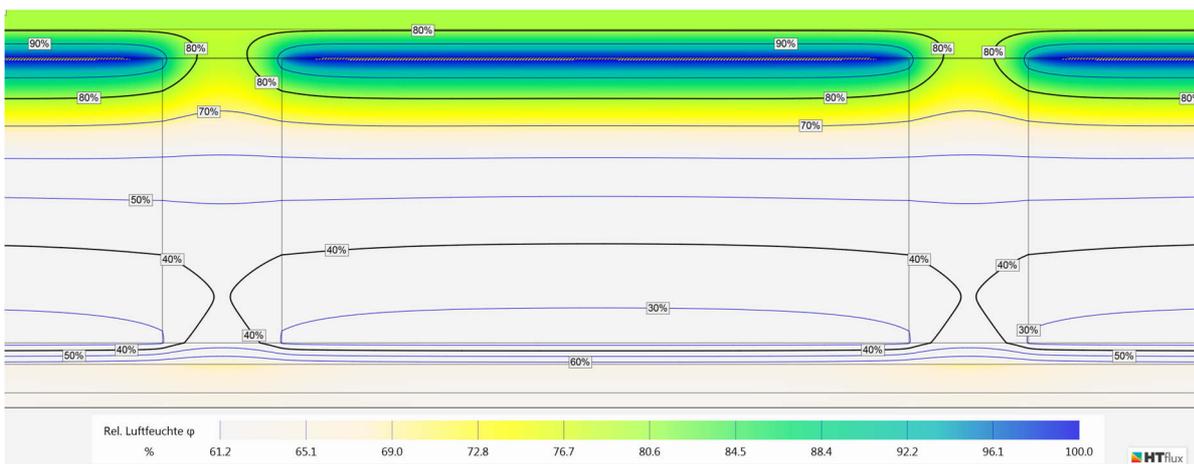
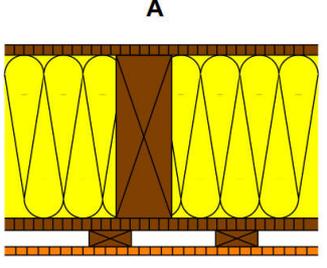


Abb. 3: AD02 ohne aufliegende Dämmung; Feuchteverteilung

4.6.6 AD02 HRB240_DHF

Bauteilbezeichnung: AD02 AD01_HRB240M_DHF	
Bauteiltyp: Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,19 [W/m²K]	

Konstruktionsaufbau und Berechnung

	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	$\rho \cdot d$	
	von außen nach innen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.	
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]	
1	EGGER DHF	0,015	11	0,100		600	9,0	
2	Balken dazw.	0,240	50	0,120	16,0	475	18,2	
	ROCKWOOL Flexirock		1	0,039	84,0	33	6,7	
4	EGGER OSB 4 Top CE	0,018	200	0,130		600	10,8	
5	Sparschalung dazw.	0,024	50	0,120	30,3	475	3,5	
	Luft steh., W-Fluss n. oben 21 < d <= 25 mm		1	0,167	69,7	1	0,0	
7	FERMACELL Gipsfaser-Platte	0,013	13	0,320		1.150	14,4	
Bauteildicke [m]		0,310						
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							62,5	
Zusammengesetzter Bauteil					(Berechnung nach EN ISO 6946)			
Sparschalung:		Achsabstand [m]: 0,330	Breite [m]: 0,100	$R_{si} + R_{se} = 0,200$				
Balken:		Achsabstand [m]: 0,625	Breite [m]: 0,100					
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 5,4857$				Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 5,3036$		$R_T = 5,3946$ [m²K/W]		
Wärmedurchgangskoeffizient						U = 1 / R_T		
						0,19 [W/m²K]		

Bemerkung:

datatholz-Äquivalenzaufbau: ddrtn03a-04

Brandschutz: REI30

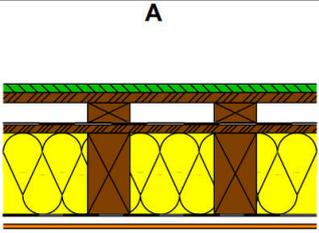
Schallschutz: $R_w = 41$ db

Speicherwirksame Masse: 40,84 kg/m²

Dieser Aufbau ist diffusionstechnisch unempfindlicher als AD01. Dies liegt vor allem am geringeren Diffusionswiderstand des obersten Baustoffes. Der liegt bei der DHF-Platte fast bei einem Fünftel im Vergleich zur Vollschalung aus Fichte. Für eine diffusionstechnische Abbildung der Luftspalte kann vereinfachend ein anteilbezogener Mittelwert der Diffusionswiderstände von Vollschalung und Luft gebildet werden.

4.7 Dachaufbauten

4.7.1 DS01 Dachschräge hinterlüftet

Bauteilbezeichnung: DS01 Dachschräge ausgebaut, hinterlüftet	
Bauteiltyp: Dachschräge hinterlüftet	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,18 [W/m²K]	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d
	von außen nach innen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Bramac Classic PP *	0,025	100	1,700		2.150	53,8
2	Lattung *	0,030	0	0,110		425	12,8
3	Konterlattung dazw.	0,060	50	0,120	10,0	475	2,9
	Luft (1 kg/m³) *		0	0,025	90,0	1	0,1
5	Bramac Uni Eco S *	0,0001	300	0,500		14	0,0
6	Holz	0,024	50	0,120		500	12,0
7	Sparren dazw.	0,240	50	0,120	12,5	475	14,3
	ROCKWOOL Flexirock		1	0,039	87,5	33	6,9
9	Würth Dampfbremse Wütop DB 10	0,0005	28.000	0,230		250	0,1
10	Sparschalung bzw. Hut-Federschienen dazw.	0,024	50	0,120	30,3	475	3,5
	Luft steh., W-Fluss n. oben 21 < d <= 25 mm		1	0,167	69,7	1	0,0
12	FERMACELL Gipsfaser-Platte, Dachschräge	0,013	13	0,320		1.150	14,4
	Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]	0,301					
	Bauteildicke gesamt [m]	0,416					
	Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						120,6
Zusammengesetzter Bauteil (Berechnung nach EN ISO 6946)							
	Sparschalung bzw. Achsabstand [m]:	0,330	Breite [m]:	0,100		$R_{si} + R_{se} =$	0,200
	Sparren: Achsabstand [m]:	0,800	Breite [m]:	0,100			
	Konterlattung: Achsabstand [m]:	0,800	Breite [m]:	0,080			
Oberer Grenzwert: $R_{T0} = 5,6318$					Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 5,4838$		$R_T = 5,5578$ [m²K/W]
Wärmedurchgangskoeffizient					U = 1 / R_T		
					0,18 [W/m²K]		

*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)

Bemerkung:

Speicherwirksame Masse: 24,06 kg/m²

GEQ:

Es tritt rechnerisch kein Kondensat auf.

GEQ:

Es tritt rechnerisch kein Kondensat auf.

5 Bauphysikalische Untersuchungen

5.1 Wahl der Randbedingungen:

Die Untersuchungen sollen allgemein für ganz Österreich Gültigkeit haben. Deshalb wird lt. ÖNORM B 8110-2 [10], 6.2 (b) das Regressionsmodell der Region Beckenlandschaft im Süden (SB) gewählt. Es wird der Standort Klagenfurt mit einer Seehöhe von 448 m gewählt. Für diesen Standort werden die Innen- und Außenklimata sowie die Bodentemperaturen für die folgenden Bemessungsfälle ermittelt:

- a) U-Wert
- b) Kritische Oberflächentemperatur für Oberflächenkondensat
- c) Kritische Oberflächentemperatur für die Bildung von Oberflächenschimmel
- d) Kondensat im Bauteilinneren

Untergrund (Boden) und erdberührte Bauteile

Generell ist zu berücksichtigen, dass die gesamten Berechnungen auf rechnerischen Modellen basieren, die sich für die diversen Berechnungen als brauchbar erwiesen haben. Um einen realen Bezug herzustellen, müssten instationäre Simulationen mit real aufgezeichneten Klimadaten umgesetzt werden. Da diese Klimamodelle jedoch einerseits sehr oft nicht vorliegen und andererseits diese Simulationen zu einem unwirtschaftlichen Zeitaufwand führen, werden vereinfachte Modelle wie beschrieben verwendet. Speziell das Erdreich ist in einer annähernd realgetreuen Berechnung sehr schwer greifbar. Deshalb wird auf das folgende Modell zurückgegriffen.

Modell zur Ermittlung der Temperaturverteilungen im Erdreich angelehnt an die ÖNORM EN ISO 13370 [31]

Ziel dieses Modells

Aus einer instationären thermischen Simulation mit einem „großen“ Erdreichblock entsprechend den Vorgaben der ÖNORM EN ISO 13370 [31], sollen realistische Temperatur-Randbedingungen für eine stationäre thermische und hygrothermische Detailberechnung mit größerer rechnerischer Auflösung abgeleitet werden.

Vorgehensweise

Es wird der Anschluss Bodenplatte EB01 zur Außenwand AW01 modelliert und die Baustoffe zugewiesen. Als Erdreich wird der Boden Sand od. Kies gewählt (lt. ÖNORM EN ISO 13370 [31],). Im Erdreich werden unter der Bodenplatte Temperaturnetze modelliert.

Es werden die monatlichen mittleren Außentemperaturen lt. ÖNORM EN ISO 13370 [31] errechnet und dem Außenklima als Sinusverlauf zugewiesen.

Die Berechnung wird über 5 Jahresperioden simuliert und die Temperaturen im Erdreich aufgezeichnet.

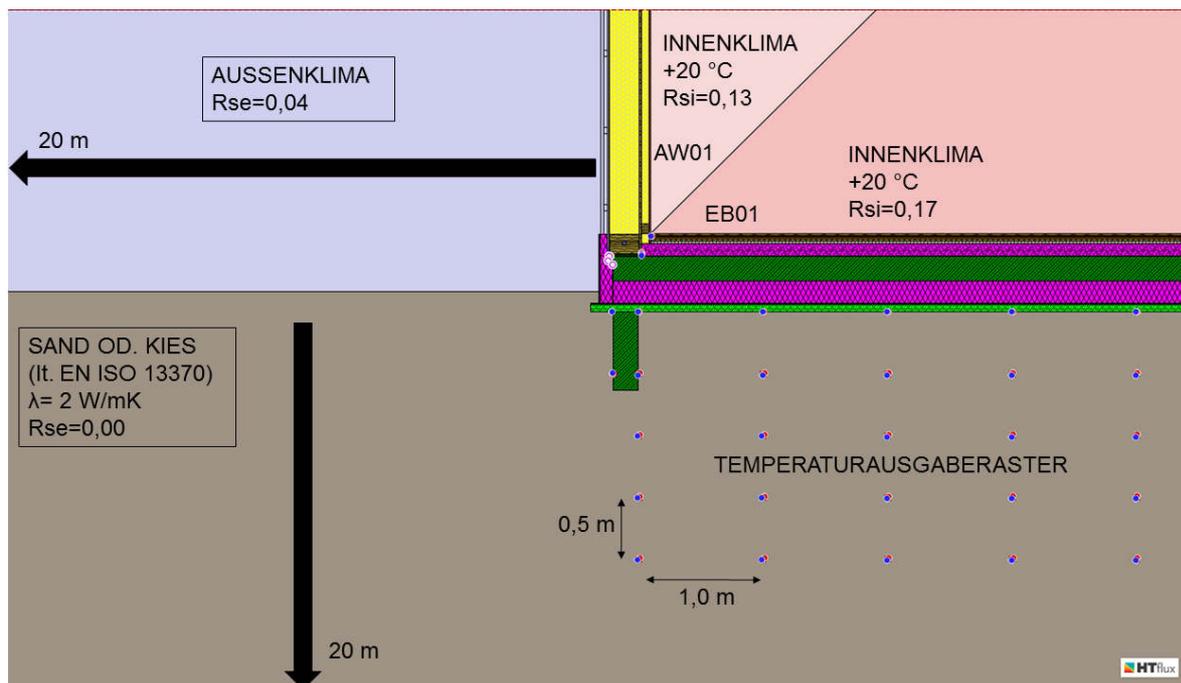


Abb. 4: Modell zur Ermittlung der Erdoberflächtemperatur

Anschließend werden die Daten ausgewertet und jener Tag des letzten simulierten Jahresverlaufs ermittelt, der die kälteste Temperatur in der Innenkante des Bauteilanschlusses hervorruft.

Ergebnis: 31.Jänner mit einer Außentemperatur von $-2,61 \text{ °C}$ und einer Temperatur in der Innenkante mit $10,46 \text{ °C}$.

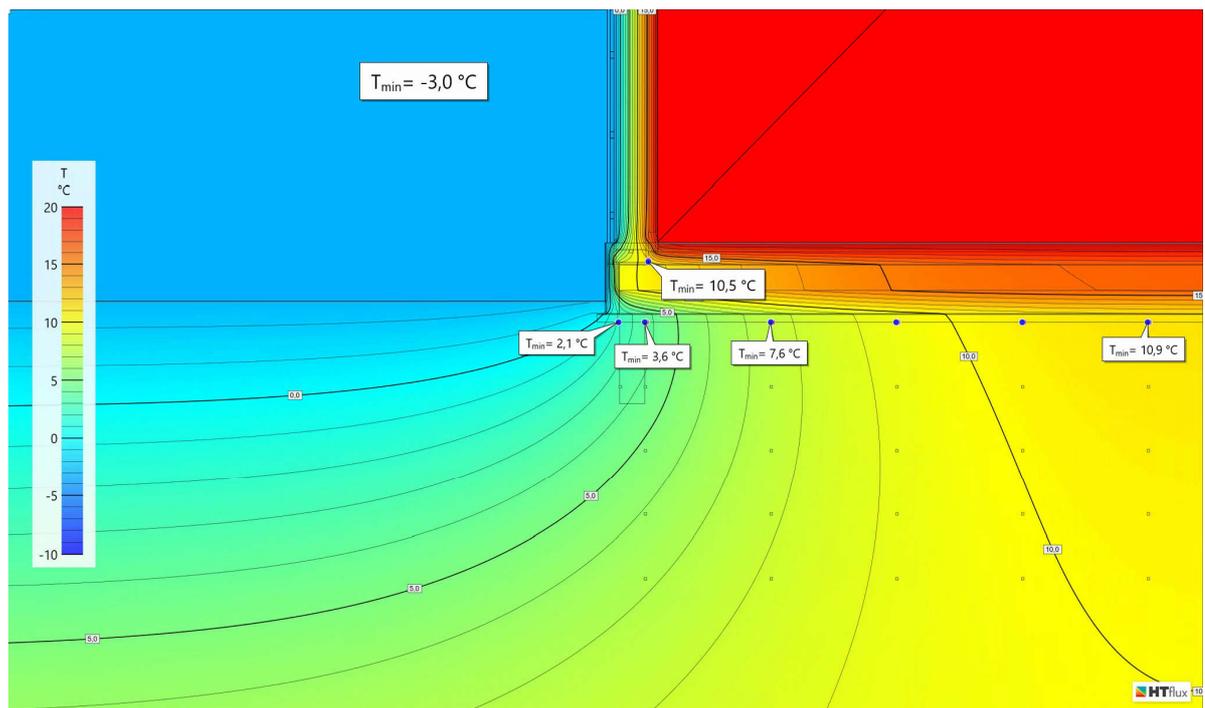


Abb. 5: Ermittlung Erdmodell, Temperaturansicht kältester Innenpunkt; Simulationsergebnis

Auf Basis dieser Temperaturverteilung und des Verlaufs der Isothermen wird nun ein kleiner Ausschnitt für das Modell der Variantenstudie gesucht, welcher auf Grundlage einer stationären Simulation eine ähnliche Temperaturverteilung aufweist.

Ergebnis ist das folgende Modell, mit dem die verschiedenen Sockeldetails wärmetechnisch und feuchtetechnisch untersucht werden.

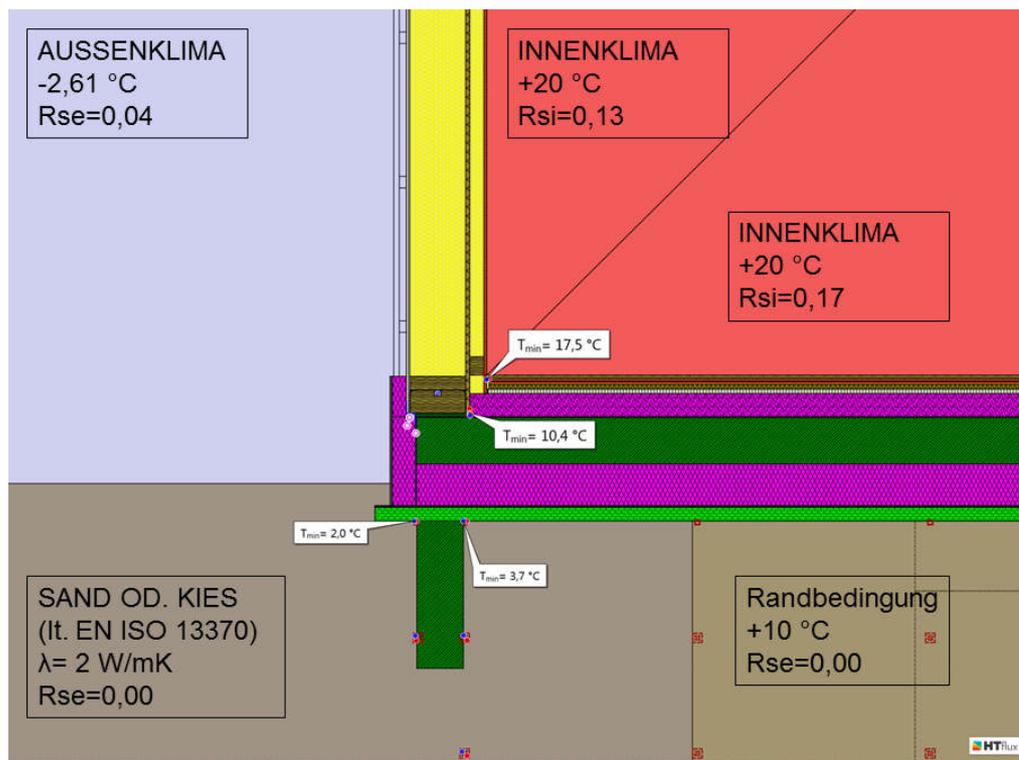


Abb. 6: Ermittertes Erdmodell, Randbedingungen

Nach über 20 verschiedenen Varianten hat sich der braun gekennzeichnete Block als Randbedingung mit $+10\text{ °C}$ für die genaueste Annäherung herausgestellt.

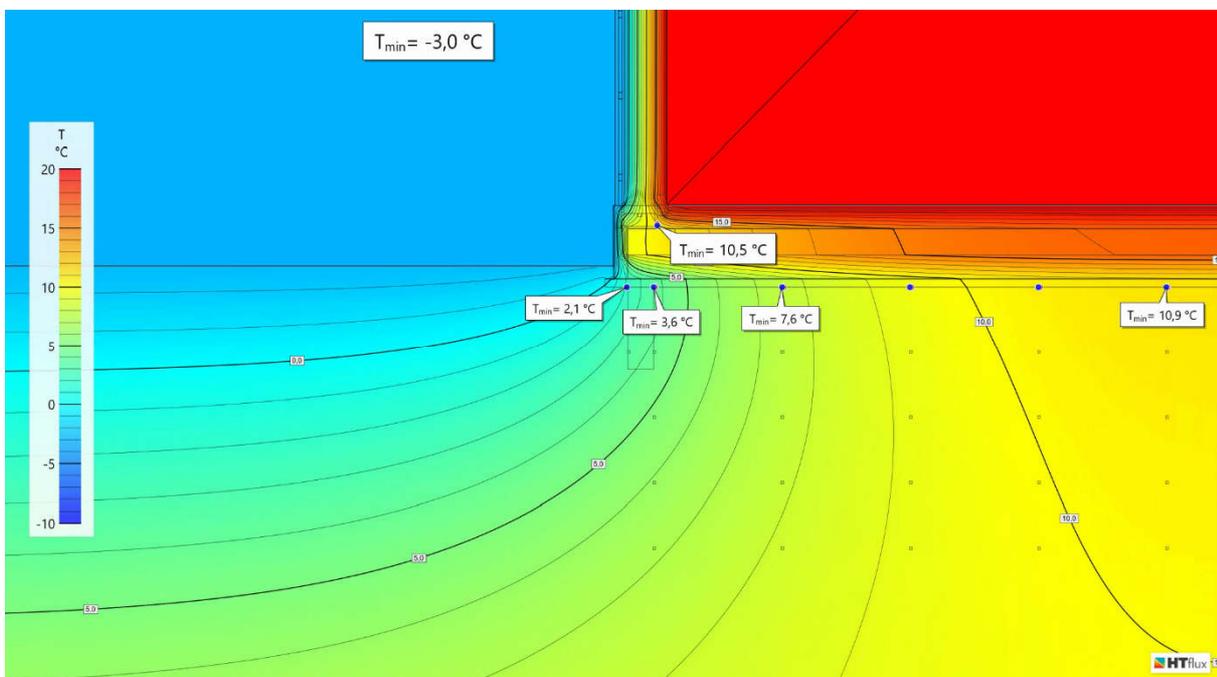


Abb. 7: Ermittertes Erdmodell, Temperaturverteilung

Wärmeübergangswiderstand erdberührte Bauteile:

Es werden bei dem erdberührten Bauteil EB01 die Auswirkungen des Unterschiedes des Wärmeübergangswiderstandes (0,00 und 0,04) in Bezug auf Kondensat im Bauteil festgestellt.

Auswirkungen:

- Temperatur:

Die Isothermen verschieben sich im Fall $R_{se}=0,04$ fast unmerklich bis zur 14° Isotherme minimal in Richtung des warmen Innenbereiches

Feuchte:

Die relative Feuchte erhöht sich minimalst bei $R_{se} = 0,00$ an der warmen Seite (oben) der Bitumenbahn von 97,4% auf 97,5% und an der Unterkante XPS.

Fazit:

Das Erdreich wird als Bauteilschicht mit **$R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$** als ungünstigerer Wert angesetzt.

RANDBEDINGUNGEN gem. ÖNORM B 8110-2 [10]												
		Oberflächentemperatur Tauwasser- bzw. Schimmel- bildung				Kondensat im Bauteilinneren				U-Wert- Berechnung		
		Schimmelkriterium [SK]				Kondensatkriterium [KK]						
		Rsi/ Rse [m²K/ W]	Klimatische Randbedingungen				Rsi/ Rse [m²K/W]	Klimatische Randbedingungen				Rsi/ Rse [m²K/W]
				[°C]		[%]			[°C]		[%]	
Bodenplatte*:	Rse	0,04	Terd = 2,14	RHerd = 100	0,00	Terd = 2,14	RHerd = 100	0,00				
	Rsi	0,25	Ti = 20,00	RHi = 55	0,25	Ti = 20,00	RHi = 65,00	0,17				
Außenwand:	Rse	0,04	Te = -3,79	RHe = 80	0,04	Te = -3,79	RHe = 80	0,04				
	Rsi	0,25	Ti = 20,00	RHi = 51,21	0,25	Ti = 20,00	RHi = 61,21	0,13				
Außenwand hinterlüftet:	Rse	0,04	Te = -3,79	RHe = 80	0,04	Te = -3,79	RHe = 80	0,13				
	Rsi	0,25	Ti = 20,00	RHi = 51,21	0,25	Ti = 20,00	RHi = 61,21	0,13				
Decke zu Dachraum unkonditioniert:	Rse	0,04	Te = -3,79	RHe = 80	0,04	Te = -3,79	RHe = 80	0,04				
	Rsi	0,25	Ti = 20,00	RHi = 51,21	0,25	Ti = 20,00	RHi = 61,21	0,10				
Wand zu Raum unkonditioniert:	Rse	0,04	Te = -3,79	RHe = 80	0,04	Te = -3,79	RHe = 80	0,13				
	Rsi	0,25	Ti = 20,00	RHi = 51,21	0,25	Ti = 20,00	RHi = 61,21	0,13				

Tab. 1: Randbedingungen

* Die Erdtemperaturen für die zweidimensionale Untersuchung der Wärmebrücken werden anhand der Temperaturverteilung aus dem simulierten Modell (Abb. 7: S.30) angesetzt.

[SK]...Schimmelkriterium

[KK]...Kondensatkriterium

Materialien

Es werden übliche im Holzbau gebräuchliche Materialien namhafter Hersteller verwendet. Die gewählten Materialien werden in GEQ als auch in HTflux erstellt und mit deren bauphysikalischen Werten definiert. Dabei werden vorrangig die Datenblätter der Hersteller verwendet. Vereinzelt, in den Datenblättern fehlende Werte, werden durch normative Werte eines vergleichbaren Materials ergänzt.

Die eingesetzten Materialien und deren bauphysikalischen Kennwerte sind in den Aufbauten (Kap. 4 ab S. 6) ersichtlich.

5.2 Eindimensionale Betrachtung der Bauteile

Für die eindimensionale Betrachtung der Bauteile werden die Bauteile mithilfe des Programmes GEQ untersucht. Die Bauteile werden mit ihren Materialien und den zugehörigen Schichtstärken definiert. Das Klima wird wie in Kap. 5.1 beschrieben definiert. Das Programm weist für die jeweiligen Berechnungsmodi die zugehörigen Randbedingungen zu. Es werden die U-Werte lt. ÖNORM EN ISO 6946 [32] errechnet. Für jeden Bauteil wird ein Glaserdiagramm erstellt und eine mögliche Kondensation im Bauteil untersucht. Die beiden Kriterien zur Bildung von Tauwasser und Schimmel an der Oberfläche gemäß ÖNORM B 8110-2 [10] werden ebenfalls überprüft.

Ausgabe GEQ

Es wird für jeden Bauteil ein bauphysikalisches Berechnungsblatt mit den folgenden Inhalten erstellt und dem Anhang A beigefügt:

- U-Wert Berechnung lt. ÖNORM EN ISO 6946 [32]
- Temperatur- und Diffusionsberechnung lt. ÖNORM B 8110-2 [10]
- Temperaturverlauf lt. ÖNORM EN ISO 6946 [32]
- Dampfdiffusion (Glaserdiagramm) lt. ÖNORM B 8110-2 [10]

Diese Berechnungen wurden bereits in Kap. 4 (ab S. 6) in der Erstellung des Bauteilkataloges durchgeführt.

5.3 Zweidimensionale Betrachtung der Bauteile

Für die zweidimensionalen Berechnungen und Untersuchungen wird das Programm HTflux (siehe Kap. 3 Seite 4) verwendet. Es werden die thermische Qualität der Detaillösungen in Kombination mit der dort stattfindenden Dampfdiffusion betrachtet und bewertet. Dies ermöglicht eine mögliche Kondensation im Bauteilinneren festzustellen bzw. das Risiko einer Bildung aufzuzeigen und einzuschätzen.

Einflüsse der Konvektion können nicht dargestellt werden.

Es wird von einer innen luftdichten und außen winddichten Herstellung der Detailanschlüsse ausgegangen. (gem. ÖNORM B 2340 [33])

Die homogenen Bauteile werden in HTflux mit einer Länge von 1,0 m erstellt. Die inhomogenen Bauteile mit einer Länge von 2,0 m erstellt, um jeweils 2 ganze Gefache abzubilden und zu berechnen.

Der U-Wert von inhomogenen Bauteilen wird in HTflux über den tatsächlichen rechnerischen Wärmestrom ermittelt, dadurch ergeben sich minimale Unterschiede der U-Wertberechnung in den beiden Programmen bei inhomogenen Aufbauten.

Während in GEQ der U-Wert von inhomogenen Aufbauten mittels des vereinfachten analytischen Verfahrens ermittelt wird, errechnet HTflux diesen anhand thermischer Simulation über den Wärmedurchgang. Beide Methoden sind gemäß ÖNORM EN ISO 6946 gebräuchlich. Die analytische Methode wird häufiger angewendet, die thermische Simulation liefert genauere Ergebnisse.

Der Unterschied in der Berechnung der Dampfdiffusion und des auftretenden Kondensates wird auf S. 24 näher veranschaulicht.

Jeder Bauteil wird mit den zugehörigen Materialien definiert und als Gruppe abgelegt. Die einzelnen Bauteilgruppen werden in einer Bauteilbibliothek zusammengefasst und im nächsten Schritt zu der untersuchten Detaillösung zusammengesetzt.

5.4 Plausibilitätskontrolle der Berechnungen

Es werden die wärmetechnischen sowie die feuchtetechnischen Ergebnisse der einzelnen Bauteile in den beiden Programmen untersucht, verglichen und auf Plausibilität überprüft. Bei gleichen Materialien, Schichtstärken und Randbedingungen wird zuerst der U-Wert verglichen. Ist dieser ident wird als nächster Vergleichswert ein mögliches Kondensat in Menge und Lage verglichen. (siehe S.22)

5.5 Bauphysikalische Untersuchung der Wärmebrücken

Die definierten Bauteile werden zu Detailpunkten zusammengeführt, hygrothermisch untersucht und optimiert

Ziel ist es, eine bauphysikalisch einwandfreie Detaillösung zu erhalten, die bautechnisch umsetzbar und vom Bauablauf her wirtschaftlich ausführbar ist.

Die folgenden Untersuchungen gehen jeweils von Details aus, die nach den geltenden ÖNORMEN und Stand der Technik geplant wurden. Auf die markanten Änderungen in der Optimierung sowie Erkenntnisse wird hingewiesen. Abschließend wird zu jedem Detail die jeweils optimierte Detaillösung vorgestellt.

Alle Detailvarianten halten die Kriterien zur Vermeidung von Kondenswasserbildung an der inneren Oberfläche sowie zur Vermeidung des Risikos von Schimmelbildung an der inneren Oberfläche gemäß ÖNORM B 8110-2 [28] ein. Somit liegt der Fokus auf einem eventuellen lokalen Auftreten hoher relativer Feuchte bzw. auf der Vermeidung eines Kondenswasserausfalls im Bauteilinneren.

Um möglichst robuste Detaillösungen zu erhalten, werden in den Varianten mögliche Ausführungstoleranzen und -fehler, durch zum Teil fehlende Abklebungen und falschen Abschluss der Folienwerkstoffe, modelliert. Somit können auch die diffusionstechnischen Auswirkungen abgebildet und eingeschätzt werden.

Alle Detaillösungen sind nicht maßstäblich dargestellt. Im Anhang A werden alle optimierten Details maßstäblich beigefügt.

Eingabe der Modelle

Folgende Baustoffe werden modelliert:

- Holzbauteile
- Holzwerkstoffe (wie OSB-Platten, DHF-Platten, CLT u. dgl.)
- Dämmstoffe (Gefachdämmung, Putzträgerplatten, Perimeterdämmung, Trittschalldämmung u. dgl.)
- Dampfbremsen
- Feuchtigkeitsabdichtungen (Bitumen)
- Dampfbremsende Abklebungen
- Diffusionsoffene Abklebungen

Folgende Baustoffe werden nicht modelliert:

- Befestigungsmittel
- Stahlformteile
- Formblechteile (Wetterschenkel u. dgl.)
- Hinterlüftete Fassade und deren Unterkonstruktion

Die Hinterlüftete Fassade inklusive deren Unterkonstruktion werden optisch angedeutet als äußere Randbedingung modelliert.

Folgende Grafiken werden mit den genannten Randbedingungen in den Optimierungsschritten gezeigt:

- Materialansicht
- Temperaturverlauf (Randbedingung Kondensat [KK])
- Wärmestrom (Randbedingung Kondensat [KK])
- Feuchteverteilung mit Kondensatangabe (Randbedingung Kondensat [KK])
- Wasserdampf-Diffusionsstrom (Randbedingung Kondensat [KK])

Interpretation der Feuchteverteilung der relativen Feuchte (HTflux) in Bezug auf die Holzfeuchte

Um die Ergebnisse der Berechnungen in Bezug auf die Holzfeuchte interpretieren zu können, wird das Modell von W. T. Simpson [34] auf Basis Hailwood-Horrobin [35] verwendet. Dies zeigt den Zusammenhang von relativer Luftfeuchte [%] (Feuchteverteilung aus HTflux), der Temperatur [°C] (Temperaturverteilung aus HTflux) und der Holzfeuchte [%].

Die in den Ergebnissen auftretende Menge des Kondensates wird in Gramm pro Tag [g/d] ausgegeben. Diese bezieht sich jeweils auf eine Bauteiltiefe von einem Meter. Für Vergleiche wird auf die Einheit [g/m²] für einen gewissen Zeitraum umgerechnet. Dazu ist die Höhe des auftretenden Kondensates in HTflux zu messen.

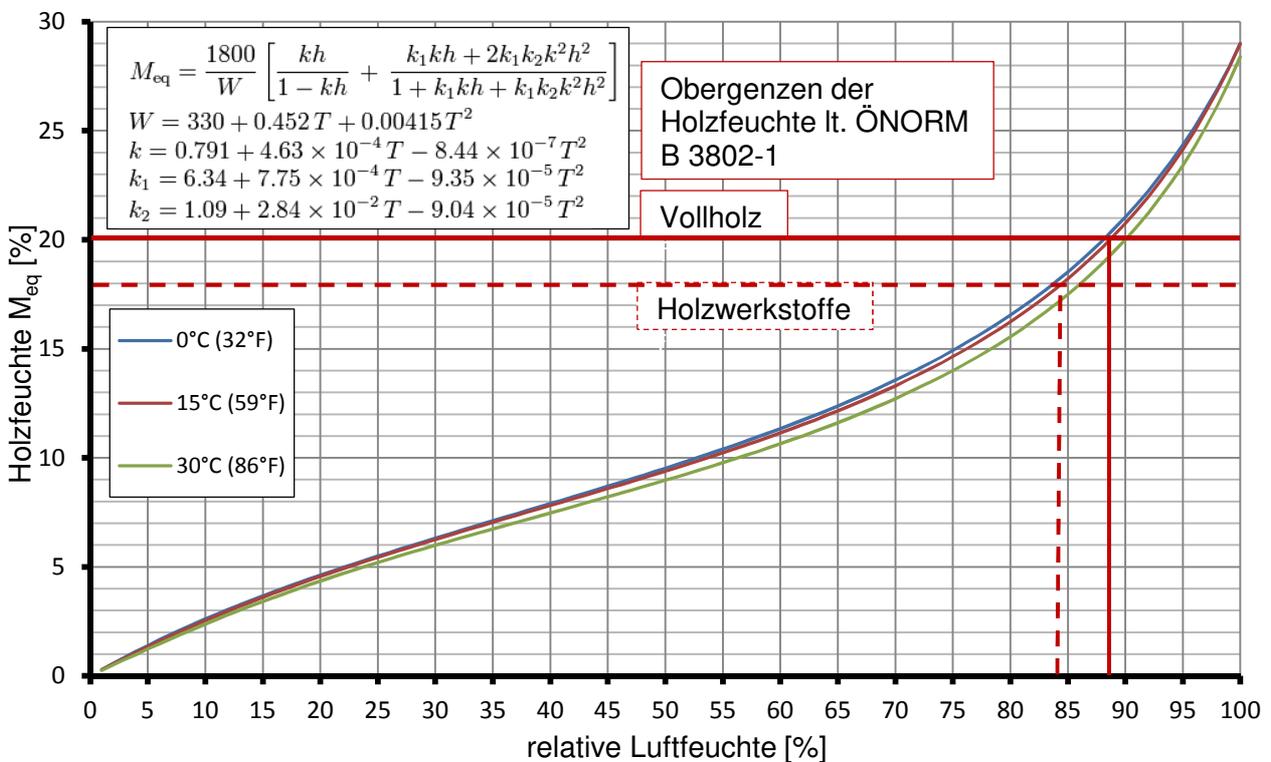


Abb. 8: Zusammenhang Holzfeuchte-relative Luftfeuchtigkeit-Temperatur nach W. T. Simpson [34] auf Basis Hailwood – Horrobin [35]

Um eine Schädigungen des Holzes zu vermeiden, ist eine maximale relative Luftfeuchtigkeit von 88 % für Vollholzprodukte und 84 % für Holzwerkstoffe als Obergrenze, beim für die Detailuntersuchungen relevanten Temperaturbereich (0 bis +15 °C), zu sehen. Dies gilt bei Anwendung des oben gezeigten Diagrammes. Die gekennzeichneten Grenzwerte resultieren aus den Vorgaben der ÖNORM B 3802-2 [28]. Gemäß 5.2.1 darf die Holzfeuchte von Vollholz- und Massivholzprodukten 20 % nicht übersteigen. Für Holzwerkstoffe gilt für die Materialfeuchte eine Obergrenze von 18 %.

Die ÖNORM B 3802-1 [36] regelt in Tabelle 1 die Gebrauchsklasse 0 (Holz in Wohnräumen) mit einer maximalen mittleren relativen Luftfeuchtigkeit von 85 %. Diese darf nur kurzfristig überstiegen werden. Die Gebrauchsklasse 0 darf lt. ÖNORM B 3802-2 [28], 6.3.1 angesetzt werden, wenn eine rechnerische Trocknungsreserve von 250 g/(m² a) nachgewiesen wird.

Umrechnung auf eine Erhöhung der Holzfeuchte

Mit der folgenden Formel wird in den Bereichen, in denen Kondensat auftritt auf eine lokale prozentuelle Erhöhung der Holz- bzw. Holzwerkstofffeuchte geschlossen, um die Ergebnisse der Kondensatmengen besser zu interpretieren.

$$\Delta w = \frac{m(w) - m(0)}{m(0)} \cdot 100$$

Abb. 9: Gleichung zur Bestimmung der Holzfeuchte [37]

$$m(0) = h \cdot b \cdot z \cdot \gamma$$

$$m(w) = m(0) + K \cdot d$$

Δw Anstieg der Holzfeuchte [%]

$m(0)$ trockene Masse des Kondensatbereichs [g]

$m(w)$ feuchte Masse des Kondensatbereichs [g]

h Höhe des Kondensatbereichs [cm]

b Breite des Kondensatbereichs [cm]

z Tiefe des Kondensatbereichs [cm]
(100 cm in den Untersuchungen)

γ Wichte des von Kondensat betroffenen Baustoffes [g/cm]

K Kondensatmenge [g]

d Tage [d] (z.B. 31 d für Jänner)

Übersicht der Detailpunkte

Folgende Detailanschlüsse werden bauphysikalisch untersucht und optimiert:

Sockeldetails

- Sockeldetail AW01-standard (D240-0-0)
- Sockeldetail AW01-abgesenkt (D240-1-0)
- Sockeldetail AW02-standard (D220-0-0)
- Sockeldetail AW02-abgesenkt (D220-1-0)

Geschoßstoß

- Geschoßstoß AW01 (D240-2-0)
- Geschoßstoß AW02 (D220-2-0)

Traufendetails

- Traufe AW01 (D240-3-0)
- Traufe AW02 (D220-3-0)

Fensterdetails Hinterlüftet

- Fensterbank AW01 mit Rollladen (D240-4-0)
- Fenstersturz AW01 mit Rollladen (D240-5-0)
- Fenster Horizontalschnitt in AW01 mit Rollladen (D240-7-0)

Fensterdetails Putzträger

- Fensterbank AW02 mit Rollladen (D220-4-0)
- Fenstersturz AW02 mit Rollladen (D220-5-0)
- Fenster Horizontalschnitt in AW02 mit Rollladen (D220-7-0)

Außenwandkanten

- AW01 Außenwandkante außenliegend (D240-9-0)
- AW01 Außenwandkante innenliegend (D240-10-0)
- AW02 Außenwandkante außenliegend (D220-9-0)
- AW02 Außenwandkante innenliegend (D220-10-0)

LEGENDE

Plan	HTflux	Bezeichnung	Plan	HTflux	Bezeichnung
		Holz, Fichte, techn. getrocknet			Innenklima, Randbedingung
		Mineralwolle			Außenklima, Randbedingung
		OSB 4			Holzweichfaserdämmstoff
		MDF bzw. DHF			Putz, Spachtelung
		EPS-P, XPS			Feinputz
		Gipsfaser			Spanplatte (Fensterbank)
		Stahlbeton			PVC
		Normalbeton nicht bewehrt			Glas
		Luft			Gas
		Normalbeton Sauberkeitsschicht			Dichtstoff, Kompriband
		Schüttung			Boden, Erdreich
		Rollierung			
		Metall			
		Winddichte Abklebung			Luftdichte Abklebung / Dampfbremse
		Abdichtung, Folie,			Lüftergitter
		Bauteiltrennlinie (Fügetechnik)			

Abb. 10: Legende planliche Darstellung und Darstellung in HTflux

5.5.2 Sockeldetails

Allgemeine Anmerkungen

Bei den folgenden Untersuchungen der Sockellösungen wird auf eine mögliche Kondensatbildung im Gebäudeinneren als Folge der Dampfdiffusion eingegangen. Daher ist das angenommene Erdreichmodell (siehe Abb. 7: S. 30) in erster Linie als Randbedingung zur Temperaturvorgabe zu sehen. Deshalb wird auf Feuchte, die im Erdreich bzw. an Bauteilübergängen zum Erdreich auftreten, nicht eingegangen.

Die Angaben der frostfreien Tiefe sowie die gezeigten Varianten der Ausbildung von Frostschrüzen, Frostschildern und Frostkoffern, um einen frostsicheren Untergrund unter dem Gebäude zu gewährleisten, sind als Vorschläge zu sehen. Eine geeignete Ausbildung kann nur in Kombination mit einem Bodengutachten erstellt werden. Eine Regelung dazu inklusive vereinfachten Berechnungsmöglichkeiten, ist in der ÖNORM EN ISO 13793 [38] zu finden.

Die Ausgangsdetails sind nach den Vorgaben der ÖNORM B 2320 [39] sowie *der Richtlinie Sockelanschluss im Holzhausbau* [40] entworfen.

Die Nivellierschwellen sind an den oberen Ecken abgefast, um die Montage der Wandscheiben zu erleichtern und um die Nivellierschwellenabdichtung beim Versetzen der Wände nicht abzustreifen. Die dreiseitige Abdichtung der Nivellierschwelle ist die Abdichtung gegen den Untergrund (Betondecke oder Quellschutt) und gleichzeitig eine Transport- sowie Baustellenabdichtung im Falle eines Regens. Nach der Montage der Nivellierschwelle ist diese von oben ebenfalls provisorisch abzudecken, da ansonsten die Gefahr besteht, dass die nasse verbaute Schwelle durch die dreiseitige Abdichtung nicht mehr austrocknen kann, und es zu einem irreparablen Schaden des Holzes kommt.

Beim Entwurf der Sockeldetails wurde vom Bemessungslastfall „Bodenfeuchte“ lt. ÖNORM B 3692:2014 [29] ausgegangen.

Hinterfüllungen und Drainagen sind ortsabhängig und lt. Bodengutachten zu planen.

5.5.2.2 Sockeldetail AW01-standard (240-0-0)

VAR00: Ausgangsdetail D240-0-0

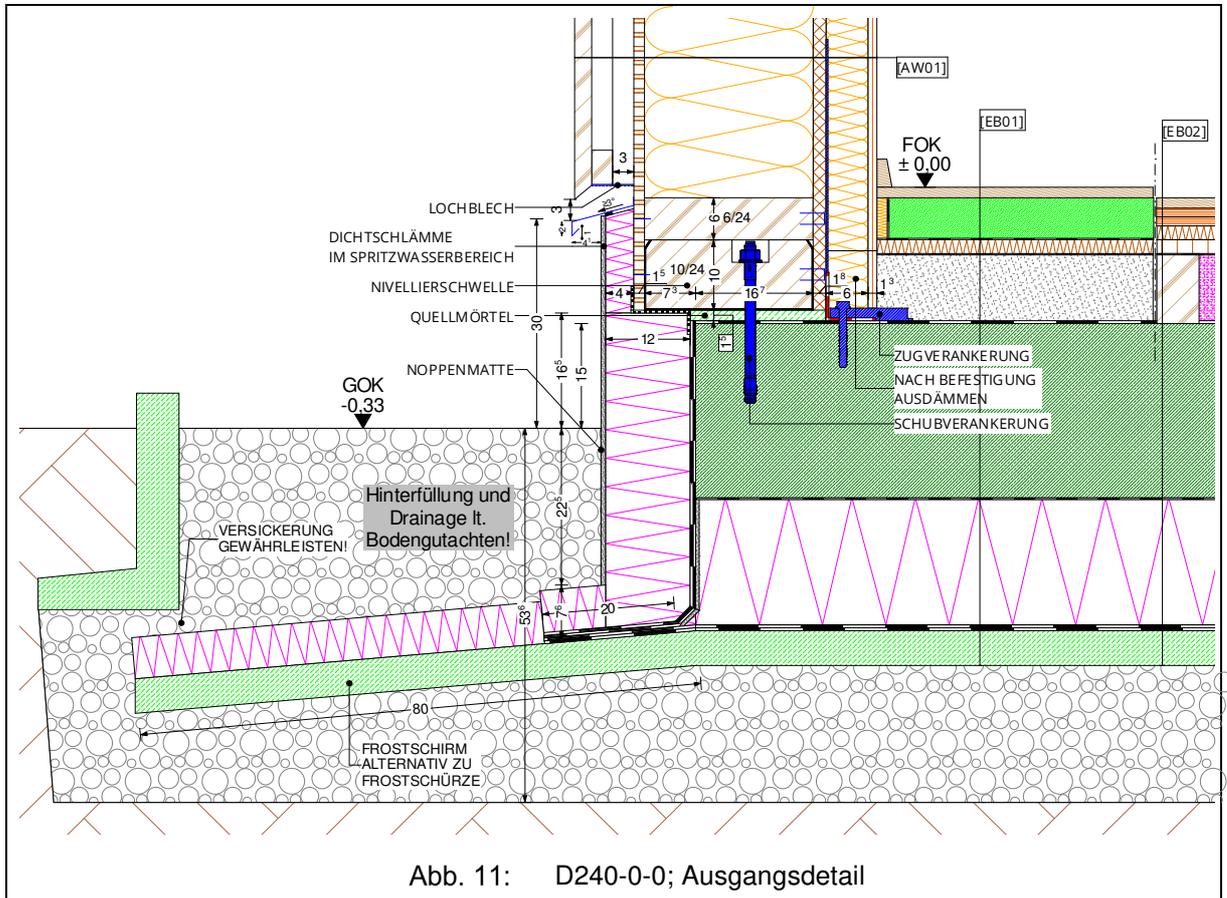
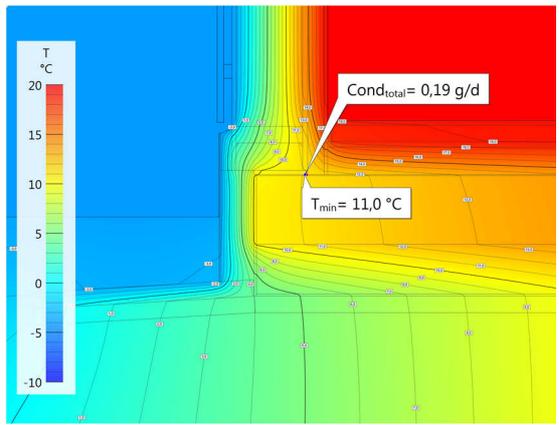
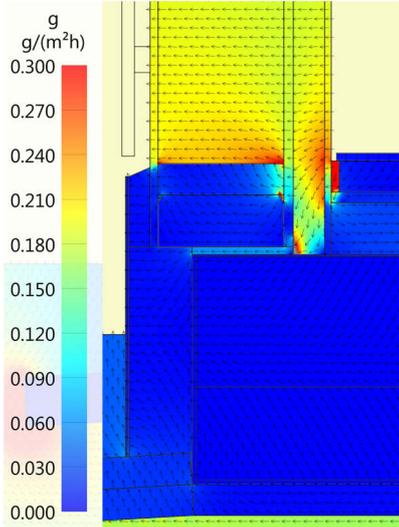
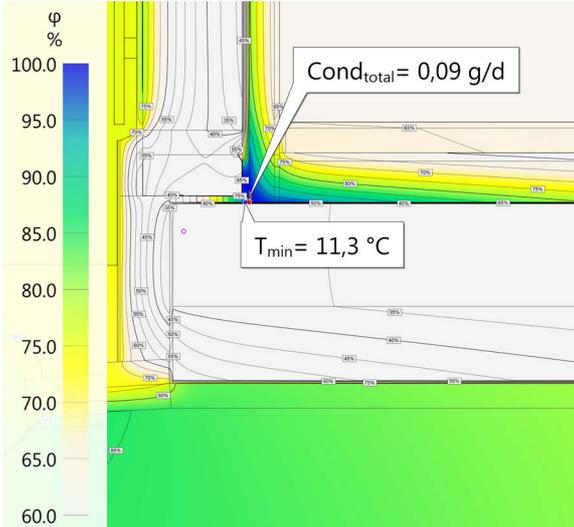


Abb. 11: D240-0-0; Ausgangsdetail

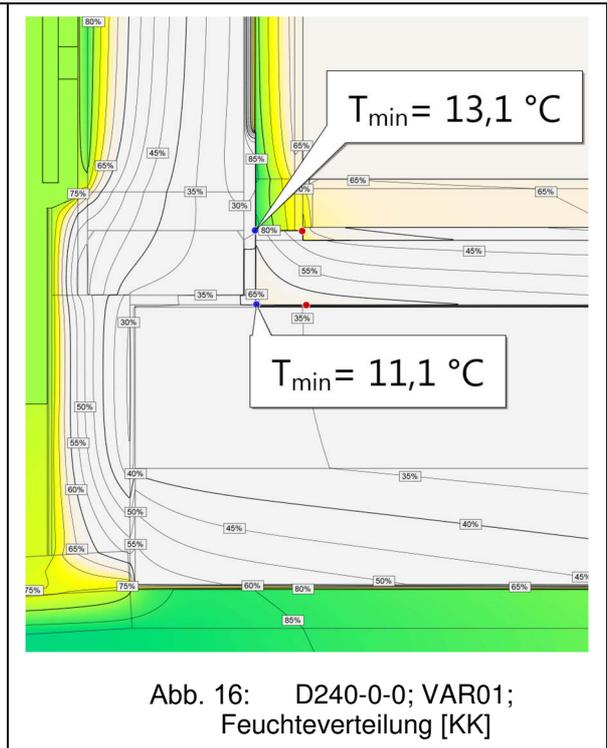
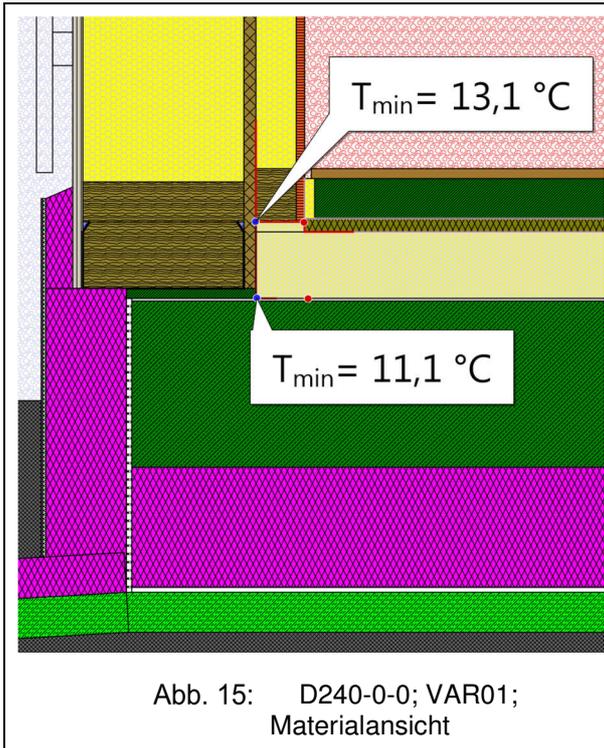
Das Ausgangsdetail wurde im Schwellenbereich im gesamten Spritzwasserbereich mit 4,0 cm EPS-P überdämmt. Die Stärke von 4,0 cm der EPS-P Putzträgerplatte ergibt sich durch eine ebene Gestaltung des Sockelbereiches und dem darauf montierten Wetterschenkel, um bei verschiedenen Arten der Fassadenausbildung keinen rückspringenden Sockel auszubilden, welcher witterungstechnisch keine optimale Ausführung darstellt.

 <p>Abb. 12: D240-0-0; VAR00; Temperaturverteilung [KK]</p>	<p>Der innenliegende Eckstoß der dampfbremsenden Schichten zeigt sich als feuchtetechnisch kritisch.</p> <p>Es tritt rechnerisch minimales Kondensat auf. Grund dafür ist der beinahe ungebremste Wasserdampfdiffusionsstrom, der vom Innenraum durch die Installationsebene strömt und auf die relativ kalte Innenkante, die sich aus OSB-Platte und bituminöser Dampfsperre bildet, trifft.</p>
 <p>Abb. 13: D240-0-0; VAR00; Wasserdampf-Diffusionsstrom [KK]</p>	 <p>Abb. 14: D240-0-0; VAR00; Feuchteverteilung [KK]</p>

Aufgrund der Berechnungsergebnisse sind die Stärken der außenliegenden Wärmedämmung (XPS, EPS-P) für die angenommenen Randbedingungen als Mindeststärken zu sehen.

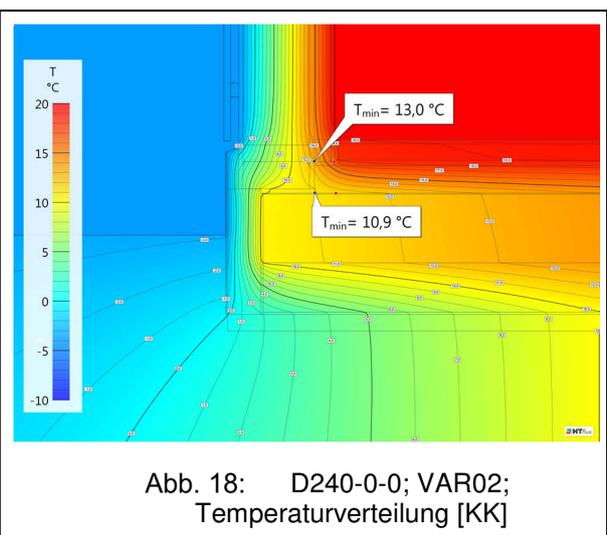
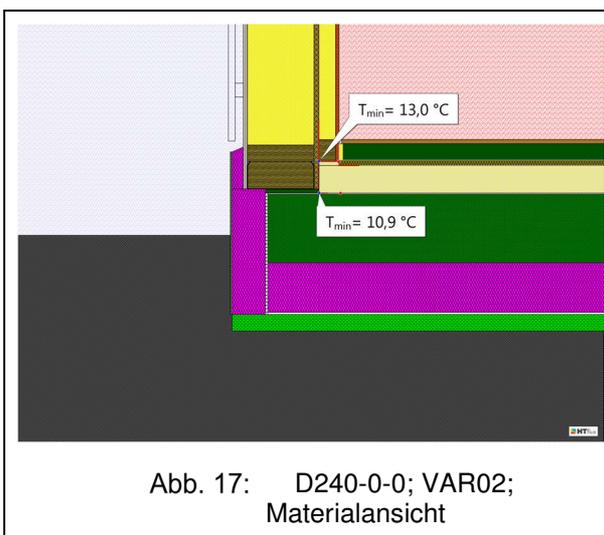
VAR01: Einbau eines Dampfbremsstreifen

Um den Dampfstrom zu unterbrechen und die Montage bzw. das Abkleben der Wand an die Dampfsperre der Fundamentplatte zu erleichtern, wird die Installationsebene nur mehr bis zur Unterkante der Wandschwelle geführt. Im Fertigungsprozess wird ein Streifen der Dampfsperre ($s_d = 10 \text{ m}$) an die OSB-Platte geklebt und mit einem horizontal laufenden Kantholz (6x8 cm) mechanisch befestigt. Nach dem Versetzen der Wand wird diese zuerst verankert und danach der Eckstoß luftdicht verklebt. Der Dampfbremsstreifen wird nach dem Einbringen der Schüttung und der Folie auf diese hinuntergeklappt und verklebt. Die OSB-Platte ist im Bereich der Schüttung gegen Feuchte zu schützen.



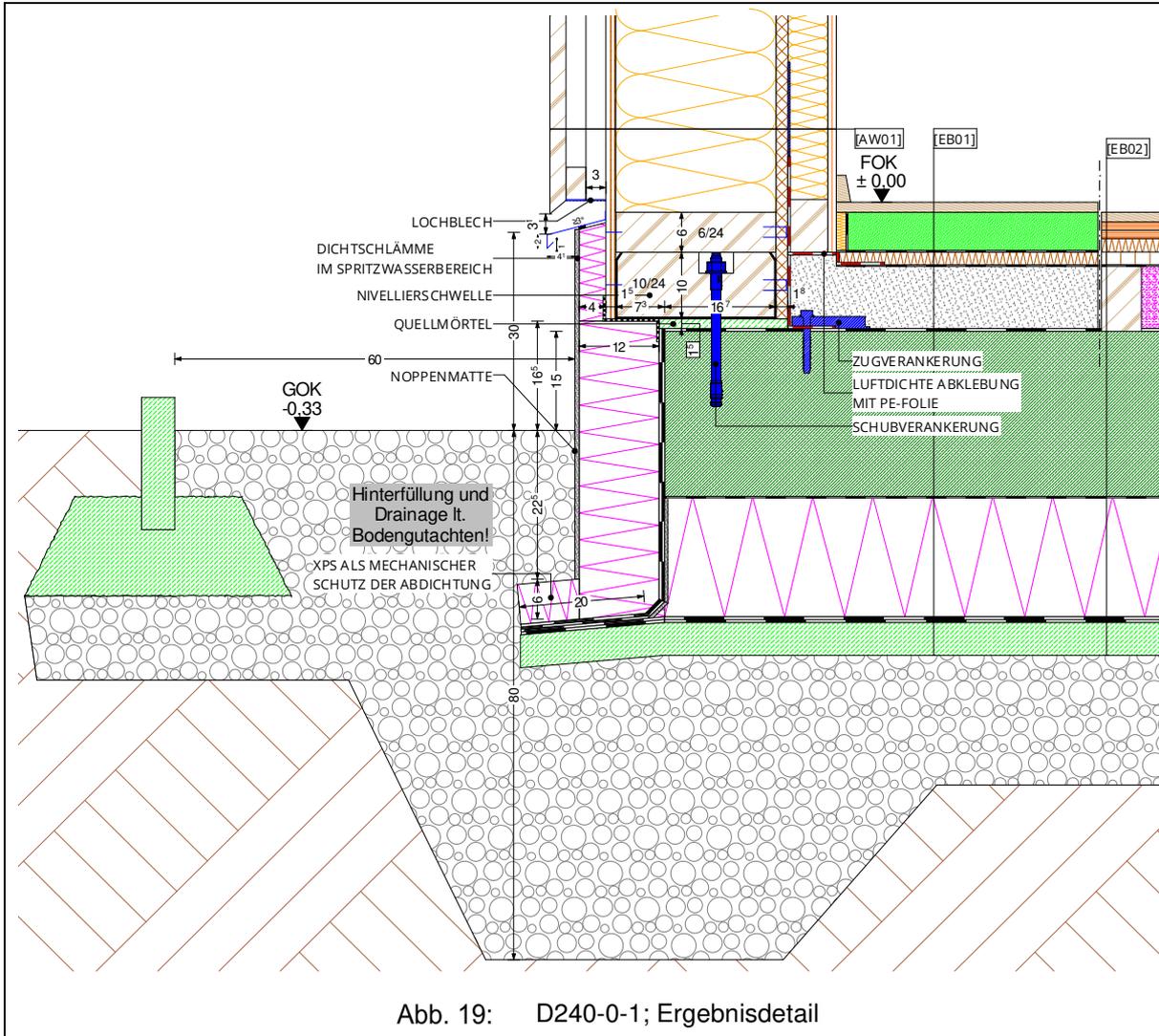
Bei dieser Ausführung bildet sich kein Kondensat. Durch die Verlegung des Dampfbremstreifens wird der Dampfstrom im Bereich der beiden Schwellen unterbrochen. Die maximale relative Feuchte beträgt 85 %.

VAR02 Berechnung ohne Frostschirm



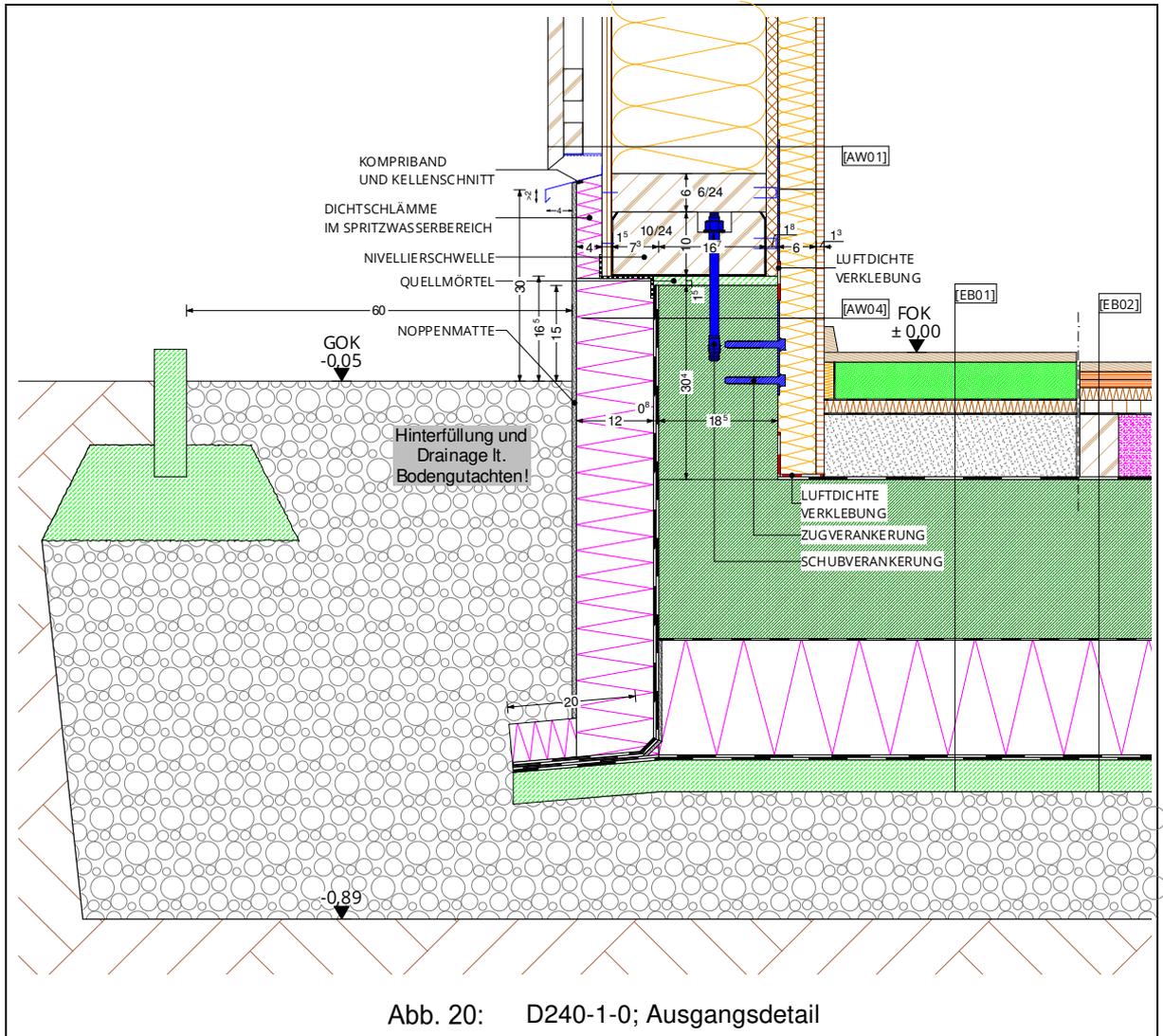
Die Berechnung zeigt eine minimale Reaktion der Temperaturen im Vergleich zu VAR01. Der Verlauf der Isothermen zeigt keinen Einfluss des Frostschirms auf den Temperaturverlauf in den Bauteilen. Es zeigt sich jedoch eine merkbliche Verschiebung der kalten Temperaturen im Erdreich unter der Bodenplatte, welche in Folge der Frost- und Tauperiode zu Volumsausdehnung und somit zu Bauschäden führt.

D240-0-1 Ergebnisdetail



5.5.2.3 Sockeldetail AW01-abgesenkt (D240-1-0)

VAR00: Ausgangsdetail D240-1-0



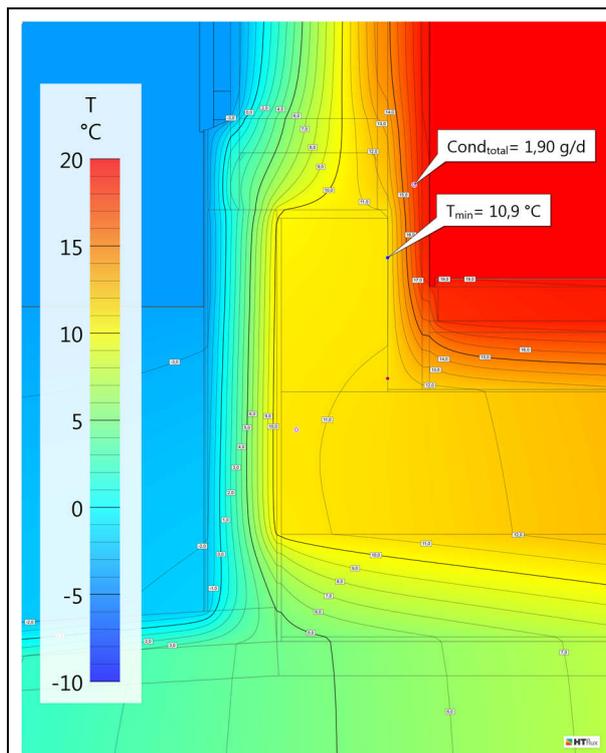


Abb. 21: D240-1-0; VAR00; Temperaturverteilung [KK]

Im Bereich des Betonsockels tritt Kondensat von 1,90 g/(d m) auf. Umgerechnet auf den Jänner und bezogen auf die betroffene Fläche sind dies 196,33 g/m². (Umrechnung siehe S. 37)

Die Berechnung zeigt den negativen Einfluss einer Innendämmung. Die Dämmung der Installationsebene dämmt die Temperatur des Innenraumes von der Oberfläche des Betonsockels weg. Da die Wärmedämmung diffusionsoffen ist, wird der Wasserdampfdiffusionsstrom nicht gebremst und trifft auf die kalte Oberfläche.

Um dies zu unterbinden, gibt es folgende Möglichkeiten:

- Außenliegenden Wärmeschutz verbessern
- Innenliegende Dampfbremse einsetzen
- Wärmere Oberflächentemperatur des Betonsockels

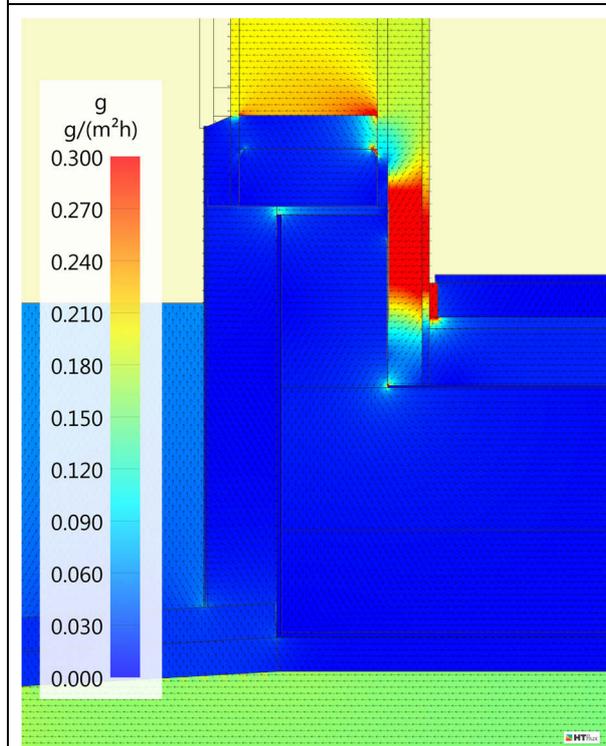


Abb. 22: D240-1-0; VAR00; Wasserdampf-Diffusionsstrom [KK]

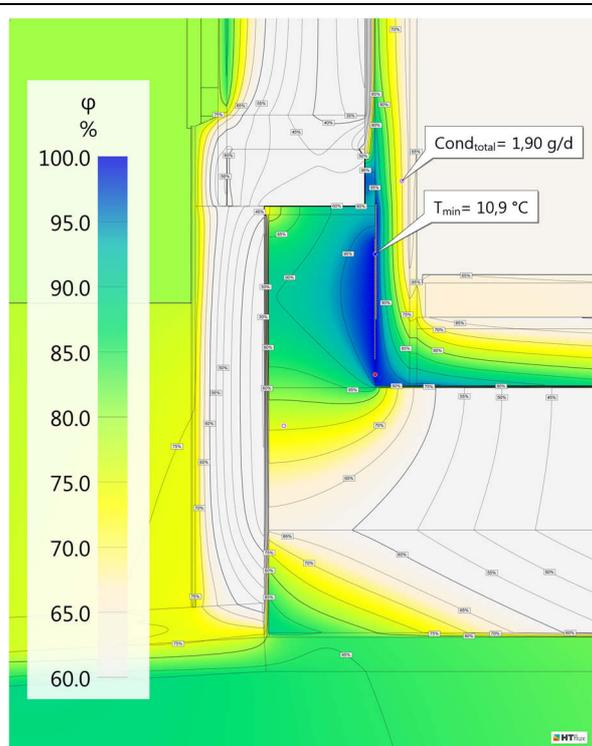


Abb. 23: D240-1-0; VAR00; Feuchteverteilung [KK]

Da es Ziel ist, keinen vorspringenden Sockel auszuführen, ist die außenliegende Verbesserung des Wärmeschutzes nur durch eine niedrigere Wärmeleitfähigkeit (= geringerer λ -Wert) des Dämmstoffes zu realisieren. Da dies zu höheren Kosten führt, wird versucht, das Kondensat durch die innenliegende Ausführung zu unterbinden.

Eine zusätzliche Dampfbremse an der Innenseite der Installationsebene im Bereich des Sockels wäre anzudenken, verkompliziert jedoch die Ausführung, und bietet auch durch mögliche beabsichtigte und unbeabsichtigte Durchdringungen eine weitere Fehlerquelle.

VAR01: Lufthohlraum in der Installationsebene

Die erste Möglichkeit, das System einfach zu optimieren, um an der Oberfläche des Betonsockels eine höhere Temperatur zu erreichen, ist im Bereich des Betonsockels keine Innenliegende Dämmung einzubauen. Da die Installationsebene im Bereich des Sockels nach Montage der Wand herzustellen ist, fällt kein zusätzlicher Aufwand in der Fertigung an.

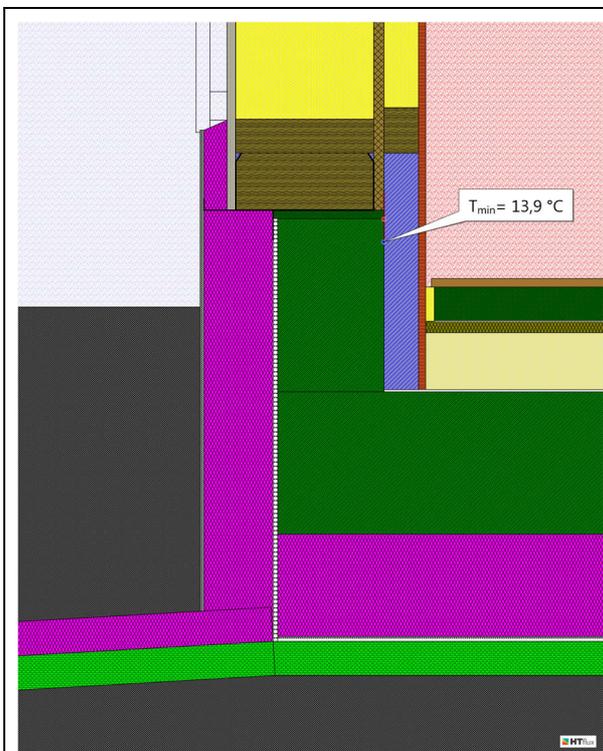


Abb. 24: D240-1-0; VAR01;
Materialansicht

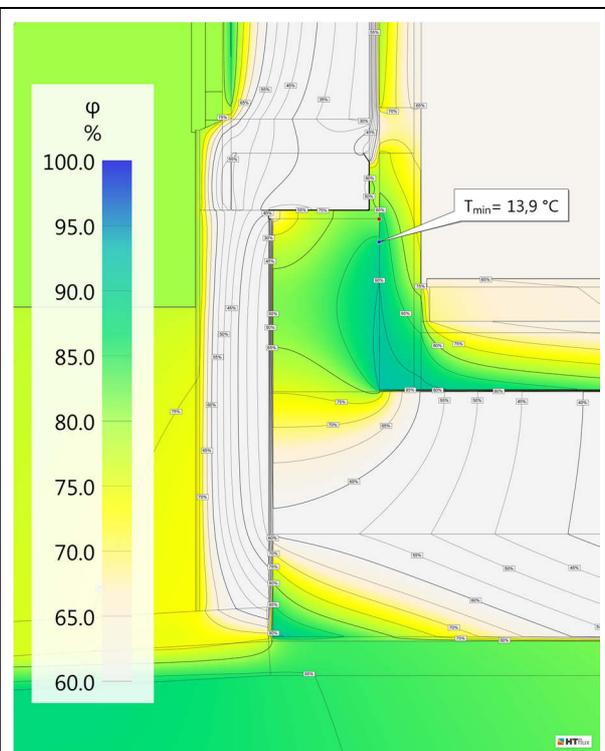


Abb. 25: D240-1-0; VAR01;
Feuchteverteilung [KK]

Bei dieser Ausführung tritt eine maximale relative Feuchte in der unteren Ecke von 90 % auf. Die Berechnung zeigt den erwarteten Effekt. Die Innenoberfläche des Betonsockels erwärmt sich auf eine Mindesttemperatur von 13,9 °C.

Der Sockel ist luftdicht abzukleben. Um eine überprüfbare luftdichte Gebäudehülle zu bilden, ist es möglich, an der Innenseite des Betonsockels eine Dampfbremse anzubringen.

VAR02 Ergebnisdetail: Anbringen einer Dampfbremse (sd= 10 m) an der Innenseite des Betonsockels

In der nächsten Berechnung wird über die gesamte Höhe des Betonsockels eine Dampfbremse mit einem sd-Wert von 10 m eingebaut.

Ein Nachteil bei dieser Ausführung ist die durch die Dampfbremse nicht mehr funktionierende Rück- bzw. Austrocknung des Betonsockels in den Innenraum.

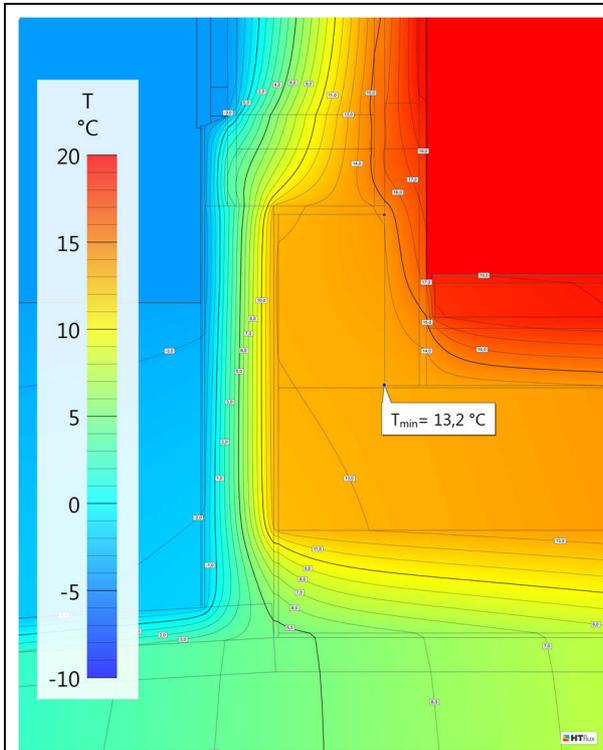
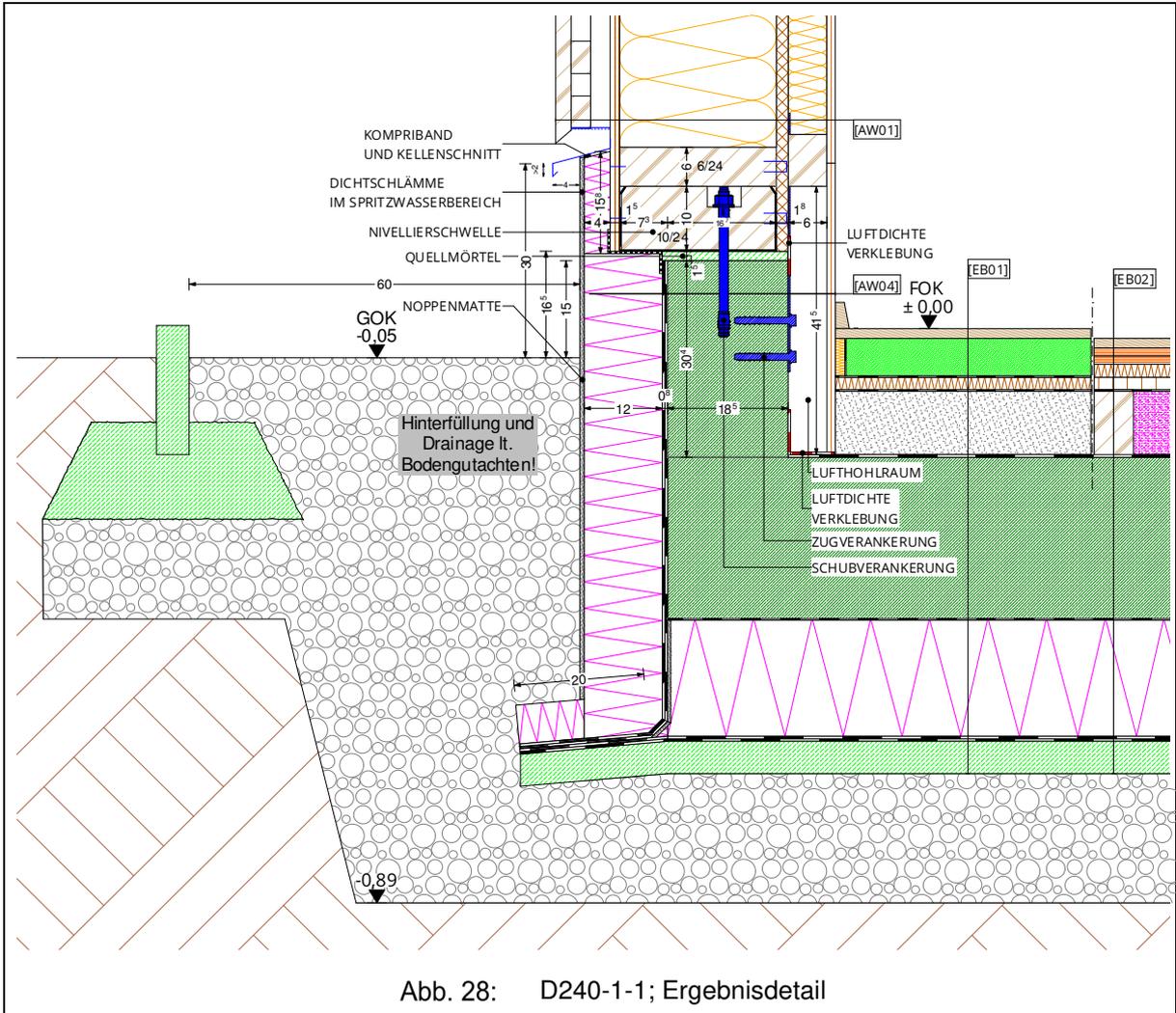


Abb. 26: D240-1-1; Ergebnisdetail; Temperaturverteilung [KK]



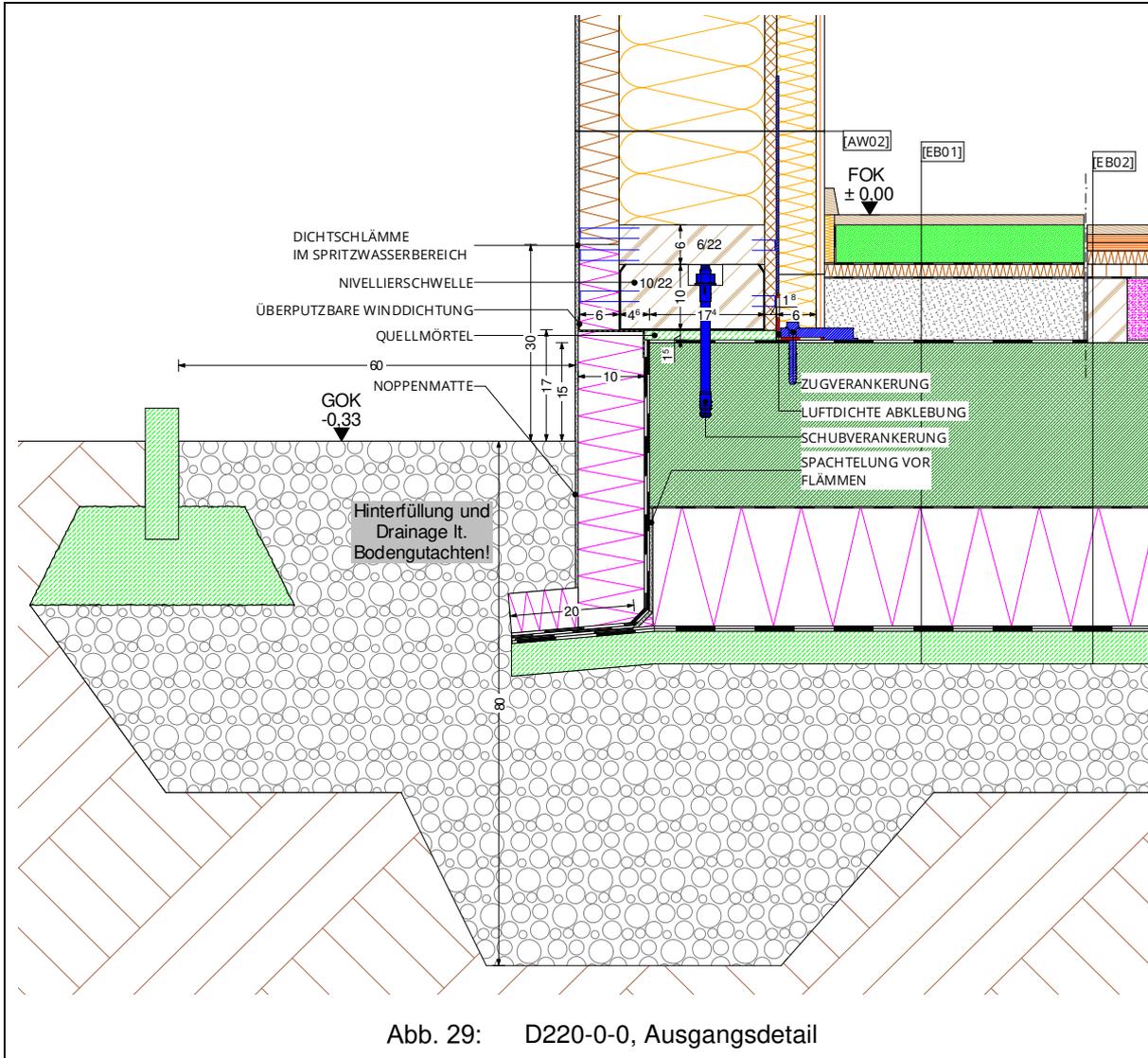
Abb. 27: D240-1-1; Ergebnisdetail; Feuchteverteilung [KK]

Ergebnisdetail D240-1-1



5.5.2.4 Sockeldetail AW02-standard (D220-0-0)

VAR00: Ausgangsdetail D220-0-0



Dieses Detail wurde nach den gleichen Punkten entworfen und optimiert wie das Detail D240-0-0 (S. 41)

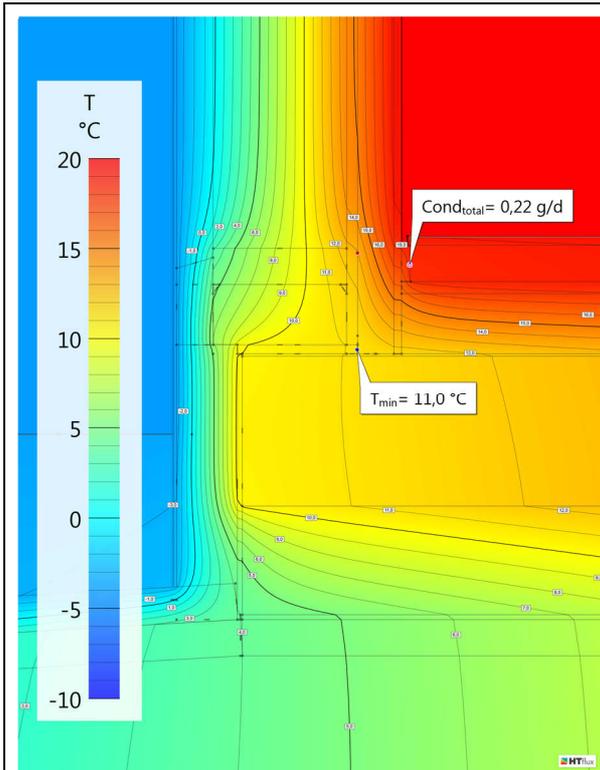


Abb. 30: D220-0-0; VAR00; Temperaturansicht; [KK]

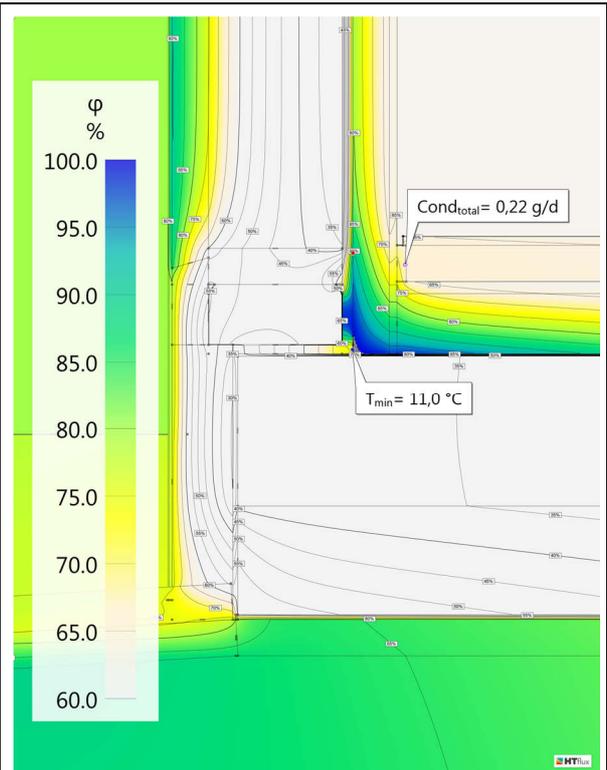


Abb. 31: D220-0-0; VAR00; Feuchteverteilung [KK]

VAR01 Ergebnisdetail D220-0-1

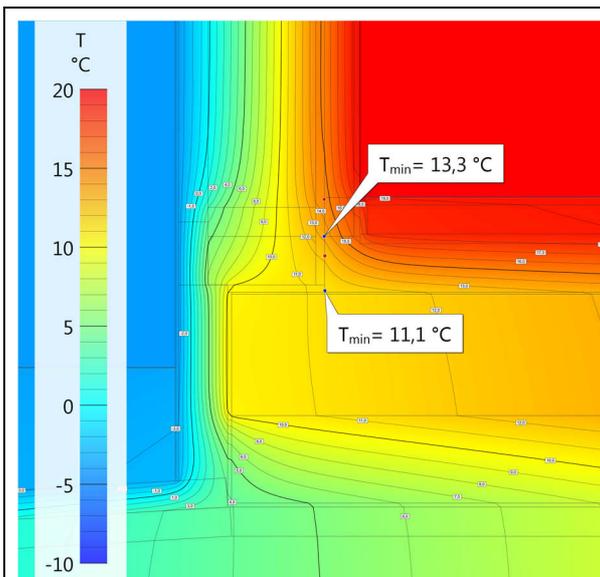


Abb. 32: D220-0-1; Ergebnisdetail; Temperaturverteilung [KK]



Abb. 33: D220-0-1; Ergebnisdetail; Feuchteverteilung [KK]

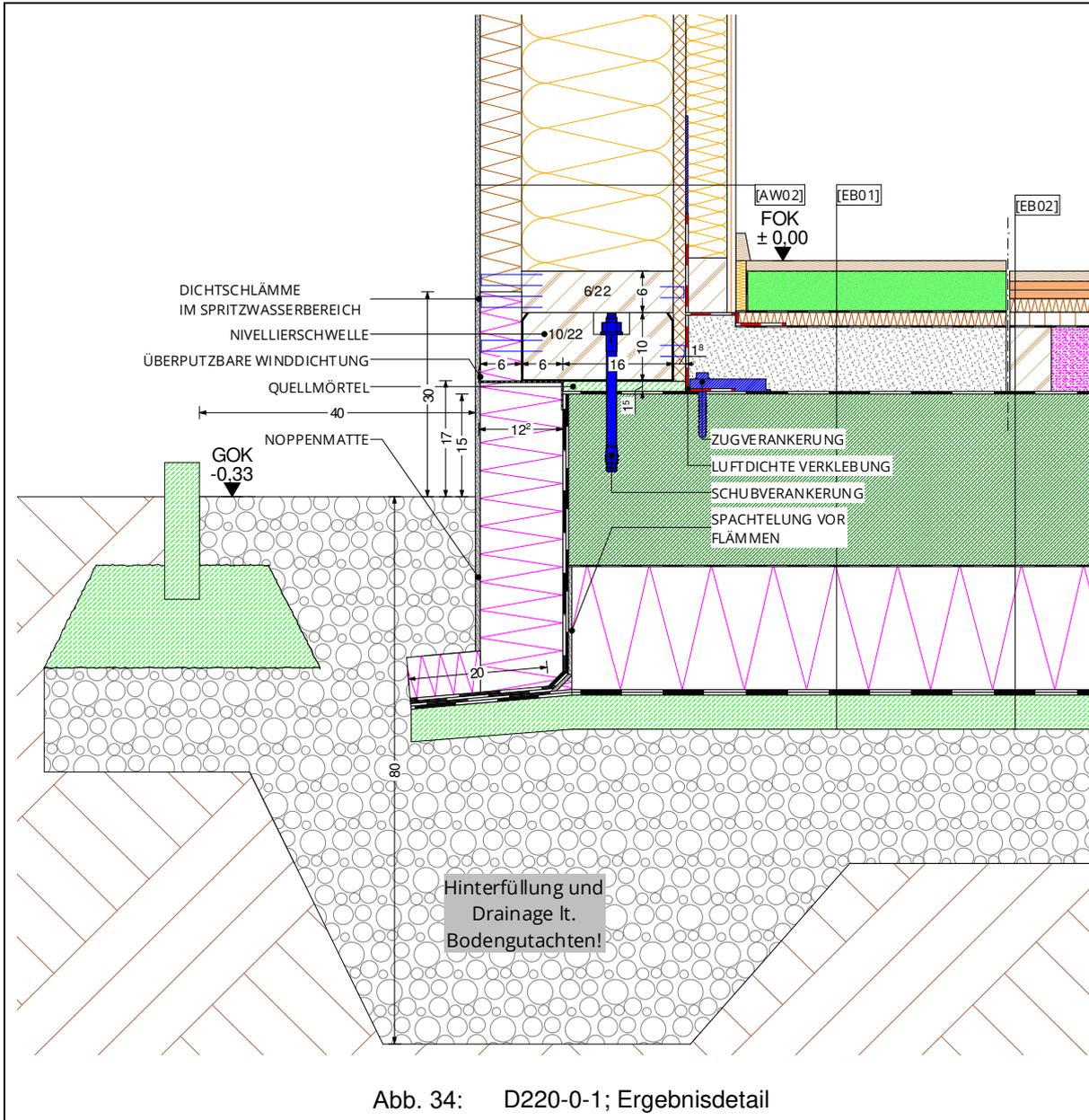


Abb. 34: D220-0-1; Ergebnisdetail

5.5.2.5 Sockeldetail AW02-abgesenkt (D220-1-0)

VAR00: Ausgangsdetail D220-1-0

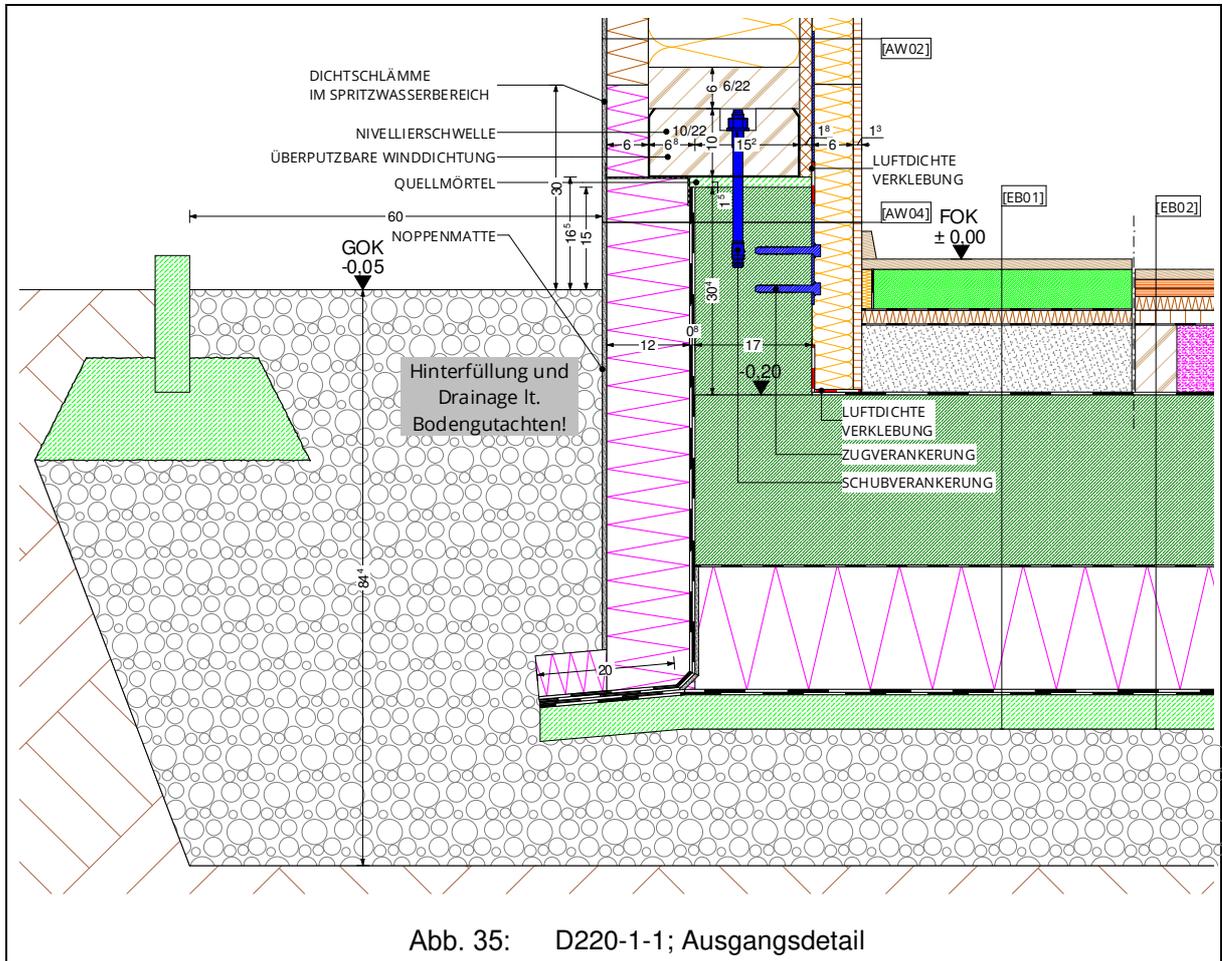
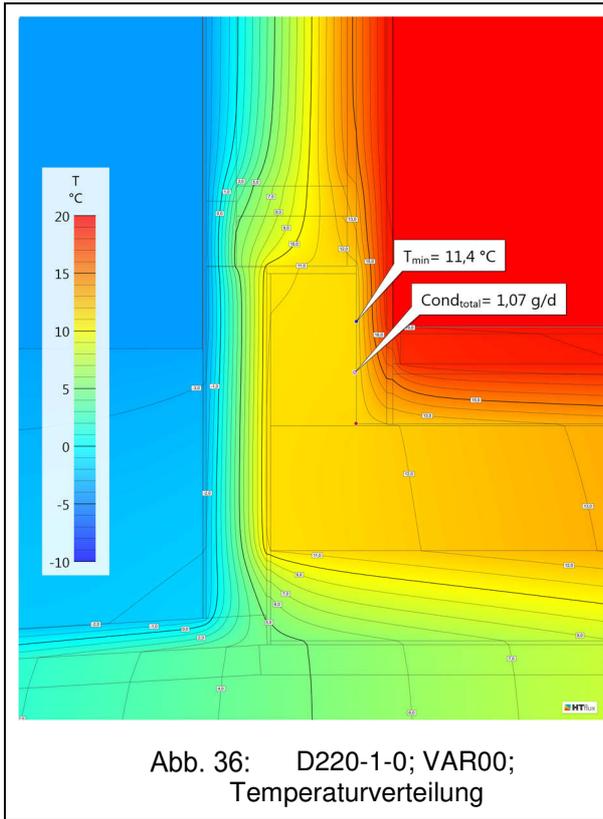


Abb. 35: D220-1-1; Ausgangsdetail

Dieses Detail wurde nach den gleichen Punkten entworfen und optimiert wie das Detail D240-1-0 (S. 45)



Die Berechnungsergebnisse zeigen ein ähnliches Bild wie die Ergebnisse aus D240-1-0. Das errechnete Kondensat fällt um 0,83 g/d geringer aus und die niedrigste auftretende Oberflächentemperatur ist mit +11,4 °C um 0,5 °C höher als in D240-1-0.

VAR01 Ergebnisdetail D220-1-1

Mit den gleichen Überlegungen wie in D240-1-0 wird ebenfalls ein Lufthohlraum in der Installationsebene im Bereich des Betonsockels gebildet.

Das Ergebnis zeigt eine maximal auftretende relative Feuchte von 85 %. Somit bildet sich kein Kondensat.

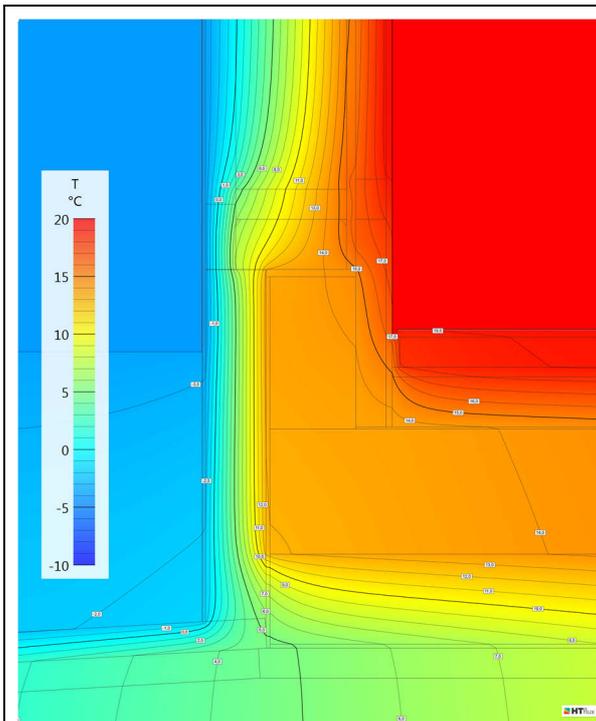


Abb. 38: D220-1-1; Ergebnisdetail;
Temperaturverteilung [KK]



Abb. 39: D220-1-1; Ergebnisdetail;
Feuchteverteilung [KK]

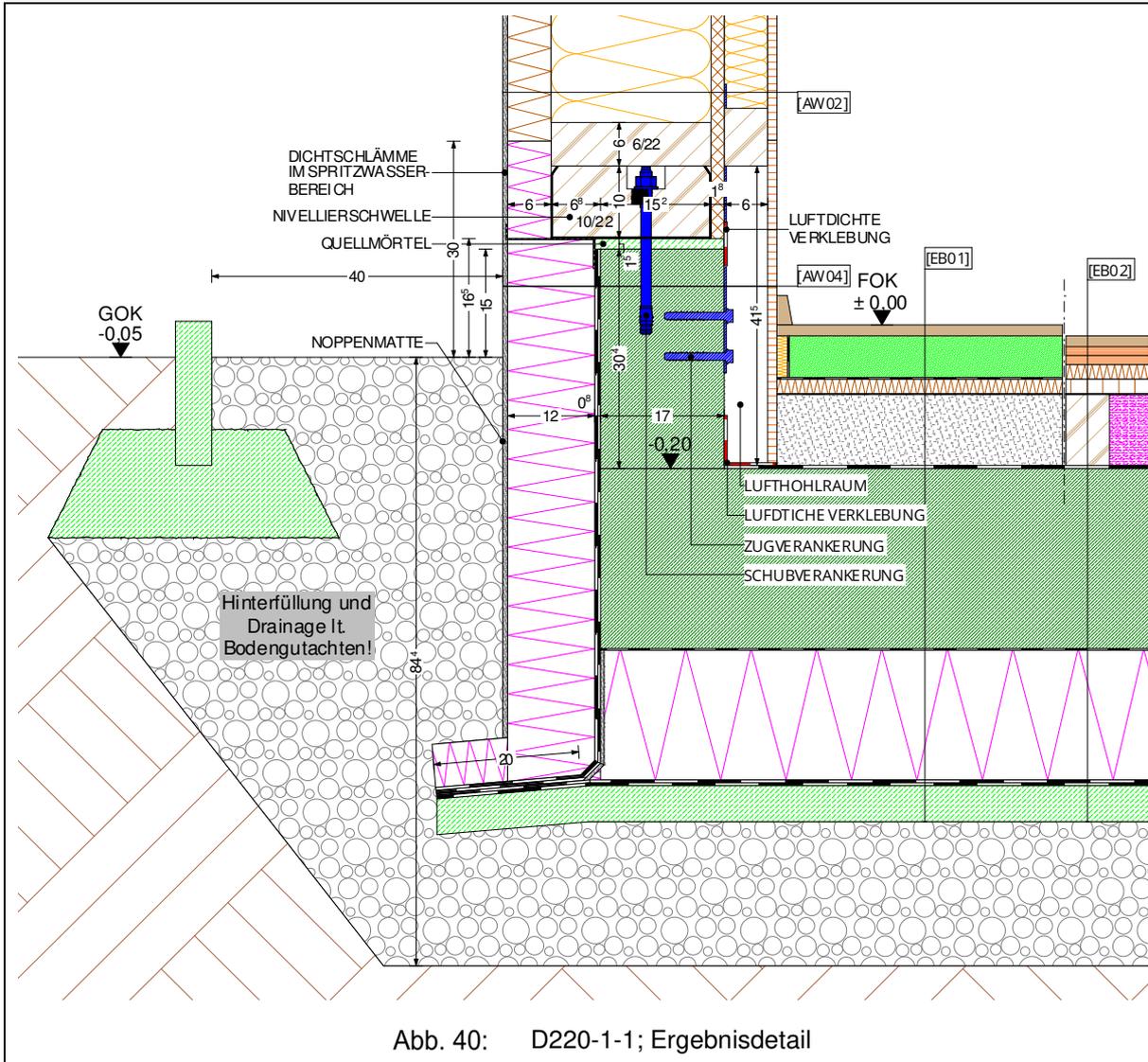


Abb. 40: D220-1-1; Ergebnisdetail

5.5.3 Geschoßstöße

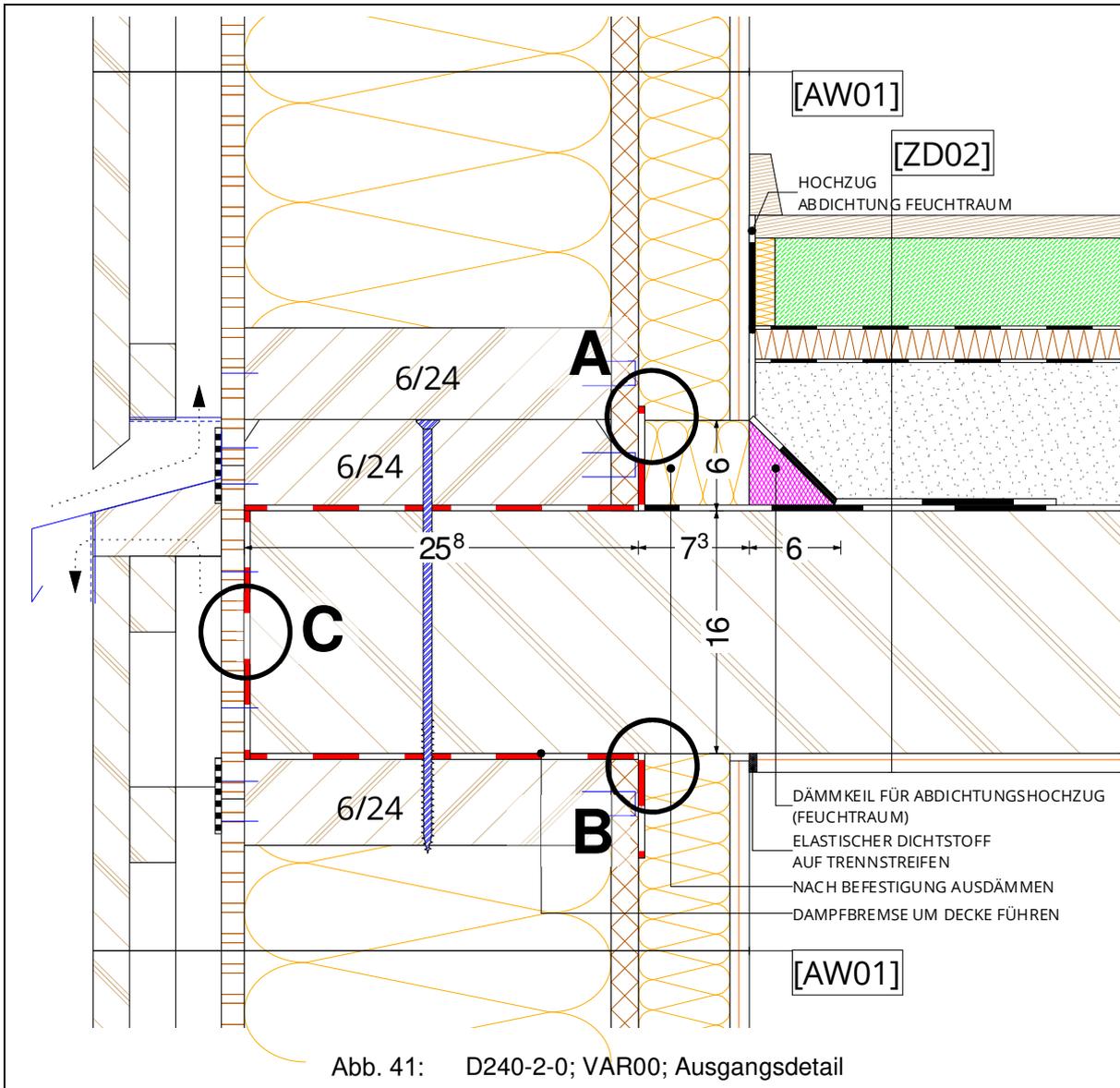
Allgemeine Anmerkungen:

Allgemein ist bei Deckenanschlüssen mit Brettsperrholzelementen auf die Fugen zwischen den Brettlamellen in der Decklage der Untersicht zu achten. Trotz Schmalseitenverklebung ist das Eindringen feuchter Raumluft aufgrund des Schwind- und Quellverhaltens des Holzes möglich. Vor allem bei auskragenden Decken in den Außenbereich ist hier die Luftdichtheit sicherzustellen, um Konvektionsschäden zu vermeiden.

Bei Fassaden aus Putzträgerplatten ist darauf zu achten, dass in den Dämmstoff keine Kräfte aus der Konstruktion eingeleitet werden, da sonst Risse oder so genannte Quetschfugen entstehen können. Vor allem beim Gebäudestoß sollte stirnseitig der Decke hinter der Putzträgerplatte ein Baustoff mit einer erhöhten Druckfestigkeit und geringem Quell- und Schwindverhalten eingebaut werden, um Quetschfugen im waagrechten Stoß der Putzträgerplatten zu vermeiden.

5.5.3.2 Geschößstoß AW01 (D240-2-0)

VAR00: Ausgangsdetail D240-2-0



Für dieses Detail werden die Bauteile AW01 und ZD02 bzw. ZD01 verwendet.

Im ersten Berechnungsdurchgang von VAR00 wird das Detail ohne innenliegende Abklebungen, die zu einer Steigerung der Luftdichtheit führen, berechnet. Dies hat auf die wärmetechnischen Berechnungen keine Auswirkungen. Die Feuchtigkeitsabdichtung wird in diesem Detail inklusive dem Hochzug modelliert. Die umlaufende Dampfbremse um das Deckenelement wird ebenfalls modelliert.

D240-2-0 zeigt das Ausgangsdetail in der Variante eines Nassraumes (Feuchtigkeitsabdichtung inklusive Hochzug). Dies stellt zwar nicht den Regelfall dieser Problematik dar, jedoch haben spätere Untersuchungen (D220-2-0) gezeigt, dass der Hochzug keine feuchtetechnischen Auswirkungen auf die relevanten Punkte A, B und C hat.

Montageablauf:

1. Montage der unteren Wand
2. Dampfbremse an die Innenseite der OSB-Platte kleben und auf die Außenseite der Wand schlagen.
3. Brettsperrholzdecke einheben und mit Wand verschrauben.
4. Dampfbremse auf die Decke schlagen und Nivellierschwelle setzen und verschrauben. Diese Nivellierschwelle übernimmt gleichzeitig die statische Aufgabe des Randbalkens.
5. Obere Wand einheben und Dampfbremse mit der OSB-Platte verkleben.
6. Im Bereich A wird die Gipsfaserplatte in der Fertigung nicht bis zur OK Rohbaudecke geführt, um nachträglich die OSB-Platte mit der Nivellierschwelle kraftschlüssig zu verbinden.
7. Außenseitig winddicht verkleben
8. Fassade schließen

Auf einen statisch als Verbundbalken wirkenden Randbalken wird hier verzichtet. Anders als bei AW02 (Putzträgerplatte) können sich bei hinterlüfteten Holzfassaden aufgrund der Detailausbildung und des verwendeten Fassadenbaustoffes keine Quetschfalten entstehen. Den statischen Verbund der Deckenscheiben übernimmt hier die Nivellierschwelle.

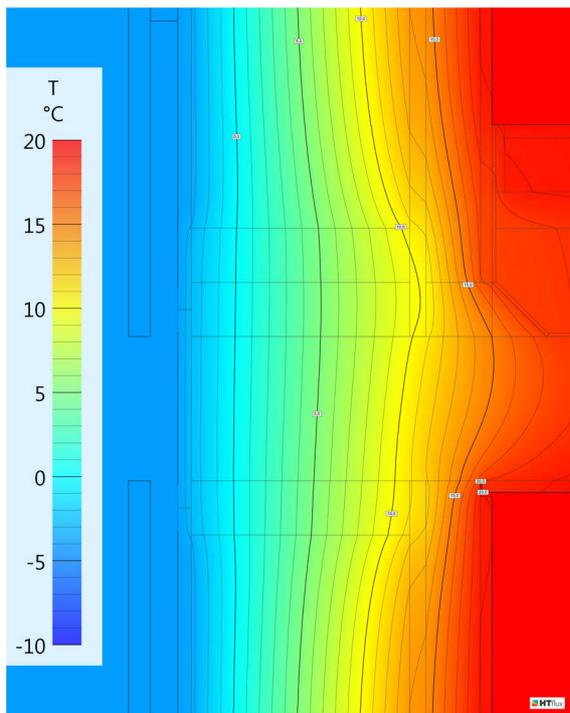


Abb. 42: D240-2-0; VAR00; Temperaturverteilung [KK]

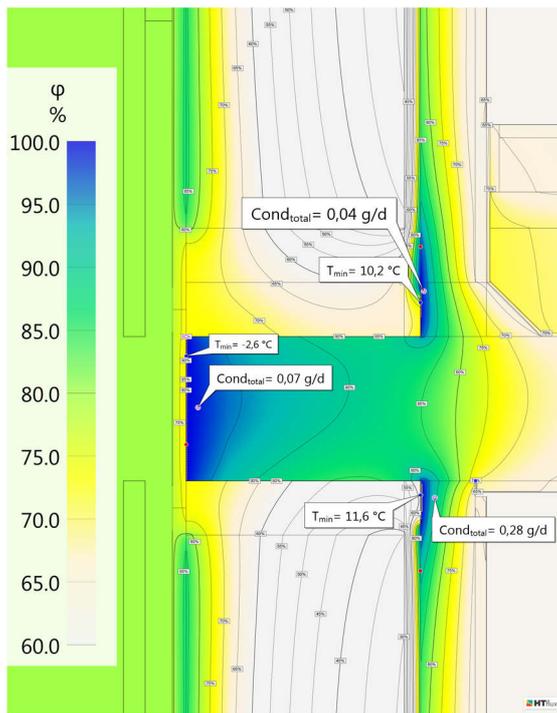


Abb. 43: D240-2-0; VAR00; Feuchteverteilung [KK]

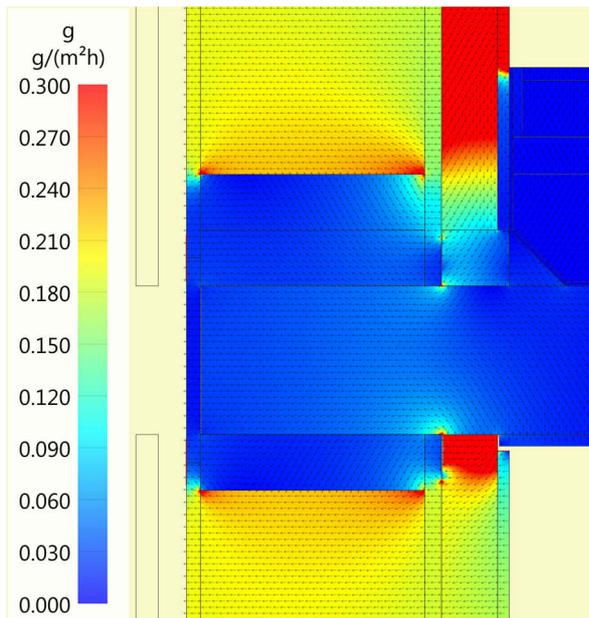


Abb. 44: 240-2-0; VAR00; Wasserdampf-Diffusionsstrom; [KK]

Die Temperaturverteilung zeigt eine Verringerung der Temperatur in Richtung des CLT-Deckenelementes.

In den Punkten A, B und C bildet sich, aufgrund der niedrigen Temperaturen in Kombination mit dem dort auftretenden Dampfdruck, rechnerisch Kondensat. Im Punkt C ist vor allem die Lage der Dampfbremse im kalten Bereich problematisch.

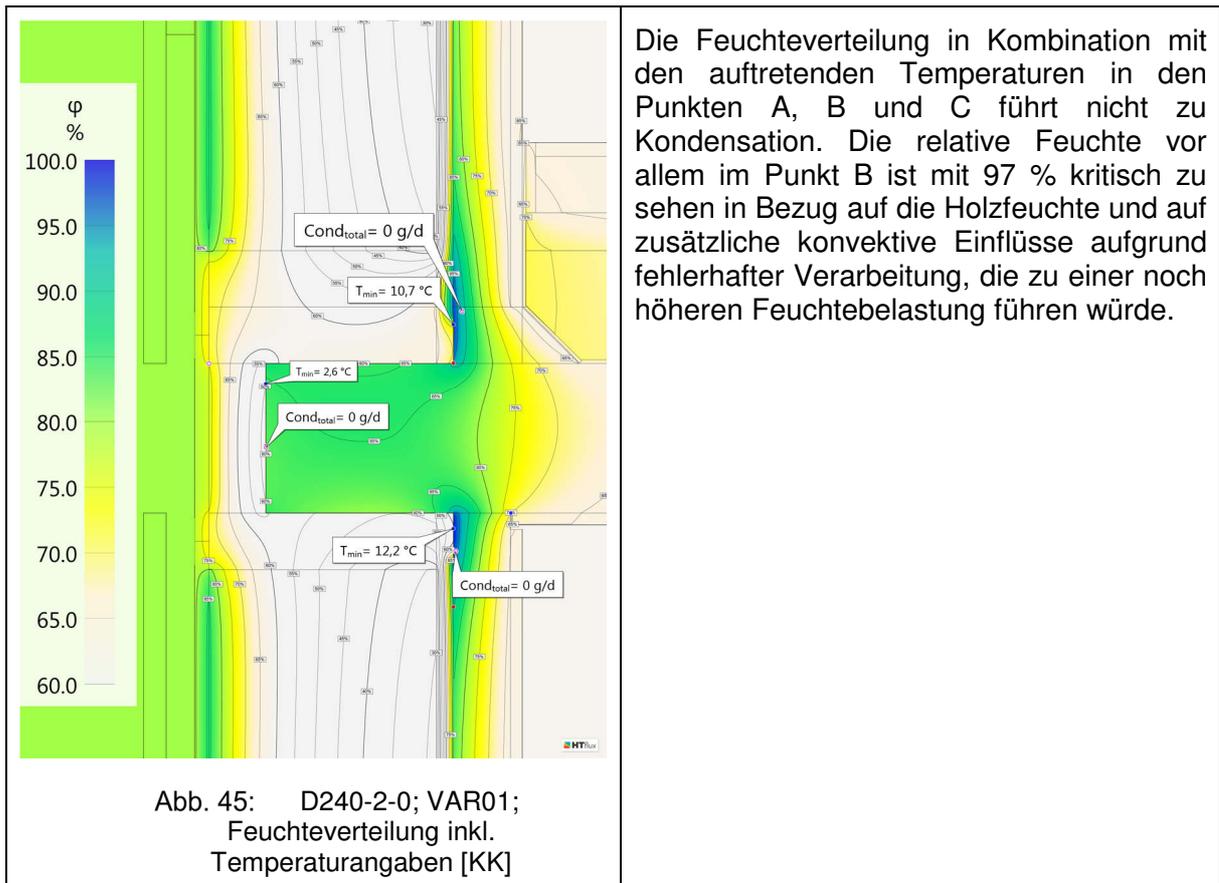
Am Bild der Feuchteverteilung und dem Diffusionsstrom ist die dampfbremsende Wirkung der Dampfbremse gut erkennbar. Vor allem der Dampfstromverlauf in der unteren Innenecke verdeutlicht dies anschaulich.

Am Wasserdampf-Diffusionsstrom zeigt sich bis zu einer Höhe von 14 cm über

fertiger Fußbodenoberkante (FFOK) ein erhöhter Dampfstrom. Es bilden sich in den Eckpunkten der Bauteile, die an Bauteile mit einer niedrigeren Wasserdampfdurchlässigkeit grenzen, als auch an den Enden der Dampfbremse Dampfstrommaxima (rot) aus.

VAR01: Einsetzen einer Deckenstirndämmung

Im Stirnbereich der Decke wird eine 6,0 cm Starke Dämmung (Mineralwolle) eingesetzt um eine höhere Temperatur bei der Dampfbremse zu erreichen. Ein inneres Abkleben ohne außenliegende Maßnahmen, zur Sicherstellung der Winddichtheit, des Stoßes Decke-Außenwand ist aufgrund der möglichen Konvektionsschäden nicht zu empfehlen. Trotz der Abklebung bildet sich im Deckenelement ein Dampfstrom aus, der im Bereich der Deckenstirn zu Kondensat führen würde.



VAR02: Ausbildung der Kopfschwelle als Überzug

Um Fenster- und Türstürze nicht wärmetechnisch noch mehr zu schwächen und den Fertigungsprozess zu optimieren, wird die Kopfschwelle in der jeweiligen Wand als durchgehender Unterzug statisch ausgebildet. Dies hat den Vorteil, dass die Sturzbereiche wärmetechnisch optimiert werden können ohne statische Faktoren berücksichtigen zu müssen. Die Höhe der Kopfschwelle wird mit einer Höhe von 16,0 cm in VAR02 modelliert.

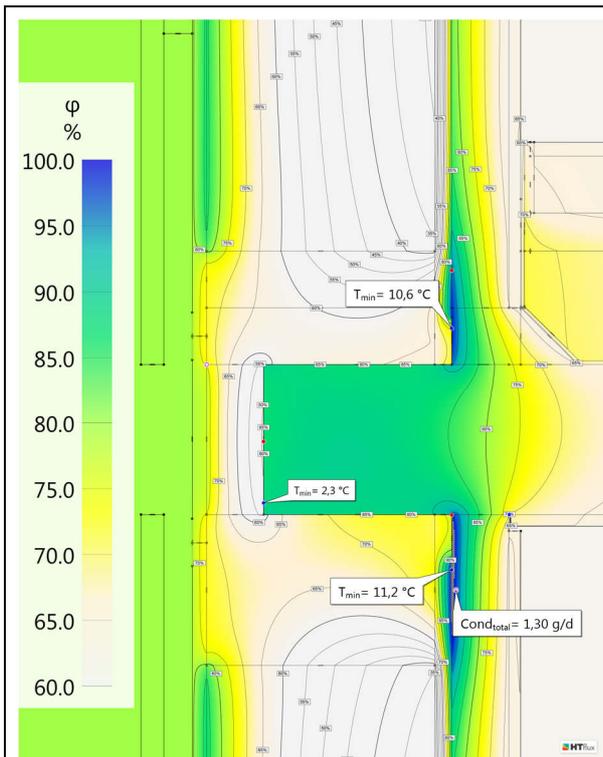


Abb. 46: D240-2-0; VAR02;
Feuchteverteilung [KK]

Im Punkt B kommt es zu sehr hohem Kondensatausfall an der OSB-Platte von 1,3 g/(d m) (Gramm pro Tag und Laufmeter). Dies würde für den Bereich der OSB-Platte, an dem das Kondensat berechnet wurde, ($h=13,2$ cm) eine Erhöhung der Baustofffeuchte von 3,13 % allein im Jänner ergeben. (S. 37)

Durch die Regelung lt. 8.3 in der ÖNORM B 8110-2 [10] ist die Grenze für Holz und Holzwerkstoffe von 3 % überschritten, die auch im Fall einer gänzlichen Rücktrocknung nicht zu überschreiten ist. (Siehe S.36)

Um jedoch die statische Höhe des Überzuges zu nutzen, wird versucht, diese Kondensation mit einer außenliegenden Dämmung der Kopfschwelle zu vermeiden.

VAR03: Dämmung der Kopfschwelle

Mit der ermittelten Dämmstärke von 8,0 cm (Mineralwolle) wird eine Kondensation im Punkt B vermieden. Die Temperatur im Punkt B beträgt nun +12,2 °C. Es ist jedoch eine erhöhte relative Feuchte von 95 % in den Punkten A und B ersichtlich.

VAR04: Erhöhung der Kopfschwellendimension

Um größere Wandöffnungen überspannen zu können, wird eine höhere Kopfschwelle von 22,0 cm modelliert.

Es bildet sich kein Kondensat im Punkt B. Jedoch liegt die relative Feuchte im Punkt B bei 99 % im Punkt B und im Punkt A bei 95 %.

VAR05: Luftraum in der Installationsebene

Um die hohe relative Feuchte in den Punkten A und B zu vermeiden bzw. geringer zu halten, müsste entweder die Konzentration des Diffusionsstroms „umgeleitet“ oder die Temperaturen in den betreffenden Punkten erhöht werden. Den Diffusionsstrom umzuleiten ist ausführungstechnisch schwierig und ruft ein erhöhtes Fehlerpotential in der Ausführung hervor. Es wird versucht, in den Punkten die Temperatur zu erhöhen, indem im Punkt A die Dämmung

hinter dem Dämmkeil entfernt wird und im Punkt B ein 4,0 cm hoher Luftraum anstatt des Dämmstoffes modelliert wird.

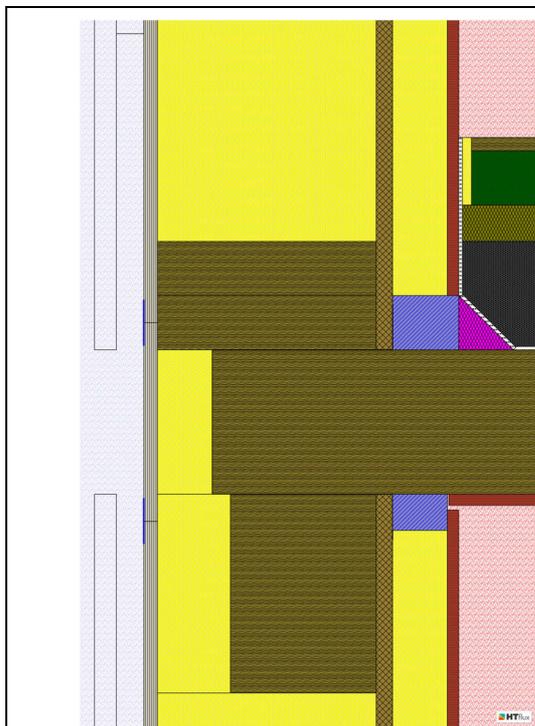


Abb. 47: D240-2-0; VAR05;
Materialansicht

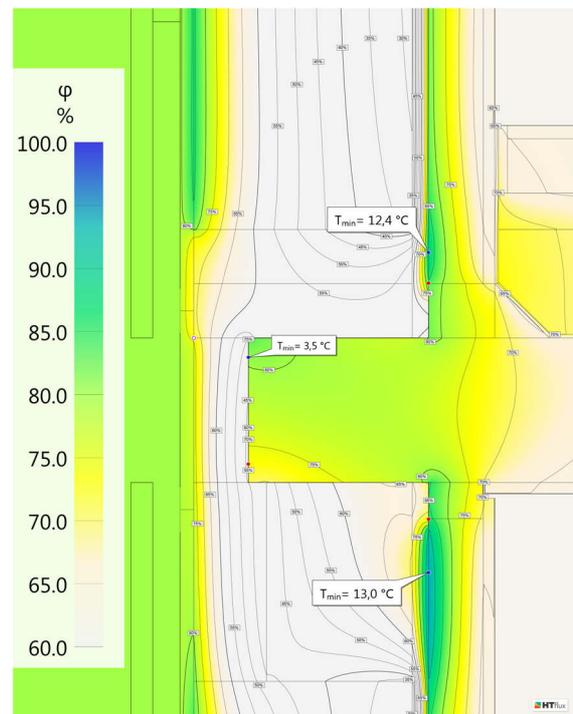


Abb. 48: D240-2-0; VAR05;
Feuchteverteilung [KK]

Im Punkt A zeigt sich dieser Effekt und wirkt sich auch in Form einer relativen Feuchte von nur noch 85 % aus.

Im Punkt B zeigt sich lediglich eine Verschiebung der erhöhten relativen Feuchte. Das Maximum von rund 95 % bleibt bestehen.

VAR06: Rand- und Schwellendämmung mit verbessertem Lambdawert

Diese Variante ist vom Aufbau her gleich VAR04. Es gibt keine Lufthohlräume. Der Lambdawert der außenseitigen Dämmung (Mineralwolle) des Randbalkens und der Kopfschwelle wurde von 0,039 W/(mK) auf 0,035 W/(mK) verbessert.

Im Punkt A reduziert sich die relative Feuchte auf 85%. Im Punkt B ist keine Verbesserung ersichtlich. Temperatur im Punkt B: +12,3 °C.

VAR07: Maßnahmen zur Erhöhung der Temperatur im Punkt B

Verschiedene Kombinationen der Dämmung von Randbalken, Kopf-, und Nivellierschwelle werden untersucht, um eine höhere Temperatur im Punkt B zu erhalten, da sich der Diffusionsstrom und dessen Konzentration im Bereich B nicht ohne zusätzliche Maßnahmen ändert. Den Haupteinfluss bildet die Ablebung der Dampfbremse an der OSB-Platte, da diese ein Aufstauen des Dampfstromes verursacht. Ein Entfernen der Dampfbremse würde jedoch

die Gefahr der Konvektion erhöhen und ist nicht zu empfehlen. Die Luft- und Winddichtheit mit Butylbändern anstatt der Dampfbremse herzustellen, ist nach den Überlegungen auf S. 57 bei Brettsperrholzelementen nicht zu empfehlen.

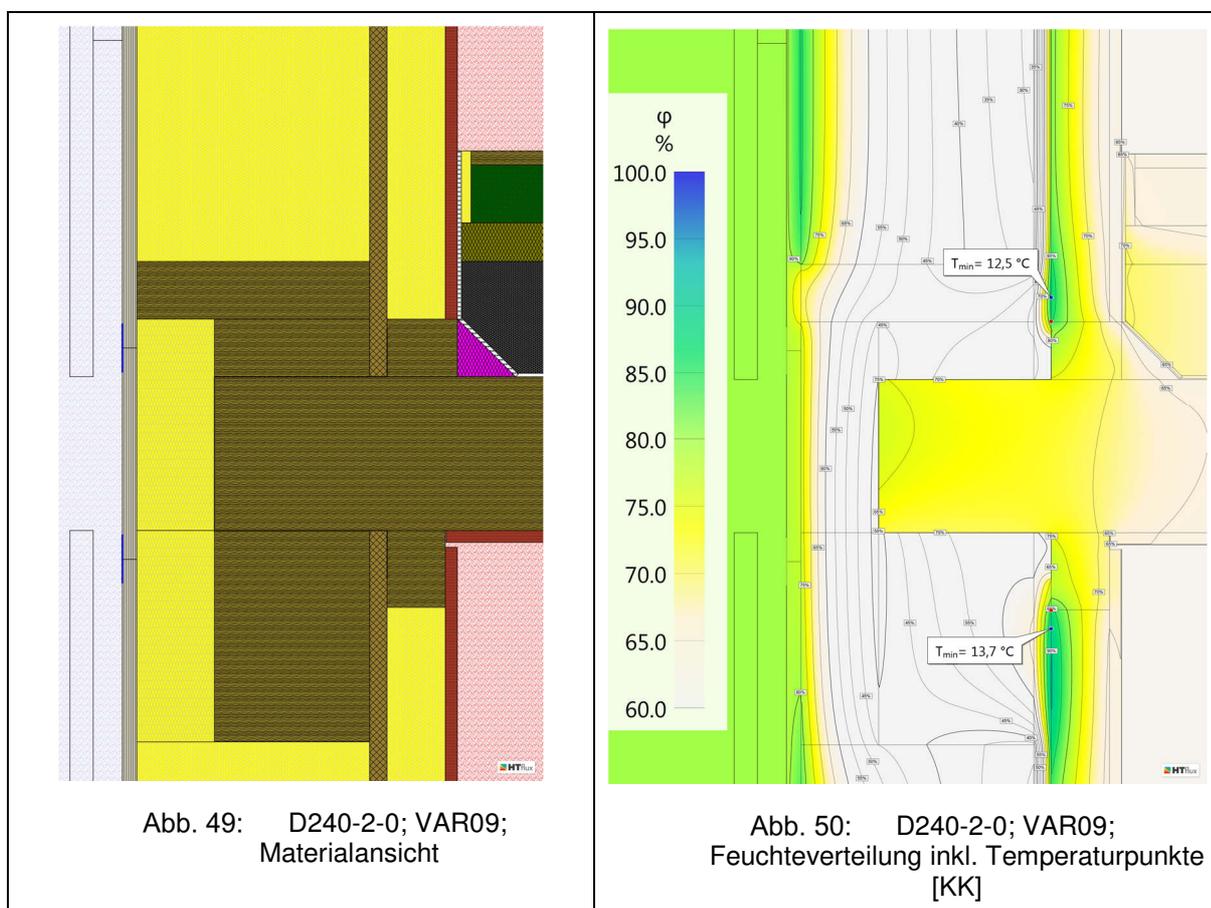
Bei einer Dämmung (Mineralwolle, $\lambda=0,039 \text{ W}/(\text{mK})$) von 8,0 cm der Nivellierschwelle, des Randbalkens und der Kopfschwelle erreicht die Temperatur im Punkt B 12,6 °C. Selbst bei einer Verringerung der Kopfschwelle auf eine Höhe von 16,0 cm stellt sich die gleiche Temperatur ein. Die erhöhte relative Feuchte von 95 % ist weiterhin vorhanden.

VAR08: Ecke der Gipsfaserplatten schließen

Mit dem Schließen der unteren Ecke der Gipsfaserplatten zeigt sich zwar eine gleichmäßigere Verteilung des Dampfstromes, die erhöhte relative Feuchte von 95 % bleibt bestehen. Um weiter den kritischeren Ausgangspunkt zu betrachten werden die folgenden Berechnungen wieder mit offener Ecke ausgeführt.

VAR09: Kantholz in den Eckbereichen

In den beiden Innenecken der Wand-Deckenstöße werden Kanthölzer mit den Abmessungen 6x8 cm montiert. Dies resultiert aus der Überlegung den Wärmestrom in dem feuchtekritischen Bereich zu erhöhen um dort jeweils die Temperatur zu erhöhen und gleichzeitig den Dampfstrom lokal zu bremsen.



Das Bild der Feuchteverteilung bestätigt diese Überlegung. In beiden Bereichen erhöht sich die Temperatur und die relative Feuchte sinkt.

Im Punkt B erhöht sich die Temperatur um ca. 1 °C auf +13,7°C.

Die Kanthölzer ermöglichen auch eine mechanische Befestigung der Dampfbremse zusätzlich zur Abklebung und in der oberen Ecke eine bessere Montage des Dämmkeils im Falle eines Hochzuges.

VAR10: Zusätzlicher Installationskanal in der unteren Innenecke.

Um den Effekt aus VAR05 des Lufthohlraumes zu nutzen, wird im Punkt B ein Kantholz 6,0 cm unter der Deckenunterkante montiert, um einen Lufthohlraum zu schaffen, welcher als Installationsraum (Ringleitung) für Elektroinstallationen genutzt wird.

In der Berechnung tritt trotz dieser Maßnahme unter dem Kantholz eine erhöhte relative Feuchte von 90% auf.

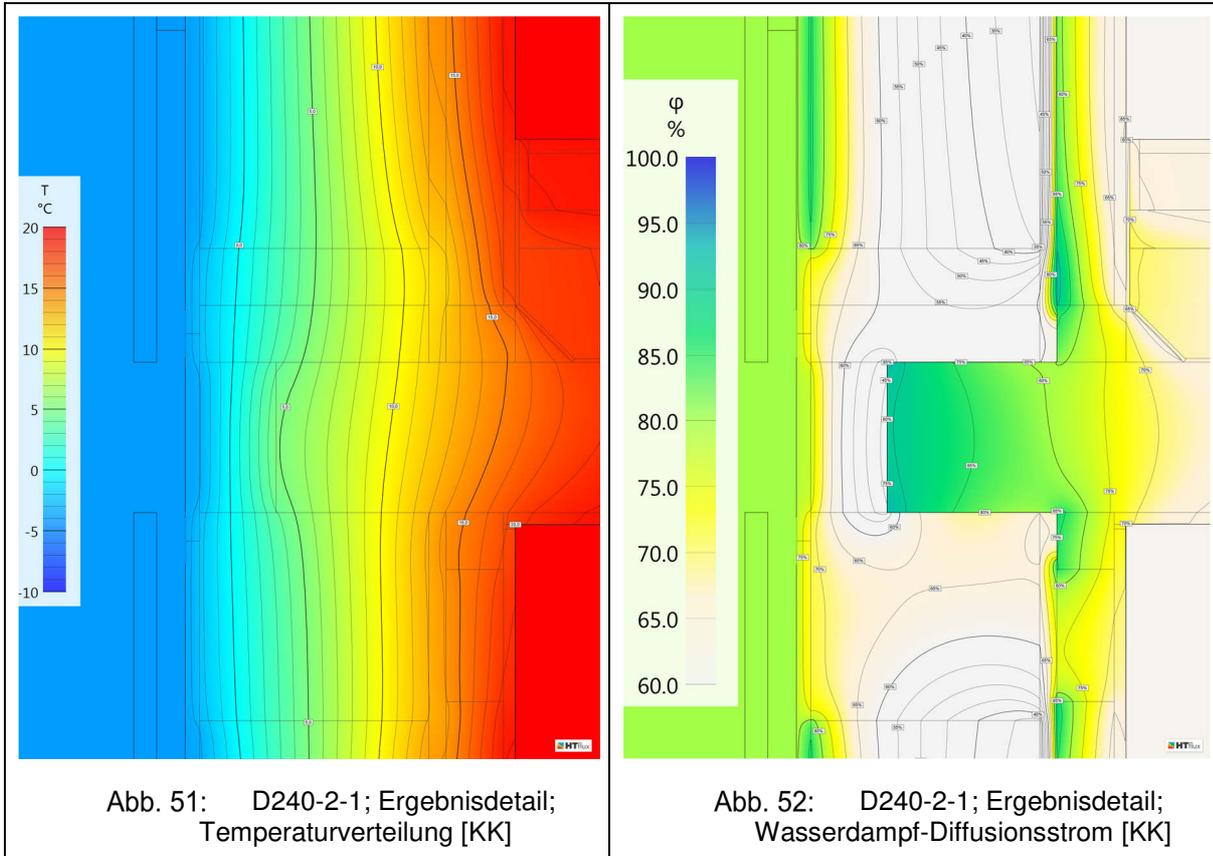
Das Kantholz wird auf eine Höhe von 12,0 cm vergrößert. Diese Maßnahme (VAR11) entschärft die Situation auf eine maximale relative Feuchte von 85 %.

VAR12: Deckenstirndämmung inkl. Installationskanal und Kantholz

Das Detail wird abschließend ohne Dämmung der Kopfschwelle und ohne Dämmung der Nivellierschwelle berechnet. Deckenstirndämmung mit einer Stärke von 6,0 cm (Mineralwolle $\lambda=0,039 \text{ W/(mK)}$) und der Installationskanal mit darunter liegendem Kantholz werden modelliert.

Die Berechnung zeigt, dass dies ausreicht, um eine Kondensation im Bauteilinneren zu vermeiden. Die relative Feuchte in der Innenecke weist ein Maximum von 85 % auf. Jedoch steigt die relative Feuchte im Punkt C auf 95 % an.

Ergebnisdetail D240-2-1



Die Untersuchungen zeigen, dass eine Randbalkendämmung (Mineralwolle $\lambda=0,035 \text{ W}/(\text{mK})$) von 8,0 cm in Kombination mit dem Installationskanal inkl. dem Kantholz als sinnvollste Kombination zu wählen ist, um auch bei hoher Dimensionierung der Kopfschwelle eine Kondensation im Bauteilinneren zu vermeiden.

Das Kantholz an der Deckenoberkante hinter dem Dämmkeil zeigt sich in den Berechnungen als Optimierung und erleichtert die Montage des Dämmkeils.

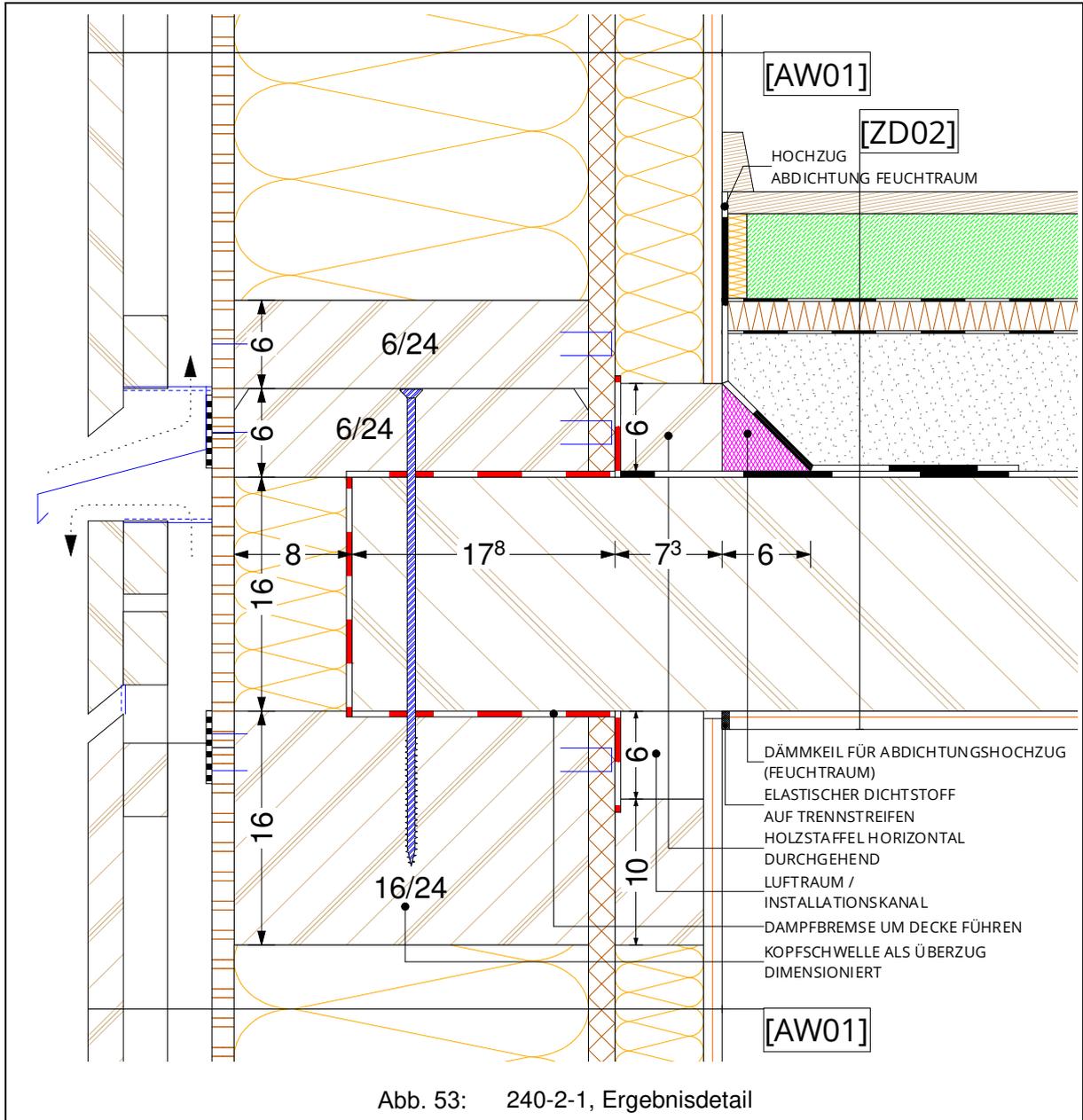
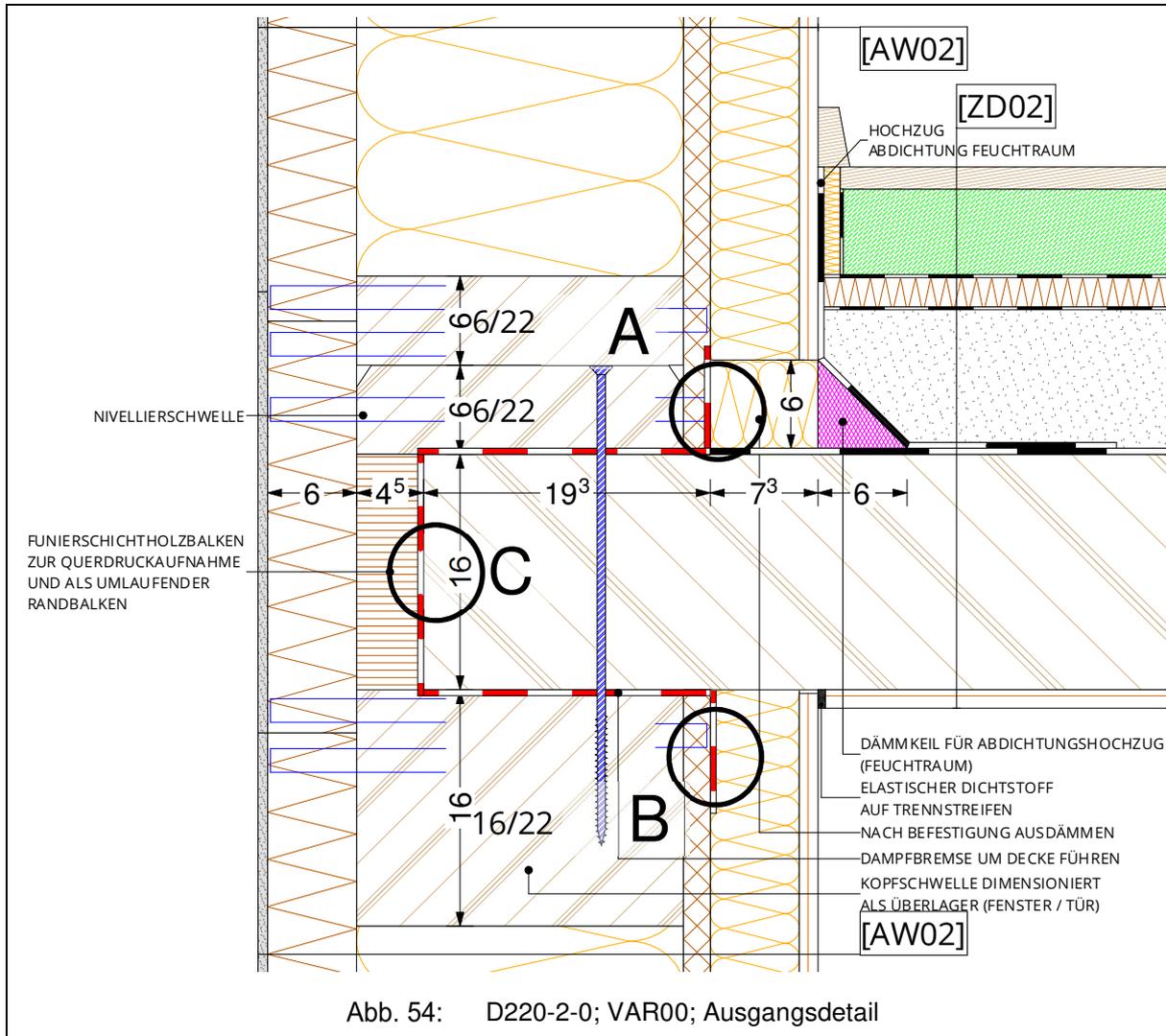


Abb. 53: 240-2-1, Ergebnisdetail

5.5.3.3 Geschoßstoß AW02 (D220-2-0)

VAR00: Ausgangsdetail D220-2-0



Bei dieser Detaillösung fließen die bereits gemachten Kenntnisse aus den Berechnungen von D240-2-0 mit ein. Der Montageablauf ist analog D240-2-0.

Das Detail wurde in HTflux von Anfang an mit einer Fuge in der unteren Gipsfaserecke modelliert, um einen erhöhten Feuchteintrag darzustellen. Dies soll auftretende Risse bzw. das Ausführen einer Schattenfuge sowie Ausführungstoleranzen modellieren. An der Oberkante der Brettsperrholzdecke wird die Feuchtigkeitsabdichtung für den Nassraum hier vorerst nicht berücksichtigt, da dies nicht den überwiegenden Regelfall darstellt. Die Trennlagen (Folien) ober der Schüttung und der Trittschalldämmung werden nicht bis zur Kante der Gipsfaserplatte modelliert, um einen höheren Feuchteintrag zu erreichen (Ausführungstoleranzen).

Bei dieser Detaillösung wird ein Randbalken aus Funierschichtholz druckfest eingebracht, um Quetschfalten durch Quell- und Schwindverhalten der Holzkonstruktion zu vermeiden.

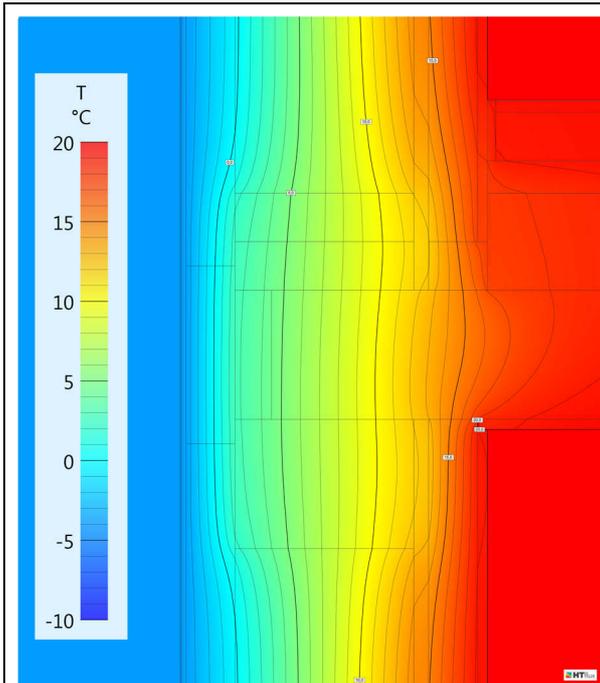


Abb. 55: D220-2-0; VAR00;
Wasserdampf-Diffusionsstrom [KK]

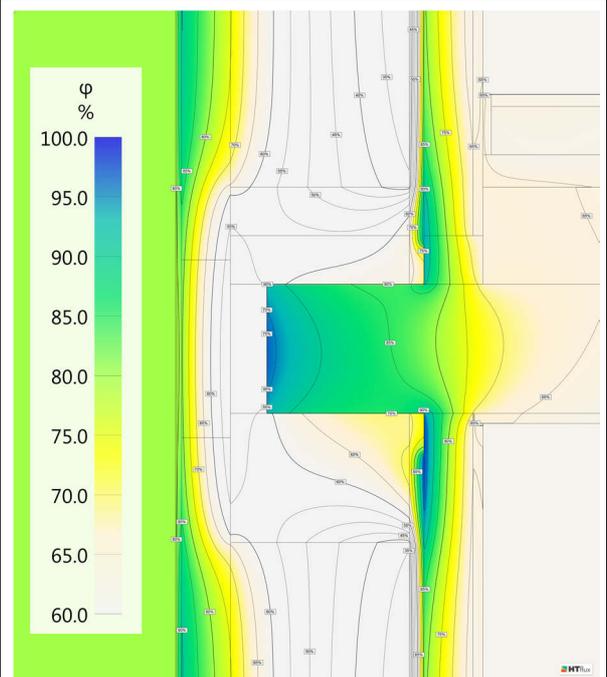


Abb. 56: D220-2-0; VAR00;
Feuchteverteilung [KK]

Punkt B: Es ist ein erhöhter Wasserdampf-Diffusionsstrom erkennbar. Dies verursacht eine Erhöhung der relativen Feuchte auf 95 % im Punkt B, das jedoch nicht zu Kondensat führt. An dem unteren Ende der Dampfbremse bildet sich ein Maximum des Dampfstroms aus. Es zeigt sich ein abnehmender Dampfstrom und eine Stauung vor der Kombination von OSB-Platte und Kopfschwelle (dampfbremsende Wirkung), die in Richtung Gefachdämmung zunimmt. Diese Kombination in Verbindung mit dem erhöhten Wärmestrom im Bereich der Kopfschwelle, welcher zu einer Temperaturverringerung an der Innenseite der OSB-Platte führt, ist Grund für diese punktuell erhöhte relative Feuchte von ca. 97 %.

Punkt C: Es ist eine erhöhte Feuchte von über 95%, aufgrund der niedrigen Temperatur von +4,4 °C ersichtlich. Es tritt kein Kondensat auf.

Eine geringere relative Feuchte im Punkt B und C wäre jedoch erstrebenswert, um im Fall eines konvektiven Feuchteintrages die Konstruktion dennoch schadensfrei zu halten.

VAR01: Dämmung des Randbalkens

Punkt C: Wie in D240-2-0 VAR04 (Deckenstirndämmung) wird eine Dämmung des Randbalkens eingebracht. Somit verringert sich der Wärmestrom und die Temperatur erhöht sich auf +7,8 °C. Die relative Feuchte verringert sich auf 85%.

Punkt B: Die Dampfbremse wird bis Unterkante Kopfschwelle gezogen. Das Maximum des Dampfstromes verschiebt sich an die Unterkante der Kopfschwelle. Die Stauung, die Richtung des Dampfstromes und die hohe relative Feuchte sind wie in VAR00 vorhanden.

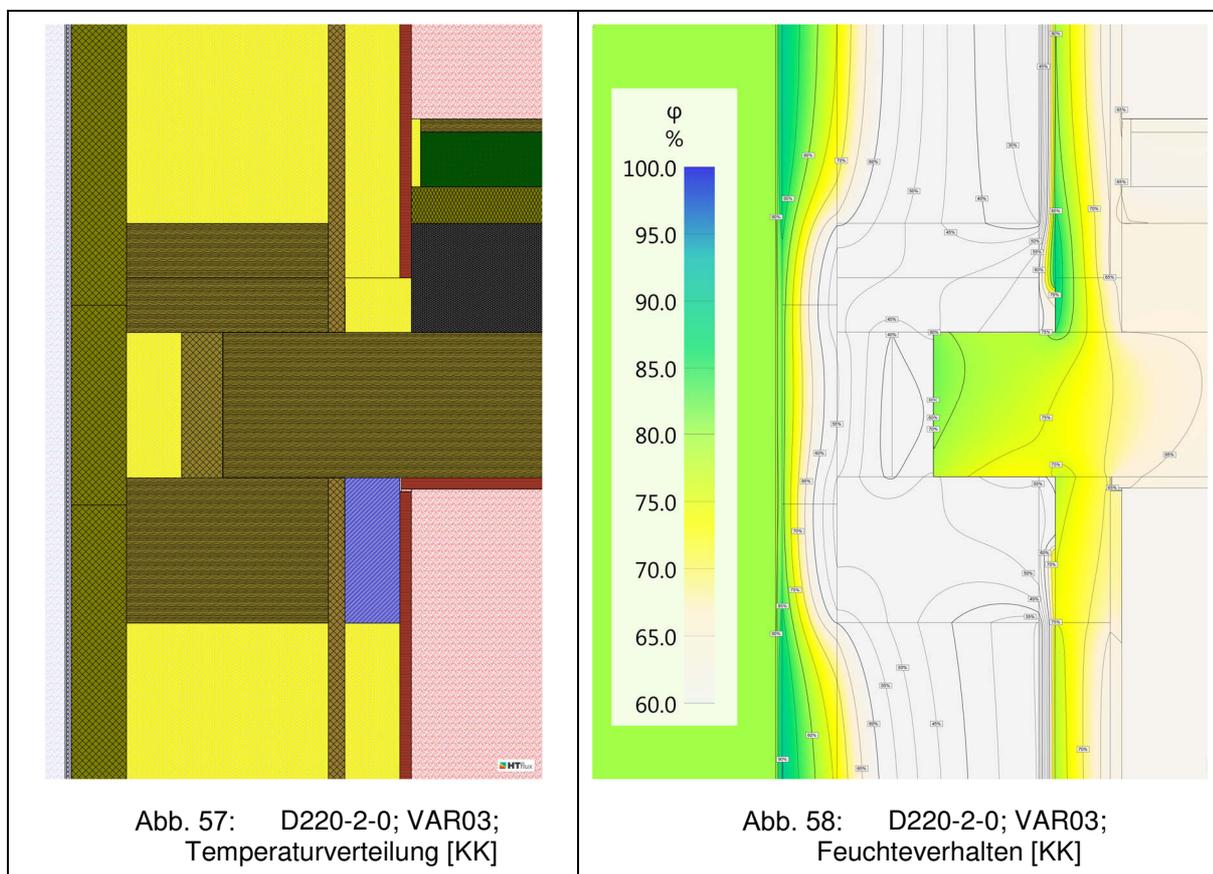
VAR02: Minimale Überlappung der Dampfbremse auf die OSB-Platte

Es wird der vertikale Teil der Dampfbremse unter der Brettsper Holzdecke nur 1 cm auf die OSB Platte verklebt.

Punkt B: Dies verringert minimal die Stauung des Dampfstromes, jedoch auch nur minimal die relative Feuchte auf 93 %. Somit zeigt sich, dass die Führung der Dampfbremse keinen Einfluss auf diese Problematik hat.

VAR03: Luftraum in der Installationsebene im Bereich der Kopfschwelle

Es wird die Dämmung der Installationsebene im Bereich der Kopfschwelle durch einen Lufthohlraum ersetzt, um an der Innenseite der OSB-Platte eine höhere Temperatur zu erreichen. Die Dampfbremse wird wie in VAR00 bis zur Hälfte der Kopfschwelle heruntergezogen, da dies bautechnisch günstiger herzustellen ist.



Punkt B: Es ergibt sich eine höhere Temperatur von +12,9 °C auf +16,2 °C. In Kombination mit dem gleichbleibendem Diffusionsstrom sinkt die relative Feuchte auf 75 %. Bei geschlossenem Eckanschluss der Gipsfaserplatten (VAR04) zeigen sich vernachlässigbare, sehr minimale Veränderungen.

Punkt C: Es zeigt sich ebenfalls eine höhere Temperatur und eine geringere relative Feuchte. Diese Berechnung lässt auf den Vorschlag der ÖNORM B 2340:2010 [39] schließen. In 9.2 wird eine maximale Dämmstärke für innerhalb der Dampfbremse liegende Dämmungen von

25 % der Gesamtdämmstoffdicke vorgeschlagen. Ausnahmen bilden Konstruktionen mit individueller Nachweisführung. So zeigt sich, dass Bauteile in Wärmebrücken und Anschlüssen durch Innendämmungen oft eine zu niedrige Temperatur (Innentemperatur wird „weggedämmt“) haben, obwohl der Dampfstrom durch die Dämmung nicht abgemindert wird.

VAR05: Modellierung der Feuchtigkeitsabdichtung inklusive Hochzug

In das Modell der VAR03 wird die Feuchtigkeitsabdichtung inklusive Hochzug bis FBOK und der Dämmkeil zur Hochführung des Hochzuges eingefügt.

Der Dampfstrom im Randdämmstreifen stellt sich ein. Durch die Sperrung des Dampfstromes durch den Hochzug zeigt sich oberhalb der FBOK in der Installationsebene ein erhöhter Dampfstrom, welcher jedoch keine Auswirkungen auf die Punkte A, B und C hat. Es zeigen sich keine sonstigen negativen Auswirkungen.

VAR06: Installationskanal (Lufthohlraum) und Kantholz

Um die Kopfschwelle effektiv ohne Kondensationsrisiko als Überzug zu nutzen, wird, wie aus den Untersuchungen von Detail D240-2-0 hervorgeht, ein Installationskanal inkl. Kantholz eingebracht.

Ergebnisdetail D220-2-1

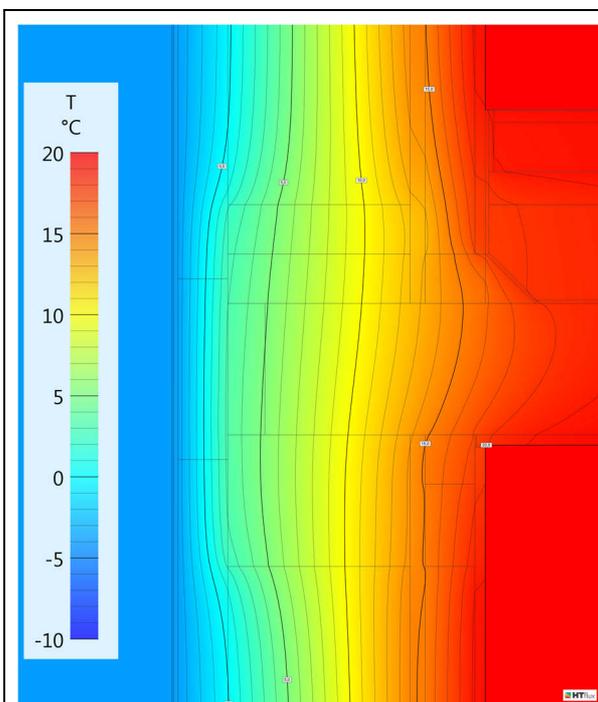


Abb. 59: D220-2-1; Ergebnisdetail;
Temperaturverteilung [KK]

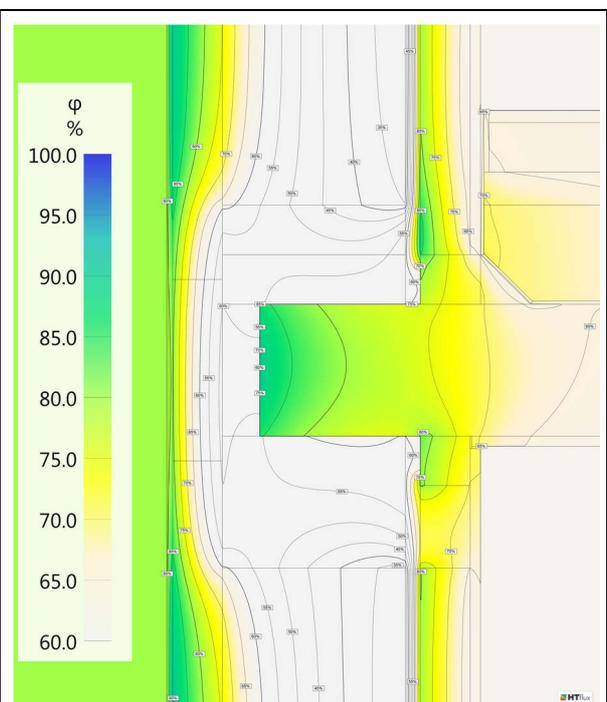


Abb. 60: D220-2-1; Ergebnisdetail;
Feuchteverteilung [KK]

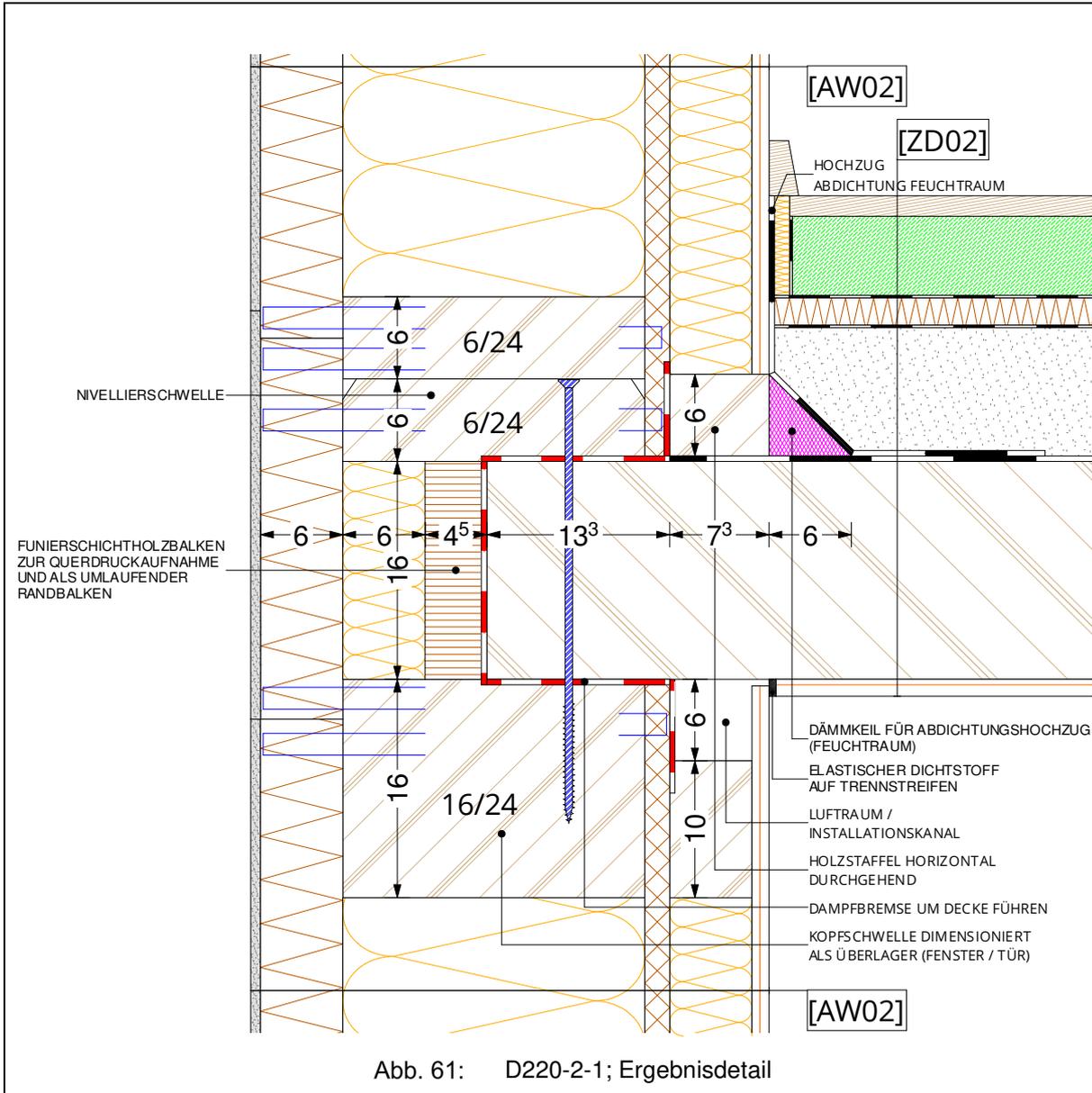
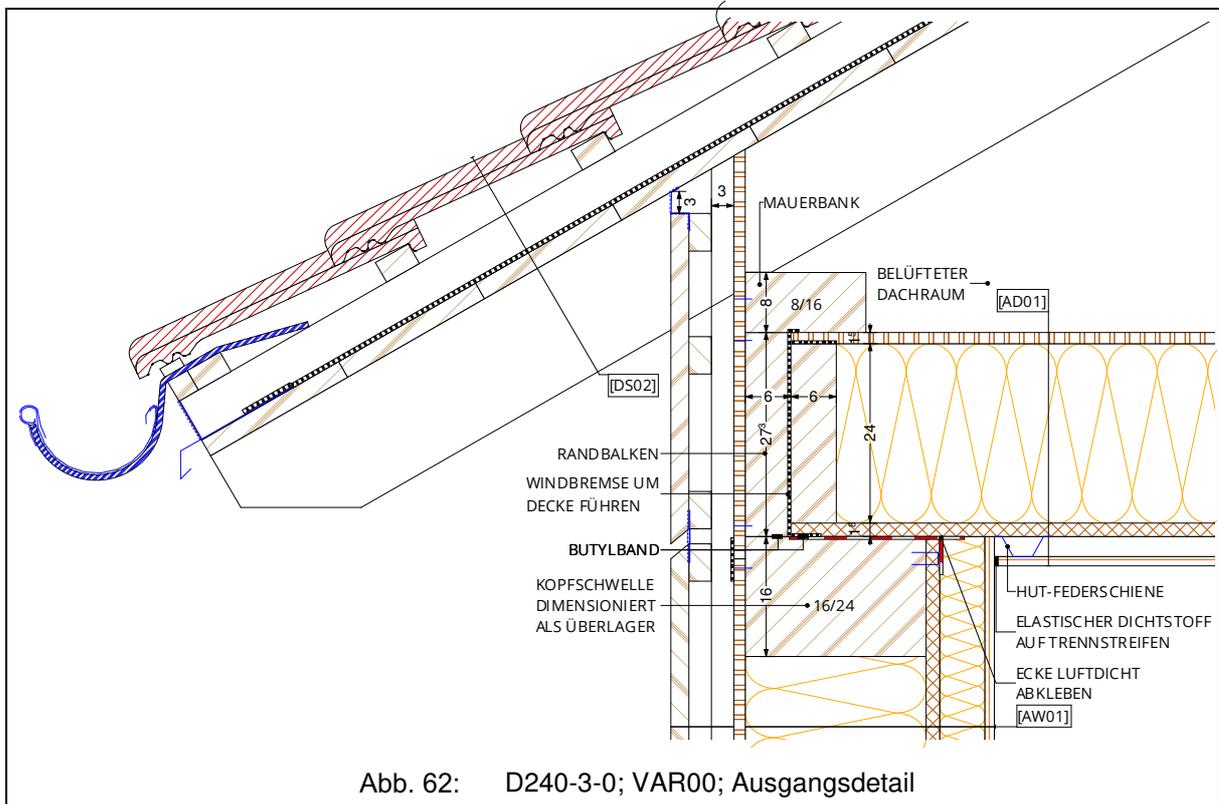


Abb. 61: D220-2-1; Ergebnisdetail

5.5.4 Traufendetails

5.5.4.1 Traufe AW01 (D240-3-0)

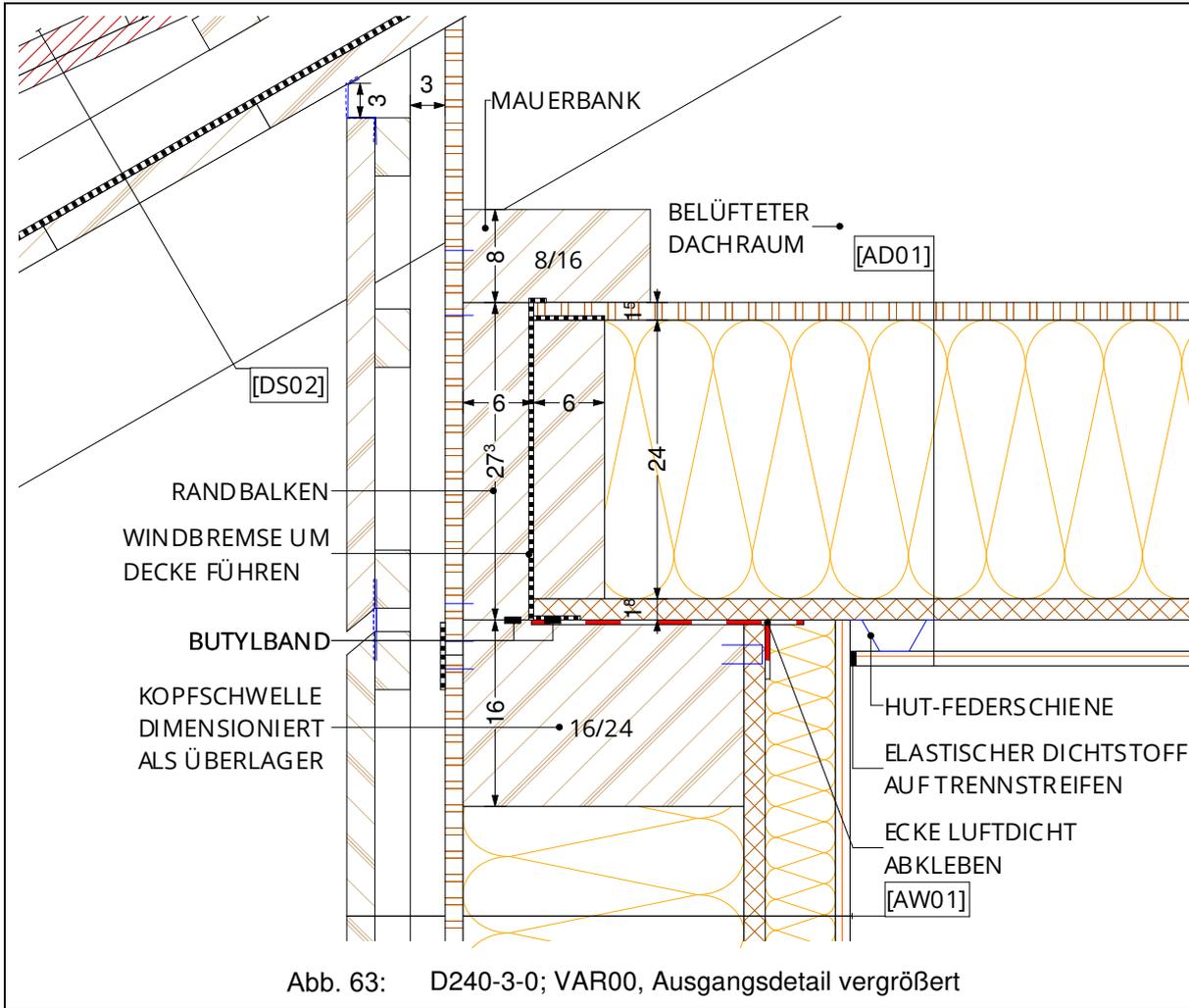
VAR00: Ausgangsdetail D240-3-0



Das Ausgangsdetail zeigt den Stoß der AW01 und der voll ausgedämmten Balkendecke AD02. Den statischen Verbund zwischen den einzelnen Deckenelementen stellt hier ein Randbalken her.

Montageablauf:

1. Montage AW01
2. Umschlagen der Dampfbremse auf die OK der Wand
3. Einheben der Decke AD02
4. Einsetzen des Randbalkens (Bei Einrücken der Mauerbank auch nachträglich möglich)
5. Montage der Mauerbank
6. Montage der Sparren bzw. Einheben der Dachelemente
7. Montage DHF-Platte und Verklebung der Stöße
8. Fassade fertigstellen



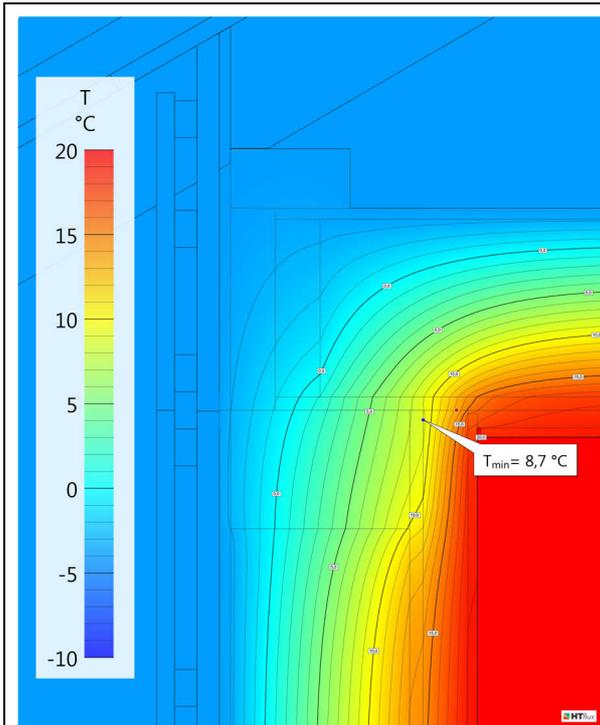


Abb. 64: D240-3-0; VAR00;
Temperaturverteilung [KK]

Die Berechnung zeigt einen sehr starken Einfall der kalten Isothermen im Bereich des Randbalkens. Dies führt in Verbindung mit dem erhöhten Wärmestrom in der Kopfschwelle zu einer niedrigen Temperatur in der Innenecke der OSB-Platten von $+8,7^{\circ}\text{C}$. Die niedrige Temperatur führt mit dem dortigen Dampfdruck zu einer Kondensation über die ganze Höhe der Kopfschwelle.

Dieses Kondensat führt zu einer Erhöhung um 6,5 % der massebezogenen Feuchte in der OSB-Platte für Jänner. Der Grenzwert liegt hier bei 3%. (Siehe S. 36-37)

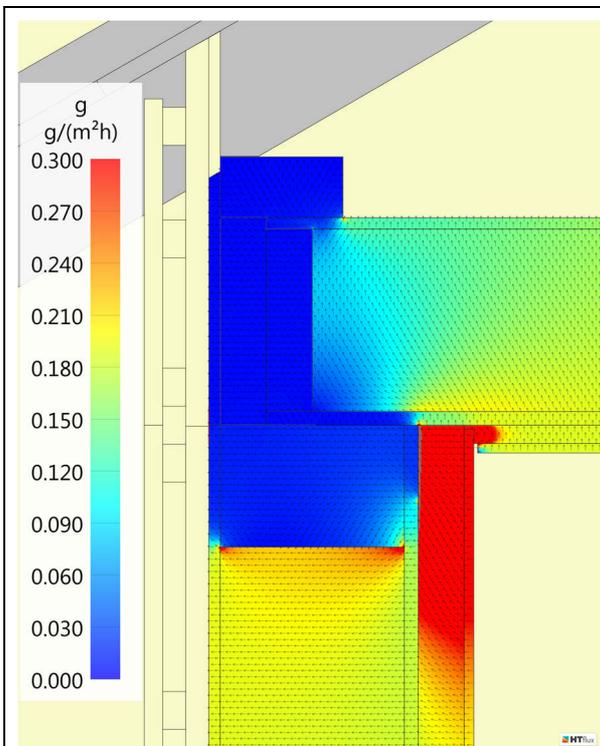


Abb. 65: D240-3-0; VAR00;
Wasserdampf-Diffusionsstrom [KK]

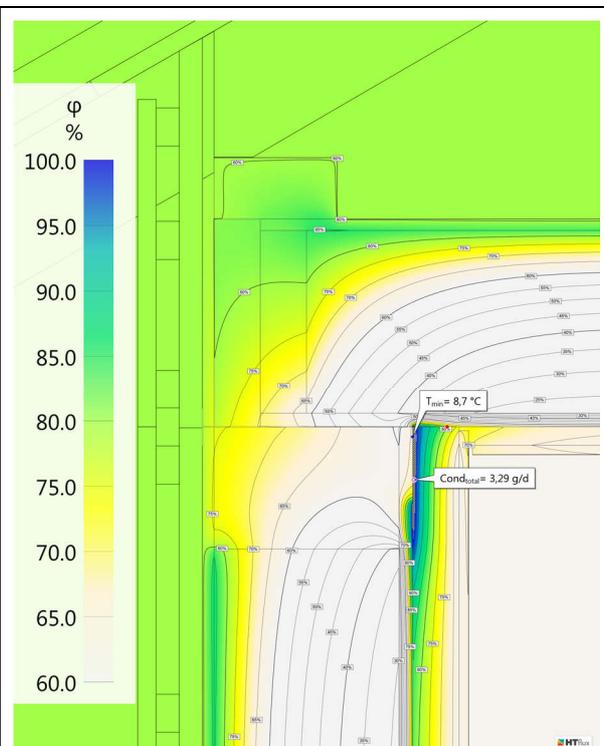
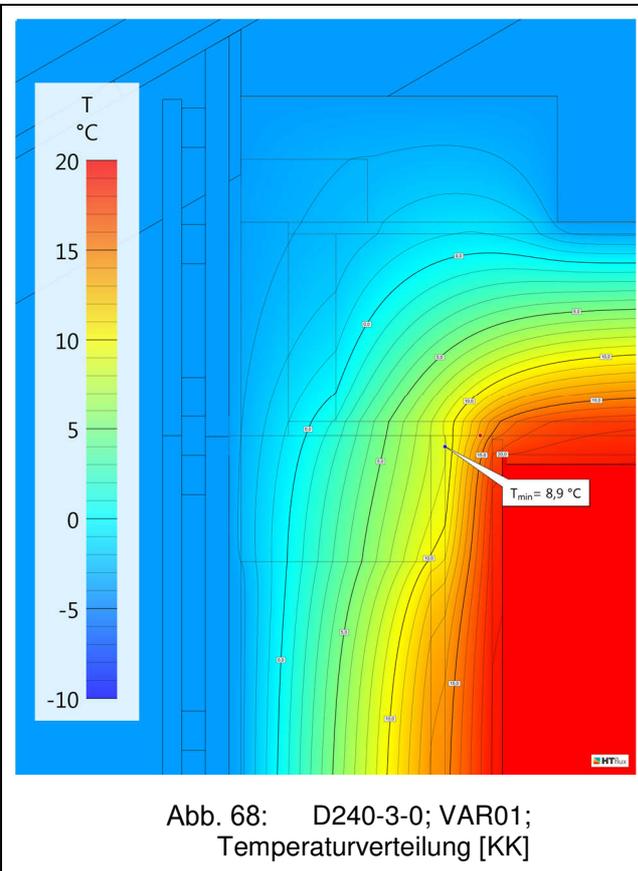
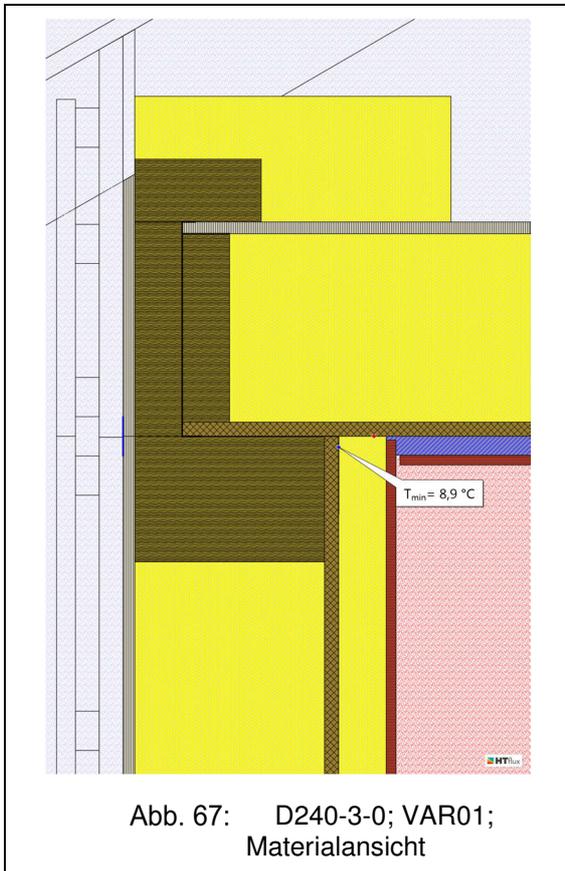


Abb. 66: D240-3-0; VAR00;
Feuchteverteilung [KK]

VAR01: Dämmung über der Decke AD01

An der Oberseite der Decke wird eine ca. 40 cm breite Dämmung (Mineralwolle) mit einer Stärke von 16,0 cm aufgelegt. Ca. 40 cm von der Außenkante nach innen gemessen beginnen sich die Isothermen nach unten zu krümmen. Dies soll mit der Dämmung verzögert werden, um in der Innenecke eine höhere Temperatur zu halten.



Die Temperaturverteilung zeigt zwar die Verschiebung der Isothermenkrümmung, hat jedoch auf die Temperatur in der Innenecke minimale Auswirkungen. Der Einfluss des Randbalkens sowie der Kopfschwelle überwiegt trotz der Dämmung auf der Decke.

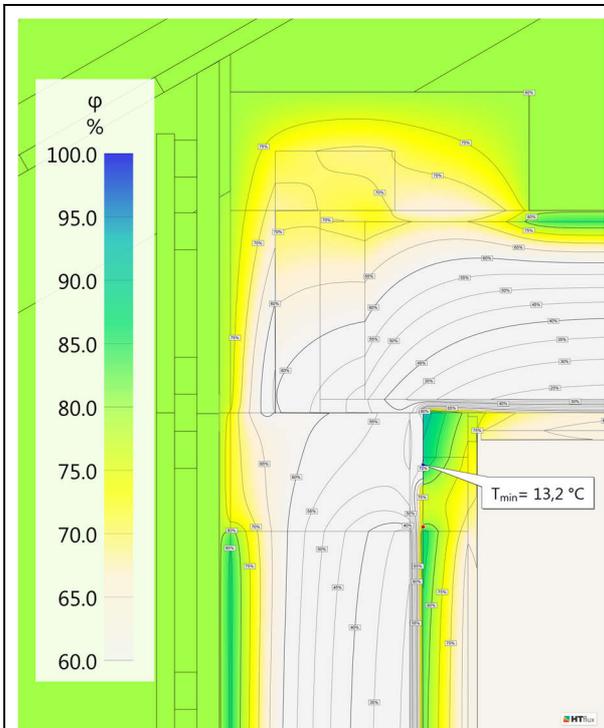
VAR02: Einrücken der Mauerbank und Einbringen einer Randbalkendämmung

Um den Randbalken zu dämmen, wird die Mauerbank mit dem Randbalken um 6,0 cm nach innen gerückt und mit Mineralwolle ausgedämmt. Die Mauerbank wird aus statischen Gründen mit verschoben um die Kraffteinleitung in den Randbalken sicherzustellen. Die Dämmung ober der Decke bleibt wie in VAR01 erhalten.

Diese Maßnahme zeigt eine Verschiebung der Isothermen, die unter +3 ° liegen, nach außen. In der Innenecke ergibt sich dadurch keine Verbesserung im Sinne eine Erhöhung der Temperatur.

VAR03: Installationskanal mit Luftraum und Kantholz

Wie sich in den Gebäudestößen schon gezeigt hat, wird nun auch hier ein Hohlraum in der Höhe von 6,0 cm vorgesehen mit einem darunter befestigtem Kantholz (6x8 cm).



Diese Maßnahmen reichen aus, um ein Kondensat im Bauteil zu vermeiden. Die Temperatur erhöht sich auf +13,2 °C.

Eine zusätzliche Dämmung der Kopfschwelle ist, wie sich in den späteren Untersuchung der VAR04 zeigen wird, hier nicht notwendig.

Abb. 69: D240-3-0; VAR03;
Feuchteverteilung [KK]

VAR04: Nur Randbalkendämmung inkl. Installationskanal (Lufthohlraum)

Es wird das Detail VAR03 ohne der Dämmung auf der Decke im Bereich der Mauerbank gerechnet. Der Installationskanal mit dem darunterliegenden Kantholz bleibt bestehen.

Ergebnis ist ebenfalls eine kondensatfreie Lösung. Ohne die, auf der Decke liegenden, Dämmung steigt die relative Feuchte im Bereich der Mauerbank auf den umliegenden Wert der Außenhülle (ca. 83 %) an. Dies ist als unkritisch zu beurteilen.

VAR05: Keine Randbalkendämmung, nur Installationskanal

Bei dieser Variante wird nun das Ausgangsdetail VAR00 ohne Randdämmung und ohne obenliegende Dämmung berechnet. Der Installationskanal mit dem darunterliegenden Kantholz bleibt bestehen.

Dies reicht aus, um Kondensation im Bauteilinneren zu vermeiden.

Tauscht man das Kantholz gegen Dämmstoff (Mineralwolle) aus und lässt den Hohlraum des Installationskanals bestehen, kommt es im Bereich der innen gedämmten Kopfschwelle zu Kondensat. (VAR06)

Ergebnisdetail:

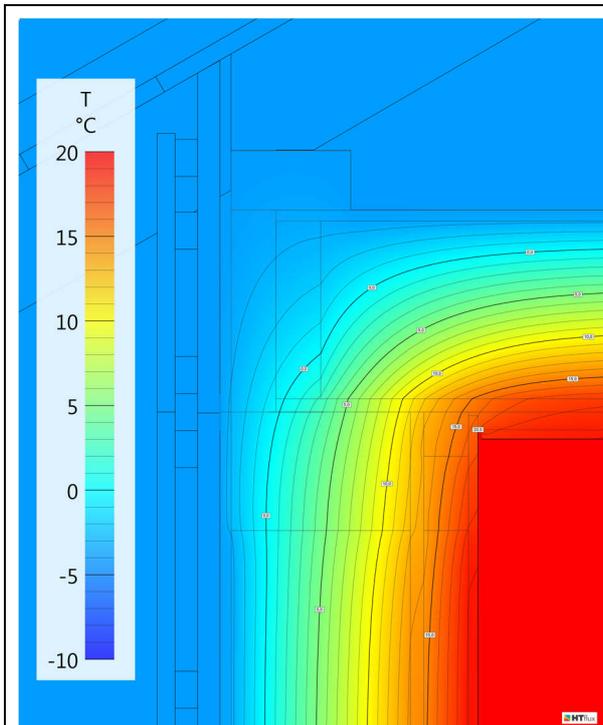


Abb. 70: D240-3-1; Ergebnisdetail; Temperaturverteilung [KK]

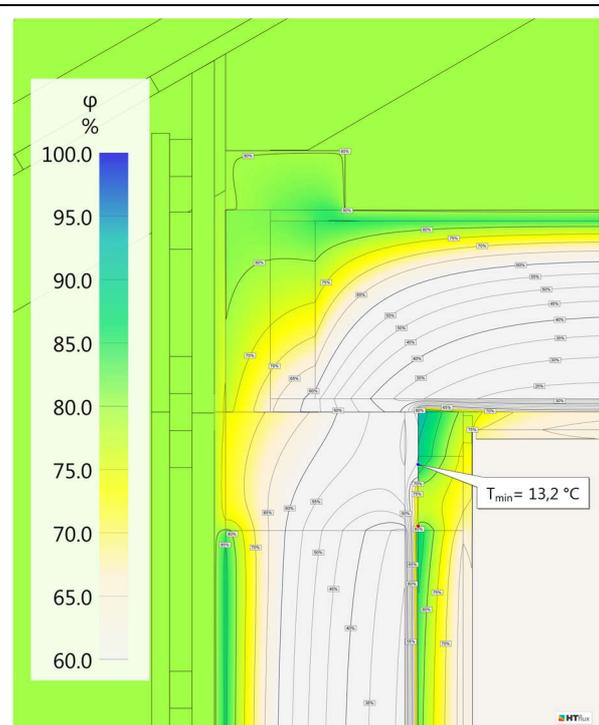
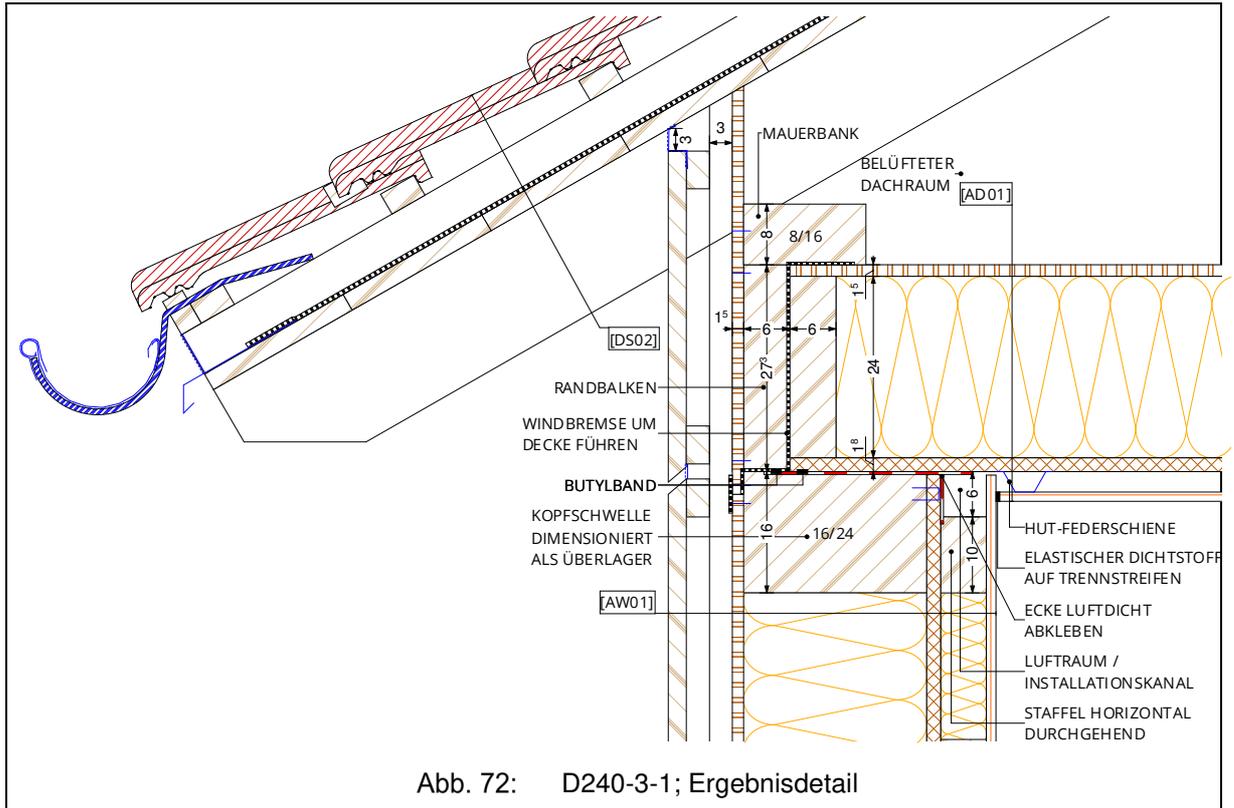
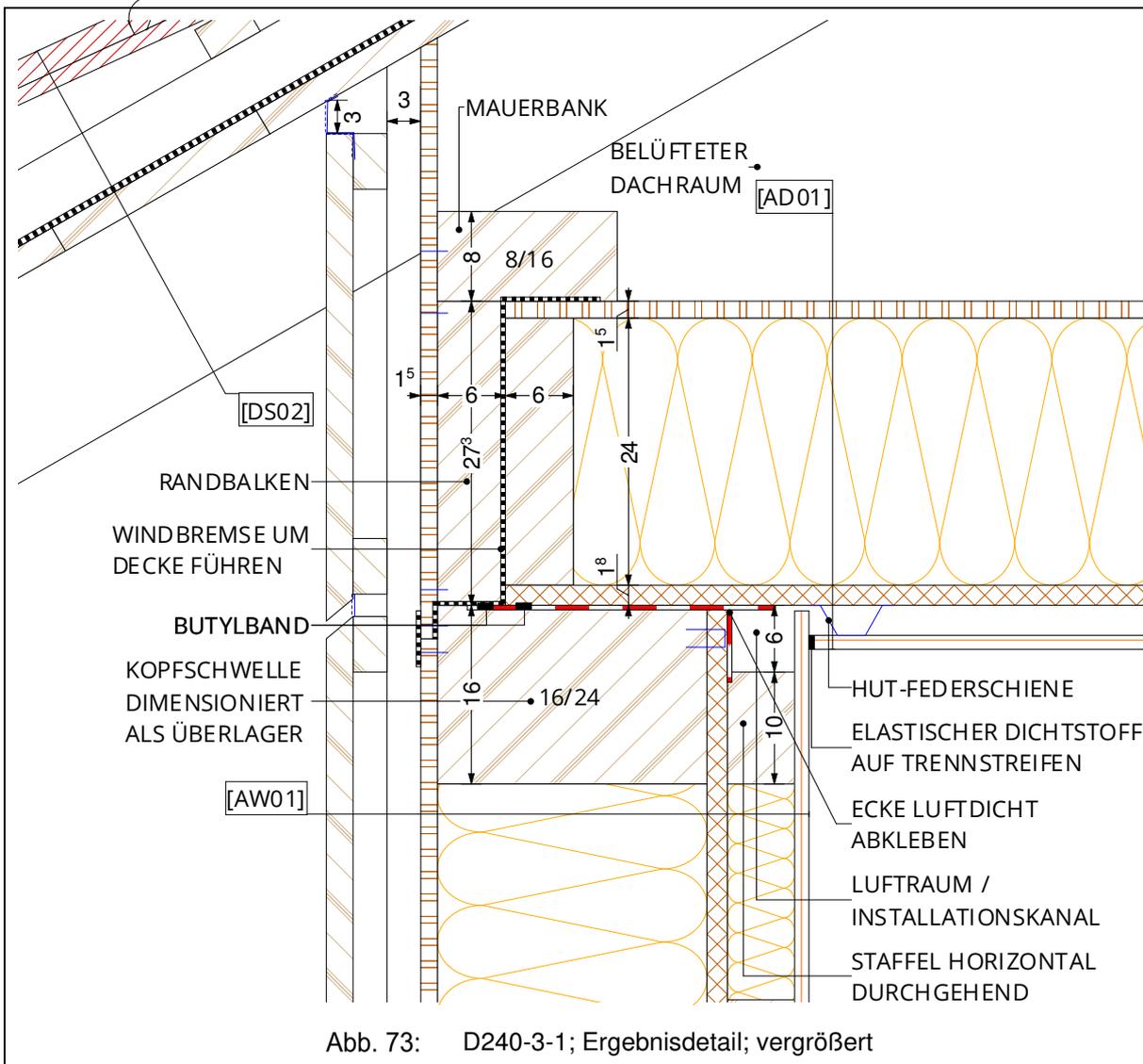


Abb. 71: D240-3-1; Ergebnisdetail; Feuchteverteilung [KK]

Der Detailanschluss wird ohne Randbalkendämmung ausgeführt. In der Innenecke wird ein Installationskanal (Lufthohlraum) über einem 6x8 cm großen Kantholz ausgebildet. Die Dampfbremse ist auf die Oberkante der Außenwand zu führen. Nach der Montage der Decke und des Randbalkens wird die Windbremse von der Oberkante der Decke an der Seite des Randbalkens bis zur Außenkante der DHF-Platte der Außenwand geführt und dort verklebt.





5.5.4.2 Traufe AW02 (D220-3-0)

VAR00: Ausgangsdetail D220-3-0

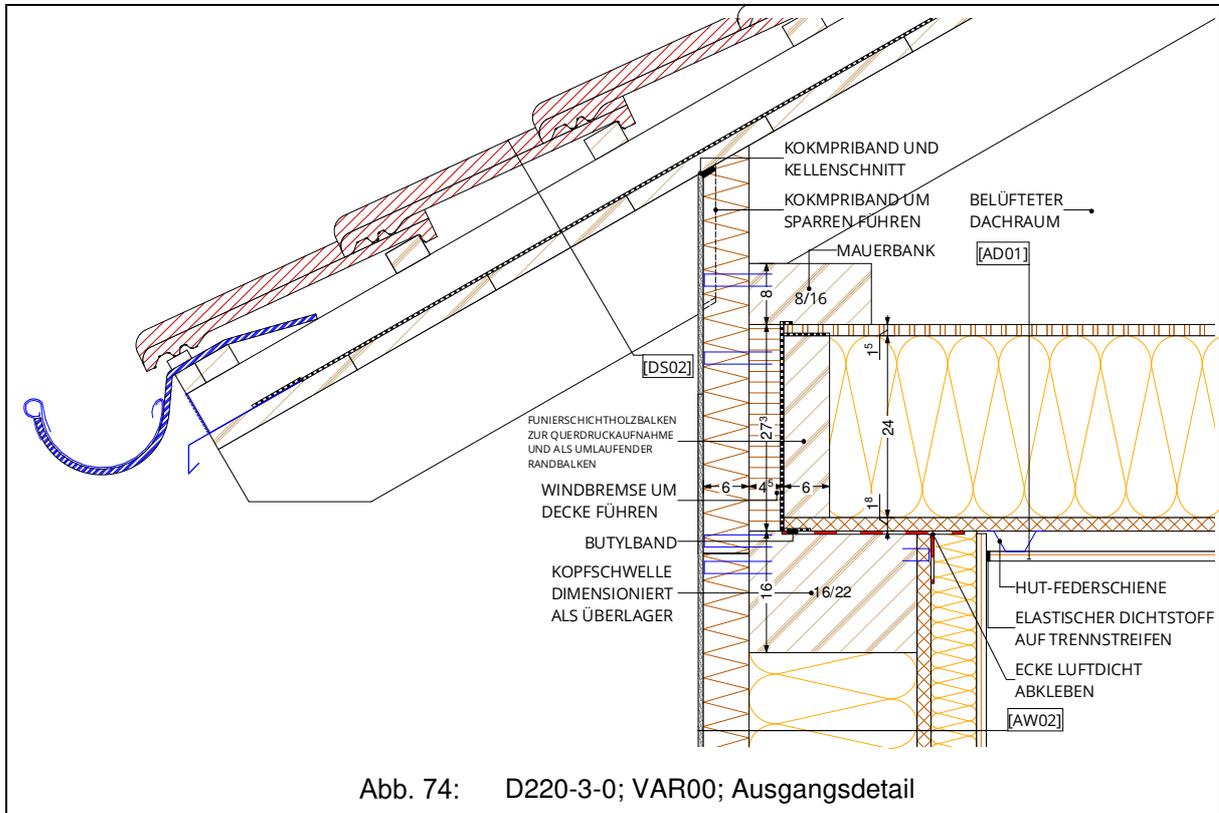
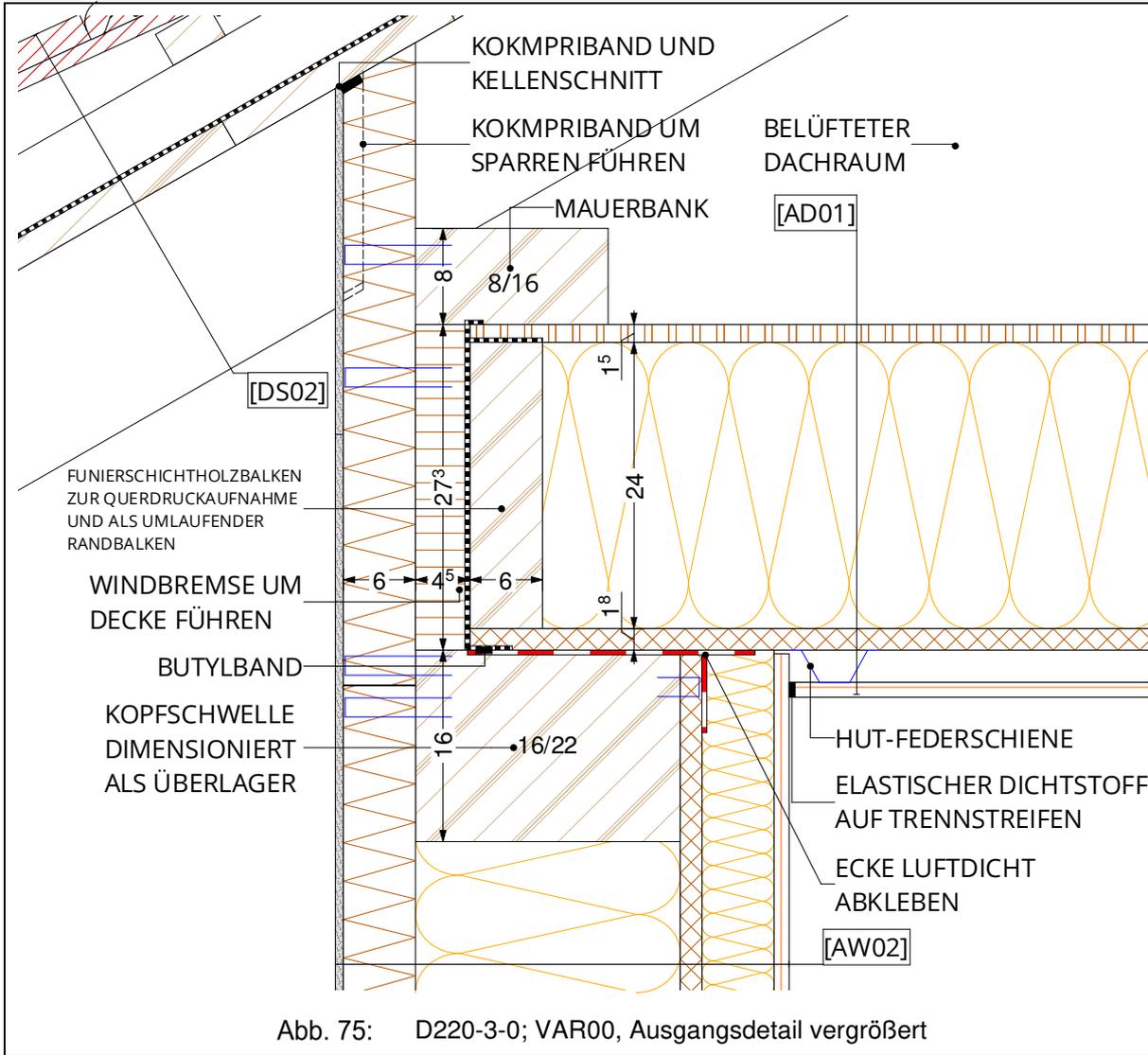


Abb. 74: D220-3-0; VAR00; Ausgangsdetail

Das Ausgangsdetail zeigt den Stoß der AW01 und der voll ausgedämmten Balkendecke AD02.

Um den statischen Verbund der Deckenscheiben untereinander herzustellen und um Quetschfalten im Fassadensystem zu vermeiden wird ein Randbalken aus Funierschichtholz eingebracht.

Montageablauf analog D240-3-0 (S. 73).



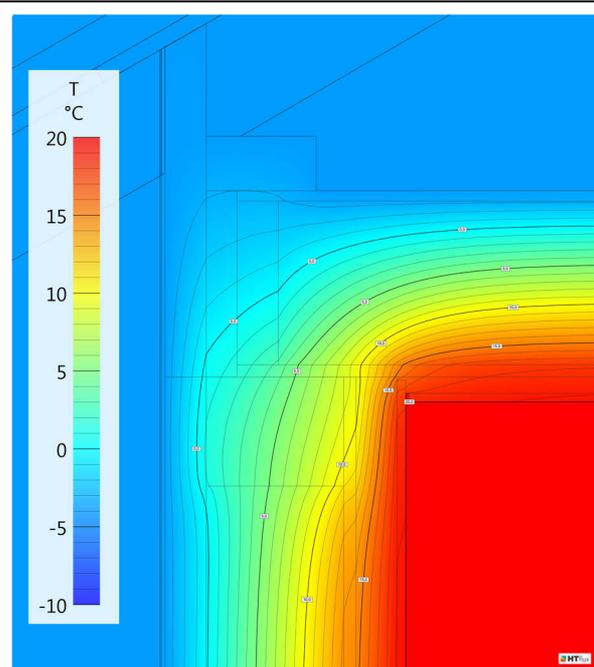


Abb. 76: D220-3-0; VAR00;
Temperaturverteilung [KK]

Die Berechnungsergebnisse zeigen, wie bei D240-3-0, einen sehr starken Einfall der kalten Isothermen im Bereich des Randbalkens. Dies führt in Verbindung mit dem erhöhten Wärmestrom in der Kopfschwelle zu einer niedrigen Temperatur in der Innenecke von +9,3 °C. Die niedrige Temperatur führt mit dem dortigen Dampfdruck zu einer Kondensation (2,33 g/d) ebenfalls über die ganze Höhe der Kopfschwelle.

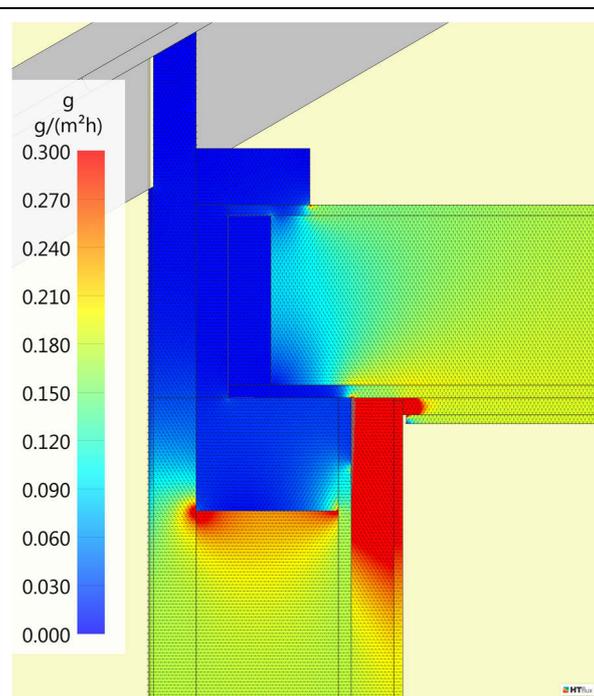


Abb. 77: D220-3-0; VAR00;
Wasserdampf-Diffusionsstrom [KK]

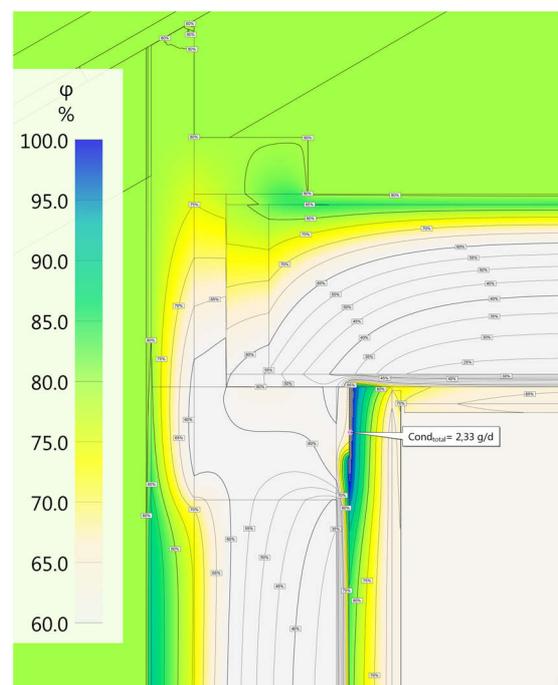
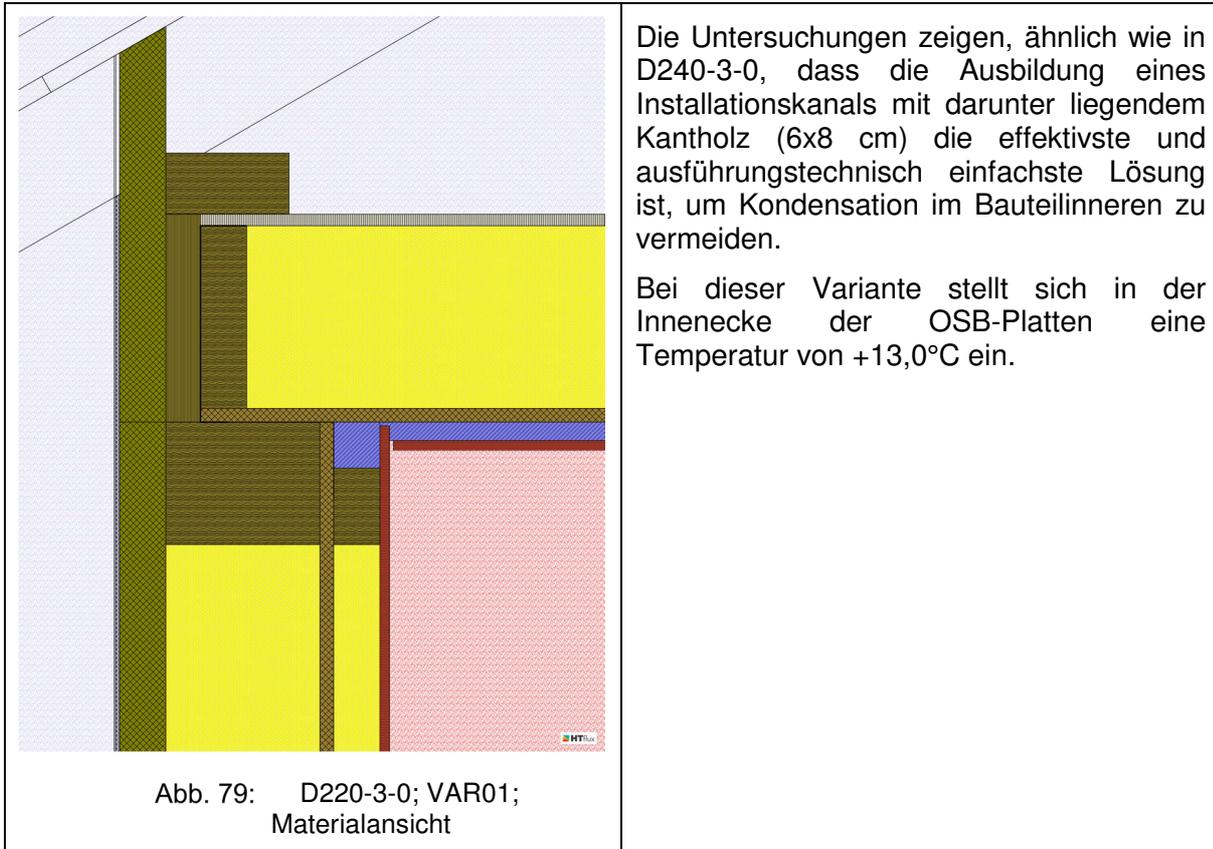
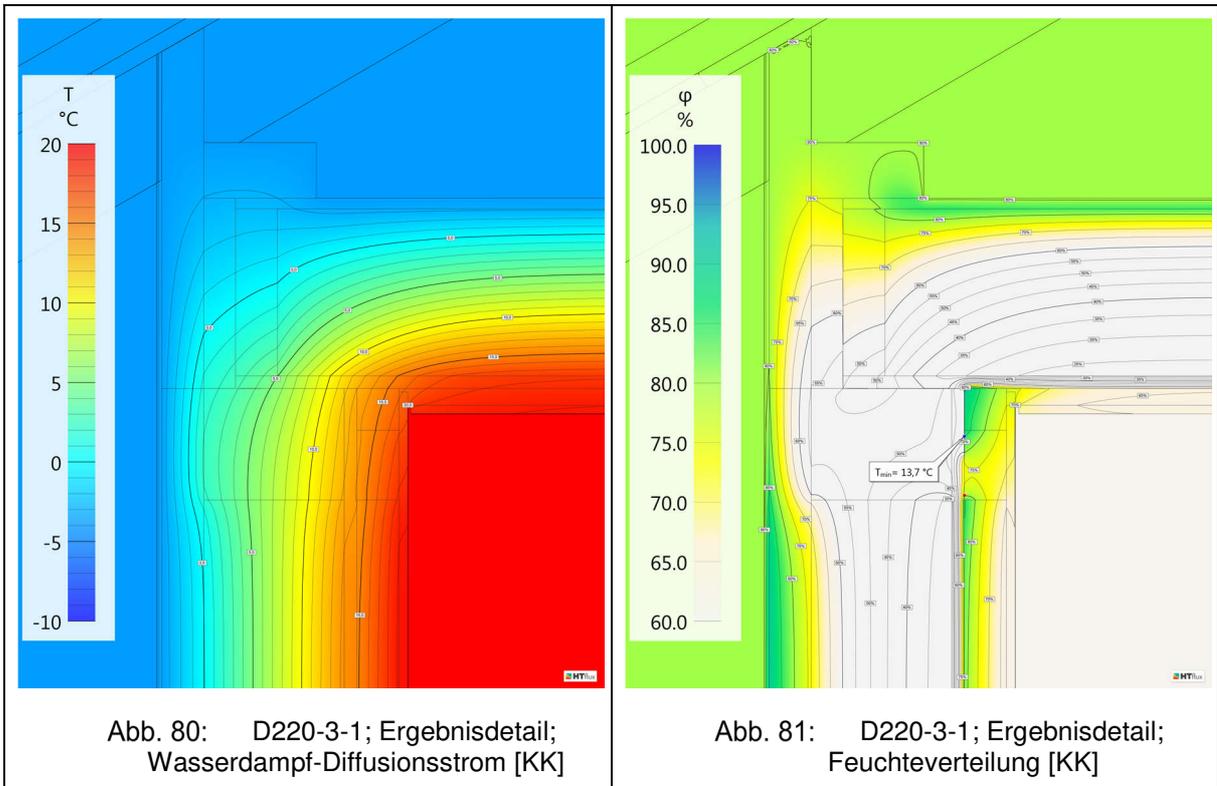


Abb. 78: D220-3-0; VAR00;
Feuchteverteilung [KK]

VAR01: Installationskanal inkl. Kantholz



Ergebnisdetail D220-3-1



Der Detailanschluss wird ohne Randbalkendämmung ausgeführt. In der Innenecke wird ein Installationskanal über einem Kantholz (6x8 cm) ausgebildet. Die Dampfbremse ist auf die Oberkante der Außenwand zu führen. Nach der Montage der Decke und des Randbalkens wird die Windbremse von der Oberkante der Decke an der Seite des Randbalkens bis zur Außenkante Kopfschwelle geführt. Zwischen Windbremse und Dampfbremse wird ein Butylband eingebracht. Danach wird die Putzträgerplatte montiert.

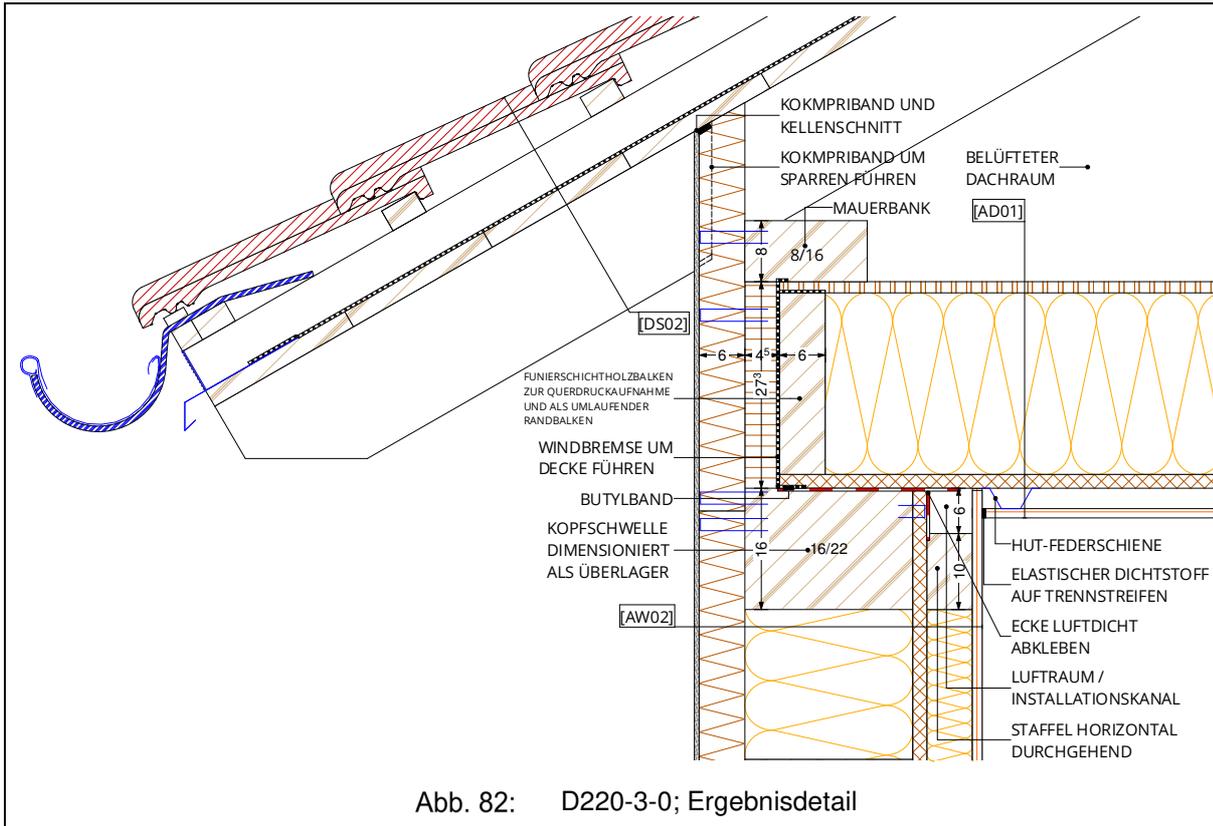
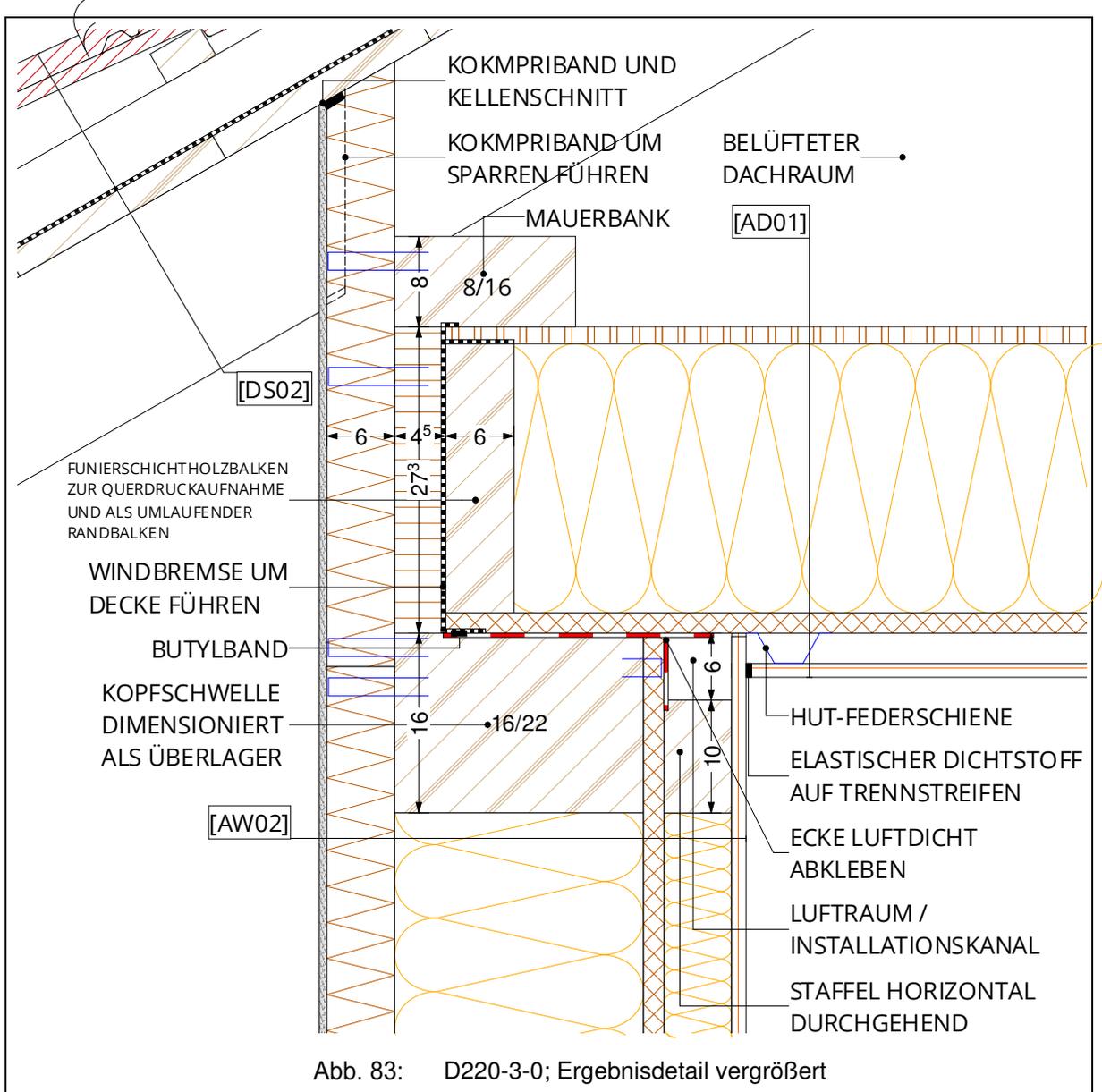


Abb. 82: D220-3-0; Ergebnisdetail



5.5.5 Fensterdetails AW01

Allgemeine Anmerkungen Fensterdetails:

Die Fenster wurden als Kunststofffenster mit Aluminiumvorsatzschale angenommen und sind rein zur Veranschaulichung der Details und der Berechnungen zu sehen. Die Berechnung der Fensterprofile sowie der Verglasung und dessen Interpretation ist nicht Teil dieser Arbeit. Es wird auf einen realistischen Verlauf der Temperaturen geachtet, um interpretierbare Ergebnisse in den Holzkonstruktionen und den Anschlüssen zu bekommen.

Die Fensterprofile sowie die Verglasung sind somit austauschbar.

Die Fensterdetails wurden nach den Vorgaben der ÖNORM B 5320 [41] und der *Richtlinie Fensterbank* [42] entworfen.

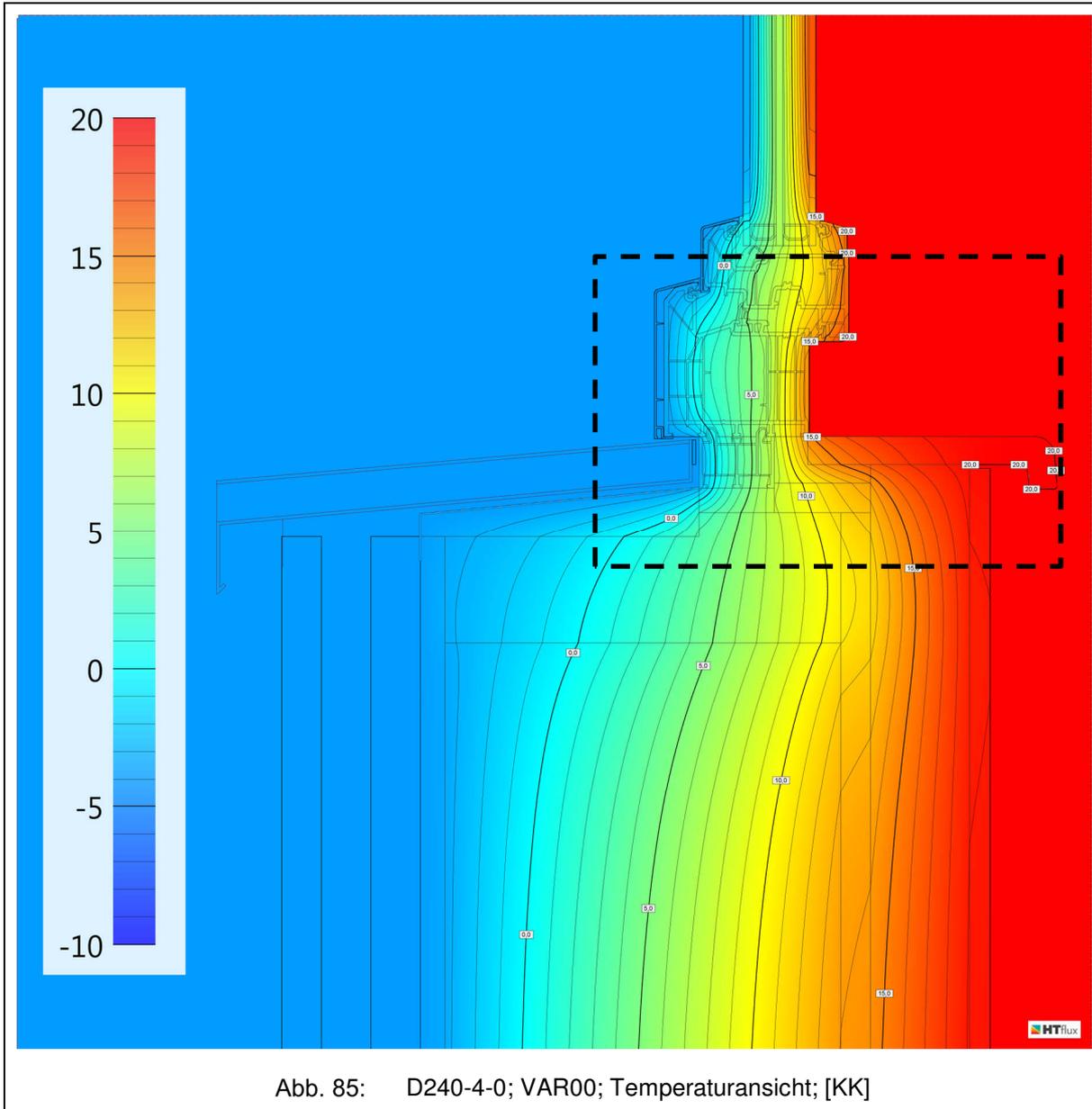
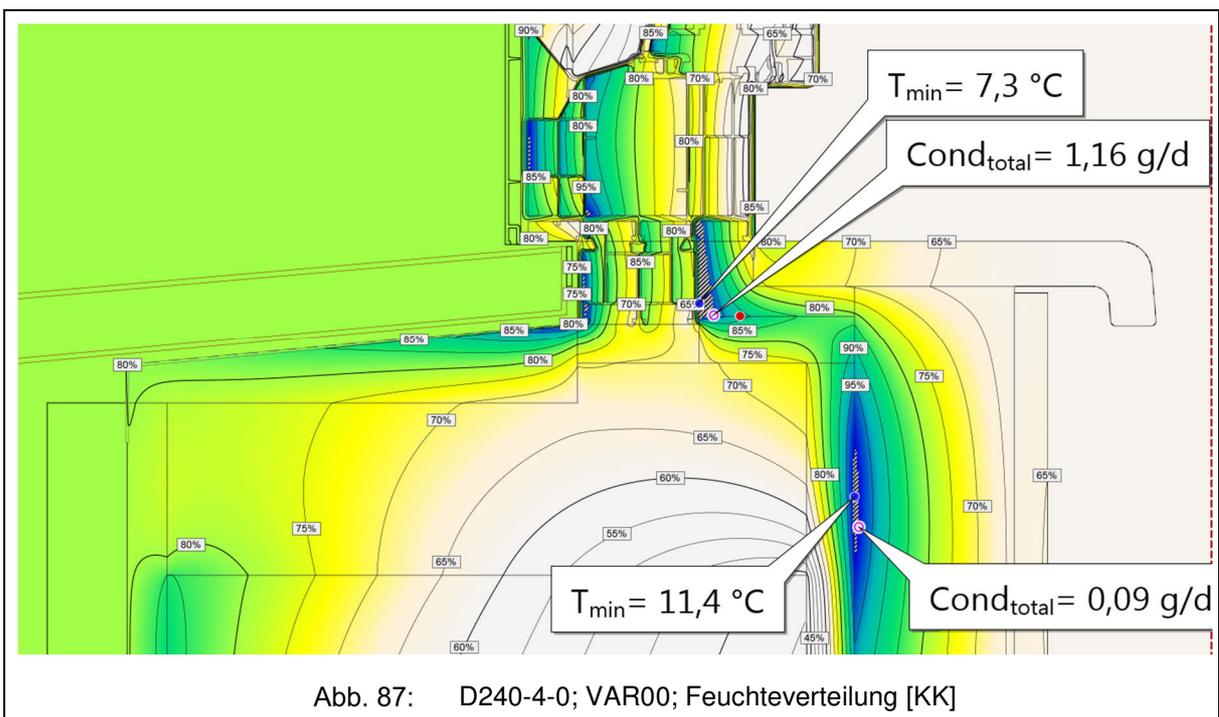
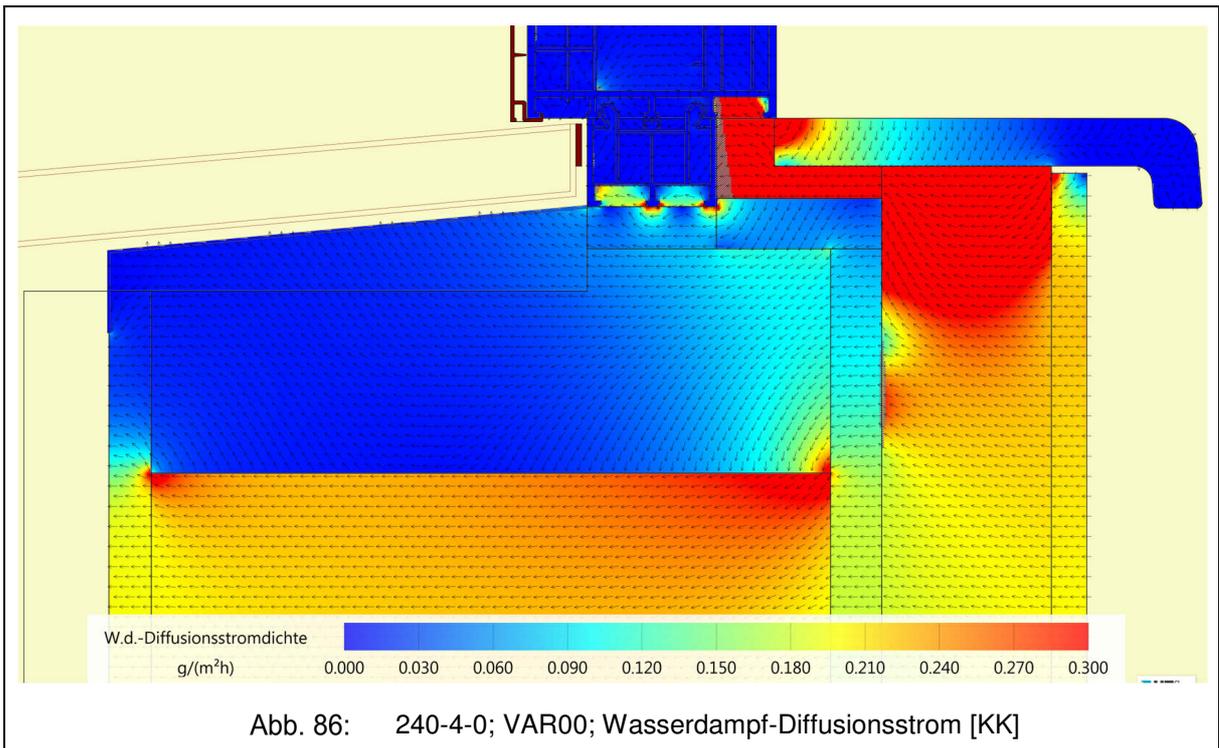


Abb. 85: D240-4-0; VAR00; Temperaturansicht; [KK]



Es bilden sich zwei kritische Punkte in Bezug auf Kondensation aus. Im Punkt A kommt es durch die geringe Temperatur an der Oberfläche des Fensteranschlussprofils zu Kondensation (1,16 g/(d m)).

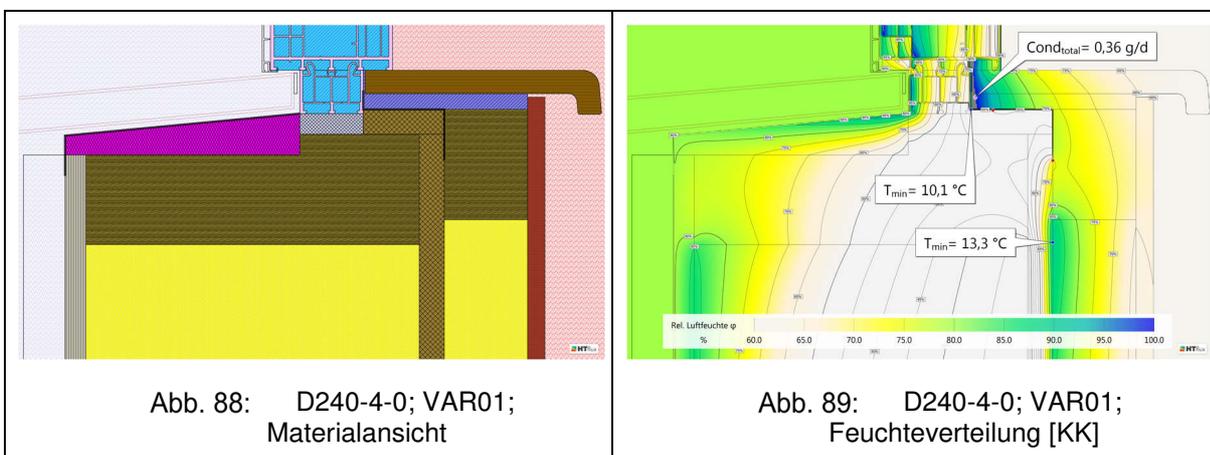
Der im Punkt B markierte Kondensatausfall resultiert wiederum aus denselben Zusammenhängen wie in Details der Gebäudestöße sowie der Traufen gezeigt wurde. Durch die Überdämmung im Bereich des Holzriegels ist die Temperatur für den dort vorherrschenden

Dampfdruck zu niedrig. Dadurch bildet sich, wie in der Feuchteverteilung gezeigt, Kondensat über die gesamte Höhe des Riegels.

VAR01: Fensterbank nicht gedämmt

Die OSB-Platten werden an der Ecke als auch zum Fensteranschlussprofil hin luftdicht verklebt. In der Installationsebene wird ein Kantholz (6x8 cm) montiert. Dies erhöht, wie schon in den vorherigen Details gezeigt, die Temperatur im Punkt B und dient als Unterkonstruktion für die Fensterbank, die auf Klötzen montiert wird, um zwischen OSB-Platte und Fensterbank eine Luftschicht zu erhalten. Dies soll ebenfalls zu einer Temperaturerhöhung und in Folge zur Vermeidung von Kondensat führen.

Berechnet wird das Modell mit der luftdichten Abklebung an der Innenseite, die die luftdichte Verbindung zwischen Fenster und OSB-Platte herstellt, sowie den Eckstoß der OSB-Platte luftdicht herstellt. Das Klebeband hat in diesem Fall eine Breite von 10,0 cm.



Das Kantholz führt in Punkt B zu einer Temperaturerhöhung auf +13,3 °C, welche eine Kondensation verhindert.

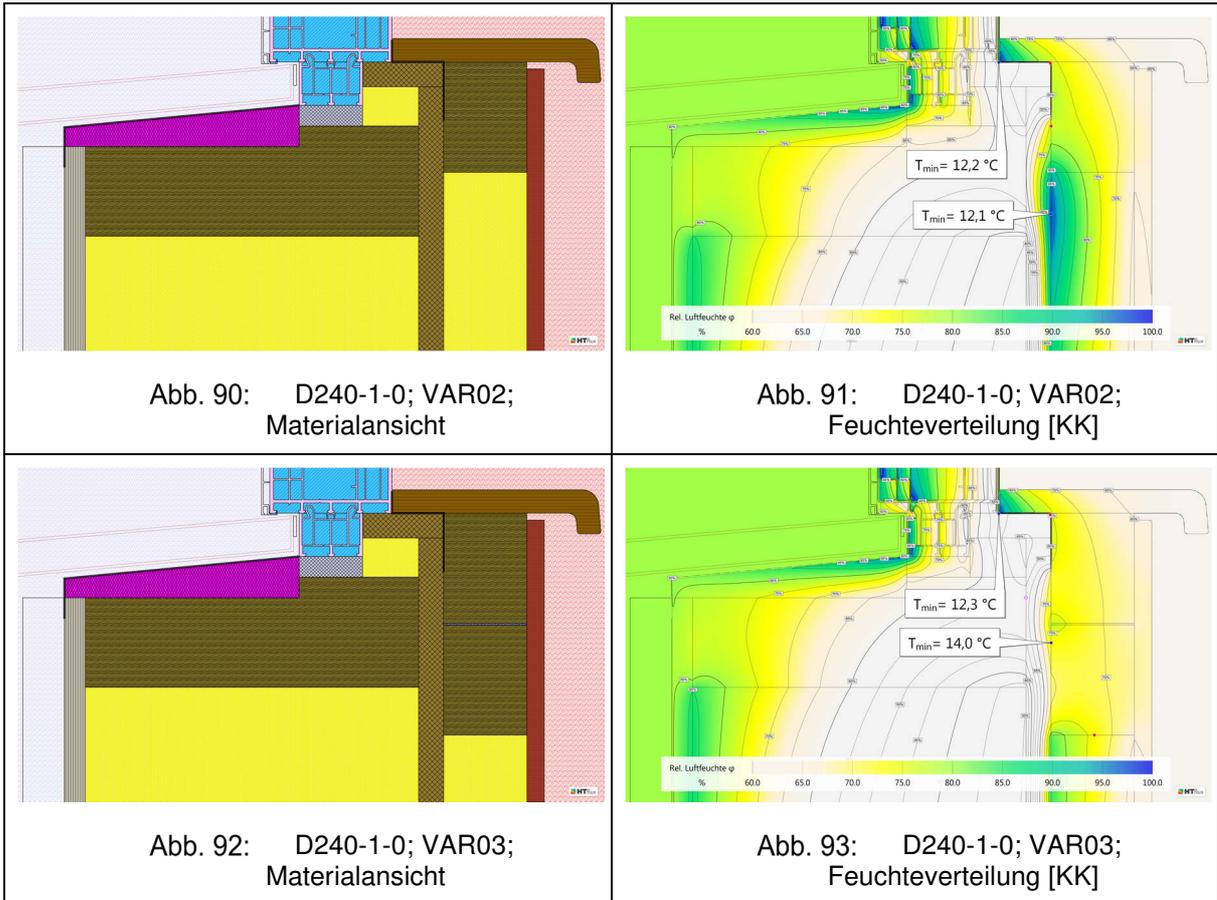
Der Einfluss der luftdichten Abklebung ist an der Abbildung der Feuchteverteilung klar ersichtlich. Die relative Feuchte sinkt unter der Abklebung drastisch ab.

In Punkt A kommt es trotz einer Temperaturerhöhung auf 9,5 °C zur Kondensatbildung. Im Vergleich zu VAR00 verringert sich das gebildete Kondensat auf ein Drittel.

VAR02: Überdämmung und Hochziehen der OSB

Das Fensteranschlussprofil wird innenseitig überdämmt, um die OSB-Platte (Dampfbremse) bis zur Unterkante des Fensterstockes zu ziehen, um so die Dampfstromdichte im Bereich des Fensteranschlussprofils geringer zu halten

Der dampfsperrende „Hochzug“ bis zum Fensterstock führt zu einem sehr niedrigen Dampfstrom im Bereich des Fensteranschlussprofils.



Die Feuchteverteilung zeigt keine Kondensation im Bauteilinneren. Es ist jedoch eine sehr hohe relative Feuchte von 97 % im Punkt B von VAR02 zu erkennen.

Um das zu verhindern, wird in VAR03 darunter ein zweites Kantholz mit den gleichen Abmessungen montiert. Dies zeigt minimale Temperaturveränderungen im Punkt A. Im Punkt B wird die Temperatur um 1,9 °C erhöht und der Dampfstrom verringert. Somit ergibt sich eine deutlich geringere relative Feuchte im Punkt B.

Ergebnisdetail D240-4-1

Im Ergebnisdetail werden zwei Kanthölzer (6x8 cm) unter der Fensterbank montiert, um wärmere Temperaturen in diesem Bereich zu erhalten und um eine Unterkonstruktion für die innenliegende Fensterbank zu erhalten. Zwischen den Kanthölzern wird im berechneten Modell ein Luftspalt von 1,0 mm modelliert.

Der gedämmte Hohlraum unter der innenliegenden Fensterbank wird aus Gründen der einfacheren Ausführung mit einer Holzleiste über die gesamte Fensterfläche ausgebildet.

In der Konstruktion bildet sich kein Kondensat. Die Spitze der relativen Feuchte im Punkt A beträgt 95 %. Weitere Untersuchungen haben gezeigt, dass diese erhöhte relative Feuchte auch bei Fensterbänken mit höherer Wasserdampfdurchlässigkeit auftritt.

Eine Möglichkeit dies zu entschärfen wäre ein Metallprofil zwischen Fensterbank und Fensterprofil einzubringen, das gezielt Wärme in den kritischen Punkt leitet. Der damit verbundene Wärmebrückeneffekt wird bewusst in Kauf genommen und könnte mit geeigneter Wahl von Material und Stärke des Profils relativ gering gehalten werden.

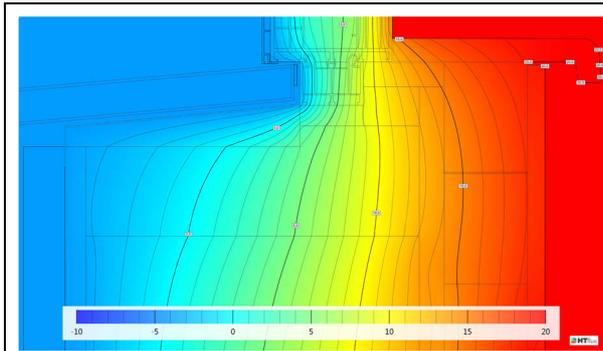


Abb. 94: D240-4-1; Ergebnisdetail; Materialansicht

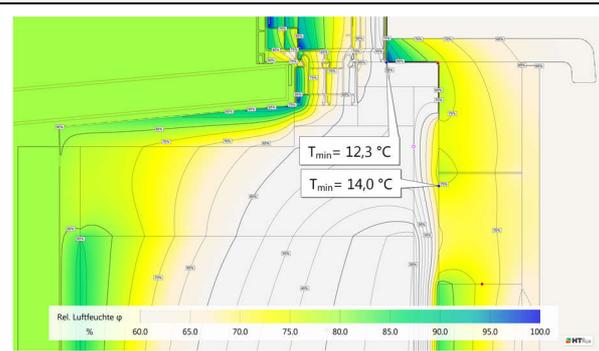


Abb. 95: D240-4-1; Ergebnisdetail; Feuchteverteilung [KK]

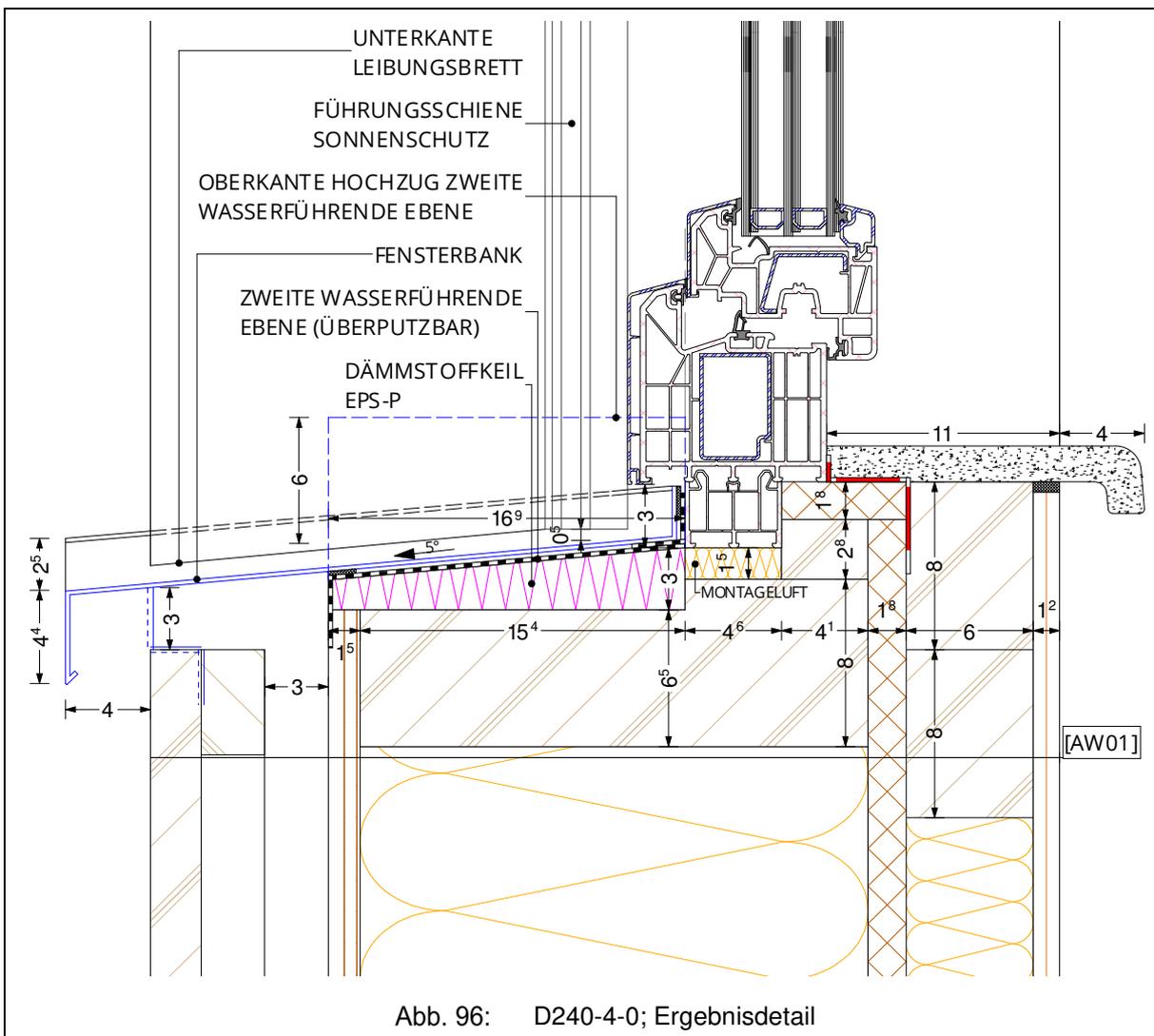
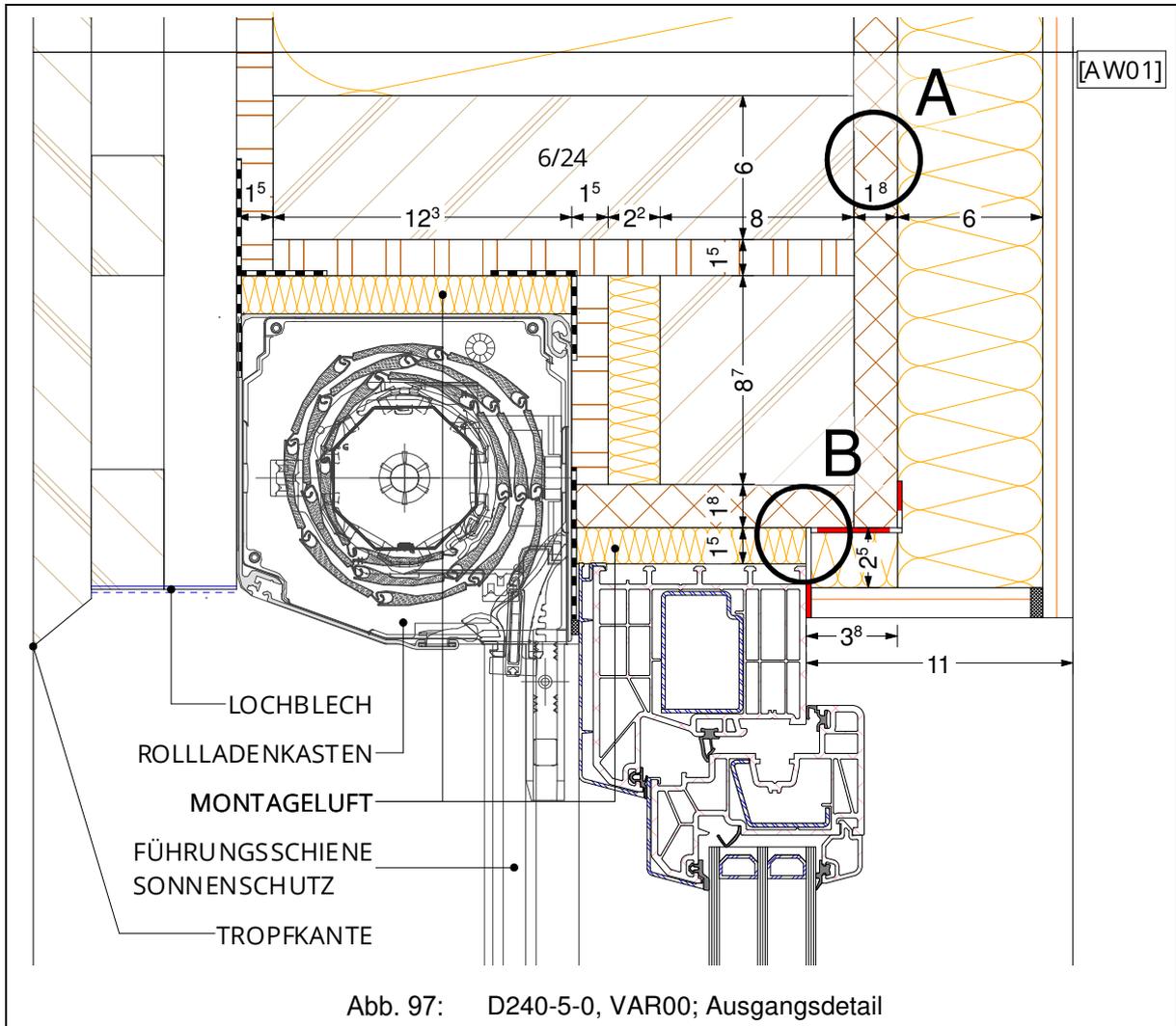


Abb. 96: D240-4-0; Ergebnisdetail

5.5.5.3 Fenstersturz AW01 mit Rollladen (D240-5-0)

VAR00: Ausgangsdetail D240-4-0

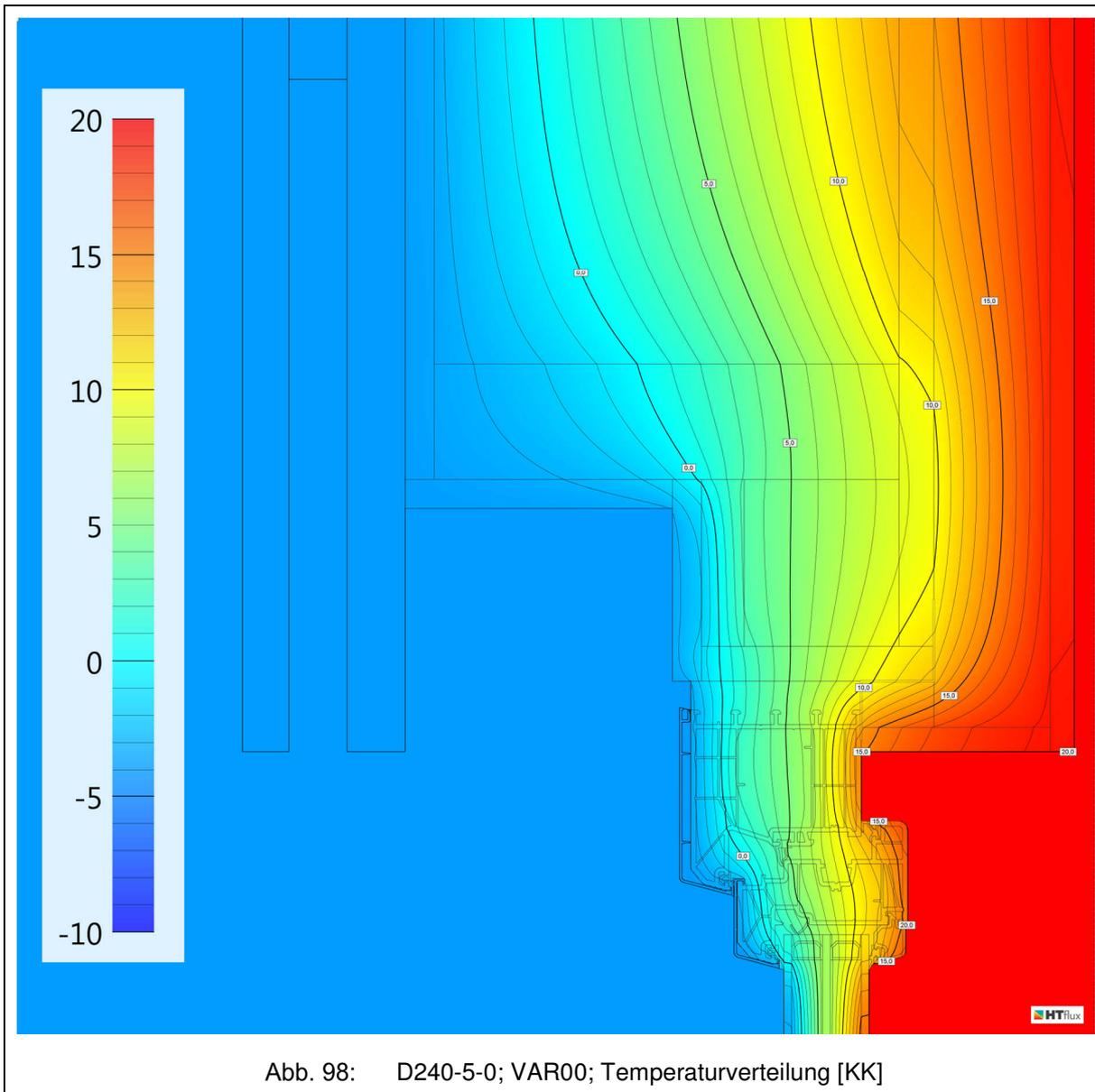


Dieses Detail zeigt den Fensteranschluss an ein Kunststofffenster mit Rollladen inklusive Rollladenführungsschiene.

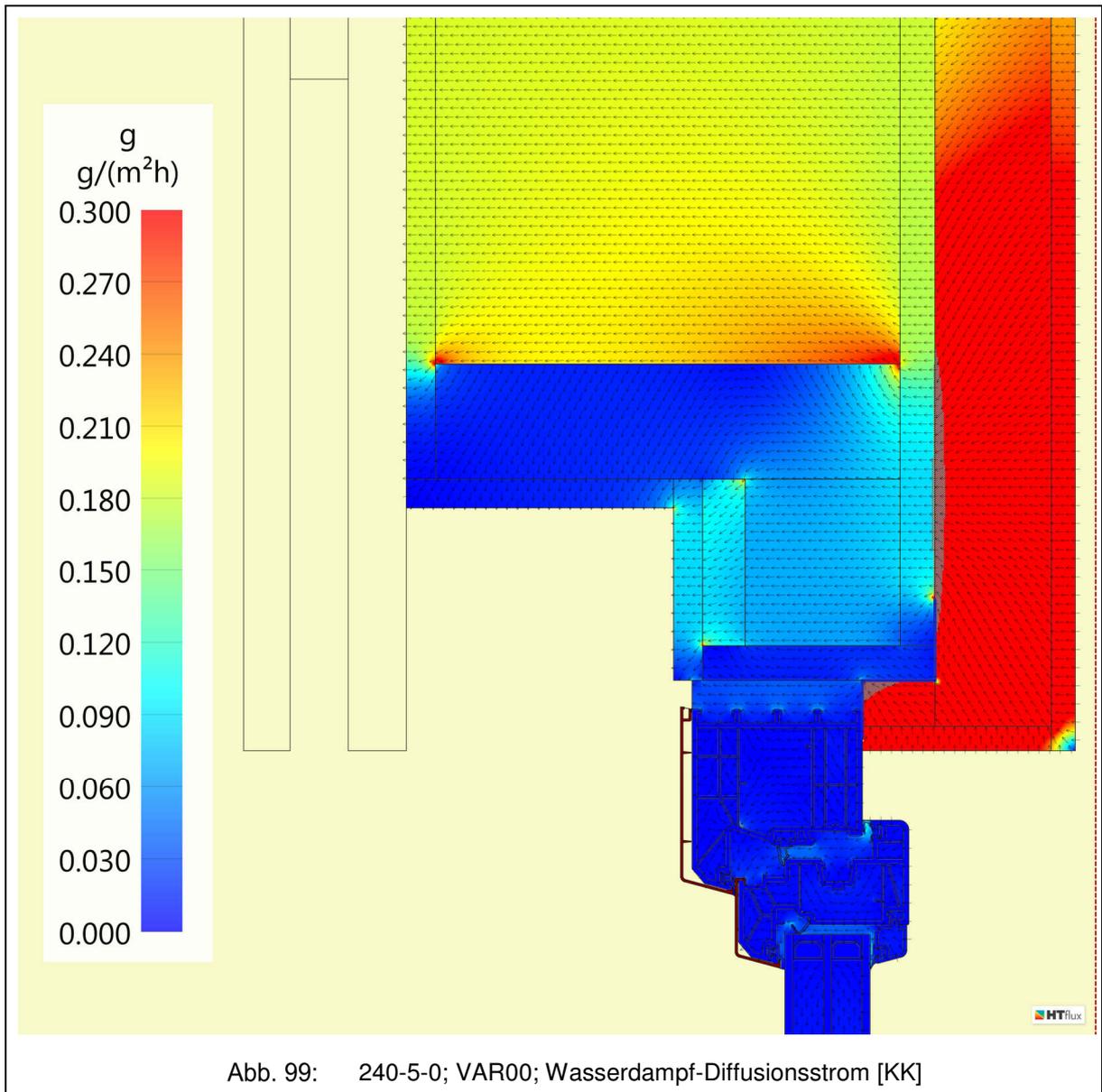
Montageablauf:

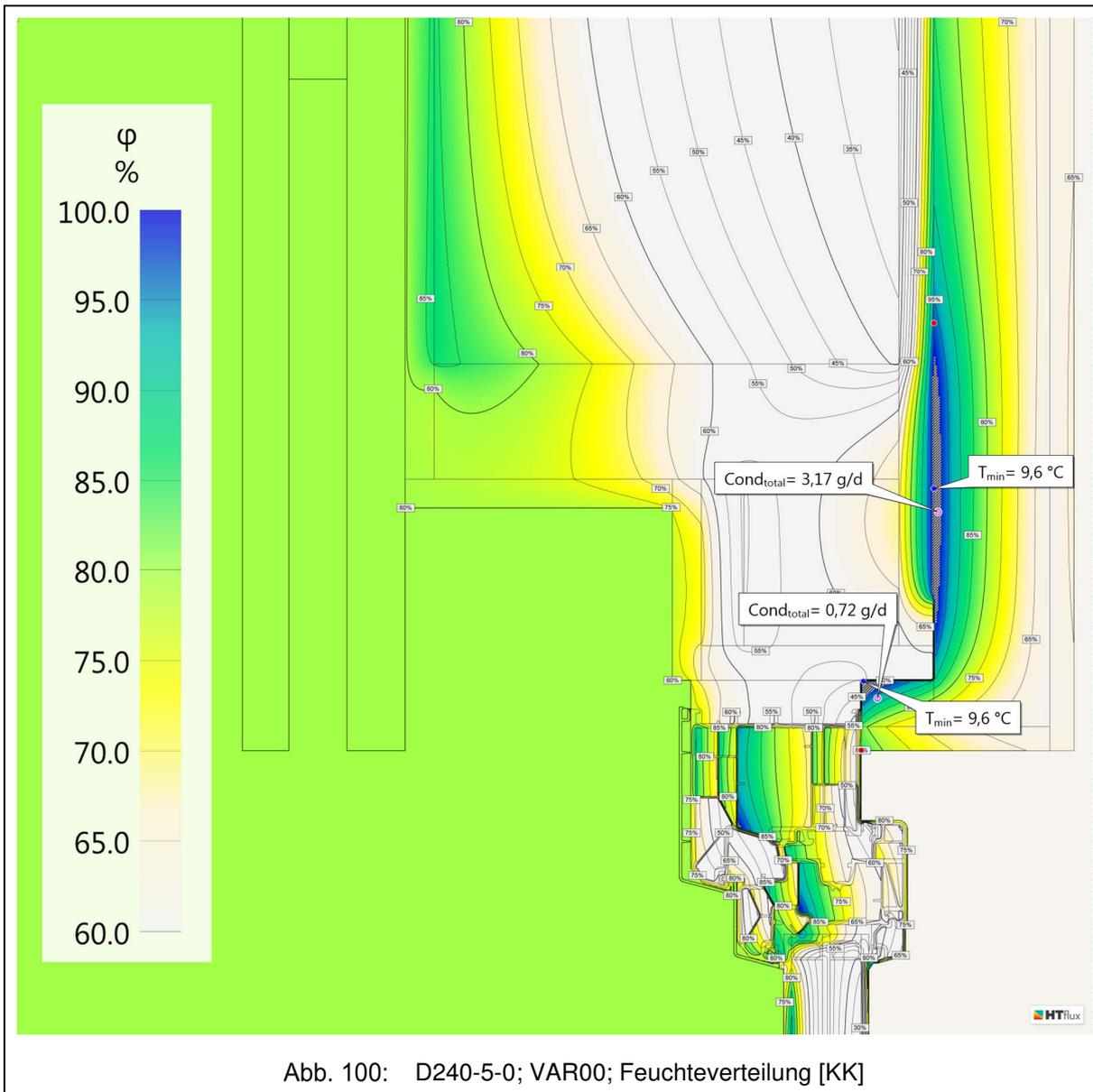
1. Die OSB-Platte wird im Werk 12,0 cm unter den Sturzriegel geführt.
2. Montage der DHF-Platten unter Sturzriegel
3. Montage des zusätzlichen Sturzriegels (8x8,7 cm) inkl. Dämmung und DHF-Platte
4. Winddichte Verklebung der DHF-Plattenstöße
5. Fenstermontage
6. Außenseitig winddicht abkleben
7. Montage Raffstore

Die Montagefuge (max. 1,5 cm) wird mit PU-Schaum verschlossen. Innen wird das Fenster luftdicht an die Luftdichtheitsebene (OSB) mittels Klebebänder angeschlossen.



Die Temperaturverteilung zeigt im Bereich des Sturzriegels und des zusätzlichen Sturzriegels eine Absenkung der Temperatur. Der Verlauf der +10 °C Isotherme verdeutlicht diesen Effekt und zeigt auch in der Innenkante Montagefuge - OSB-Platte eine ähnlich kalte Temperatur.

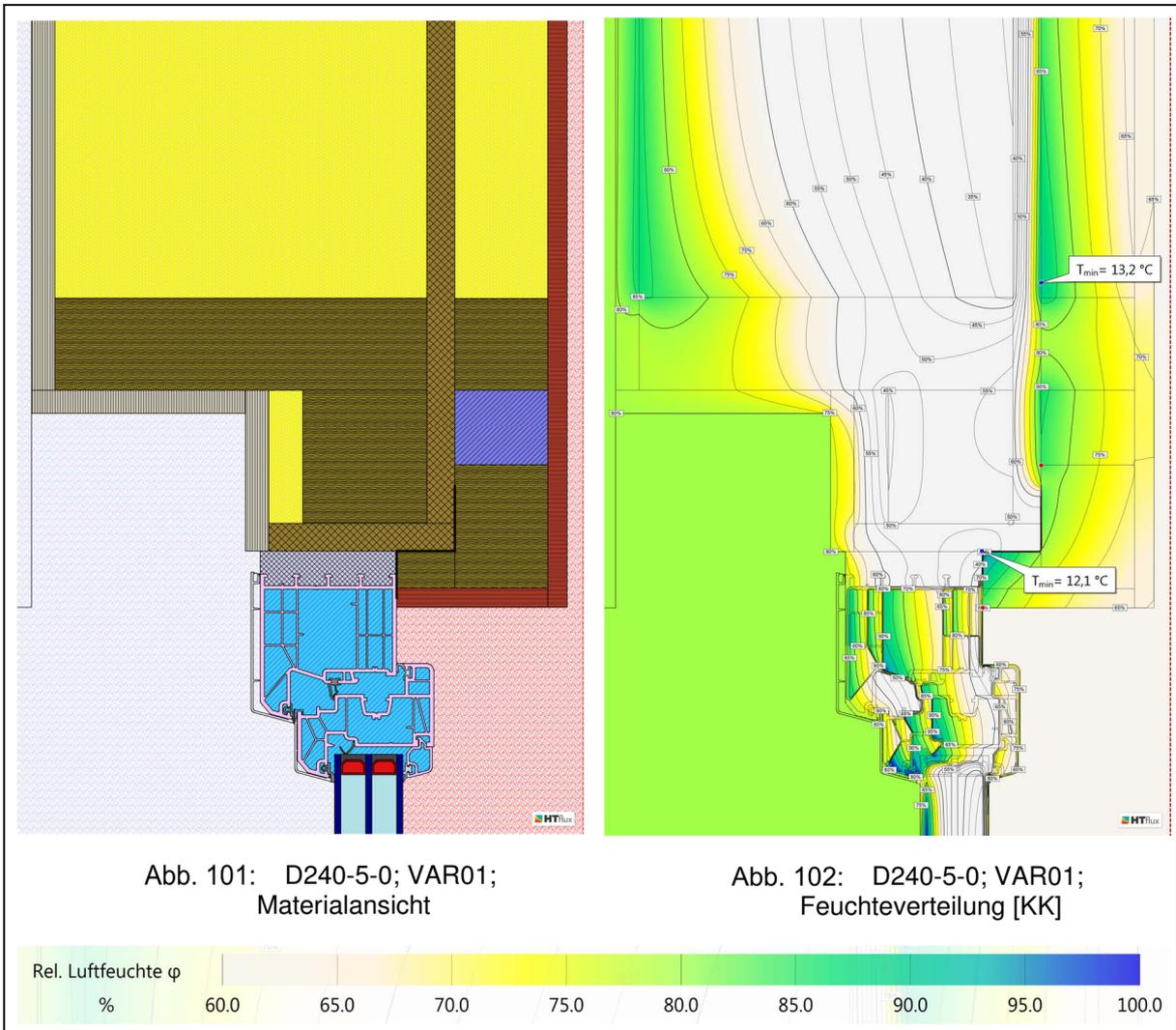




Es bilden sich zwei kritische Punkte in Bezug auf Kondensation. Im Punkt A kommt es durch die geringe Temperatur (+9,6 °C) an der Oberfläche des Fensteranschlussprofils zu Kondensation (0,72 g/(d m)).

Punkt B zeigt das Verhalten, das in den Details der Gebäudestößen (S. 57) sowie der Traufen (S. 73) ebenfalls zu Kondensat geführt hat. Durch die Überdämmung im Bereich des Sturzriegels ist die Temperatur (+9,6 °C) für den dort vorherrschenden Dampfdruck zu niedrig. Dadurch bildet sich, wie in der Feuchteverteilung gezeigt, Kondensat (3,17 g/(d m)) über die gesamte Höhe der beiden Sturzriegel.

VAR01: Kantholzunterkonstruktion in der Installationsebene im Sturzbereich



In der Installationsebene werden insgesamt 3 zusätzliche Kanthölzer einbracht. Diese verlaufen parallel zum Fenstersturz über die gesamte Fensterbreite. Zwischen den Kanthölzern bleibt ein Lufthohlraum.

Das Ergebnis zeigt, eine im Vergleich zu VAR00, stark erhöhte Temperatur in den Punkten A (+13,2 °C) und B (+12,1 °C). Dadurch wird eine Kondensation in den kritischen Bereichen vermieden.

Die relative Feuchte sinkt im Punkt A auf 90 %, und im Punkt B auf 95 %.

VAR02 und VAR03: Auswirkungen erweiterter Lufthohlraum

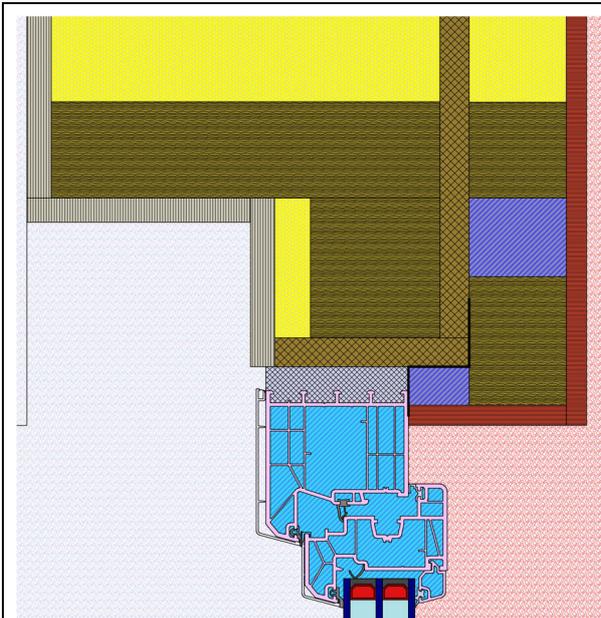


Abb. 103: D240-5-0; VAR02;
Materialansicht

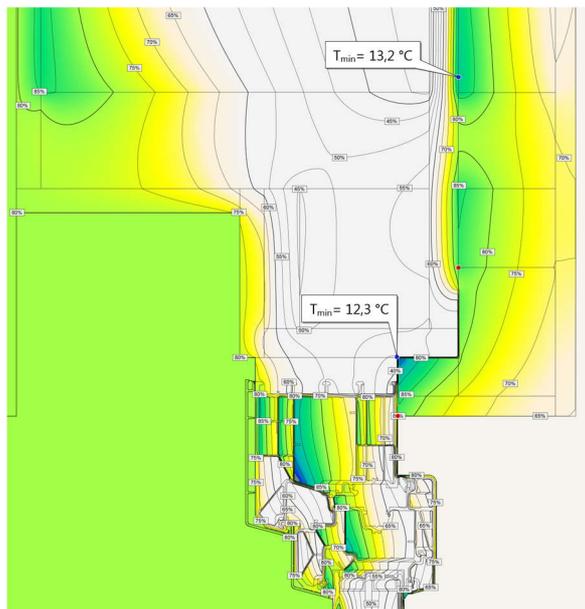


Abb. 104: D240-5-0; VAR02;
Feuchteverteilung [KK]

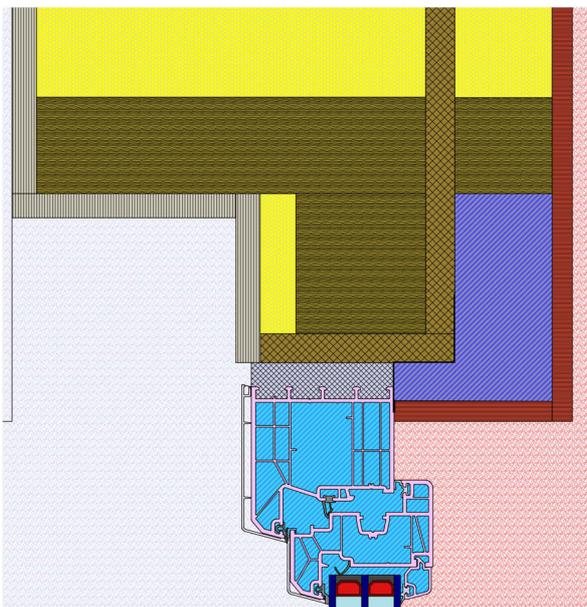


Abb. 105: D240-5-0; VAR03;
Materialansicht

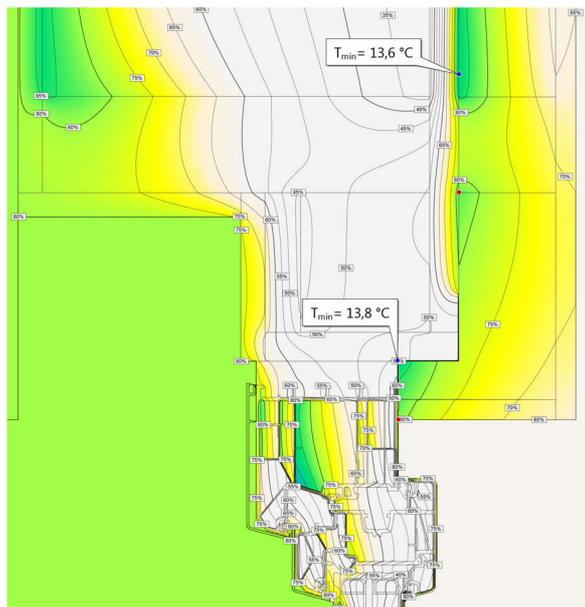
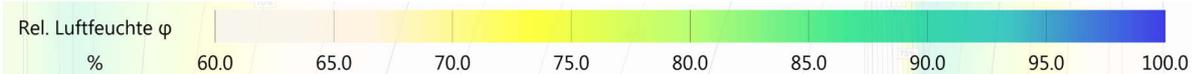


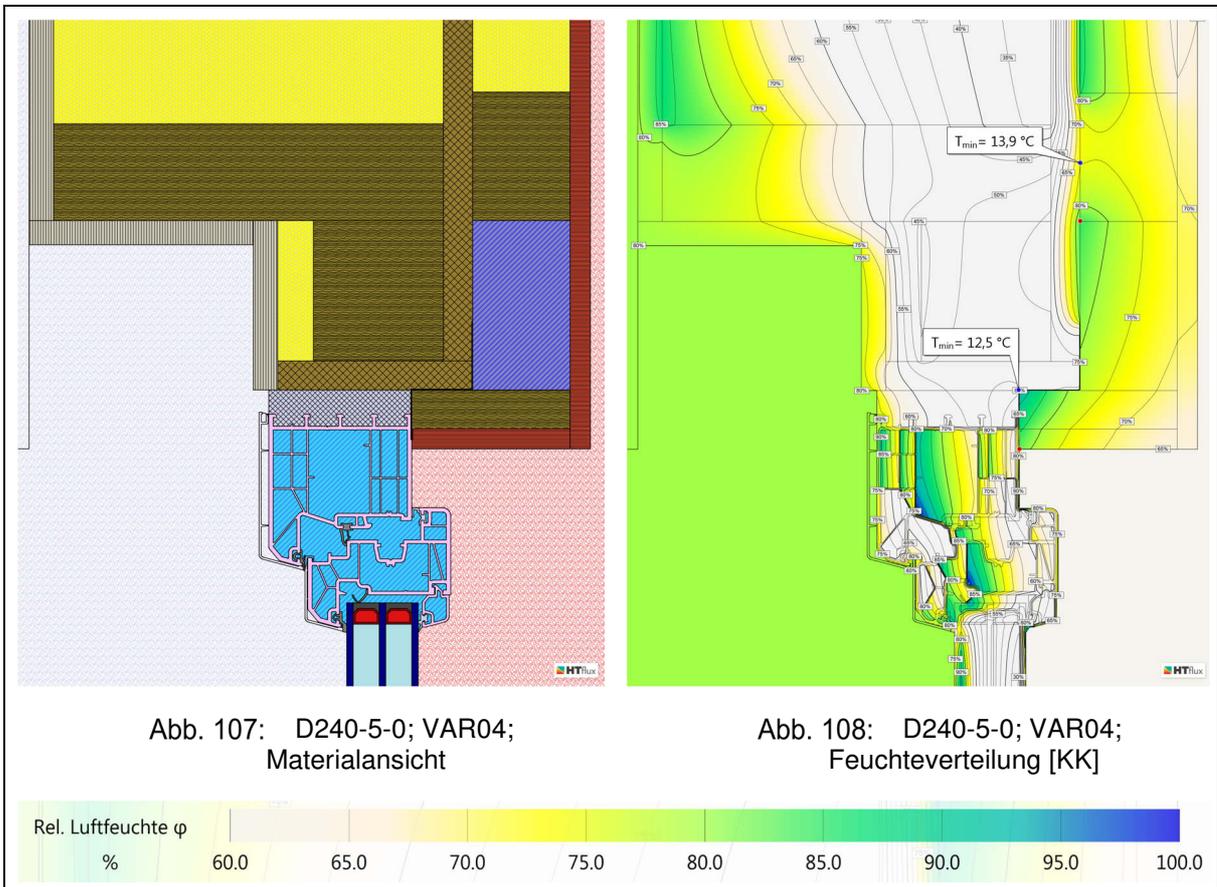
Abb. 106: D240-5-0; VAR03;
Feuchteverteilung [KK]



VAR02 und VAR03 zeigen die Auswirkungen auf die Feuchteverteilung bzw. die lokale Temperatur in den Punkten A und B bei erweitertem Lufthohlraum. Dieser Lufthohlraum bildet sich bei Montage einer vertikalen Führung der Unterkonstruktion der Installationsebene.

VAR04: Kombination Luft und Kantholzkonstruktion

Auf den Sturzriegel wird in der Installationsebene ein 6x8 cm großes Kantholz montiert. Für die bessere Montage der Gipsfaserplatte in der Sturzuntersicht wird ein Brett mit einer Stärke von 2,4 cm befestigt.



Diese Ausführung zeigt keine Kondensation im Bauteilinneren und bildet aus den Ergebnissen aus VAR 02 und VAR03 die optimale Lösung für die Ausführung.

VAR05 und VAR06: Außenliegende Dämmung mit Holzweichfaser

In den folgenden Varianten werden die Auswirkungen einer außenliegenden Dämmung untersucht.

In VAR05 wird der Sturzriegel mittels einer 6,0 cm² starken Holzweichfaserplatte ($\lambda=0,047 \text{ W/(mK)}$) entkoppelt.

In VAR06 wird der Sturzriegel um die Dämmstoffstärke von 6,0 cm der Holzweichfaserplatte nach oben verschoben. Somit wird der Sturz von außen komplett gedämmt.

² Aufgrund des Aufbaus der AW02 wird generell mit einer Holzweichfaserplatte mit der Stärke 6 cm gearbeitet, um wenig Baustoffabweichungen zu erhalten und somit den Lagerbestand wirtschaftlich zu halten.

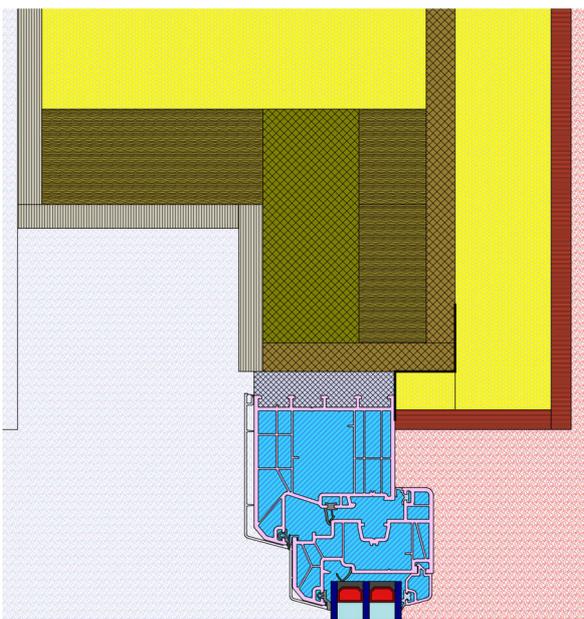


Abb. 109: D240-5-0; VAR05;
Materialansicht

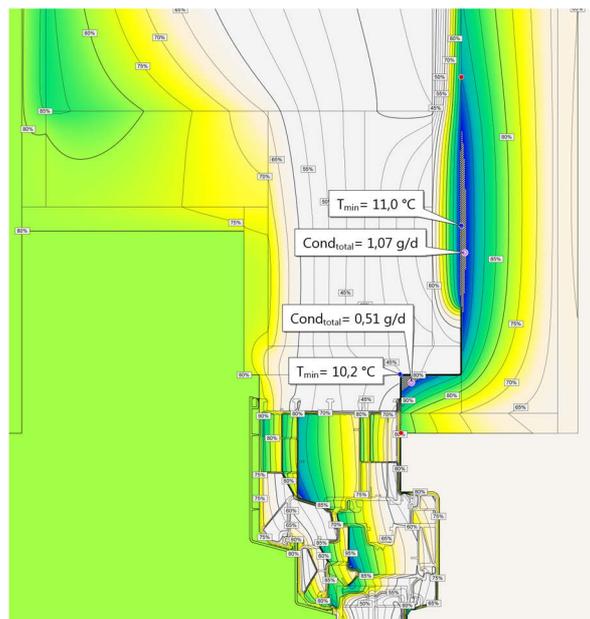


Abb. 110: D240-5-0; VAR05;
Feuchteverteilung [KK]

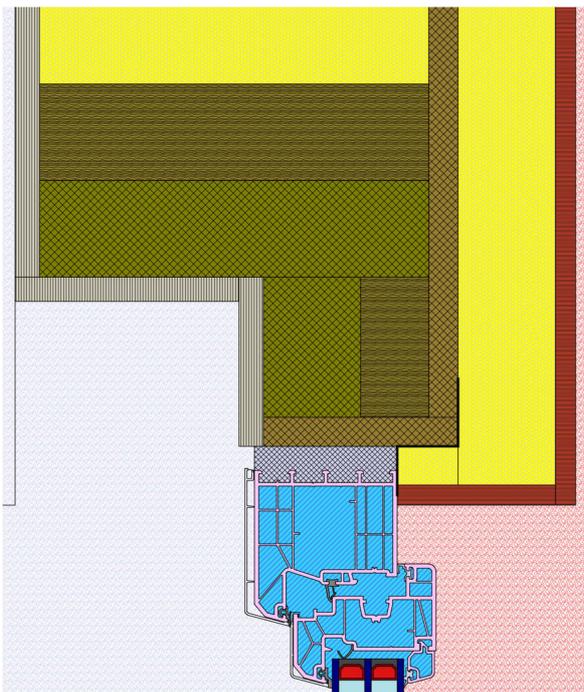


Abb. 111: D240-5-0; VAR06;
Materialansicht

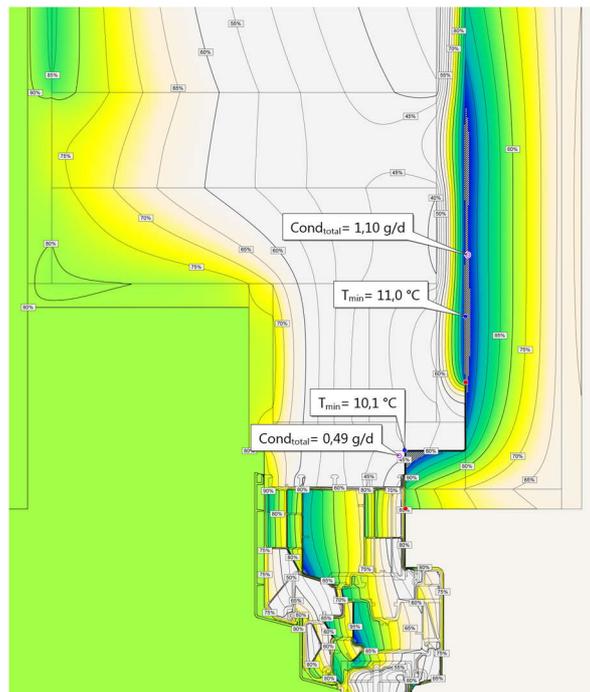
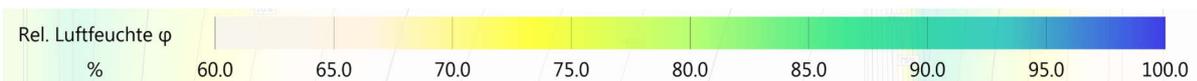


Abb. 112: D240-5-0; VAR06;
Feuchteverteilung [KK]



In VAR05 und VAR06 zeigt sich, dass eine außenliegende Dämmung im Bereich des Sturzes bzw. eine thermische Entkopplung des Sturzriegels alleine nicht ausreicht, um Kondensat zu

vermeiden. In den beiden Varianten zeigt sich trotz der außenliegenden Dämmung eine vergrößerte Kondensatfläche im Punkt A.

VAR07 und VAR08: Kombination VAR05 und VAR06 mit VAR02 und VAR04

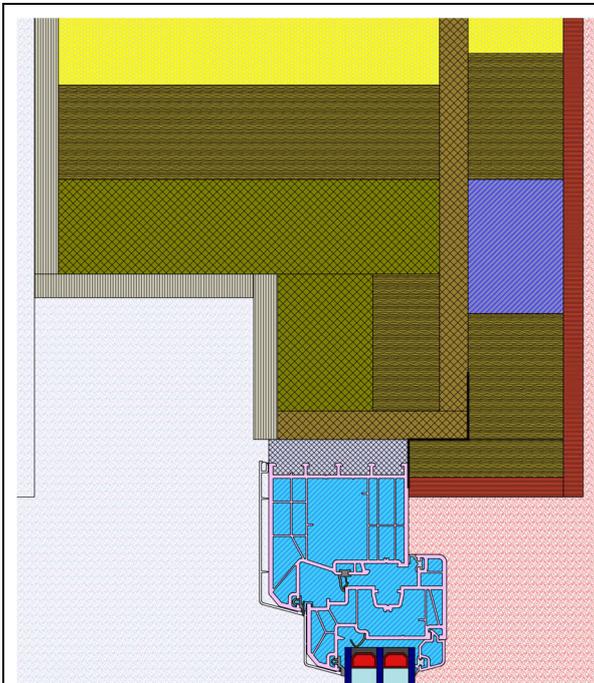


Abb. 113: D240-5-0; VAR07;
Materialansicht

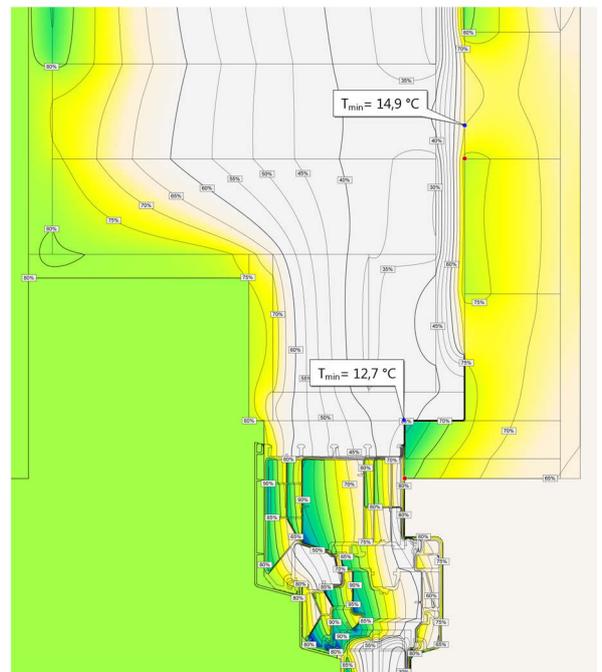


Abb. 114: D240-5-0; VAR07;
Feuchteverteilung [KK]

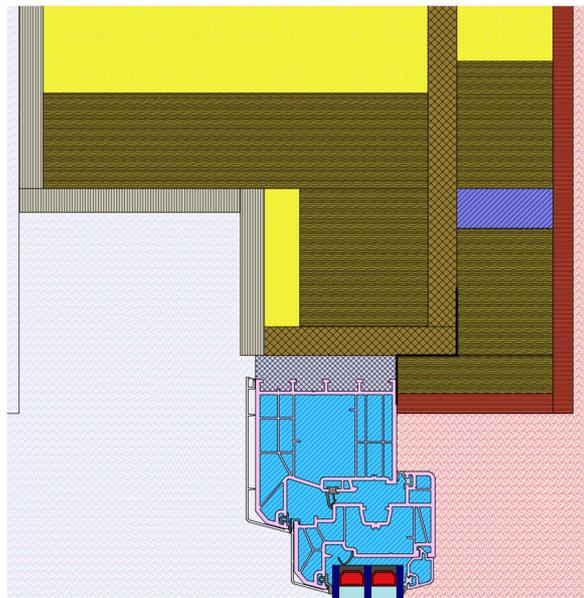


Abb. 115: D240-5-0; VAR08;
Materialansicht

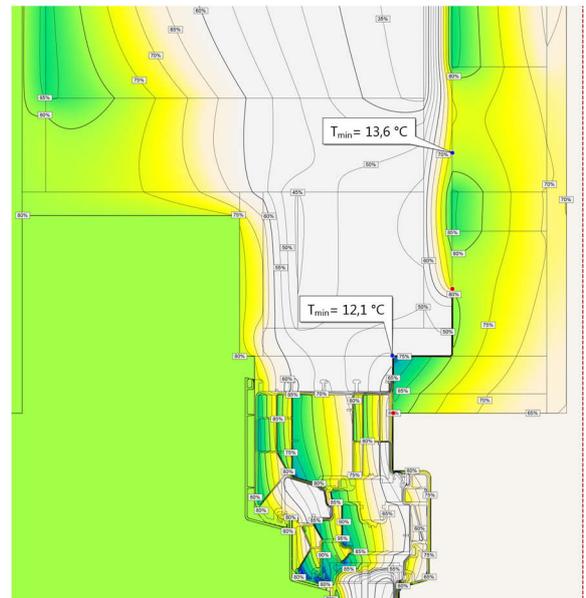
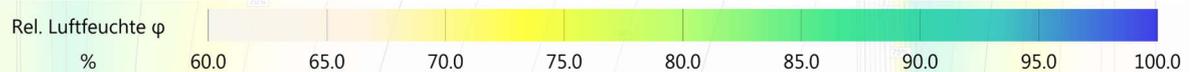
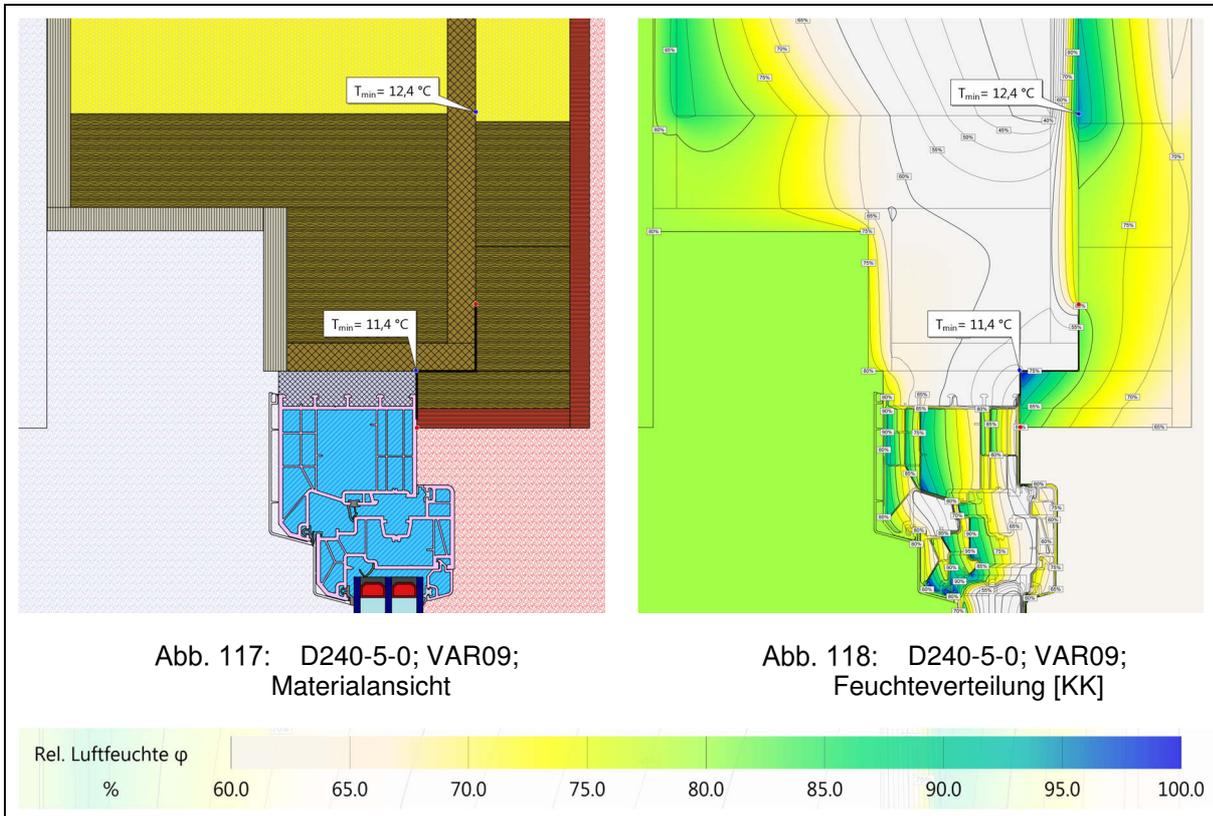


Abb. 116: D240-5-0; VAR08;
Feuchteverteilung [KK]



In VAR07 und VAR08 werden die Details mit den außenliegenden Dämmungen in Kombination mit innen montierten Kanthölzern und gebildetem Lufthohlraum berechnet. Die Feuchteverteilung inkl. den angegebenen Temperaturen zeigen eine deutliche Verbesserung.

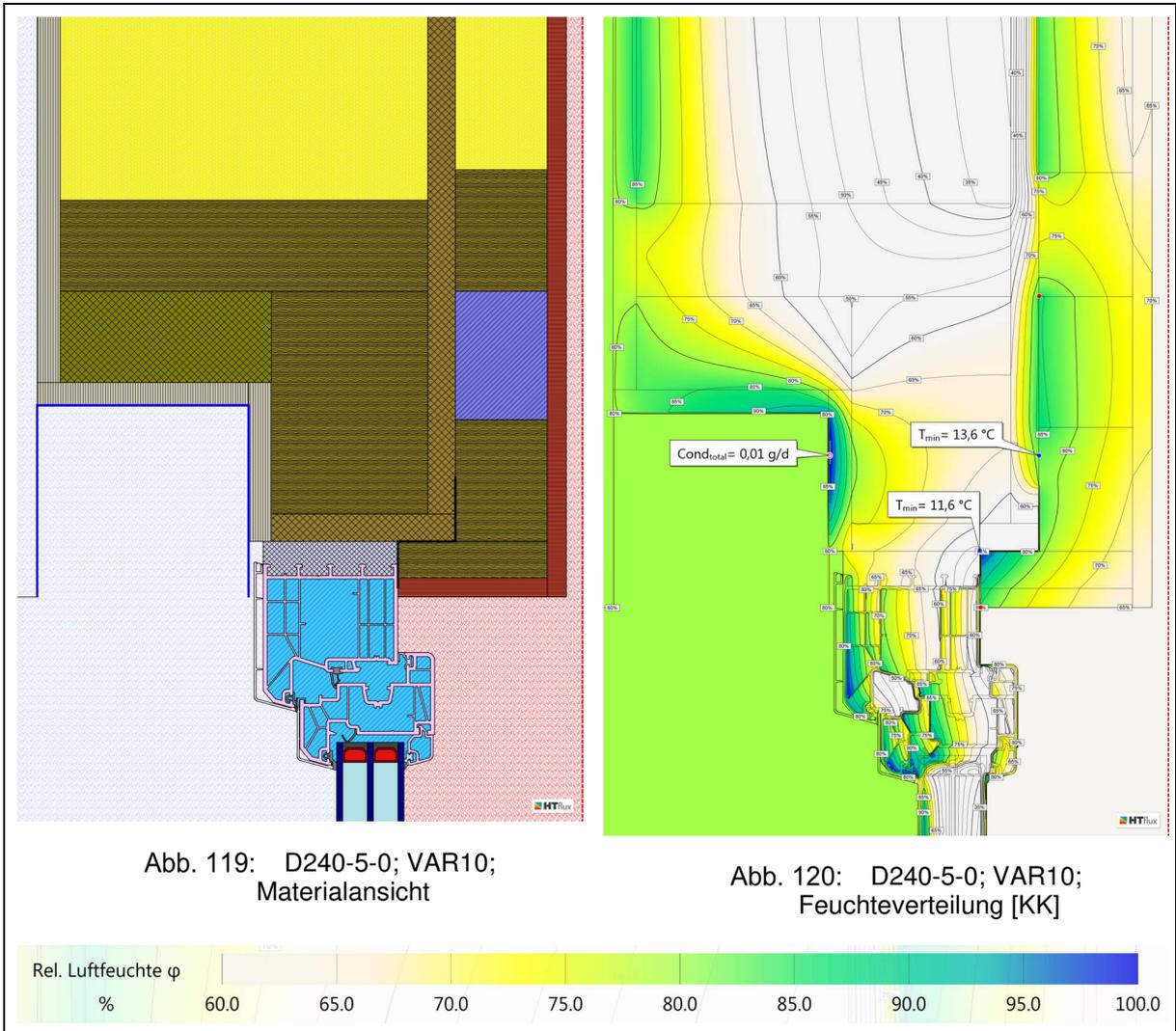
VAR09: Ausbildung des Sturzes ohne Lufthohlraum



Die relative Feuchte im Punkt A liegt bei 90 % und im Punkt B bei ca. 97 %.

VAR10: Modellierung des Aluminiumrollladens

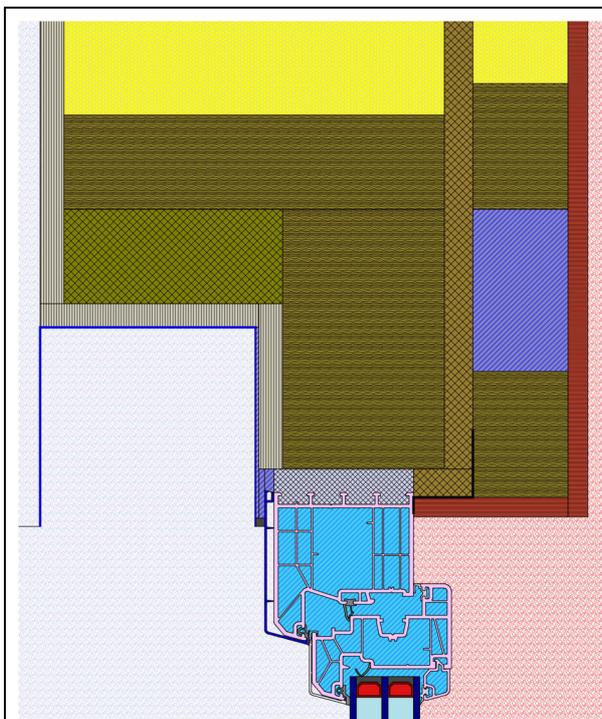
Im gezeigten Modell wird die Hülle des Rolladenkastens (Aluminium) mit berechnet.



Die Feuchteverteilung zeigt eine Kondensation im Bereich der innenliegenden Aluminiumhülle. Bauschäden verursacht durch dicht eingebaute, geschlossene Rolladenkästen sind aus der Praxis bekannt.

Ergebnisdetail D240-5-1

Aus den vorangegangenen Untersuchungen zeigt sich die folgende Konstruktion als hydrothermisch und auch ausführungstechnisch als optimalste Lösung. Auf eine zusätzliche Dämmung des unten liegenden Sturzbalkens wird verzichtet, um eine bessere Montage des Fensters zu gewährleisten.



Die Rollladen- bzw. Raffstorehülle wird mit 2,0 mm Abstand zur Holzkonstruktion modelliert. Die dadurch ermöglichte Dampfdruckentspannung verhindert bereits die Kondensatbildung. Zusätzlich wurde der Abschluss zwischen Rollladenkasten und Fensterprofil winddicht mittels eines Kompribandes modelliert.

Um im Punkt B die noch auftretende Spitze der relativen Feuchte zu beseitigen, wird das Fenster direkt an den Sturzbalken befestigt und die OSB-Platte zur Innenseite des Fensterprofils geführt und dort luftdicht abgeklebt. Somit bildet sich trotz der niedrigen Temperatur von +11,6 °C kein Kondensat. Es ist in der Montagefuge ein Dämmstoff mit einem λ -Wert von 0,035 W/(mK) empfehlenswert.

Abb. 121: D240-5-1; Ergebnisdetails; Materialansicht

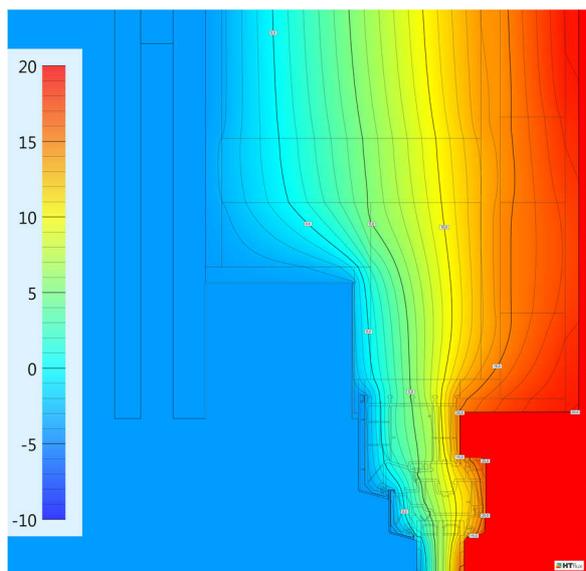


Abb. 122: D240-5-1; Ergebnisdetail; Temperaturverteilung

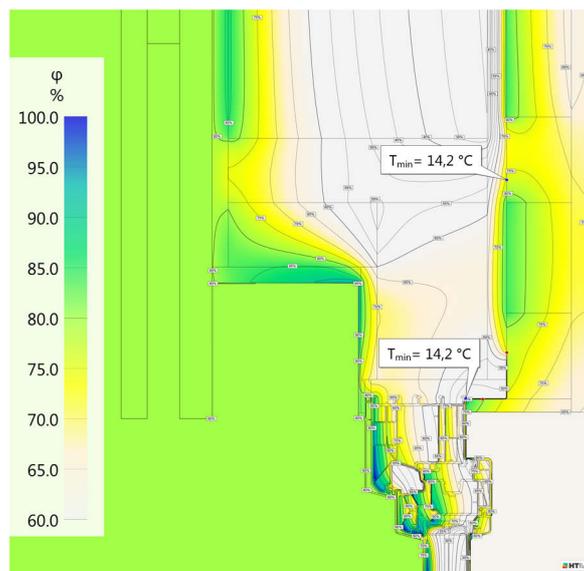
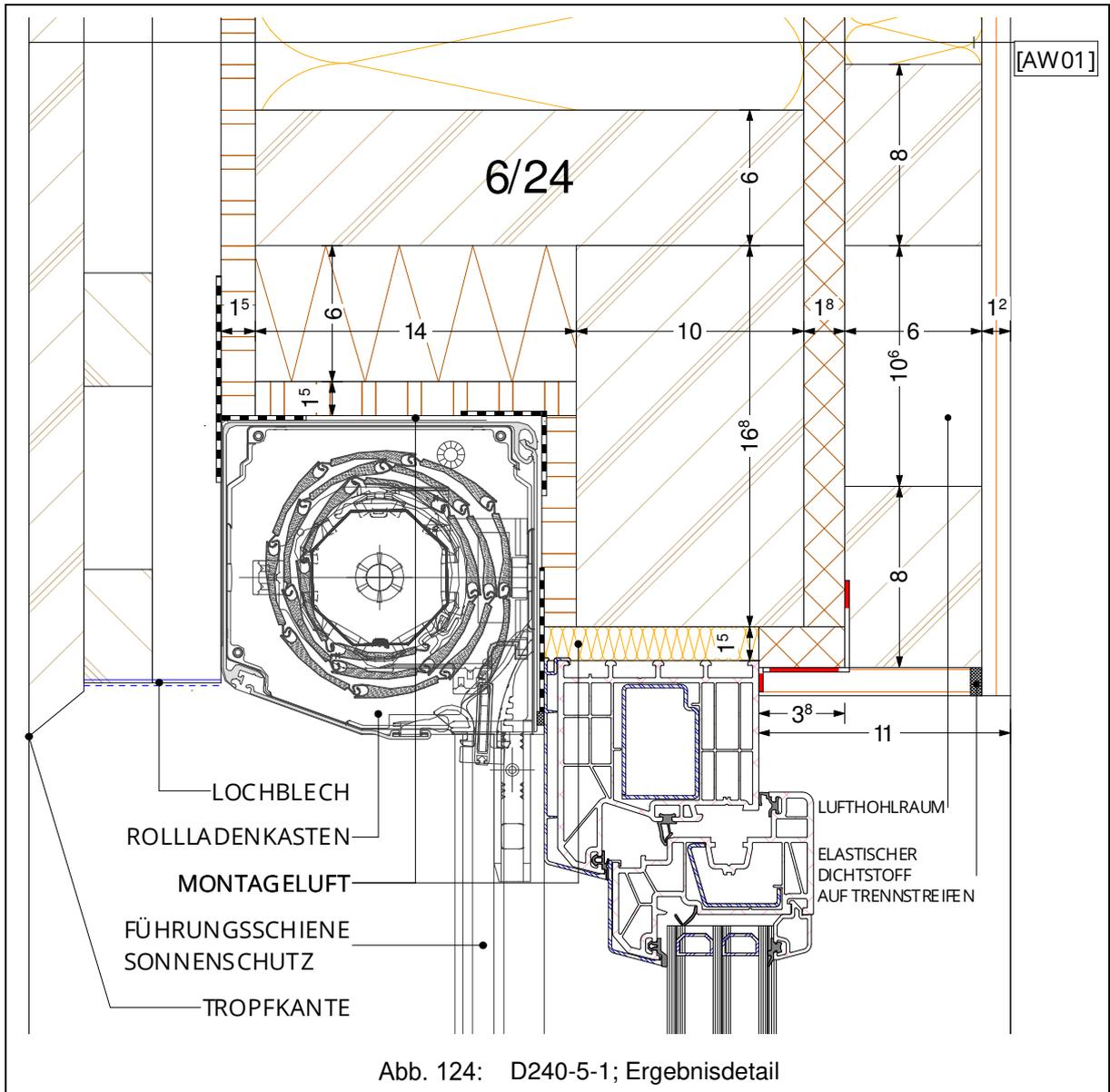


Abb. 123: D240-5-1; Ergebnisdetail; Feuchteverteilung [KK]



5.5.5.4 Fenster Horizontalschnitt AW01 mit Rollläden (D240-7-0)

VAR00; Ausgangsdetail D240-7-0

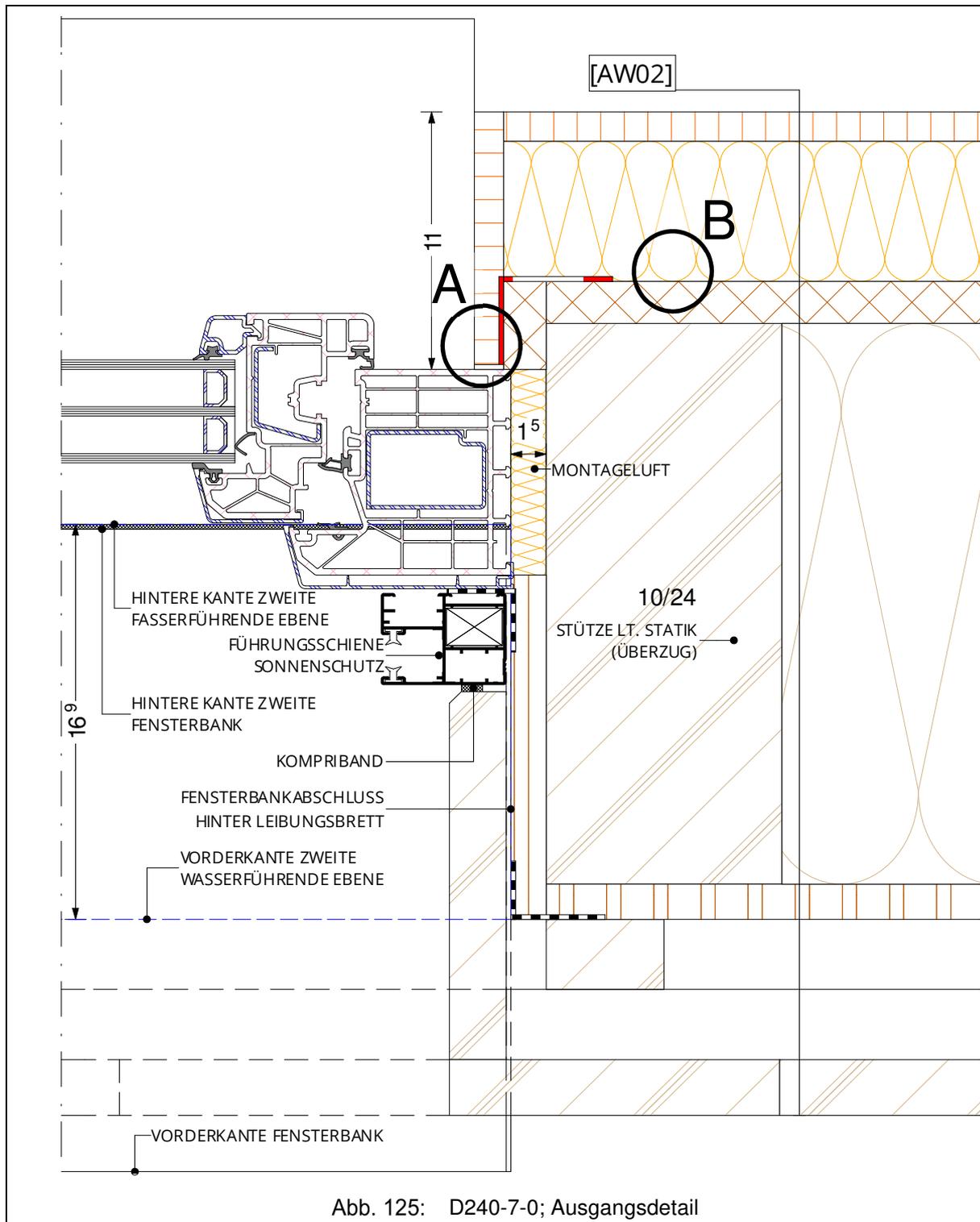


Abb. 125: D240-7-0; Ausgangsdetail

Der Detailanschluss wird zuerst ohne die Unterkonstruktion der Installationsebene berechnet. Dies wäre bei einer waagrechten Verlegung der Unterkonstruktion der Fall, welche in Bezug auf die Installationsführung von Vorteil sein kann.

Analog ist dieses Detail auch als Fenstersturz ohne Rollläden bzw. Raffstore zu sehen, wobei in diesem Fall die Möglichkeit bestehen würde, das Fenster noch weiter an die Außenkante zu setzen.

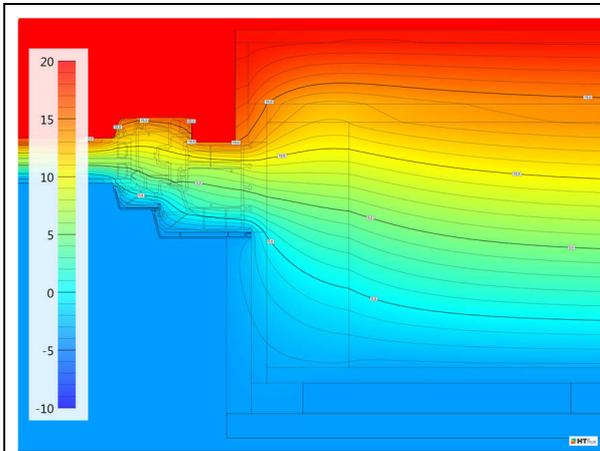


Abb. 126: D240-7-0; VAR00;
Temperaturverteilung [KK]

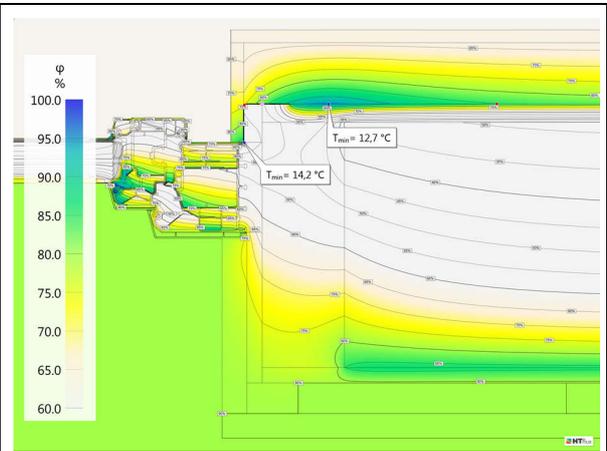


Abb. 127: D240-7-0; VAR00;
Feuchteverteilung [KK]

Es bildet sich rechnerisch kein Kondensat. Im Punkt B ist eine erhöhte relative Luftfeuchtigkeit von ca. 95% erkennbar, die aus den schon bekannten Gründen resultiert.

VAR01 und VAR02: Verbreiterung der Unterkonstruktion Installationsebene

In VAR01 wird kantenbündig mit der OSB-Platte ein Kantholz (6x8 cm) in die Installationsebene eingebaut. Der Holzsteher hat eine Breite von 8 cm.

VAR02 zeigt das berechnete Modell mit einem verbreiterten Steher (b= 10 cm) und verbreitertem Kantholz (6x10 cm).

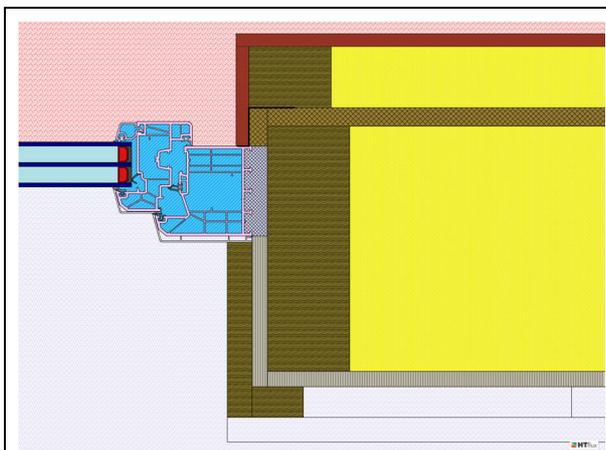


Abb. 128: D240-7-0; VAR01; Materialansicht

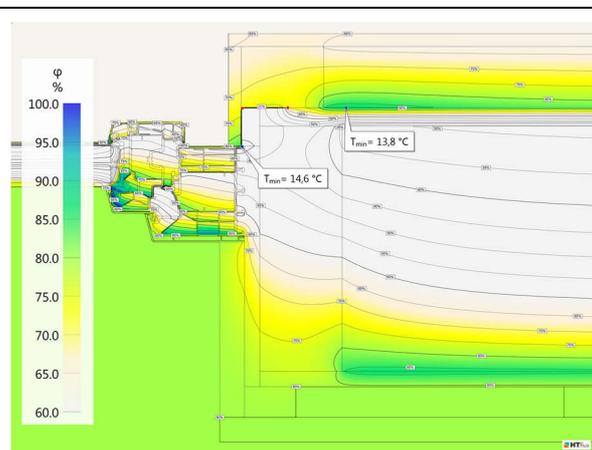


Abb. 129: D240-7-0; VAR01; Feuchteverteilung [KK]

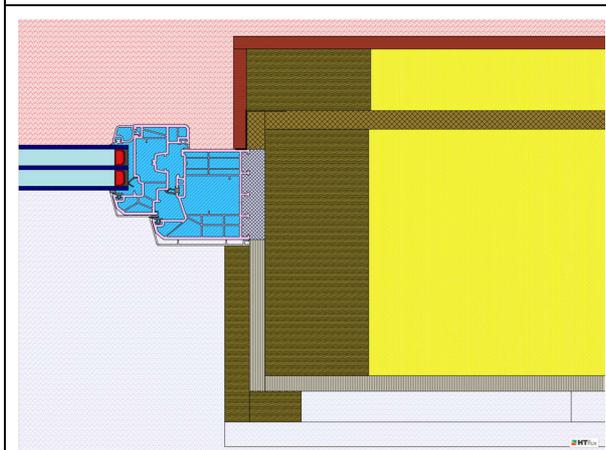


Abb. 130: D240-7-0; VAR02; Materialansicht

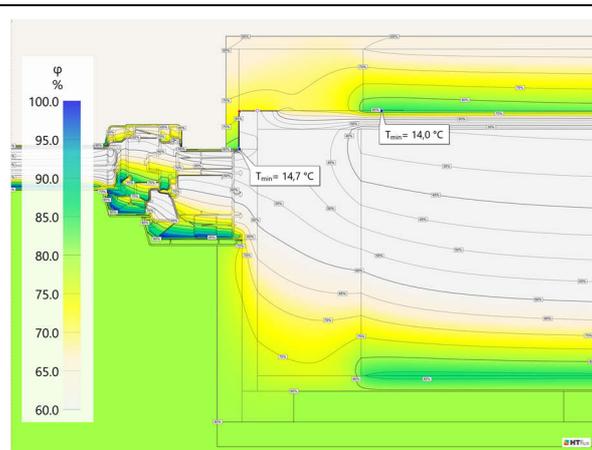


Abb. 131: D240-7-0; VAR02; Feuchteverteilung [KK]

In beiden Varianten ist nicht mit Kondensat zu rechnen. In den Abbildungen der Feuchteverteilung zeigt sich die durch das Kantholz verschobene relative Feuchte im Punkt B. Die relative Feuchte hat in beiden Varianten ein Maximum von 85 % im Punkt B.

VAR03: Verbreiteter Steher mit Kantholz (6x8)

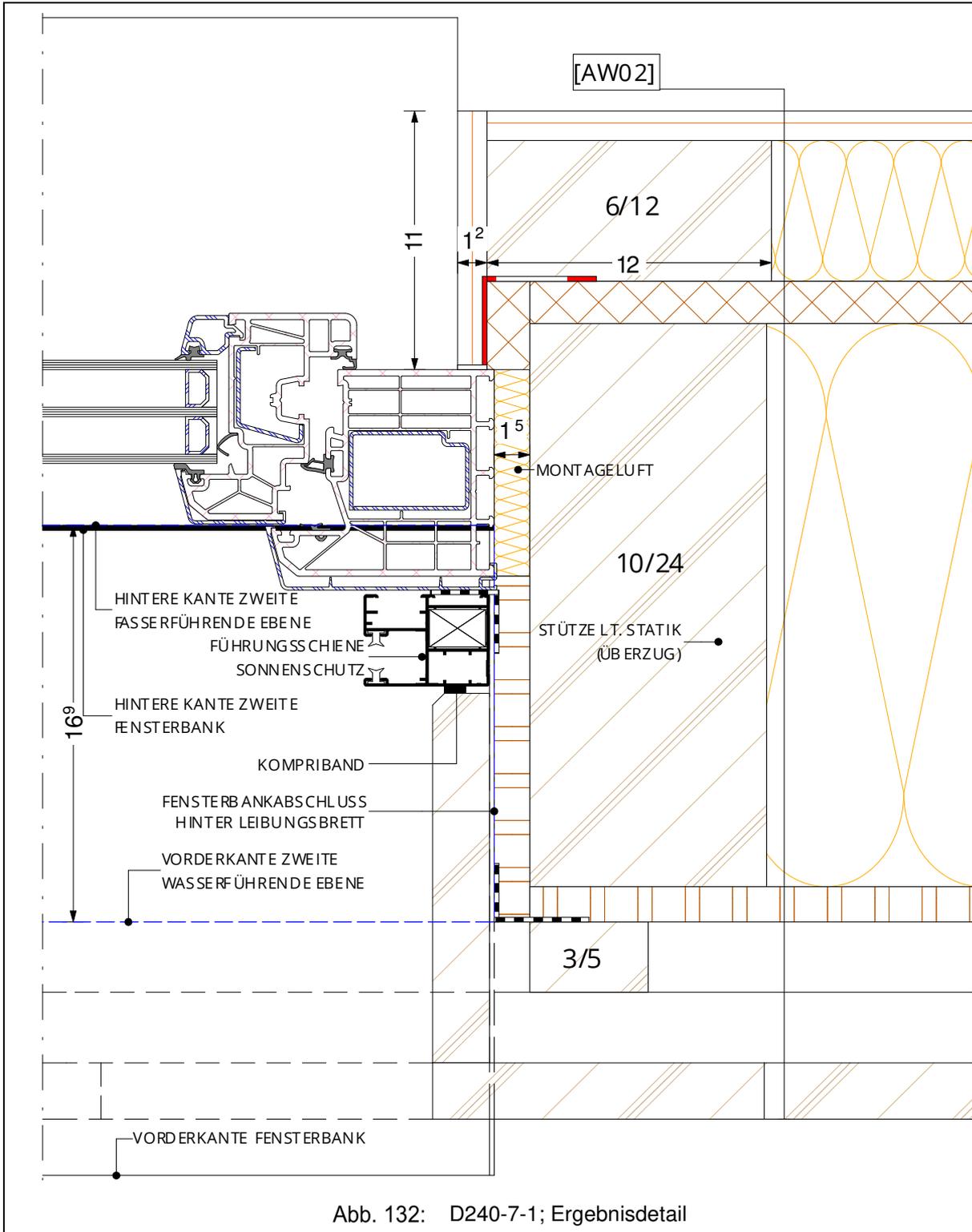
Das Detail wird mit einem verbreiterten Steher wie in VAR02 berechnet. Die Abmessungen des Kantholzes werden wie in VAR01 mit 6x8 cm modelliert.

Es zeigt sich eine erhöhte relative Feuchte im Punkt B von 95 %.

Ergebnisdetail D240-7-1

Aus diesen Untersuchungen lässt sich ableiten, dass Konstruktionssteher ab einer Breite von 10 cm mittels der Holzunterkonstruktion in der gedämmten Installationsebene mindestens ebenso breit aufgedoppelt werden sollten, um eine erhöhte relative Feuchte zu vermeiden. Es wurde das Modell bis zu einer Breite des Konstruktionsstehers von 20 cm und einer Breite der Unterkonstruktion von 22 cm berechnet. Hier trat eine maximale relative Feuchte von 85 % auf.

Als Ergebnisdetail wird die VAR02 herangezogen.



5.5.6 Fensterdetails AW02

5.5.6.1 Fensterbank AW02 mit Rollladen (D220-4-0)

VAR00: Ausgangsdetail D220-4-0

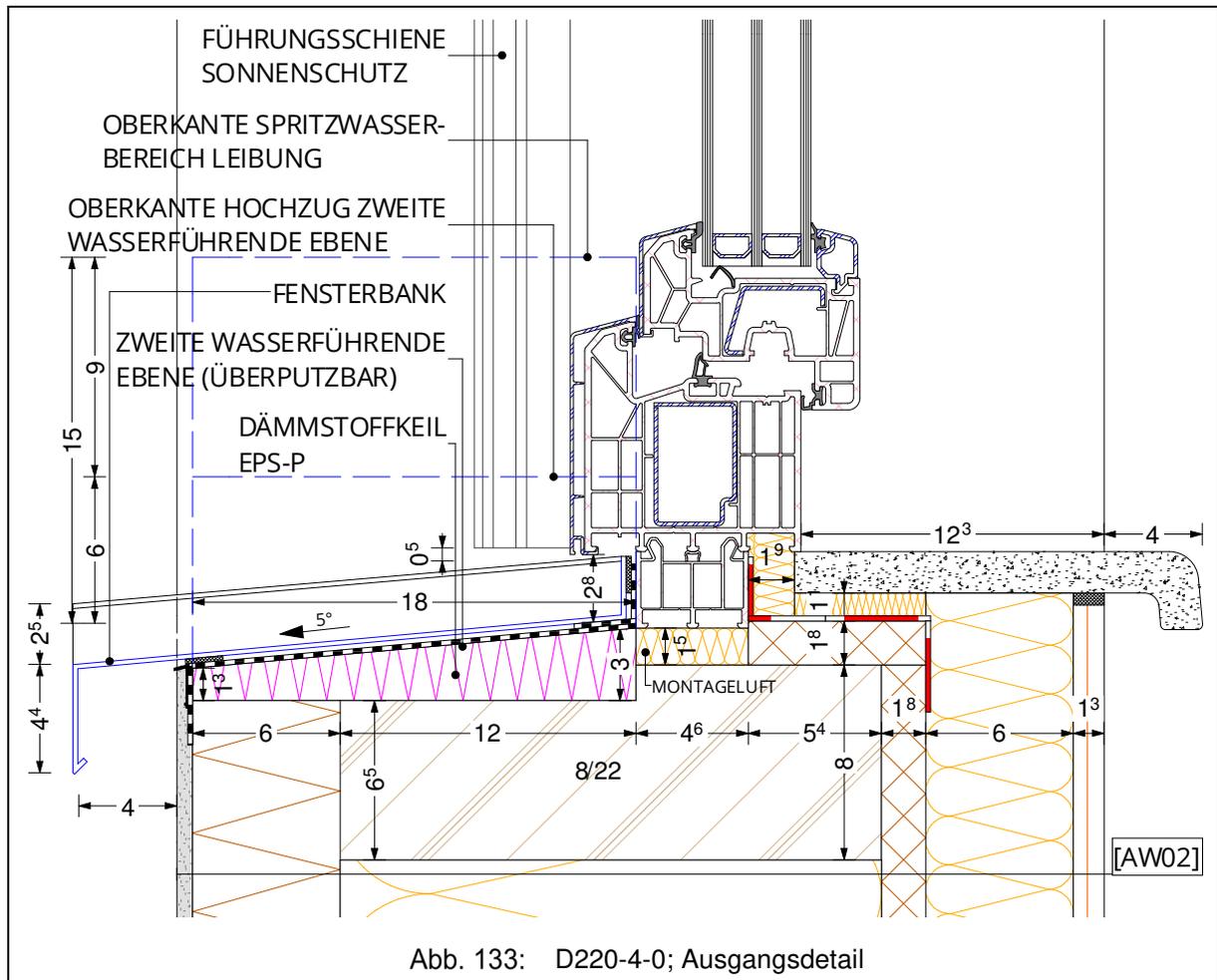


Abb. 133: D220-4-0; Ausgangsdetail

Dieses Detail stellt den Fensterbankanschluss an ein Kunststofffenster mit Rollläden inkl. Rollladenführungsschiene dar. Das Gefälle der Fensterbank wird mittels eines EPS-P Dämmkeils hergestellt, um im Spritzwasserbereich des Fensters (Fensterbank und Leibungen) nichtquellendes Material zu verwenden und bei möglichem Wassereintritt eine Durchfeuchtung der Baustoffe zu verhindern. Auf dem Dämmstoffkeil wird eine diffusionsoffene jedoch wasserdichte Folie als zweite wasserführende Ebene unter der Fensterbank vollflächig verklebt. Die Folie wird seitlich an den Leibungen mindestens 6 cm über die obere Kante des Dämmstoffkeils hochgezogen, um eine wannenförmige Ausbildung sicherzustellen. Es ist darauf zu achten, dass diese Folie überputzbar ist, da diese bis auf die vertikale Fläche der Holzweichfaserputzträgerplatte geführt wird.

Das Fenster wird schlagregensicher und winddicht an diese Folie angeschlossen. Die Montagefuge (max. 1,5 cm) wird mit PU-Schaum verschlossen. Innen wird das Fenster luftdicht an die Luftdichtheitsebene (OSB) mittels Klebebänder angeschlossen.

Die außenliegende Aluminiumfensterbank wird im Berechnungsmodell nicht modelliert.

Die innenliegende Fensterbank wird als Holzspanplatte modelliert.

VAR00, VAR01, VAR02, VAR03

In den folgenden vier Varianten werden analog zu D240-4-0 die Auswirkungen der verschiedenen Konstruktionsvarianten auf die relative Feuchteverteilung gezeigt. In den Abbildungen der Feuchteverteilung wird jeweils die in den relevanten Punkten auftretende Temperatur angezeigt.

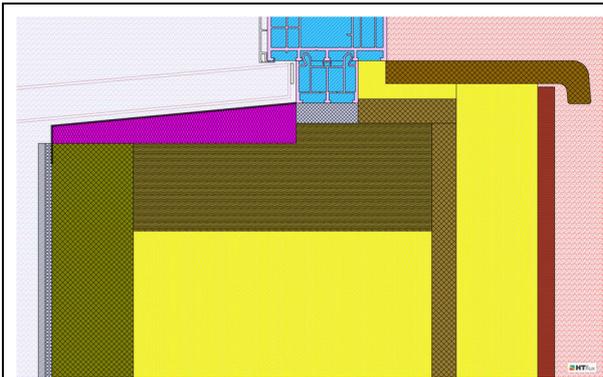


Abb. 134: D220-4-0; VAR00;
Materialansicht

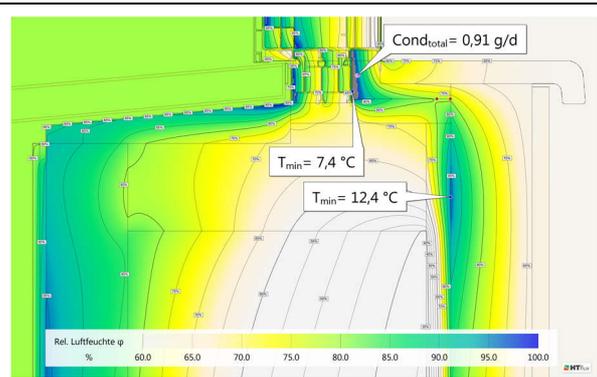


Abb. 135: D220-4-0; VAR00;
Feuchteverteilung [KK]



Abb. 136: D220-4-0; VAR01;
Materialansicht

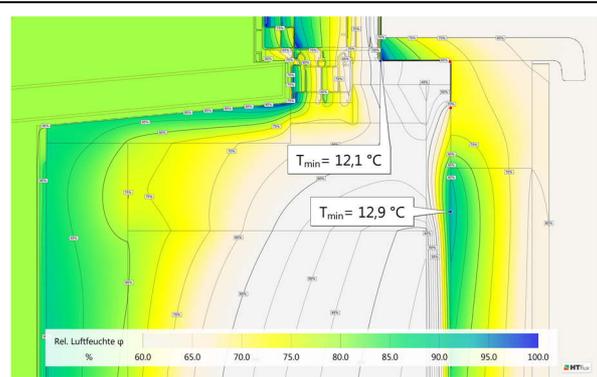


Abb. 137: D220-4-0; VAR01;
Feuchteverteilung [KK]

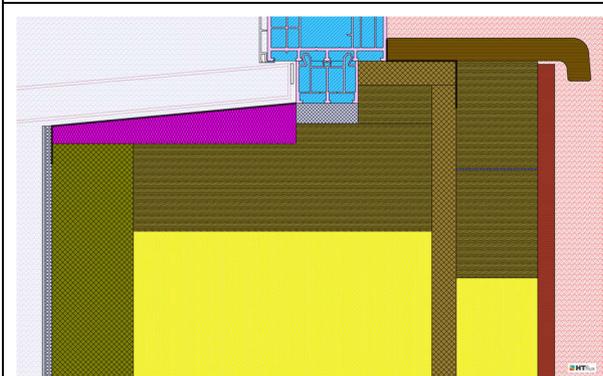


Abb. 138: D220-4-0; VAR02;
Materialansicht

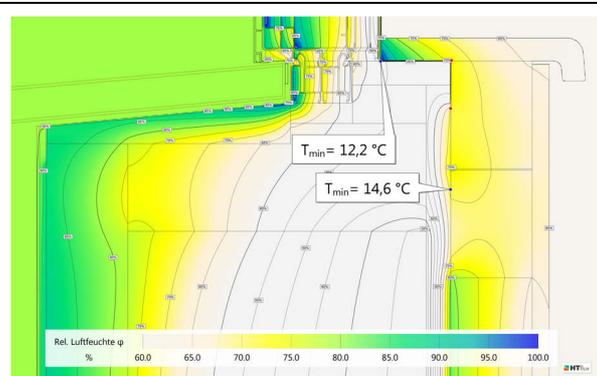
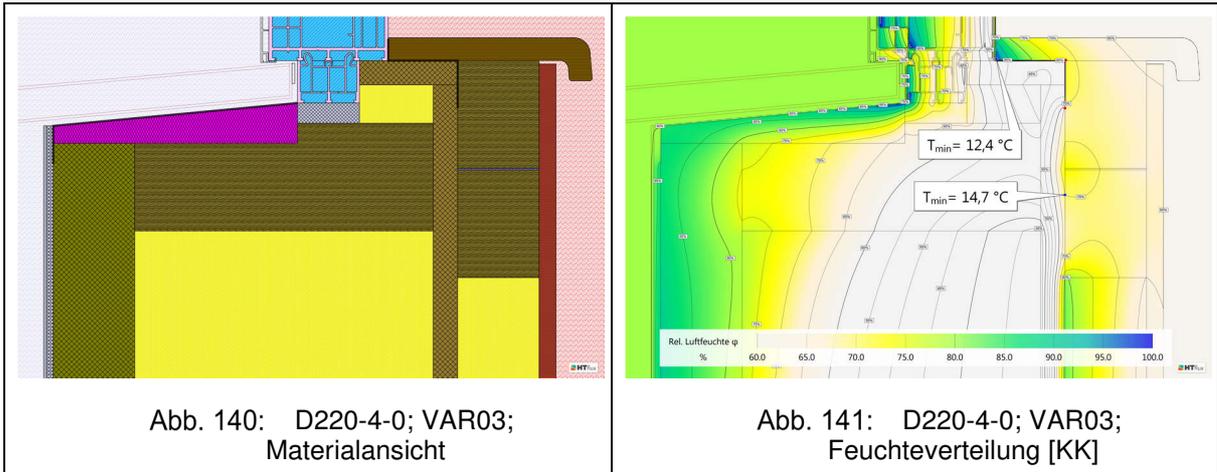


Abb. 139: D220-4-0; VAR02;
Feuchteverteilung [KK]



Ergebnisdetail D220-4-1

Als Ergebnisdetail wird die VAR02 herangezogen, da dies die sinnvollste Variante in Bezug auf die Ausführung darstellt. Es wird innen vor das fertig eingeschäumte Fensteranschlussprofil eine Holzleiste für die Montage der OSB-Platte verlegt. Die verklebte OSB-Platte bildet den luftdichten Anschluss an das Fenster und gemeinsam mit den zwei horizontalen Kanthölzern in der Installationsebene die Unterkonstruktion für das Fensterbrett und die Gipsfaserplatte.

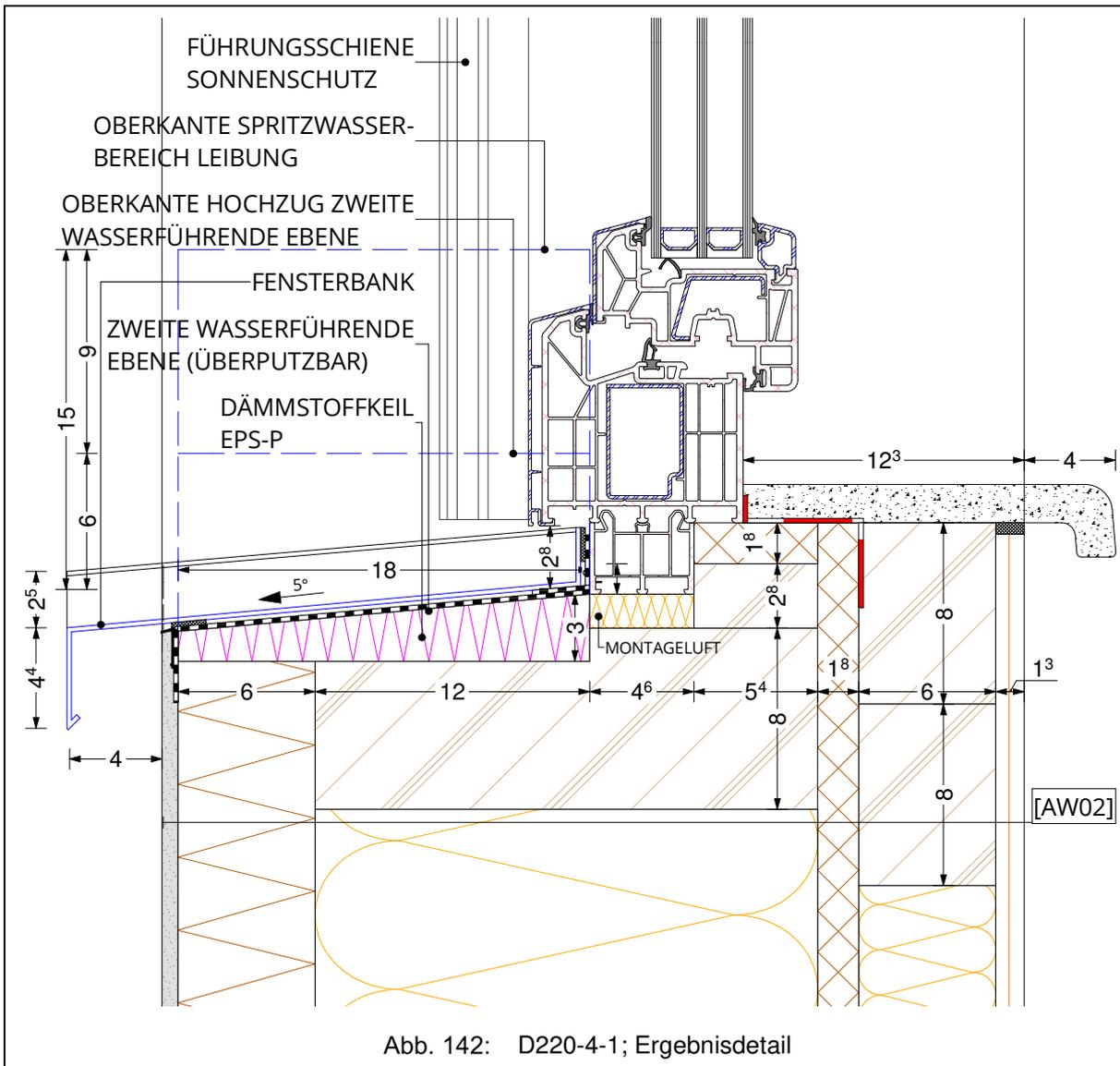
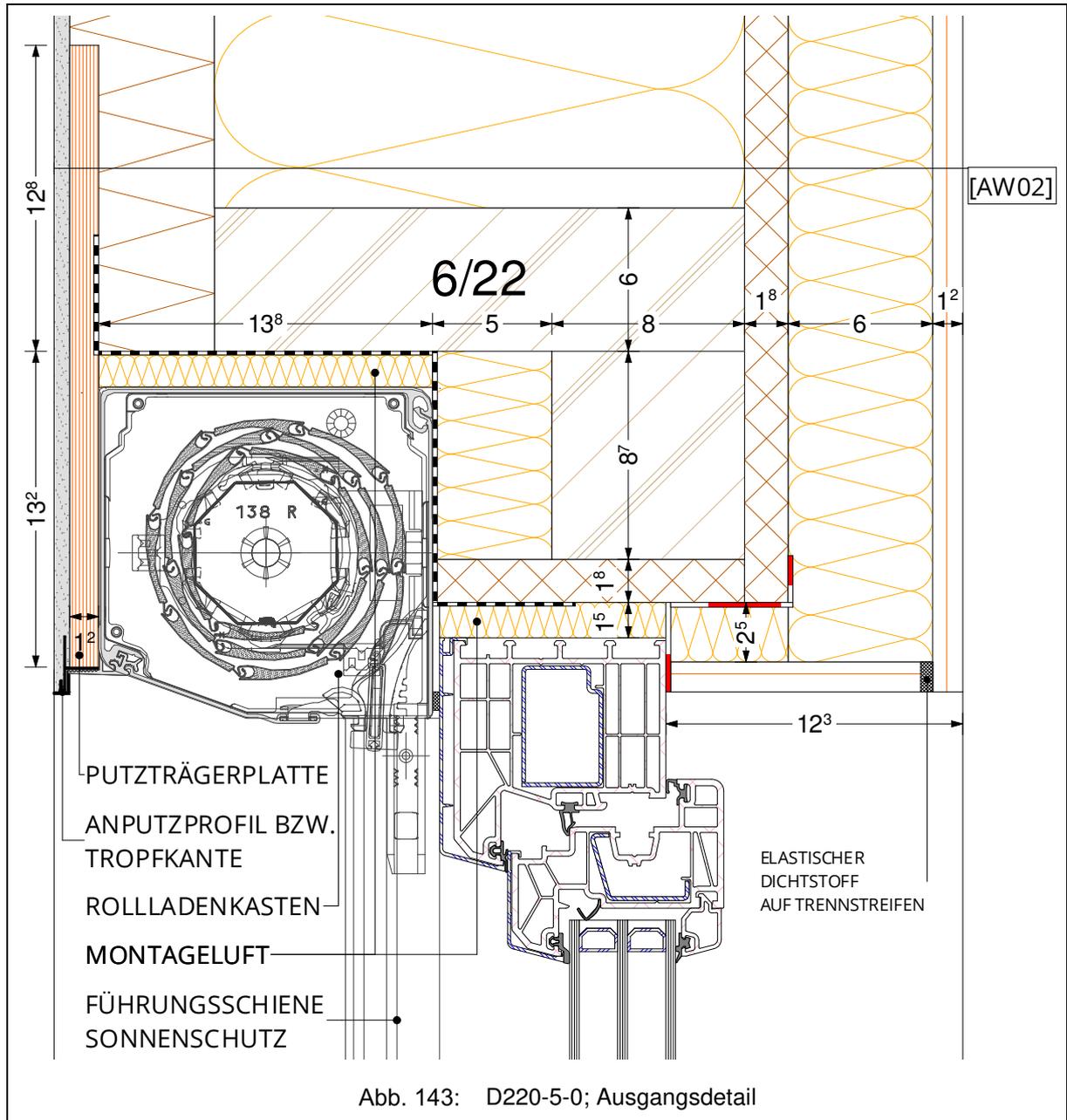


Abb. 142: D220-4-1; Ergebnisdetail

5.5.6.2 Fenstersturz AW02 mit Rollladen (D220-5-0)

VAR00: Ausgangsdetail D220-5-0



Dieses Detail zeigt den Fensteranschluss an ein Kunststofffenster mit Rollladen inklusive Rollladenführungsschiene.

Montageablauf:

1. Die OSB-Platte wird im Werk 12,0 cm unter den Sturzriegel geführt.
2. Montage des zusätzlichen Sturzriegels (8x8,7 cm) inkl. Dämmung
3. Fenstermontage
4. Einsetzen des Rollladenkastens inkl. Anputzprofil (Dämmung der Laibungen seitlich des Rollladenkastens muss eingebracht sein)

Die Montagefuge (max. 1,5 cm) wird mit PU-Schaum verschlossen. Innen wird das Fenster luftdicht an die Luftdichtheitsebene (OSB) mittels Klebebänder angeschlossen.

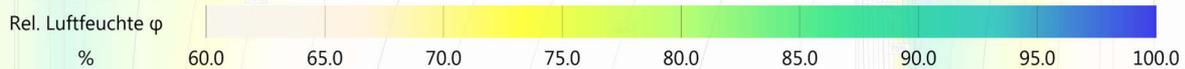
VARIANTEN VAR00 – VAR07

In den folgenden Varianten werden verschiedene Konstruktionen und deren Auswirkung auf die relative Feuchteverteilung gezeigt. Zum besseren Vergleich werden die Temperaturen in den relevanten Punkten eingeblendet.



Abb. 144: D220-5-0; VAR00;
Materialansicht

Abb. 145: D220-5-0; VAR00;
Feuchteverteilung [KK]



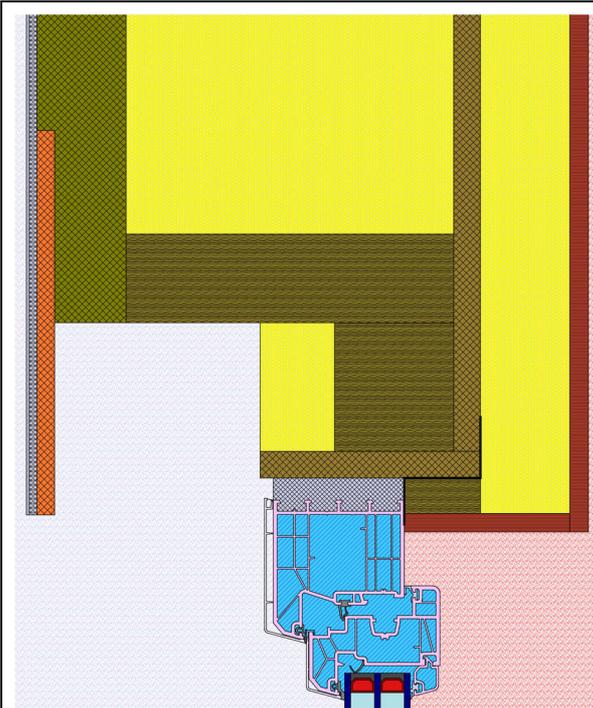


Abb. 146: D220-5-0; VAR01;
Materialansicht

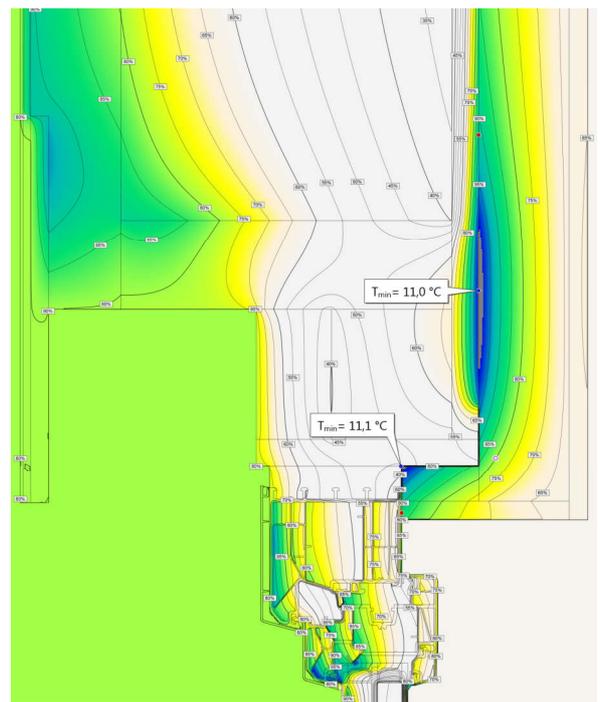


Abb. 147: D220-5-0; VAR01;
Feuchteverteilung [KK]

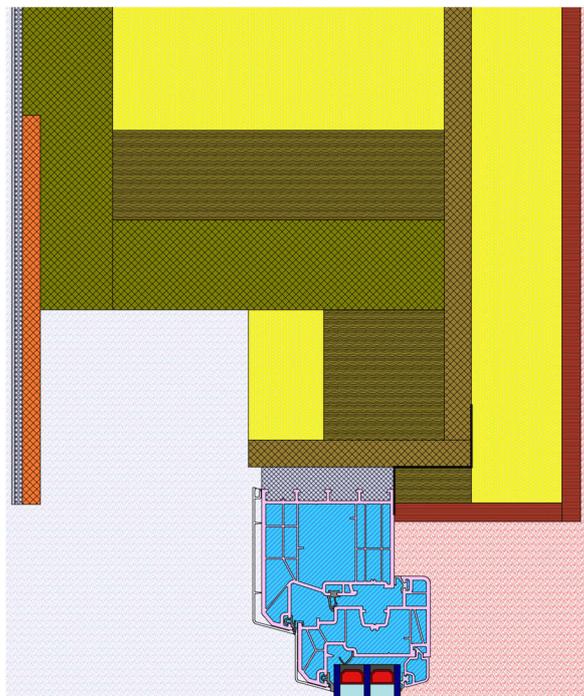
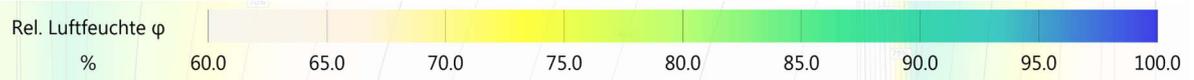


Abb. 148: D220-5-0; VAR02;
Materialansicht



Abb. 149: D220-5-0; VAR02;
Feuchteverteilung [KK]

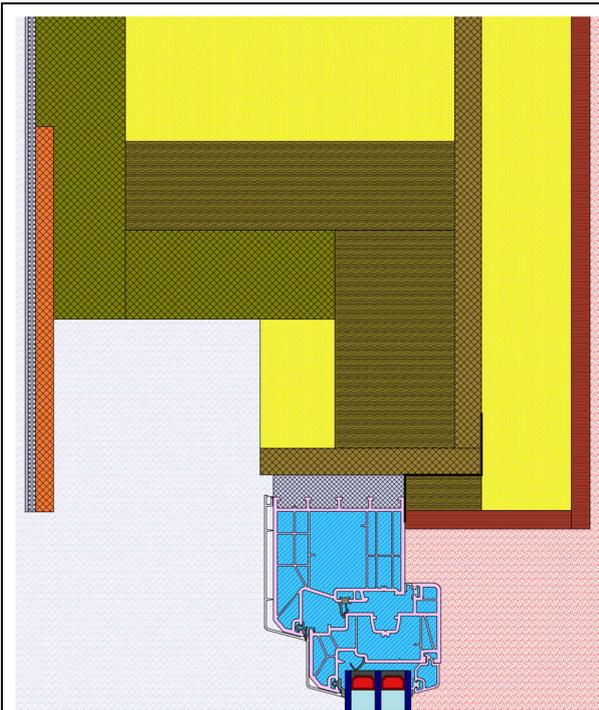


Abb. 150: D220-5-0; VAR03;
Materialansicht



Abb. 151: D220-5-0; VAR03;
Feuchteverteilung [KK]

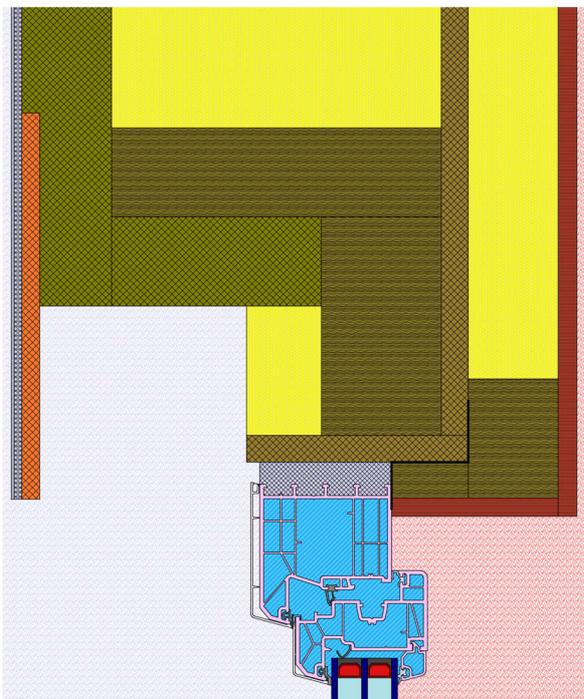
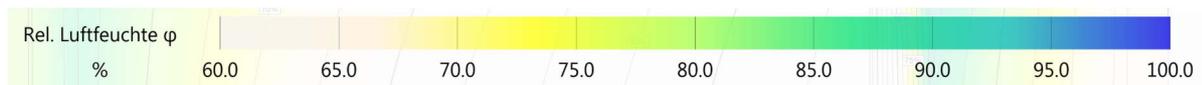


Abb. 152: D220-5-0; VAR04;
Materialansicht



Abb. 153: D220-5-0; VAR04;
Feuchteverteilung [KK]

In jeder Variante von VAR00 bis VAR04 tritt rechnerisch Kondensat auf.

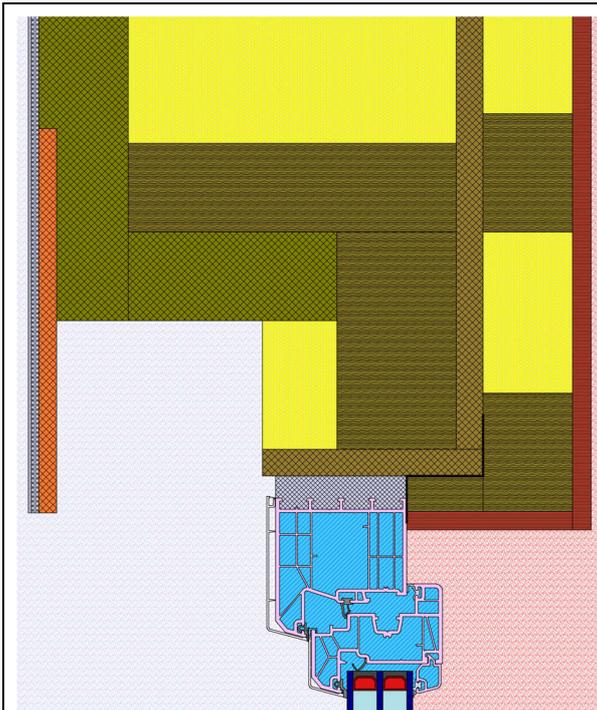


Abb. 154: D220-5-0; VAR05;
Materialansicht



Abb. 155: D220-5-0; VAR05;
Feuchteverteilung [KK]

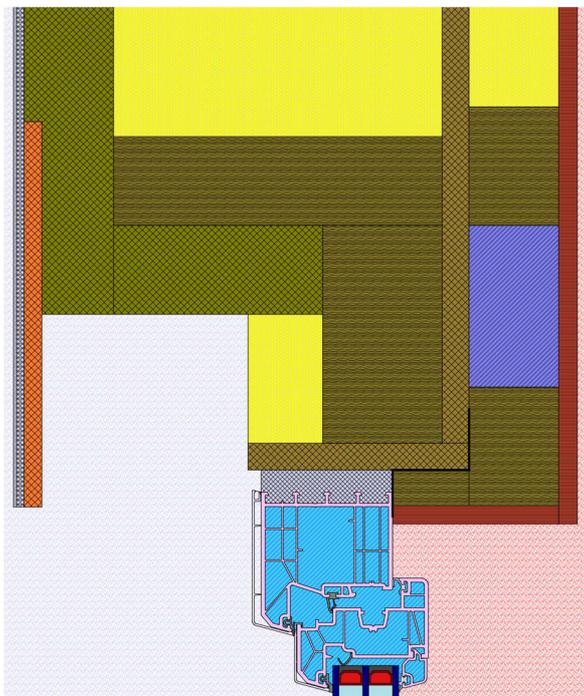
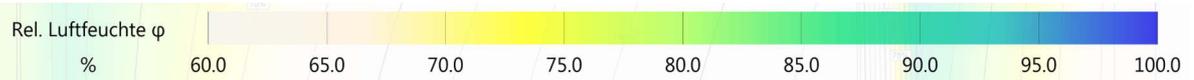
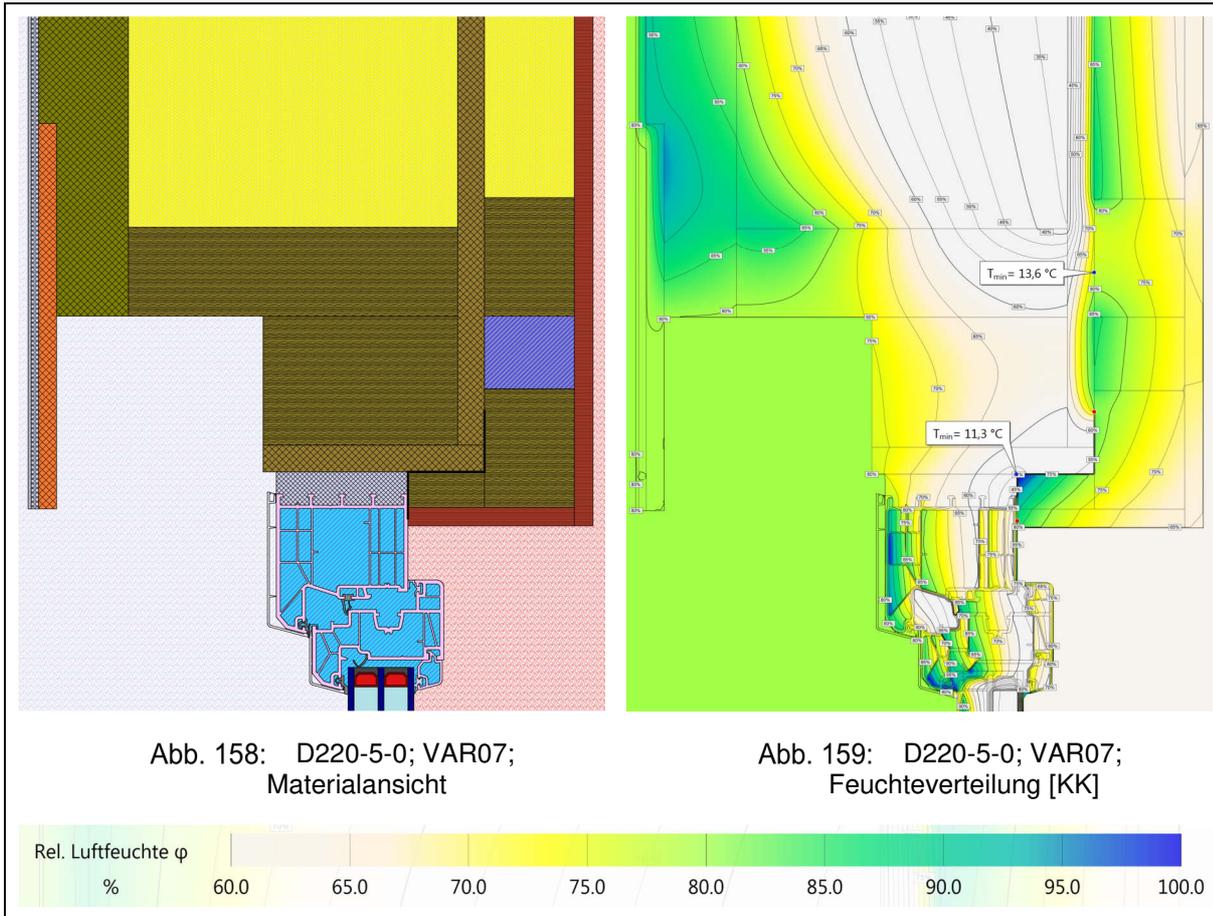


Abb. 156: D220-5-0; VAR06;
Materialansicht



Abb. 157: D220-5-0; VAR06;
Feuchteverteilung [KK]



In den Varianten VAR05 bis VAR07 zeigt sich zunehmend, mit dem Einbau von Lufthohlräumen und Kanthölzern in der Installationsebene, eine deutliche Verbesserung in Form einer niedrigeren relativen Feuchte im Punkt A.

Ergebnisdetail D220-5-1

Als hygrothermische, wie auch ausführungstechnisch optimalste Lösung wird eine Kombination aus den Varianten VAR06 und VAR07 gebildet. Diese Lösung erlaubt eine sichere Montage der Fenster und eine einfache Ausführung ohne eine erhöhte Baustoffvariation zu erfordern.

Einbau Rollladenkasten: Bei der Montage des Rollladenkastens ist darauf zu achten, dass dieser nicht vollflächig an der Holzkonstruktion anliegt. Der Abstand im Modell zwischen Rollladenhülle und Konstruktion beträgt allseitig 2 mm. (siehe S. 105 u. 106)

Um im Punkt B die noch auftretende Spitze der relativen Feuchte zu beseitigen, wird das Fenster direkt an den Sturzbalken befestigt und die OSB-Platte zur Innenkante des Fensterprofils geführt und dort luftdicht abgeklebt. Somit bildet sich trotz der niedrigen Temperatur von +11,6 °C kein Kondensat. Es ist in der Montagefuge ein Dämmstoff mit einem λ -Wert von 0,035 W/(mK) empfehlenswert.

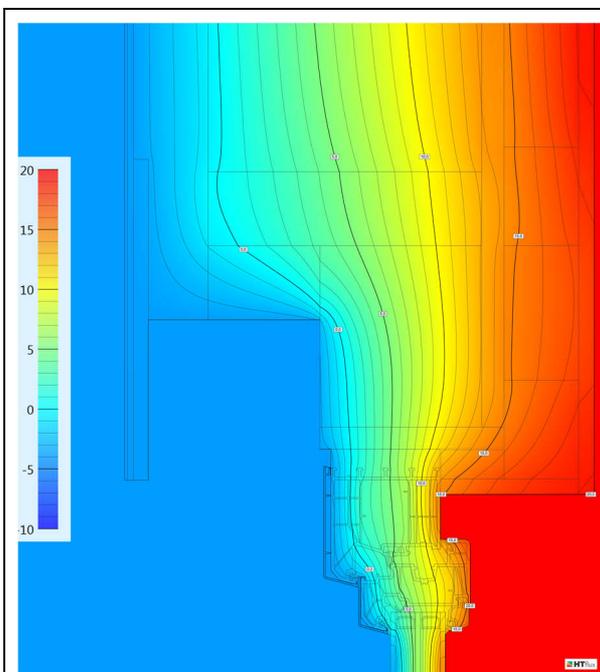


Abb. 160: D220-5-1; Ergebnisdetail;
Temperaturansicht [KK]

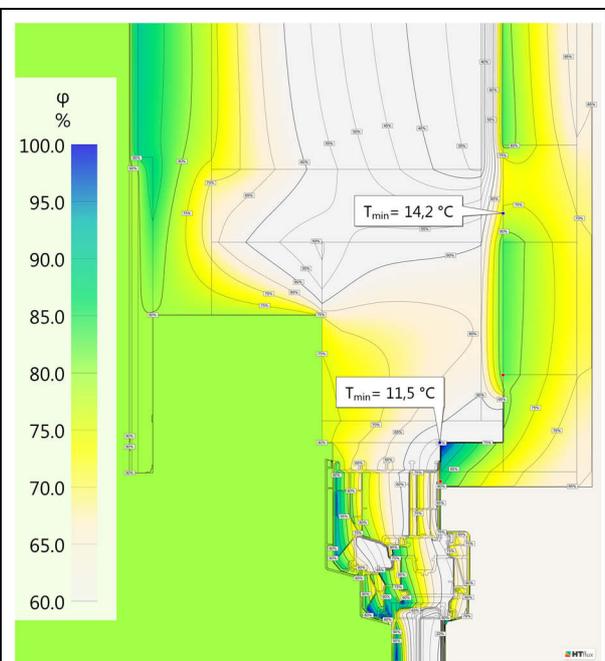
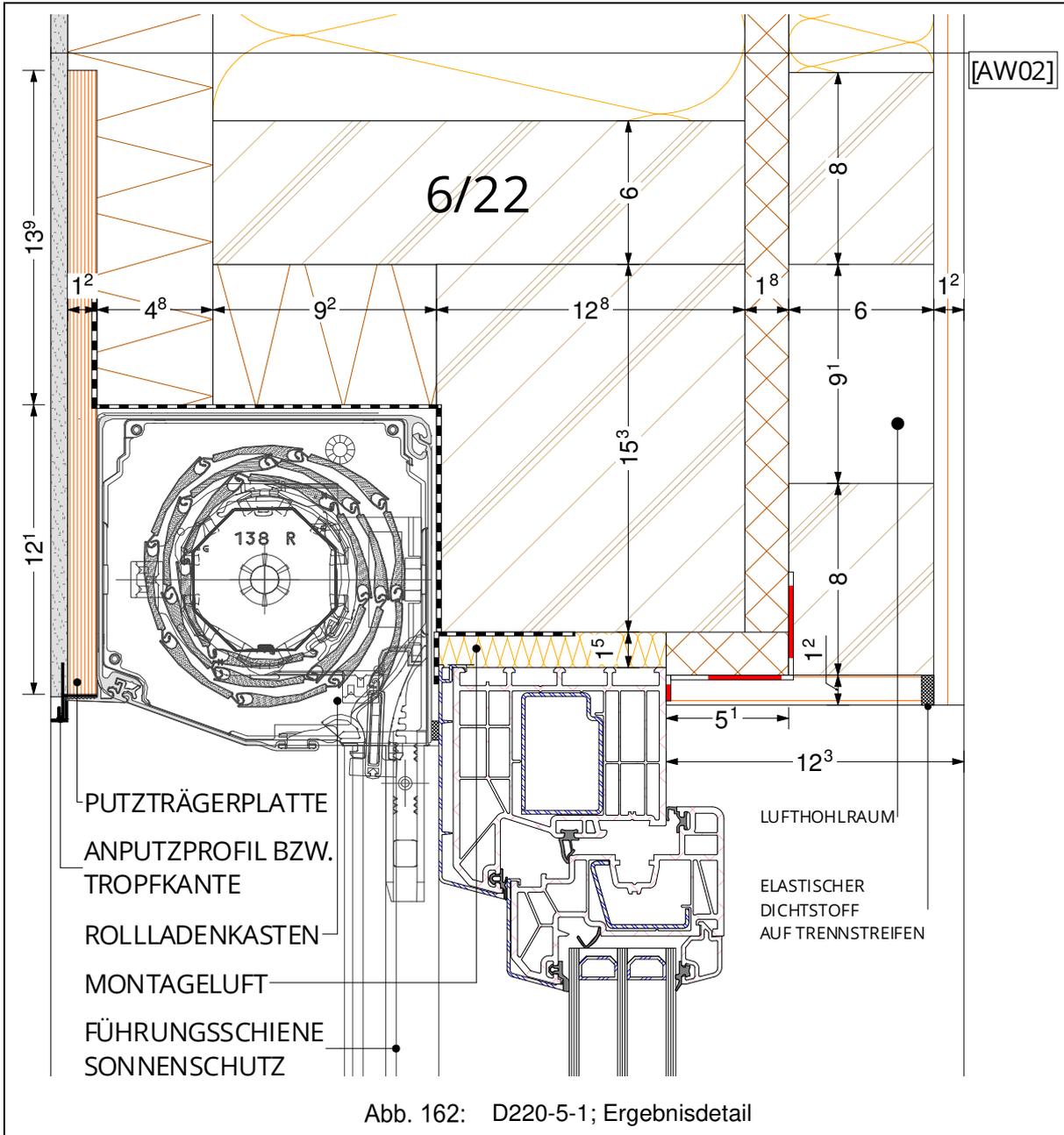


Abb. 161: D220-5-1; Ergebnisdetail;
Feuchteverteilung [KK]

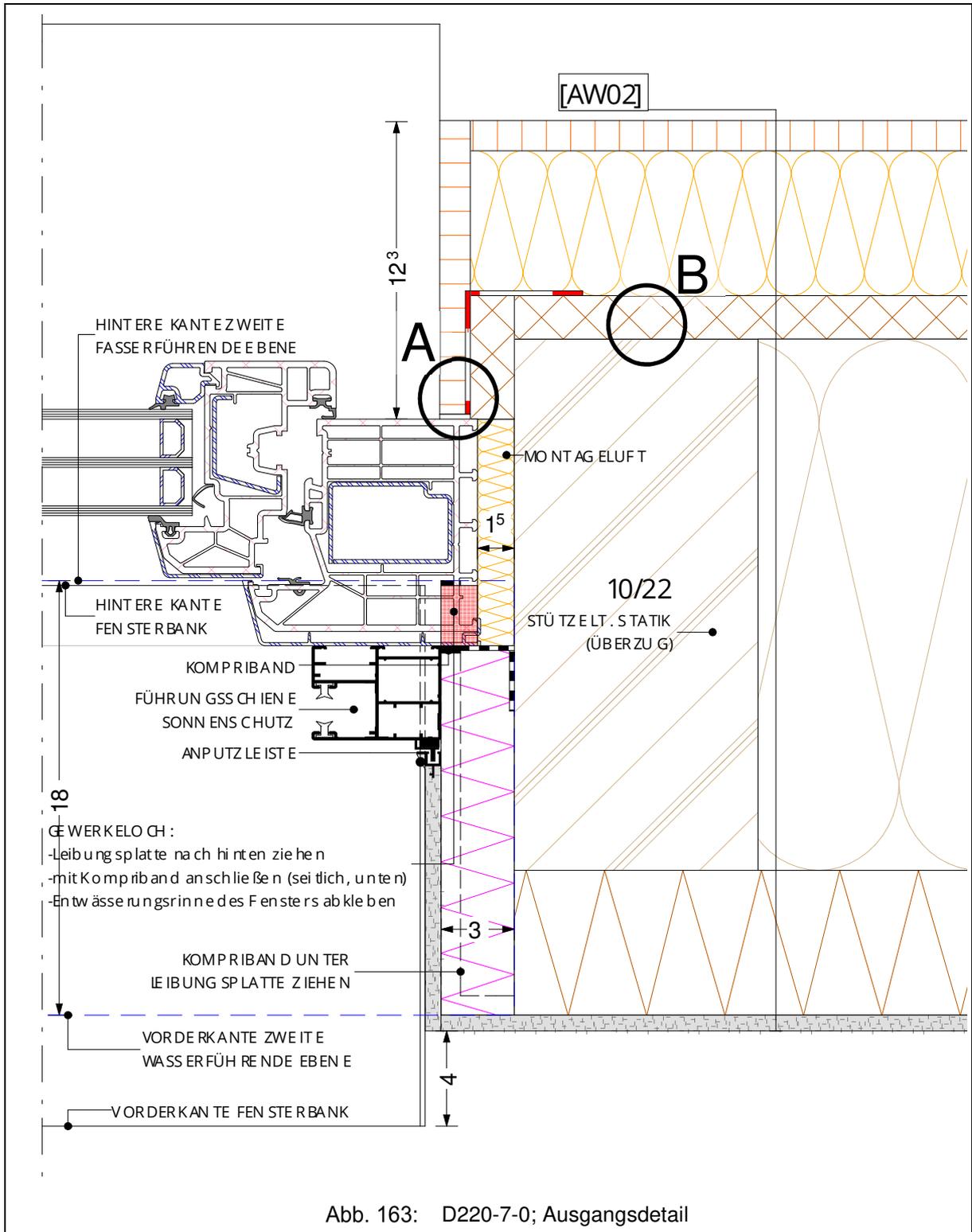
Die Feuchteverteilung zeigt im Innenpunkt der luftdichten Verklebung eine minimale Temperatur von + 14,2 °C und eine maximale relative Feuchte von 85 %.

Das rechnerische Kondensat über dem Rollladen ist aufgrund der minimalen Menge zu vernachlässigen, da hier mit einer problemlosen Rücktrocknung zu rechnen ist.



5.5.6.3 Fenster Horizontalschnitt AW02 mit Rollläden (D220-7-0)

VAR00; Ausgangsdetail D220-7-0



Analog ist dieses Detail auch als Fenstersturz ohne Rollläden bzw. Raffstore zu sehen, wobei in diesem Fall die Möglichkeit bestehen würde, das Fenster noch weiter an die Außenkante zu setzen. Als außenliegender Dämmstoff würde man hier ebenfalls Holzweichfaserplatten einsetzen anstatt EPS-P.

Der Detailanschluss wird zuerst ohne die Unterkonstruktion der Installationsebene berechnet. Dies wäre bei einer waagrechten Verlegung der Unterkonstruktion der Fall, welche in Bezug auf die Installationsführung von Vorteil sein kann.

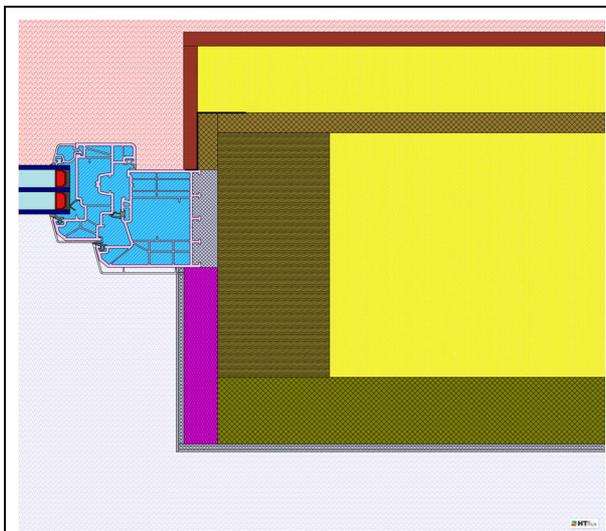


Abb. 164: D220-7-0; VAR00;
Temperaturverteilung [KK]

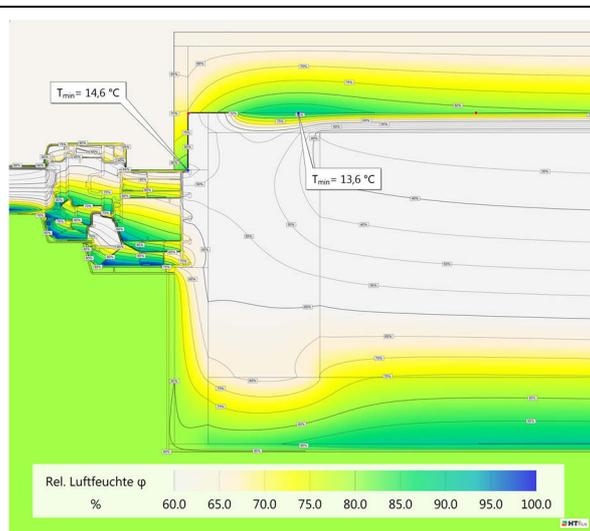


Abb. 165: D220-7-0; VAR00;
Feuchteverteilung [KK]

VAR01: Mit Unterkonstruktion in Installationsebene

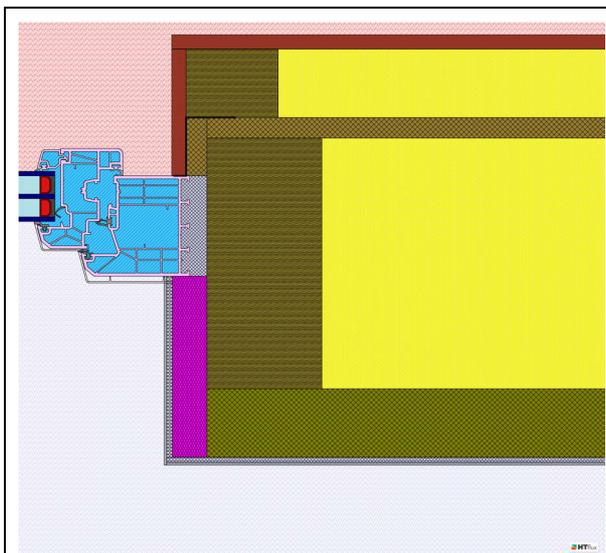


Abb. 166: D220-7-0; VAR01;
Materialansicht

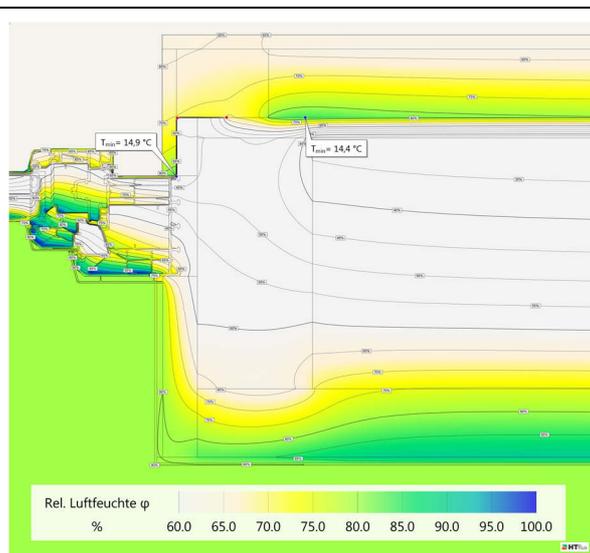


Abb. 167: D220-7-0; VAR01;
Feuchteverteilung [KK]

Der Detailanschluss verhält sich innerseitig der OSB-Platte analog den Berechnungen aus D240-7-0 (S. 109). Somit werden die gleichen Erkenntnisse für diese Detailausbildung herangezogen.

Ergebnisdetail D220-7-1

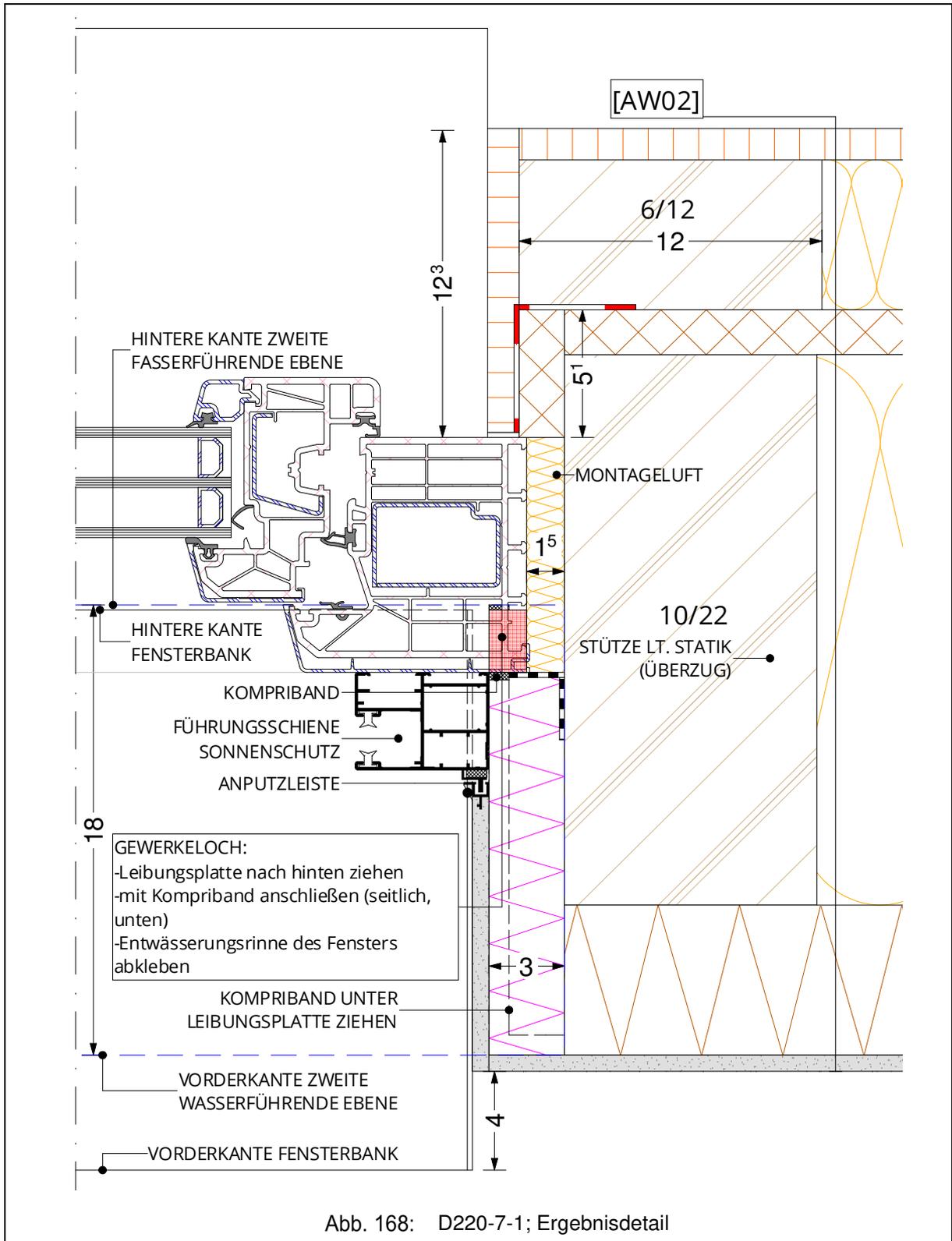


Abb. 168: D220-7-1; Ergebnisdetail

5.5.7 Außenwandkanten AW01

Allgemeine Anmerkungen Außenwandkanten:

In den Berechnungen wird jeweils eine innenliegende als auch eine außenliegende Außenwandkante untersucht. Jede Außenwandkante wird mit einer vertikalen als auch einer horizontalen Unterkonstruktion in der Installationsebene berechnet und die Ergebnisse gezeigt.

Die Auswahl des Außenwandkantensystems wurde in erster Linie nach den konstruktiven Gesichtspunkten der Fertigung und Montage getroffen. Deshalb wird hier nicht auf ein Ausgangsdetail eingegangen, sondern das gewählte System vorgestellt, hygrothermisch untersucht und auf gewisse Problempunkte hingewiesen.

Die Grundlage des Systems der Außenwandkantenausbildung ist in beiden Varianten die gleiche. Ziel war es, die zwei Außenwandkantentypen eines Wandaufbaues nach dem gleichen Schema auszuführen, um die Vorfertigung zu vereinfachen und Ausführungsfehler zu vermeiden.

Die Außenwandkantenausbildung orientiert sich immer an der Stärke bzw. Breite der Holzkonstruktion (220 mm oder 240 mm). Es werden Montageriegel [MR] in der Breite der Holzkonstruktion eingefügt um eine korrekte und kontrollierbare Verschraubung der Außenwandkanten sicherzustellen. Dieser Montageriegel kann bei den innenliegenden Außenwandkanten in beiden Wandscheiben verbaut werden.

Bei den außenliegenden Außenwandkanten darf der MR nur in der zur Verschraubung benötigten Wand (innenseitig) liegen, da sich ansonsten an der Innenseite des nicht benötigten MR's im Gefach Kondensat bilden würde.

Das folgende System bietet den Vorteil, die Wandelemente zu einem hohen Grad vorzufertigen und ermöglicht eine, durch innenseitige offenbare Gefache und den Einsatz relativ kurzer Schrauben, kontrollierbare Verschraubung sowie luftdichte Verklebung der Kanten. Um die Außenwandkanten zu verschrauben, wird jeweils beim letzten Gefach einer Wandscheibe die OSB-Platte auf der Baustelle entfernt, um die Außenwandkante zu verschrauben. (siehe Fügtechnik S.132)

Als nachteilig kann die nachträgliche Manipulation gesehen werden, sowie eine gewisse Fehleranfälligkeit auf der Baustelle in Bezug auf das Einbringen der Dämmung in den offenbaren Gefachen.

Alle Außenwandkanten erfüllen die Kriterien zur Vermeidung oberflächigen Kondensates und Schimmelbildung lt. ÖNORM B 8110-2 [10].

5.5.7.2 Außenwandkante außenliegend AW01 (D240-9-0)

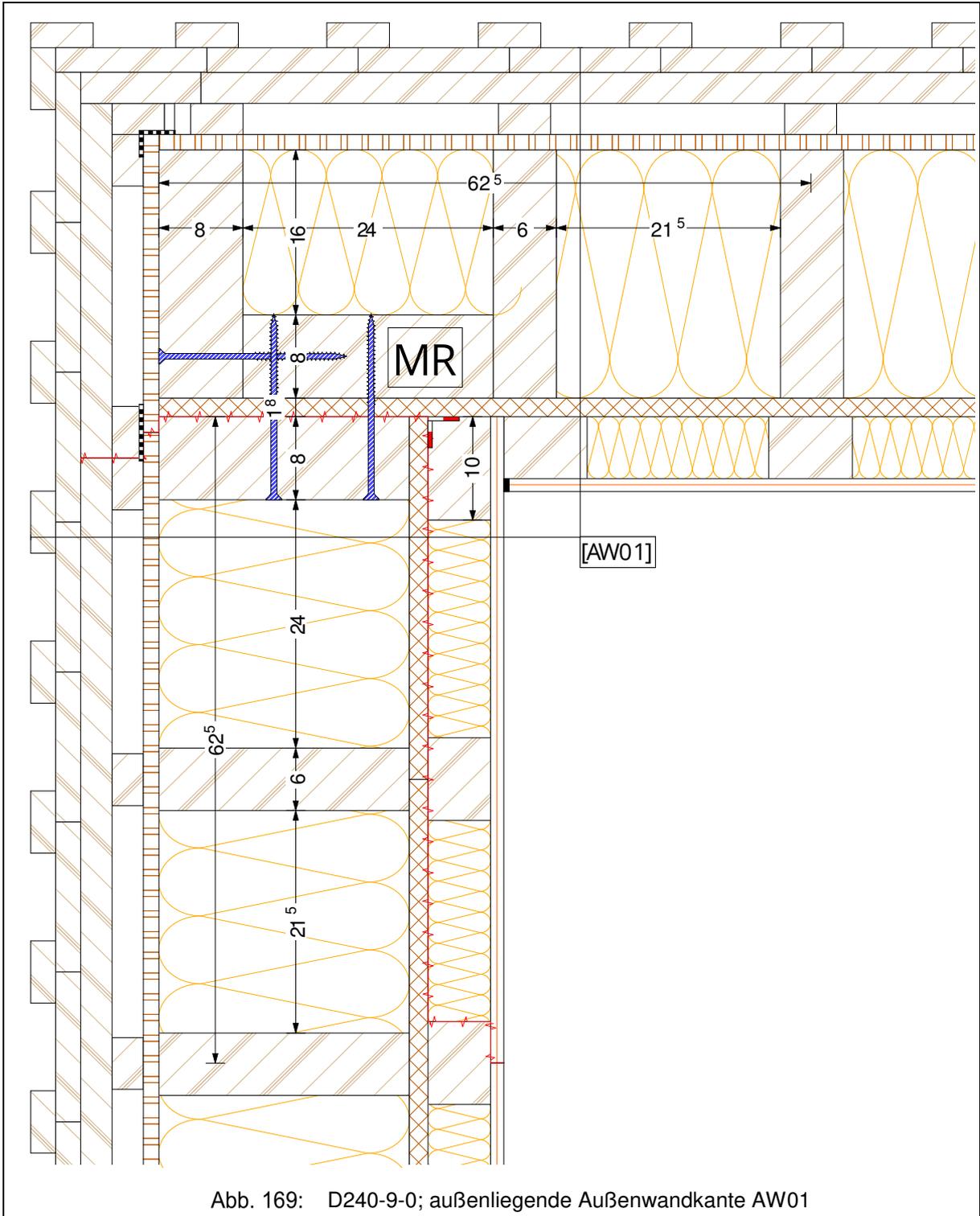


Abb. 169: D240-9-0; außenliegende Außenwandkante AW01

D240-9-0 mit vertikaler Unterkonstruktion

Das Eckdetail wird wie gezeigt berechnet.

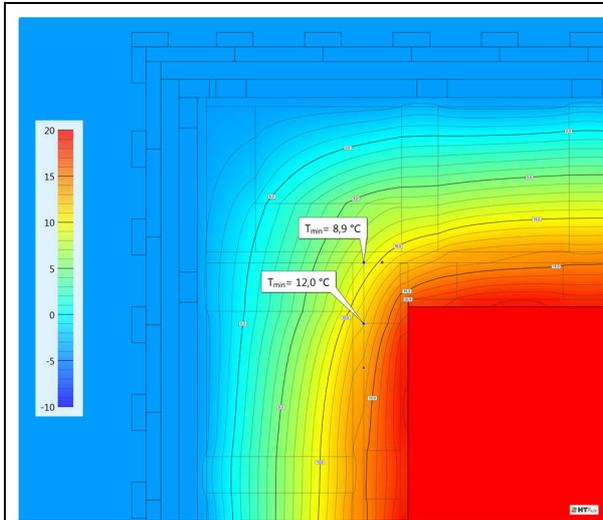


Abb. 170: D240-9-0; vertikale UK; Temperaturverteilung [KK]



Abb. 171: D240-9-0; vertikale UK; Feuchteverteilung [KK]

D240-9-0 mit horizontaler Unterkonstruktion

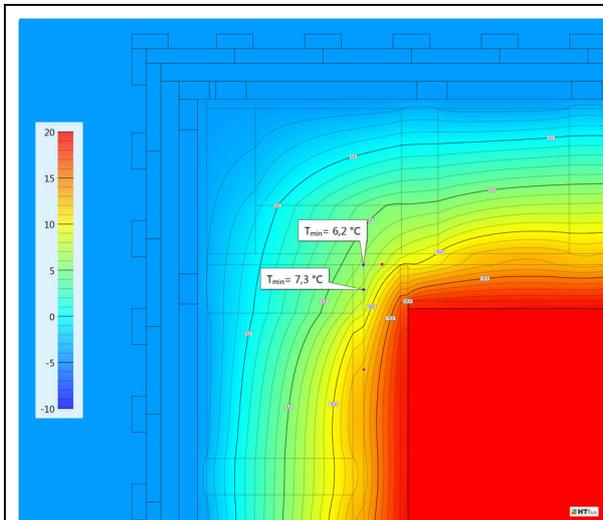


Abb. 172: D240-9-0; horizontale UK; Temperaturverteilung [KK]

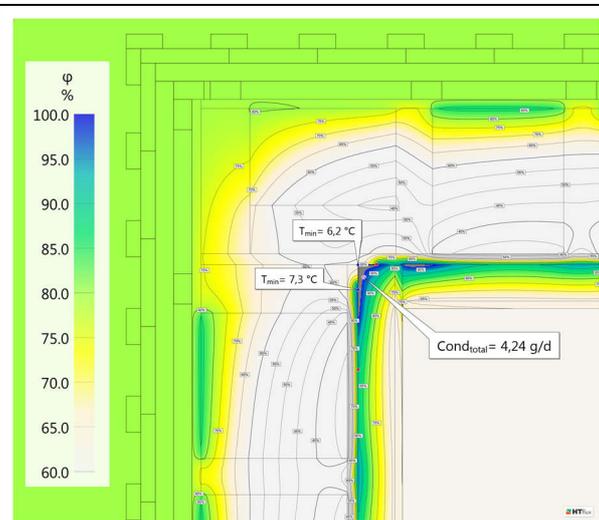


Abb. 173: D240-9-0; horizontale UK; Feuchteverteilung [KK]

Die Temperaturverteilung zeigt den wärmeleitenden Einfluss der vertikalen Unterkonstruktion in der Innenkante, der wesentlich für eine kondensatfreie Ecklösung ist. Dieser Effekt, der durch die auf der Innenseite der dampfbremsenden OSB-Platte liegenden Dämmung, ist aus den vorangegangenen Erkenntnissen der bereits berechneten Details bekannt. Im speziellen Fall einer Außenwandkante tritt dieser Effekt als Folge der zusätzlichen geometrischen

Wärmebrücke noch deutlicher hervor. Somit ist bei einer waagrechten Verlegung der Unterkonstruktion zumindest in den Innenkanten ein vertikales Kantholz zu setzen.

D240-9-0 mit zweitem Montageriegel

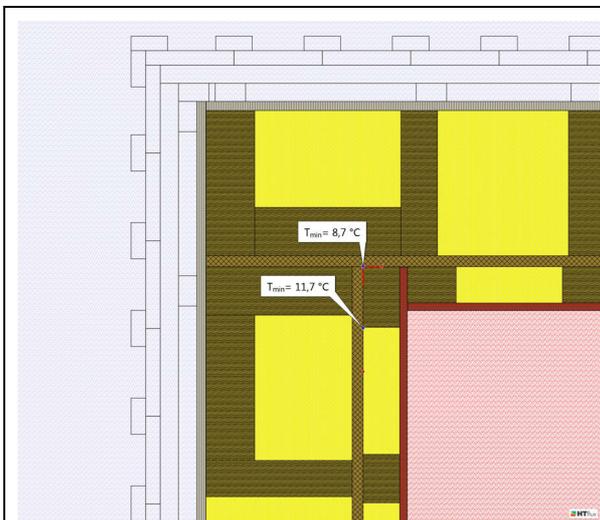


Abb. 174: D240-9-0; mit zweitem Montageriegel; Materialansicht

Die Berechnung zeigt hier Kondensat an der Innenseite des zweiten Montageriegels, der für die konstruktive Verschraubung keinen Nutzen hat. Dieser wurde lediglich aus Gründen der Vereinfachung des Systems (symmetrischer Aufbau) angedacht.

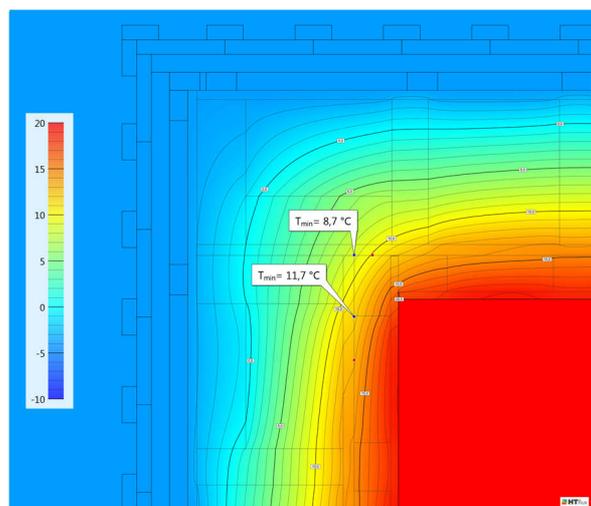


Abb. 175: D240-9-0; mit zweitem Montageriegel; Temperaturverteilung

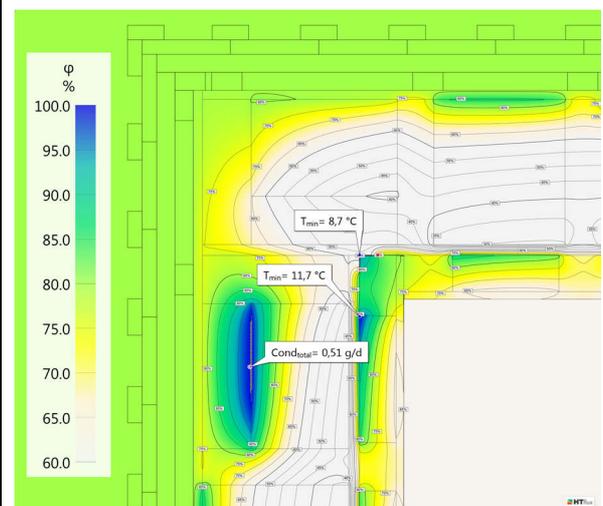


Abb. 176: D240-9-0; mit zweitem Montageriegel; Feuchteverteilung [KK]

Bei einer weiteren Berechnung wurde im Bereich des von Kondensation betroffenen Gefaches eine Dampfbremse an der innenliegenden (warmen) Seite der OSB-Platte modelliert. Das Kondensat bildet sich nicht mehr im Gefach, sondern nun an der Innenkante des OSB-Plattenstoßes.

Daher ist dieser Montageriegel in beiden Wandsystemen bei der außenseitigen Außenwandkante, in der Wandscheibe, in der der Montageriegel nicht konstruktiv genutzt wird, nicht einzubauen.

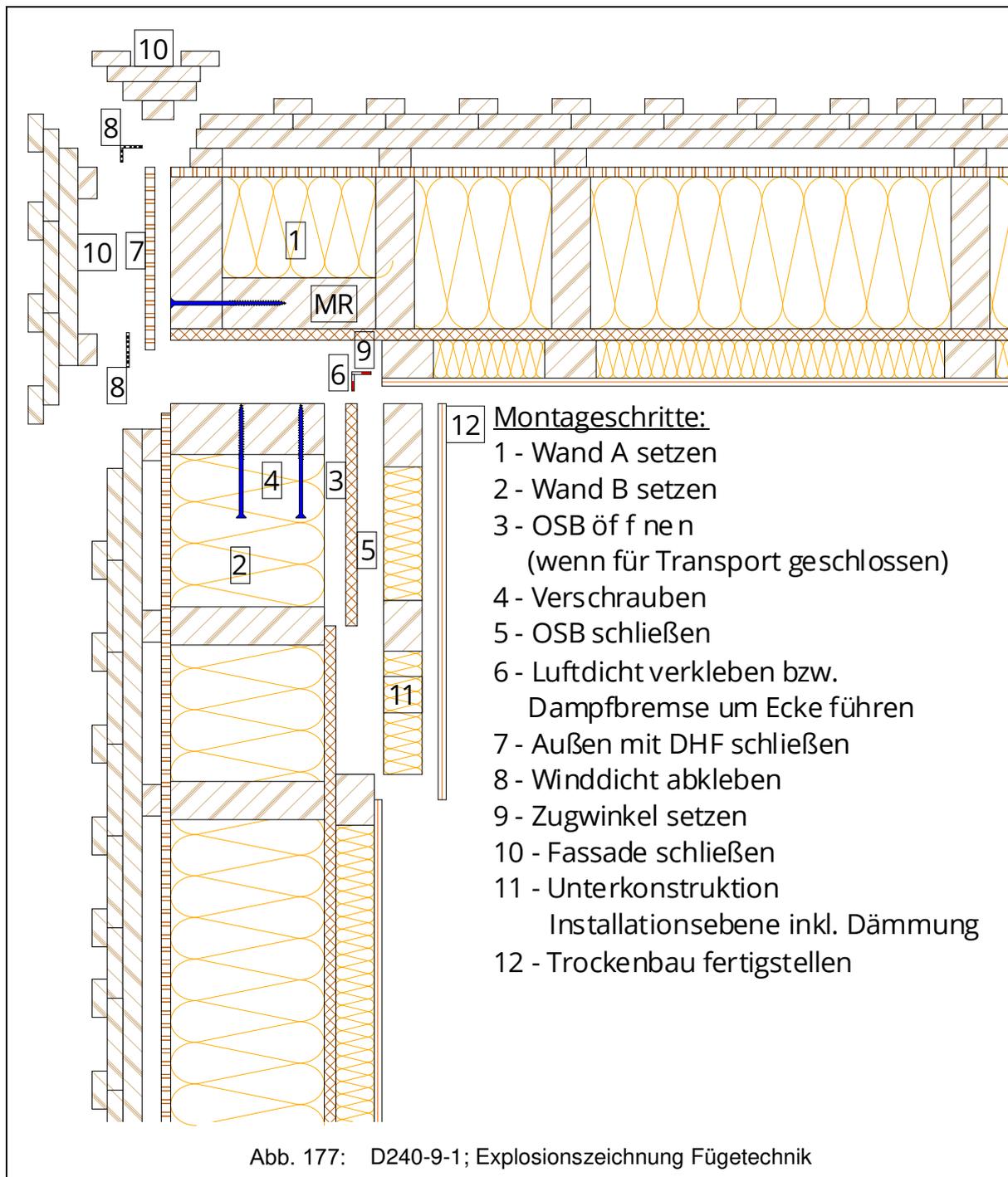
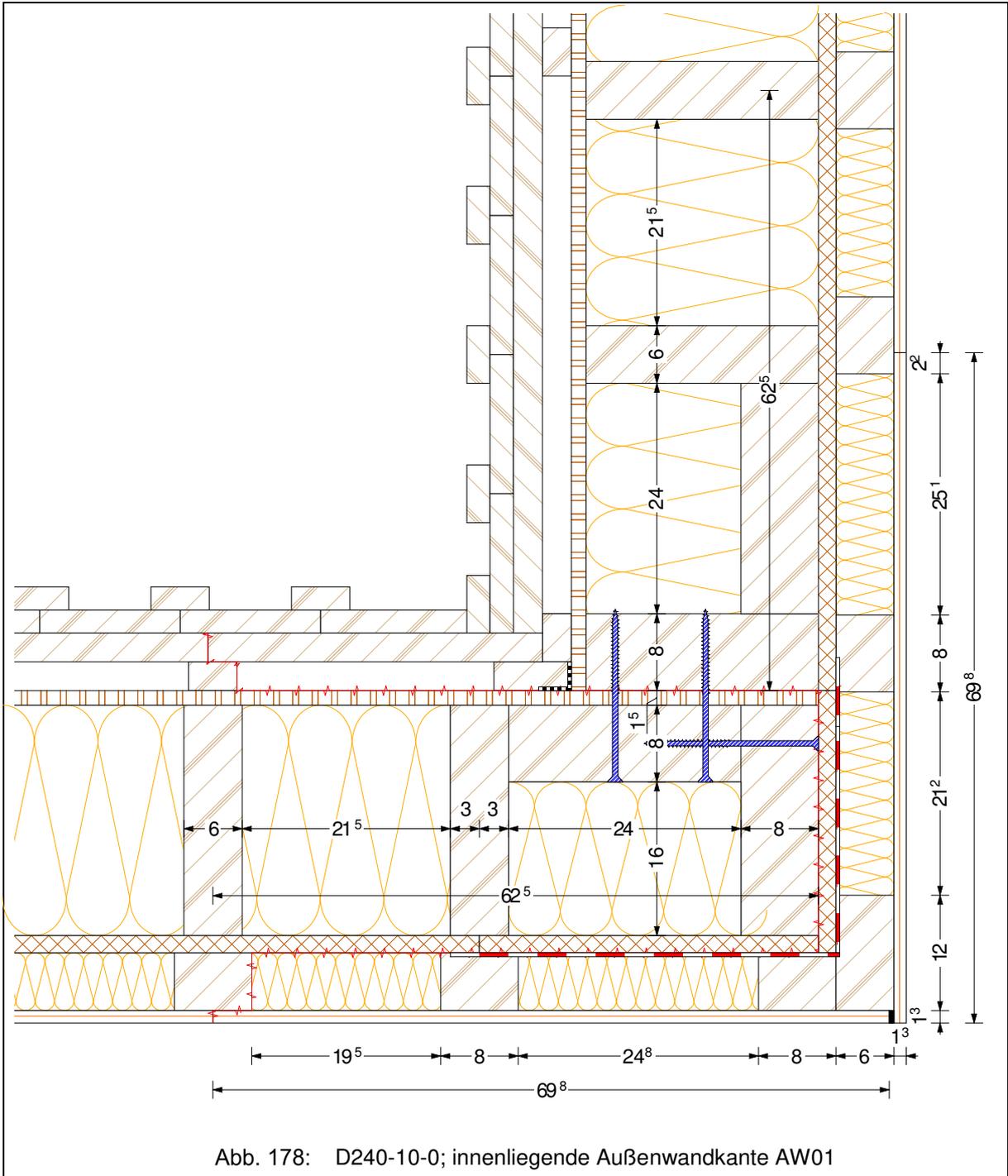
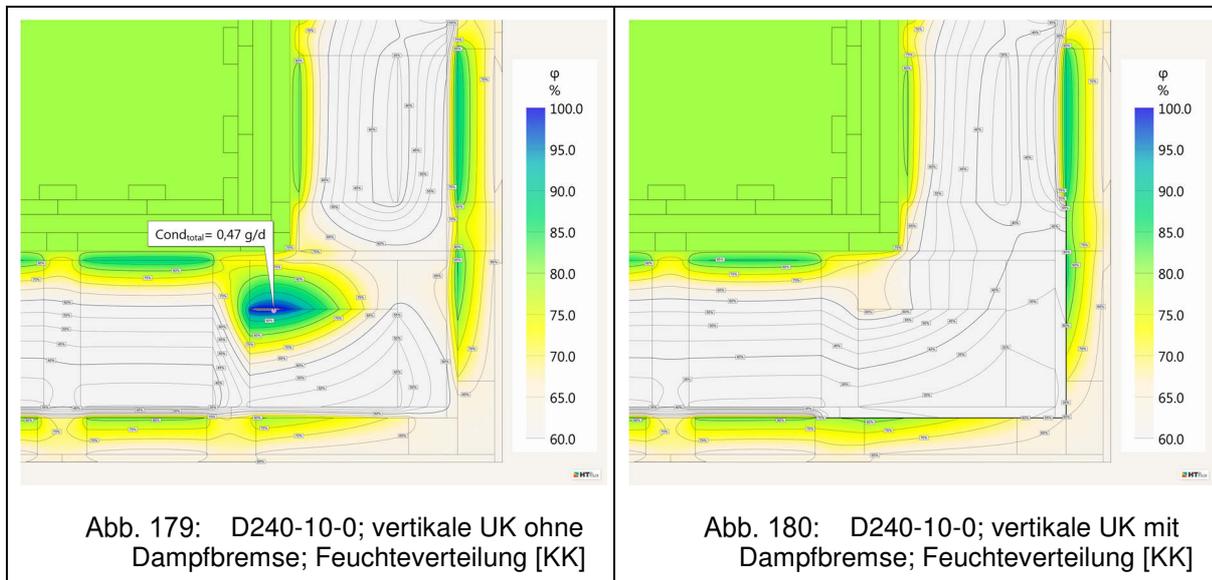


Abb. 177: D240-9-1; Explosionszeichnung Fügetechnik

5.5.7.3 Außenwandkante innenliegend AW01 (D240-10-0)

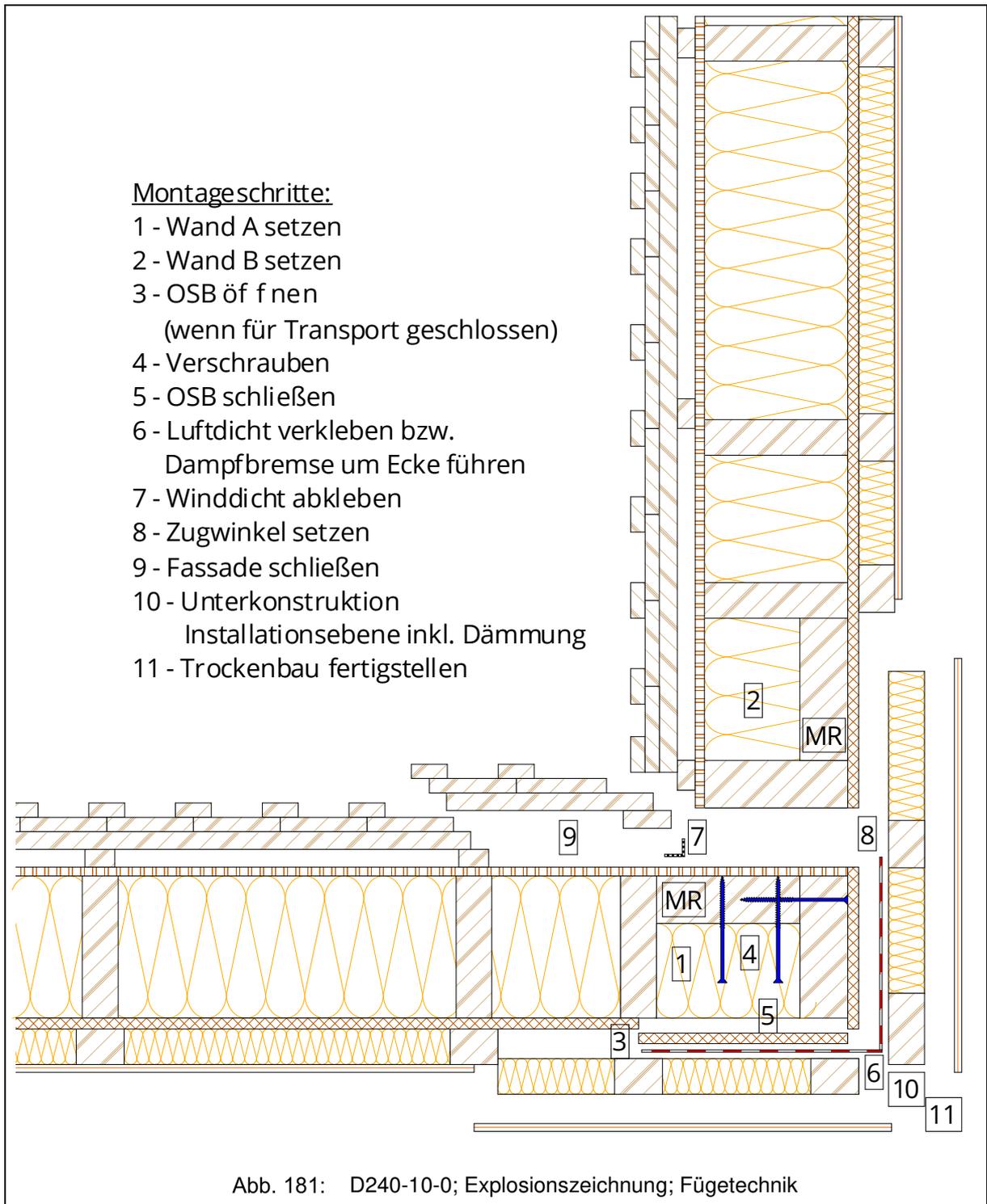


Bei dieser innenliegenden Außenwandkante ist eine zusätzliche Dampfsperre an der Innenseite der OSB-Platte, der in der Abbildung horizontal liegenden Wand, unerlässlich. Da hier keine außenliegende Dämmung gegeben ist, kühlt die Innenseite des horizontal liegenden MR, der zur Verschraubung der Außenwandkante eingesetzt wird, zu stark ab und es bildet sich durch die zusätzliche dampfbremsende Wirkung des Riegels rechnerisch minimales Kondensat.



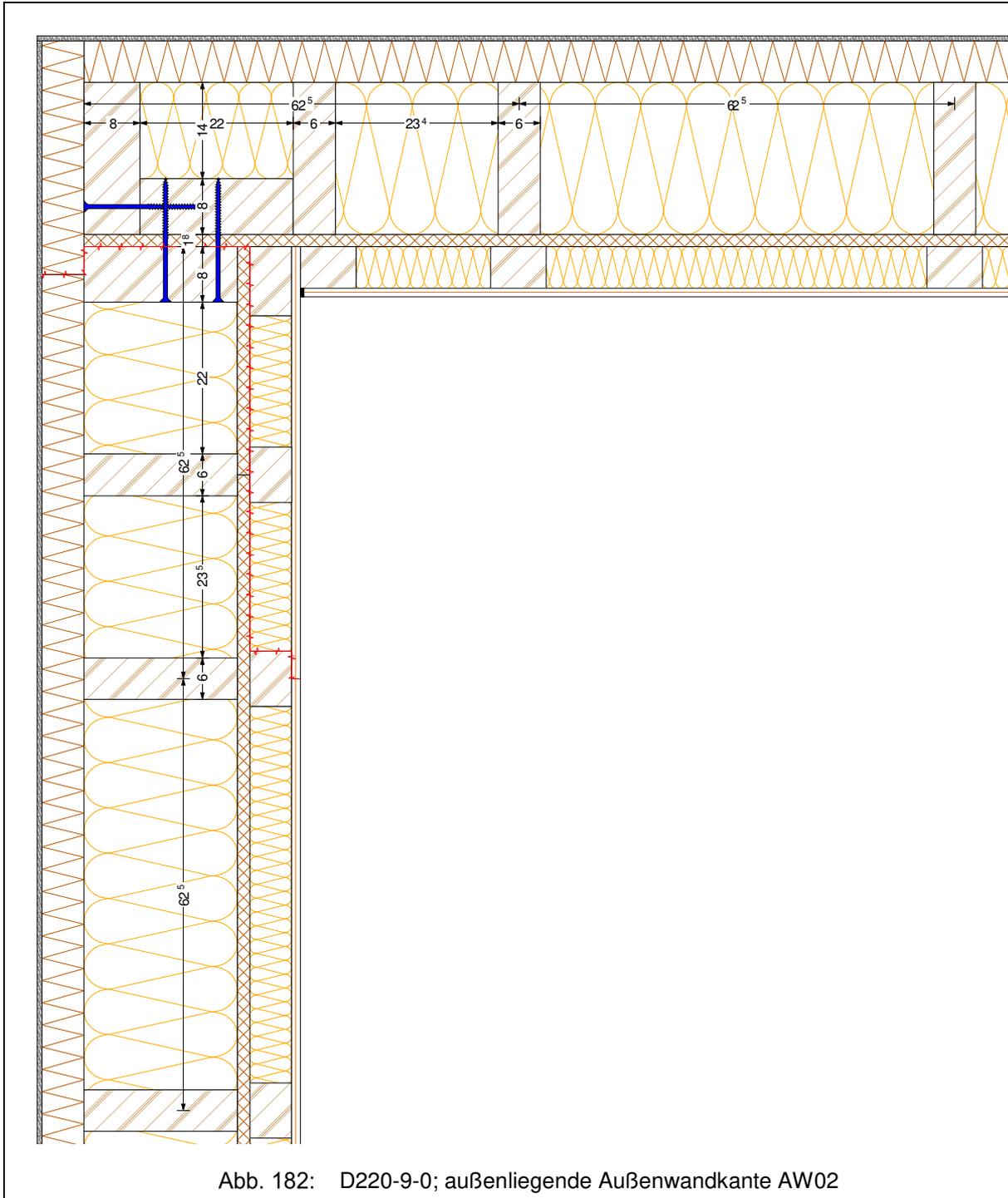
Um dieses Kondensat zu verhindern wird, wie in der Plandarstellung gezeigt, eine Dampfbremse mit einem s_d -Wert von 10 m um das Eck verlegt. Da die Installationsebene im Innenbereich für die Verschraubung und luftdichte Abklebung freiliegt, und die beiden Wände ebenfalls luftdicht miteinander verklebt werden müssen, wird die Dampfbremse um das gesamte Eck geführt und kann zusätzlich zur Abklebung mit der Unterkonstruktion mechanisch befestigt werden.

Eine waagrechte Verlegung der Unterkonstruktion ist hier aus Sicht einer Kondensatbildung problemlos möglich, da in diesem Fall, im Gegensatz zur außenliegenden Außenwandkante, die geometrische Wärmebrücke günstig wirkt. Die Dampfbremse ist jedoch ebenfalls einzubauen.



5.5.8 Außenwandkanten AW02

5.5.8.1 Außenwandkante außenliegend AW02 (D220-9-0)



D220-9-0 mit vertikaler Unterkonstruktion

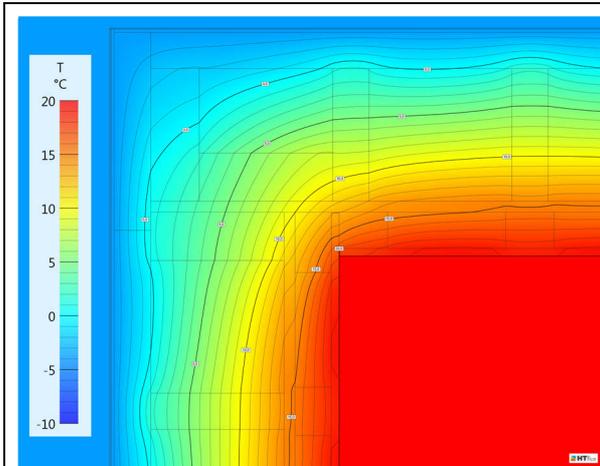


Abb. 183: D220-9-0; vertikale UK;
Temperaturverteilung [KK]



Abb. 184: D220-9-0; vertikale UK;
Feuchteverteilung [KK]

D220-9-0 mit horizontaler Unterkonstruktion

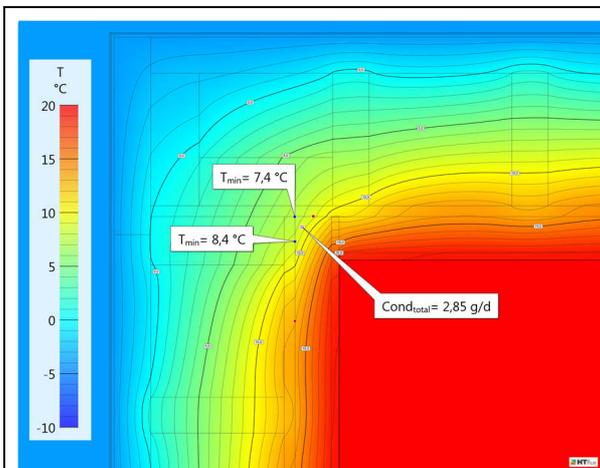


Abb. 185: D220-9-0; horizontale UK;
Temperaturverteilung [KK]

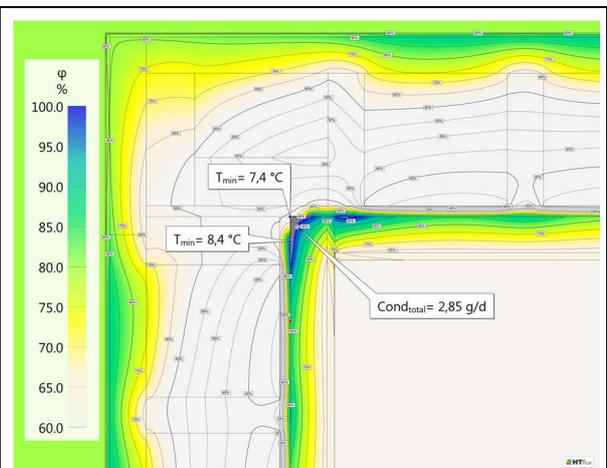


Abb. 186: D220-9-0; horizontale UK;
Feuchteverteilung [KK]

Das Kantendetail mit horizontaler Unterkonstruktion zeigt, wie D240-9-0 mit horizontaler Unterkonstruktion, Bildung von Kondensat an der Innenkante der dampfbremsenden OSB-Platte. Aufgrund der außenliegenden Dämmung sinkt die Temperatur nicht so stark ab wie in D240-9-0.

Es ist bei horizontaler Verlegung der Unterkonstruktion ein Eckkantholz zu setzen.

D220-9-0 ohne Gefachdämmung nach Verschraubung

Im Sinne einer Risikoanalyse wird das außenliegende Außenwankantendetail ohne Gefachdämmung berechnet, welche nach der Verschraubung eingebracht werden muss. Die Berechnung zeigt, wie sich der Kantenanschluss bei einem solchen Ausführungsfehler verhält.



Abb. 187: D220-9-0; ohne Gefachdämmung; Materialansicht



Abb. 188: D220-9-0; ohne Gefachdämmung, Feuchteverteilung [KK]

An der Innenseite der OSB-Platte tritt entlang des nicht gedämmten Gefaches Kondensat auf, das in diesem Ausmaß jedenfalls vermieden werden muss.

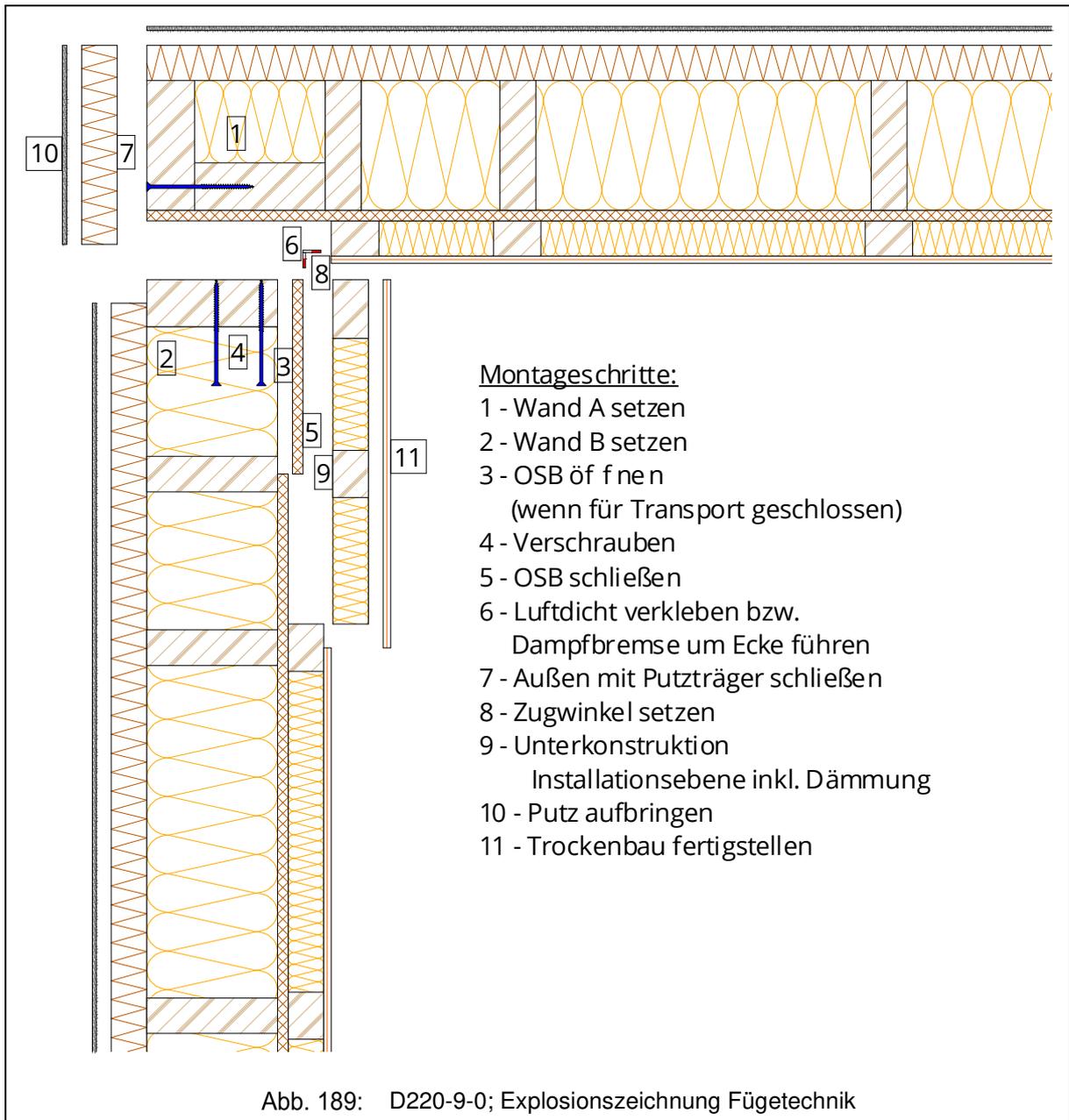
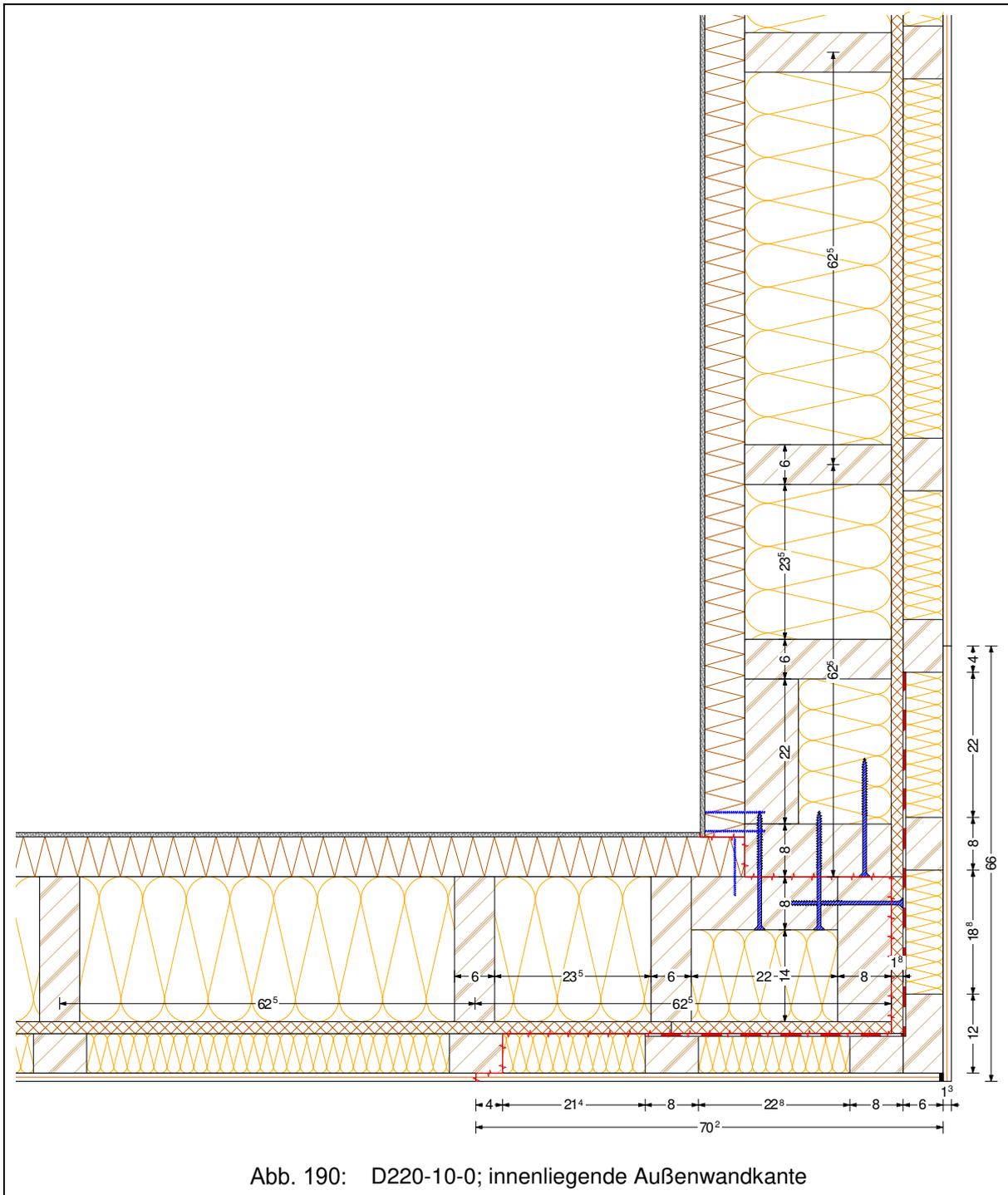


Abb. 189: D220-9-0; Explosionszeichnung Fügetechnik

5.5.8.2 Außenwandkante innenliegend AW02 (D220-10-0)



Die innenliegende Außenwandkante der AW02 ist analog den Überlegungen D240-10-0 ausgebildet.

D220-10-0 mit vertikaler Unterkonstruktion mit Dampfbremse

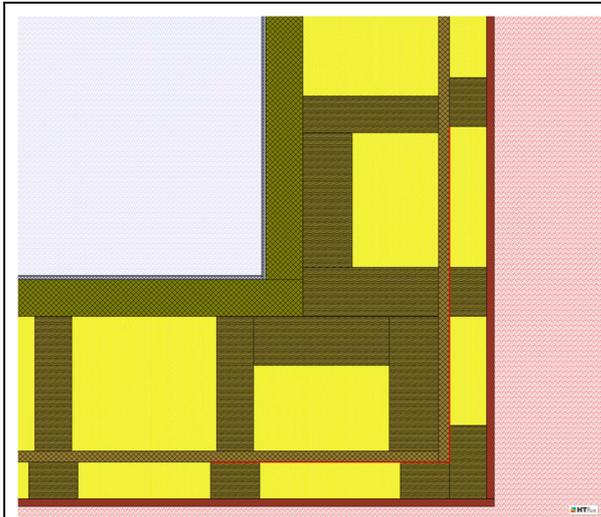


Abb. 191: D220-10-0; vertikale UK mit Dampfbremse; Materialansicht

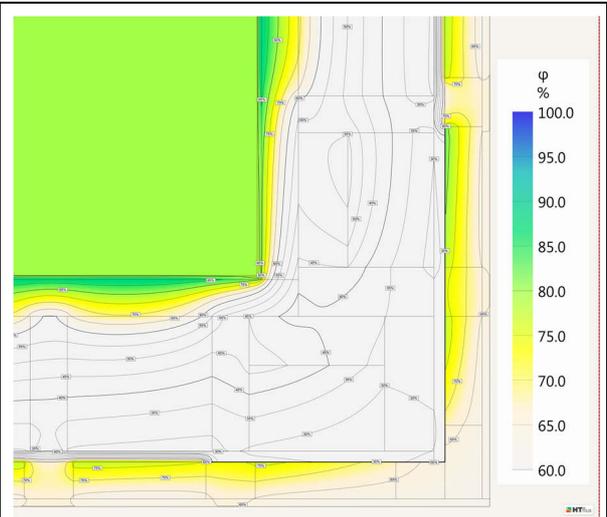


Abb. 192: D220-10-0; vertikale UK mit Dampfbremse; Feuchteverteilung [KK]

D220-10-0 mit horizontaler Unterkonstruktion ohne Dampfbremse

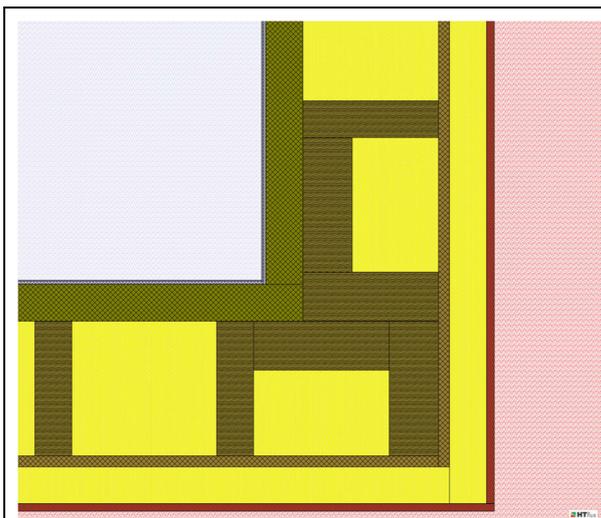


Abb. 193: D220-10-0; horizontale UK ohne Dampfbremse; Materialansicht

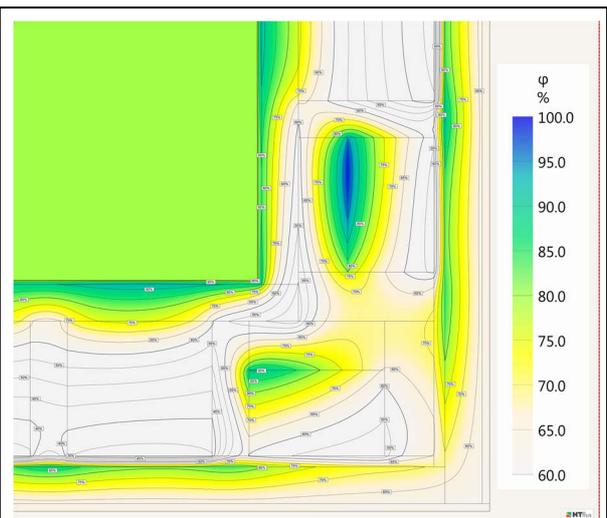


Abb. 194: D220-10-0; horizontale UK ohne Dampfbremse; Feuchteverteilung [KK]

Die Ausbildung der innenliegenden Außenwandkante mit zweitem MR ohne Dampfbremse führt nicht wie in D240-10-0 zu Kondensat. Jedoch zeigt sich das gleiche Bild der

Feuchteverteilung mit einem Maximum von knapp 97 % relativer Feuchte an der Innenseite des zweiten MR's.

Deshalb ist entweder eine Dampfbremse um die gesamte Kante zu führen, die auch das betroffene Gefach abdeckt, oder es wird auf den Einbau des zweiten MR's komplett verzichtet, welcher hier rein aus Gründen der Symmetrie dem alleinigen Vereinfachen des Vorfertigungsprozesses dient.

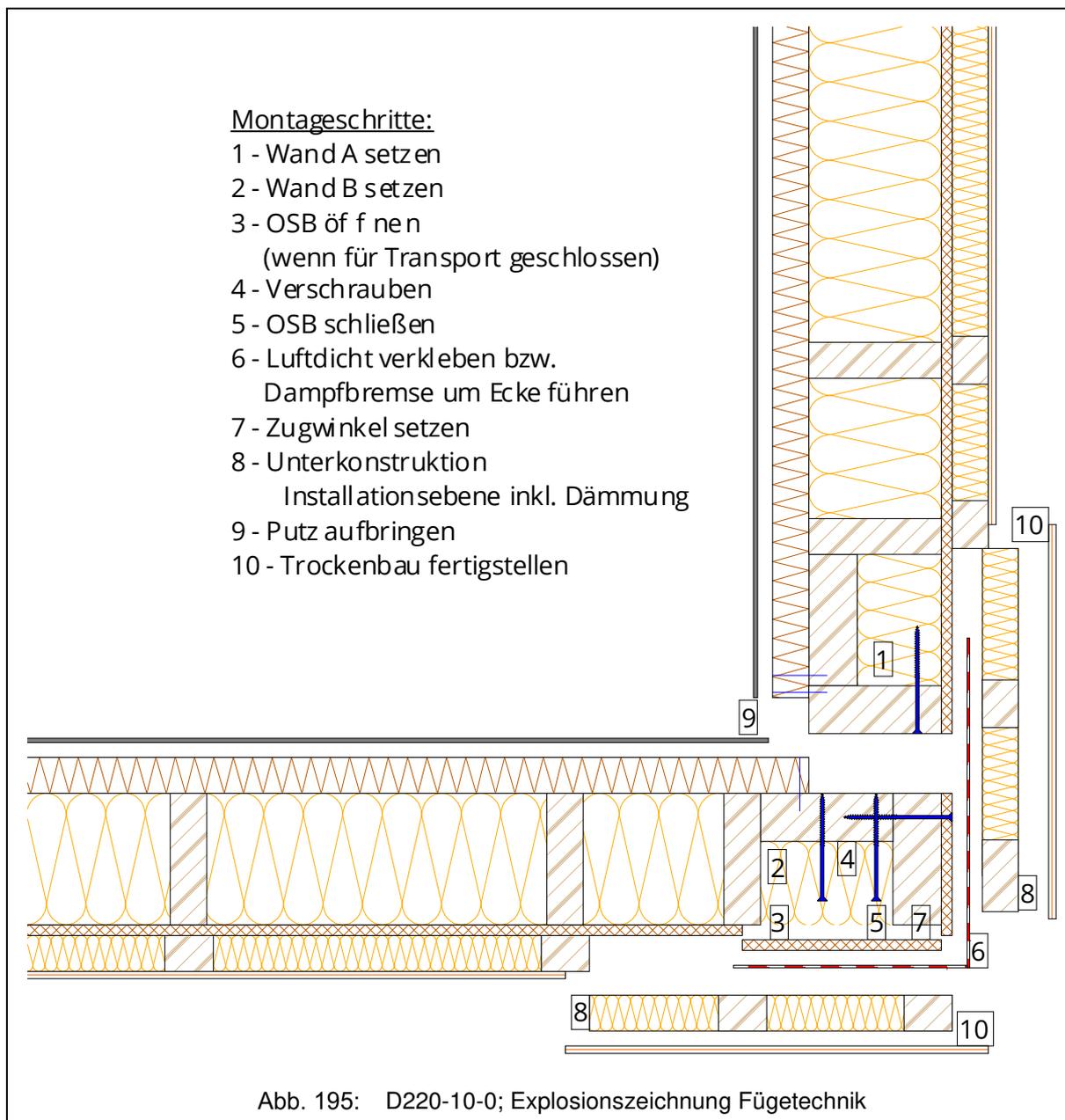


Abb. 195: D220-10-0; Explosionszeichnung Fügetechnik

6 Normenleitfaden

Der vorliegende Normenleitfaden stellt keinen Ersatz einer Norm dar. Er soll für eine bessere Orientierung im Umgang mit den Normen sorgen.

Die Verweise beziehen sich auf den Letztstand der Normen per 31.01.2017. Die behandelten Normen werden im Normenleitfaden in den Punkten in eigener Wortwahl zusammengefasst. Wörtlich übernommene Punkte aus der Norm werden unter Apostrophen gesetzt. Die Verweise und Zusammenfassungen wurden in erster Linie für planerische Zwecke ausgearbeitet. Für den genauen Wortlaut ist die jeweilige Norm heranzuziehen. Produktspezifische Normen sowie Normen zu Prüfverfahren, die im Leitfaden angeführt werden, werden nicht bzw. nur vereinzelt im Literaturverzeichnis angeführt, da sie für die Planung und Ausführung nicht primär von Bedeutung sind.

Die Vollständigkeit der behandelten Punkte ist nach bestem Wissen und Gewissen zusammengestellt, wobei diese Zusammenstellung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, und wird somit nicht garantiert.

Die folgenden Details dienen rein der normativen Zuordnung (Übersichtsdetails).

6.1 Sockeldetail

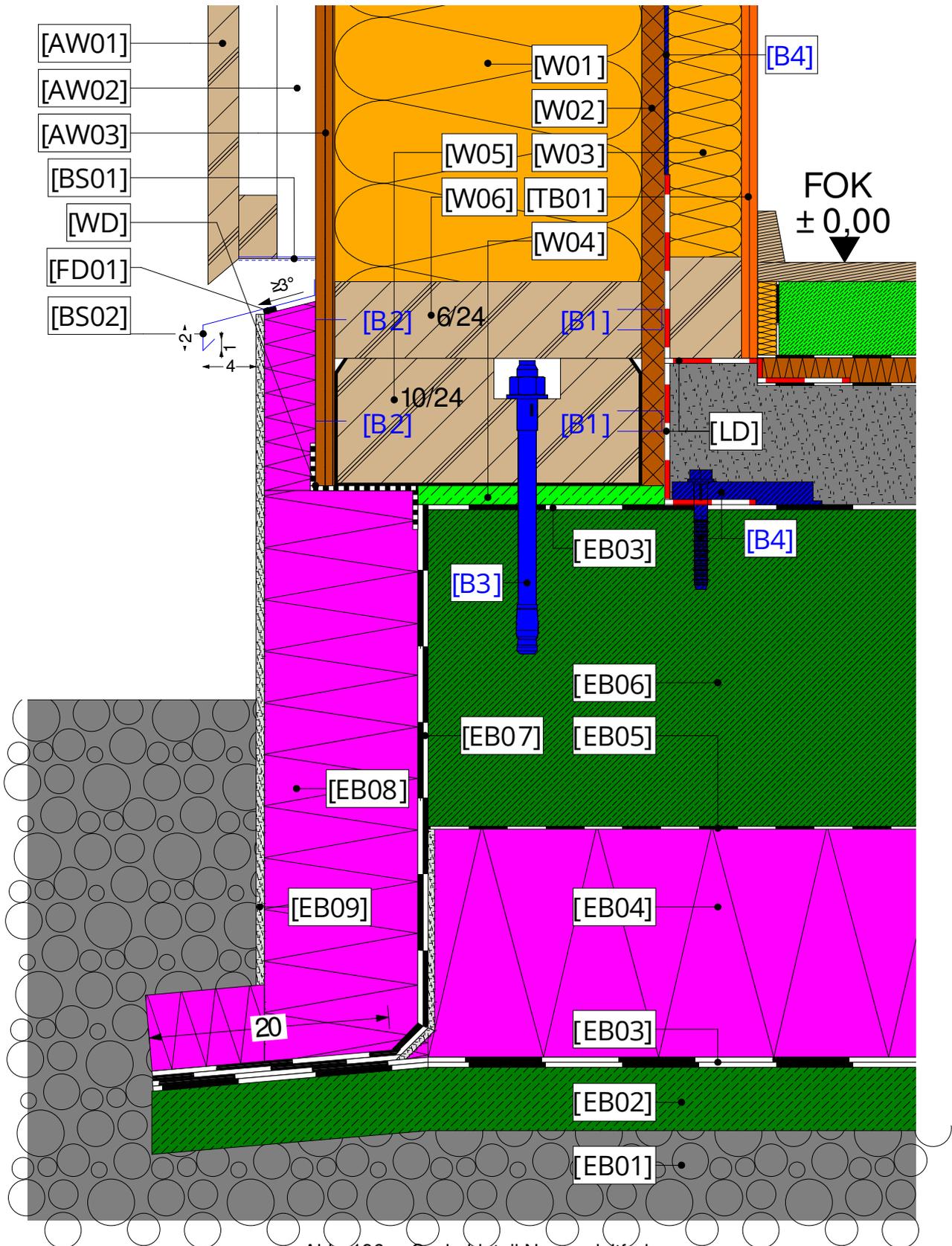


Abb. 196: Sockeldetail Normenleitfaden

6.2 Geschoßstoß

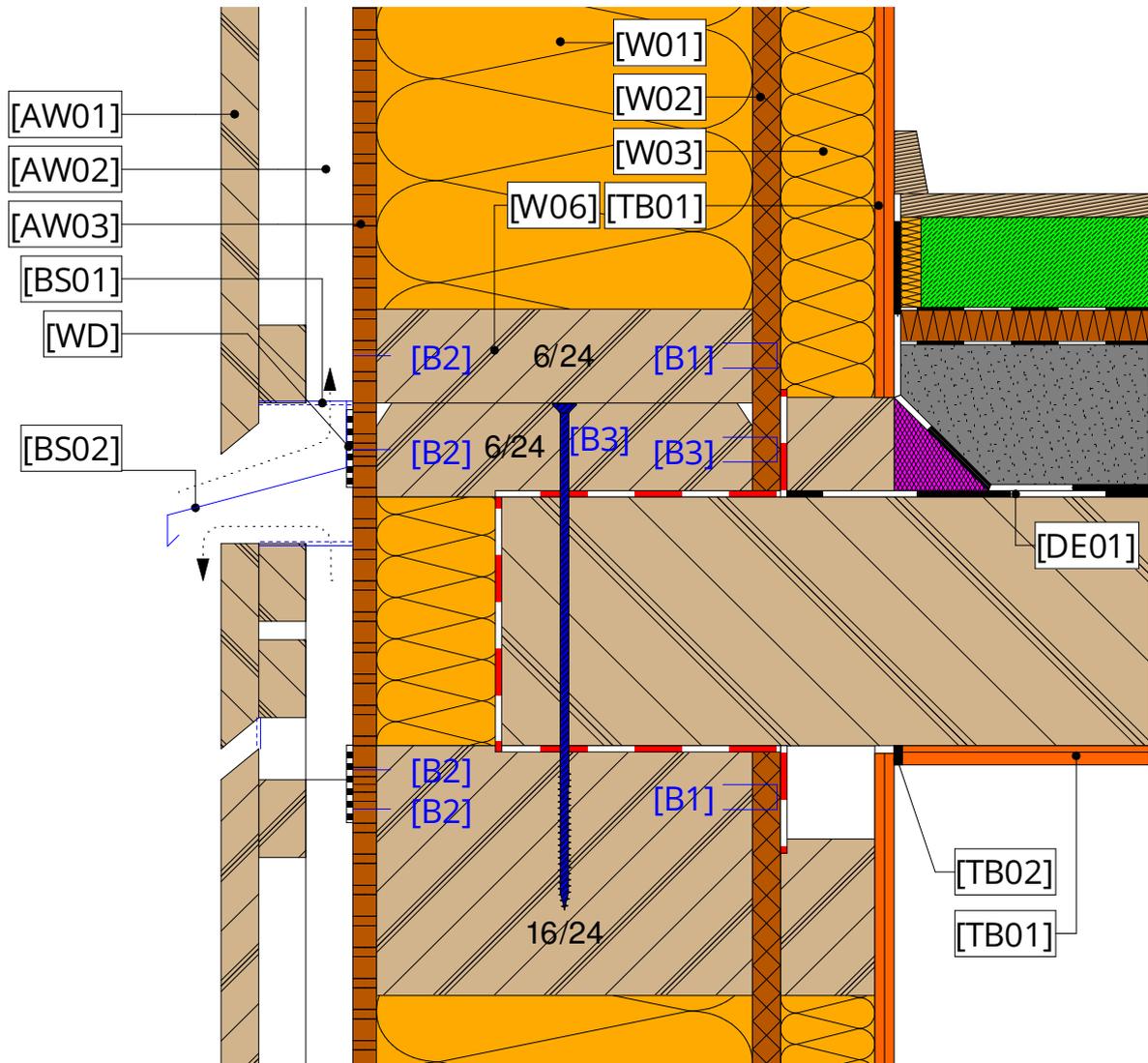


Abb. 197: Geschoßstoß Normenleitfaden

6.3 Traufe

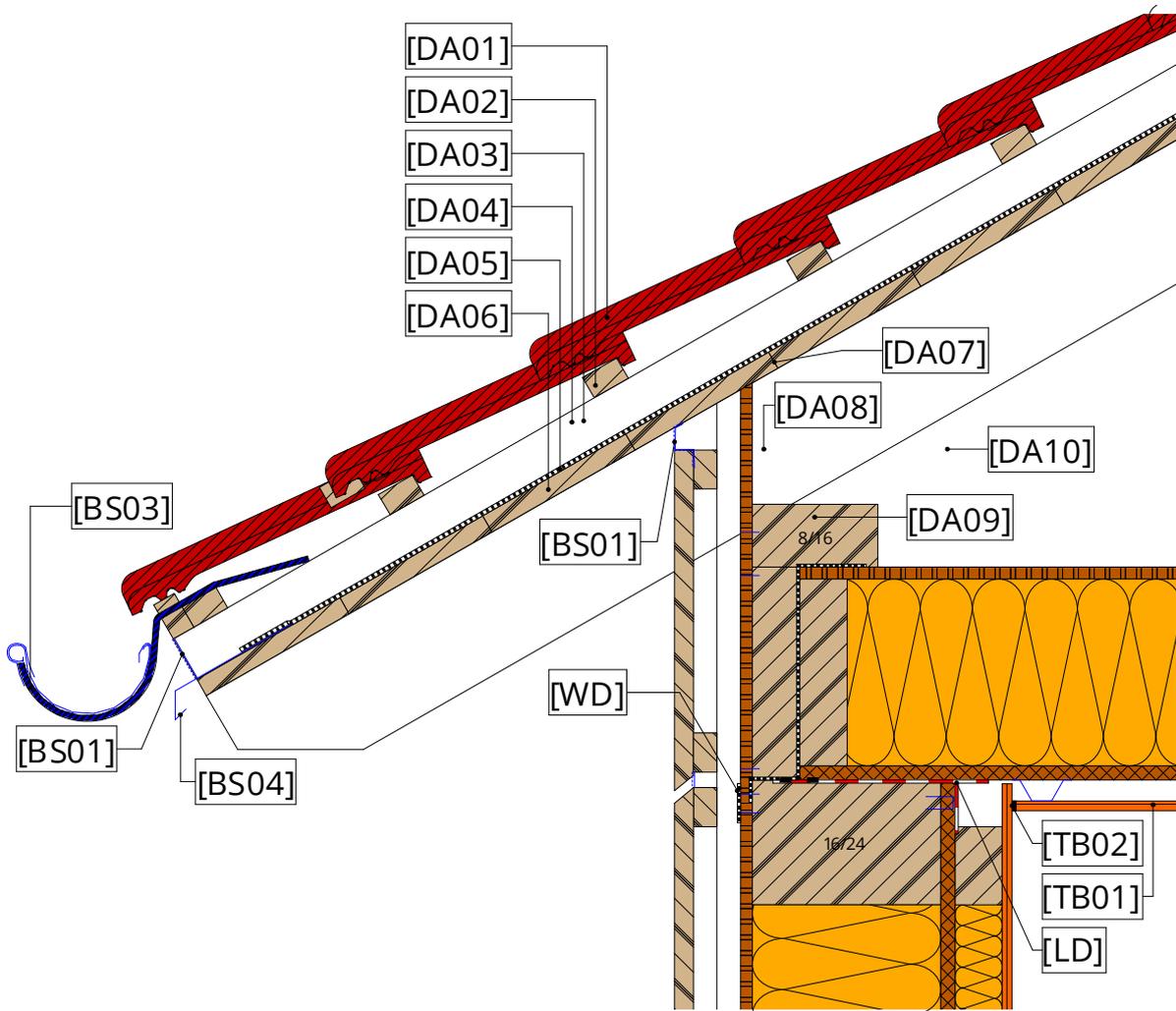


Abb. 198: Detail Traufe Normenleitfaden

6.4 Fensterbank Vertikalschnitt

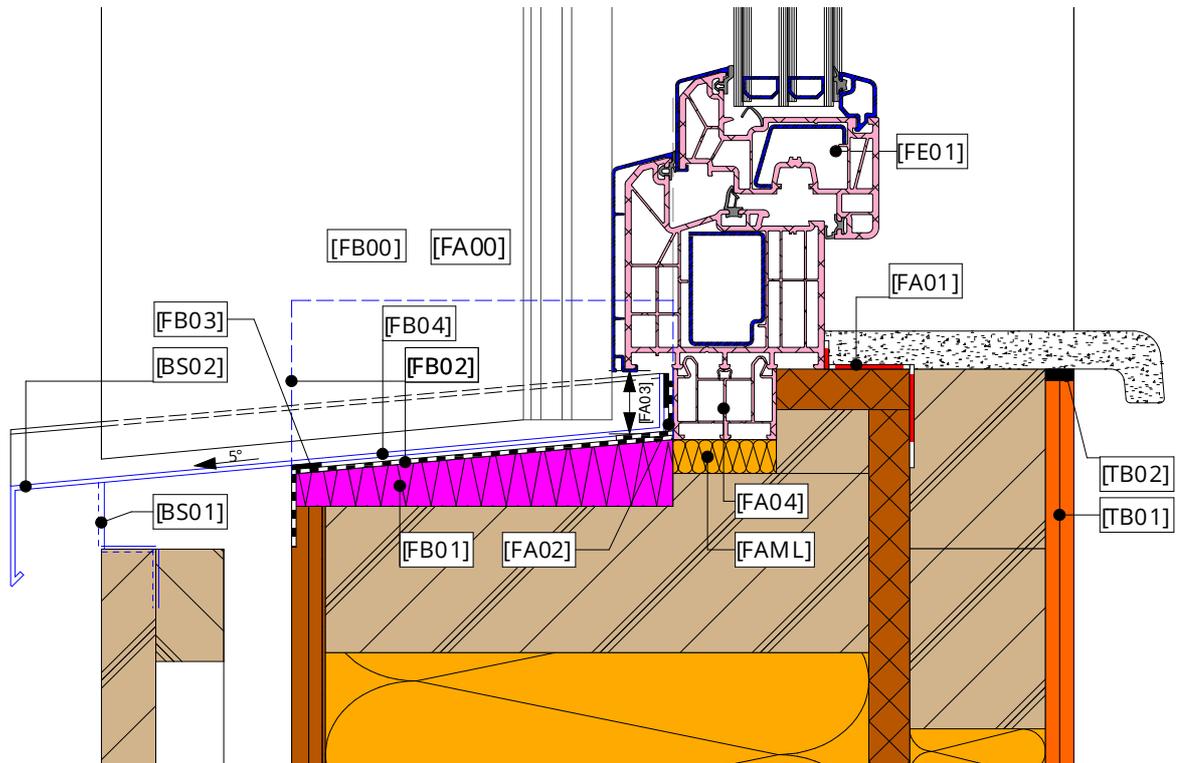


Abb. 199: Fensterbank Vertikalschnitt Normenleitfaden

6.5 Fenstersturz Vertikalschnitt Normenleitfaden

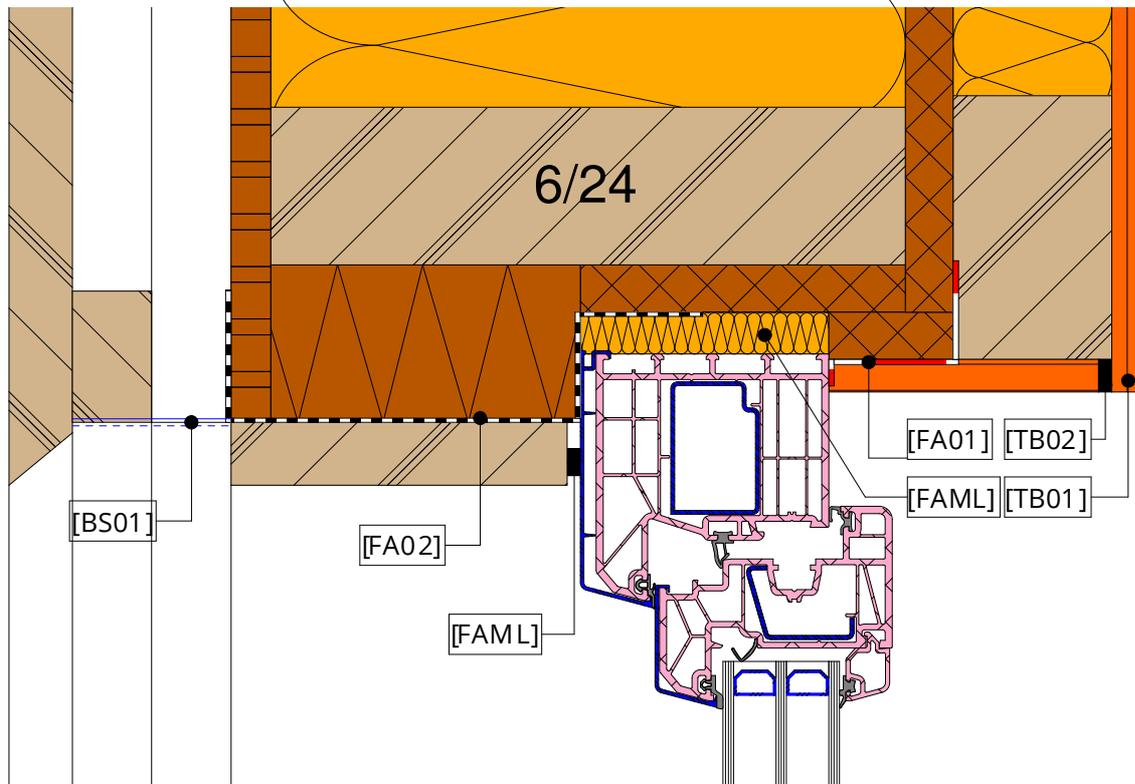


Abb. 200: Fenstersturz Vertikalschnitt Normenleitfaden

6.6 Fenstersturz Rollladen Vertikalschnitt

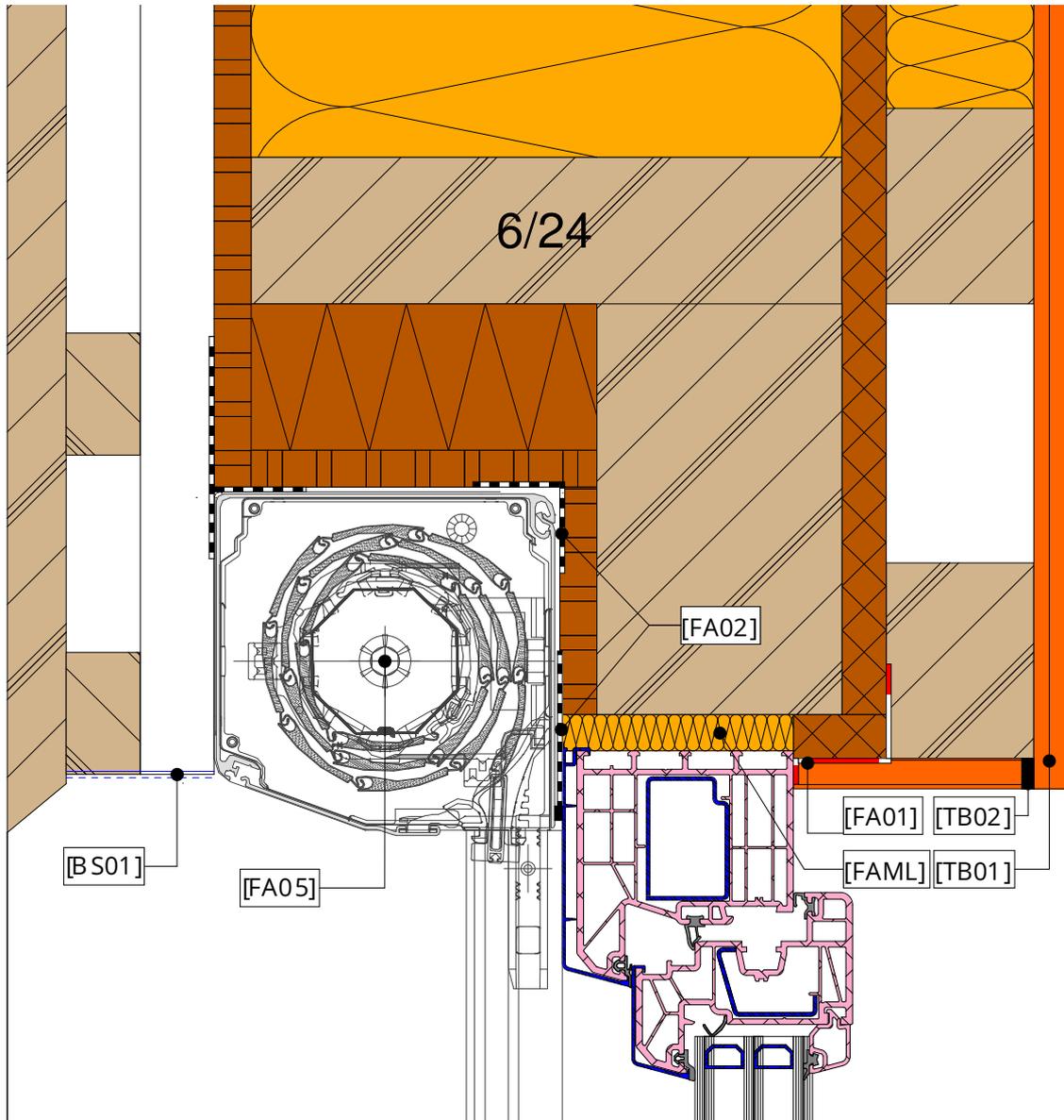


Abb. 201: Fenstersturz Rollladen Vertikalschnitt Normenleitfaden

6.7 Fenster Horizontalschnitt

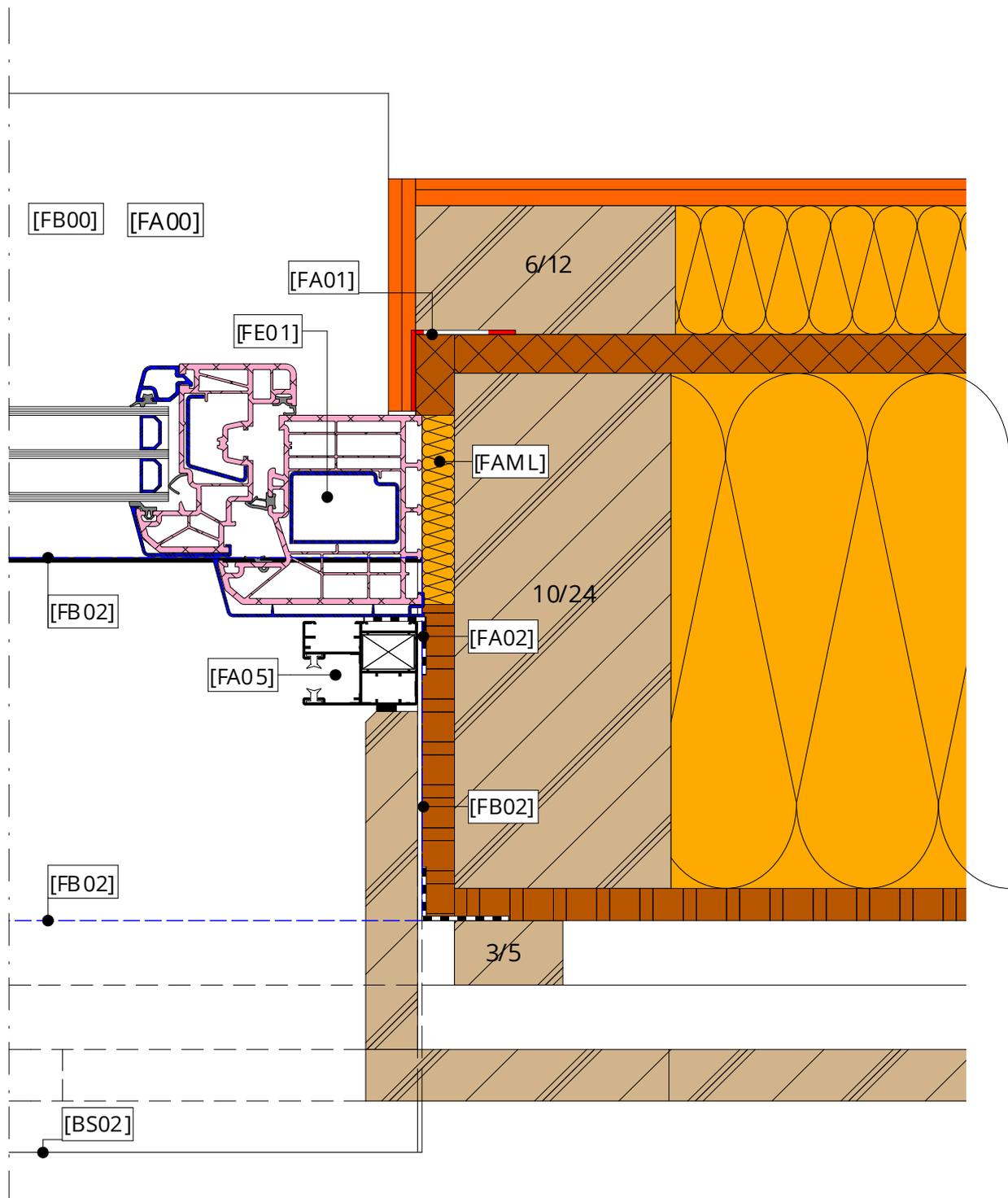


Abb. 202: Fenster Horizontalschnitt Normenleitfaden

6.8 Normenverzeichnis

6.8.1 Erdberührte bzw. erdnahe Bauteile [EB]

[EB01] Rollierung und Frostsicherheit:
Frostsicherheit
ÖNORM EN ISO 13793:2001, Wärmetechnische Verhalten von Gebäuden – Wärmetechnische Bemessung von Gebäudegründungen zur Vermeidung von Frosthebung[38]
ÖNORM EN 1997-2:2015, Eurocode 7 – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes [43]
<ul style="list-style-type: none"> • 5.5.10 Frostempfindlichkeit
Rollierung
ÖNORM EN 13242:2014, Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für Ingenieur- und Straßenbau [44]
ÖNORM B 3132:2016, Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für Ingenieur- und Straßenbau – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13242 [45]

[EB02] Sauberkeitsschicht:
ÖNORM B 2211:2009, Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten – Werkvertragsnorm[46]
<ul style="list-style-type: none"> • 5.2.9 Monolithische Betonplatten „Es gelten die Bestimmungen der ÖNORM B 4710-1:2007 [47] Abschnitt 12.10“

[EB03] Abdichtung gegen aufsteigende Feuchtigkeit:
ÖNORM B 2320:2010, Wohnhäuser aus Holz – Technische Anforderungen [39]
<ul style="list-style-type: none"> • 8.2 Feuchtigkeit aus dem Baugrund <ul style="list-style-type: none"> ○ Abdichtungen und Sperrschichten mit geeigneten Materialien ausführen. (z.B. Bitumenbahnen) ○ Alleiniger Anstrich des Schwellenbereiches ist unzulässig!

OIB-Richtlinie 3: 6.1 Schutz vor Feuchtigkeit aus dem Boden [48]
Richtlinie Sockelanschluss:2015 [40]
<ul style="list-style-type: none">• Verweis auf ÖNORM B 3692 [29]• Auf erdberührten Bodenplatten ist jedenfalls eine durchgehende Abdichtung erforderlich• Die Detaillösungen dieser Richtlinie sind grundsätzlich für Lastfall Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser
ÖNORM B 3692:2014, Planung und Ausführung von Bauwerksabdichtungen [29]
<ul style="list-style-type: none">• 5.1 Grundsätzlich ist die Abdichtung vor mechanischen Beschädigungen und Witterung (UV) zu schützen.• 5.2.2 Definition der Lastfälle<ul style="list-style-type: none">○ Falls der Höchstgrundwasserspiegel <50 cm unter der horizontalen Abdichtung liegt, ist der Lastfall drückendes Wasser anzunehmen!• 5.3.1 Tabelle 1: Anforderungen an den Untergrund• 5.7 Tabelle 7: Übersicht lastfallabhängige Abdichtungsmaßnahmen und deren Mindestanzahl der Lagen und Mindestnenndicken
ÖNORM B 3665:2015, Abdichtungsbahnen – Bitumenbahnen für die Bauwerksabdichtung gegen Bodenfeuchte und Wasser- Nationale Umsetzung der ÖNORM EN 13969 [49]
<p>Legt die technischen Mindestanforderungen an Bitumenbahnen für Bauwerksabdichtungen gegen Bodenfeuchte und Wasser für die prinzipielle Verwendbarkeit in Österreich fest.</p> <ul style="list-style-type: none">• 6.2 Bitumenbahnen für Bauwerksabdichtungen gegen Bodenfeuchte: (Abkürzungen: E = Elastomerbitumen; P = Plastomerbitumen; KV = Kunststoffvlies; n = Nenndicke [mm]; sk = selbstklebend)<ul style="list-style-type: none">○ E-3 sk und E-4 sk○ E-KV-4, E-KV-5, P-KV-4 und P-KV-5• 6.3 Bitumenbahnen für Bauwerksabdichtungen gegen Wasser: (Abkürzungen: E = Elastomerbitumen; P = Plastomerbitumen; KV = Kunststoffvlies; n = Nenndicke [mm]; sk = selbstklebend)<ul style="list-style-type: none">○ E-3 sk und E-4 sk○ E-KV-4, E-KV-5, P-KV-4 und P-KV-5

[EB04] Dämmung Bodenplatte:**ÖNORM B 2211,2009, Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten –
Werkvertragsnorm [46]**

- 5.2.9 Monolithische Betonplatte
Dämmstoffe müssen der ÖNORM B 6000 [50] und den darin genannten Europäischen Produktnormen entsprechen.

ÖNORM B 3692:2014, Planung und Ausführung von Bauwerksabdichtungen [29]

- 5.6 Perimeterdämmung: EPS-P oder XPS-G mit ≥ 50 mm verarbeiten!
- 5.6.3 Wärmedämmung zwischen Abdichtung und Bauwerk
Diese stellen Sonderkonstruktionen dar und müssen entsprechend geplant und bemessen werden.

[EB05] Trennschicht:**ÖNORM B 2211,2009, Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten –
Werkvertragsnorm [46]**

- 5.3.3.2 Herstellung von monolithischen Betonplatten
„Zwischen dem Untergrund und der Bodenplatte ist eine Gleitschicht auszuführen“.

[EB06] Stahlbeton – Bodenplatte:**ÖNORM B 2211,2009, Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten –
Werkvertragsnorm [46]**

- 5.2.9 Monolithische Betonplatten
„Es gelten die Bestimmungen der ÖNORM B 4710-1, 12.10“ [47]

**ÖNORM B 4710-1:2007, Beton – Teil 1: Festlegung, Herstellung, Verwendung und
Konformitätsnachweis (Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 206-1 für Normal-
und Schwebeton) [47]****ÖNORM B 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten [51]**

[EB07] Kellerabdichtung, Vertikalabdichtung:

ÖNORM B 3692:2014 Planung und Ausführung von Bauwerksabdichtungen [29]

- Anhang C: Zusammenstellung wesentlicher Inhalte
- 5.2.2 Definition der Lastfälle
- Falls der Höchstgrundwasserspiegel <50 cm unter der horizontalen Abdichtung liegt, ist der Lastfall drückendes Wasser anzunehmen!
- 5.3.1 Tabelle 1: Anforderungen an den Untergrund
- 5.3.2 Arbeitsraum von Wandabdichtungsarbeiten mindestens 1 m breit. Böschungswinkel von höchstens 60° darf Sohlenbreite auf 75 cm reduzieren.
- 5.4.1 Allgemeines
- 5.4.2 Übergang der Horizontalabdichtung zur Wandabdichtung
- 5.4.3 Oberer Anschluss von Wandabdichtungen
 - An- und Abschlüsse sind mindestens 15 cm, bei Hanglagen mindestens 30 cm, über angrenzendes Bodenniveau hochzuführen und regensicher auszuführen.

[EB08] Sockeldämmung:

ÖNORM B 3692:2014, Planung und Ausführung von Bauwerksabdichtungen [29]

- 9.5.2 WDVS bedürfen einer Zulassung und sind SYSTEMKONFORM auszuführen!
- 5.6 Perimeterdämmung: EPS-P oder XPS-G mit ≥ 50 mm verarbeiten!
- 6.5 Perimeterdämmung: Vollflächig mit Zahnpachtel, im Verband verarbeiten
- Anhang C: Zusammenstellung wesentlicher Inhalte

ÖNORM B 6400:2011, Außenwand-Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) – Planung [52]

- 3.10 Sockeldefiniton
- 4.7.5 Sockelausbildung: rückspringend / vorspringend / flächengleich
- 4.7.6 Im Spritzwasserbereich (0-30 cm über Geländeoberkante) ist XPS-R oder EPS-P zu verarbeiten. Gilt auch für Loggien, Balkone und Dachvorsprünge
- 4.7.7 Erdberührt:
- Schutz des Putzsystems gegen Feuchtigkeit-> Systemhalter
- konstruktive Trennung des WDVS und Hinterfüllmaterial -> mechanischer Schutz (Noppenfolie od. Kunststoffvlies)
 - XPS-R oder EPS-P ist zu verarbeiten

ÖNORM B 6410:2011, Außenwand-Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) – Verarbeitung [53]

- 6.3.1 Spritzwasserbereich
 - Putzsystem mit zusätzlicher Abdichtung beschichten
 - Abschluss
 - Dämmstoff lt. ÖNORM B 6000 [50]

Richtlinie Sockelanschluss [40]

- Definition Spritzwasserbereich $SP \geq 30$ cm von Geländeoberkante

VAR 2011 – Verarbeitungsrichtlinie für Wärmedämmverbundsysteme – Technische Richtlinien und Detailzeichnungen [54]
[EB09] Putz:
ÖNORM B 6400: 2011, Außenwand-Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) – Planung [53]

- 3.2 Definition WDVS
- 3.7 Putzsystem
- 3.15 Unterputz: Bewehrung eingebettet
- 4.7.6: erdberührt: geeignetes Putzsystem anwenden
- 4.7.7: erdberührt: Feuchteschutz + mechanischer Schutz
- 5.5 Unterputz in Nenndicken von 3,5 mm bis 8 mm (je nach ETZ)
- 5.6 Oberputz $\geq 1,5$ mm; bei Rillenstruktur 2 mm

ÖNORM B 6410:2011, Außenwand-Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) – Verarbeitung [53]
ÖNORM B 3346:2013, Putzmörtel – Regeln für die Verwendung und Verarbeitung – Nationale Ergänzungen zu den ÖNORMEN EN 13914-1 und -2 [55]
VAR 2011 – Verarbeitungsrichtlinie für Wärmedämmverbundsysteme – Technische Richtlinien und Detailzeichnungen [54]

6.8.2 Wand [W]

[W01] Holzständer:
ÖNORM B 2320:2010, Wohnhäuser aus Holz – Technische Anforderungen [39]
<ul style="list-style-type: none"> • 5.2 mechanische Festigkeit <ul style="list-style-type: none"> ○ Standsicherheit ist lt. ÖNORM EN 1995-1-1 [56] nachzuweisen ○ mindestens zwei Zugverankerungen (Anfang/Ende) und eine Schubverankerung je aussteifendem Bauteil (auch Kombination zulässig: Bei Ecken ist es möglich nur eine der anschließenden Wände mittels Zuganker zu befestigen. Die angeschlossene Wand ist mittels Verbindungsmittel an diese zu befestigen.) ○ lastabtragende Stielquerschnitte sind vollflächig zu unterlegen bzw. untermörteln • 5.3 Brandschutz <ul style="list-style-type: none"> ○ Klassifizierungsbericht lt. ÖNORM EN 13501-1 [57] ○ Nachweis Feuerwiderstandes: ÖNORM EN 1995-1-2 [58] und ÖNORM B 1995-1-2 oder Klassifizierungsbericht nach ÖNORM EN 13501-2 [59]. Die Bauteile auf www.dataholz.com entsprechen den entsprechenden Klassifizierungsberichten. • 5.4.3 Holzschutz lt. ÖNORM B 3801 [60] , ÖNORM B 3802-1 [36] und ÖNORM B 3802-2 [28] • 6. Baustoffen sind Eignungsnachweise zu erbringen aufgrund von: ETZ, ÖNORMEN, ÖTZ, Prüfberichte <ul style="list-style-type: none"> ○ Holz Mindestanforderungen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ C24 und S10 für tragendes Vollholz und keilgezinktes Bauholz ▪ GL24 für Brettschichtholz ▪ Oberflächenqualität 1 (ÖNORM B 2215 [61]) ○ Maximal zulässige Holzfeuchte: 18% (Darrmasse) • 8.7 Baufeuchte <ul style="list-style-type: none"> ○ maximaler Feuchtigkeitsgehalt des Holzes in Wänden, Decken und Dach zur Zeit der Verarbeitung von Putz und Verkleidungen: nicht mehr als 18 % der Masse (elektrisch gemessen) • 9.1 Tragstruktur entsprechend statischen Erfordernissen ausführen
ÖNORM B 3802-1: Holzschutz im Bauwesen – Teil 1: Allgemeines [60]
<p>Die Holzbauteile sind den Gebrauchsklassen gem. Tabelle1 zuzuordnen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anhang A Bild A. 1- Übersichtsskizze Gebrauchsklassen für Holzbauteile ohne Anwendung besonderer Maßnahmen

ÖNORM B 3802-2: Holzschutz im Bauwesen – Teil 2: Baulicher Schutz des Holzes [28]

- 5.2 Begrenzung der Holzfeuchte
- 5.2.1 Allgemeines
Vollholz- und Massivholzprodukte, die in Gebäude eingebaut werden dürfen eine maximale Holzfeuchtigkeit von 20 % aufweisen, Holzwerkstoffe 18 %.
- 5.2.4.4 Schutz vor Nutzungsfeuchte
Holzbauteile sind in Feuchträumen und Bädern vor direkter Feuchtebeanspruchung wie z.B. Spritzwasser zu schützen.
- 5.2.4.5 Schutz vor Kondenswasser
„Holzbauteile sind durch wirksame bauliche Maßnahmen vor schädlicher Einwirkung von Kondenswasser zu schützen“
Bei Außenbauteilen darf an den Innenflächen und im Bauteilinneren kein Kondensat entstehen.
Die Anforderungen gem. ÖNORM B 8110-2 [10] sind zu erfüllen oder ein Nachweis gem. ÖNORM EN 15026 [62] zu erbringen.
- Zur Vermeidung von Kondensat infolge von Konvektion ist die ÖNORM B 2340 [33] zu beachten.

ÖNORM EN 1995-1-1:2015, Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau [56]

- 6.3.2 Stabilitätsversagen
- 9.2.4 Wandscheiben
- 9.2.5.2 Druckbeanspruchte Einzelbauteile

ÖNORM EN 1995-1-2: Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall [58]

- 12 Tragende Deckenbalken und Wandstiele in vollgedämmten Konstruktionen
- 14 Berechnung der raumabschließenden Funktion von Wand- und Deckenkonstruktionen
- Anhang A: Brandschutztechnische Klassifikation von Holzbauteilen

[W01] Dämmschicht:
ÖNORM B 2320:2010, Wohnhäuser aus Holz – Technische Anforderungen [39]

- 6.1 Zulassungen
- 9.2 Dämmstoff
 - hat Brand-, Schall- und Wärmeschutzanforderungen zu entsprechen
 - ist dauerhaft wirksam auszuführen (kein Absacken)

ÖNORM B 2215:2009, Holzbauarbeiten – Werkvertragsnorm
<ul style="list-style-type: none"> • 5.2.5 Dämmstoff gem. ÖNORM B 6000 [50]
[W02] OSB Aussteifung:
ÖNORM B 2320:2010, Wohnhäuser aus Holz – Technische Anforderungen [39]
<ul style="list-style-type: none"> • 6.1 Zulassungen • 9.4.1 Bekleidung/Beplankung <ul style="list-style-type: none"> ○ müssen den statischen sowie den bauphysikalischen Vorgaben entsprechen ○ bei statisch tragender Beplankung sind „fliegende Stöße“ unzulässig. Mittels spezieller Wellennägel können „fliegende Stöße“ schubsteif ausgebildet werden. (Siehe [63]) ○ Verbindungsmittelabstand einhalten / maximale Einschlagtiefe = 2 mm
ÖNORM B 1995-1-1: 2015, Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau[56]
<ul style="list-style-type: none"> • 9.2.4 Nachweisführung Wandscheiben
ÖNORM B 2215:2009, Holzbauarbeiten – Werkvertragsnorm
<ul style="list-style-type: none"> • 5.2.4 5) OSB gem. ÖNORM EN 300 [64]
[W02] OSB Dampfbremse:
ÖNORM B 2320:2010, Wohnhäuser aus Holz – Technische Anforderungen [39]
<ul style="list-style-type: none"> • 9.3: dauerhaft wirksam, Entsprechend der Nachweise Wärme- und Feuchteschutz ausführen (ÖNORM B 8110-2 [10]) • 8.2: Im Bereich des Sockels ist die Dampfbremse (4-mal dichter als Außen) 10 cm höher als die Außenabdichtung zu ziehen
ÖNORM B 2340:2007, Maßnahmen zur Erfüllung der Anforderungen an die Luftdichtheit der Gebäudehülle von Holz- und Holzfertighäusern [33]
<ul style="list-style-type: none"> • 4.3.1 Innen diffusionsbremsend / Außen diffusionsoffen • 4.3.2 Mittels Gipsfaserplatten, Gipsplatten und geeigneten Holzwerkstoffplatten lässt sich in der Regel in der Fläche eine Dichtheitsschicht bilden. Anschlüsse sind zu planen! • 4.4.1 Stoßausbildungen sind luftdicht auszuführen
Anmerkung:

Generell sind die Materialeigenschaften von OSB-Platten genau zu prüfen. Vor allem in Bezug auf die Rohdichte und deren Schwankungsbereich, da dies für den in der Berechnung angesetzten sd-Wert und die Luftdichtheit sehr wichtig ist.

[W03] Installationsebene:

ÖNORM B 2320:2010, Wohnhäuser aus Holz – Technische Anforderungen [39]

- 9.2 Eine Dämmschicht auf der warmen Seite der Dampfbremse ist zulässig. Sollte jedoch max. 25% der außenliegenden Dämmstärke betragen.
- Für nichttragende Kantholzkonstruktion gelten dieselben Grenzwerte in Bezug auf Feuchte wie in [W01] Holzständer: (S. 156)
- 9.8 Haustechnik, Installationen
 - Bauteile, in denen Installationen geführt werden, sollten eine Installationsebene aufweisen
 - entsprechend detailliert planen -> Ausführungsqualität des Holzbaus darf nicht negativ beeinflusst werden (Statik, Bauphysik, Luftdichtheit)
 - Planer des Installations-Systems hat Auswirkungen der Leitungsführung zu berücksichtigen
 - Schallschutz lt. ÖNORM B 8115-2 [65] und -4 [66] beachten
 - Revisionsöffnungen vorsehen

ÖNORM B 3802-2: Holzschutz im Bauwesen – Teil 2: Baulicher Schutz des Holzes [28]

- 5.2.4.5 Schutz vor Kondenswasser
„Wasserführende Leitungen in Außenbauteilen sind in ausreichendem Maß zu überdämmen, sodass es nicht zu Entstehung von schädlichem Kondensat kommt.“

ÖNORM H 5155:2013, Wärmedämmung von Rohrleitungen und Komponenten von haustechnischen Anlagen [67]

[LD] Luftdichte Abklebung innen

ÖNORM B 2320:2010, Wohnhäuser aus Holz – Technische Anforderungen [39]

- 6.4 Dichtungen dürfen nicht bewittert werden, und müssen dauerplastisch sein.
- 8.2 4-mal dichte als Außenabdichtung, 10 cm höher ziehen als Außenabdichtung
- 9.3 Stöße, Übergänge und Durchdringungen lt. ÖNORM B 2340 [33] ausführen

ÖNORM B 2340: 2007, Maßnahmen zur Erfüllung der Anforderungen an die Luftdichtheit der Gebäudehülle von Holz- und Holzfertighäusern [33]

- 4.3 Verarbeitungstemperaturen, Verträglichkeit der Materialien prüfen, Verarbeitungsrichtlinien der Hersteller beachten
- 4.3.1 Innen diffusionsbremsend / Außen diffusionsoffen
- 4.3.4 Dichtstoffe, Klebebänder und Klebstoffe
- 4.5.1 Anschluss zu Mauerwerk und Betonteilen

[W04] Mörtelbett, Ausgleichsschicht:

ÖNORM B 2320:2010, Wohnhäuser aus Holz – Technische Anforderungen [39]

- 2.3 Lastabtragende Stielquerschnitte sind vollflächig zu unterlegen bzw. untermörteln.

Richtlinie Sockelanschluss [40]

- Toleranzausgleich zwischen Holz und mineralischem Untergrund / lastabtragende Unterfüllung bzw. Unterlegung

Anmerkung:

Herstellerangaben in Bezug auf Druckfestigkeit, Verarbeitung und Dauerhaftigkeit überprüfen.

[W05] und [W06] Nivellier- bzw. Fußschwelle:

ÖNORM B 2320:2010, Wohnhäuser aus Holz – Technische Anforderungen [39]

- 8.2 Feuchtigkeit aus Untergrund
- Fußschwelle darf nicht unter dem Außenniveau liegen. Ausgenommen die wasserführende Schichte wird lokal abgesenkt.
- Mindestmaße für SW bei Beachtung der Konstruktionsregeln lt. [Richtlinie Sockelanschluss [40]]:
- >5 cm bei Anschluss an wasserführende Schicht (z.B. Terrasse)
- >10 cm bei Anschluss zum Erdreich
- Sockelhöhe SW sollte > 30 cm sein.
- Anhang B: Beispiele für Sockelausführungen
- Richtlinie Sockelanschlüsse [40]

ÖNORM B 3802-2: Holzschutz im Bauwesen – Teil 2: Baulicher Schutz des Holzes [28]

- 5.2.4.1 Schutz vor Feuchtigkeit aus dem Baugrund

„In den Gebrauchsklassen 0 bis 3.2 darf Holz weder mit dem Erdreich in Berührung kommen noch unter Außenniveau eingebaut werden. Der unterste Holzbauteil (zB Fußschwellen tragender Wandbauteile) muss eine Sockelhöhe zum direkt umgebenden Außenniveau von mindestens 30 cm aufweisen. Dieses Maß darf dann unterschritten werden, wenn besondere technische Vorkehrungen (zB wirksame Drainagen, Abdichtungen, Verblechungen, Lage im Regenschatten) zum Schutz der Schwellenkonstruktion getroffen werden. Ein Mindestmaß von 10 cm zum Erdreich und 5 cm zu wasserführenden Ebenen, wie zB betonierte Terrassen, ist jedenfalls einzuhalten. Dies kann auch durch lokale Absenkung des Niveaus erreicht werden. Siehe dazu auch ÖNORM B 2320 [39].“

Richtlinie Sockelanschluss [40]

6.8.3 Außenwand [AW]

[AW01] Bekleidung / Fassade; WDVS:
ÖNORM B 2320:2010, Wohnhäuser aus Holz – Technische Anforderungen [39]
<ul style="list-style-type: none"> • 9.5 Fassade -> Konstruktiver Holzschutz lt. ÖNORM B 3802-2 [28]
ÖNORM B 3802-2:2015, Holzschutz im Bauwesen – Teil 2: Baulicher Schutz des Holzes [28]
ÖNORM B 6400:2011, Außenwand-Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) – Planung [52]
<ul style="list-style-type: none"> • 3.2 Definition WDVS • 3.7 Putzsystem • 3.15 Unterputz: Bewehrung eingebettet • 4.7.6: erdberührt: geeignetes Putzsystem anwenden • 4.7.7: erdberührt: Feuchteschutz + mechanischer Schutz • 5.5 Unterputz in Nenndicken von 3,5 mm bis 8 mm (je nach ETZ) • 5.6 Oberputz $\geq 1,5$ mm; bei Rillenstruktur 2 mm
ÖNORM B 6410:2011, Außenwand-Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) – Verarbeitung [53]
ÖNORM B 3346:2013, Putzmörtel – Regeln für die Verwendung und Verarbeitung – Nationale Ergänzung zu den ÖNORMEN EN 13914-1 und -2 [55]
ÖNORM B 3419:2011, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen [68]
<ul style="list-style-type: none"> • 4.2 Materialien für Dacheindeckungen und Wandverkleidungen <ul style="list-style-type: none"> ○ Faserzement-Tafeln für Wandeindeckungen gem. ÖNORM EN 12467 ○ Holzschindeln gem. DIN 68119 [69] • Zubehör <ul style="list-style-type: none"> ○ Fassadenunterkonstruktionen aus Metall gem. ÖNORM EN 755-2 [70] • 4.4 Materialien für Befestigungen <ul style="list-style-type: none"> ○ Art und Form des Befestigungsmaterial hat der Materialhersteller anzugeben ○ Mindestanforderungen für Verklammerungen, Verschraubungen oder Nagelungen: nichtrostender Stahl Werkstoffnr.: 1.4301 gem. ÖNORM EN 10027-2 [71], Kupfer, Aluminium oder feuerverzinktem Stahl oder Gleichwertigem. Korrosionsverträglichkeit mit Deckmaterial muss gegeben sein!

- Bindedraht: nichtrostender Stahl mit Mindestdurchmesser 1 mm oder Kupfer mit Mindestdurchmesser 1,5 mm
- 5.2 Mindestüberdeckungen
- 6 Ausführung
 - 6.1 Allgemeines
 - Es ist eine Vertikalschnürung auszuführen.
 - Gebäudedehnfugen sind in die Wandeindeckungen zu übernehmen.
 - 6.5 Dach- und Wandeindeckung mit Faserzement-Wellplatten
 - 6.6 Wandeindeckung mit großformatigen Faserzement-Tafeln
 - 6.7 Wandeindeckungen mit kleinformatischen Faserzement-Tafeln
 - 6.10 Wandeindeckung mit Schiefer
 - 6.12 Wandeindeckung mit Holzschindeln
 - 6.14 Dach- und Wandeindeckungen mit lichtdurchlässigen Platten aus Kunststoff

ÖNORM B 3521-1:2012, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen aus Metall – Teil 1: Bauspenglerarbeiten – handwerklich gefertigt [72]

- 5.10.2 Geeignete Untergründe
 - Mauerwerk und WDVS haben an deren Oberseite einen strömungsdichten Abschluss aufzuweisen. Es sind geeignete Anschlussmöglichkeiten im Fassadensystem für den Anschluss an das WDVS vorzusehen (z.B.: Sockel- oder Nutprofile).

VAR 2011 – Verarbeitungsrichtlinie für Wärmedämmverbundsysteme – Technische Richtlinien und Detailzeichnungen [54]

[AW02] Hinterlüftung Wand:

ÖNORM B 3419:2011, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen [68]

- 5.1 Planung Allgemeines
 - Wandverkleidungen sind als belüftete Konstruktionen zu planen.
 - Wandverkleidung: vertikaler Belüftungsspalt $\geq 200 \text{ cm}^2/\text{m}$
 - freier Zu- und Abluftquerschnitt (unter Berücksichtigung allfälliger Abdeckgitter) $\geq 50 \text{ cm}^2/\text{m}$
 - Bei allen Außenwandöffnungen (Fenster, Türen u. dgl.) Zu- und Abluftöffnungen im Sturzbereich und unterhalb der Sohlbank
 - Ausnahme: Bei Öffnungen mit einer Breite bis 1,2 m darf dies bei ausreichender Querströmung entfallen

<p>Österreichischer Fachverband für hinterlüftete Fassaden (ÖFHF)[73–75]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Traglattendicke ≥ 30 mm • bei einer Traglattenbreite ≥ 120 mm wird die Traglatte mit 10 mm Fuge getrennt • 10 mm Fuge an Ecklatten (ausgenommen bei Ecklatten an Fensterlaibung) • freier Zu- u. Abluftquerschnitt ≥ 150 cm²/m
<p>Fachregel für Bauspenglerarbeiten [76]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 6
<p>ÖNORM B 8110-2:2003, Wärmeschutz im Hochbau – Teil2: Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz [10]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10.6³⁾ freier Zu- u. Abluftquerschnitt ≥ 150 cm²/m
<p>[AW02] Unterkonstruktion Hinterlüftungsebene Wand:</p>
<p>ÖNORM B 3419:2011, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen [68]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5.3 Geeigneter Untergrund <p>Die Wandeindeckungen haben auf belüfteten Konstruktionen aus Holz oder Metall zu erfolgen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 5.3.1 Allgemeines: Untergrund aus Holz-> ÖNORM B 2215 [61] ○ 5.3.6 Wandeindeckung mit Faserzement-Wellplatten ○ 5.3.7 Wandeindeckung mit großformatigen Faserzement-Tafeln ○ 5.3.8 Wandeindeckung mit kleinformatigen Faserzement-Tafeln ○ 5.3.11 Wandeindeckung mit Schiefer ○ 5.3.13 Wandeindeckung mit Holzschindel
<p>ÖNORM B 2215:2009, Holzbauarbeiten – Werkvertragsnorm [61]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5.2.2.1 Mindestens Vollholz gem. ÖNORM EN 14081-1 [77], sägerauh, Oberflächenqualität 1, S10 gem. ÖNORM DIN 4074-1 [78]
<p>ÖNORM B 3802-1:2015, Holzschutz im Bauwesen – Teil 1: Allgemeines [36]</p> <p>Die Holzbauteile sind den Gebrauchsklassen gem. Tabelle 1 zuzuordnen.</p> <p>Anhang A Bild A. 1- Übersichtsskizze Gebrauchsklassen für Holzbauteile ohne Anwendung besonderer Maßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> • geschlossene Fassade: GK 1-(2) -> Mindestanforderung an Dauerhaftigkeit lt. Tab. 2: 4 -> natürliche Dauerhaftigkeit mit Fichte ausreichend • offene Fassade GK 3.1 -> Mindestanforderung an Dauerhaftigkeit lt. Tab. 2: 3 -> natürliche Dauerhaftigkeit mit Lärche ausreichend. Die Einhaltung der baulichen Maßnahmen lt. 6.3.2 der ÖNORM B 3802-2 [28] ermöglicht eine Zuordnung von Bauteilen der GK 3.1 in GK 0.

ÖNORM B 3802-2: Holzschutz im Bauwesen – Teil 2: Baulicher Schutz des Holzes [28]

- 5.2 Begrenzung der Holzfeuchte
- 5.2.1 Allgemeines
Vollholz mit maximalen Abmessungen von 50/80 mm da mit einer Holzfeuchtigkeit bis zur Fasersättigung (Nadelholz etwa 30 %) eingebaut werden, wenn eine Austrocknung in wenigen Monaten auf 20 % durch den Schutz vor Niederschlägen und gute Belüftung (z.B. Hinterlüftungsebene) gewährleistet werden.
- 5.2.4.3 Schutz vor Niederschlagswasser
„Niederschläge sind von Holzbauteilen möglichst fernzuhalten bzw. rasch abzuleiten.“

Österreichischer Fachverband für hinterlüftete Fassaden (ÖFHF) [73–75]

- Bei Einhaltung des Merkblattes „für vorgehängte hinterlüftete Fassaden auf Holzunterkonstruktionen“ des ÖFHF ist ausreichend Holzschutz gegeben.
- Holzfeuchte \leq 18% beim Einbau; mind. S10 gem. ÖNORM DIN 4074-1 [78]

[AW03] Windbremse Außenbeplankung:
ÖNORM B 2320:2010, Wohnhäuser aus Holz – Technische Anforderungen [39]

- 9.3: dauerhaft wirksam, Entsprechend der Nachweise Wärme- und Feuchteschutz ausführen (ÖNORM B 8110-2)

ÖNORM B 2340:2007, Maßnahmen zur Erfüllung der Anforderungen an die Luftdichtheit der Gebäudehülle von Holz- und Holzfertighäusern [33]

- 4.2.2 Montage und Anschlüsse müssen ausführbar sein. Luftdichtheits- bzw. Winddichtheitsschicht und deren Anschlüssen dürfen während dem Einbau und danach durch Nachfolgearbeiten und -gewerke nicht beschädigt werden.
- 4.3 Verarbeitungstemperaturen, Verträglichkeit der Materialien prüfen, Verarbeitungsrichtlinien der Hersteller beachten
- 4.3.1 Innen diffusionsbremsend / Außen diffusionsoffen
- 4.3.2 Mittels Gipsfaserplatten, Gipsplatten und geeigneten Holzwerkstoffplatten lässt sich in der Regel in der Fläche eine Dichtheitsschicht bilden. Anschlüsse sind zu planen!
- 4.4.1 Stoßausbildung ist luftdicht auszuführen (winddicht und diffusionsoffen!)

[WD] Winddichte Verklebung außen:
ÖNORM B 2320:2010, Wohnhäuser aus Holz – Technische Anforderungen [39]
<ul style="list-style-type: none"> • 6.4 Dichtungen dürfen nicht bewittert werden, und müssen dauerplastisch sein. • 8.2 sd-Wert Außenabdichtung $\leq 2 \text{ m}$; 10 cm niedriger hochziehen als Dampfbremse innen • 8.3 Fuge außenseitig ist gegen Regen und Spritzwasser abzudichten • 9.3: dauerhaft wirksam, Entsprechend der Nachweise Wärme- und Feuchteschutz ausführen (ÖNORM B 8110-2 [10])
ÖNORM B 2340:2007, Maßnahmen zur Erfüllung der Anforderungen an die Luftdichtheit der Gebäudehülle von Holz- und Holzfertighäusern [33]
siehe [W02] OSB Dampfbremse: S. 159
Richtlinie Sockelanschluss [40]
<ul style="list-style-type: none"> • ab SW <ul style="list-style-type: none"> ○ $\geq 15 \text{ cm}$ genügt geeignetes Klebeband (diffusionsoffen!) + nachfolgend darüber angebrachte Sockeldämmplatte ○ $\leq 15 \text{ cm}$: Abdichtung lt. Lastfall ÖNORM B 3692 [29]; z.B. Abdichtungshochzug mittels Voranstrich und Bitumenabdichtung

[FD01] Fugenabdichtung:
ÖNORM B 2320:2010, Wohnhäuser aus Holz – Technische Anforderungen [39]
<ul style="list-style-type: none"> • 6.4 Dichtungen dürfen nicht bewittert werden und müssen dauerplastisch sein. • 8.3 Das Eindringen von Wasser, auch bei Winddruck, muss verhindert werden
ÖNORM B 6400:2011, Außenwand-Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) – Planung [52]
<ul style="list-style-type: none"> • 4.7 An- und Abschlüsse sowie Durchdringungen • Tabelle 2 – Mindestanforderungen an die Materialien (für selbstrückstellende Fugendichtbänder gilt DIN 18542 [79]) gemäß Tabelle D. 1 • Anhang D Abschlüsse: Tabelle D. 1 – Empfehlungen für die Ausführung von Anschlüssen
VAR 2011 – Verarbeitungsrichtlinie für Wärmedämmverbundsysteme – Technische Richtlinien und Detailzeichnungen [54]
IDV-Merkblatt 27 [80]

[B1] [B2] Befestigungsmittel Klammern:**ÖNORM B 2320:2010, Wohnhäuser aus Holz – Technische Anforderungen [39]**

- 6.3 Verbindungsmittel
 - „Statisch tragende Verbindungsmittel zB Klammern, Nägel , Schrauben) müssen Korrosionsschutz gemäß ÖNORM EN 1995-1-1:2009 [56], Tabelle 4.1 aufweisen.“
 - „Statisch nicht tragende Verbindungsmittel die direkter Bewitterung ausgesetzt sind, müssen rostfrei ausgeführt werden.“

ÖNORM B 1995-1-1: 2015, Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau [56]

- 4.2 Korrosionsschutz
- 8.4 Verbindungen mit Klammern
 - Mindestangaben

[B04] [B05] Schub- und Zugverankerung:**ÖNORM B 2320:2010, Wohnhäuser aus Holz – Technische Anforderungen [39]**

- 5.2 mechanische Festigkeit
 - Standsicherheit ist lt. ÖNORM EN 1995-1-1 [58] nachzuweisen mindestens zwei Zugverankerungen (Anfang/Ende) und eine Schubverankerung je aussteifendem Bauteil (auch Kombination³zulässig)

Bei Ecken ist es möglich nur eine der anschließenden Wände mittels Zuganker zu befestigen. Die angeschlossene Wand ist mittels Verbindungsmittel an diese zu befestigen.³

6.8.4 Fenster [FE] [FA] [FAML] [FB]

Der Fensteranschluss ist Gewerke übergreifend zu planen. Dazu sind die anbindenden und ausführenden Gewerke miteinzubeziehen.

Dazu gehören u. a Folgende:

- Holzbauer / Baumeister
- Fensterfirma
- Fassadenfirma
- Sonnenschutz / Insektenschutz
- Trockenbaufirma
- Innenputz
- Spengler
- Steinmetz

Über die Anschlussdetails ist eine Detail- und Ausführungsplanung mit den beteiligten Gewerken auszuarbeiten und zu koordinieren. Vor allem sind Gewerkeschnittstellen abzusprechen und die Kompetenzen und Leistungsumfänge klar zu definieren.

Abkürzungslegende:

[FE] Fenster

[FA] Fensteranschluss

[FAML] Fensteranschlussfuge Montageluft

[FB] Fensterbank

[FE01] Fenster:

ÖNORM B 5300:2007, Fenster Anforderungen Ergänzungen zur ÖNORM EN 14351-1 [81]

ÖNORM B 5338:2011, Einbruchhemmende Fenster, Türen und zusätzliche Abschlüsse – Allgemeine Festlegungen – Ergänzende Bestimmungen zu den ÖNORMEN EN 1627 bis 1630 [82]

ÖNORM B 5320:2016, Einbau von Fenstern und Türen in Wände – Planung und Ausführung des Bau- und des Fenster /Türanschlusses [41]

- 4.8 Anforderungen an Bauteile und Materialien
Fenster und Außentüren müssen eine CE-Kennzeichnung auf Basis ÖNORM EN 14351-1 aufweisen. (gem. Bauprodukte-Verordnung⁴)
- 5.4 Maße der Wandöffnungen und Einbaulage des Fensters
Toleranzen für Fenster ± 2 mm (oder Herstellerangaben)

[FA00] Fensteranschluss Allgemein:

ÖNORM B 5320:2016, Einbau von Fenstern und Türen in Wände – Planung und Ausführung des Bau- und des Fenster /Türanschlusses [41]

- 3.1 Allgemeine Begriffe
 - 3.1.1 Bauanschluss: „gesamtes bauphysikalisch und statisch funktionsfähiges, gebrauchstaugliches Anschlusssystem zwischen Fensterstock und Wand, mit Planung und Ausführung für ein spezifisches System.“
„Der Bauanschluss beinhaltet alle Bauteilschichten der Wand inklusive aller Anbauteile wie z.B. Sohlbank, Fensterbank sowie Sonnenschutzeinrichtungen und wird gegebenenfalls durch mehrere Gewerke ausgeführt“ **ACHTUNG GEWERKELOCH!**
 - 3.1.2 Baurichtmaß; Rohbaulichte; lichtetes Rohbaumaß

⁴305/2011/EU, Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates, idgF; in: ABl. L196/1990, S. 5 bis S. 43

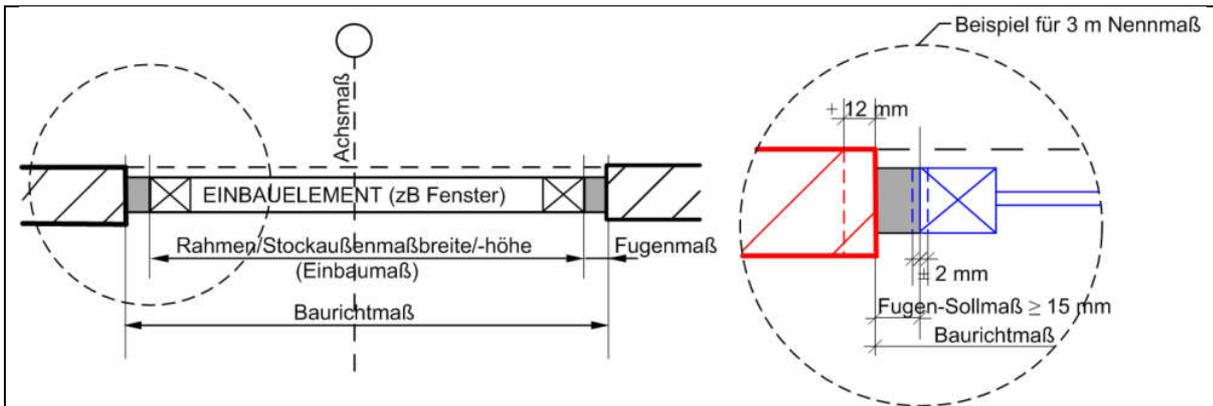
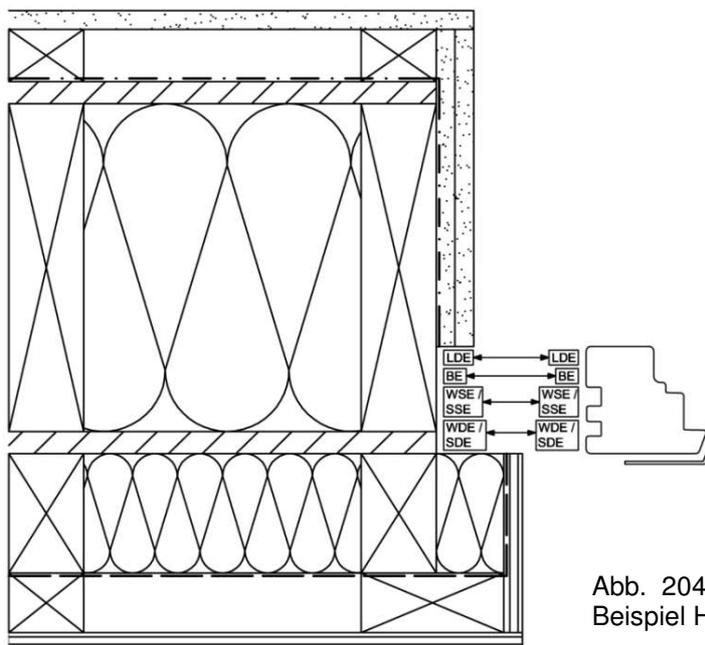


Abb. 203: ÖNORM B 5320:2016, Bild 3 – Maße und Toleranzen Fenstereinbau

- 3.1.3 Blindstock: „mit der Wand fest verbundener Hilfsrahmen, in den das Fenster eingebaut wird.“
 - 3.1.4 Fensteranschluss: „durch Materialien geschlossene Fuge zwischen Fensterstock oder Blindstock und dem Wandbildner/ tragenden Baukörper und gegebenenfalls zwischen Fensterstock und Blindstock.“
 - 3.1.12 Wandbildner; tragender Baukörper: „Rohbauteil, welcher die tragende Funktion für den Fensteranschluss erfüllt. Im Bereich des Fensteranschlusses kann damit auch die Geschoßdecke gemeint sein.“ Materialien sind z.B. Ziegel, Beton, Porenbeton, Brettspertholz, Holzrahmenwerk.
- 4 Grundanforderungen an den Fenstereinbau



Innenseite

LDE...Luftdichte-Ebene

BE...Befestigung-Ebene

WSE...Wärmeschutz-Ebene

SSE...Schallschutz-Ebene

WDE...Winddichte-Ebene

SDE...Schlagregendichte-Ebene

Außenseite

Abb. 204:ÖNORM B 5320:2016, Bild 1b – Beispiel Holzbau mit hinterlüfteter Fassade

- 4.1.1 Fensteranschluss

stellt die Mindestanforderungen an den Standardeinbau in Wandbildner/ tragende Baukörper dar. Der Fensteranschluss beinhaltet:

- Befestigung im Wandbildner/ tragender Baukörper
- Füllen der Fugen
- Innerer und äußerer Anschluss (Anforderungen Luftdurchlässigkeit, Schlagregendichtheit und Windbelastung sind zu erfüllen)
- 4.1.2 Bauanschluss
 - stellt Anforderungen an den objektspezifischen Fenstereinbau dar. Gewerkeschnittstellen sind zu planen!
 - Siehe Abschnitt 6 Objektspezifischer Fenstereinbau
- 4.7 Energieeinsparung und Wärmeschutz
 - Der Fenster- bzw. Bauanschluss ist als Wärmebrücke zu sehen
 - Mindestanforderungen an Wärmeschutz des Bauanschlusses ist erfüllt wenn:
 - $\lambda \leq 0,20 \text{ W / (m K)}$ (Bemessungswert) Baustoff Wandbildner/ tragender Baukörper und $U_f \leq 1,4 \text{ W / (m}^2 \text{ K)}$ oder
 - statt a) die äußeren Wandleibungen mindestens 30 mm überdämmt werden mit Dämmstoff $\lambda \leq 0,05 \text{ W / (m K)}$ bzw. Dämmung zwischen Wandbildner/ tragender Baukörper und Rolladen-, Raffstorekästen u. Ä.
 - ein gesonderter Nachweis gem. ÖNORM B 8110-2 [10] geführt wird.
- 5 Standard Fenstereinbau
- 5.3 Angrenzende Bauteile
 - muss einzuleitende Last abtragen
 - Dichtstoffe, Dichtfolien oder Dichtbänder müssen aufgebracht werden können.
 - Oberflächen sind eben, tragfähig, nichtsandend, trocken, und rissfrei zu planen.
 - fallspezifisch ist die Haftfläche vorzubehandeln (Primer).
 - Verarbeitungstemperaturen (wenn nicht anders vom Hersteller angegeben)
 - +5 °C bis +40 °C
- 5.4 Maße der Wandöffnungen und Einbaulage des Fensters
 - Fenster entsprechend Positionsplan einbauen
 - Prüfung Größe Einbauöffnung lt. Messpunkte ÖNORM DIN 18202:2013 [83], Bild 8 und Bild 9
 - Lage des Fensters:
 - Bei außenliegender Wärmedämmung so weit wie möglich Rohbauaußenbündig
 - Bei monolithischen Wänden innerhalb mittleres Drittel der Leibung
 - Toleranzen Baurichtmaß und Abweichung von der Lotrechten

:ÖNORM B 5320: FAQs, Austrian Standards [84]

- 2.4 Abschnitt 4.7“Energieeinsparung und Wärmeschutz“
 - Die 30 mm dicke Überdämmung der Leibung darf nach außen hin abnehmen.
 - Die Dämmung hinter der Führungsschiene des Sonnenschutzes muss bei nicht Erfüllen der Punkte a) und c) mindestens 30 mm dick sein.
- 6 Objektspezifischer Fenstereinbau
Ist als eine gewerkeübergreifende Detail- und Ausführungsplanung inklusive Anschlüssen und angrenzenden Abdichtungen zu verstehen.
- 8 Wartung siehe ÖNORM B 5305:2006, Fenster – Kontrolle und Instandhaltung [85]

ÖNORM B 6400:2011, Außenwand-Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) – Planung [52]

- 4.7 An- und Abschlüsse sowie Durchdringungen
- Tabelle 2 – Mindestanforderungen an die Materialien (für selbstrückstellende Fugendichtbänder gilt DIN 18542) gemäß Tabelle D. 1
- Anhang D Anschlüsse
 - Tabelle D.1 – Empfehlungen für die Ausführung von Anschlüssen
 - Tabelle D.2 – Empfehlungen für die Ausführung von Anschlüssen an Fenster, Türen und Fenstertüren abhängig von der Lage und Größe (Architekturlichte)

VAR 2011 – Verarbeitungsrichtlinie für Wärmedämmverbundsysteme – Technische Richtlinien und Detailzeichnungen [54]

[FA01] Fensteranschluss Innen (LDE):

ÖNORM B 5320:2016, Einbau von Fenstern und Türen in Wände – Planung und Ausführung des Bau- und des Fenster /Türanschlusses [41]

- 4.6 Schallschutz
 - Kleinste Öffnungen führen zu massiver Verschlechterung der Schalldämmung.
 - Fugendämmstoffe in Verbindung mit Abdichtungen wirken sich positiv aus.
- 4.7 Energieeinsparung und Wärmeschutz
 - Fenster- und Bauanschluss muss raumseitig umlaufend luftdicht ausgeführt werden.
 - Blower-Door-Messung ist für die Beurteilung des Fensters nicht geeignet.
 - Schädliche Kondensatbildung gem. ÖNORM B 8110-2 infolge Diffusion ist zu verhindern

- Bei dampfdiffusionsoffeneren Wänden sind rauminnenseitige, dampfdiffusionsdichtere Anschlüsse nicht erforderlich. Luftdichtheit jedoch schon!
- 5.7 Füllen der Fuge
 - „Die Fuge Fensterstock (Blindstock) – Wandbilder/ tragender Baukörper ist mit Dämmstoff zu füllen.“
 - Dämmstoff allein übernimmt nicht die Funktion Luft- und Schlagregendichtheit!
 - Eignungsnachweis nötig wenn keine Dämmstoffe verwendet werden
 - Versetzhilfsmittel wie Keile sind zu entfernen und mit Dämmstoff zu verfüllen. Trag- und Distanzklötze verbleiben in der Fuge.
- 5.8 Anschluss an der Rauminnenseite
 - LDE Fenster ist an die LDE der Wand umlaufend anzuschließen
 - Geeignetes Anschlussystem wählen (Materialabstimmung Innenwandverkleidung)
 - Raumseitiger Anschluss ist luftdicht herzustellen (Konvektion)
 - Bei einer Unterbrechung der Verfüllung durch Tragklötze ist die Luftdichtheit durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen.

[FA02] Fensteranschluss Außen

ÖNORM B 5320:2016, Einbau von Fenstern und Türen in Wände – Planung und Ausführung des Bau- und des Fenster /Türanschlusses [41]

- 4.4 Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
 - Außenseitiger Fensteranschluss schlagregendicht bis mind. 600 Pa, auch bei zu betretenden oder bewegungsausgleich schaffenden Bauteilen ist Wassereintritt zu verhindern.
 - Eindringen von Wasser (Schlagregen) bis zur Rauminnenseite ist zu verhindern
 - Eindringen von Wasser (Schlagregen, nicht drückendes Wasser) von mehr als 5 mm über die äußere Schlagregendichte-Ebene in den Fensteranschluss ist zu verhindern.
- 5.7 Füllen der Fuge
 - „Die Fuge Fensterstock (Blindstock) – Wandbildner/ tragender Baukörper ist mit Dämmstoff zu füllen.“
 - Dämmstoff allein übernimmt nicht die Funktion Luft- und Schlagregendichtheit!
 - Eignungsnachweis wenn keine Dämmstoffe verwendet werden
 - Versetzhilfsmittel wie Keile sind zu entfernen und mit Dämmstoff zu verfüllen. Trag- und Distanzklötze verbleiben in der Fuge.

- 5.9 Anschluss an der Außenseite
 - SDE des Fensters ist umlaufend an die Wand anzuschließen
 - Geeignetes Anschlusssystem wählen (Materialabstimmung, z.B. überputzbare Dichtfolie)
 - Anschluss der SDE ersetzt nicht Abdichtungen im Sinne der ÖNORM B 3691 (Dachabdichtungen) [30] und ÖNORM B 3692 (Bauwerksabdichtungen) [29]
 - Abdichtung und Übergänge zu Fensteranschlüssen sind durch jeweiliges Nachfolgegwerk auszuführen
 - Bei einer Unterbrechung der Verfüllung durch Tragklötze ist die Schlagregen- und Winddichtheit durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen

[FA03] Höhe: Fensterbankoberkante – Fensterstockunterkante

Richtlinie Fensterbank – für deren Einbau in WDVS- und Putzfassaden sowie in vorgehängte Fassaden, Österreichische Arbeitsgemeinschaft Fensterbank, Version 08/2015 [42]

- 5.2 Anschluss an das Fenster

Zwischen Fensterrahmen und Fensterbank ist ein Abstand von mindestens 5 mm zur kontrollierten Wasserabführung dauerhaft vorzusehen.

[FA04] Fensteranschlussprofil

ÖNORM B 5320:2016, Einbau von Fenstern und Türen in Wände – Planung und Ausführung des Bau- und des Fenster /Türanschlusses [41]

- 4.7 Energieeinsparung und Wärmeschutz

Der Fenster- bzw. Bauanschluss ist als Wärmebrücke zu sehen

Mindestanforderungen an Wärmeschutz des Bauanschlusses ist erfüllt wenn:

 - $\lambda \leq 0,20 \text{ W / (m K)}$ (Bemessungswert) Baustoff Wandbildner/ tragender Baukörper und $U_f \leq 1,4 \text{ W / (m}^2 \text{ K)}$ oder
 - statt a) die äußeren Wandleibungen mindestens 30 mm überdämmt werden mit Dämmstoff $\lambda \leq 0,05 \text{ W / (m K)}$ bzw. Dämmung zwischen Wandbildner/ tragender Baukörper und Rollladen-, Raffstorekästen u. Ä.
 - ein gesonderter Nachweis gem. ÖNORM B 8110-2 [10] geführt wird.

Richtlinie Fensterbank – für deren Einbau in WDVS- und Putzfassaden sowie in vorgehängte Fassaden, Österreichische Arbeitsgemeinschaft Fensterbank, Version 08/2015 [42]

- 5.2 Anschluss an das Fenster
 - Ausreichende Höhe ohne Störkonturen
 - ≥ 30 mm bei seitlich eingeputzter Fensterbank
 - ≥ 50 mm ohne seitlich eingeputzter Fensterbank

[FA05] Anschluss außenliegender Anbauteile

ÖNORM B 5320:2016, Einbau von Fenstern und Türen in Wände – Planung und Ausführung des Bau- und des Fenster /Türanschlusses [41]

- 5.10 Anschluss außenliegender Anbauteile

„Dazu zählen außenseitige, fassadenintegrierte, bereits vor oder während des Fenstereinbaus am Fenster montierte Sonnenschutz- und/oder Insektenschutzeinrichtungen, wie z.B. Rollläden/Raffstores, die damit Bestandteil des Fensters sind. Der Anschluss ist analog dem Fensteranschluss auszuführen, d. h. die Fugen sind mit Dämmstoff analog 5.7 zu füllen und gegebenenfalls (falls noch nicht beim Fensteranschluss vorhanden) die SDE analog 5.9 herzustellen.“

Richtlinie Fensterbank – für deren Einbau in WDVS- und Putzfassaden sowie in vorgehängte Fassaden, Österreichische Arbeitsgemeinschaft Fensterbank, Version 08/2015 [42]

- 5.3 Anschluss der Sonnenschutzführungsschiene an die Fensterbank
 - diese sind auf die Fensterbank zu entwässern
 - direktes Aufstehen der Schiene auf die Fensterbank ist zu vermeiden
 - es sollte ein Mindestabstand von Fensterbank zu Unterkante Schiene von 5 mm vorhanden sein.

[FAML] Fensteranschlussfugen Montageluft:

ÖNORM B 5320:2016, Einbau von Fenstern und Türen in Wände – Planung und Ausführung des Bau- und des Fenster /Türanschlusses [41]

- 5.4 Maße der Wandöffnungen und Einbaulage des Fensters
 - Toleranzen Baurichtmaß (Rohbaulichte) der Wandöffnung
 - bis 3 m: +24 mm und -0 mm
 - über 3 m: +32 mm und -0 mm

- Fugen-Sollmaß
 - bis 3 m: mindestens 15 mm
 - über 3 m: lt. Herstellerangaben

Somit ergibt sich bis 3 m eine maximal zulässige Fuge von 54 mm.
- 5.7 Füllen der Fuge
 - „Die Fuge Fensterstock (Blindstock) – Wandbildner/ tragender Baukörper ist mit Dämmstoff zu füllen.“
 - Dämmstoff allein übernimmt nicht die Funktion Luft- und Schlagregendichtheit!
 - Eignungsnachweis nötig wenn keine Dämmstoffe verwendet werden
 - Versetzhilfsmittel wie Keile sind zu entfernen und mit Dämmstoff zu verfüllen. Trag- und Distanzklötze verbleiben in der Fuge.
- Anhang A (normativ) – Anforderungen an die Materialien und deren Verarbeitung
 - Verträglichkeit prüfen
 - Trag- u. Distanzklötze müssen dauerhaft formstabil und eine geringe Wärmeleitfähigkeit aufweisen
 - Befestigungsmittel müssen korrosionsgeschützt sein und die auftretenden Lasten in den Baukörper abtragen (statischer Nachweis od. Zulassung)
 - Dämmstoffe gem. ÖNORM B 6000 [50], alle eingesetzten Dämmstoffe müssen eine Wärmeleitfähigkeit $\lambda_f \leq 0,05 \text{ W/(m K)}$ aufweisen.
 - Füllschäume gem. Herstellerangaben oder
 - Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit gem. ÖNORM EN ISO 10456 [86]. Ohne Nachweis darf $\lambda_f \leq 0,05 \text{ W/(m K)}$ angesetzt werden
 - Bemessungswert der Wasserdampfdurchlässigkeit gem. ÖNORM EN ISO 12572 [87]. Ohne Nachweis darf $\mu = 50$ angenommen werden
 - Fugen-Schalldämm-Maß $R_{ST,w}$ gem. ÖNORM EN ISO 10140-2 [88]
 - Dichtstoffe gem. ÖNORM EN 15651-1 [89] (Klasse 25LM), Tabelle A.1 – Dichtstoffdicke in Abhängigkeit von der Fugenbreite
 - Dichtbänder, vorkomprimierte Dichtbänder und Multifunktionsbänder gem. ÖNORM EN 12667 bzw. ÖNORM EN ISO 10140-2 [88], Fugen-Schalldämm-Maß $R_{ST,w}$ gem. ÖNORM EN ISO 10140-2 [88]
 - Dichtfolien: Schlagregendichtheit gem. ÖNORM EN 1027 [90], Luftdichtheit gem. ÖNORM EN 1026 [91], Wasserdampfdurchlässigkeit gem. ÖNORM EN ISO 12572 [87], Haftung mit Untergrund sicherstellen.
 - Andere Materialien

[FB00] Fensterbankanschluss Allgemein:

ÖNORM B 5320:2016, Einbau von Fenstern und Türen in Wände – Planung und Ausführung des Bau- und des Fenster /Türanschlusses [41]

- 6.2.4 Äußerer Fensterbankanschluss
 „Die äußere Fensterbank oder die darunter befindliche wasserführende ebene ist schlagregendicht zu planen.“
 Anmerkung verweist auf die Richtlinie Fensterbank.

Richtlinie Fensterbank – für deren Einbau in WDVS- und Putzfassaden sowie in vorgehängte Fassaden, Österreichische Arbeitsgemeinschaft Fensterbank, Version 08/2015 [42]

- 4. Planung
 Eine gewerkeübergreifende Detail- und Ausführungsplanung sowie Koordination ist sicherzustellen!
- 5.2 Anschluss an Fenster
 Fensterbänke sind am Fensterbankanschlussprofil des Fensters zu befestigen und abzudichten. Vorkomprimierte Dichtbänder (BK1) oder geeignete Dichtprofile, nichtrostende Schrauben (Langlöcher ausführen)

[FB01] Fensterbank Dämmkeil:

ÖNORM B 5320:2016, Einbau von Fenstern und Türen in Wände – Planung und Ausführung des Bau- und des Fenster /Türanschlusses [41]

Richtlinie Fensterbank – für deren Einbau in WDVS- und Putzfassaden sowie in vorgehängte Fassaden, Österreichische Arbeitsgemeinschaft Fensterbank, Version 08/2015 [42]

- Es wird ein wasserunempfindlicher, nicht schwindender bzw. quellender und möglichst diffusionsoffener Baustoff empfohlen.

[FB02] Fensterbank Abdichtungsebene:

ÖNORM B 5320:2016, Einbau von Fenstern und Türen in Wände – Planung und Ausführung des Bau- und des Fenster /Türanschlusses [41]

- 6.2.4 Äußerer Fensterbankanschluss
 „Die äußere Fensterbank oder die darunter befindliche wasserführende Ebene ist schlagregendicht zu planen.“

- Anmerkung verweist auf die Richtlinie Fensterbank.

Richtlinie Fensterbank – für deren Einbau in WDVS- und Putzfassaden sowie in vorgehängte Fassaden, Österreichische Arbeitsgemeinschaft Fensterbank, Version 08/2015 [42]

- 5 Fensterbankeinbau

Es sind zwei Ausführungsvarianten zu unterscheiden

- Eine wasserführende Ebene (= Fensterbank samt Anschlüsse = Dichtebene)
- Zwei wasserführende Ebenen (zweite, darunterliegende Ebene unter Fensterbank bildet Dichtebene)

- 5.4.3 Fensterbankeinbau mit zwei wasserführenden Ebenen

- muss eindringendes Wasser aufnehmen und kontrolliert nach vorne / außen ableiten können
- Ausführung mittels:
 - fertig beschichtetes Parapet (z.B. Dichtschlämme, Flüssigkeitsabdichtung)
 - wannenförmig eingebrachte Folie

Seitlicher Hochzug der Abdichtung in den Leibungen muss mindestens die Höhe des Endprofils haben. Empfohlen werden 6 cm.

[FB03] Fensterbank Hohlraumabdichtung:

Richtlinie Fensterbank – für deren Einbau in WDVS- und Putzfassaden sowie in vorgehängte Fassaden, Österreichische Arbeitsgemeinschaft Fensterbank, Version 08/2015 [42]

- 5.1 Fensterbankeinbau

- Ausführung mit einer wasserführenden Ebene: Hohlraumfreie Ausführung
- Ausführung mit zweiter wasserführender Ebene: horizontale Fuge unter der Fensterbank zur Fassadenfläche kann offen bleiben oder mit diffusionsoffenen dekomprimierten Dichtbändern geschlossen werden

[FB04] Fensterbank:

Richtlinie Fensterbank – für deren Einbau in WDVS- und Putzfassaden sowie in vorgehängte Fassaden, Österreichische Arbeitsgemeinschaft Fensterbank, Version 08/2015 [42]

- 5.1 Fensterbankeinbau

Abstand Fenstervorsprung – fertige Fassadenoberfläche: ≥ 40 mm

Abstand Abtropfkante Steinfensterbank – fertige Fassadenoberfläche: ≥ 30 mm

- 5.2 Anschluss an das Fenster

Der Anschluss der Fensterbank ist so auszuführen, dass die hintere Aufkantung der Fensterbank hinter die wasserführende bzw. entwässernde Ebene des Fensterrahmens greift.

Alu-Vorsatzschalen inklusive der Gehrungen müssen auf eine wasserführende Ebene entwässern.

Eine stumpfe Montage auf den Fensterrahmen ist nicht zu empfehlen.

Ist aufgrund Fenstergeometrie kein anderer Anschluss möglich, müssen technische Vorkehrungen (wie z.B. zusätzlicher Wetterschenkel) getroffen werden.

ÖNORM B 3521:2012, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen aus Metall – Teil 1: Bauspenglerarbeiten – handwerklich gefertigt [72]

- 5.10.2 Geeignete Untergründe

Fensterseitiger Hochzug

- mindestens 25 mm
- 50 mm bei aufgehenden Fensterflächen über 3 m Höhe und bei Fensterblechen über 300 mm Breite

Fenster- und Türelemente benötigen für den Anschluss der Verblechung eine geeignete Nut. Die Stockprofile müssen für die Befestigung des Sohlbankhochzuges beispielsweise eine Stockverlängerung aufweisen.

- 6.13.3 Gesimse-, Sohlbankabdeckungen, Wetterschenkel

VAR 2011 – Verarbeitungsrichtlinie für Wärmedämmverbundsysteme – Technische Richtlinien und Detailzeichnungen [54]

6.8.5 Trockenbau [TB]

[TB01] Beplankung Trockenbau
ÖNORM B 2320:2010, Wohnhäuser aus Holz – Technische Anforderungen [39]
<ul style="list-style-type: none"> • 9.4.2 Gips- und Gipsfaserplatten <ul style="list-style-type: none"> ○ Einsatz bei nichtbewitterten Wand-, Decken- und Dachelementen ○ Gipsplatten Einsatzbereiche: ÖNORM EN 520 [92] ○ Gipsplatten gem. ÖNORM B 3410 [93] ○ Gipsfaserplatten Typen, Einsatzbereiche gem. ÖNORM EN 15283-2 [94] und ETZ der Hersteller ○ Anschlüsse entkoppeln (Quell- und Schwindrisse) ○ Dreiecksfugen aus Silikon oder Acrylmasse sind <u>unzulässig</u> ○ Feuchtigkeit von Gips- und Gipsfaserplatten: ÖNORM B 3415:2009 [95], 4.3.6 ○ Verspachtelung von Gips- und Gipsfaserplatten: ÖNORM B 3415:2009 [95], 4.3.10 und 8. ○ Oberflächenbehandlung von Gips- und Gipsfaserplatten: ÖNORM B 3415:2009, gem. ÖNORM B 3415:2009 [95], 4.3.13 ○ Verarbeitung von Gips- und Gipsfaserplatten: ÖNORM B 3415:2009 [95], 7.1.1 ○ Befestigung von Gips- und Gipsfaserplatten: ÖNORM B 3415:2009 [95], 7.1.2. Klammern und Nägel sind nur bei liegender oder stehender Montage zulässig! Überkopfmontage mittels Klammern oder Nägeln ist unzulässig! ○ Unterkonstruktion: ÖNORM B 3415:2009 [95], Tabelle 8 ○ Verarbeitungsrichtlinien der Hersteller beachten ○ Verwendung als aussteifende Beplankung: ÖNORM B 1995-1-1 [58] ○ Modifikationsbeiwerte für Gips- und Gipsfaserplatten (Tabelle 1)
ÖNORM B 3415:2015, Gipsplatten und Gipsplattensysteme – Regeln für die Planung und Verarbeitung [95]
Trockenbauatlas [96]
Verarbeitungsrichtlinien Trockenbau- Anleitung für das Fachhandwerk (Rigips) [97]
Merkblätter des Bundesverbandes der Gipsindustrie (www.gips.de) [98]
Verarbeitungsrichtlinien Fermacell (fermacell im Holzbau – Planung und Verarbeitung) [25]

[TB02] Fugen- u. Kantenausbildung Trockenbau**ÖNORM B 2320:2010, Wohnhäuser aus Holz – Technische Anforderungen [39]**

- 9.4.2 Gips- und Gipsfaserplatten
 - Anschlüsse entkoppeln (Quell- und Schwindrisse)
 - Dreiecksfugen aus Silikon oder Acrylmasse sind unzulässig
 - Verspachtelung von Gips- und Gipsfaserplatten: ÖNORM B 3415:2009 [95], 4.3.10 und 8.
 - Verarbeitung von Gips- und Gipsfaserplatten: ÖNORM B 3415:2009 [95], 7.1.1
 - Verarbeitungsrichtlinien der Hersteller beachten

Weitere Literatur siehe [TB01]

6.8.6 Decke [DE]

[DE01] Feuchtraumabdichtung

ÖNORM B 3692:2014, Planung und Ausführung von Bauwerksabdichtungen [29]

- Tabelle 8 – Feuchtigkeitsbeanspruchung
 - W3: Abdichtung auf Rohbauebene gemäß vorliegender Norm zuzüglich Verbundabdichtung bei Fliesen- /keramischen Belägen gemäß ÖNORM B 3407 [99]
- Tabelle 9 – Feuchtraumabdichtung
 - W3: mindestens 1 Lage 4 mm Bitumenbahn

6.8.7 Bauspengler [BS]

[BS01] Lüftungsgitter:
ÖNORM B 3419:2011, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen [68]
<ul style="list-style-type: none"> • 5.3.1 Ab- und Anschlüsse aus Metall siehe ÖNORM B 2221 [100]
ÖNORM B 2221:2012, Bauspenglerarbeiten – Werkvertragsnorm [100]
Die ÖNORM B 2221 [100] verweist auf die ÖNORM B 3521 [72] und die Fachregel für Bauspenglerarbeiten.
ÖNORM B 3521:2012, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen aus Metall - Teil 1: Bauspenglerarbeiten - handwerklich gefertigt [72]
<ul style="list-style-type: none"> • 5.6.8 Verblechungen für Unterdächer und Unterspannungen, Belüftungsgitter Lochdurchmesser der Gitter bzw. Lochbleche ≥ 5 mm Die Planung des Zuluftgitters ist abhängig vom freien Lüftungsquerschnitt. (Zuschnitt, Lochanteil)
Fachregel für Bauspenglerarbeiten [76]
<ul style="list-style-type: none"> • 6.2.2 Zu- und Abluft <ul style="list-style-type: none"> ○ Lochbleche mit Lochdurchmesser < 3 mm sind unzulässig; vorzugsweise Lochdurchmesser > 5 mm ○ Lochbleche sind an der Unterkonstruktion zu befestigen und falls erforderlich durch entsprechende Kanten auszusteißen

[BS02] Wetterschenkel:
ÖNORM B 3419:2011, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen [68]
<ul style="list-style-type: none"> • 5.3.1 Ab- und Anschlüsse aus Metall siehe ÖNORM B 2221 [46]
ÖNORM B 2221:2012, Bauspenglerarbeiten – Werkvertragsnorm [100]
<ul style="list-style-type: none"> • Die ÖNORM B 2221 verweist auf die ÖNORM B 3521 [72] und die Fachregel für Bauspenglerarbeiten.
ÖNORM B 3521:2012, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen aus Metall – Teil 1: Bauspenglerarbeiten – handwerklich gefertigt [72]

- 6.2 Tropfnasen und Überstände

Das Fassadenblech hat die darunterliegende Wandfläche um 40 mm zu überragen.

Wird die Anschlussfuge zur Fassadenfläche nicht mit einem Patentsaumstreifen abgedeckt, hat das untere Ende der Tropfnase das obere Ende der Fassadenfläche um 30 mm zu überdecken.

- 6.13 Fassadenverblechung

- Höhe der Ansichtsfläche der Tropfnase muss mindestens 20 mm betragen. Unterschreitung nur bei Drahteinlage möglich.

- „Fassadenverblechungen müssen auf dem Untergrund vollflächig aufliegen.“

- „Die Blechunterseite ist gegen Korrosion zu schützen.“

- „Eckausbildungen von Aufkantungen sind wasserdicht auszuführen.“

- 6.13.3 Gesimse, Sohlbankabdeckungen, Wetterschenkel

„Anschlüsse an WDVS-Fassaden sind unter die Fassadenprofile regensicher einzubinden. Eine vollständige Unterbrechung der Wärmedämmung ist zu vermeiden.“

Fachregel für Bauspenglerarbeiten [76]

- 26. Fassadenverblechungen

- 26.1 Allgemeines

- (2) Höhe der Ansichtsfläche Tropfnase mindestens 20 mm

- (6) mind. 3° Gefälle

- (7) Fassadenverblechungen müssen vollflächig auf Untergrund aufliegen

- (8) Materialverträglichkeit

- (9) mind. 40mm darunterliegende Wand überragen

- 26.5 Wetterschenkel

ÖNORM B 6400:2011, Außenwand-Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) – Planung [52]

- 4.7.8 Anschlüsse an Verblechungen

Verblechungen sind vom WDVS zu trennen um thermisch bedingte Bewegungen zu entkoppeln.

[BS03] Dachentwässerung:**ÖNORM B 3419:2011, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen [68]**

- 5.3.1 Ab- und Anschlüsse aus Metall siehe ÖNORM B 2221 [101]

ÖNORM B 2221:2012, Bauspenglerarbeiten – Werkvertragsnorm [100]

Die ÖNORM B 2221 verweist auf die ÖNORM B 3521 [72] und die Fachregel für Bauspenglerarbeiten.

ÖNORM B 3521:2012, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen aus Metall – Teil 1: Bauspenglerarbeiten – handwerklich gefertigt [72]

- 5.9 Dachentwässerung
 - 5.9.1 Allgemeines
 - Dachentwässerung erfolgt über Ausläufe, Rinnen, Rinnenkessel, Wasserfangkästen
 - Dimensionierung gem. ÖNORM EN 12056-3 [102] und ÖNORM B 2501 [103]
 - Ab 20 cm Dämmstoffdicke sind thermisch getrennte Halter einzusetzen
 - Bei Vereisungsgefahr ist zu beheizen (vom Kanalsystem (frostfreie Tiefe) bis auf Dachfläche oder Dachrinne)
 - 5.9.2 Rinnen
 - 5.9.2.1 Hängerinne: Mindestgefälle 3 mm/m
 - 5.9.2.2 Saumrinne: Mindestgefälle 3 mm/m
 - Tabelle 11 – Mindestdachneigungen für handelsübliche Saumrinnen
 - 5.9.2.3 Einlegerinnen
 - 5.9.2.4 Bodenrinnen
 - 5.9.3 Rinnenkessel, Wasserfangkästen
 - 5.9.4 Rohre
 - 5.9.5 Laubfänger

Fachregel für Bauspenglerarbeiten [76]

- 10. Rinnen

[BS04] Traufenblech:
ÖNORM B 3419:2011, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen [68]
<ul style="list-style-type: none"> • 5.3.1 Ab- und Anschlüsse aus Metall siehe ÖNORM B 2221 [100]
ÖNORM B 2221:2012, Bauspenglerarbeiten – Werkvertragsnorm [100]
<ul style="list-style-type: none"> • Die ÖNORM B 2221 verweist auf die ÖNORM B 3521 [72] und die Fachregel für Bauspenglerarbeiten.
ÖNORM B 3521:2012, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen aus Metall – Teil 1: Bauspenglerarbeiten – handwerklich gefertigt [72]
<ul style="list-style-type: none"> ○ 3.18 Unterdach- Traufenstreifen; Traufenblech; Einlaufblech: Blechstreifen mit Tropfnase und Überstand als traufseitiger Abschluss der Vordeckung bzw. der Unterspannung
Fachregel für Bauspenglerarbeiten [76]
<ul style="list-style-type: none"> • 13. Traufenverblechungen
ÖNORM B 3521:2012, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen aus Metall – Teil 1: Bauspenglerarbeiten – handwerklich gefertigt [72]
<ul style="list-style-type: none"> • 6.7.6 Traufenverblechungen • 6.7.8 Verblechungen für Unterdächer und Unterspannungen
ÖNORM B 4119:2010, Planung und Ausführung von Unterdächern und Unterspannungen [104]
<ul style="list-style-type: none"> • 4.3 Es sind Traufenbleche anzuordnen. Ausnahmen bilden Dachvorsprünge aus Holz oder Holzwerkstoffplatten (Verfärbungen möglich!)

6.8.8 Dach [DA]

ÖNORM B 2320:2010 [39], 9.6: Steildach und Flachdachkonstruktionen gem. ÖNORM B 2215 [61], ÖNORM B 7219 (Zurückziehung) aktuelles Dokument ÖNOR B 3419 [68] und ÖNORM B 4119 [104] ausführen. Dachdeckungsmaterialien entsprechend Herstellerangaben

[DA01] Dacheindeckung:

ÖNORM B 2219:2011, Dachdeckerarbeiten – Werkvertragsnorm [101]

ÖNORM B 3419:2011, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen [68]

- 4.2 Materialien für Dacheindeckungen und Wandverkleidungen
 - Betondachsteine: ÖNORM EN 490
 - Dachziegel: ÖNORM EN 1304
 - Faserzement-Dachplatten: ÖNORM EN 492
 - Faserzement-Wellplatten: ÖNORM EN 494
 - Lichtdurchlässige profilierte Platten aus Kunststoff: ÖNORM EN 1013-1 bis -5
 - Polymerbitumen-Dachschindeln: ÖNORM EN 544
 - Polymerbitumen-Deckmasse: ÖNORM B 3660
 - Holzschindeln: DIN 68119
- 4.3 Zubehör
 - Dachsicherheitseinrichtungen: ÖNORMEN EN 516, EN 517, EN 795
 - Schneeschutz: ÖNORM B 3418
 - Fest installierte Dachleitern: ÖNORM EN 12951
 - Fassadenunterkonstruktionen aus Metall: ÖNORM EN 755-2
 - Lichtkuppeln aus Kunststoff: ÖNORM EN 1873
- 4.4 Materialien für Befestigungen
 - Art und Form des Befestigungsmaterials hat der Materialhersteller anzugeben
 - Mindestanforderungen für Verklammerungen, Verschraubungen oder Nagelungen: nichtrostender Stahl Werkstoffnr.: 1.4301 gem. ÖNORM EN 10027-2, Kupfer, Aluminium oder feuerverzinktem Stahl oder Gleichwertigem. Korrosionsverträglichkeit mit Deckmaterial muss gegeben sein!
 - Bindedraht: nichtrostender Stahl mit Mindestdurchmesser 1 mm oder Kupfer mit Mindestdurchmesser 1,5 mm
- 5.1 Planung, Allgemeines

<ul style="list-style-type: none"> ▪ „Dacheindeckungen und Wandverkleidungen sind als belüftete Konstruktionen zu planen.“ ○ 5.2 Dachneigungen und Mindestüberdeckungen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Regeldachneigung: 22-40 ° ▪ Minstdachneigung bei Unterdach mit erhöhter Regensicherheit: 15 ° (13 ° Bedingungen lt. den Tabellen des Abschnittes 5.2) ○ 5.4 Bemessungsgrundlage auf Windsog für Dacheindeckungen <ul style="list-style-type: none"> ▪ 5.4.2 Vereinfachte Ermittlung der Windsogbelastung für Dacheindeckungen ○ 6. Ausführung <ul style="list-style-type: none"> ▪ Allgemeines: <ul style="list-style-type: none"> • Dacheindeckungen sind regensicher herzustellen. • Vertikalschnürung ist auszuführen • Gebäudedehnfugen sind in die Dacheindeckung zu übernehmen. ▪ 6.2 Dacheindeckung mit Dachsteinen ▪ 6.3 Dacheindeckung mit Dachziegeln ▪ 6.4 Dacheindeckung mit Faserzement-Dachplatten ▪ 6.5 Dach- und Wandeindeckung mit Faserzement-Wellplatten ▪ 6.8 Dacheindeckung mit Polymerbitumen-Dachschindeln ▪ 6.9 Dacheindeckung mit Schiefer ▪ 6.11 Dacheindeckung mit Holzschindeln ▪ 6.13 Dacheindeckung mit Reet und Stroh ▪ 6.14 Dach- und Wandeindeckung mit lichtdurchlässigen Platten aus Kunststoff
<p>ÖNORM B 4119:2010, Planung und Ausführung von Unterdächern und Unterspannungen [68]</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 4.1 Dacheindeckung ist innerhalb von 2 Monaten aufzubringen. (länger->entsprechende Maßnahmen)
<p>ÖNORM B 3417:2016, Planung und Ausführung von Sicherheitsausstattungen auf Dächern [105]</p>

<p>[DA02] Dachlattung:</p>
<p>ÖNORM B 2215:2009, Holzbauarbeiten – Werkvertragsnorm [61]</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 5.2.2.1 Mindestens Vollholz gem. ÖNORM EN 14081-1 [77], sägerauh, Oberflächenqualität 1, S10 gem. ÖNORM DIN 4074-1 [78]

<ul style="list-style-type: none"> • 5.3.3.1 Dachlattung <ul style="list-style-type: none"> ○ Lattung muss auf Deckungsmaterial abgestimmt sein. Scharfkantige Lattenquerschnitt nach Belastung und Sparrenabstand, jedoch mind. 28x48 mm • Tabelle A.5 – Grenzabmaße – Längen und Abstände für die Unterkonstruktion der Dacheindeckung
ÖNORM B 3419:2011, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen [68]
<ul style="list-style-type: none"> • 5.3 Geeigneter Untergrund <ul style="list-style-type: none"> ○ Lattenabstände und deren Dimension sind abhängig vom Eindeckungsmaterial und deren Mindestüberdeckungen (Tab. 1 – 8)
ÖNORM B 3521:2012, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen aus Metall, Teil 1: Bauspenglerarbeiten – handwerklich gefertigt [72]
<ul style="list-style-type: none"> • 5.5.2 Geeignete Untergründe <ul style="list-style-type: none"> ○ Lattenabstände sind lt. Herstellerangaben zu dimensionieren. • 5.6 Einfassungen für Dach- und Wandeindeckungen <ul style="list-style-type: none"> ○ 5.6.2 Geeignete Untergründe Lattenabstand unter Ichsenerblechungen max. 25 cm
ÖNORM B 3417:2016, Planung und Ausführung von Sicherheitsausstattungen auf Dächern [105]
<ul style="list-style-type: none"> • 5.2 Ausstattung von Dachflächen <ul style="list-style-type: none"> ○ 3) Dacheindeckungen gelten bei lichtem Lattenabstand unter 0,40 m und Dimensionierung gem. Tab. 1 als durchsturzsicher. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sparrenabstand $\leq 0,80$ m: 38/48 mm ▪ Sparrenabstand $\leq 1,00$ m: 38/58 mm
ÖNORM B 3802-1:2015, Holzschutz im Bauwesen – Teil 1: Allgemeines [36]
<p>Die Holzbauteile sind den Gebrauchsklassen gem. Tabelle1 zuzuordnen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anhang A Bild A. 1- Übersichtsskizze Gebrauchsklassen für Holzbauteile ohne Anwendung besonderer Maßnahmen
ÖNORM B 3802-2:2015, Holzschutz im Bauwesen – Teil 2: Baulicher Schutz des Holzes [28]
<ul style="list-style-type: none"> • 5.2 Begrenzung der Holzfeuchte • 5.2.1 Allgemeines Vollholz mit maximalen Abmessungen von 50/80 mm darf mit einer Holzfeuchtigkeit bis zur Fasersättigung (Nadelholz etwa 30 %) eingebaut werden, wenn eine Austrocknung in wenigen Monaten auf 20 % durch den Schutz vor Niederschlägen und gute Belüftung (z.B. Hinterlüftungsebene) gewährleistet wird.

- 5.2.4.3 Schutz vor Niederschlagswasser
„Niederschläge sind von Holzbauteilen möglichst fernzuhalten bzw. rasch abzuleiten.“

[DA03] Konterlattung; Konterlattungsdichtband:

ÖNORM B 2215:2009, Holzbauarbeiten – Werkvertragsnorm [61]

- 5.2.2.1 Mindestens Vollholz gem. ÖNORM EN 14081-1, sägerauh, Oberflächenqualität 1, S10 gem. ÖNORM DIN 4074-1

ÖNORM B 2219:2011, Dachdeckerarbeiten – Werkvertragsnorm [101]

- 5.3.2 Prüf- und Warnpflicht
 - 3) Konterlattungshöhe gem. ÖNORM B 4119:2010 [104], Tabelle 2

ÖNORM B 3419:2011, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen [68]

- 3.8 Konterlattung: „Lattung, die in Gefällrichtung verlegt wird und eine Belüftung der Dachhaut ermöglicht, aufgebracht auf dem Unterdach bzw. der Unterspannung.“
- 5.3.1 Geeigneter Untergrund Allgemeines
 - Erforderliche Sicherheitseinrichtungen für spätere Arbeiten sind in der Unterkonstruktion vorzusehen.

ÖNORM B 4119:2010, Planung und Ausführung von Unterdächern und Unterspannungen [104]

- 4.7.4 Konterlattung
Die Konterlattungshöhe ist in Abhängigkeit von Sparrenlänge, Dachneigung und Schneelast lt. Tabelle 2 – Mindestkonterlattungshöhe auszuführen.
- 4.7.4.4 Querbelüftete Dächer
 - Zweilagige, kreuzweise ausgeführte Konterlattung ist bei Dächern mit einer Dachneigung bis 10° zulässig wenn umlaufende Zu- und Abluftöffnungen angeordnet werden und jede Konterlattungslage mindestens 60 % der in Tab. 2 angegebenen Werte erreicht.
- 5.2 Regensichere Unterdächer
 - Nageldichtungen unter den Konterlatten werden generell empfohlen. Ausnahmebedingungen:
 - Dachneigung über 35°
 - Verwendung von Polymerbitumen-Bahnen mind. E-KV-20, ≥ 20 mm
 - Positiver Nachweis der Nageldichtheit gem. ÖNORM B 3647
- 5.3 Unterdächer mit erhöhter Regensicherheit

- Bei Kunststoffbahnen sind Nageldichtungen unter der Konterlattung anzuordnen. Dichtbänder und Dichtmittel sind grundsätzlich durchgehend anzuordnen.
- 5.4 Unterdächer in Verbindung mit Aufsparren-Wärmedämmungen
 - Hinweis auf Dichtung der Konterlattenbefestigungen
 - Konterlatten sind mit zugelassenen Schrauben oder Nägeln zu befestigen.
- 5.5 Besondere Bestimmungen für Unterdächer aus Plattenwerkstoffen
 - Auf die Nageldichtung unter der Konterlattung darf verzichtet werden. Ausnahme: Herstellerangaben
- 5.7 Unterspannungen
 - Über der Unterspannung ist eine Konterlattung gem. Tab. 2 anzuordnen.
- 6.3 Konterlattung
 - Mindestbreite der Konterlattung: 45mm, unter Dachlattung-Stößen mind. 75 mm
- 6.4 Dichtungsbänder bzw. Dichtmittel für Konterlattenbefestigung
 - Breite der Dichtungsbänder sollte Breite der Konterlatte entsprechen. Mindestens 50 mm
 - Dichtbänder dürfen keine Wasserhinterwanderung zulassen. Nachweis gem. ÖNORM B 3647.
 - Pressung der Dichtmittel ist durch die Konterlattenbefestigung sicherzustellen.
- Anhang A (informativ): Detailvorschläge

ÖNORM B 3802-1:2015, Holzschutz im Bauwesen – Teil 1: Allgemeines [36]

Die Holzbauteile sind den Gebrauchsklassen gem. Tabelle1 zuzuordnen.

Anhang A Bild A. 1- Übersichtsskizze Gebrauchsklassen für Holzbauteile ohne Anwendung besonderer Maßnahmen

ÖNORM B 3802-2:2015, Holzschutz im Bauwesen – Teil 2: Baulicher Schutz des Holzes [28]

- 5.2 Begrenzung der Holzfeuchte
- 5.2.1 Allgemeines

Vollholz mit maximalen Abmessungen von 50/80 mm darf mit einer Holzfeuchtigkeit bis zur Fasersättigung (Nadelholz etwa 30 %) eingebaut werden, wenn eine Austrocknung in wenigen Monaten auf 20 % durch den Schutz vor Niederschlägen und gute Belüftung (z.B. Hinterlüftungsebene) gewährleistet wird.
- 5.2.4.3 Schutz vor Niederschlagswasser

„Niederschläge sind von Holzbauteilen möglichst fernzuhalten bzw. rasch abzuleiten.“

[DA04] Hinterlüftung Dach:
ÖNORM B 3419:2011, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen [68]
<ul style="list-style-type: none"> • 3.1 Belüftung der Dachhaut Luftschicht zwischen Dachhaut und Unterdach oder Unterspannung, die durchgehend von der Traufe bis zum First verläuft und mit Zuluft- und Abluftöffnungen versehen ist • 6.1 Ausführung Allgemein <ul style="list-style-type: none"> ○ Erforderliche Abluft der Dachhaut ist gem. ÖNORM B 4119 [104] mit Entlüftungselementen oder konstruktiv herzustellen.
ÖNORM B 4119:2010, Planung und Ausführung von Unterdächern und Unterspannungen [104]
<ul style="list-style-type: none"> • 4.7.4 Konterlattung Die Konterlattungshöhe ist in Abhängigkeit von Sparrenlänge, Dachneigung und Schneelast lt. Tab. 2 auszuführen. (Siehe [DA03] Konterlattung; Konterlattungsdichtband: S. 190) • 4.7.4.2 Querschnittsverminderung der Durchlüftungsräume <ul style="list-style-type: none"> ○ Örtlich begrenzte Reduktion der erforderlichen Höhe oder Breite des Belüftungsraumes ist bis maximal 50 % zulässig. ○ Bei Unterbrechung in Strömungsrichtung (z. B. Dachfenster) ist die erforderliche Belüftung konstruktiv sicherzustellen. • 4.7.4.3 Zu- und Abluftöffnungen <ul style="list-style-type: none"> ○ Je Dachseite sind trauf- und firstseitige Zu- bzw. Abluftöffnungen anzuordnen. Der freie Luftdurchtritt hat mindestens der Hälfte des erforderlichen Belüftungsquerschnittes zu entsprechen. • 4.7.4.4 Querbelüftete Dächer <ul style="list-style-type: none"> ○ Zweilagige, kreuzweise ausgeführte Konterlattung ist bei Dächern mit einer Dachneigung bis 10° zulässig wenn umlaufende Zu- und Abluftöffnungen angeordnet werden und jede Konterlattenlage mindestens 60 % der in Tab. 2 angegebenen Werte erreicht.

[DA05] Unterdach / Unterdeckbahn / Unterspannung / Vordeckung:
ÖNORM B 2215:2009, Holzbauarbeiten – Werkvertragsnorm [61]
<ul style="list-style-type: none"> • 5.3.3.4-5.3.3.6 Unterdächer, Unterspannungen sowie Vordeckungen sind gem. den Bestimmungen der ONR 22219-2 [106] auszuführen. Diese Richtlinie wurde zurückgezogen und durch die aktuelle Norm: ÖNORM B 4119:2010 [104] ersetzt.

ÖNORM B 3419:2011, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen [68]

- 3.22 Unterdeckbahn; Vordeckbahn: „Bahn, die auf einer festen und begehbaren Unterlage verlegt wird.“
- 5.1 Planung Allgemeines
 - Verweis auf ÖNORM B 4119 [104]

ÖNORM B 3521-1:2012, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen aus Metall - Teil1: Bauspenglerarbeiten – handwerklich gefertigt [72]

- Tabelle 3 – Mindestdachneigung für Falzdeckungen, ohne und mit Unterdach gem. ÖNORM B 4119 [104]

ÖNORM B 4119:2010, Planung und Ausführung von Unterdächern und Unterspannungen [104]

- 3.17 regensicher: „Eigenschaft einer Dacheindeckung, durch die der Eintritt von frei abfließendem Niederschlagswasser verhindert wird.“
- 3.19 Unterdach: „Bezeichnung für begehbare, regensichere Dachelemente auf der Sparrenoberseite vor Anbringen einer Konterlattung.“
- 3.20 Unterdeckbahn: „Bahn, die auf einer festen und begehbaren Unterlage verlegt wird“
- 3.21 Unterspannung: „nicht begehbare regensichere Eindeckung auf der Sparrenoberseite vor Anbringen einer Konterlattung“
- Planung und Bemessung
- 4.1 Randbedingungen bei der Planung
 - Dacheindeckungen sind nicht uneingeschränkt dicht. Unterdächer und Unterspannungen unterstützen Dacheindeckung hinsichtlich ihrer regensicheren Funktion.
 - Die Dacheindeckung ist ohne entsprechende Maßnahmen grundsätzlich innerhalb von 2 Monaten aufzubringen.
- 4.2 Anordnung von Unterdächern
 - Unterdächer sind jedenfalls erforderlich bei
 - ausgebauten Dachgeschoßen (bei belüfteten Konstruktionen)
 - nicht regelmäßig kontrollierbaren nicht ausgebauten Dachräumen
 - Unterschreitung der Regeldachneigung gem. ÖNORM B 2219 [101] und ÖNORM B 7219 (zurückgezogen / aktuelle Norm ÖNORM B 3419 [68])
- 4.3 Konstruktive Grundsätze
 - „Die Neigung des Unterdaches darf die zulässige Mindestdachneigung der darüber liegenden Dacheindeckung bzw. Dachabdichtung nicht unterschreiten.“
- 4.4 Anforderungen an den Untergrund

- Bei Holz ÖNORM B 2215 [61]
- Oberflächen von Mauerwerk und Betonflächen müssen eine ausreichend glatte Oberfläche für geklebte Anschlüsse aufweisen. Mauerwerk ist zu verputzen bzw. zu verspachteln.
- 4.5 Anforderungen an Unterdächer
 - Regensicherheit
 - Dichtigkeit gegen Flugschnee, Wasserableitung an der Traufe
 - Luftströmungsschutz der Wärmedämmung
 - ausreichende Steifigkeit (Durchtrittsicherheit und Anschlüsse)
 - provisorische und kurzzeitige Sicherung vor flächigen Wassereintritt während der Bauphase
 - Diffusionsfähigkeit bei Anordnung des Unterdaches über Vollsparrendämmung
 - Widerstand gegen rückstauendes Wasser bei erhöhter Regensicherheit
- 4.6 Geringfügige Undichtheiten
 - des Unterdaches sind bei freier Bewitterung zulässig. Diffusionsoffene Unterdeckbahnen können aufgrund der permeablen (durchdringbaren) Eigenschaft bei lang anhaltender, direkter Beregnung zum Wasserdurchtritt kommen.
- 4.7 Bemessung
 - 4.7.1 Regensichere Unterdächer haben den Anforderungen gem. 4.5 zu entsprechen.
 - 4.7.2 Unterdächer mit erhöhter Regensicherheit gem. 5.3 sind auszuführen bei
 - Unterschreitung der Mindestdachneigung gem. ÖNORM B 7219 (zurückgezogen / aktuelle Norm ÖNORM B 3419 [68]) und ÖNORM B 2221 [100]
 - Tabelle 1 – Unterdächer mit erhöhter Regensicherheit
 - 4.7.3 Unterspannungen
 - Flächige, wasserableitende und regensichere Bauteile unterhalb der Dachhaut, die nicht 4.7.1. und 4.7.2 entsprechen.
 - sind nur bei nicht ausgebauten Dachgeschoß zulässig.
 - Mindestdachneigung: 20 °; Regeldachneigung der Dacheindeckung darf nicht unterschritten werden.
- 5 Ausführung
- 5.1 Generelle Festlegungen
 - 1) Unterlage der Unterdeckbahn muss begehbar und ausreichend steif sein (mind. vergleichbar mit Vollschalung 22 mm bei maximalem Auflagerabstand von 100 cm oder Holzwerkstoff-Platten gem. 6.2)
 - 2) Bauspenglerarbeiten gem. ÖNORM B 2221 [100]

<ul style="list-style-type: none"> ○ 3) Unterdächer sind winddicht auszuführen und an angrenzende Bauteile anzuschließen. ○ 4) Unterdach vor funkensprühenden Arbeiten schützen ○ 5) Nachfolgende Arbeiten und Lagerungen dürfen das Unterdach nicht beschädigen ○ 6) Stoßverklebung verdeckt in der Überlappung in Wasserflussrichtung ○ 7) Anschlüsse und Einbindungen sind 2 cm über Konterlattungsoberkante regensicher bzw. erhöht regensicher und Flugschnee-eintriebsicher herzustellen. <ul style="list-style-type: none"> • 5.2 Regensichere Unterdächer • 5.3 Unterdächer mit erhöhter Regensicherheit • 5.4 Unterdächer in Verbindung mit Aufsparren-Wärmedämmungen • 5.5 Besondere Bestimmungen für Unterdächer aus Plattenwerkstoffen • 5.6 Unterdächer bei Doppelstehfalz-Dächer und bei Eindeckungen mit Profilblechen • 5.7 Unterspannungen • 6. Material <p>In den Unterpunkten werden die zulässigen Materialien nach ihrem Verwendungszweck gegliedert.</p>
--

ÖNORM B 3419:2011, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen [68]

- 4.1 Materialien für Trennlagen
 - Polymerbitumen-Dach- und Abdichtungsbahnen: ÖNORM B 3661 [107] und B 3660 [108]
 - Kunststoffdach- und Abdichtungsbahnen: ÖNORM B 3663 [109]

ÖNORM B 3417:2016, Planung und Ausführung von Sicherheitsausstattungen auf Dächern [105]

- 5.2 Ausstattung von Dachflächen
 - 3) Dacheindeckungen gelten bei Ausführung eines Unterdaches gem. ÖNORM B 4119 [104] als durchsturzsicher.

[DA06] Schalung / Untergrund:

ÖNORM B 2215:2009, Holzbauarbeiten – Werkvertragsnorm [61]

- 5.3.3.2 Dachschalung (Vollschalung)
 - muss frei von Baumkanten sein

<ul style="list-style-type: none"> ○ bei direkter Dacheindeckung auf Schalung Brettbreite mind. 8 cm und höchstens 16 cm. Dicke mind. 22 mm. ○ Bei Holzwerkstoffschalungen Dicke und Feuchtigkeitsresistenzklasse beachten
<p>ÖNORM B 4119:2010, Planung und Ausführung von Unterdächern und Unterspannungen [104]</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 5.1 Generelle Festlegungen <ul style="list-style-type: none"> ○ 1) Unterlage der Unterdeckbahn muss begehbar und ausreichend steif sein (mind. vergleichbar mit Vollschalung 22 mm bei maximalem Auflagerabstand von 100 cm oder Holzwerkstoff-Platten gem. 6.2) ○ 3) Bretterschalungen sind über den Außenmauern zu unterbrechen, sofern nicht durch andere Maßnahmen eine Unterströmung der Unterdeckbahn verhindert wird. • 5.2 Regensichere Unterdächer <ul style="list-style-type: none"> ○ Untergrund in Form von Schalung oder gleichwertiger Untergrund bzw. Holzwerkstoffplatten ausführen. • 5.3 Unterdächer mit erhöhter Regensicherheit <ul style="list-style-type: none"> ○ Untergrund Schalung oder Holzwerkstoffplatten
<p>ÖNORM B 3521-1:2012, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen aus Metall - Teil1: Bauspenglerarbeiten – handwerklich gefertigt [72]</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 5.5.2 Geeignete Untergründe <ul style="list-style-type: none"> ○ Verlegung erfolgt auf Lattung oder Holzschalung gem. ÖNORM B 2215 [61]. Eine Schalung ist im Bereich von Schneefängen, Steigritten u. dgl. anzuordnen.
<p>ÖNORM B 3802-1:2015, Holzschutz im Bauwesen – Teil 1: Allgemeines [36]</p>
<p>Die Holzbauteile sind den Gebrauchsklassen gem. Tabelle1 zuzuordnen. Anhang A Bild A. 1- Übersichtsskizze Gebrauchsklassen für Holzbauteile ohne Anwendung besonderer Maßnahmen</p>
<p>ÖNORM B 3802-2:2015, Holzschutz im Bauwesen – Teil 2: Baulicher Schutz des Holzes [28]</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 5.2 Begrenzung der Holzfeuchte <ul style="list-style-type: none"> • 5.2.1 Allgemeines <p>Vollholz- und Massivholzprodukte, die in Gebäude eingebaut werden dürfen eine maximale Holzfeuchtigkeit von 20 % aufweisen, Holzwerkstoffe 18%.</p> • 5.2.4.3 Schutz vor Niederschlagswasser <p>„Niederschläge sind von Holzbauteilen möglichst fernzuhalten bzw. rasch abzuleiten.“</p>

[DA07] Unterdachanschluss („Z-Blech“) / Winddichter Anschluss Unterdachausgebaute Dachschräge:

ÖNORM B 4119:2010, Planung und Ausführung von Unterdächern und Unterspannungen [104]

- 5.1 Generelle Festlegung
 - 3) Bretterschalungen sind über den Außenmauern zu unterbrechen, sofern nicht durch andere Maßnahmen eine Unterströmung der Unterdeckbahn verhindert wird.
- Anhang A (informativ)

Die Bilder A. 4, A. 6, A. 12 und A. 13 zeigen einen Vorschlag zur Ausführung des winddichten Anschlusses.

[DA08] Sparren / tragende Holzkonstruktion:

ÖNORM B 2215:2009, Holzbauarbeiten – Werkvertragsnorm [61]

- 5.2.2.1 Mindestens Vollholz gem. ÖNORM EN 14081-1 [77], sägerauh, Oberflächenqualität 1, S10 gem. ÖNORM DIN 4074-1 [78]

ÖNORM B 3802-1:2015, Holzschutz im Bauwesen – Teil 1: Allgemeines [36]

Die Holzbauteile sind den Gebrauchsklassen gem. Tabelle1 zuzuordnen.

- Anhang A Bild A. 1- Übersichtsskizze Gebrauchsklassen für Holzbauteile ohne Anwendung besonderer Maßnahmen

ÖNORM B 3802-2:2015, Holzschutz im Bauwesen – Teil 2: Baulicher Schutz des Holzes [28]

- 5.2 Begrenzung der Holzfeuchte
- 5.2.1 Allgemeines

Vollholz- und Massivholzprodukte, die in Gebäude eingebaut werden, dürfen eine maximale Holzfeuchtigkeit von 20 % aufweisen, Holzwerkstoffe 18 %.
- 5.2.4.3 Schutz vor Niederschlagswasser

„Niederschläge sind von Holzbauteilen möglichst fernzuhalten bzw. rasch abzuleiten.“
- 5.2.4.5 Schutz vor Kondenswasser

„Holzbauteile sind durch wirksame bauliche Maßnahmen vor schädlicher Einwirkung von Kondenswasser zu schützen“

Bei Außenbauteilen darf an den Innenflächen und im Bauteilinneren kein Kondensat entstehen.

<p>Die Anforderungen gem. ÖNORM B 8110-2 [10] sind zu erfüllen oder ein Nachweis gem. ÖNORM EN 15026 [62] zu erbringen.</p> <p>Zur Vermeidung von Kondensat infolge von Konvektion ist die ÖNORM B 2340 [33] zu beachten.</p>
<p>ÖNORM EN 1995-1-1:2015, Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau [56]</p>
<p>Die Dachkonstruktion ist für den jeweiligen Fall der Beanspruchung zu bemessen.</p>
<p>ÖNORM EN 1995-1-2: Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall [58]</p>
<p>Die Dachkonstruktion ist für den jeweiligen Fall der Beanspruchung zu bemessen.</p>

<p>[DA09] Mauerbank:</p>
<p>ÖNORM B 2215:2009, Holzbauarbeiten – Werkvertragsnorm [61]</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 5.2.2.1 Mindestens Vollholz gem. ÖNORM EN 14081-1 [77], sägerauh, Oberflächenqualität 1, S10 gem. ÖNORM DIN 4074-1 [78]
<p>ÖNORM B 3802-1:2015, Holzschutz im Bauwesen – Teil 1: Allgemeines [36]</p>
<p>Die Holzbauteile sind den Gebrauchsklassen gem. Tabelle 1 zuzuordnen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anhang A Bild A. 1- Übersichtsskizze Gebrauchsklassen für Holzbauteile ohne Anwendung besonderer Maßnahmen
<p>ÖNORM B 3802-2:2015, Holzschutz im Bauwesen – Teil 2: Baulicher Schutz des Holzes [28]</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 5.2 Begrenzung der Holzfeuchte • 5.2.1 Allgemeines Vollholz- und Massivholzprodukte, die in Gebäude eingebaut werden dürfen eine maximale Holzfeuchtigkeit von 20 % aufweisen, Holzwerkstoffe 18 %. • 5.2.4.3 Schutz vor Niederschlagswasser „Niederschläge sind von Holzbauteilen möglichst fernzuhalten bzw. rasch abzuleiten.“ • 5.2.4.2 Schutz vor Feuchtigkeit aus angrenzenden Stoffen Holz- und Holzwerkstoffe sind von kapillar wirksamen Materialien dauerhaft durch feuchtesperrende Schichten zu trennen. Bei Holzbauteilen, die an mineralische Baustoffe wie z.B. Ortbeton grenzen, und mindestens 1 m über Außenniveau liegen, darf diese Feuchtesperre entfallen.
<p>ÖNORM EN 1995-1-1:2015, Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau [56]</p>

Die Dachkonstruktion ist für den jeweiligen Fall der Beanspruchung zu bemessen.

Ein Punkt der oft außer Acht gelassen wird, stellt die Bemessung der Mauerbankverbindung zum Untergrund dar. Hier müssen die auftretenden Kräfte resultierend aus Wind und inneren Schnittgrößen der Holzkonstruktion in den Untergrund eingeleitete werden. Zu beachten ist hier auch die Biegung um die lokale Z-Achse, die sich aus den Verankerungsabständen ergibt.

ÖNORM EN 1995-1-2: Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall [58]

Die Dachkonstruktion ist für den jeweiligen Fall der Beanspruchung zu bemessen.

[DA10] Dachraum nicht beheizt:

ÖNORM B 4119:2010, Planung und Ausführung von Unterdächern und Unterspannungen [104]

- 4.3 nicht genutzte Bereiche im Dachraum wie Spitzböden sind zu belüften.

7 Schlussfolgerung

Mit den gezeigten Untersuchungen konnten hygrothermische Schwachstellen erkannt und anschaulich aufbereitet werden. Vor allem bei Konstruktionen mit vollständig ausgedämmter Installationsebene, die als Standardkonstruktionen zu beurteilen sind, kann gezeigt werden, dass sich in Detailpunkten –bzw. Detailanschlüssen, die anhand aktueller Literatur als Regeln der Technik zu sehen sind, zum Teil kritisches Kondensat bildet. Weiters ist des Öfteren mit einer sehr hohen relativen Luftfeuchtigkeit im Bauteilinneren zu rechnen, obwohl die Grenzwerte der minimalen Oberflächentemperaturen zur Vermeidung von Schimmelbildung und Oberflächenkondensat [10] eingehalten werden. Dies resultiert meist aus der innenliegenden Dämmung. An den kritischen Punkten sinkt durch die Innendämmung der Installationsebene die Temperatur für den dort vorherrschenden Dampfdruck zu weit ab. Die warme Innenraumtemperatur wird quasi vom kritischen Punkt abgedämmt.

Um dies zu vermeiden, zeigten sich zwei effektive Maßnahmen:

- Entfernung der Dämmung und Bildung eines Lufthohlraumes
- Einbau zusätzlicher Kanthölzer in der Installationsebene

Mittels dieser beiden Maßnahmen in der Unterkonstruktion, die als beabsichtigte Wärmebrücken fungieren, ist es durch die lokale Steigerung des Wärmestroms gezielt möglich, die Temperatur in den Risikobereichen so zu erhöhen, dass sich eine unbedenkliche relative Luftfeuchtigkeit einstellt und Kondensat vermieden wird. Gleichzeitig wirkt das Kantholz in der diffusionsoffenen Installationsebene lokal dampfbremmend.

Durch diese zwei relativ einfachen Methoden bzw. deren Kombination lassen sich Detailanschlüsse wirtschaftlich so modellieren, um eine kritische Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit und Kondensation zu vermeiden.

Generell lässt sich aus den Untersuchungen ableiten, dass Detailanschlüsse bzw. Wärmebrücken bei Wandbauteilen ohne außenliegende Dämmung (AW01) hygrothermisch sensibler reagieren und deshalb genauer betrachtet und geplant werden sollten als Wandbauteile mit außenliegender Dämmung (AW02).

Für die Entwicklung der endgültigen Detaillösungen war eine enorme Recherchearbeit nötig, um den derzeit gültigen Normen und Richtlinien zu entsprechen. Vor allem war es sehr mühsam herauszufinden, welche Normen und Richtlinien nun wirklich aktuell gelten, da permanent neue Normen erscheinen und sich laufend aktualisieren und ändern. Neben dem unheimlich großen Faktor Zeit für Recherchen, die für eine fundierte Detailentwicklung unerlässlich sind, steht den Ausführenden und Planern in der freien Marktwirtschaft noch die Hürde der wirtschaftlichen Tragbarkeit dieser Informationen im Weg. Ohne Zugang zu den Normen durch die Technische Universität Graz wäre diese Arbeit rein aus finanzieller Sicht unmöglich gewesen.

8 Ausblick

Diese Arbeit dient als Fundament und wird weiterverfolgt, um im System Holzrahmenbau den Bauteilkatalog, die Detailuntersuchungen und den Normenleitfaden zu erweitern.

Die Überlegungen dieser Arbeit sollten auf andere Bauweisen wie z.B. den Massivholzbau, Massivziegelbau und Betonbau umgelegt werden. Der Bedarf an solchen gesamtheitlich ausgearbeiteten Details zeigt sich täglich anhand falscher und unvollständiger Ausschreibungen und Kalkulationen, technisch mangelnder bzw. nicht ausführbarer Detaillösungen, unklarer Gewerkeschnittstellen und schlussendlich an den Bauschäden.

Die Detaillösungen dieser Arbeit wurden hygrothermisch zweidimensional stationär untersucht. Im Rahmen zukünftiger Forschungsprojekte sollten diese instationär und/oder dreidimensional untersucht werden.

Weiters wäre ein vereinfachtes Modell des Erdreiches zur stationären hygrothermischen Berechnung erdberührter Bauteile inklusive einer kartografischen Darstellung der in Österreich vorhandenen Böden mit deren Frosttiefen als Forschungsprojekt anzudenken.

Die Entwicklung eines vereinfachten Modells zur Berechnung der realistischen Einflüsse der Konvektion wäre ebenfalls von Vorteil, da die dadurch eingebrachten Feuchtemengen erheblich höher sind als jene durch Dampfdiffusion.

9 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	AD01 ohne aufliegende Dämmung; Temperaturverteilung.....	24
Abb. 2:	AD01 ohne aufliegende Dämmung; Wasserdampf-Diffusionsstrom	24
Abb. 3:	AD02 ohne aufliegende Dämmung; Feuchteverteilung	24
Abb. 4:	Modell zur Ermittlung der Erdreichtemperatur.....	28
Abb. 5:	Ermittlung Erdmodell, Temperaturansicht kältester Innenpunkt; Simulationsergebnis	29
Abb. 6:	Ermitteltes Erdmodell, Randbedingungen.....	30
Abb. 7:	Ermitteltes Erdmodell, Temperaturverteilung	30
Abb. 8:	Zusammenhang Holzfeuchte-relative Luftfeuchtigkeit-Temperatur nach W. T. Simpson [34] auf Basis Hailwood – Horrobin [35]	36
Abb. 9:	Gleichung zur Bestimmung der Holzfeuchte [37]	37
Abb. 10:	Legende planliche Darstellung und Darstellung in HTflux	39
Abb. 11:	D240-0-0; Ausgangsdetail	41
Abb. 12:	D240-0-0; VAR00; Temperaturverteilung [KK]	42
Abb. 13:	D240-0-0; VAR00; Wasserdampf-Diffusionsstrom [KK].....	42
Abb. 14:	D240-0-0; VAR00; Feuchteverteilung [KK].....	42
Abb. 15:	D240-0-0; VAR01; Materialansicht.....	43
Abb. 16:	D240-0-0; VAR01; Feuchteverteilung [KK].....	43
Abb. 17:	D240-0-0; VAR02; Materialansicht.....	43
Abb. 18:	D240-0-0; VAR02; Temperaturverteilung [KK]	43
Abb. 19:	D240-0-1; Ergebnisdetail	44
Abb. 20:	D240-1-0; Ausgangsdetail	45
Abb. 21:	D240-1-0; VAR00; Temperaturverteilung [KK]	46
Abb. 22:	D240-1-0; VAR00; Wasserdampf-Diffusionsstrom [KK].....	46
Abb. 23:	D240-1-0; VAR00; Feuchteverteilung [KK].....	46
Abb. 24:	D240-1-0; VAR01; Materialansicht.....	47
Abb. 25:	D240-1-0; VAR01; Feuchteverteilung [KK].....	47
Abb. 26:	D240-1-1; Ergebnisdetail; Temperaturverteilung [KK]	48
Abb. 27:	D240-1-1; Ergebnisdetail; Feuchteverteilung [KK].....	48
Abb. 28:	D240-1-1; Ergebnisdetail	49
Abb. 29:	D220-0-0, Ausgangsdetail	50
Abb. 30:	D220-0-0; VAR00; Temperaturansicht; [KK]	51
Abb. 31:	D220-0-0; VAR00; Feuchteverteilung [KK].....	51
Abb. 32:	D220-0-1; Ergebnisdetail; Temperaturverteilung [KK]	51
Abb. 33:	D220-0-1; Ergebnisdetail; Feuchteverteilung [KK].....	51
Abb. 34:	D220-0-1; Ergebnisdetail	52
Abb. 35:	D220-1-1; Ausgangsdetail	53

Abb. 36:	D220-1-0; VAR00; Temperaturverteilung.....	54
Abb. 37:	D220-1-0; VAR00; Feuchteverteilung [KK].....	54
Abb. 38:	D220-1-1; Ergebnisdetail; Temperaturverteilung [KK].....	55
Abb. 39:	D220-1-1; Ergebnisdetail; Feuchteverteilung [KK]	55
Abb. 40:	D220-1-1; Ergebnisdetail	56
Abb. 41:	D240-2-0; VAR00; Ausgangsdetail	58
Abb. 42:	D240-2-0; VAR00; Temperaturverteilung [KK]	60
Abb. 43:	D240-2-0; VAR00; Feuchteverteilung [KK].....	60
Abb. 44:	240-2-0; VAR00; Wasserdampf-Diffusionsstrom; [KK]	60
Abb. 45:	D240-2-0; VAR01; Feuchteverteilung inkl. Temperaturangaben [KK]	61
Abb. 46:	D240-2-0; VAR02; Feuchteverteilung [KK].....	62
Abb. 47:	D240-2-0; VAR05; Materialansicht.....	63
Abb. 48:	D240-2-0; VAR05; Feuchteverteilung [KK].....	63
Abb. 49:	D240-2-0; VAR09; Materialansicht.....	64
Abb. 50:	D240-2-0; VAR09; Feuchteverteilung inkl. Temperaturpunkte [KK].....	64
Abb. 51:	D240-2-1; Ergebnisdetail; Temperaturverteilung [KK].....	66
Abb. 52:	D240-2-1; Ergebnisdetail; Wasserdampf-Diffusionsstrom [KK]	66
Abb. 53:	240-2-1, Ergebnisdetail.....	67
Abb. 54:	D220-2-0; VAR00; Ausgangsdetail	68
Abb. 55:	D220-2-0; VAR00; Wasserdampf-Diffusionsstrom [KK]	69
Abb. 56:	D220-2-0; VAR00; Feuchteverteilung [KK].....	69
Abb. 57:	D220-2-0; VAR03; Temperaturverteilung [KK]	70
Abb. 58:	D220-2-0; VAR03; Feuchteverhalten [KK]	70
Abb. 59:	D220-2-1; Ergebnisdetail; Temperaturverteilung [KK].....	71
Abb. 60:	D220-2-1; Ergebnisdetail; Feuchteverteilung [KK]	71
Abb. 61:	D220-2-1; Ergebnisdetail	72
Abb. 62:	D240-3-0; VAR00; Ausgangsdetail	73
Abb. 63:	D240-3-0; VAR00, Ausgangsdetail vergrößert	74
Abb. 64:	D240-3-0; VAR00; Temperaturverteilung [KK]	75
Abb. 65:	D240-3-0; VAR00; Wasserdampf-Diffusionsstrom [KK]	75
Abb. 66:	D240-3-0; VAR00; Feuchteverteilung [KK].....	75
Abb. 67:	D240-3-0; VAR01; Materialansicht.....	76
Abb. 68:	D240-3-0; VAR01; Temperaturverteilung [KK]	76
Abb. 69:	D240-3-0; VAR03; Feuchteverteilung [KK].....	77
Abb. 70:	D240-3-1; Ergebnisdetail; Temperaturverteilung [KK].....	78
Abb. 71:	D240-3-1; Ergebnisdetail; Feuchteverteilung [KK]	78
Abb. 72:	D240-3-1; Ergebnisdetail	79
Abb. 73:	D240-3-1; Ergebnisdetail; vergrößert.....	80
Abb. 74:	D220-3-0; VAR00; Ausgangsdetail	81

Abb. 75:	D220-3-0; VAR00, Ausgangsdetail vergrößert	82
Abb. 76:	D220-3-0; VAR00; Temperaturverteilung [KK]	83
Abb. 77:	D220-3-0; VAR00; Wasserdampf-Diffusionsstrom [KK].....	83
Abb. 78:	D220-3-0; VAR00; Feuchteverteilung [KK].....	83
Abb. 79:	D220-3-0; VAR01; Materialansicht.....	84
Abb. 80:	D220-3-1; Ergebnisdetail; Wasserdampf-Diffusionsstrom [KK]	85
Abb. 81:	D220-3-1; Ergebnisdetail; Feuchteverteilung [KK].....	85
Abb. 82:	D220-3-0; Ergebnisdetail	86
Abb. 83:	D220-3-0; Ergebnisdetail vergrößert	87
Abb. 84:	D240-4-0, VAR00; Ausgangsdetail	89
Abb. 85:	D240-4-0; VAR00; Temperaturansicht; [KK]	90
Abb. 86:	240-4-0; VAR00; Wasserdampf-Diffusionsstrom [KK]	91
Abb. 87:	D240-4-0; VAR00; Feuchteverteilung [KK].....	91
Abb. 88:	D240-4-0; VAR01; Materialansicht.....	92
Abb. 89:	D240-4-0; VAR01; Feuchteverteilung [KK].....	92
Abb. 90:	D240-1-0; VAR02; Materialansicht.....	93
Abb. 91:	D240-1-0; VAR02; Feuchteverteilung [KK].....	93
Abb. 92:	D240-1-0; VAR03; Materialansicht.....	93
Abb. 93:	D240-1-0; VAR03; Feuchteverteilung [KK].....	93
Abb. 94:	D240-4-1; Ergebnisdetail; Materialansicht.....	94
Abb. 95:	D240-4-1; Ergebnisdetail; Feuchteverteilung [KK].....	94
Abb. 96:	D240-4-0; Ergebnisdetail	94
Abb. 97:	D240-5-0, VAR00; Ausgangsdetail	95
Abb. 98:	D240-5-0; VAR00; Temperaturverteilung [KK]	96
Abb. 99:	240-5-0; VAR00; Wasserdampf-Diffusionsstrom [KK]	97
Abb. 100:	D240-5-0; VAR00; Feuchteverteilung [KK].....	98
Abb. 101:	D240-5-0; VAR01; Materialansicht.....	99
Abb. 102:	D240-5-0; VAR01; Feuchteverteilung [KK].....	99
Abb. 103:	D240-5-0; VAR02; Materialansicht.....	100
Abb. 104:	D240-5-0; VAR02; Feuchteverteilung [KK].....	100
Abb. 105:	D240-5-0; VAR03; Materialansicht.....	100
Abb. 106:	D240-5-0; VAR03; Feuchteverteilung [KK].....	100
Abb. 107:	D240-5-0; VAR04; Materialansicht.....	101
Abb. 108:	D240-5-0; VAR04; Feuchteverteilung [KK].....	101
Abb. 109:	D240-5-0; VAR05; Materialansicht.....	102
Abb. 110:	D240-5-0; VAR05; Feuchteverteilung [KK].....	102
Abb. 111:	D240-5-0; VAR06; Materialansicht.....	102
Abb. 112:	D240-5-0; VAR06; Feuchteverteilung [KK].....	102
Abb. 113:	D240-5-0; VAR07; Materialansicht.....	103

Abb. 114:	D240-5-0; VAR07; Feuchteverteilung [KK].....	103
Abb. 115:	D240-5-0; VAR08; Materialansicht.....	103
Abb. 116:	D240-5-0; VAR08; Feuchteverteilung [KK].....	103
Abb. 117:	D240-5-0; VAR09; Materialansicht.....	104
Abb. 118:	D240-5-0; VAR09; Feuchteverteilung [KK].....	104
Abb. 119:	D240-5-0; VAR10; Materialansicht.....	105
Abb. 120:	D240-5-0; VAR10; Feuchteverteilung [KK].....	105
Abb. 121:	D240-5-1; Ergebnisdetails; Materialansicht.....	106
Abb. 122:	D240-5-1; Ergebnisdetail; Temperaturverteilung.....	106
Abb. 123:	D240-5-1; Ergebnisdetail; Feuchteverteilung [KK].....	106
Abb. 124:	D240-5-1; Ergebnisdetail.....	107
Abb. 125:	D240-7-0; Ausgangsdetail.....	108
Abb. 126:	D240-7-0; VAR00; Temperaturverteilung [KK].....	109
Abb. 127:	D240-7-0; VAR00; Feuchteverteilung [KK].....	109
Abb. 128:	D240-7-0; VAR01; Materialansicht.....	110
Abb. 129:	D240-7-0; VAR01; Feuchteverteilung [KK].....	110
Abb. 130:	D240-7-0; VAR02; Materialansicht.....	110
Abb. 131:	D240-7-0; VAR02; Feuchteverteilung [KK].....	110
Abb. 132:	D240-7-1; Ergebnisdetail.....	112
Abb. 133:	D220-4-0; Ausgangsdetail.....	113
Abb. 134:	D220-4-0; VAR00; Materialansicht.....	114
Abb. 135:	D220-4-0; VAR00; Feuchteverteilung [KK].....	114
Abb. 136:	D220-4-0; VAR01; Materialansicht.....	114
Abb. 137:	D220-4-0; VAR01; Feuchteverteilung [KK].....	114
Abb. 138:	D220-4-0; VAR02; Materialansicht.....	114
Abb. 139:	D220-4-0; VAR02; Feuchteverteilung [KK].....	114
Abb. 140:	D220-4-0; VAR03; Materialansicht.....	115
Abb. 141:	D220-4-0; VAR03; Feuchteverteilung [KK].....	115
Abb. 142:	D220-4-1; Ergebnisdetail.....	116
Abb. 143:	D220-5-0; Ausgangsdetail.....	117
Abb. 144:	D220-5-0; VAR00; Materialansicht.....	118
Abb. 145:	D220-5-0; VAR00; Feuchteverteilung [KK].....	118
Abb. 146:	D220-5-0; VAR01; Materialansicht.....	119
Abb. 147:	D220-5-0; VAR01; Feuchteverteilung [KK].....	119
Abb. 148:	D220-5-0; VAR02; Materialansicht.....	119
Abb. 149:	D220-5-0; VAR02; Feuchteverteilung [KK].....	119
Abb. 150:	D220-5-0; VAR03; Materialansicht.....	120
Abb. 151:	D220-5-0; VAR03; Feuchteverteilung [KK].....	120
Abb. 152:	D220-5-0; VAR04; Materialansicht.....	120

Abb. 153:	D220-5-0; VAR04; Feuchteverteilung [KK].....	120
Abb. 154:	D220-5-0; VAR05; Materialansicht.....	121
Abb. 155:	D220-5-0; VAR05; Feuchteverteilung [KK].....	121
Abb. 156:	D220-5-0; VAR06; Materialansicht.....	121
Abb. 157:	D220-5-0; VAR06; Feuchteverteilung [KK].....	121
Abb. 158:	D220-5-0; VAR07; Materialansicht.....	122
Abb. 159:	D220-5-0; VAR07; Feuchteverteilung [KK].....	122
Abb. 160:	D220-5-1; Ergebnisdetail; Temperaturansicht [KK]	123
Abb. 161:	D220-5-1; Ergebnisdetail; Feuchteverteilung [KK].....	123
Abb. 162:	D220-5-1; Ergebnisdetail	124
Abb. 163:	D220-7-0; Ausgangsdetail	125
Abb. 164:	D220-7-0; VAR00; Temperaturverteilung [KK]	126
Abb. 165:	D220-7-0; VAR00; Feuchteverteilung [KK].....	126
Abb. 166:	D220-7-0; VAR01; Materialansicht.....	126
Abb. 167:	D220-7-0; VAR01; Feuchteverteilung [KK].....	126
Abb. 168:	D220-7-1; Ergebnisdetail	127
Abb. 169:	D240-9-0; außenliegende Außenwandkante AW01	129
Abb. 170:	D240-9-0; vertikale UK; Temperaturverteilung [KK]	130
Abb. 171:	D240-9-0; vertikale UK; Feuchteverteilung [KK].....	130
Abb. 172:	D240-9-0; horizontale UK; Temperaturverteilung [KK]	130
Abb. 173:	D240-9-0; horizontale UK; Feuchteverteilung [KK].....	130
Abb. 174:	D240-9-0; mit zweitem Montageriegel; Materialansicht.....	131
Abb. 175:	D240-9-0; mit zweitem Montageriegel; Temperaturverteilung	131
Abb. 176:	D240-9-0; mit zweitem Montageriegel; Feuchteverteilung [KK].....	131
Abb. 177:	D240-9-1; Explosionszeichnung Fügetechnik	132
Abb. 178:	D240-10-0; innenliegende Außenwandkante AW01	133
Abb. 179:	D240-10-0; vertikale UK ohne Dampfbremse; Feuchteverteilung [KK].....	134
Abb. 180:	D240-10-0; vertikale UK mit Dampfbremse; Feuchteverteilung [KK].....	134
Abb. 181:	D240-10-0; Explosionszeichnung; Fügetechnik	135
Abb. 182:	D220-9-0; außenliegende Außenwandkante AW02	136
Abb. 183:	D220-9-0; vertikale UK; Temperaturverteilung [KK]	137
Abb. 184:	D220-9-0; vertikale UK; Feuchteverteilung [KK].....	137
Abb. 185:	D220-9-0; horizontale UK; Temperaturverteilung [KK]	137
Abb. 186:	D220-9-0; horizontale UK; Feuchteverteilung [KK].....	137
Abb. 187:	D220-9-0; ohne Gefachdämmung; Materialansicht	138
Abb. 188:	D220-9-0; ohne Gefachdämmung, Feuchteverteilung [KK]	138
Abb. 189:	D220-9-0; Explosionszeichnung Fügetechnik	139
Abb. 190:	D220-10-0; innenliegende Außenwandkante	140
Abb. 191:	D220-10-0; vertikale UK mit Dampfbremse; Materialansicht	141

Abb. 192:	D220-10-0; vertikale UK mit Dampfbremse; Feuchteverteilung [KK].....	141
Abb. 193:	D220-10-0; horizontale UK ohne Dampfbremse; Materialansicht.....	141
Abb. 194:	D220-10-0; horizontale UK ohne Dampfbremse; Feuchteverteilung [KK].....	141
Abb. 195:	D220-10-0; Explosionszeichnung Fügetechnik	142
Abb. 196:	Sockeldetail Normenleitfaden	144
Abb. 197:	Geschoßstoß Normenleitfaden	145
Abb. 198:	Detail Traufe Normenleitfaden	146
Abb. 199:	Fensterbank Vertikalschnitt Normenleitfaden.....	147
Abb. 200:	Fenstersturz Vertikalschnitt Normenleitfaden.....	148
Abb. 201:	Fenstersturz Rollladen Vertikalschnitt Normenleitfaden	149
Abb. 202:	Fenster Horizontalschnitt Normenleitfaden	150
Abb. 203:	ÖNORM B 5320:2016, Bild 3 – Maße und Toleranzen Fenstereinbau.....	170
Abb. 204:	ÖNORM B 5320:2016, Bild 1b – Beispiel Holzbau mit hinterlüfteter Fassade..	170

10 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Randbedingungen	30
-------------------------------	----

11 Literaturverzeichnis

- [1] *Österreichisches Institut für Bautechnik / OIB*. URL <https://www.oib.or.at/>. – Aktualisierungsdatum: 2017-03-07 – Überprüfungsdatum 2017-03-07
- [2] STANDARD VERLAGSGESELLSCHAFT M.B.H.: *Österreicher bauen auf mehr Normen als Schweizer*. URL <http://derstandard.at/2000024752707/Oesterreicher-bauen-auf-mehr-Normen-als-Schweizer> – Überprüfungsdatum 2017-03-15
- [3] AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE: *AUSTRIAN STANDARDS*. URL <https://www.austrian-standards.at/home/>. – Aktualisierungsdatum: 2012-01-01 – Überprüfungsdatum 2017-03-15
- [4] *GEQ : Zehentmayer Energieausweis Software* : Zehentmayer Software GmbH
- [5] RÜDISSER, Daniel DI: *HTflux : Thermische und hygrothermische Simulation*
- [6] SCHLOSSER, Horst ; HARTL, Franz ; SCHLOSSER, Lothar: *Die allgemein anerkannten Regeln der Technik und ihr Einfluss auf das (Bau-)Werkvertragsrecht*. In: *ÖJZ 2009/8* 2009, Nr. 2, S. 58 – Überprüfungsdatum 2017-03-15
- [7] KAUTSCH, Univ.-Prof. DDr. Peter: *Bauphysik 1 : Wärmeschutz & Feuchteschutz*. Vorlesungsunterlage Master-Ausbildung Bauingenieurwissenschaften. Graz, 2015. – Vorlesungsunterlage Master-Ausbildung Bauingenieurwissenschaften
- [8] ÖNORM EN ISO 13788:2013 *Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen - Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren - Berechnungsverfahren*
- [9] TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG: *Diffusion: Das 2. Ficksche Gesetz*. URL http://www.pci.tu-bs.de/aggericke/PC2/Kap_0/Diffusion_2.htm. – Aktualisierungsdatum: 2011-11-10 – Überprüfungsdatum 2017-03-13
- [10] ÖNORM B 8110-2:2003 *Wärmeschutz im Hochbau Teil 2: Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz*
- [11] RÜDISSER, DI Daniel: *Glaser Teil*. E-Mail, 2017-03-12. PÖLL, Wolfgang L. (Adressat)
- [12] DATAHOLZ.COM: *dataholz.com*. URL <http://dataholz.com/>. – Aktualisierungsdatum: 2015-09-16 – Überprüfungsdatum 2017-03-07
- [13] *Ihr kompetenter Partner :: Holzforschung Austria*. URL <http://www.holzforschung.at/> – Überprüfungsdatum 2017-03-10
- [14] *Startseite - Informationsdienst Holz*. URL <http://informationsdienst-holz.de/home/> – Überprüfungsdatum 2017-03-10
- [15] WALTJEN, Tobias (Hrsg.); POKORNY, Walter (Hrsg.): *Passivhaus-Bauteilkatalog : Ökologisch bewertete Konstruktionen = Details for passive houses ; a catalogue of ecologically rated constructions*. 3., korr. Aufl. Wien : Springer 2009
- [16] FRITZEN, Klaus (Hrsg.); METZGER, Peter (Hrsg.); KRÄMER, Franz Josef (Hrsg.): *Holzrahmenbau : Bewährtes Hausbau-System*. 5., aktualisierte Aufl., korrigierter Nachdruck 2015. Köln : Bruder-Verl. 2014
- [17] TEIBINGER, Martin ; MATZINGER, Irmgard ; DOLEZAL, Franz: *Holzrahmenbauweise im Geschoßbau : Fokus Bauphysik ; Planungsbroschüre*. Wien : Holzforschung Austria 2014 (HFA-Schriftenreihe 47)
- [18] LÜCKMANN, Rudolf: *Holzbau Konstruktionen : Energieeffizient - nachhaltig - praxisgerecht*. Nachdr. Kissing : WEKA Media 2012

- [19] INSTITUT FÜR HOCHBAU- UND INDUSTRIEBAU: *Leitdetails für den Holzwohnbau : im Auftrag der Steiermärkischen Landesregierung Proholz und der Landesinnung der Zimmerer.* Mai 2003
- [20] ÖNORM B 8110-2 Beiblatt 3:2004 *Wärmeschutz im Hochbau Teil 2: Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz - Leichte Baukonstruktionen - Beispiele zur Vermeidung von Oberflächenkondensat*
- [21] INFORMATIONSDIENST HOLZ: *Wärmebrücken.* In: *holzbau handbuch* 2008, Reihe 3, Teil 2, Folge 7. URL http://informationsdienst-holz.de/fileadmin/Publikationen/1_Holzbau_Handbuch/R03_T02_F07_Waermebraecken_2008.pdf – Überprüfungsdatum 2017-03-13
- [22] RUISINGER, Dipl.-Ing. Ulrich ; GRUNEWALD, Prof. Dr.-Ing. John; BLASCHKE, Tobias (Mitarb.); HONUS, Denes (Mitarb.) : *FEUCHTEATLAS ZUR VERMEIDUNG PLANUNGSBEDINGTER FEUCHTESCHÄDEN : Neue Beurteilungskriterien zur Bewertung innen gedämmter Konstruktionen.* 22.04.2009
- [23] *EGGER Home.* URL https://www.egger.com/shop/de_AT/ – Überprüfungsdatum 2017-03-12
- [24] FERMACELL: *Fermacell im Holzbau - Detailkatalog* (2012). URL https://www.fermacell.at/de/docs/Fermacell_Holzbau_Detailkatalog.pdf – Überprüfungsdatum 2017-03-12
- [25] FERMACELL: *fermacell im Holzbau : Planung und Verarbeitung* (2013). URL https://www.fermacell.at/de/docs/1304962_FE_Holzb_NEU.pdf – Überprüfungsdatum 2017-03-12
- [26] *Knauf.* URL <http://www.knauf.at/>. – Aktualisierungsdatum: 2017-02-13 – Überprüfungsdatum 2017-03-13
- [27] RIGIPS SAINT-GOBAIN: *Planen und Bauen im Holzbau.* URL http://www.rigips.de/sites/default/files/downloads/planen_bauen/PuB_Holzbau.pdf – Überprüfungsdatum 2017-03-13
- [28] ÖNORM B 3802-2:2015 *Holzschutz im Bauwesen; Teil 2: Baulicher Schutz des Holzes*
- [29] ÖNORM B 3692:2014 *Planung und Ausführung von Bauwerksabdichtungen*
- [30] ÖNORM B 3691:2012 *Planung und Ausführung von Dachabdichtungen*
- [31] ÖNORM EN ISO 13370:2015 *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Wärmeübertragung über das Erdreich - Berechnungsverfahren (ISO/DIS 13370:2015)*
- [32] ÖNORM EN ISO 6946:2008 *Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren*
- [33] ÖNORM B 2340:2007 *Maßnahmen zur Erfüllung der Anforderungen an die Luftdichtheit der Gebäudehülle von Holz- und Holzfertighäusern*
- [34] WILLIAM T. SIMPSON: *SORPTION THEORIES APPLIED TO WOOD*1979
- [35] HAILWOOD, A. J., AND S. HORROBIN: *Absorption of water by polymers : Analysis in terms of a simple model*1946
- [36] ÖNORM B 3802-1:2015 *Holzschutz im Bauwesen; Teil 1: Allgemeines*
- [37] PECH, Anton: *Holz im Hochbau : Theorie und Praxis.* Basel : Birkhäuser2016 (Baukonstruktionen SB)
- [38] ÖNORM EN ISO 13793:2001 *Wärmetechnische Verhalten von Gebäuden - Wärmetechnische Bemessung von Gebäudegründungen zur Vermeidung von Frosthebung*

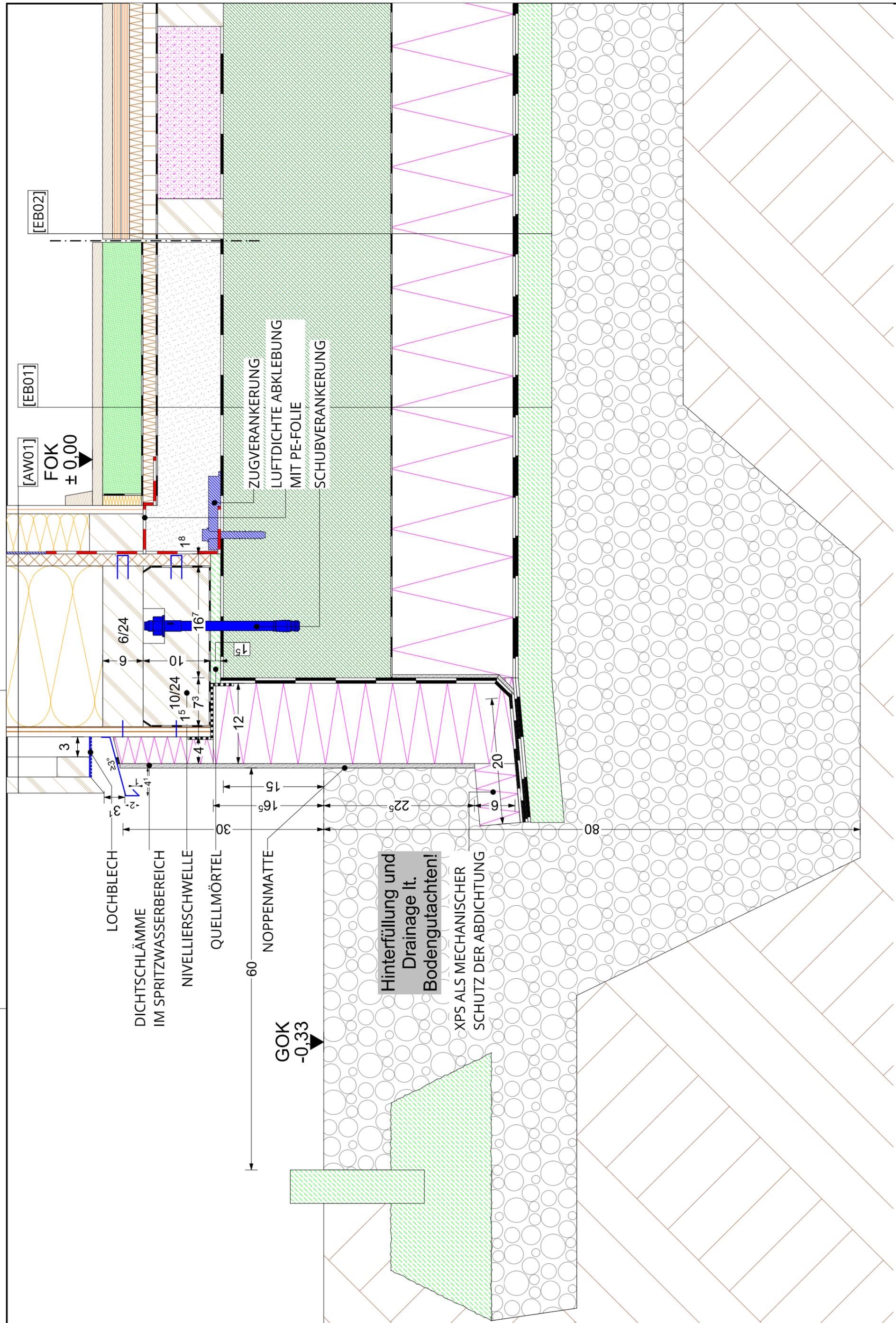
-
- [39] ÖNORM B 2320:2010 *Wohnhäuser aus Holz Technische Anforderungen*
- [40] HOLZFORSCHUNG AUSTRIA: *Richtlinie Sockelanschluss im Holzhausbau : als Leitfaden für die Planung und Ausführung*. Österreichische Arbeitsgemeinschaft Sockelanschluss im Holzhausbau. 1. Aufl. Wien, 10.04.2015. – Österreichische Arbeitsgemeinschaft Sockelanschluss im Holzhausbau
- [41] ÖNORM B 5320:2016 *Einbau von Fenstern und Türen in Wände - Planung und Ausführung des Bau- und des Fenster/Türanschlusses*
- [42] ARGE FENSTERBANK: *Richtlinie Fensterbank : für deren Einbau in WDVS- und Putzfassaden sowie in vorgehängten Fassaden*. 3. Aufl. 01.08.2015
- [43] ÖNORM EN 1997-2:2015 *Eurocode 7 — Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds*
- [44] ÖNORM EN 13242:2014 *Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für Ingenieur- und Straßenbau*
- [45] ÖNORM B 3132:2016 *Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für Ingenieur- und Straßenbau - Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13242*
- [46] ÖNORM B 2211:2009 *Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten – Werkvertragsnorm*
- [47] ÖNORM B 4710-1:2007 *Beton - Teil 1: Festlegung, Herstellung, Verwendung und Konformitätsnachweis (Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 206-1 für Normal- und Schwerbeton)*
- [48] NÖ LANDESREGIERUNG: OIB- Richtlinie 3 Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz (idF v. 15. 1. 2015). OIB3. In: NÖ Landesregierung (Hrsg.): *Niederösterreichische Bautechnikverordnung 2014*. 2015
- [49] ÖNORM B 3665:2015 *Abdichtungsbahnen - Bitumenbahnen für die Bauwerksabdichtung gegen Bodenfeuchte und Wasser - Nationale Umsetzung der ÖNORM EN 13969*
- [50] ÖNORM B 6000:2017 *Werkmäßig hergestellte Dämmstoffe für den Wärme- und/oder Schallschutz im Hochbau - Produktarten, Leistungsanforderungen und Verwendungsbestimmungen*
- [51] ÖNORM EN 1993-1-1:2014 *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*
- [52] ÖNORM B 6400:2011 *Außenwand-Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) - Planung*
- [53] ÖNORM B 6410:2011 *Außenwand-Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) - Verarbeitung*
- [54] ARBEITSGEMEINSCHAFT QUALITÄTSGRUPPE WÄRMEDÄMMSYSTEME: *VAR 2011 - Verarbeitungsrichtlinie für Wärmedämmverbundsysteme : Technische Richtlinien und Detailzeichnungen*. 2011. Aufl. Wiedner Hauptstraße 63, 1045 Wien, 10.2011
- [55] ÖNORM B 3346:2013 *Putzmörtel - Regeln für die Verwendung und Verarbeitung - Nationale Ergänzungen zu den ÖNORMEN EN 13914-1 und -2*
- [56] ÖNORM EN 1995-1-1:2015 *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau*
- [57] ÖNORM EN 13501-1:2009 *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten*
-

- [58] ÖNORM EN 1995-1-2:2011 *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall*
- [59] ÖNORM EN 13501-2:2010 *Klassifizierung von Bauarten - Brandverhalten von Bauprodukten Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen*
- [60] ÖNORM B 3801:2015 *Holzschutz im Bauwesen; Benennung und Definition*
- [61] ÖNORM B 2215:2009 *Holzbauarbeiten*
- [62] ÖNORM EN 15026:2007 *Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen - Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation*
- [63] DEUTSCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK - ANSTALT DES ÖFFENTLICHEN RECHTS; ITW Befestigungstechnik (Mitarb.): *Allgemein bauaufsichtliche Zulassung : Humbold-Jumbo-Wellennägeln Typ WN 9,5/35, WN 12,5/35 und WN 15/35 als Holzverbindungsmitel für die Ausführung von schubsteifen Beplankungsstößen und Brettstößen. Z-9.1-608. Kolonnenstraße 30 L, Berlin, 30.04.2015 (Z-9.1-608). – Z-9.1-608*
- [64] ÖNORM EN 300:2006 *Platten aus langen, flachen, ausgerichteten Spänen (OSB) - Definitionen, Klassifizierung und Anforderungen*
- [65] ÖNORM B 8115-2:2006 *Schallschutz und Raumakustik im Hochbau - Teil 2: Anforderungen an den Schallschutz*
- [66] ÖNORM B 8115-4:2003 *Schallschutz und Raumakustik im Hochbau - Teil 4: Maßnahmen zur Erfüllung der schalltechnischen Anforderungen*
- [67] ÖNORM H 5155:2013 *Wärmedämmung von Rohrleitungen und Komponenten in haustechnischen Anlagen*
- [68] ÖNORM B 3419:2011 *Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen*
- [69] DIN 68119:1996 *Holzschindeln*
- [70] ÖNORM EN 755-2:2016 *Aluminium und Aluminiumlegierungen - Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile - Teil 2: Mechanische Eigenschaften*
- [71] ÖNORM EN 10027-2:2015 *Bezeichnungssysteme für Stähle - Teil 2: Nummernsystem*
- [72] ÖNORM B 3521-1:2012 *Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen aus Metall - Teil 1: Bauspenglerarbeiten - handwerklich gefertigt*
- [73] *Österreichischer Fachverband für hinterlüftete Fassaden (ÖFHF) - Offizielle Homepage.* URL <http://www.oefhf.at/> – Überprüfungsdatum 2017-03-12
- [74] *ÖSTERREICHISCHER FACHVERBAND FÜR HINTERLÜFTETE FASSADEN: Merkblatt für vorgehängte, hinterlüftete Fassaden auf Holz-Unterkonstruktion.* URL http://www.oefhf.at/content/fm/13/705/OEFHF_Holz_Merkblatt_615.pdf – Überprüfungsdatum 2017-03-12
- [75] *ÖSTERREICHISCHER FACHVERBAND FÜR HINTERLÜFTETE FASSADEN: Planung und Ausführung von vorgehängten hinterlüfteten Fassaden.* URL http://www.oefhf.at/content/fm/13/707/OEFHF_Verarbeiterrichtlinien_15.pdf – Überprüfungsdatum 2017-03-12
- [76] *BUNDESINNING DER DACHDECKER, GLASER UND SPENGLER: Fachregel für Bauspenglerarbeiten.* 2014
- [77] ÖNORM EN 14081-1:2016 *Holzbauwerke - Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende zwecke mit rechteckigem Querschnitt - Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

-
- [78] ÖNORM DIN 4074-1:2012 *Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit - Teil 1: Nadelschnittholz*
- [79] DIN 18542:2009 *Abdichten von Außenwandfugen mit imprägnierten Fugendichtungsbändern aus Schaumkunststoff - Imprägnierte Fugendichtungsbänder - Anforderungen und Prüfung*
- [80] IVD INDUSTRIEVERBAND DICHTSTOFFE E.V.: *IVD-Merkblatt 27: Abdichten von Anschluss- und Bewegungsfugen an der Fassade*. URL <http://www.abdichten.de/media/merkblaetter/26/ivd-merkblatt26.pdf> – Überprüfungsdatum 2017-03-12
- [81] ÖNORM B 5300:2007 *Fenster - Anforderungen - Ergänzungen zur ÖNORM EN 14351-1*
- [82] ÖNORM B 5338:2011 *Einbruchhemmende Fenster, Türen und zusätzliche Abschlüsse - Allgemeine Festlegungen - Ergänzende Bestimmungen zu den ÖNORMEN EN 1627 bis EN 1630*
- [83] ÖNORM DIN 18202:2013 *Toleranzen im Hochbau - Bauwerke*
- [84] SCHÖBER, Dipl.-HTL-Ing. Klaus Peter ; WAGMEISTER, Dipl.-Ing. Stefan: *ÖNORM B 5320 2016-05 Einbau von Fenstern und Türen in Wände : FAQs Fachinformation 20*. URL https://www.austrian-standards.at/fileadmin/user/bilder/downloads-produkte-und-leistungen/FI20_OENORM_B_5320_Fenster_Tueren.pdf – Überprüfungsdatum 2017-03-12
- [85] ÖNORM 5305:2006 *Fenster - Kontrolle und Instandhaltung*
- [86] ÖNORM EN ISO 10456:2010 *Baustoffe und Bauprodukte - Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte*
- [87] ÖNORM EN ISO 12572:2016 *Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten - Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit - Verfahren mit einem Prüfgefäß (ISO 12572:2016)*
- [88] ÖNORM EN ISO 10140-2:2010 *Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand - Teil 2: Messung der Luftschalldämmung (ISO 10140-2:2010)*
- [89] ÖNORM EN 15651:2016 *Fugendichtstoffe für nicht tragende Anwendungen in Gebäuden und Fußgängerwegen - Teil 1: Fugendichtstoffe für Fassadenelemente*
- [90] ÖNORM EN 1027:2015 *Fenster und Türen - Schlagregendichtheit - Prüfverfahren*
- [91] ÖNORM EN 1026:2016 *Fenster und Türen - Luftdurchlässigkeit - Prüfverfahren*
- [92] ÖNORM EN 520:2010 *Gipsplatten - Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren*
- [93] ÖNORM B 3410:2016 *Gipsplatten für Trockenbausysteme - Arten, Anforderungen und Prüfungen*
- [94] ÖNORM EN 15283-2:2009 *Faserverstärkte Gipsplatten - Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren - Teil 2: Gipsfaserplatten*
- [95] ÖNORM B 3415:2015 *Gipsplatten und Gipsplattensysteme - Regeln für die Planung und Verarbeitung*
- [96] PFAU, Klaus Jochen ; TICHELMANN, Karsten Ulrich: *Trockenbau Atlas : Grundlagen, Einsatzbereiche, Konstruktionen, Details ; mit 234 Tabellen*. 4., überarb. und erw. Aufl. Köln : Rudolf Müller 2014
-

- [97] RIGIPS SAINT-GOBAIN: *Verarbeitungsrichtlinie Trockenbau : Anleitung für das Fachhandwerk*. URL http://medien.rigips.de/downloads/523/vr_trockenbau.pdf – Überprüfungsdatum 2017-03-12
- [98] GIPS - Bundesverband der Gipsindustrie e.V. URL <http://www.gips.de/> – Überprüfungsdatum 2017-03-12
- [99] ÖNORM B 3407:2015 *Planung und Ausführung von Fliesen-, Platten- und Mosaiklegearbeiten*
- [100] ÖNORM B 2221:2012 *Bauspenglerarbeiten*
- [101] ÖNORM B 2219:2011 *Dachdeckerarbeiten*
- [102] 2000 *Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden - Teil 3: Dachentwässerung, Planung und Bemessung*
- [103] ÖNORM B 2501:2016 *Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Planung, Ausführung und Prüfung - Ergänzende Richtlinien zu ÖNORM EN 12056 und ÖNORM EN 752*
- [104] ÖNORM B 4119:2010 *Planung und Ausführung von Unterdächern und Unterspannungen*
- [105] ÖNORM B 3417:2016 *Planung und Ausführung von Sicherheitsausstattungen auf Dächern*
- [106] ONR 24009:2013 *Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Hochbauten*
- [107] ÖNORM B 3661:2009 *Abdichtungsbahnen - Unterdeck- und Unterspannbahnen für Dachdeckungen*
- [108] ÖNORM B 3660:2009 *Abdichtungsbahnen - Bitumenbahnen mit Trägereinlag für Dachabdichtungen Nationale Umsetzung der ÖNORM EN 13707*
- [109] ÖNORM B 3663:2009 *Abdichtungsbahnen - Kunststoffbahnen für Dachabdichtungen - Nationale Umsetzung der ÖNORM EN 13956*

12 ANHANG A: optimierte Details



[EB02]

[EB01]

[AW01]
FOK
± 0,00

ZUGVERANKERUNG
LUFTDICHE ABKLEBUNG
MIT PE-FOLIE
SCHUBVERANKERUNG

LOCHBLECH
DICHTSCHLÄMME
IM SPRITZWASSERBEREICH
NIVELLIERSCHWELLE
QUELLMÖRTEL
NOPPENMATTE

GOK
-0,33

Hinterfüllung und
Drainage lt.
Bodengutachten!
XPS ALS MECHANISCHER
SCHUTZ DER ABDICHTUNG

DETAIL

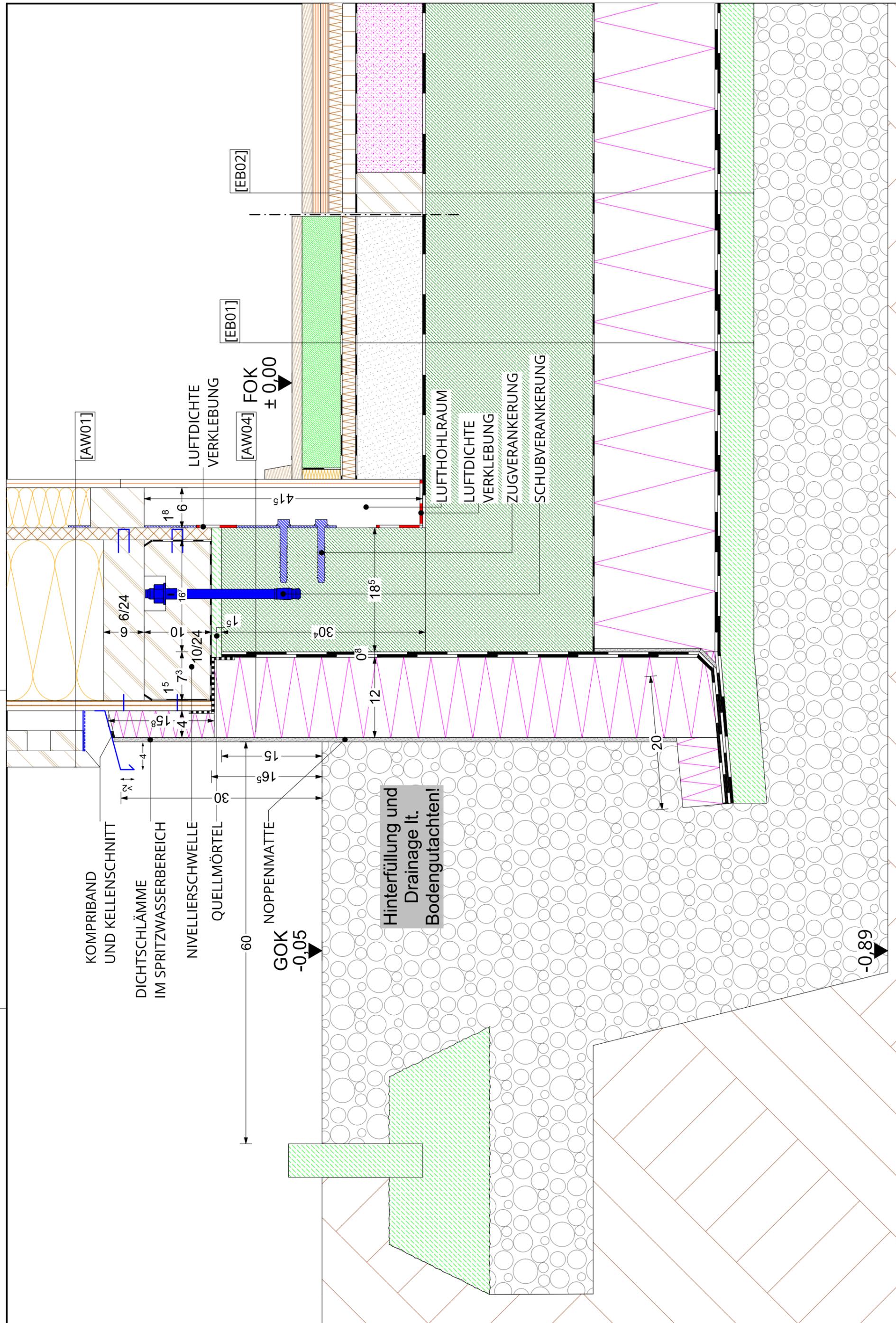
D240-0-1 240 Sockel Plan optimiert

M 1:5

DATUM 16.03.2017

PLANVERFASSTER ANHANG A der Masterarbeit

WOLFGANG PÖLL
Hydrothermische Untersuchung von Detaillösungen und
Entwicklung eines Normenleitfadens für den Holzrahmenbau
UND DAZU GEHÖRIGES AUSWÄRTIGES VERFAHREN FÜR DIE VERLEGENDE ARBEIT



KOMPRIKORBAND
UND KELLENSCHNITT

DICHTSCHLÄMME
IM SPRITZWASSERBEREICH

NIVELLIERMÖRTEL

QUELLMÖRTEL

NOPPENMATTE

GOK
-0,05

Hinterfüllung und
Drainage lt.
Bodengutachten!

-0,89

[AW01]

LUFTDICHTUNG
VERKLEBUNG

[EB01]

[AW04] FOK
± 0,00

[EB02]

LUFTHOHLRAUM

LUFTDICHTUNG
VERKLEBUNG

ZUGVERANKERUNG

SCHUBVERANKERUNG

DETAIL

D240-1-1 Sockel Tief Plan optimiert

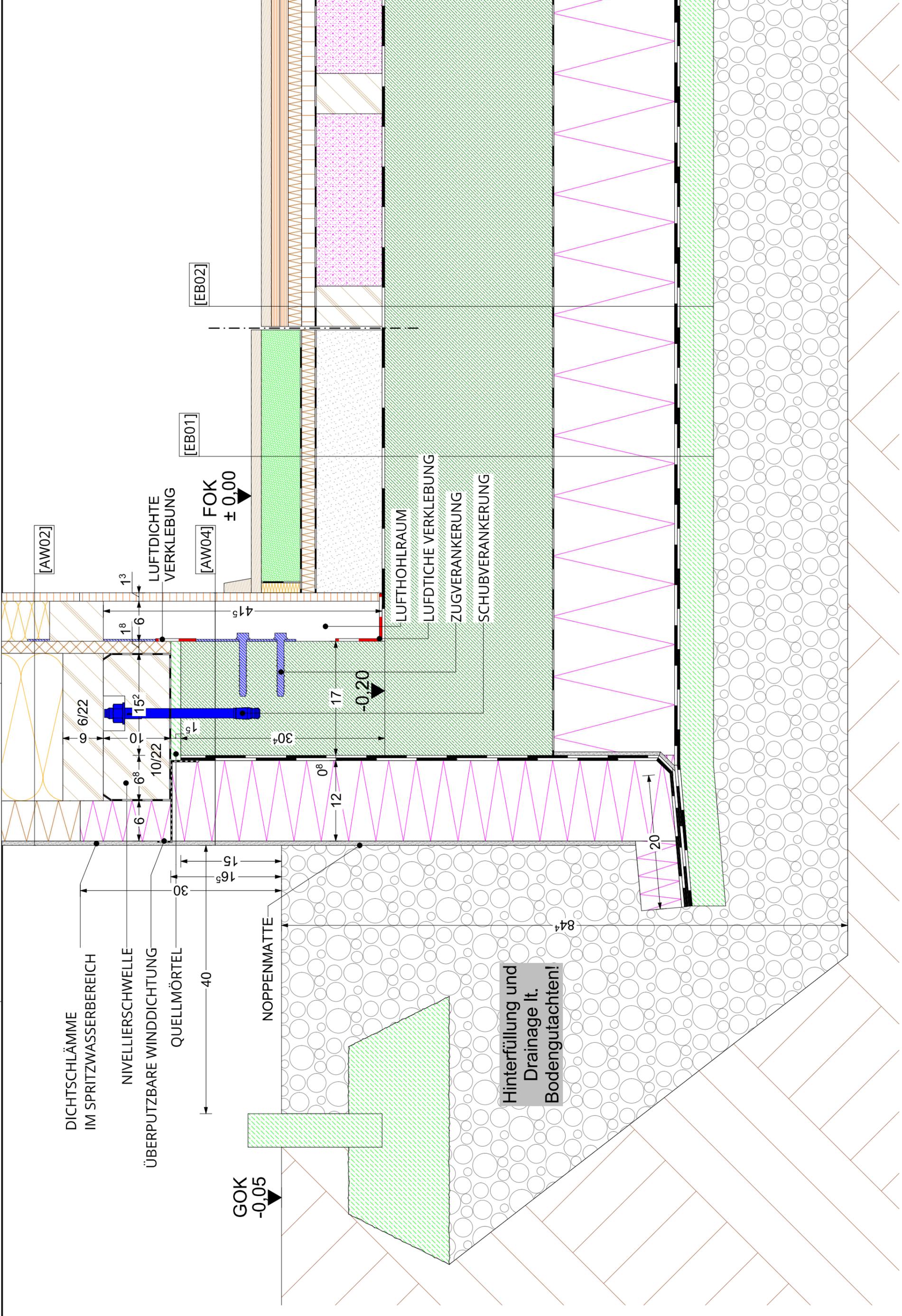
M 1:5

DATUM 16.03.2017

PLANVERFASSER ANHANG A der Masterarbeit

Hydrothermische Untersuchung von Detailslösungen und
Entwicklung eines Normenleitfadens für den Holzrahmenbau

PROJEKTLEITER DIPL.-INGENIEUR DR. DIETMAR WOLFGANG PÖLL



DICHTSCHLÄMME
IM SPRITZWASSERBEREICH

NIVELLIERSCHELLE

ÜBERPUTZBARE WINDDICHTUNG

QUELLMÖRTEL

GOK
-0,05

NOPPENMATTE

Hinterfüllung und
Drainage lt.
Bodengutachten!

LUFTDICHTHE
VERKLEBUNG

[AW04] FOK
± 0,00

LUFTHOHLRAUM

LUFTDICHTHE VERKLEBUNG

ZUGVERANKERUNG

SCHUBVERANKERUNG

[AW02]

[EB01]

[EB02]

6/22

15/2

10/22

6

6

6

18

6

13

4/5

17

30/4

15

12

0/8

20

84/4

-0,20

DETAIL

D220-1-1 220 Sockel Tief Plan optimiert

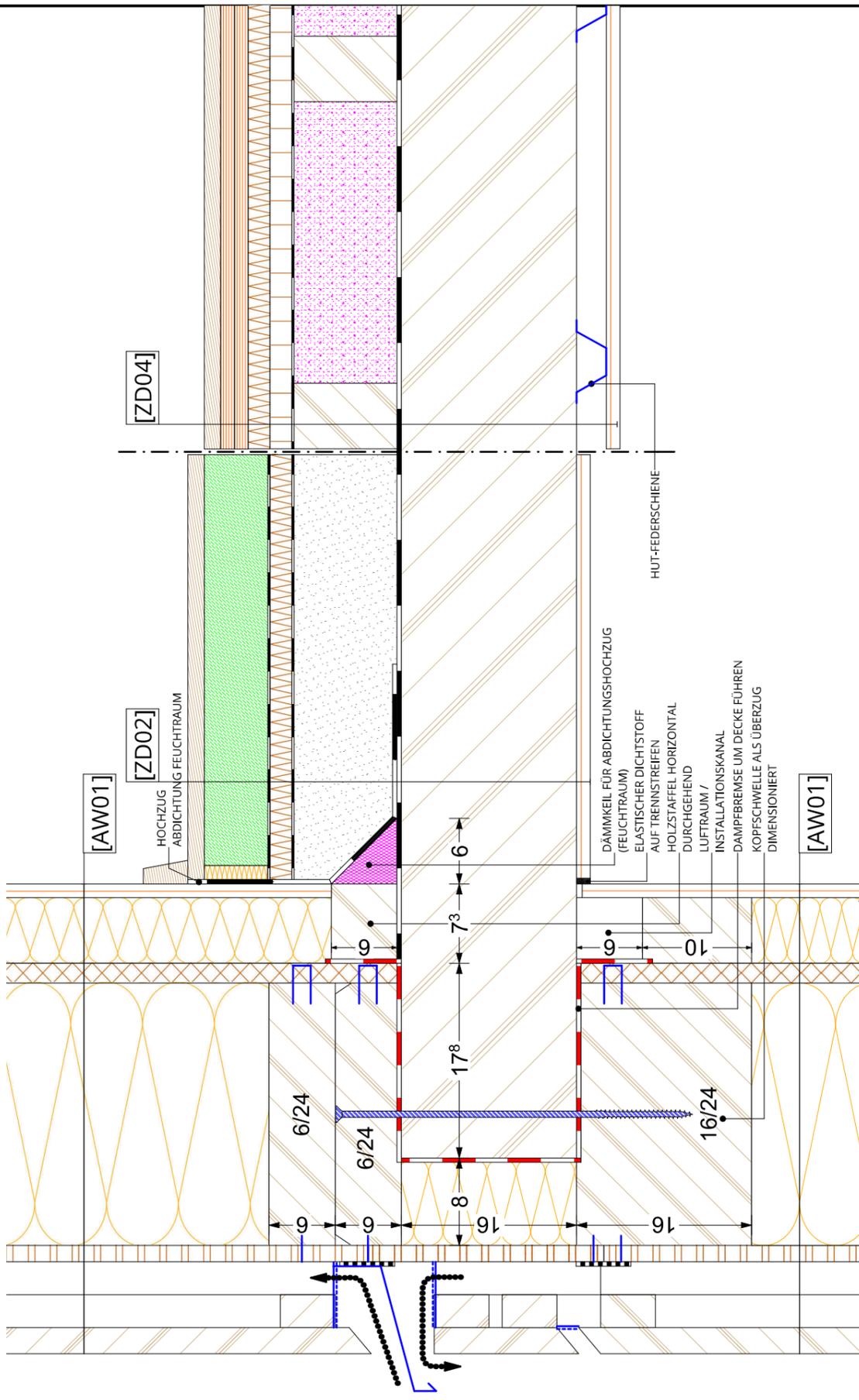
M 1:5

DATUM 16.03.2017

PLANVERFASSTER ANHANG A der Masterarbeit

Hydrothermische Untersuchung von Detaillösungen und
Entwicklung eines Normenleitfadens für den Holzrahmenbau
UND DAS BEI DER AUSWERTUNG NICHT VERWENDET WERDEN DARF.

WOLFGANG PÖLL



[AW01]

[ZD02]

[ZD04]

[AW01]

HOCHZUG
ABDICHTUNG FEUCHTRAUM

DÄMMKEIL FÜR ABDICHTUNGSHOCHZUG
(FEUCHTRAUM)

ELASTISCHER DICHTSTOFF
AUF TRENNSTREIFEN

HOLZSTAFFEL HORIZONTAL
DURCHGEHEND

LUFTRAUM /
INSTALLATIONSKANAL

DAMPFBREMSE UM DECKE FÜHREN

KOPFSCHWELLE ALS ÜBERZUG
DIMENSIONIERT

HUT-FEDERSCHIENE

6

6

6

8

16

16

178

73

6

9

9

10

6/24

6/24

16/24

DETAIL

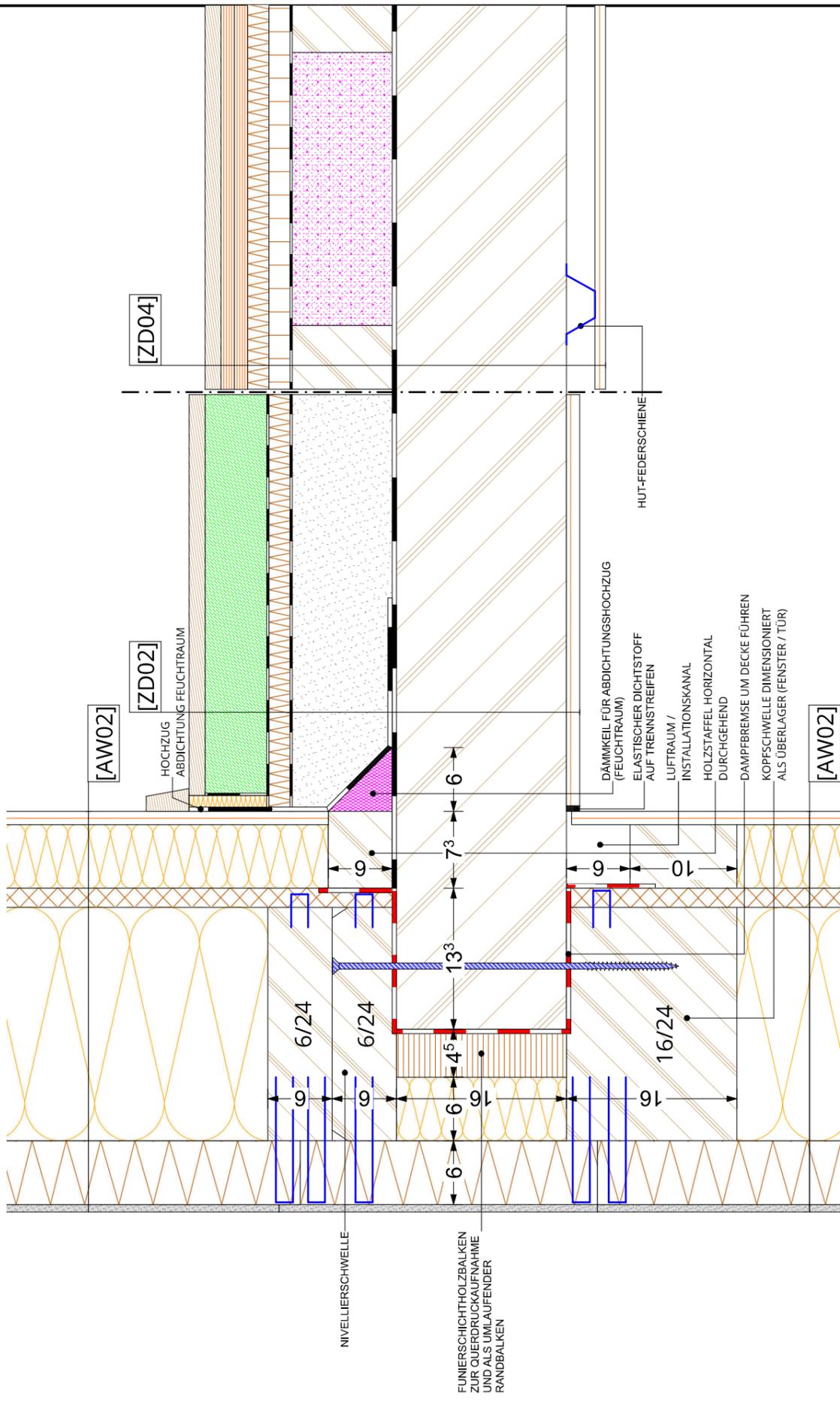
D240-2-1 240 Geschloßstoß Plan optimiert

M 1:5

DATUM 16.03.2017

PLANVERFASSTER ANHANG A der Masterarbeit

WOLFGANG PÖLL
Hydrothermische Untersuchung von Detaillösungen und
Entwicklung eines Normenleitfadens für den Holzrahmenbau
UND DÄRMUNG ZUSAMMEN MIT VERBUNDZULEITUNG FÜR VERBUNDENEN VERBUND



DETAIL

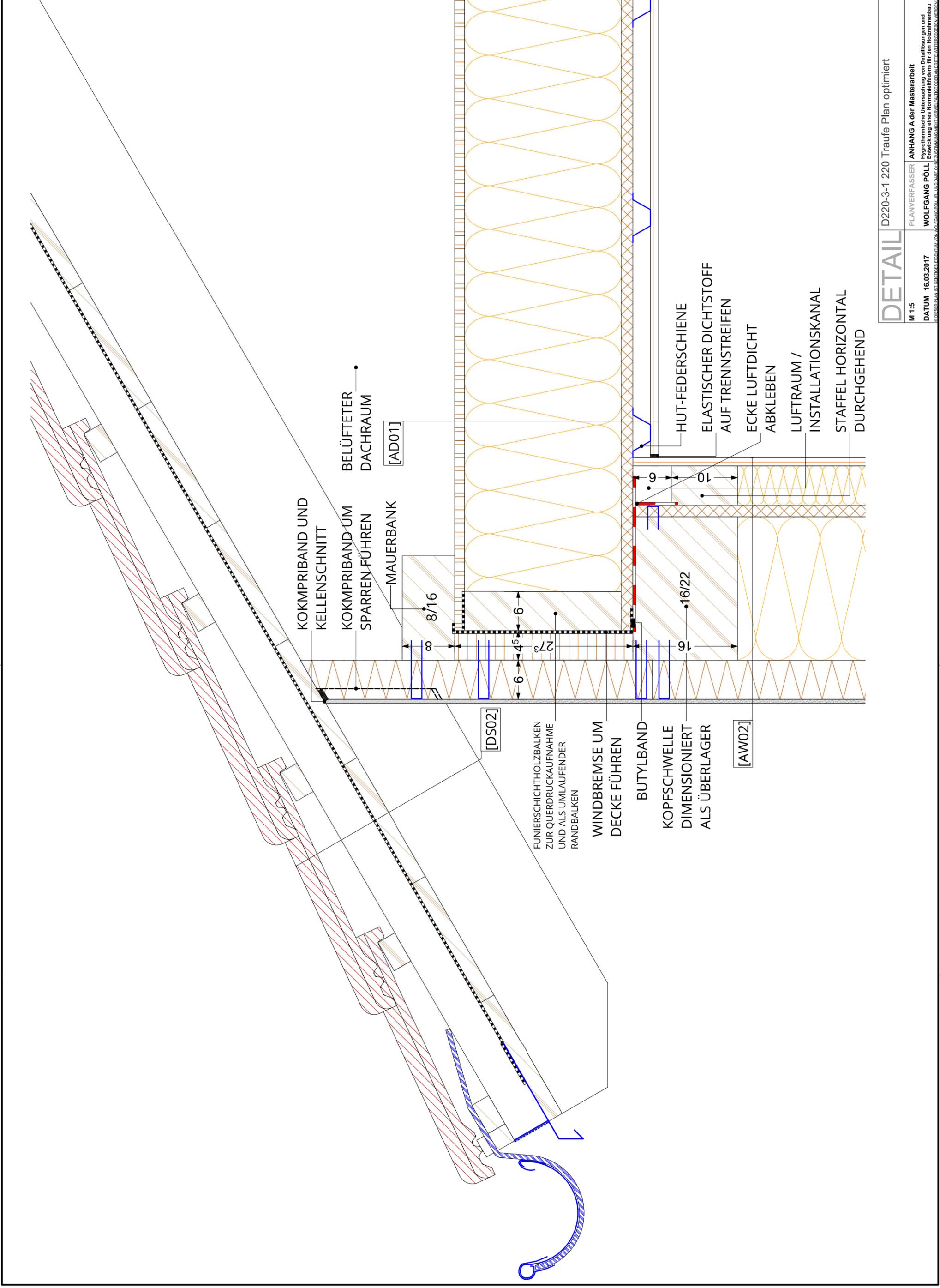
D220-2-1 220 Geschloßstoß Plan optimiert

M 1:5

DATUM 16.03.2017

PLANVERFASSTER ANHANG A der Masterarbeit

WOLFGANG PÖLL
 Hydrothermische Untersuchung von Detailslösungen und
 Entwicklung eines Normenleitfadens für den Holzrahmenbau
 FÜR DIESE DOKUMENTATION VERBODEN DIE VERBODENEN VERFAHREN ZU VERWENDEN

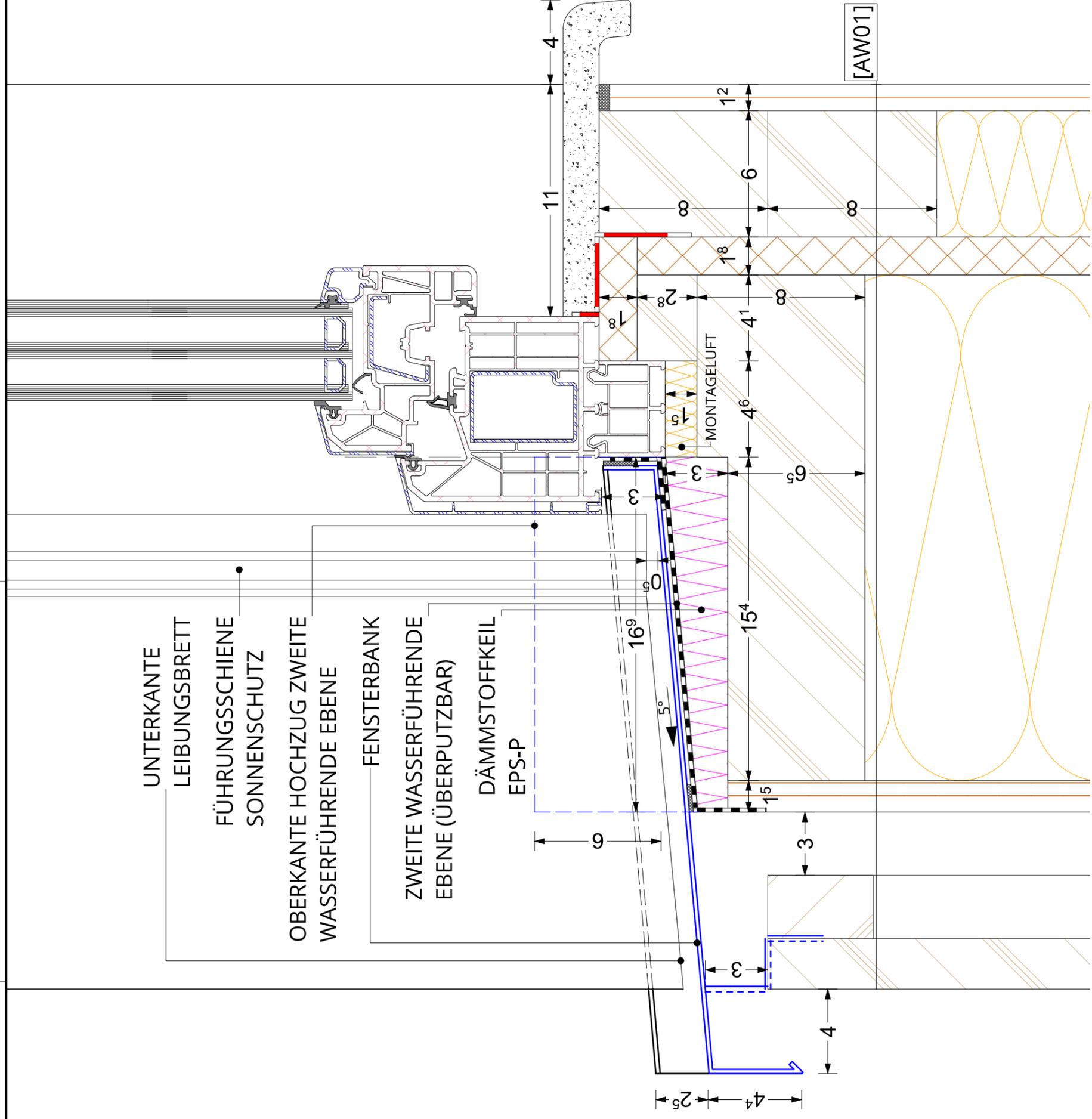


DETAIL

D220-3-1 220 Traufe Plan optimiert

M 1:5
 PLANVERFASSTER ANHANG A der Masterarbeit
 WOLFGANG PÖLL
 DATUM 16.03.2017
 Hydrothermische Untersuchung von Detailslösungen und Entwicklung eines Normenleitfadens für den Holzrahmenbau

UNTERKANTE
 LEIBUNGSBRETT
 FÜHRUNGSSCHIENE
 SONNENSCHUTZ
 OBERKANTE HOCHZUG ZWEITE
 WASSERFÜHRENDE EBENE
 FENSTERBANK
 ZWEITE WASSERFÜHRENDE
 EBENE (ÜBERPUTZBAR)
 DÄMMSTOFFKEIL
 EPS-P



DETAIL

D2404-1 240 Fensterbank Plan optimiert

M 1:2

DATUM 16.03.2017

PLANVERFASSTER ANHANG A der Masterarbeit
 WOLFGANG PÖLL

Hydrothermische Untersuchung von Detaillösungen und
 Entwicklung eines Normenleitfadens für den Holzrahmenbau

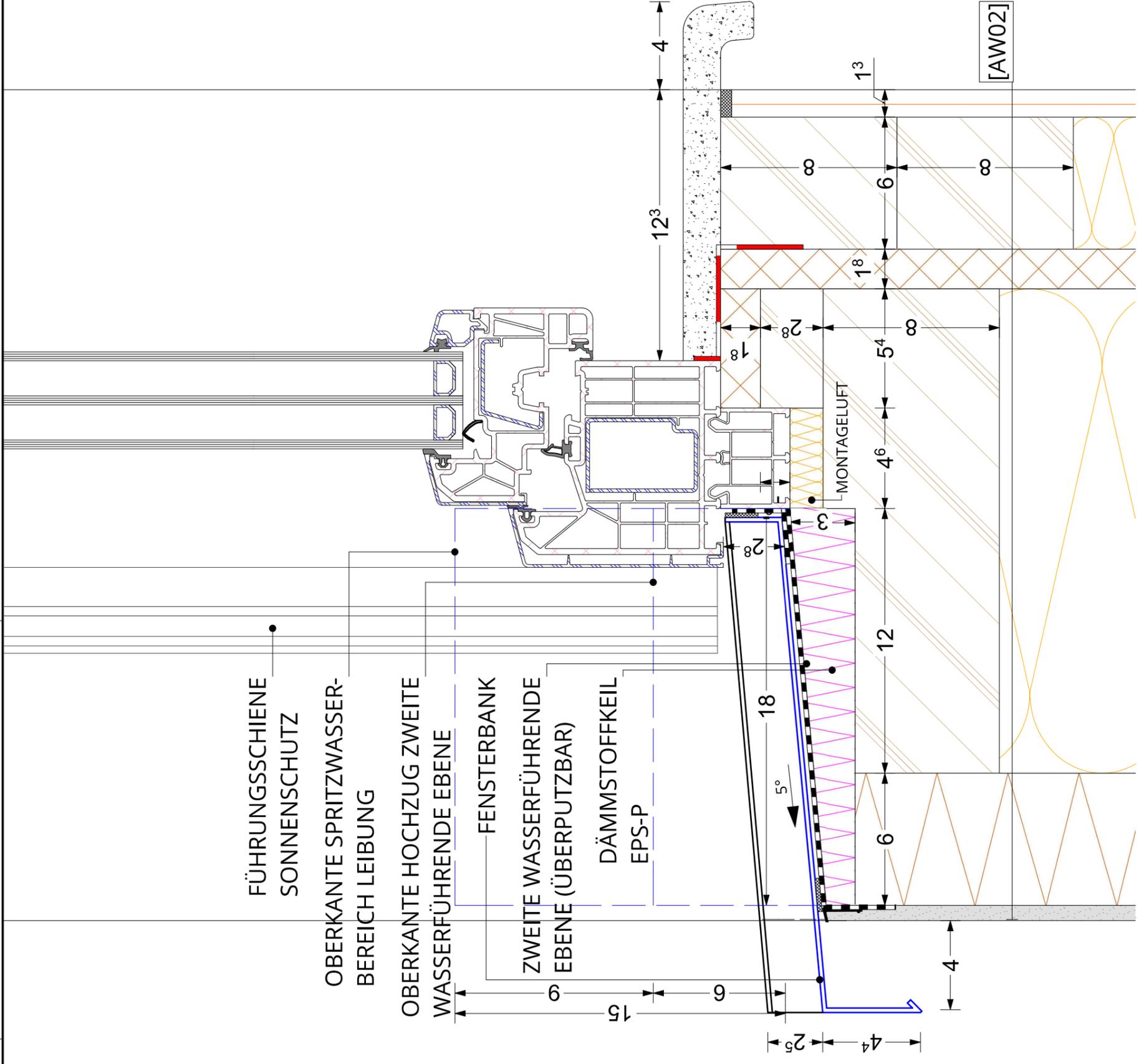
FÜHRUNGSSCHIENE
SONNENSCHUTZ

OBERKANTE SPRITZWASSER-
BEREICH LEIBUNG

OBERKANTE HOCHZUG ZWEITE
WASSERFÜHRENDE EBENE

FENSTERBANK
ZWEITE WASSERFÜHRENDE
EBENE (ÜBERPUTZBAR)

DÄMMSTOFFKEIL
EPS-P



DETAIL

D220-4-1 220 Fensterbank Plan optimiert

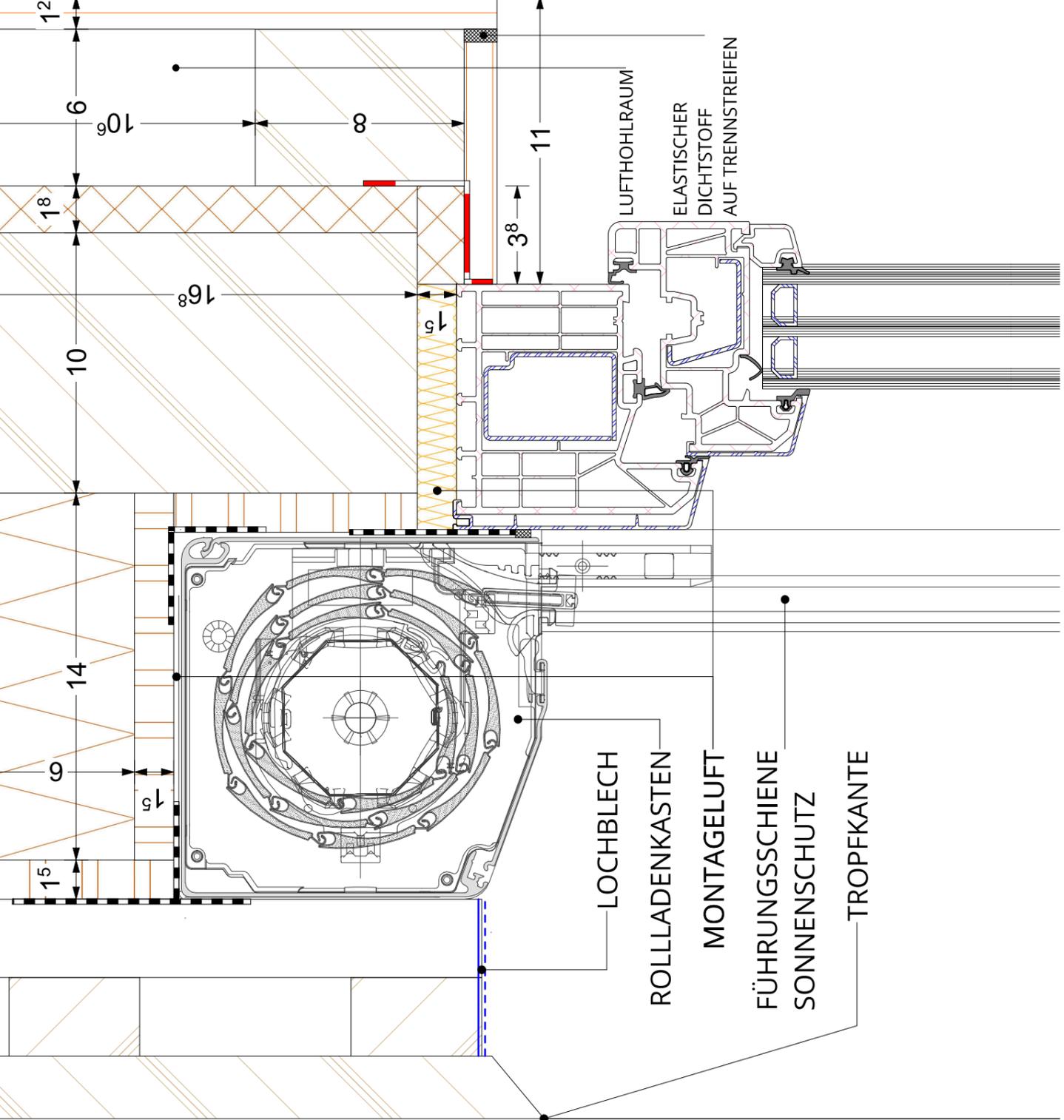
M 1:2

DATUM 16.03.2017

PLANVERFASSTER ANHANG A der Masterarbeit
WOLFGANG PÖLL
Hydrothermische Untersuchung von Detaillösungen und
Entwicklung eines Normenleitfadens für den Holzrahmenbau
FÜR DIESE ANWENDUNG GILT DIE VEREINBARETE NORMENREIHE DER ÖSTERREICHISCHEN

[AW01]

6/24



- LOCHBLECH
- ROLLADENKASTEN
- MONTAGELUFT
- FÜHRUNGSSCHIENE
- SONNENSCHUTZ
- TROPFKANTE

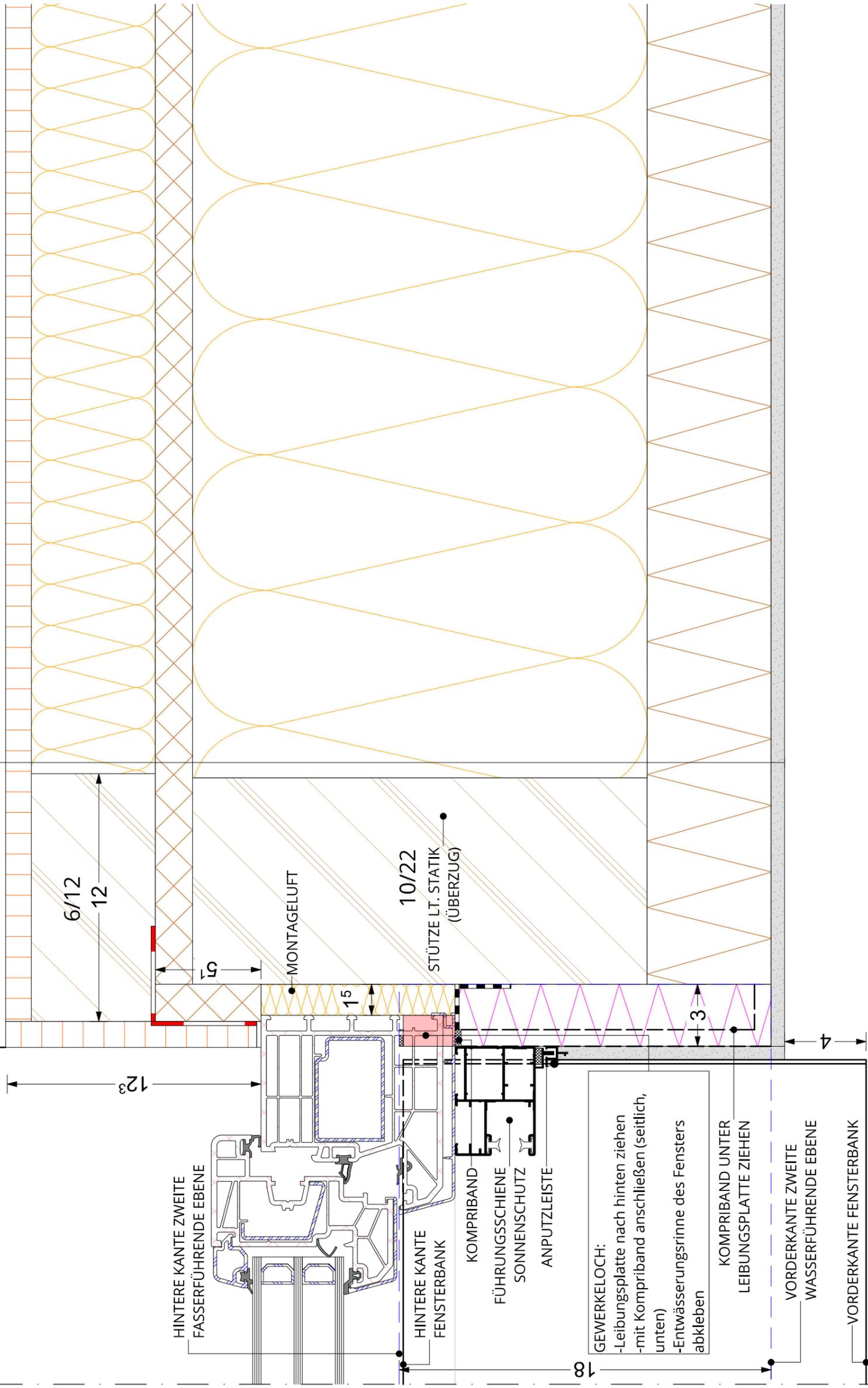
- LUFTHOHLRAUM
- ELASTISCHER DICHTSTOFF AUF TRENNSTREIFEN

DETAIL

D240-5-1 240 Fenstersturz Rol Plan optimiert

M 1:2
PLANVERFASSTER ANHANG A der Masterarbeit
DATUM 16.03.2017 WOLFGANG PÖLL
Hydrothermische Untersuchung von Detaillösungen und Entwicklung eines Normentwürfs für den Holzrahmenbau
FÜR DIESECHEN/INSTITUT FÜR BAUFORSCHUNG UND BAUTECHNIK, UNIVERSITÄT ZÜRICH, SCHWYZERLAND

[AW02]



DETAIL

D220-7-1 220 Fenster Rol Horizontalchnitt
Plan optimiert

M 1:2

DATUM 16.03.2017

PLANVERFASSTER ANHANG A der Masterarbeit

WOLFGANG PÖLL
Hydrothermische Untersuchung von Detaillösungen und
Entwicklung eines Normenleitfadens für den Holzrahmenbau
UND DAZU GEHÖRIGES AUSWÄRTIGES VERFAHREN FÜR DIE VERFÜHRUNG VON