

VHF PLANUNG UND AUSFÜHRUNG

FVHF-Leitlinien

Planung und Ausführung
von Vorgehängten Hinterlüfteten Fassaden (VHF)

Stand: 01.07.2025

Vorwort

Die Ursprünge der Vorgehängten Hinterlüfteten Fassade liegen in den historischen Schindel-Bekleidungen. Die Schindeln wurden entsprechend der regional vorkommenden Rohstoffe aus unterschiedlichen Materialien hergestellt. Die bekanntesten sind die Holzschindeln aus Süddeutschland, Sandstein aus dem Harz und Schiefer aus dem Rheinland. Auf dieser Grundlage entwickelte sich das technisch ausgereifte System mit präzise aufeinander abgestimmten Komponenten und vielfältigen Schutzfunktionen.

Merkmal einer Vorgehängten Hinterlüfteten Fassade ist die trennende Luftschicht (Hinterlüftungsraum) zwischen gedämmter oder ungedämmter Außenwand und Bekleidung (Witterungsschutz). Neben diesem bauphysikalischen Vorteil ermöglicht die Vorgehängte Hinterlüftete Fassade mit vielfältigen Bekleidungen architektonisch anspruchsvolle Fassaden zu schaffen.

Die **FVHF-Leitlinie Planung und Ausführung von Vorgehängten Hinterlüfteten Fassaden** ist ein praxisorientierter Handlungsleitfaden für Bauherren, Planer und Verarbeiter.

Die Leitlinie ist eine wichtige Erkenntnisquelle für die fachgerechte Planung und Ausführung von Regelkonstruktionen. Sie kann nicht alle möglichen Sonderfälle erfassen, in denen weitergehende oder einschränkende Maßnahmen geboten sind. Durch die Anwendung dieser Leitlinie entzieht sich niemand der Verantwortung für sein Handeln.

Technischer Stand 06/2025

Alle Hinweise, technischen und zeichnerischen Angaben entsprechen dem derzeitigen technischen Stand sowie den darauf beruhenden Erfahrungen der FVHF-Projektgruppe. Eine Haftung des FVHF e. V. ist ausgeschlossen. Dies betrifft auch Druckfehler und nachträgliche Änderungen technischer Angaben.

Impressum

Fachverband Baustoffe und Bauteile
für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e.V. (FVHF)
Redaktion: Georg Stauber, FVHF-Projektgruppe

Sitz des Verbandes:
Kurfürstenstraße 129, 10785, Berlin, www.fvhf.de
Vereinsregister: Amtsgericht Charlottenburg VR 20139 B
Geschäftsführer: Wolfgang Häußler
Vorstandsvorsitzender: Andreas Reinhardt

Inhalt

1	Allgemein.....	4
1.1	Geltungsbereich.....	4
1.2	Begriffe.....	5
1.3	Allgemeine Hinweise für die Planung	6
1.3.1	Bauvorlage	6
1.3.2	Nachweis der Verwendbarkeit	6
1.3.3	Standsicherheit.....	7
1.3.4	Bauphysik.....	8
1.3.5	Brandschutz.....	8
1.3.6	Wärmeschutz.....	9
1.4	Nachhaltigkeit der VHF	10
2	Planung und Ausführung	11
2.1	Vorgaben für die Planung	11
2.2	Inhalte der Objekt-, Fach und Werkplanung	11
2.3	Grundsätze der Planung	12
2.4	Verankerungsgrund	14
2.5	Sockelausbildung	16
2.6	Verankerungs-, Verbindungs- und Befestigungselemente	17
2.6.1	Verankerungselemente	18
2.6.2	Verbindungselemente.....	20
2.6.3	Befestigungselemente.....	20
2.7	Unterkonstruktion	21
2.7.1	Holzunterkonstruktion.....	21
2.7.2	Holz-Metallunterkonstruktion	22
2.7.3	Metallunterkonstruktion	22
2.7.4	Thermische Trennelemente.....	22
2.7.5	Wärmebrückenarme Unterkonstruktion.....	23
2.7.6	Tragprofile.....	23
2.8	Wärmedämmung	24
2.9	Hinterlüftung	25
2.10	Bekleidung	26
2.11	Blitzschutz	28
3	Toleranzen	31
3.1	Allgemein	31
3.2	Rohbautoleranzen und Toleranzen der Vorgewerke	31
3.3	Herstelltoleranzen der verwendeten Systemkomponenten	32
3.4	Toleranzen aus der Fertigung und Montage	32
3.5	Empfehlungen für die Vereinbarung von Toleranzen.....	32
3.6	Abnahme der fertigen Leistung.....	33
4	Prinzipskizzen	34
5	Normative Verweisungen (Auszug) / Literaturverzeichnis.....	50

1 Allgemein

1.1 Geltungsbereich

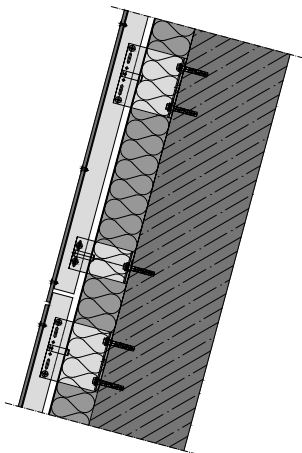
Die vorliegende Leitlinie gilt für die Planung, Bemessung, Konstruktion und Ausführung von Vorgehängten Hinterlüfteten Fassaden mit Bekleidungen auf Metall- und Holzunterkonstruktionen. Sie legt Grundsätze und Mindestanforderungen für dauerhafte und standsichere hinterlüftete Außenwandbekleidungen fest.

Für den Begriff „Außenwandbekleidung, hinterlüftet“ findet auch der Begriff „vorgehängte hinterlüftete Fassade“ gleichbedeutend Anwendung.

Für kleinformatische (Fläche $\leq 0,4 \text{ m}^2$ und Gewicht $\leq 5 \text{ kg}$) und brettformatige (Breite $\leq 30 \text{ cm}$ und Unterstützungsabstand durch die Unterkonstruktion $\leq 85 \text{ cm}$) Fassadenbekleidungen wie Wand-schindeln, handwerklich hergestellte Wandbekleidungen usw. werden von dieser Leitlinie nicht geregelt.

Auf geneigte Fassadenbereiche und Deckenuntersichten ist dieses Dokument sinngemäß anwendbar. Besondere konstruktive Anforderungen an die Bekleidungs-, Befestigungs-, Verankerungselemente und Dämmung sind zu prüfen.

Vertikalschnitte durch verschiedene Einbausituationen:



1)* - Hier gilt es, je nach Neigung und Einteilung der Fassadenfläche, (Fugenausbildung, Plattengröße) bauwerksbezogen eine wasserführende Schicht zu planen und die höhere Bewitterungsbeanspruchung zu berücksichtigen. Gegebenenfalls sind mit Schnee- und Eislasten zu rechnen.

Abbildung 1 (1): Nach innen geneigte Fassade^{1)*} |
Zeichnung: FVHF e.V.

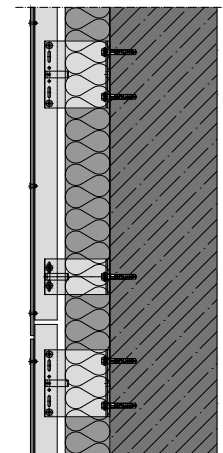


Abbildung 1(2): Originärer Anwendungsbereich der Vorgehängten Hinterlüfteten Fassade | Zeichnung: FVHF e.V.

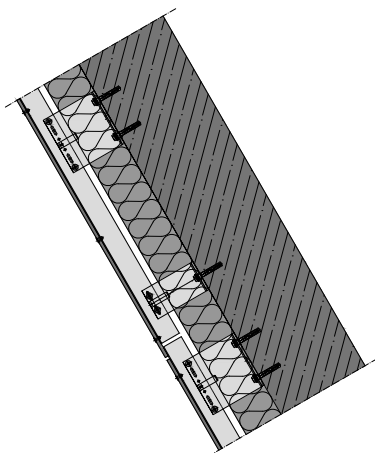


Abbildung 1 (3): Nach außen geneigte Fassade |
Zeichnung: FVHF e.V.

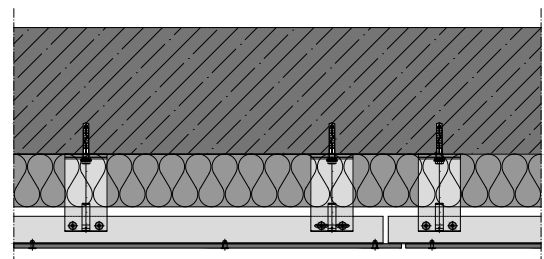


Abbildung 1 (4): Deckenuntersicht | Zeichnung: FVHF e.V.

1.2 Begriffe

Die Vorgehängte Hinterlüftete Fassade (VHF) besteht aus folgenden Komponenten:

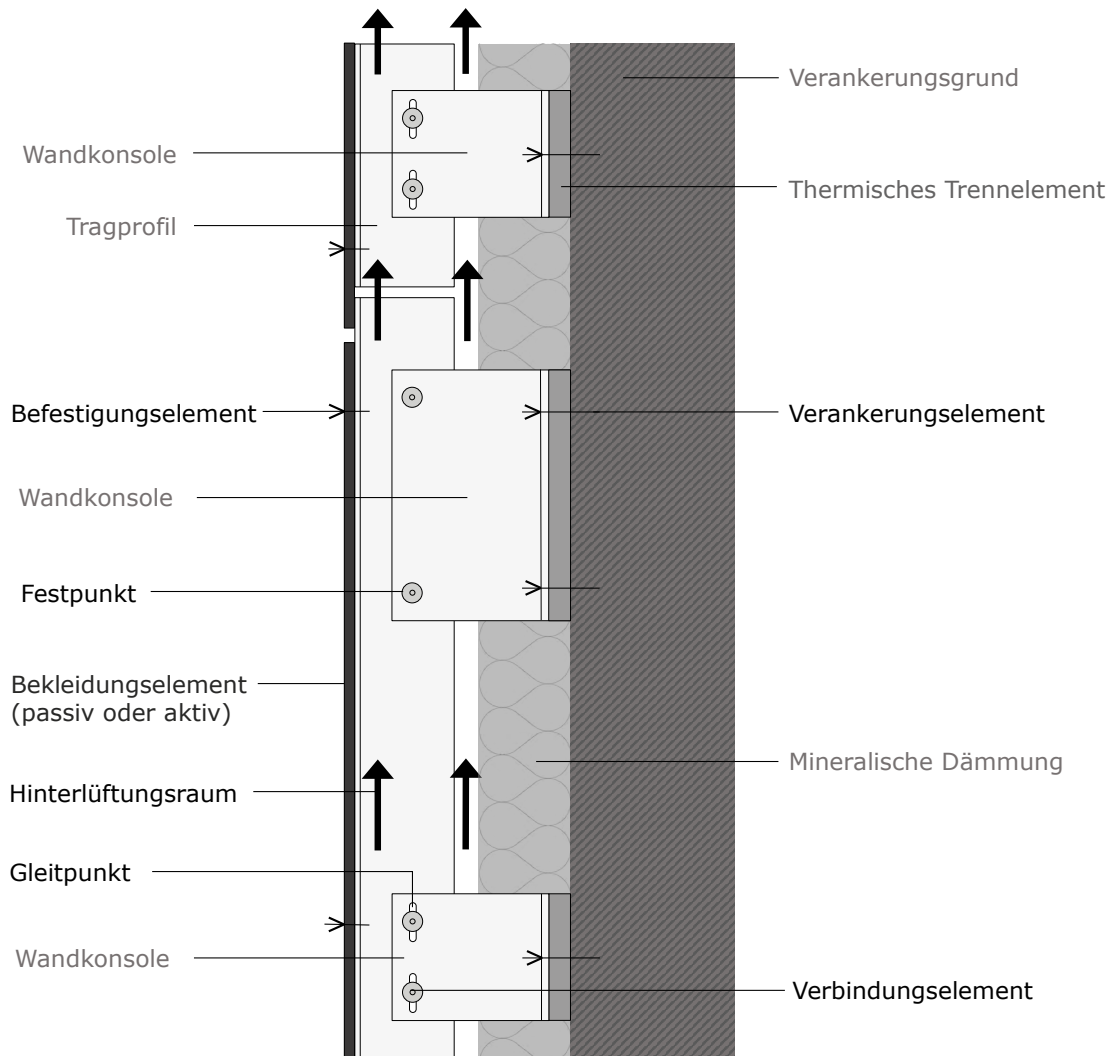


Abbildung 2: Systemkomponenten | Skizze: FVHF e.V.

Verankerungsgrund (Außenwand)

Raumabschließendes Bauteil des Gebäudes, welches die Lasten aus der VHF weiterleitet.

Verankerungselement

Bauteil, das die Unterkonstruktion im Verankerungsgrund verankert.

Unterkonstruktion

Die Unterkonstruktion ist das statische Bindeglied zwischen dem Verankerungsgrund und dem Bekleidungselement.

Sie besteht aus:

- Gegebenenfalls thermischen Trennelementen
- Wandkonsolen
- Vertikalen und/oder horizontalen Tragprofilen
- Gegebenenfalls Schalungen

Verbindungselement

Bauteil, das die Unterkonstruktionselemente (Tragprofil, Wandkonsole) untereinander verbindet.

Wärmedämmung

Optionale Dämmschicht zwischen Verankerungsgrund und Hinterlüftungsraum.

Hinterlüftungsraum

Von Außenluft durchströmter Raum zwischen Bekleidungselement und Wärmedämmung/Verankerungsgrund.

Befestigungselement

Bauteil, das die Bekleidungselemente an der Unterkonstruktion befestigt.

Bekleidungselement

Äußere Schicht der Vorgehängten Hinterlüfteten Fassade, die dem Witterungsschutz sowie der Fassadengestaltung dient.

Ergänzungsteile

z. B.:

- Profile für Gebäudeecken, Sockel
- Fensterbänke, Laibungen und Stürze
- Lüftungsprofile, Luftsperrn
- Brandsperren, Attikaabdeckung

1.3 Allgemeine Hinweise für die Planung

1.3.1 Bauvorlage

Im ersten Schritt ist eine Überprüfung der Genehmigungspflicht bei der Errichtung oder baulichen Veränderung einer Fassadenkonstruktion durch den Bauherrn erforderlich.

Eine Genehmigungsfreiheit für eine VHF kann vorliegen, darf jedoch niemals pauschal vorausgesetzt werden.

Grundsätzlich sind auch bei genehmigungsfreien Baumaßnahmen alle übrigen rechtlichen Anforderungen einzuhalten. Hat der Bauherr selbst nicht das erforderliche Fachwissen, muss er für eine sachgerechte Planung und Ausführung fachkundige Planer und Ingenieure hinzuziehen.

Wesentliche Bestandteile der Bauvorlage sind zeichnerische Darstellungen, statische Nachweise, sowie Angaben zur Konstruktion, sowie der zu verwendenden Baustoffe. Aus den Unterlagen müssen die Unterkonstruktion, die Bekleidung und die Wärmedämmschicht mit den entsprechenden Eigenschaften und Bauelementen hervorgehen.

Die Einhaltung der Anforderungen an den Brand-, Wärme-, Feuchte- und Schallschutz etc. ist nachzuweisen.

1.3.2 Nachweis der Verwendbarkeit

Für eine zu errichtende VHF muss gemäß den Landesbauordnungen die Verwendbarkeit nachgewiesen werden.

Art und Umfang der Nachweise sind vom einzelnen Objekt abhängig.

Sie umfassen in der Regel folgendes:

- Brandverhalten
- Nachhaltigkeit z. B. Lebensdauer
- ggf. schallschutztechnische Eigenschaften
- mechanische Eigenschaften z. B. Festigkeit
- wärmeschutztechnische Eigenschaften
- Hinweise zur Instandhaltung

Der Nachweis der Verwendbarkeit der VHF in ihren einzelnen Bestandteilen (Unterkonstruktion; Verankerungs-, Verbindungs-, und Befestigungselemente; Dämmstoffe und Bekleidungselemente) ist nach Norm, allgemeinem bauaufsichtlichen Prüfzeugnis (abP), allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ), allgemeine Bauartgenehmigung (aBG) oder Europäisch Technischer Zulassung/Bewertung (ETA) (CE-Kennzeichnung/Leistungserklärung) zu führen. Ist dies nicht möglich, muss eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE) oder einer vorhabenbezogenen Bauartgenehmigung (vBG) vorliegen.

Wenn in dem Verwendbarkeitsdokument von bspw. Bekleidungselementen entsprechende Angaben zur Beschaffenheit der Unterkonstruktion und den Befestigungs-, Verankerungs- und Verbindungsmitteln enthalten sind, sind diese zu berücksichtigen.

1.3.3 Standsicherheit

Der Standsicherheitsnachweis ist, inklusive aller Einzelnachweise, in einer prüffähigen Form auf Grundlage der geltenden Normen und Richtlinien zu erbringen.

Der Standsicherheitsnachweis hat insbesondere die statische Berechnung der Unterkonstruktion, der Bekleidungselemente und deren Befestigung sowie der Verankerungs- und Verbindungselemente zu beinhalten. Für Maßabweichungen des raumabschließenden Bauteils ist ein Zuschlag von mindestens 20 mm zur geplanten Ausladung der Unterkonstruktion (Wärmedämmung + Hinterlüftungsraum) anzusetzen. Werden größere Ebenheitsabweichungen festgestellt, müssen diese beim Standsicherheitsnachweis berücksichtigt werden.

Randabstände der Verankerungs-, Verbindungs- und Befestigungselemente und konstruktive Vorgaben des Herstellers sind zu beachten.

Folgende Einwirkungen sind zu berücksichtigen:

- Eigenlasten nach DIN EN 1991-1-1 in Verbindung DIN EN 1991-1-1 / NA
- Windlasten nach DIN EN 1991-1-4 in Verbindung DIN EN 1991-1-4 / NA
- Schneelasten nach DIN EN 1991-1-3 in Verbindung DIN EN 1991-1-3 / NA
- behinderte Formänderungen / Zwängungen
- Sonderlasten, z. B. Anbauteile

Bei einer durchlässigen Außenwandbekleidung nach DIN EN 1991-1-4 / NA darf der im Hinterlüftungsraum entstehende Innendruck berücksichtigt werden. Beispiele für dauerhafte, vertikale Luftsperrern (Windsperrern) sind in der DIN 18516-1; 2024-10, Anhang B enthalten.

Eine durchlässige Außenwandbekleidung setzt folgende Punkte voraus:

- Tiefe Hinterlüftungsraum < 100 mm;
- Fuganteil $\geq 0,75$ % (Fläche der offenen Fugen / Fläche der Außenwandbekleidung);
- Luftsperrern an den vertikalen Gebäudeecken;
- Die Fläche der Öffnungen muss gleichmäßig über die Gesamtfläche der Außenwandbekleidung verteilt sein;

Alle Teile der VHF (insbesondere Bekleidung und Unterkonstruktion) sind in der Regel zwängungsfrei und unter Berücksichtigung der materialspezifisch bedingten Längenänderungen durch Temperatur und Feuchte zu montieren. Bei behinderter Formänderung der Außenwandbekleidung und der Unterkonstruktion sind die daraus entstehenden Beanspruchungen beim Standsicherheitsnachweis zu berücksichtigen.

Für temperaturbedingte Form- und Längenänderungen ist eine mittlere Einbautemperatur von +10 °C sowie Grenztemperaturen von –20 °C bis +80 °C zu berücksichtigen. Werden Bauteile unverschieblich miteinander verbunden, die in verschiedene Himmelsrichtungen orientiert sind, sind aufgrund von Verschattungseffekten Temperaturdifferenzen von bis zu 35 K anzusetzen (siehe DIN 18516-1: 2024-10, Abschnitt 5.2 Formänderungen), wenn nicht anderweitig geregelt.

1.3.4 Bauphysik

Beim Wärme-, Feuchte-, Schall- und Brandschutz ist das Zusammenwirken der Außenwand mit der VHF zu berücksichtigen.

Es gelten insbesondere die Bestimmungen der folgenden Normen und Verordnungen:

- DIN 4108 - Wärmeschutz im Hochbau
- DIN 4109 - Schallschutz und Raumakustik im Hochbau; ergänzende Hinweise finden Sie in der Leitlinie [„VHF-Schall“ des FVHF](#)
- GEG (Gebäudeenergiegesetz)

Wärmebrücken verursacht durch Verankerungselemente, Unterkonstruktion, Anschlussbleche und gegebenenfalls vorhandene metallische Dämmstoffhalter etc. sind zu berücksichtigen.

Konstruktiv bedingte Wärmebrücken z. B. durch Fensteranschlüsse oder Regenfallrohre in der Wärmedämmung müssen vom Planer bewertet werden.

Die VHF hat keine raumabschließende Funktion und trägt nicht zur Luftdichtheit des Gebäudes bei. Die Luftdichtheit wird beispielsweise durch den Innenputz und fachgerecht installierte Tür- und Fensterelemente gewährleistet.

Anforderungen an die Hinterlüftung sind im Abschnitt 2.9 beschrieben.

1.3.5 Brandschutz

Gemäß § 28 Abs. 4 in Verbindung mit Abs. 5 sowie nach § 30 Abs. 7 der Musterbauordnung (MBO) sind bei hinterlüfteten Außenwandbekleidungen, die geschossübergreifende Hohlräume haben, Vorkehrungen gegen die Brandausbreitung zu treffen.

Im Abschnitt A 2.2 mit der laufenden Nr. 2.2.1.6 der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmung (MVV TB) sind mögliche Vorkehrungen im Anhang 6 beschrieben. Gemäß Anhang 6 der MVV TB muss bei der VHF mit geschossübergreifenden Hohlräumen die Wärmedämmung nichtbrennbar sein. Die Tiefe des Hinterlüftungsraumes darf nicht größer sein als:

- 60 mm bei der Verwendung von Unterkonstruktionen aus Holz und
- 300 mm bei Unterkonstruktionen aus Metall.

Bei Gebäuden bis einschließlich der Gebäudeklasse 5 sind stabförmige Unterkonstruktionen aus Holz zulässig.

Als zusätzliche bauliche Maßnahme zur Behinderung der Brandausbreitung werden in der MVV TB Brandsperren beschrieben. Diese sind ab Gebäudeklasse 4 in jedem zweiten Geschoss einzubauen.

Anforderungen an die Baustoffklasse die vertikale Fassadenanwendung von VHF-Komponenten nach Musterbauordnung:

Gebäudeklasse (GK)	Gebäudehöhe*	Unterkonstruktion	Dämmstoff	Fassadenbekleidung
1-3	bis 7 Meter	normalentflammbar	normalentflammbar °	normalentflammbar
4 + 5	7 - 22 Meter	normalentflammbar**	nichtbrennbar	schwerentflammbar**
Hochhäuser	ab 22 Meter	nichtbrennbar	nichtbrennbar	nichtbrennbar

Tabelle 1: Baustoffanforderungen nach Gebäudehöhe

- ° Der FVHF empfiehlt nichtbrennbare mineralische Dämmstoffe für alle Gebäudeklassen des Typs WAB nach DIN 4108-10.
- * Höhe im Sinne der MBO ist das Maß der Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses, in dem ein Aufenthaltsraum möglich ist, über der Geländeoberfläche im Mittel.
- ** Wenn die Brandausbreitung ausreichend lange begrenzt ist (siehe MBO § 28 Außenwände).

In der FVHF-Leitlinie [„Brandschutztechnische Vorkehrungen für Vorgehängte Hinterlüftete Fassaden“](#) werden diese Vorgaben interpretiert und präzisiert. Diese dient der objektspezifischen Abstimmung mit dem zuständigen Brandschutzsachverständigen.

Für Sonderbauten und Gebäude in Holzbauweise sind gesonderte Vorschriften zu beachten.

1.3.6 Wärmeschutz

Bei Neubau und Sanierung muss gemäß des aktuellen Gebäudeenergiegesetzes (GEG) im Regelfall ein Wärmeschutznachweis erbracht werden. Die DIN 4108-2 beschreibt den Mindestwärmeschutz für Bauteile.

Bestandteil des Wärmeschutznachweises ist die rechnerische Bewertung und Bilanzierung von Wärmebrücken in der Gebäudeaußenhülle. Für Außenwände mit VHF ist dabei das Zusammenwirken von Verankerungsgrund, Unterkonstruktion und Wärmedämmung zu berücksichtigen.

Punktuelle oder lineare Wärmebrücken, welche durch die konstruktiv erforderliche Durchdringung der Wärmedämmschicht entstehen, sind bei der Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten zu berücksichtigen.

Für den Nachweis ist die **Richtlinie zur Bestimmung der wärmetechnischen Einflüsse von Wärmebrücken bei vorgehängten hinterlüfteten Fassaden** heranzuziehen.

Bei Außenwänden mit VHF wird die Wärmedämmschicht sowie das Vorhandensein einer Hinterlüftung (Wärmeübergangswiderstand außen) für den Schichtenaufbau des Bauteilnachweises berücksichtigt (RSi = RSe).

Für die Vordimensionierung der Wärmedämmung und Unterkonstruktion im frühen Planungsstadium wird das [FVHF-Effizienz-Tool](#) mit den Effizienzklassen für die Unterkonstruktion empfohlen.

1.4 Nachhaltigkeit der VHF

Die Vorgehängte Hinterlüftete Fassade mit ihrem durchdachten Baukastensystem aus Unterkonstruktion mit zugelassenen Verankerungs-/Verbindungsmiteln, Wärmedämmung und Fassadenbekleidung, bietet für jeden Einsatzbereich die ideale Lösung. Dank der konstruktiven Trennung von Wärme- und Witterungsschutz sind VHF nicht nur energieeffizient, langlebig und wirtschaftlich, sondern auch wiederverwend- und recyclebar.

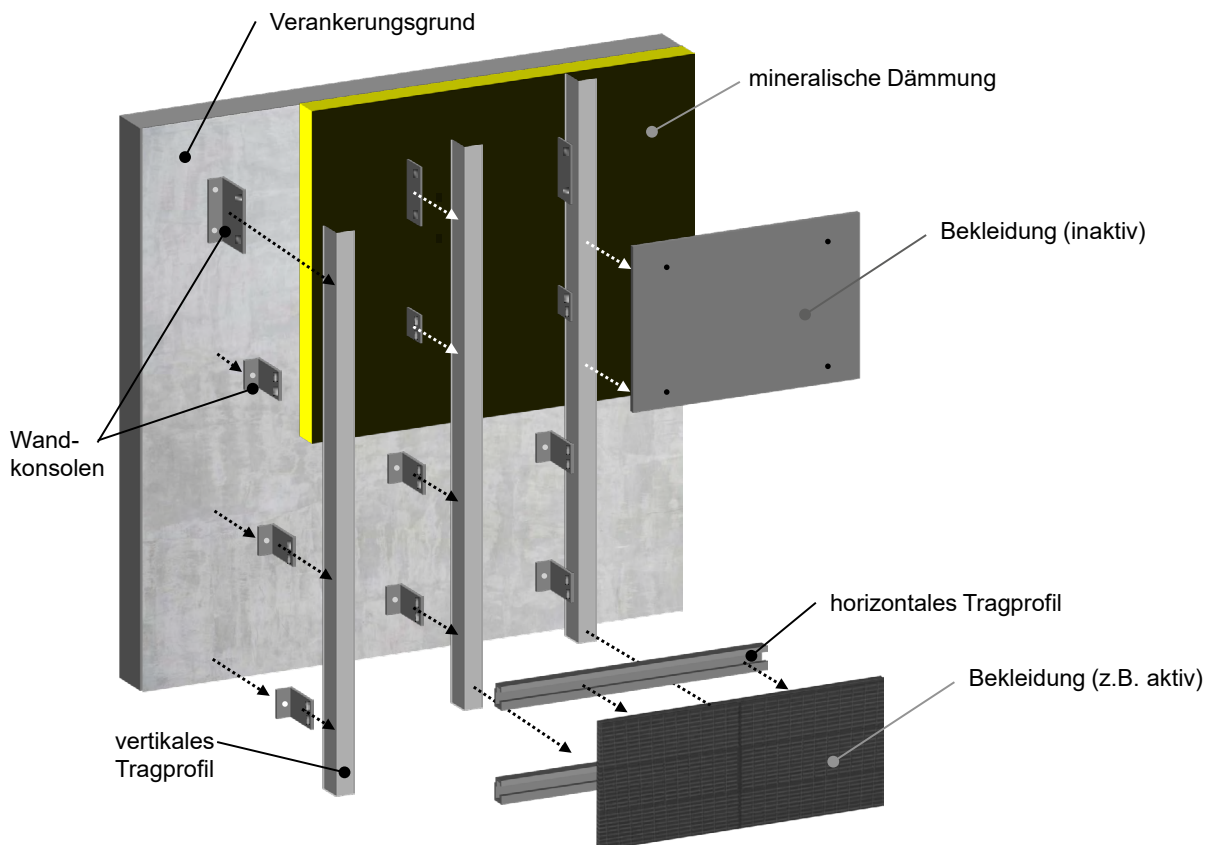


Abbildung 3: Demontage einer VHF | Quelle: FVHF e. V.

Beim „Nachhaltigen Bauen“ ist heute die Frage wichtig, was mit Gebäuden und den darin verbauten Rohstoffen am Ende ihrer Lebensdauer geschieht. Von Vorteil sind dabei Systeme wie die VHF, die wie ein Baukasten funktionieren und einen geordneten Rückbau mit sortenreiner Trennung ermöglichen. So können die Bauteile nach ihrer Nutzung wiederverwendet oder in den Wertstoffkreislauf zurückgeführt werden.

Nachhaltigkeit ist ein Handlungsprinzip, das mit dem wachsenden Bewusstsein über die Endlichkeit unserer Ressourcen immer bedeutender wird. In den vergangenen Jahren wurde das Nachhaltige Bauen mit der Lebenszyklusbetrachtung um einen weiteren wichtigen Aspekt ergänzt: Neben dem angestrebten Gleichgewicht von ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Faktoren in der Bau- und Nutzungsphase, steht dabei die Frage im Vordergrund, was mit Gebäuden und den darin verbauten Rohstoffen am Ende ihrer Lebensdauer geschieht. Aufgrund der repräsentativen Wirkung von Fassaden sind nachhaltige Systeme an der Gebäudehülle besonders zukunftsweisend.

2 Planung und Ausführung

2.1 Vorgaben für die Planung

Der Auftraggeber bzw. der Ersteller der Gesamtplanung und der Vorgewerkplanung hat die Verpflichtung, eine fach- und sachgerechte Ausführungsplanung zu erstellen, um die Besonderheiten der einzelnen Bauwerksschichten (z. B. angrenzende Anschlüsse, Tragkonstruktion, Zwischenkonstruktion und Außenhülle) aufeinander abzustimmen.

Die Werk- und Montageplanung ersetzt nicht eine fehlende oder unvollständige Ausführungsplanung. Planungsverantwortlichkeiten aus der Phase der Ausführungsplanung können nicht durch die Werk- und Montageplanung übernommen werden.

Daraus folgt u. a., dass die Toleranzen (speziell auch die Maßtoleranzen) der Vorgewerke auf die Toleranzausgleichsmöglichkeiten der Folgegewerke abzustimmen und zu planen sind.

Die Vorgewerke (i. d. R. Roh- und Fensterbau) haben diese Toleranzvorgaben aus der Ausführungsplanung in Ihrer Werkplanung zu berücksichtigen. Unter anderem sind bei der Ausführungsplanung alle Bauteile so zu planen, dass sich keine Kollisionen ergeben, z. B. Dübelzonen im Bereich Stahlbetonbau, Randabstände usw.

2.2 Inhalte der Objekt-, Fach und Werkplanung

Zu den Grundleistungen der Ausführungsplanung (Leistungsphase 5) nach § 34, Anlage 10 der HOAI 2021 gehören:

- Erarbeiten der Ausführungsplanung mit allen für die Ausführung notwendigen Einzelangaben (zeichnerisch und textlich) auf der Grundlage der Entwurfs- und Genehmigungsplanung bis zur ausführungsfähigen Lösung, als Grundlage für die weiteren Leistungsphasen
- Ausführungs-, Detail- und Konstruktionszeichnungen nach Art und Größe des Objekts im erforderlichen Umfang und Detaillierungsgrad unter Berücksichtigung aller fachspezifischen Anforderungen, z. B. bei Gebäuden im Maßstab 1:50 bis 1:1
- Bereitstellen der Arbeitsergebnisse als Grundlage für die anderen an der Planung fachlich Beteiligten, sowie Koordination und Integration von deren Leistungen;
- Fortschreiben des Terminplans
- Fortschreiben der Ausführungsplanung aufgrund der gewerkeorientierten Bearbeitung während der Objektausführung
- Überprüfen erforderlicher Montagepläne der vom Objektplaner geplanten Baukonstruktionen und baukonstruktiven Einbauten auf Übereinstimmung mit der Ausführungsplanung

Darüber hinaus gilt, dass die Ausführungsplanung so konkret und detailliert sein muss, dass die Werk- und Montageplanung als Voraussetzung für die Montage, mangelfrei daran anschließen kann.

Die Standsicherheit der hinterlüfteten Außenwandbekleidung in allen ihren Bestandteilen muss objektbezogen durch eine prüffähige, statische Berechnung nachgewiesen werden. Beim Standsicherheitsnachweis muss zur Berücksichtigung von Maßabweichungen des Verankerungsgrundes ein Zuschlag von mindestens 20mm zum geplanten Abstand zwischen Außenwand und Bekleidungselement angesetzt werden. Werden größere Maßabweichungen festgestellt, müssen diese zusätzlich berücksichtigt werden (DIN 18516-1 : 2024-10).

Der Auftragnehmer hat nach den Planungsunterlagen und Berechnungen des Auftraggebers die für die Ausführung erforderliche Montage- und Werkstattplanung, sowie sonstige technische Ausarbeitungen zu erbringen und vor Fertigungsbeginn mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Aus den Darstellungen müssen Konstruktion, Maße, Einbau, Befestigung und Bauanschlüsse der Bauteile erkennbar sein (ATV DIN 18351 : 2023-09).

Im Leistungsverzeichnis sollte die Erstellung der Objektstatik sowie der Werk- und Montageplanung für die VHF als eigene Position ausgeschrieben werden.

2.3 Grundsätze der Planung

Bedingt durch die Vielfalt der Fassadenbekleidungsarten und deren Befestigung, der Gebäudestruktur an denen die Vorgehängte Hinterlüftete Fassade verankert wird sowie den energetischen Anforderungen an das Gesamtfassadensystem steht eine breite Palette an Konstruktionssystemen zur Auswahl.

Die architektonische Gestaltung und Formgebung von VHF und die vorherrschenden klimatischen und konstruktiven Beanspruchungen bestimmen die Wahl der Werkstoffe und darüber hinaus die Ausführung der Unterkonstruktion sowie die Art der Wärmedämmung und der Befestigung.

Bereits bei der Materialwahl sind gegebenenfalls erforderliche Pflegemaßnahmen und Wartungsintervalle der Fassade zu berücksichtigen.

Materialkombinationen

Elektrisch leitend verbundene Bauteile aus unterschiedlichen metallischen Werkstoffen können bei Anwesenheit eines belüfteten Elektrolyten (z. B. atmosphärische Niederschläge, Kondenswasser) ein Korrosionselement bilden. Dadurch wird der elektrochemisch unedlere Werkstoff stärker korrodiert als im ungepaarten Zustand, man spricht von Kontaktkorrosion.

Die Intensität der Korrosion hängt ab von:

- der Leitfähigkeit des Elektrolyten
- dem Unterschied der elektrochemischen Potentiale der Verbindungspartner
- dem Flächen- und/oder Massenverhältnis der elektrisch leitend verbundenen unterschiedlichen Metalle (nicht bei atmosphärischen Bedingungen)

Die Gefahr der Kontaktkorrosion steigt, je größer die Potentialdifferenz der Metallkombination ist. Wenn auch die elektrochemische Spannungsreihe gewisse praktische Aussagen liefert, so kann das tatsächliche Verhalten nicht vollständig beschrieben werden. Sichere Aussagen über die Kontaktkorrosion können nur aus praktischen Versuchen gewonnen werden.

Alle verwendeten Werkstoffe sind aufeinander abzustimmen. Insbesondere dürfen keine ungünstigen Wechselwirkungen (z. B. Kontaktkorrosion) auftreten.

Der Korrosionsgefährdungsgrad eines Werkstoffs durch Kontaktkorrosion in Abhängigkeit vom Kontaktwerkstoff kann anhand der Tabelle 2 ermittelt werden. Die Kombinierbarkeit von verschiedenen metallischen Werkstoffen ergibt sich unter trockenen Umgebungsbedingungen gemäß Tabelle 2.

Werkstoffe mit großer Fläche		Werkstoff mit kleiner Fläche					
		Al	C-Stahl Guss	Kupfer	Edelstahl-Rostfrei	verz. Stahl	Zink
	Al	+	0 / -	0 / -	+	0	0
	C-Stahl Guss	-	+*	+*	+*	-	-
	Kupfer	-	-	+*	+*	-	-
	Edelstahl Rostfrei	0 / -	-	+	+	-	-
	verz. Stahl	+	+*	0	+	+	+
	Zink	+	+*	0	+	+	+

Tabelle 2: Materialkombinationen und Flächenverhältnisse

Legende: + = gut 0 = Unsicher - = schlecht

* Kombination beeinflusst Korrosion der einzelnen Partner nur unwesentlich, wegen starker Eigenkorrosion des unedleren Partners nicht zu empfehlen (Quelle: Informationsstelle Edelstahl Rostfrei Merkblatt 829)

Beim Zutritt von Feuchtigkeit ist Kontaktkorrosion zwischen unterschiedlichen Metallen möglich. Dabei gilt das Prinzip, dass unedlere Metalle beim Kontakt mit edleren Metallen „in Lösung“ gehen, d. h. korrodieren können. Demnach ist die Kombination von kleinteiligen Bauteilen aus edlen Metallen (z. B. Schrauben aus Edelstahl) in großformatigen Bauteilen aus unedleren Metallen (z. B. verzinkter Stahl) weniger kritisch. In Anlehnung an die DIN EN ISO 14713-1 ist die Kombination von Edelstahlschrauben in anderen Metallbauteilen ohne Trennlage zulässig.

Anderenfalls sind schädigende Auswirkungen bei der Kombination unterschiedlicher Metalle und Werkstoffe durch Anordnung geeigneter Trenn- und Zwischenlagen zu verhindern.

Aluminiumbauteile sollten auf einem Untergrund aus Beton mit einer Trennschicht angebracht werden, wenn nicht sichergestellt ist, dass keine Feuchte zwischen die Bauteile gelangen kann.

Konstruktive Wasserführung

Niederschlagswasser ist durch konstruktive Maßnahmen abzuleiten. Dabei sind Mindestüberstände von Fensterbänken, Abdeckblechen und Dächern zu berücksichtigen.

Fensterbank- und vor allem Dachüberstände tragen wesentlich zur Erhaltung des optischen Erscheinungsbildes einer Fassade bei und sind zudem ein wichtiger Bestandteil des konstruktiven Holzschutzes bei Fassaden aus Holz oder Holzunterkonstruktionen.

Die äußere Fensterbank muss das ablaufende Oberflächenwasser kontrolliert ableiten. Hierfür wird ein Abstand der wirksamen Tropfkante vor der Fassadenoberfläche von $\geq 30 - 50$ mm empfohlen. Die Neigung der Fensterbank soll im eingebauten Zustand 5° nicht unterschreiten. Die Fensterbänke sind an den Seiten aufzukanten, bzw. mit Abschlüssen zwängungsfrei, unter Berücksichtigung der Wasserführung einzubauen.

Fensterbänke, Stoßverbinder und vergleichbare Anschlüsse sind grundlegend so zu planen und auszuführen, dass kein Oberflächenwasser in die Konstruktion eindringen kann. Dabei sind die relevanten Normen (z.B. DIN 18542 für Fugenabdichtungen) und die Richtlinien der Materialhersteller zu beachten. Bei manchen Konstruktionen kann eine zweite Dichtebene unterhalb der Fensterbank erforderlich sein, um zusätzliche Sicherheit zu gewährleisten.

Attiken sollten mit einem ausreichenden Gefälle zum Flachdach hin entwässern. Der Abstand der Tropfkante von der Vorderseite darunter liegender Bauteile muss mindestens 20 mm betragen. Bei Verwendung von Kupfer beträgt der Mindestüberstand 50 mm.

Die vordere Abkantung soll die Fassadenoberkante und besonders die zu schützende Fuge in Abhängigkeit von der Gebäudehöhe überdecken:

Bei flächenbündigen Abschlüssen von Fensterbank oder Abdeckungen sind diese besonders zu planen.

	Gebäudehöhe	A ^{1)*}	H
1	< 8 m	≥20 mm	50 mm
2	8 - 20 m	≥20 mm	80 mm
3	> 20m	≥20 mm	100 mm

Tabelle 3: Mindest- Auf-Abkantrohen

1)* - Bei Kupfer min. 50 mm

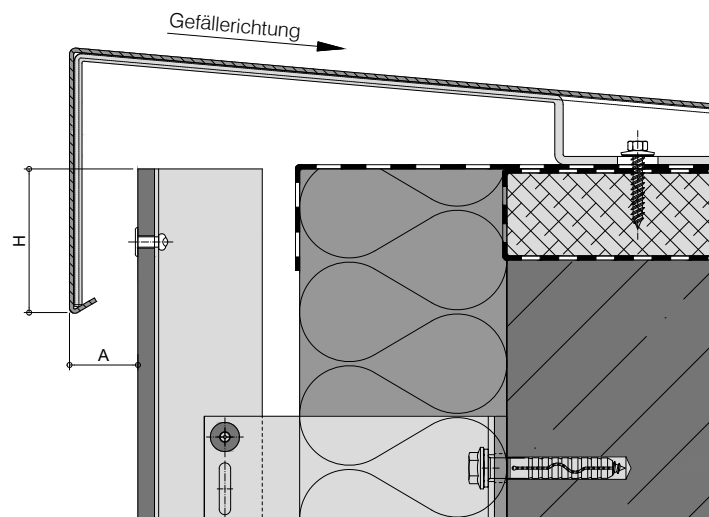


Abbildung 4: Übergang Fassade - Attika | Zeichnung: FVHF e.V.

Gerüstverankerung

Dauergerüstanker sind nach DIN 4426 bzw. der FVHF-Leitlinie „Gerüste“ so anzuordnen, dass sie möglichst ohne Demontage der Bekleidungselemente dauerhaft zugänglich sind.

Bei der Planung und Ausführung sind die gültigen technischen Regelwerke, Normen und bauordnungsrechtlichen Vorgaben zu beachten.

Abweichungen sind im Einzelfall möglich, sofern die Eignung der gewählten Konstruktion bzw. Verfahrensweise durch Theorie und Praxis ausreichend nachgewiesen wurde. Eine schriftliche Dokumentation sowie eine Zustimmung des Bauherrn / der Bauaufsichtsbehörden sind erforderlich.

2.4 Verankerungsgrund

Die Art und Beschaffenheit des Verankerungsgrundes ist ein entscheidendes Kriterium für die zulässigen Lasteinwirkungen durch die gewählte Bekleidung (Werkstoff, Format und Dicke), den Aufbau der Unterkonstruktion und die Auswahl der richtigen Verankerungselemente.

Im Rahmen der Grundlagenermittlung durch den Auftraggeber/Planer ist die genaue Art und Beschaffenheit des Verankerungsgrundes zu ermitteln und anzugeben.

Seitens des Fassadenfachverlegers besteht nach VOB/C diesbezüglich eine Prüfpflicht.

Übliche Verankerungsgründe sind:

- Beton
- Mauerwerk aus Vollsteinen (z. B. Kalksandvollstein)
- Mauerwerk aus Lochsteinen (z. B. Hochlochziegel)
- Mauerwerk aus Porenbeton
- Wandplatten (z. B. dünne Betonplatten, Wetterschalen)
- Haufwerksporiger Leichtbeton
- Vormauerschalen (z. B. zweischaliges Mauerwerk)
- Holztragwerk (Holzrahmenbau / Vollholz)
- Stahltragwerk

Die charakteristischen Widerstände der Verankerungselemente in den verschiedenen Verankerungsgründen sind dem jeweiligen Verwendbarkeitsnachweis (ETA/abZ) zu entnehmen.

Bei Mauerwerken mit von der ETA abweichenden Parametern und damit nicht bekannter Tragfähigkeit, ist die tatsächliche Tragfähigkeit über Auszugsversuche im vorliegenden Verankerungsgrund zu ermitteln.

Hierbei sind die Vorgaben in der ETA bezüglich den „Versuchen am Bauwerk“ und den deklarierten Angaben zur Tragfähigkeit der Dübel in den jeweiligen Nutzungskategorien des Verankerungsgrundes zu berücksichtigen. Für Injektionsankersysteme im Mauerwerk mit ETA nach ETAG 029 bzw. nach EAD 330076 00 0604 ist die Technische Regel „Durchführung und Auswertung von Versuchen am Bau“ zu berücksichtigen.

Die in der ETA angegebenen charakteristischen Widerstände für die äquivalenten Verankerungsgründe dürfen dabei nicht überschritten werden. Im Einzelfall sind die Anzahl und Lage der Prüfstellen mit der zuständigen Tragwerksplanung abzustimmen und den Bedingungen des betreffenden Bauwerks anzupassen.

Die Bemessungsverfahren für Mauerwerk und Porenbeton gehen aus der ETA-Richtlinie hervor und sind zwingend zu berücksichtigen.

Bei der Erstellung der Bohrlöcher ist das dem Untergrund entsprechende und in der Zulassung/ Bewertung vorgegebene Bohrverfahren zu verwenden. Beispiele:

- bei Beton und Mauerwerk aus Vollstein mit Hammer- oder Schlagbohren
- bei Mauerwerk aus Lochsteinen, Porenbeton oder haufwerksporigem Leichtbeton in der Regel Bohren im Drehgang

Zweischaliges Mauerwerk / Mehrschichtenplatte

Bei zweischaligem Mauerwerk / Mehrschichtenplatte ist eigenverantwortlich zu prüfen, in welcher Schale die Lastaufnahme aus der VHF erfolgen kann. Dies ist insbesondere von der Art und Tragfähigkeit von vorhandenen Befestigungselementen der äußeren Schale abhängig und ist gesondert statisch nachzuweisen.

Wenn die Vormauer- / Wetterschale nicht zur Verankerung der VHF geeignet ist, erfolgt die Verankerung in der Tragschale. Die Ertüchtigung einer nicht tragfähigen Rückverankerung der Vormauer- / Wetterschale mit der Tragschale kann bedarfsweise mittels bauaufsichtlich zugelassenen Verblendsanierdübeln / -ankern erfolgen.

Holz-/Metallbauteile

Besteht der Verankerungsgrund aus Holz- oder Metallbauteilen des industriellen Leichtbaues oder der Stahlskelettbauweise, müssen für diesen Verwendungszweck zugelassene Verankerungselemente eingesetzt werden. Beim statischen Nachweis sind eventuell vorhandene nichttragende Schichten (z. B. Brandschutzschicht) zu berücksichtigen.

Eventuelle Vorgaben abZ / ETA der Bekleidung hinsichtlich zulässiger Verformungen des Verankerungsgrundes sind in der Planung und Ausführung zu beachten.

2.5 Sockelausbildung

Die Anforderungen an eine Sockelausbildung sind vielfältig und zielen darauf ab, den Übergangsbereich zwischen dem Erdreich und dem aufgehenden Mauerwerk eines Gebäudes dauerhaft und funktional zu gestalten. Sie lassen sich in verschiedene Kategorien einteilen:

1. Schutz vor Feuchtigkeit:

- **Schutz vor Spritzwasser:** Der Sockel muss das Mauerwerk vor aufspritzendem Regenwasser und Schmutz schützen, um Feuchteschäden zu vermeiden und Verschmutzungen zu minimieren. Dies wird in der Regel durch eine ausreichend hohe und gegebenenfalls vorstehende Ausbildung des Sockels erreicht.
- **Schutz vor Bodenfeuchtigkeit und kapillar aufsteigender Feuchtigkeit:** Eine Horizontalsperre im oder direkt über dem Sockelbereich ist unerlässlich, um das Aufsteigen von Feuchtigkeit aus dem Erdreich in das Mauerwerk zu verhindern (gemäß DIN 18533).
- **Drainage:** Bei Bedarf, insbesondere bei bindigen Böden oder Hanglagen, kann eine Ringdrainage erforderlich sein, um das anfallende Oberflächen- und Sickerwasser vom Gebäude wegzuleiten und den Sockelbereich trocken zu halten (gemäß DIN 4095).
- **Abdichtung:** Bei erdberührten Bauteilen im Sockelbereich (z.B. Kelleraußenwände) sind entsprechende Abdichtungsmaßnahmen gegen Bodenfeuchtigkeit, nicht stauendes Sickerwasser oder aufstauendes Sickerwasser gemäß DIN 18533 erforderlich.

2. Mechanische Beanspruchung:

- **Druckfestigkeit:** Der Sockel muss die Lasten des aufgehenden Mauerwerks sicher auf den Baugrund übertragen können. Das verwendete Material und die Konstruktion müssen ausreichend druckfest sein.
- **Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einflüsse:** Der Sockelbereich ist oft mechanischen Belastungen ausgesetzt, z.B. durch Anstoßen, Reinigungsarbeiten oder Frost-Tau-Wechsel. Das Material sollte entsprechend robust und widerstandsfähig sein.

3. Wärmeschutz:

- **Wärmebrückenminimierung:** Der Sockelbereich stellt eine potenzielle Wärmebrücke dar. Eine fachgerechte Ausbildung mit geeigneten Dämmmaßnahmen (z.B. Perimeterdämmung) ist wichtig, um Wärmeverluste zu reduzieren und die Energieeffizienz des Gebäudes zu verbessern (gemäß Gebäudeenergiegesetz GEG).
- **Anschluss an die Dämmung der Außenwand:** Die Dämmung des Sockels muss nahtlos an die Dämmung der Außenwand anschließen, um Wärmebrücken zu vermeiden.

4. Konstruktive Anforderungen:

- **Ausreichende Höhe:** Die Höhe des Sockels muss in der Regel ausreichend sein, um den Spritzwasserschutz zu gewährleisten; i.d.R. mind. 15-30 cm über Geländeoberkante.
- **Materialauswahl:** Die verwendeten Materialien müssen für den Sockelbereich geeignet sein, d.h. witterungsbeständig, frostfest und widerstandsfähig gegen Feuchtigkeit. Häufig verwendete Materialien sind z.B. Beton, Naturstein, Klinker oder spezielle Putzsysteme.
- **Detailausbildung:** Anschlüsse an Fenster, Türen, Außentreppen und andere Bauteile müssen fachgerecht und dicht ausgeführt werden.
- **Einhaltung von Normen und Richtlinien:** Bei der Planung und Ausführung der Sockelausbildung sind die relevanten DIN-Normen (z.B. DIN 18533, DIN 68800-2, DIN 4095), die Bauordnung des jeweiligen Bundeslandes und gegebenenfalls weitere technische Regeln zu beachten.

Die fachgerechte Sockelausbildung hat folgende Hauptziele:

- Dauerhafter Schutz des Gebäudes vor Feuchtigkeitsschäden
- Sicherstellung der Standsicherheit und Lastabtragung
- Minimierung von Wärmebrücken zur Verbesserung der Energieeffizienz
- Erfüllung optischer und gestalterischer Anforderungen

Die genauen Anforderungen an eine Sockelausbildung können je nach den spezifischen Gegebenheiten des Bauvorhabens (z.B. Baugrund, Klima, Nutzung des Gebäudes) variieren. Eine sorgfältige Planung und Ausführung ist daher unerlässlich.

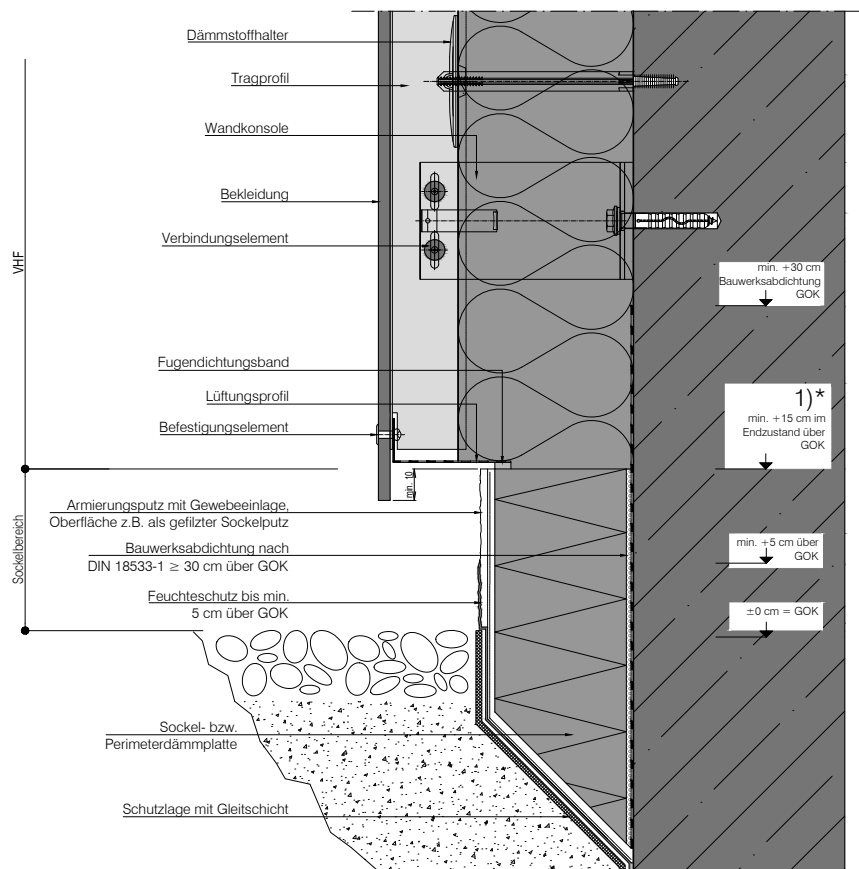


Abbildung 5: Sockelausbildung einer VHF mit metallischer Unterkonstruktion | Zeichnung: FVHF

1*) - Bei Verwendung einer Holz-Unterkonstruktion muss eine Kiesschüttung vorhanden sein (siehe Skizze) **oder** es muss ein Gefälle von min. 2% zum Gebäude ansteigend geplant werden, andernfalls ist die Sockelhöhe mit ≥ 30 cm zu planen!

2.6 Verankerungs-, Verbindungs- und Befestigungselemente

Vorzugsweise dürfen folgende Metalle ohne besonderen Korrosionsschutznachweis verwendet werden:

- nichtrostende Stähle nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung und Bauartgenehmigung Z-30.3-6 oder DIN EN 1993-1-4
- z. B. Werkstoffnummern 1.4401, 1.4404, 1.4362, 1.4571, 1.4578
- Aluminiumlegierungen nach DIN EN 1999-1-1
- z. B. Werkstoffnummern EN AW 6066, 6063, 6060, 5754
- Feuerverzinkte Verbindungselemente nach DIN EN ISO 10684 der Festigkeitsklasse ≥ 8.8 mit Korrosionsschutz nach DIN EN ISO 1461 in Verbindung mit DASt Richtlinie 022 und DIN EN 10025 mit einem Korrosionsschutz nach DIN EN ISO 12944-5

Hinsichtlich möglicher Materialkombinationen wird auf den Abschnitt „Materialkombinationen“ verwiesen.

2.6.1 Verankerungselemente

Die Auswahl der Verankerungselemente der Unterkonstruktion erfolgt anhand des vorhandenen Verankerungsgrundes und der auftretenden Lasten.

Die in den dafür geltenden europäisch technischen Zulassungen / Bewertungen (ETA) und allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen / allgemeine Bauartgenehmigung (abZ / aBG) enthaltenen Einbauvorschriften und Kennwerte sind dabei zu beachten.

Die Bohrlöcher sind in der Regel vor dem Setzen der Verankerungselemente nach Herstellerangaben vom Bohrmehl zu befreien.

Übliche Verankerungselemente sind Rahmen- / Langschaftdübel (Kunststoffdübel + zugehörige Spezialschraube):

Der überwiegende Teil der hinterlüfteten Fassaden wird mit Rahmen / Langschaftdübeln in Durchsteckmontage verankert. Entsprechend der ETA / abZ / aBG müssen Dübelhülsen aus Polyamid und die passende Spezialschraube als aufeinander abgestimmte Einheit geliefert und montiert werden.

Gemäß Zulassung/Bewertung dürfen auch galvanisch verzinkte Dübelschrauben aus Stahl verwendet werden, sofern die Befestigungseinheit gegen das Eindringen von Feuchtigkeit in den Dübelschaft geschützt wird. Hierzu müssen der Schraubenkopf selbst und insbesondere der Bereich am Übergang zur Kunststoffhülse mit einer weichplastischen dauerelastischen Bitumen-Öl-Kombinationsbeschichtung (z. B. Kfz-Unterboden- bzw. Hohlraumschutz) beschichtet werden. Als geeignetes Verfahren hat sich hierfür das Aufbringen der Beschichtung mittels Sprühen erwiesen.

Metallspreizdübel aus Edelstahl:

Eine weitere Möglichkeit der Verankerung von Fassadenkonstruktionen in Beton z. B. bei schweren Fassaden und / oder bei großen Spannweiten der Unterkonstruktion haben sich risstaugliche Schwerlastdübel aus Metall bewährt.

Injektionsdübel:

Eignen sich für die Einzelbefestigung und die Verankerung in wenig tragfähigen Untergründen.

Nichttragendes System mit Mehrfachbefestigung

VHF sind nichttragende Systeme. Darunter fallen Bauteile, die neben ihrem Eigengewicht z. B. noch Windlasten in den Verankerungsgrund abtragen müssen. Die Verankerung kann in der Regel als Mehrfachbefestigung erfolgen. Langschaftdübel mit einer Zulassung (ETA) dürfen nur für die Mehrfachbefestigung von nichttragenden Systemen verwendet werden. Die Mehrfachbefestigung kann durch die Anzahl n_1 von Befestigungsstellen zur Befestigung des Bauteils und die Anzahl n_2 von Dübeln je Befestigungsstelle spezifiziert werden. Außerdem wird durch die Festlegung des Bemessungswertes der Einwirkungen N_{sd} einer Befestigungsstelle auf den Wert $\leq n_3$ (kN) sichergestellt, dass die Anforderungen an die Festigkeit und Steifigkeit des zu befestigenden Bauteils eingehalten sind und die Lastumlagerung bei übermäßigem Schlupf oder Versagen eines Dübels in der Bemessung des zu befestigenden Bauteils nicht berücksichtigt werden muss.

Für n_1 , n_2 und n_3 dürfen die folgenden Grenzwerte verwendet werden:

$$\begin{array}{lll} n_1 \geq 4; & n_2 \geq 1 & \text{und } n_3 \leq 4,5\text{kN oder} \\ n_1 \geq 3; & n_2 \geq 1 & \text{und } n_3 \leq 3,0\text{kN} \end{array}$$

Eine VHF kann in der Regel mit zugelassenen Rahmendübeln mit ETA nach ETAG 020 (EAD 330284) in den gängigsten Untergründen als Mehrfachbefestigung verankert werden. Voraussetzung dafür ist eine ausreichend steife Unterkonstruktion, die diese Lastumlagerung sicherstellt, ohne dass einzelne Bestandteile versagen oder erheblich deformiert werden.

Um die Mehrfachbefestigung auch in Brüstungsbereichen zu gewährleisten, benötigt das Grundprofil mind. 3 Befestigungsstellen oder eine Lastumlagerung über die äußeren kreuzweisen Tragprofile.

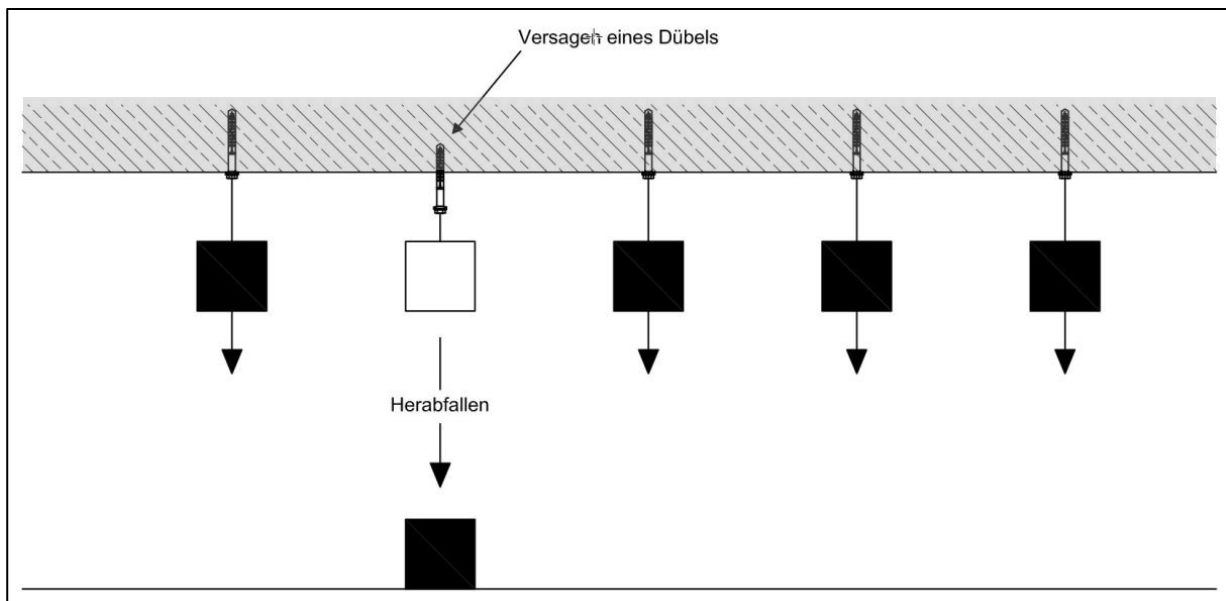


Abbildung 6: Einzelbefestigung

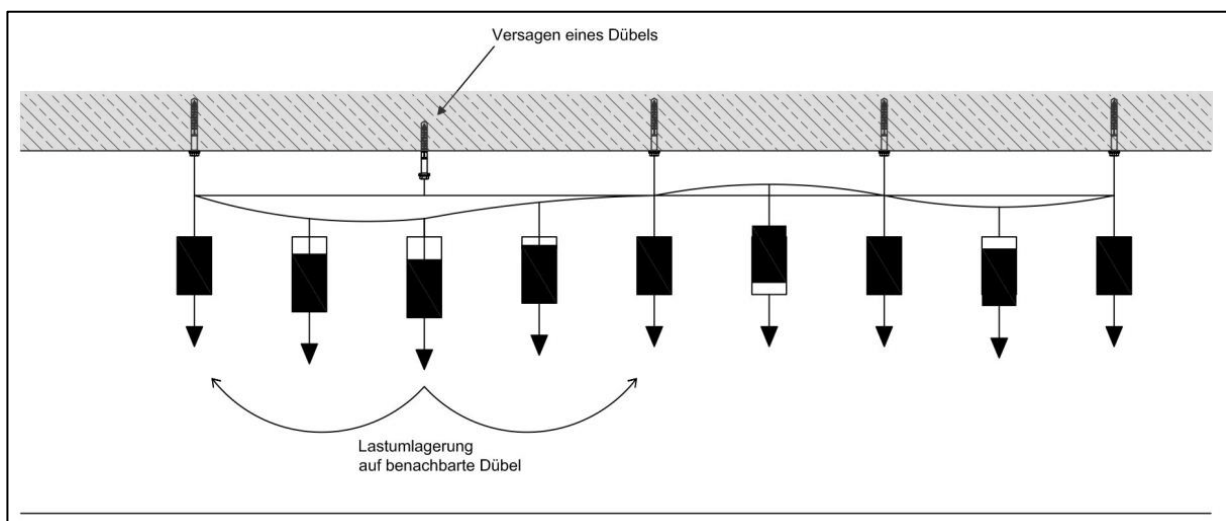


Abbildung 7: Mehrfachbefestigung

Im Bereich von Deckenuntersichten dürfen Kunststoffdübel nach ETAG 020 (EAD 330284) nur dann eingesetzt werden, wenn keine Anforderungen an den Brandschutz des Dübels vorliegen.

Liegt konstruktionsbedingt eine Einzelbefestigung in einem Mauerwerk vor, ist Injektionstechnik gemäß ETAG 029 (EAD 330076) einzusetzen. Diese Verankerungsmöglichkeit zeichnet sich durch hohe Lastwerte, auch in Lochsteinen mit vergleichsweise geringer Rohdichte und Druckfestigkeit aus.

Liegt konstruktionsbedingt eine Einzelbefestigung in einem Beton vor, sind entweder Metalldübel gemäß ETAG 001 (EAD 330232), Injektionstechnik gemäß ETAG 029 (EAD 330076) oder national zugelassene Kunststoffrahmendübel mit einer Zulassung zur Einzelbefestigung nach ETAG 001 (EAD 330232) in Beton einzusetzen.

2.6.2 Verbindungselemente

Bei Holzunterkonstruktionen ist die Traglattung mit Schrauben, Nägeln oder Klammern auf der Grundlattung zu befestigen.

Zur Verbindung der einzelnen Elemente der Unterkonstruktion aus Metall sind Nieten oder Schrauben nach Herstellerangaben und Statik zu verwenden. Gleitpunkte sind bei Nietverbindungen mittels Nietsetzlehren und bei Schraubverbindungen mittels für den Anwendungsfall geeigneten Schrauben zwängungsfrei herzustellen.

Das Funktionsprinzip von speziellen Fest- und Gleitpunktschrauben basiert im Wesentlichen auf einem der Profil- und Wandkonsolendicke angepassten Gewinde im Bereich des Schraubenkopfes.

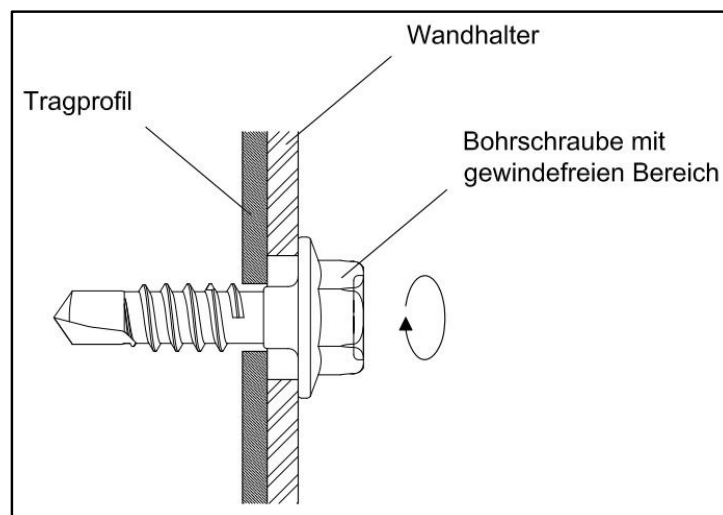


Abbildung 8: Gleitpunktschraube

Bei Verbindungselementen aus Edelstahl sind diese in A4 nach DIN EN ISO 3506-1 auszuführen. Sofern der Anwendungsfall in dem jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis / Zulassung oder europäische technische Zulassung / Bewertung (ETA) geregelt ist, können auch Edelstähle A2 (der Korrosionsschutzklasse II / mäßig) verwendet werden.

2.6.3 Befestigungselemente

Die Befestigung der Fassadenbekleidung kann auf verschiedene Arten erfolgen – sichtbar und verdeckt.

Bei der sichtbaren Befestigung kommen Schrauben aus nichtrostendem Stahl (min. Edelstahl A2), Blindniete aus Aluminium bzw. nichtrostendem Stahl oder Klammersysteme zur Anwendung.

Die verdeckte Befestigung erfolgt mit Hinterschnittankern, gewindefurchenden oder selbstbohrenden Schrauben, Nieten, Klammern, Klebesystemen oder Einhängesystemen (z. B. Bolzen, Agraffen), sowie keramischen Verbundkörpern oder ähnliches.

Alle Befestigungselemente müssen in Normen bzw. bauaufsichtlichen Zulassungen / Prüfzeugnisse / Bewertung für den jeweiligen Anwendungsfall geregelt sein. Dies erfolgt i. d. R. innerhalb der Zulassungen / Bewertungen für die Bekleidungen bzw. für Gesamtsysteme oder über Einzelzulassungen der Befestigungselemente selbst.

Nicht geregelte Befestigungselemente dürfen nur verwendet werden, wenn ihre Eignung nachgewiesen und erforderlichenfalls bauaufsichtlich genehmigt wird.

2.7 Unterkonstruktion

Die Unterkonstruktion ist das statische Bindeglied zwischen Fassadenbekleidung und Verankerungsgrund.

Bei der Verwendung von unregelmäßig geformten Bauprodukten definiert die Zulassung der Produkte die Standsicherheit sowie die brandschutztechnische Klassifizierung der Bauteile. Daraus können sich teilweise Einschränkungen in ihrem Anwendungsbereich ergeben.

Bedingt durch die Vielfalt am Markt verfügbarer VHF-Systeme besteht eine breite Palette an Unterkonstruktionssystemen. Der Einsatz hinterlüfteter Bekleidungssysteme beschränkt sich heute nicht ausschließlich nur auf Fassaden, sondern wird auch auf den Bereich von Deckenuntersichten ausgedehnt.

2.7.1 Holzunterkonstruktion

Holzunterkonstruktionen werden seit den Anfängen der VHF verwendet.

Hauptbestandteile einer Holzunterkonstruktion sind:

- Grundlattung
- gegebenenfalls Konterlattung
- Traglattung/Vollschalung

Je nach Dicke der Wärmedämmung sowie der Art der Bekleidung sind verschiedene Anordnungen und Konstruktionen der Unterkonstruktionshölzer möglich:

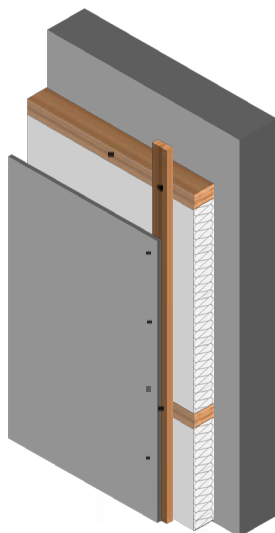


Abbildung 9: 2-lagige Unterkonstruktion | Skizze: FVHF e.V.

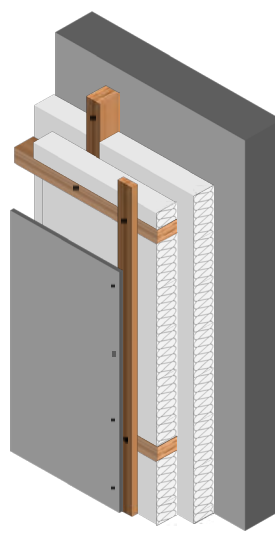


Abbildung 10: 3-lagige Unterkonstruktion | Skizze: FVHF e.V.

Bei größeren Wärmedämmschichtdicken sind mehrere Lagen Kanthölzer für den erforderlichen Abstand der Fassadenbekleidung zum Untergrund bzw. zur Wärmedämmebene erforderlich (Staffelkonstruktion): horizontale Grundlattung mit aufgesetzter vertikaler Traglattung; daran befestigte Bekleidung und Wärmedämmstoff als Ausfachung zwischen der Grundlattung.

Die Traglattung sollte vorzugsweise vertikal verlegt sein, um die Hinterlüftung zwischen Dämmschicht und Bekleidung zu gewährleisten. Durch die Dicke der Traglattung ist eine ausreichende Hinterlüftung zu gewährleisten.

Bei nichtselbsttragenden Fassadenbekleidungen werden vollflächige Holzschalungen oder Stahl- und Aluminiumtrapezbleche als Befestigungsgrund erforderlich.

Die Bemessung der Holzunterkonstruktion und deren Verbindungselemente erfolgt nach den Vorgaben der DIN EN 1995-1-1 (Eurocode 5) oder den entsprechenden Zulassungen / Bewertungen.

Die Grund- und Traglattung muss aus Vollholz mit mindestens der Sortierklasse S10 bzw. der Festigkeitsklasse C24 nach DIN EN 14081-1 : 2019-10 in Verbindung mit DIN 20000-5 : 2024-01 bestehen.

Dem baulichen Holzschutz ist bei der Ausführungsplanung besondere Aufmerksamkeit zu schenken (siehe DIN 68800-1 bis DIN 68800-3 und DIN 68800-5).

Zum Feuchteschutz der Traglattung haben sich als Hinterlegung im Bereich offener vertikaler Bekleidungsfugen EPDM-Fugenbänder bewährt. Offene horizontale Bekleidungsfugen sind dabei bedarfsweise je nach Art der Bekleidung konstruktiv so herzustellen, dass eine Wasserführung hinter das System ausgeschlossen ist.

2.7.2 Holz-Metallunterkonstruktion

Zur besseren Justierbarkeit der Konstruktion, zum Ausgleich von Unebenheiten im Verankerungsuntergrund und um größere Dämmstoffdicken zu realisieren, werden Hybridkonstruktionen verwendet. Bei diesen Systemen wird die Holztragkonstruktion durch Metallkonsolen aufgeständert.

Hauptbestandteile einer Holz-Metallunterkonstruktion sind:

- Wandkonsole (Form: Winkel-, U-, oder Stabkonsole)
- Verankerungs- und Verbindungsmittel
- Gegebenenfalls Grundlattung oder Profile aus Metall
- thermische Trennelemente
- Traglattung / Vollschalung

2.7.3 Metallunterkonstruktion

Mehrheitlich werden Unterkonstruktionen heute aus Metall gebaut.

Hauptbestandteile einer Metallunterkonstruktion sind:

- Wandkonsole (Form: Winkel-, U-, oder Stabkonsole)
- Verankerungs- und Verbindungsmittel
- thermische Trennelemente
- Vertikale und / oder horizontale Tragprofile

2.7.4 Thermische Trennelemente

Die punktuellen Wärmebrücken durch Unterkonstruktionsteile sind, in Abhängigkeit der energetischen Anforderungen, durch die Anordnung thermischer Trennelemente zu reduzieren.

2.7.5 Wärmebrückenarme Unterkonstruktion

Unter dem Aspekt strenger werdender U-Wert Anforderungen, nimmt die Bedeutung wärmebrückenarmer und als passivhaustauglich zertifizierter Unterkonstruktionssysteme zu.

Es gibt Systeme mit speziell konzipierten Konsolen aus nichtrostendem Stahl, GFK oder Hybrid-systemen. Bei diesen wird der Wärmedurchgang durch die deutlich geringere Wärmeleitfähigkeit der verwendeten Werkstoffe, sowie eine gezielte Querschnittsreduzierung der Konsolen verringert.

Auch die Konsolen ersetzende oder ergänzende Stabsysteme, die durch Verringerung der Querschnitte die punktuelle Wärmebrückenwirkung reduzieren, sind auf dem Markt erhältlich.

Die meisten dieser Systeme sind so optimiert, dass sie vom Passivhausinstitut zertifiziert sind.

2.7.6 Tragprofile

An den Konsolen werden vornehmlich Profile aus stranggepresstem Aluminium (EN AW 6063 T 66 / EN AW 6060 T66) befestigt. In Einzelfällen kommen aber auch Edelstahl- oder Stahlprofile mit geeignetem Korrosionsschutz zum Einsatz.

Um die thermischen Längenänderungen der Tragprofile zwängungsfrei aufzunehmen, werden bei der Verbindung der Profile mit den Konsolen häufig Fest- und Gleitpunkte ausgebildet.

Eine gebräuchliche Form der Ausbildung von Festpunkten ist die Verbindung durch vorgestanzte Rundlöcher in der Konsole. Bei Gleitpunkten erfolgt die Verbindung zwischen Konsole / Tragprofil mit Hilfe von vorgestanzten Langlöchern in der Konsole.

Wichtig ist, dass an Gleitpunkten die Verbindungsmittel mittig in den Langlöchern gesetzt werden, um thermische Längenänderungen der Tragprofile in beiden Richtungen zwängungsfrei aufnehmen zu können.

Für den speziellen Anwendungsfall ist eine Einzelbetrachtung im Rahmen der statischen Berechnung der Konstruktion durch einen Fachingenieur zwingend erforderlich.

Je nach Befestigungsart der Bekleidung erfolgt deren Verlegung direkt auf der Basiskonstruktion oder einer zusätzlich darauf verlegten Aufbaukonstruktion. Üblich ist z. B. die Einhängung der Bekleidungs-elemente über systemspezifische Agraffensysteme in abgestimmte horizontale Tragprofile.

Zu beachten ist, dass auch bei der Verbindung von horizontalen und vertikalen Tragprofilen die zwängungsfreie Aufnahme der thermischen Längenänderung i. d. R. durch die Ausbildung von Fest- und Gleitpunktverbindungen und den Einsatz geeigneter Verbindungsmittel gesichert werden muss.

Auch bei Deckenuntersichten kann je nach Art der Bekleidung eine direkte Montage auf der Basis-konstruktion durch Vernieten oder Verschrauben erfolgen. Ebenso ist analog zur Fassade je nach System auch die Einhängung von Paneelen z. B. über Agraffen möglich.

Dabei ist jedoch unbedingt dafür Sorge zu tragen, dass die Bekleidungen vor Ort zwängungsfrei und zuverlässig gegen unbeabsichtigtes Aushängen gesichert werden.

Folgende Metalle dürfen ohne besonderen Korrosionsschutznachweis verwendet werden:

- nichtrostende Stähle der Korrosionswiderstandsklasse III / mittel oder höher nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Z 30.3 6
 - Werkstoffnummern 1.4401, 1.4404, 1.4571, 1.4578, 1.4362, 1.4578

- Aluminiumlegierungen nach DIN EN 1999-1-1 und DIN 4113-1
 - z. B. Werkstoffnummern EN AW-6060 T66, EN-AW 6063 T66
- Feuerverzinkte Verbindungselemente nach DIN EN ISO 10684 der Festigkeitsklasse ≥ 8.8 mit Korrosionsschutz nach DIN EN ISO 1461 in Verbindung mit DAST-Richtlinie 022
- Stahlsorten nach DIN EN 10025 mit einem Korrosionsschutz nach DIN EN ISO 12944-5

2.8 Wärmedämmung

Zwischen Verankerungsgrund und Hinterlüftungsraum wird in der Regel nach den energetischen Anforderungen aus der gültigen GEG oder anderen bauwerksbezogenen Anforderungen eine Wärmedämmschicht erforderlich. Deren Dicke und Wärmeleitfähigkeit ergibt sich aus dem Wärmeschutznachweis unter Berücksichtigung der Wärmebrückenwirkung der jeweiligen Unterkonstruktion.

Auf Grundlage der DIN 18516-1, § 28 der MBO in Verbindung mit Anhang 6 der MVV TB, sind ab Gebäudeklasse 4 ausschließlich nichtbrennbare Wärmedämmstoffe einzusetzen. Der Einsatz von Mineralwolldämmstoffen wirkt sich neben dem Wärmeschutz auch positiv auf den Brand- und Schallschutz der Fassade aus. Der FVHF empfiehlt daher auch aufgrund ihrer bauphysikalischen Vorteile bei allen Gebäudeklassen Mineralwolldämmstoffe des Typs WAB nach DIN 4108-10 zu verwenden.

Bei der Auswahl des Dämmstoffes sind die Vorgaben aus den Zulassungen / Bewertungen der Bekleidungs-elemente und Unterkonstruktionen zu beachten.

Die Wärmedämmung kann wahlweise mit oder ohne Vlieskaschierung ausgeführt werden. Dunkle Vlieskaschierungen bewirken bei offenen Bekleidungs-fugen einen Schattenfugeneffekt bzw. verhindern, dass die Wärmedämmschicht optisch wahrnehmbar ist. Stirnseiten und Stöße müssen nicht vlieskaschiert sein. Voraussetzung ist die Verwendung von über die gesamte Querschnitts-fläche hydrophobierten Wärmedämmplatten.

Bei Außenwandkonstruktionen mit offenen Fugen und einer Wärmedämmung aus Mineralfasern nach DIN EN 13162 muss deren Strömungswiderstand mindestens $AF_r \geq 5 \text{ kPa}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ betragen. Mineralfasern die diesen Wert erfüllen, benötigen keine zusätzliche Windsperre.

Anbringung

Dämmstoffe bei VHF sind dauerhaft und lückenlos anzubringen. Dabei sind die Dämmstoffplatten möglichst im Verband dichtgestoßen zu verlegen, sodass keine durchgehenden Hohlräume zwischen Untergrund und Dämmschicht entstehen. Plattenzuschnitte müssen mit mindestens einem Dämmstoffhalter angebracht werden.

Die Montage der Dämmstoffplatten an der tragenden Wand erfolgt gemäß der DIN 18516-1 im Mittel mit 5 Dämmstoffhaltern pro m^2 . Die Dämmstoffhalter müssen mindesten der Baustoffklasse normalentflammbar entsprechen – weitere bauaufsichtliche Anforderungen werden nicht gestellt.

Falls keine Dämmstoffhalter eingesetzt werden können oder sollen, besteht die Möglichkeit, die Platten mit einem für den Anwendungsfall zugelassenen Kleber anzubringen. Geklebte Platten sind vollflächig oder im Wulst-Punkt-Verfahren anzubringen, um eine Hinterströmung zu vermeiden. Die Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene des Dämmstoffes sollte mindestens 1 kPa betragen, um die Eigen- und die Windlasten aufzunehmen.

Einige Anbieter von Dämmstoffen bieten die Möglichkeit an, die Dämmstoffplatten mit nur einem oder zwei Dämmstoffhaltern pro Dämmstoffplatte zu befestigen. Diese Praxis stellt eine normative Abweichung von der DIN 18516-1 dar und ist im Vorfeld mit Dämmstoffhersteller und Auftraggeber objektbezogen zu vereinbaren.

Zusatzmaßnahmen bei großen Wärmedämmstoffdicken

Aufgrund erhöhter Anforderungen an die wärmedämmende Funktion der Außenwand werden teilweise Dämmstoffdicken gefordert, die 1-lagig auf der Baustelle unter Umständen schwer handhabbar sind. In solchen Fällen erfolgt die Verlegung der Dämmstoffplatten zweilagig möglichst im Verband versetzt.

Schutz des Dämmstoffes

Die Wärmedämmung darf der direkten Bewitterung nicht dauerhaft ausgesetzt werden. Generell ist eine Abdeckung des oberen Randes der Dämmung auch während der Bauphase zu empfehlen, damit kein Wasser hinter die Dämmebene gelangen kann.

Der Schutz des Dämmstoffes ist eine besondere Leistung und gesondert zu vereinbaren.

Die Bauart der vorgehängten hinterlüfteten Fassade gilt im Sinne der DIN 4108-3 als schlagregensicher (Beanspruchungsgruppe III, Jahresniederschlag > 800 mm). Offene Fugen zwischen den Bekleidungsplatten beeinträchtigen den Regenschutz (gemäß Tabelle 5 der DIN 4108-3) nicht.

Ab einem Öffnungsanteil der Fassadenbekleidung von 5 % oder einer Fugenbreite > 15 mm werden zusätzlich konstruktive Maßnahmen als Witterungsschutz empfohlen (z. B. Fugenhinterlegung oder Einbau einer geeigneten Fassadenbahn).

2.9 Hinterlüftung

Der Hinterlüftungsraum zwischen der Rückseite der Bekleidung und der Wärmedämmschicht oder der Außenwand bewirkt in Kombination mit ausreichenden Zu- und Abluftöffnungen einen nahezu permanenten Luftstrom hinter der Bekleidung. Durch die Hinterlüftung wird Feuchtigkeit aus der Fassaden- und Außenwandkonstruktion abgeführt.

Folgende Ursachen für das Eindringen bzw. Anreichern von Feuchtigkeit in der Konstruktion sind zu berücksichtigen:

- Baufeuchte aufgrund des relativ hohen Wassergehaltes neu verbauter Baustoffe (insbesondere Holz, Mörtel, Beton)
- durch die Bekleidungsfugen /-öffnungen eindringender Schlagregen bzw. Niederschlagswasser, Flugschnee u. dgl.
- an der Rückseite der Bekleidung, z. B. bei hoher Luftfeuchtigkeit der Außenluft und nächtlicher Abkühlung auftretendes Tauwasser

Durch den Hinterlüftungsraum wird im Sommer ein Großteil der Wärme abtransportiert ebenso wirkt dieser im Winter als Temperaturpuffer. Dies hat positive Auswirkungen auf das Raumklima des Gebäudes.

Die Anforderung an eine ausreichende Hinterlüftung wird in der Regel erfüllt, wenn die Bekleidung mit einem Abstand von mindestens 20 mm vor der Außenwand bzw. vor der Wärmedämmung angeordnet wird. Unter der Berücksichtigung der zulässigen Material- und Bauwerkstoleranzen sind planerisch 30-50 mm Hinterlüftungsquerschnitt vorzusehen. Der Abstand darf durch die Unterkonstruktion oder durch Wandunebenheiten punktuell bis auf 5 mm reduziert werden.

Bei der Dimensionierung des Hinterlüftungsraumes sind Vorgaben aus Zulassungen, Normen und Bauvorschriften zu berücksichtigen.

Bekleidungen aus vertikal angeordneten Trapez- oder Wellprofiltafeln dürfen auf der Wärmedämmung streifenförmig aufliegen, sofern der mindestens erforderliche Hinterlüftungsquerschnitt von 200 cm²/m nicht unterschritten wird.

Bei VHF sind Be- und Entlüftungsöffnungen zumindest am Gebäudefußpunkt und am Dachrand mit Querschnitten von mindestens 50 cm²/m Wandlänge vorzusehen. Es wird empfohlen bei Un-

terbrechungen des Hinterlüftungsraumes z. B. durch Fenster im Sturzbereich und unterhalb der Fensterbänke Zu- und Abluftöffnungen anzuordnen.

Im Sockelbereich müssen Öffnungen zur Hinterlüftung der Außenwandbekleidung mit einer Breite über 20 mm durch Lüftungsgitter gesichert werden, der freie Mindestquerschnitt von 50 cm²/m ist dabei einzuhalten. Für andere Öffnungen wird dies analog empfohlen.

Der untere Abschluss der VHF sollte sich in der Regel mindestens 30 cm oberhalb der anstehenden Gelände-/Belagsoberfläche befinden. Ausführung gemäß FLL – Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung der Übergangsbereiche von Freiflächen zu Gebäuden. Geringere Abstände sind im Rahmen der Planung objektbezogen mit dem Bauherrn und den Herstellern der Bekleidung und der Wärmedämmung abzustimmen.

Im Perimeterbereich ist eine geeignete Wärmedämmung für den Sockelbereich zu verwenden.

Zur Ausbildung eines Sockels siehe auch Punkt 2.5 Sockelausbildung.

2.10 Bekleidung

Die Bekleidung ist die äußere Schicht der VHF, sie dient dem Witterungsschutz und der Fassadengestaltung. Als Bekleidung haben sich folgende Materialien hinreichend bewährt:

Großformatig:

- Betonwerkstein
- Faserbeton
- Faserzement
- Glas
- Holzwerkstoffe
- Keramik
- Lamine
- Metall
- Naturwerkstein
- Photovoltaik/Solarthermie
- Putzträgerplatte
- Steinwolle-Fassadenplatten
- Textil
- Verbundmaterialien

Klein- und brettformatig:

- Faserbeton
- Faserzement
- Holzschindeln, Holzbretter
- Keramik
- Lamine
- Metall
- Naturwerkstein
- Steinwolle-Fassadenplatten
- Ziegel

Bei der Planung der Bekleidung sind neben den Anforderungen an Witterungsschutz, Bauphysik und Standsicherheit insbesondere folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Befestigungsart (sichtbar oder verdeckt)
- Fugenteilung (Elementgröße, Fugenraster, Dehnfugen usw.)
- Beachtung der Verlegerichtung
- Farbunterschiede bei Materialchargenwechsel
- Materialreflexionen und Spiegelungen
- Bei der Verwendung von elastischen Dichtstoffen (z. B. Silikon) ist auf deren Eignung zu achten (Außeneinsatz, Verträglichkeit mit den Materialien), um Verschmutzungen auf den Fassadenflächen und ein Diffundieren in die Platten zu vermeiden
- Die Bekleidung einer VHF kann grundsätzlich mit offenen und geschlossenen Fugen oder systemspezifisch auch fugenlos ausgeführt werden.

Fugen bei Plattenwerkstoffen sind in der Regel mit einer Breite von 8-12 mm vorzusehen. Dabei wird die Fugenbreite in Abhängigkeit der Fassadenbekleidung, Toleranzen, Montagetemperatur

und der thermischen und hygrischen Ausdehnung des Werkstoffes beeinflusst.

Um bei örtlichem Versagen ein fortlaufendes Abreißen der Bekleidung zu begrenzen, sind besondere Maßnahmen unter Berücksichtigung etwaig auftretender Verformungen zu treffen. Die Außenwandbekleidung ist dazu z. B. in Flächen von 50 m² zu unterteilen. Bei Bekleidungs-elementen mit sprödem Biegebruchversagen sind diese Maßnahmen nicht erforderlich. Abweichungen davon können sich aus der Zulassung ergeben.

Bei behinderter Formänderung der Außenwandbekleidung und der Unterkonstruktion sind die daraus entstehenden Beanspruchungen (Zwangsspannungen) im Standsicherheitsnachweis zu berücksichtigen.

Nachfolgend sind beispielhaft thermisch bedingte Längenänderungen von typischen Bekleidungs-werkstoffen je Meter Länge ausgehend von einer Temperatur von +10 °C aufgeführt:

Werkstoff	Längenänderung in mm/m ausgehend von +10 °C Montagetemperatur	
	bei -20 °C	bei +80 °C
Aluminium	-0,7	+1,6
Edelstahl	-0,5	+1,1
Faserzement	-0,3	+0,7
Glas	-0,3	+0,6
Holz	-0,2	+0,4
Keramik	-0,1	+0,2
Kupfer	-0,5	+1,2
Zink	-0,7	+1,5

Tabelle 4: Temperaturabhängige Längenänderung

Die Bekleidungen können sichtbar oder verdeckt befestigt werden. Die Befestigung der Bekleidung ist nach statischem Erfordernis und nach abZ / aBG / ETA bzw. Herstellerrichtlinien auszuführen. Bei der Befestigung der Bekleidung ist auf eine zwängungsfreie Montage z. B. mit Gleit- bzw. Festpunkten zu achten.

Gleitpunkte werden bei sichtbaren Befestigungen (Schrauben, Nieten), je nach System mittels Langlöchern oder ausreichend großem Lochdurchmesser in den Bekleidungs-elementen hergestellt.

Nietverbindungen sind dazu mittels Bohr- und gegebenenfalls Nietsetzlehren, Schraubverbindungen z. B. mittels gewindefreiem Bereich hinter dem Schraubkopf oder Tiefenanschlag zwängungsfrei herzustellen.

Bei der Montage mit Klammern, Clips, Agraffen oder Schienen erfolgt die zwängungsfreie Montage mittels Bewegungsfuge zwischen dem Bekleidungs-element und dem Befestigungselement bzw. innerhalb der Konstruktion.

Die Lagesicherung der Bekleidungs-elemente ist durch geeignete konstruktive Maßnahmen zu gewährleisten.

Bei Bekleidungs-elementen sind die gemäß Zulassung / Bewertung, Herstellerangaben und statischem Nachweis erforderlichen Randabstände der Befestigungsmittel einzuhalten.

Klebesysteme dürfen nur von geschulten und zertifizierten Fassadenbaubetrieben ausgeführt werden. Hierbei gilt es die besonderen Bestimmungen der Zulassungen / Bewertungen der Klebhersteller z. B. hinsichtlich der zu verklebenden Materialien, deren Vorbehandlung, der Verarbeitungstemperatur, des Taupunktes und der Dokumentationspflicht zu beachten.

Grundsätzlich sind alle Fassadenbekleidungsmaterialien beim Transport und bei der Lagerung vor Feuchtigkeit und Kondenswasserbildung, raschem Temperaturwechsel und direkter Sonneneinstrahlung zu schützen.

2.11 Blitzschutz

Blitzschutzsysteme sind ein zentraler Bestandteil des baulichen Brandschutzes. Diese Leitlinie richtet sich an Architekten und Planer und soll auf die relevanten Aspekte des Blitzschutzes im Kontext mit vorgehängten hinterlüfteten Fassaden hinweisen. Bereits in der Planungsphase müssen wesentliche Punkte beachtet und zwischen den beteiligten Gewerken abgestimmt werden, um einen sicheren und normgerechten Bau zu gewährleisten.

1. Relevanz des Blitzschutzes bei vorgehängten hinterlüfteten Fassaden

Schlägt ein Blitz in ein Gebäude ohne Blitzschutzsystem ein, so kann ein Brand entstehen. Bei der Blitzentladung treten Spannungen von mehreren 100.000 Volt und Ströme bis zu 200.000 Ampere auf. Durch den Brand oder durch den Blitzstrom als solches können Personen geschädigt werden.

Weiterhin können elektrische und elektronische, sowie leitende Systeme der technischen Gebäudeausrüstung aufgrund von Überspannungen Schaden nehmen.

Da die VHF integraler Bestandteil des Gebäudes ist, kann hier auch ein Blitzeinschlag und somit eine Schädigung der Fassade erfolgen.

Die Planung und Umsetzung des Blitzschutzes erfolgt auf Grundlage der Norm DIN EN 62305-3 (Blitzschutz - Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen), sowie den zugehörigen nationalen Beiblättern.

2. Planungsschritte und Verantwortungen

Architekten und Fachplaner müssen frühzeitig die Blitzschutzanforderungen erarbeiten. Fassadenbauer und / oder Blitzschutzfachkräfte können bei der Umsetzung dieser Anforderungen unterstützen. Die Planung und Ausführung der Blitzschutzmaßnahmen sind besondere Leistungen gemäß VOB. Ein integrierter Planungsansatz vermeidet spätere Anpassungen und gewährleistet die gestellten Sicherheitsanforderungen.

In der Planungsphase ist im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens bzw. des Brandschutzgutachtens zu klären, welche Blitzschutzmaßnahmen zu treffen sind. Zusätzliche Informationen sind ggfs. bereits in den Landesbauordnungen beschrieben oder werden durch eine Blitzschutzrisikoprüfung definiert.

3. Ausführungshinweise

3.1 Blitzschutzsystem

Die metallene Konstruktion der VHF kann als Ableitungseinrichtung für den Blitzstrom von der Fangeinrichtung in die Erdungsanlage genutzt werden, wenn sie den Mindestanforderungen des Materialquerschnitts (z. B. 70 mm² Flachmaterial Aluminium gem. Tabelle 6 der DIN EN 62305-3) genügt. Hierzu ist ein niederohmiger und blitzstromtragfähiger Ableitungsweg von der Fangeinrichtung zur Erdungsanlage herzustellen. Die einzelnen Geschosse sind dabei unter Berücksichtigung der Materialausdehnung (flexibel) zu überbrücken. Auf die Verwendung von zugelassenen und geprüften Verbindungs- und Anschlussbauteilen ist zu achten.

In Abhängigkeit der festgelegten Blitzschutzklasse sind bezogen auf den Gebäudeumfang unterschiedlich viele Ableitungen zu installieren:

- Blitzschutzklasse I+II: alle 10 m
- Blitzschutzklasse III: alle 15 m

Weitergehende Anforderungen horizontaler Verbindungen oder engere vertikale Abstände als zuvor genannt können sich gem. DIN EN 62305-4 (Blitzschutz - Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen) zur Erhöhung von Schirmungsmaßnahmen ergeben.

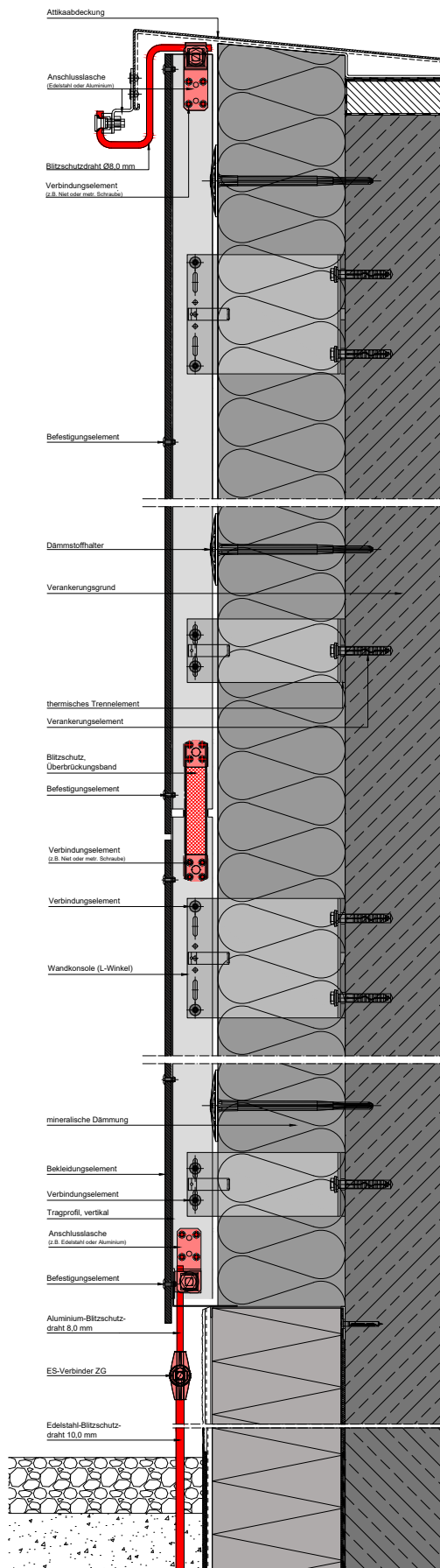
Die Installation der Blitzschutzmaßnahmen sollte grundsätzlich von einer Blitzschutzfachkraft und nicht vom Fassadenbauer erfolgen. Diese sollte sich die durchzuführenden Maßnahmen vom Fassadenbauer freigeben lassen.

Eine detaillierte Dokumentation der durchgeführten Maßnahmen sollte insbesondere deshalb erfolgen, weil viele Blitzschutzmaßnahmen nach Fertigstellung der Fassade nicht mehr sichtbar sind. Die Dokumentation der Blitzschutzmaßnahmen ist eine besondere Leistung gemäß VOB.

3.2 Erdung und Potenzialausgleich

Im Sockelbereich der Fassade sind Verbindungen zur Erdungsanlage herzustellen, so dass der Blitzstrom in das Erdreich fließen kann. Die Anzahl der Anschlüsse entspricht mindestens der Anzahl an Ableitungen.

Auf eine durchgängige, d. h. lotrechte Verbindungsachse ist zu achten.



Bei Nichteinhaltung des erforderlichen Trennungsabstandes zwischen blitzstromdurchflossenen Gebäudeteilen und weiteren leitenden Teilen kann es erforderlich sein, zusätzliche Potenzialausgleichmaßnahmen zu treffen. Dies können z. B. zusätzliche Verbindungen in den einzelnen Geschossen oder Überspannungsschutzeinrichtungen bei aktiven elektrotechnischen Einrichtungen sein. Als Beispiel sind hier in die Fassadenkonstruktion integrierte Photovoltaiksysteme zu nennen.

4. Fazit

Die Planung und Umsetzung von Blitzschutzsystemen bei Vorgehängten Hinterlüfteten Fassaden erfordert eine interdisziplinäre Zusammenarbeit. Bereits in der Planungsphase sollten alle Beteiligten auf eine sichere, normgerechte und nachhaltige Umsetzbarkeit achten. Durch eine frühzeitige Einbindung aller Gewerke lassen sich spätere Nachbesserungen vermeiden und die Sicherheit des Bauwerks gewährleisten.

3 Toleranzen

3.1 Allgemein

Geringfügige Abweichungen in der fertigen Werkleistung lassen sich aus verschiedenen Gründen nicht vermeiden.

Bei der Planung und Ausführung von VHF sind folgende Toleranzen zu berücksichtigen:

- Rohbautoleranzen und Toleranzen der Vorgewerke
- Herstelltoleranzen der verwendeten Systemkomponenten
- Toleranzen aus der Fertigung
- Toleranzen aus der Montage

Von Toleranzen zu unterscheiden sind Dimensionsänderungen oder Verformungen aufgrund von Temperaturänderung, Lastwechsel oder Feuchteaufnahme. Diese sind durch die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Baustoffen bestimmt. Sie können nicht verhindert werden und sind daher zusätzlich zu den Toleranzen zu berücksichtigen und aufzuaddieren.

3.2 Rohbautoleranzen und Toleranzen der Vorgewerke

Nach den einschlägigen Regelwerken sind die zulässigen Toleranzen für die Wandbildner, z. B. nach DIN 18202, deutlich größer als für die VHF. Zwischen den zulässigen Toleranzen der Vorgewerke und der notwendigen Genauigkeit der fertigen Fassade können daher deutliche Unterschiede bestehen. Die Maßabweichungen des Verankerungsgrundes sind vor der Montage der Fassade zu überprüfen und zu dokumentieren. Durch die Fassadenkonstruktion muss gewährleistet sein, dass Maßabweichungen vom geplanten Abstand der Bekleidung zum Verankerungsgrund in der Regel bis zu 20 mm ausgeglichen werden. Bei größeren Maßabweichungen sind diese gesondert zu berücksichtigen und erforderliche Ausgleichsmaßnahmen zu vereinbaren.

Bevor das Gewerk Fassadenbekleidung mit der Ausführung beginnt, sind die Vorgewerke (i. d. R. Roh- und Fensterbau) durch den Auftraggeber oder seinem Erfüllungsgehilfen, z. B. Architekt abzunehmen und somit für die Arbeiten der Folgegewerke freizugeben. In dem Abnahmeprotokoll sind insbesondere die Grundlage (z. B. DIN 18202 oder individuelle Vereinbarungen) für die Maßtoleranzen und deren Einhaltung bzw. deren Abweichungen konkret (z. B. anhand von Messprotokollen; Soll- / Ist-Tabellen) zu dokumentieren.

Das entsprechende Abnahmeprotokoll ist dem Fassadenbauer rechtzeitig vor Ausführungsbeginn zur Verfügung zu stellen. Dieser vergleicht und überprüft anhand des Messprotokolls die Abweichungen mit den Toleranzausgleichsmöglichkeiten, die sich aus der Ausführungsplanung und der Werk- und Montageplanung ergeben.

Da durch die zulässigen Toleranzen nach DIN 18202 neben optischen, auch funktionale Aspekte, z. B. Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit negativ beeinflusst werden können, sind gegebenenfalls schon in der Ausführungsplanung für die Vorgewerke die Toleranzmaße nach DIN 18202 zu reduzieren. Passiert dies nicht, sind die erforderlichen Maßnahmen gesondert zu beauftragen.

Um die besonderen systemspezifischen Qualitätsanforderungen einer VHF erfüllen zu können, wird empfohlen die Toleranzangaben der DIN 18202 bzw. gesonderter Merkblätter der Vorgewerke zu berücksichtigen. Angaben zu Toleranzen von Fenstern und Türen findet man z.B. im Merkblatt „Toleranzen im Fenster-, Türen- und Fassadenbau TOL.01“ des Verbandes für Fenster + Fassade (VFF).

3.3 Herstelltoleranzen der verwendeten Systemkomponenten

Für die Systemkomponenten sind die Herstelltoleranzen in den jeweiligen Normen, Zulassungen / Bewertungen und Werknormen festgelegt. Dies betrifft die zulässigen Längen-, Breiten- und Dicktoleranzen und gilt ebenso für Ebenheitstoleranzen, Farbton- und Glanzgradabweichungen. Bei der Planung einer VHF sind diese systemspezifischen Toleranzen der Komponenten zu beachten und gegebenenfalls mittels Grenzmuster zu vereinbaren.

Besondere Vereinbarungen sind gesondert zu treffen.

3.4 Toleranzen aus der Fertigung und Montage

Die Fassade insgesamt unterliegt gemäß ATV DIN 18351 den Anforderungen der DIN 18202 – Maßtoleranzen im Hochbau.

Zulässige Toleranzen für die VHF sind in den Tabellen der DIN 18202 und der FVHF-Leitlinie – [„VHF-Qualität und Beurteilung“](#) definiert:

- Maßtoleranzen
- Winkelabweichungen
- Ebenheitsabweichungen

Erhöhte Anforderungen sind in jedem Fall individuell und unter Berücksichtigung von Detailschlüssen sowie Schnittstellen zu Systembauteilen anwendungsbezogen zu definieren, zu vereinbaren und zu planen. Hierbei sind die Erfordernisse der Montage zu berücksichtigen. Weitergehende Anforderungen an Systeme und Materialien sind vom Planer zu erkennen und umzusetzen.

Ein einheitliches Fugenbild rundet bei fugenbetonten Bekleidungen das Erscheinungsbild einer vorgehängten hinterlüfteten Fassade ab. Abweichungen in den Fugenbreiten lassen sich jedoch aus den oben genannten Gründen nicht völlig vermeiden.

Weitere Informationen finden Sie in der FVHF-Leitlinie „VHF Qualität und Beurteilung“

3.5 Empfehlungen für die Vereinbarung von Toleranzen

Toleranzen müssen bereits in der Planung berücksichtigt und vereinbart werden.

Bei der Vereinbarung von zulässigen Toleranzen der fertigen Oberflächen sind Untergrund-, Produkt-, Zuschnitts- und Montagetoleranzen in Summe zu berücksichtigen. Dabei sind die Ausgleichsmöglichkeiten in der Konstruktion zu beachten.

Zu folgenden Punkten sollten die zulässigen Toleranzen und deren Messmethode an der fertigen Leistung vereinbart werden:

- Längen und Breiten der Bekleidungs-elemente
- Abweichung von angegebenen Fluchten und Höhen
- Fugenbreite, Fugenversatz: Die Toleranz der fertigen Fugenbreiten ergibt sich durch die-temperatur- und materialbedingten Dimensionsänderungen und die zulässigen Produktions- und Montagetoleranzen
- Ebenheit der Fassade: Die Oberfläche der Fassadenbekleidung soll eben sein. Unebenheiten des Verankerungsgrundes sind bereits in der Planung zu berücksichtigen und mit der Unterkonstruktion auszugleichen. Je nach Bekleidungs-materialien sind individuelle Toleranzen zu vereinbaren, z.B. sind bei dünnen Blechen Welligkeiten grundsätzlich nicht vermeidbar und als solche kein Mangel

- Farbe, Glanz, Oberfläche: Hier eignen sich Muster, wobei idealerweise Grenzmuster zu vereinbaren sind. Innerhalb der Grenzmuster dürfen die Farbe und der Glanz variieren

3.6 Abnahme der fertigen Leistung

In der Praxis muss davon ausgegangen werden, dass geringfügige, den Gesamteindruck der Fassade nicht beeinträchtigende Toleranzen hinzunehmen sind. Dies betrifft insbesondere Farbabweichungen, Unebenheiten und kleinere Beschädigungen. Diese Beeinträchtigungen sind grundsätzlich unter gebrauchstüblichen Bedingungen hinsichtlich Betrachtungsabstand, Betrachtungswinkel und Beleuchtungssituation zu bewerten. Beeinträchtigungen beispielsweise auf einer Wandfläche im 3. OG sind demnach weniger relevant als Beeinträchtigungen auf den Ansichtsflächen einer repräsentativen Eingangshalle.

Die Beurteilungen sind bei diffusem Licht und keinesfalls unter Streiflicht oder direktem Sonnenlicht vorzunehmen.

In Fällen in denen zwischen dem Ersteller der Werkleistung und dem Auftraggeber Unstimmigkeiten über die Zulässigkeit von optischen Beeinträchtigungen bestehen, muss eine sachkundige Bewertung anhand von allgemein anerkannten Bewertungssystemen für Bauleistungen (z. B. Bewertungsmatrix nach Oswald) erfolgen.

Bei der Betrachtung von Fassadenoberflächen muss die Tatsache berücksichtigt werden, dass es sich bei Fassaden um ein unter Baustellenbedingungen handwerklich hergestelltes Bauprodukt handelt.

4 Prinzipskizzen

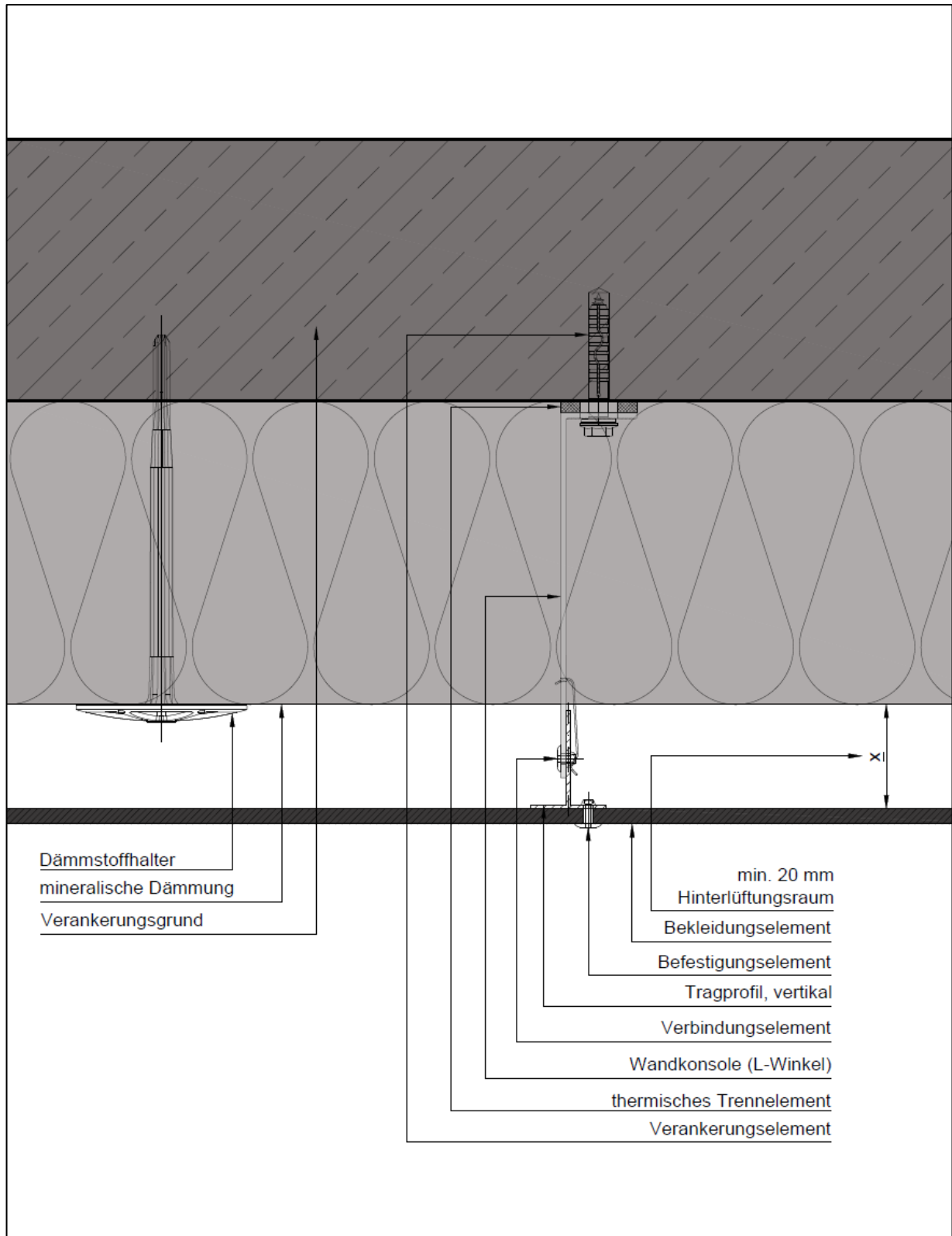


Abbildung 11: Horizontalschnitt

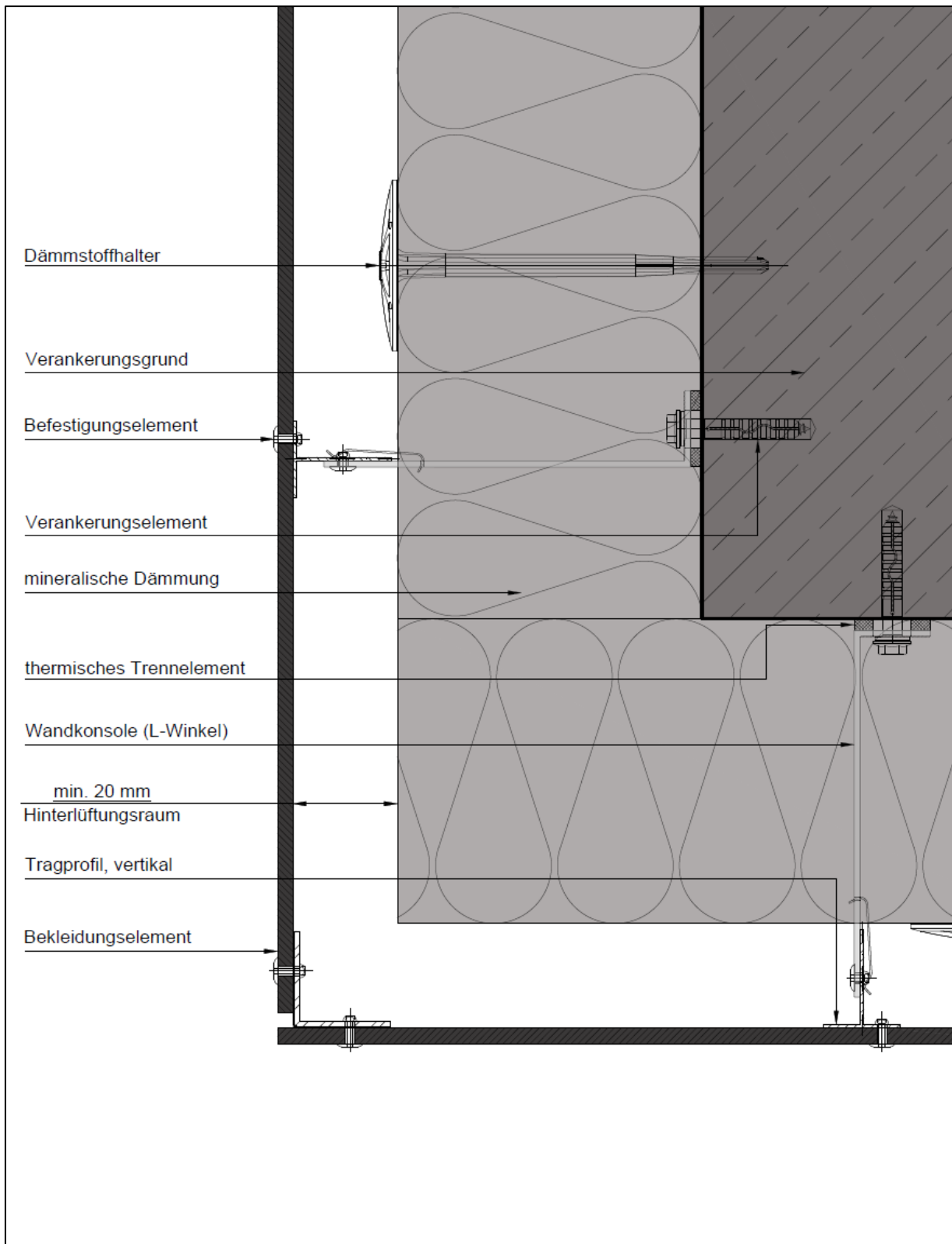


Abbildung 12: Horizontalschnitt - Außenecke

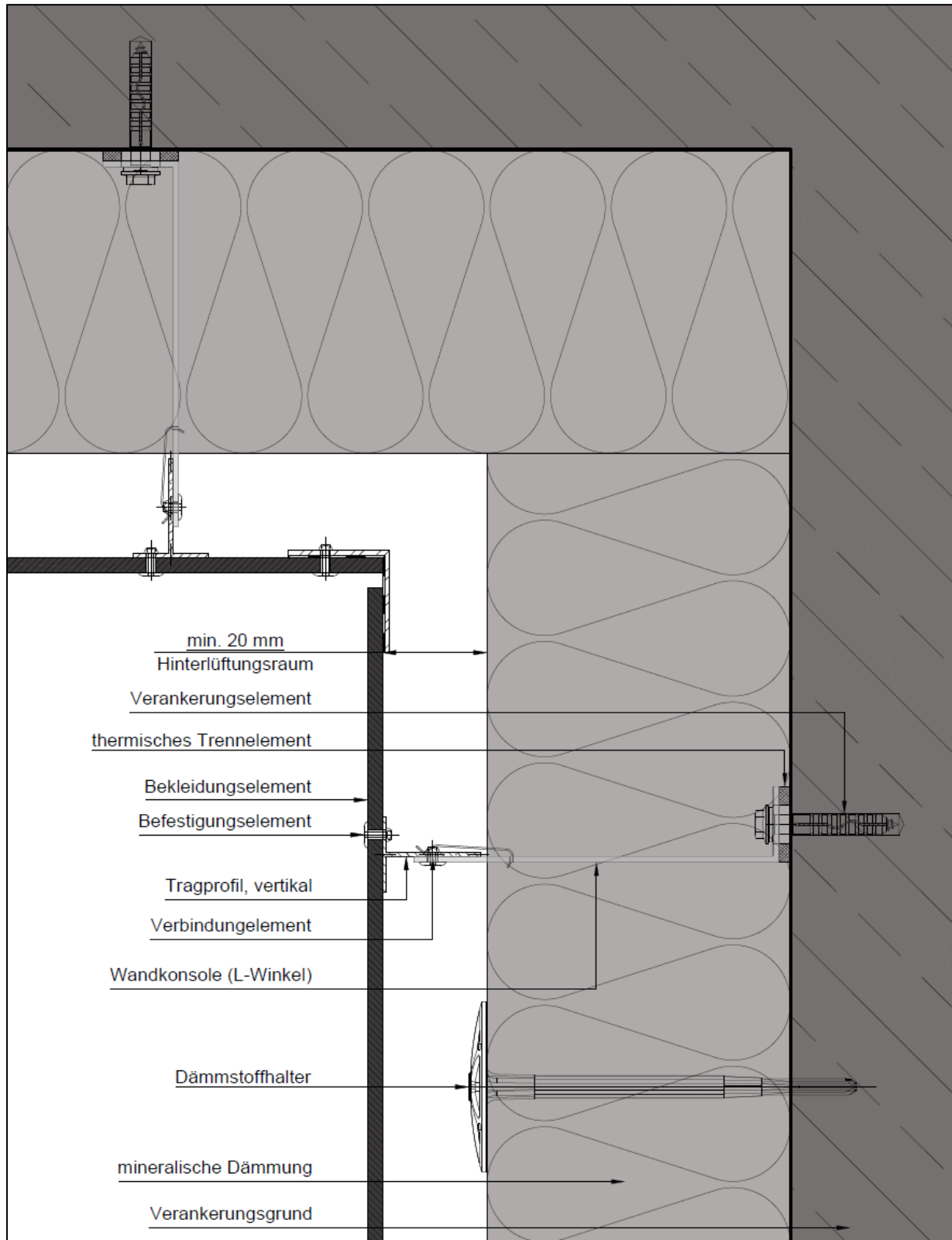


Abbildung 13: Horizontalschnitt - Innenecke

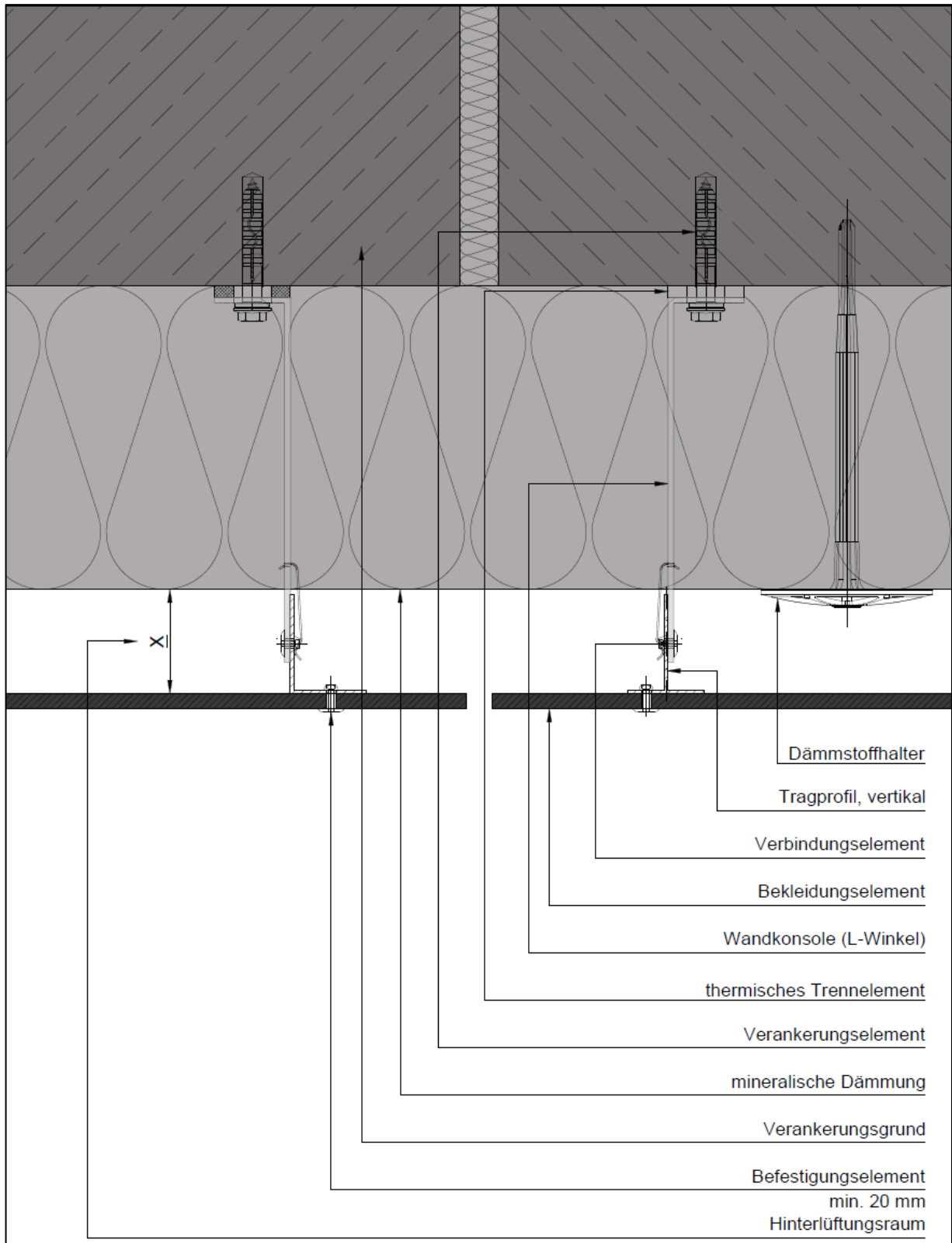


Abbildung 15: Horizontalschnitt - Dehnfuge

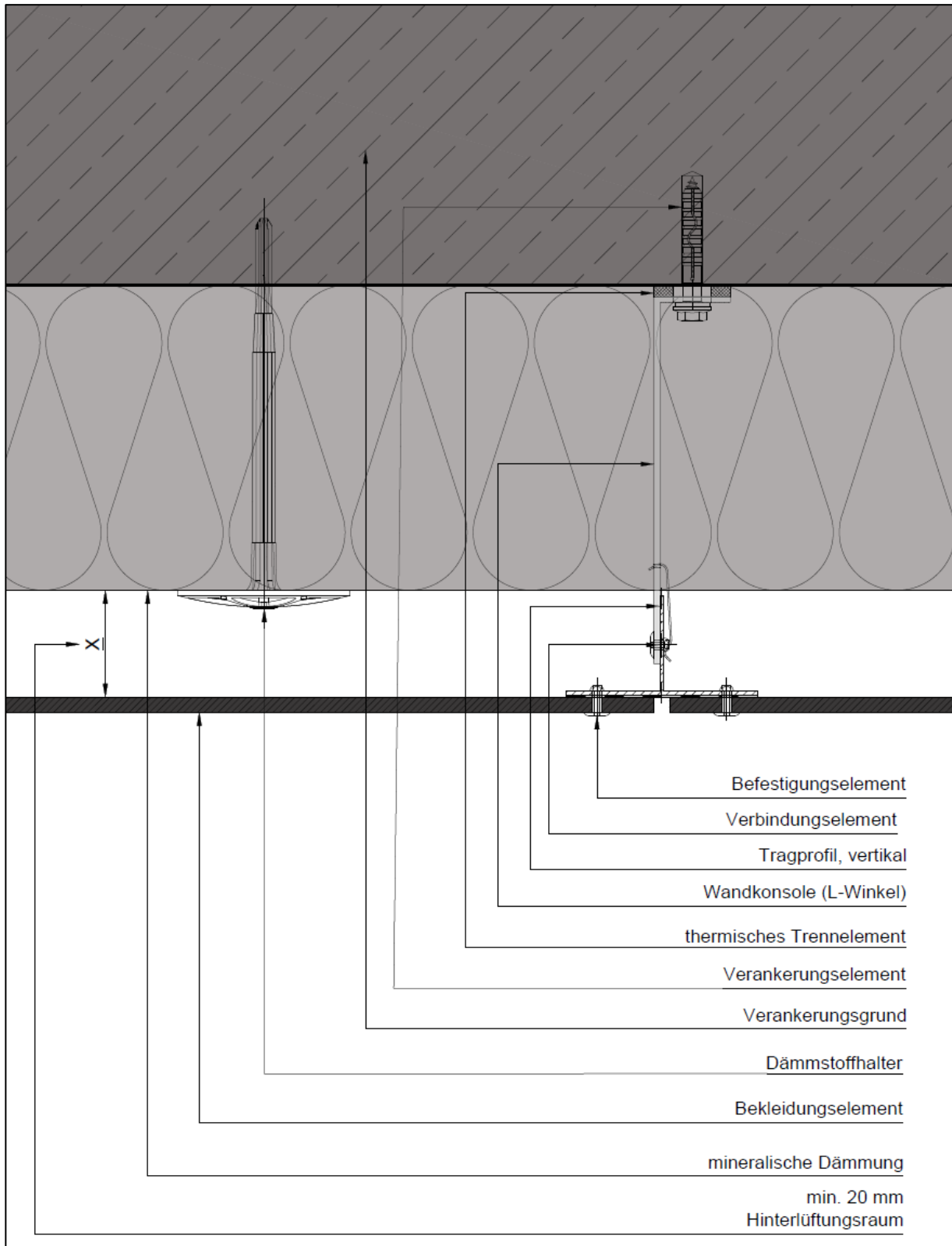


Abbildung 16: Horizontalschnitt

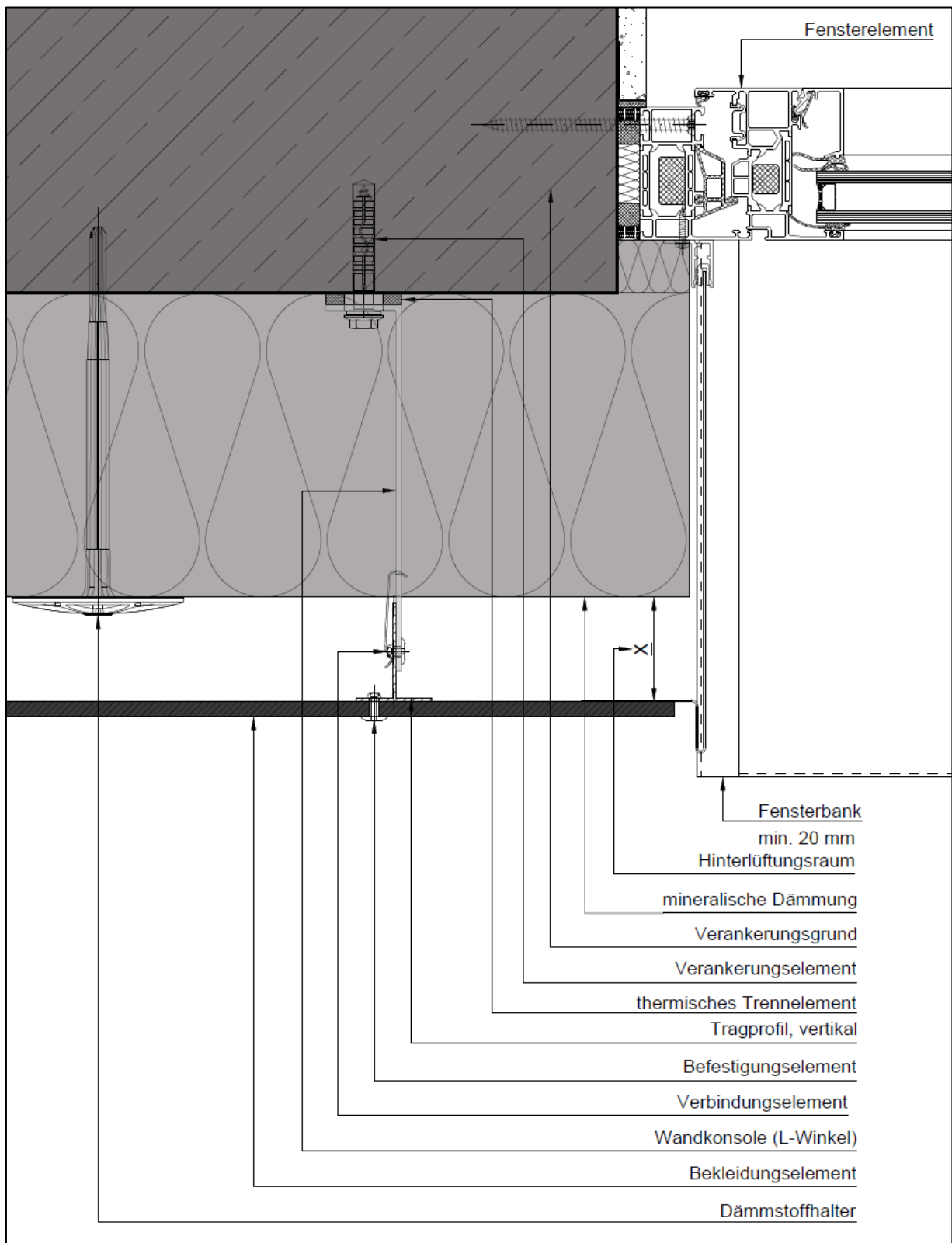


Abbildung 17: Horizontalschnitt - Laibung (Bleibung)

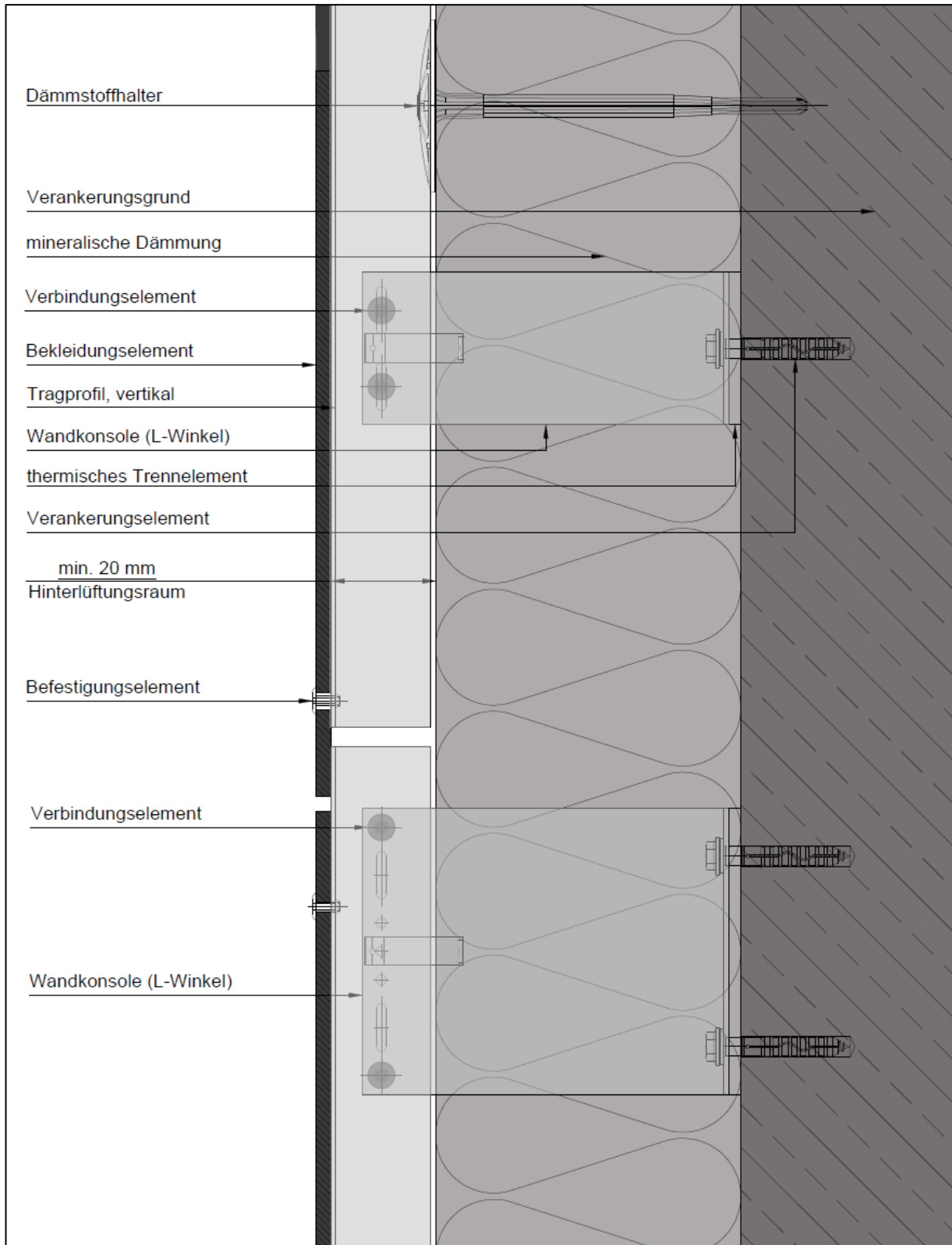


Abbildung 18: Vertikalschnitt

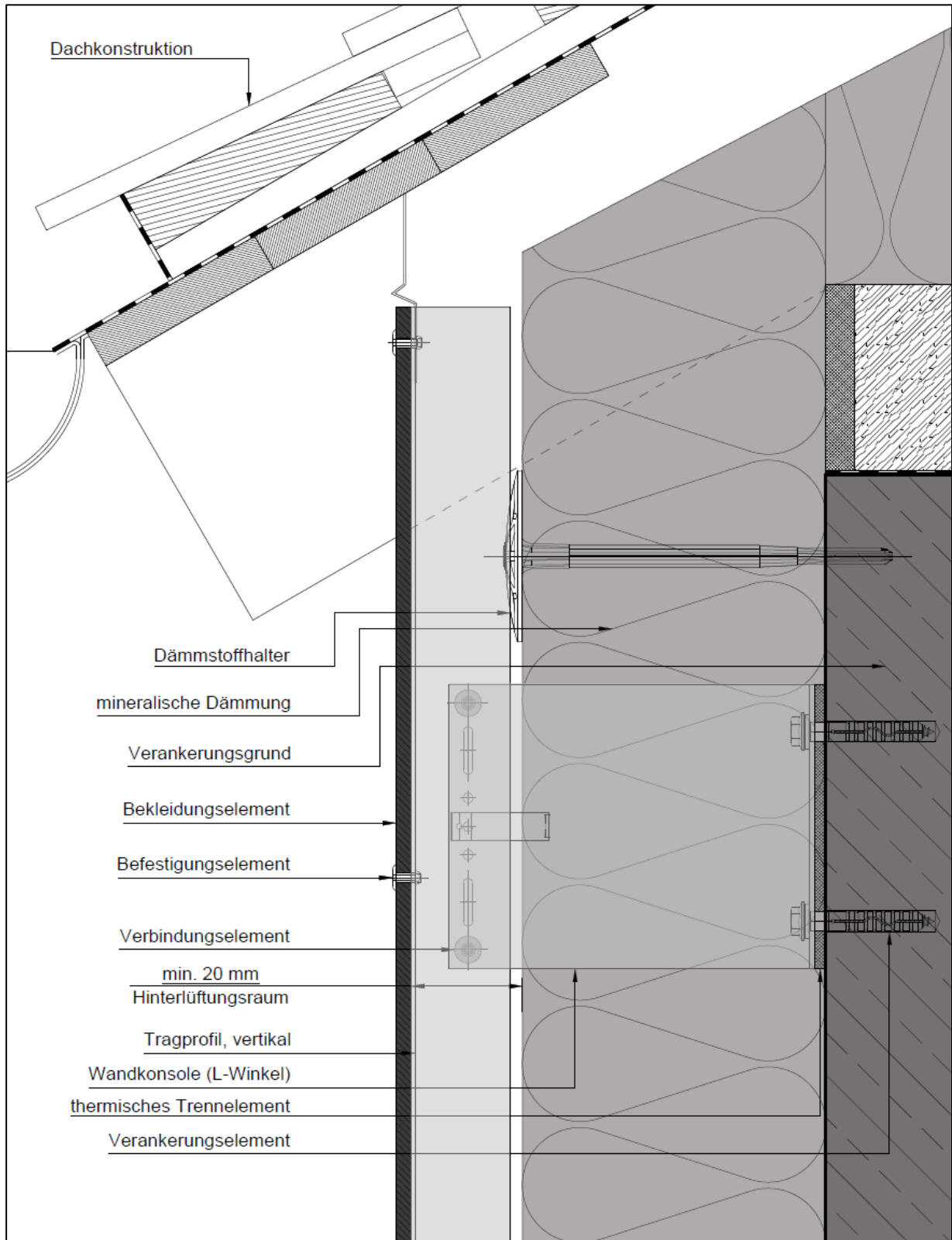


Abbildung 19: Vertikalschnitt - Steildachanschluss

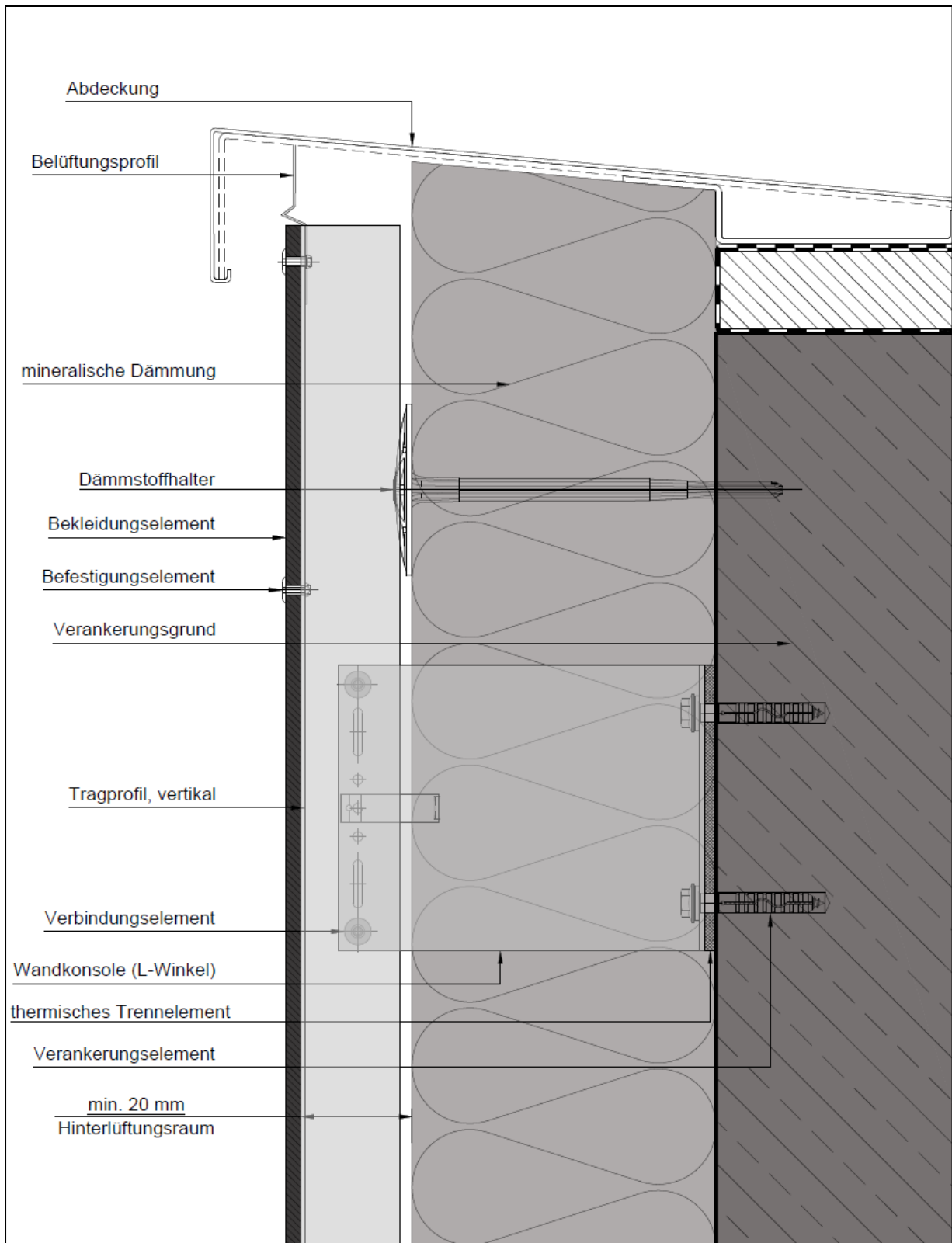


Abbildung 20: Vertikalschnitt - Flachdachanschluss

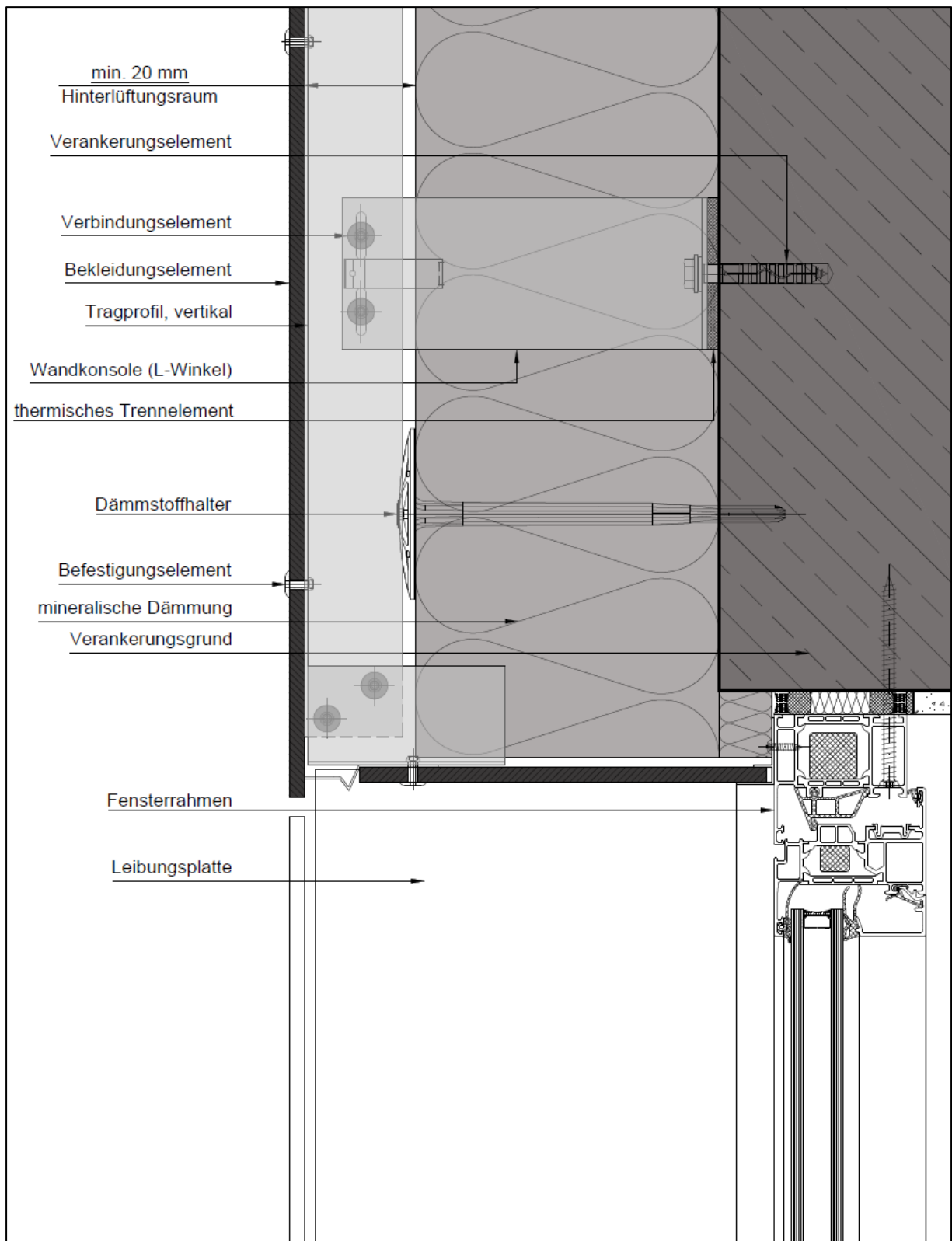


Abbildung 21: Vertikalschnitt - Sturz

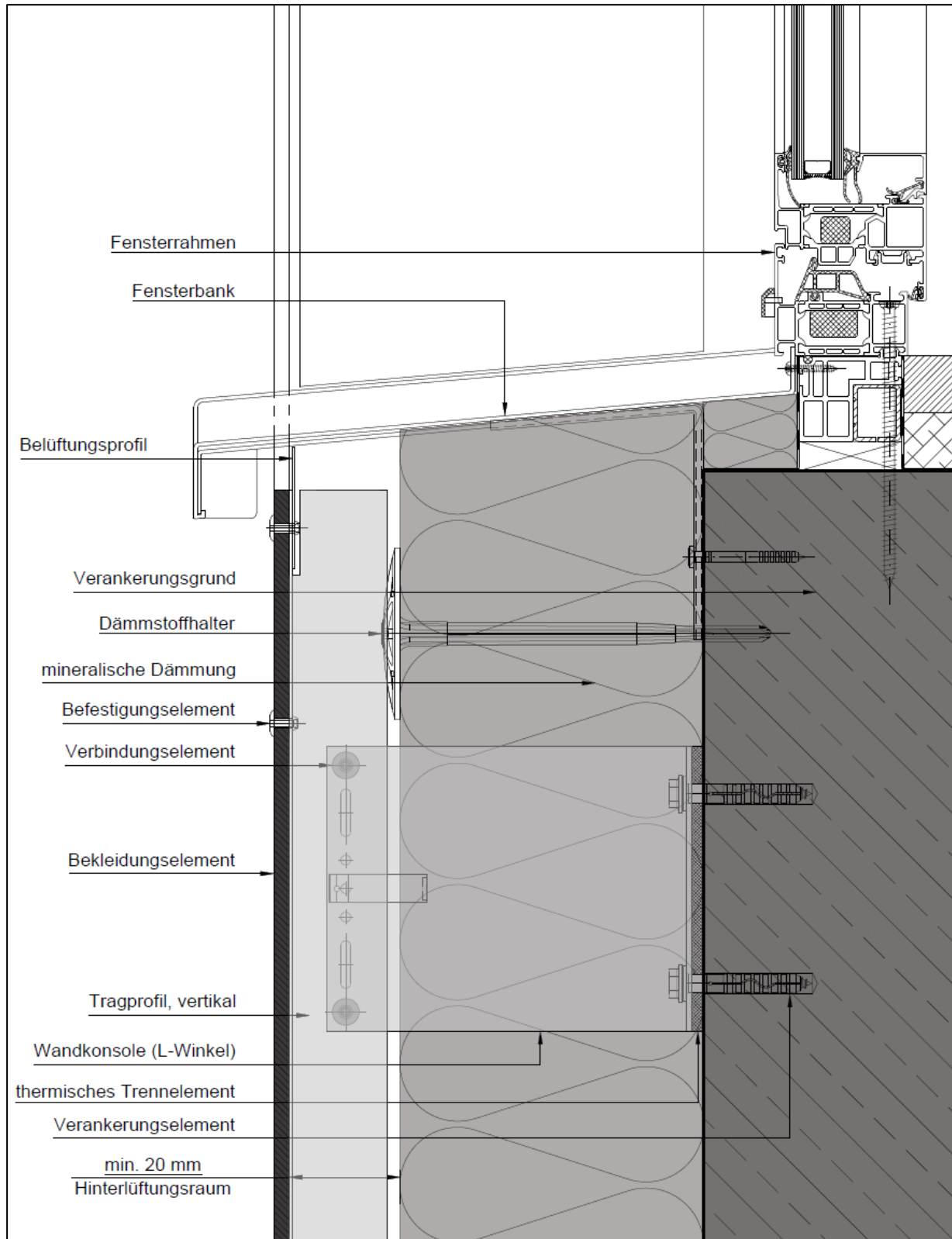


Abbildung 22: Vertikalschnitt - Brüstung

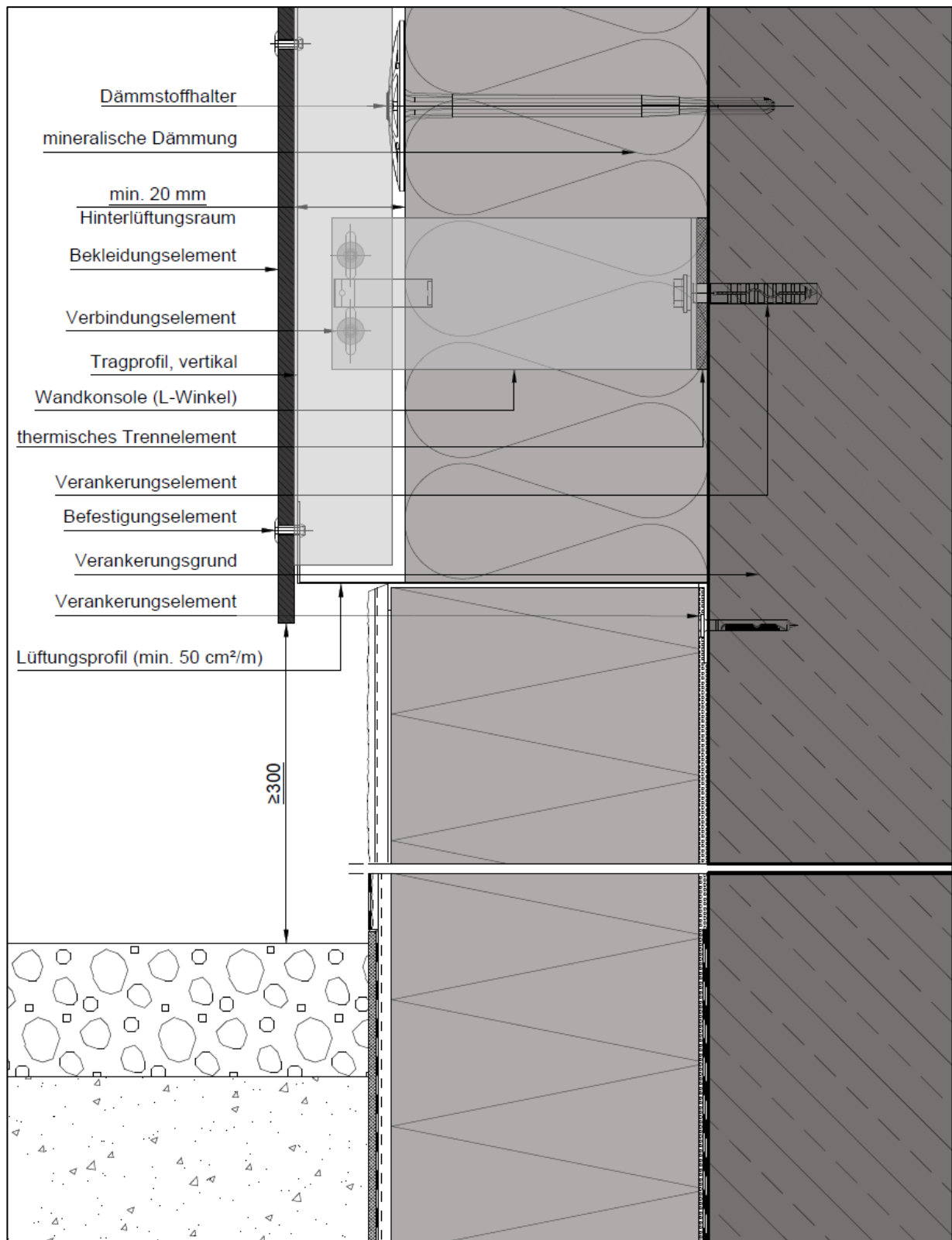


Abbildung 23: Vertikalschnitt - Sockel

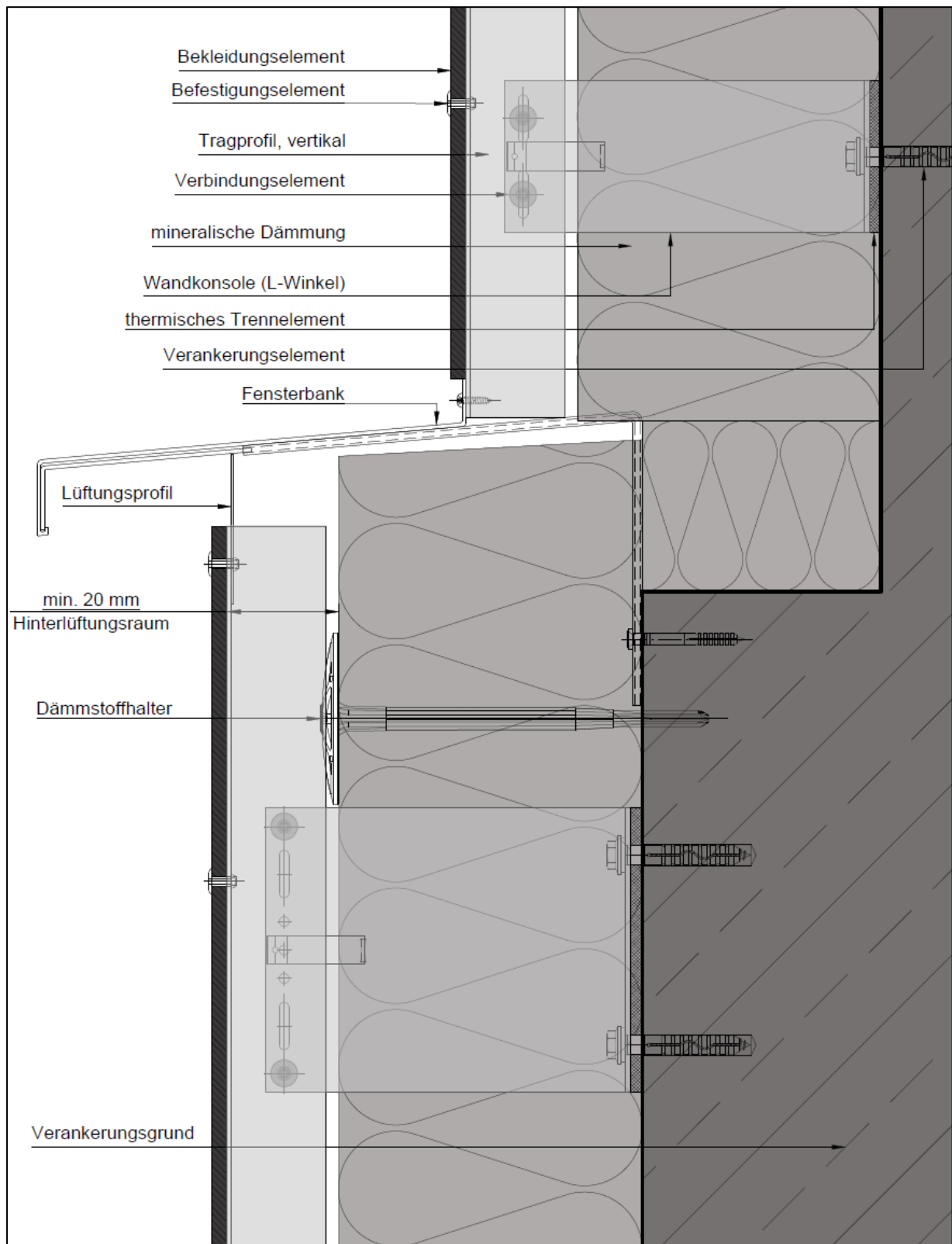


Abbildung 24: Vertikalschnitt - Versprung

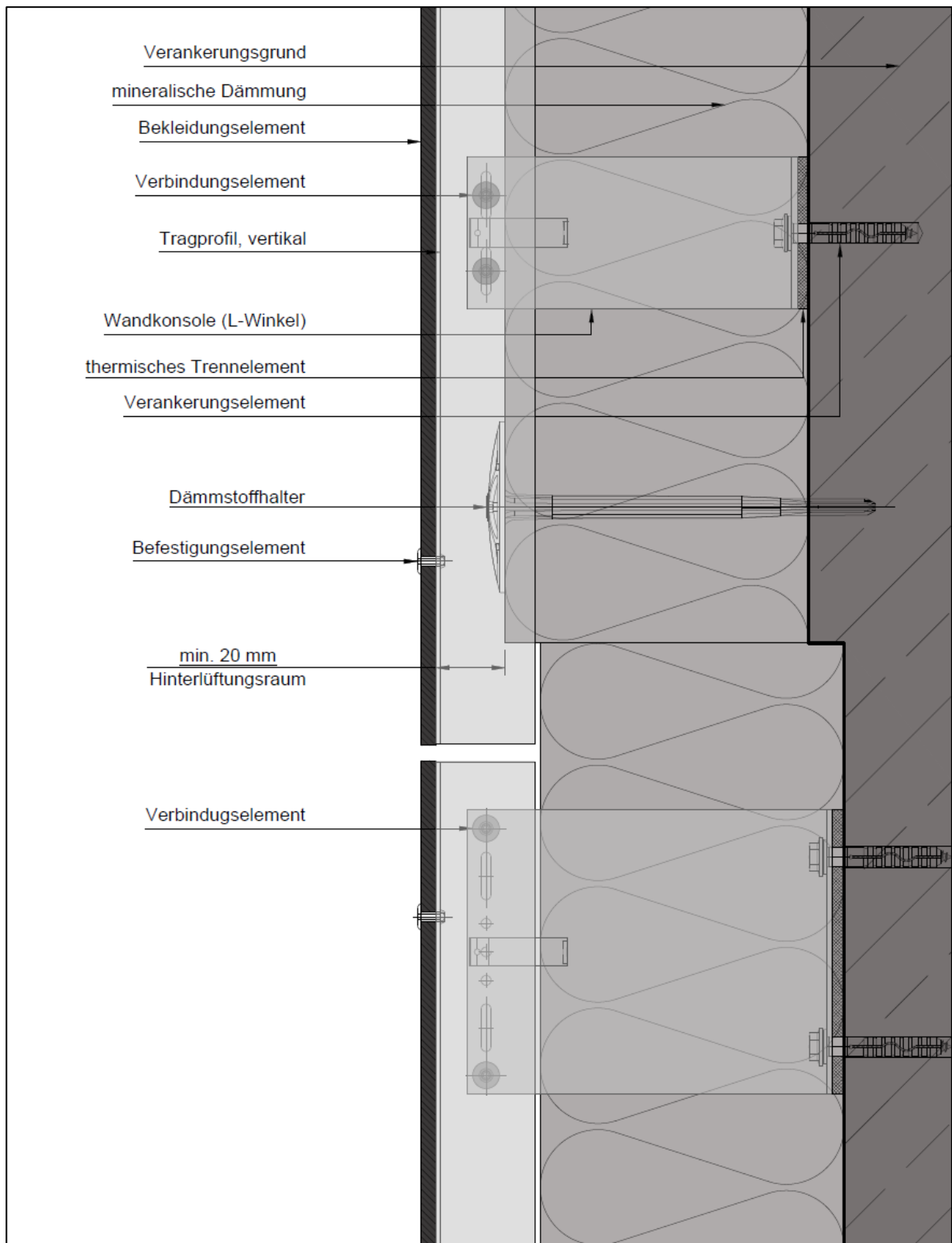


Abbildung 25: Vertikalschnitt - Versatz

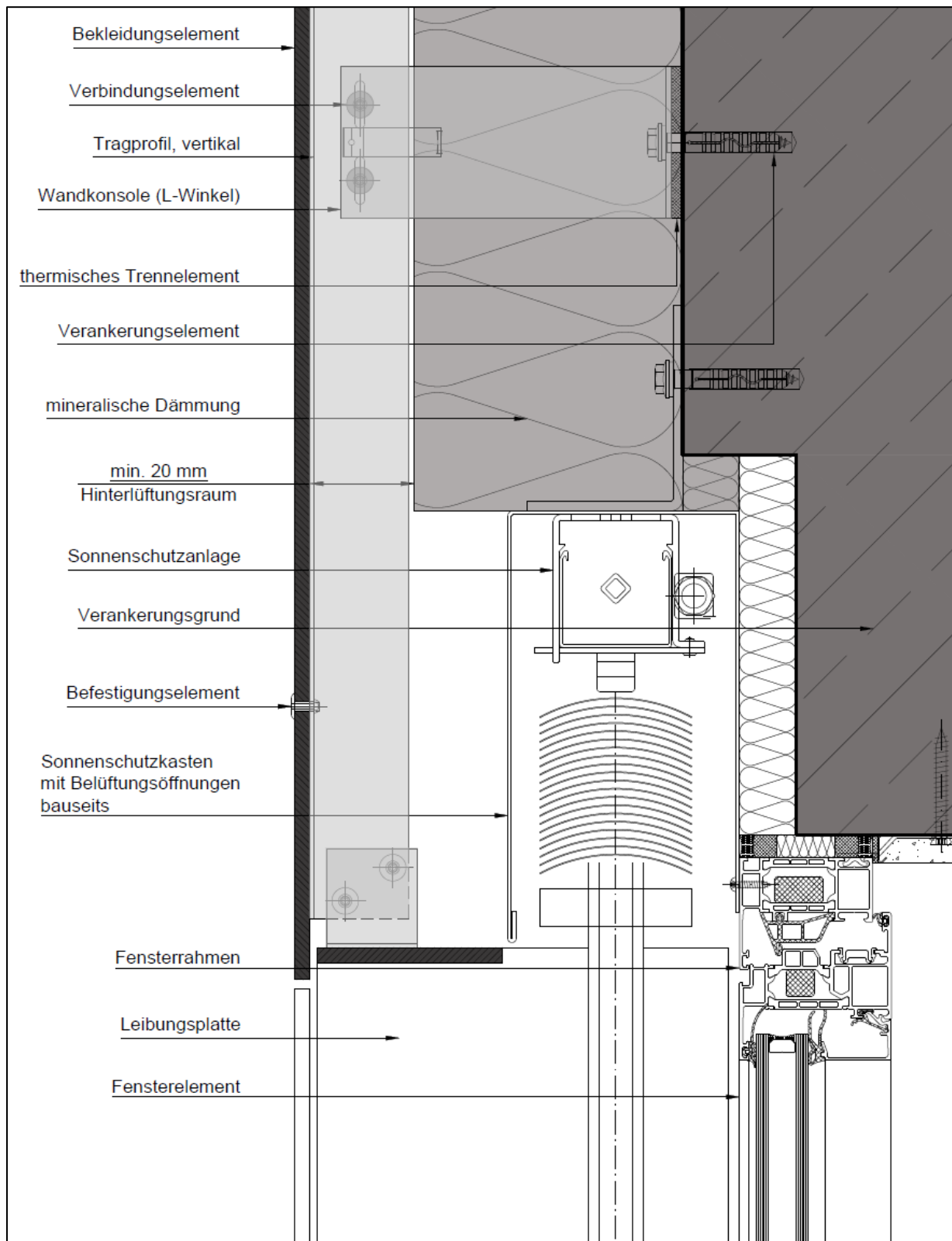


Abbildung 26: Vertikalschnitt - Sonnenschutz

5 Normative Verweisungen (Auszug) / Literaturverzeichnis

Normen:

ATV DIN 18351 : 2023-09	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Vorgehängte Hinterlüftete Fassaden
DIN 10088	Nichtrostende Stähle – Teile 1 bis 5
DIN 18008	Glas im Bauwesen
DIN 18202	Toleranzen im Hochbau - Bauwerke
DIN 18516-1 : 2024-10	Außenwandbekleidungen, hinterlüftet - Teil 1: Anforderungen, Prüfgrundsätze
DIN 18533	Abdichtung von erdberührten Bauteilen - Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze
DIN 18542	Imprägnierte Fugendichtungsbänder aus Schaumkunststoff zur Abdichtung von Außenwandfugen - Anforderungen und Prüfung
DIN 20000-5 : 2024-01	Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken - Teil 5: Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt
DIN 4095	Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung
DIN 4108	Wärmeschutz im Hochbau
DIN 4108-10	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 10: Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe
DIN 4108-2	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
DIN 4109	Schallschutz und Raumakustik im Hochbau
DIN 4426	Einrichtungen zur Instandhaltung baulicher Anlagen - Sicherheits-technische Anforderungen an Arbeitsplätze und Verkehrswege - Planung und Ausführung
DIN 68800-1	Holzschutz - Teil 1: Allgemeines
DIN 68800-2	Holzschutz - Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau
DIN 68800-3	Holzschutz - Teil 3: Vorbeugender Schutz von Holz mit Holzschutzmitteln
DIN 68800-5	Holzschutz - Teil 5: Vorbeugender chemischer Schutz von Holzwerkstoffen
DIN EN 10025	Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen
DIN EN 13162	Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) - Spezifikation
DIN EN 14081-1 : 2019-10	Holzbauwerke - Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt - Teil 1: Allgemeine Anforderungen

DIN EN 1991-1-1	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen - Wichte von Baustoffen und Lagergütern, Eigengewicht von Bauwerken und Nutzlasten im Hochbau
DIN EN 1991-1-3	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen - Schneelasten
DIN EN 1991-1-4	Eurocode 1 - Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Windlasten
DIN EN 62305-3	Blitzschutz - Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen (IEC 62305-3:2010, modifiziert)
DIN EN 62305-4	Blitzschutz - Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen (IEC 62305-4:2010)
DIN EN ISO 10684	Verbindungselemente - Feuerverzinkung
DIN EN ISO 12944-5	Beschichtungssysteme - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 5: Beschichtungssysteme
DIN EN ISO 1461	Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebrachte Zinküberzüge (Stückverzinken) - Anforderungen und Prüfungen
DIN EN ISO 14713-1	Zinküberzüge - Leitfäden und Empfehlungen zum Schutz von Eisen- und Stahlkonstruktionen vor Korrosion - Teil 1: Allgemeine Konstruktionsgrundsätze und Korrosionsbeständigkeit
DIN EN ISO 3506-1	Mechanische Verbindungselemente - Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus korrosionsbeständigen nichtrostenden Stählen - Teil 1: Schrauben mit festgelegten Stahlsorten und Festigkeitsklassen
EAD 090062	Bausätze für mechanisch befestigte Außenwandbekleidungen (als Ersatz für die technische Spezifikation ETAG 034)
EAD 330076	Metall-Injektionsdübel für Verankerungen in Mauerwerk (als Ersatz für die technische Spezifikation ETAG 029)
EAD 330232	Mechanische Dübel zur Verwendung in Beton (als Ersatz für die technische Spezifikation ETAG 001)
EAD 330284	Kunststoffdübel für redundante nichttragende Systeme in Beton und Mauerwerk (als Ersatz für die technische Spezifikation ETAG 020)
ETAG 001	Bekanntmachung der Leitlinie für die europäische technische Zulassung für Metalldübel zur Verankerung im Beton
ETAG 020	Bekanntmachung der Leitlinie für die europäische technische Zulassung für Kunststoffdübel als Mehrfachbefestigung von nichttragenden Systemen zur Verankerung im Beton und Mauerwerk
ETAG 029	Bekanntmachung der Leitlinie für die europäische technische Zulassung für Metall-Injektionsdübel zur Verankerung im Mauerwerk

ETAG 034	hinterlüftete Verkleidungssätze, bestehend aus Bekleidungskomponenten und dazugehörige Befestigungen
GEG	Gebäudeenergiegesetz
MVV TB	Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen
MBO	Musterbauordnung
LBO	Landesbauordnung

Literatur:

Richtlinie zur Bestimmung der wärmetechnischen Einflüsse von Wärmebrücken bei Vorgehängten Hinterlüfteten Fassaden, Ausgabe 1998; Herausgeber: Fachverband Baustoffe und Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e.V. FVHF

Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Fassadenbegrünungen und Kletterpflanzen; Herausgeber: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL)

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung 30.3-6. „Erzeugnisse, Verbindungsmittel und Bauteile aus nichtrostenden Stählen“

VFF-Merkblatt „Toleranzen im Fenster-, Türen- und Fassadenbau TOL.01“

IFBS-Fachregel für den Metalleichtbau – Planung und Ausführung

FVHF Reihe - Im Fokus siehe www.FVHF.de

**Fachverband Baustoffe und Bauteile für
vorgehängte hinterlüftete Fassaden e.V. – FVHF**

Kurfürstenstraße 129

10785 Berlin

Tel. +49 30 212862-81

Fax +49 30 212862-41

info@fvhf.de

www.fvhf.de