

VHF Planung und Ausführung

FVHF-Leitlinie

Planung und Ausführung von
Vorgehängten Hinterlüfteten Fassaden (VHF)

Stand: 01.11.2017

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 aktiven und passiven 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 11/2017

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: Ronald Winterfeld
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	Verwendbarkeitsnachweise	6
1.3.3	Standicherheit	7
1.3.4	Bauphysik	8
1.3.5	Brandschutz	9
1.3.6	Wärmeschutz	10
2	Planung und Ausführung	10
2.1	Vorgaben für die Planung	10
2.2	Inhalte der Objekt-, Fach- und Werkplanung	11
2.3	Grundsätze der Planung	11
2.4	Verankerungsgrund	13
2.5	Verankerungs-, Verbindungs- und Befestigungselemente	15
2.5.1	Verankerungselemente	15
2.5.2	Verbindungselemente	18
2.5.3	Befestigungselemente	18
2.6	Unterkonstruktion	19
2.6.1	Holzunterkonstruktion	19
2.6.2	Holz-Metallunterkonstruktion	20
2.6.3	Metallunterkonstruktion	20
2.7	Wärmedämmung	22
2.8	Hinterlüftung	24
2.9	Bekleidung	25
3	Toleranzen	27
3.1	Allgemein	27
3.2	Rohbautoleranzen/Toleranzen der Vorgewerke	27
3.3	Herstelltoleranzen der verwendeten Systemkomponenten	28
3.4	Toleranzen aus Fertigung und Montage	28
3.5	Empfehlungen für die Vereinbarung von Toleranzen	28
3.6	Abnahme der fertigen Leistung	29
4	Prinzipskizzen	29
5	Normative Verweisungen (Auszug)/Literaturverzeichnis	42

1. Allgemein

1.1 Geltungsbereich

Die vorliegende Leitlinie gilt für die Planung, Bemessung, Konstruktion und Ausführung von vertikalen, geneigten und horizontalen Vorgehängten Hinterlüfteten Fassaden mit Bekleidungen auf Metall- und Holzunterkonstruktionen.

Sie legt Grundsätze und Mindestanforderungen für dauerhafte und standsichere vorgehängte hinterlüftete Außenwandbekleidungen fest.

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 $\leq 80 \text{ cm}$) Fassadenbekleidungen wie Wandschindeln, handwerklich hergestellte Wandbekleidungen usw. gelten zusätzlich weitere Normen und Regelwerke.

Bekleidungen an Deckenunterseiten werden im Regelfall als abgehängte Konstruktionen ausgeführt. Für diese sind die Montagerichtlinien der Systemhersteller zu beachten.

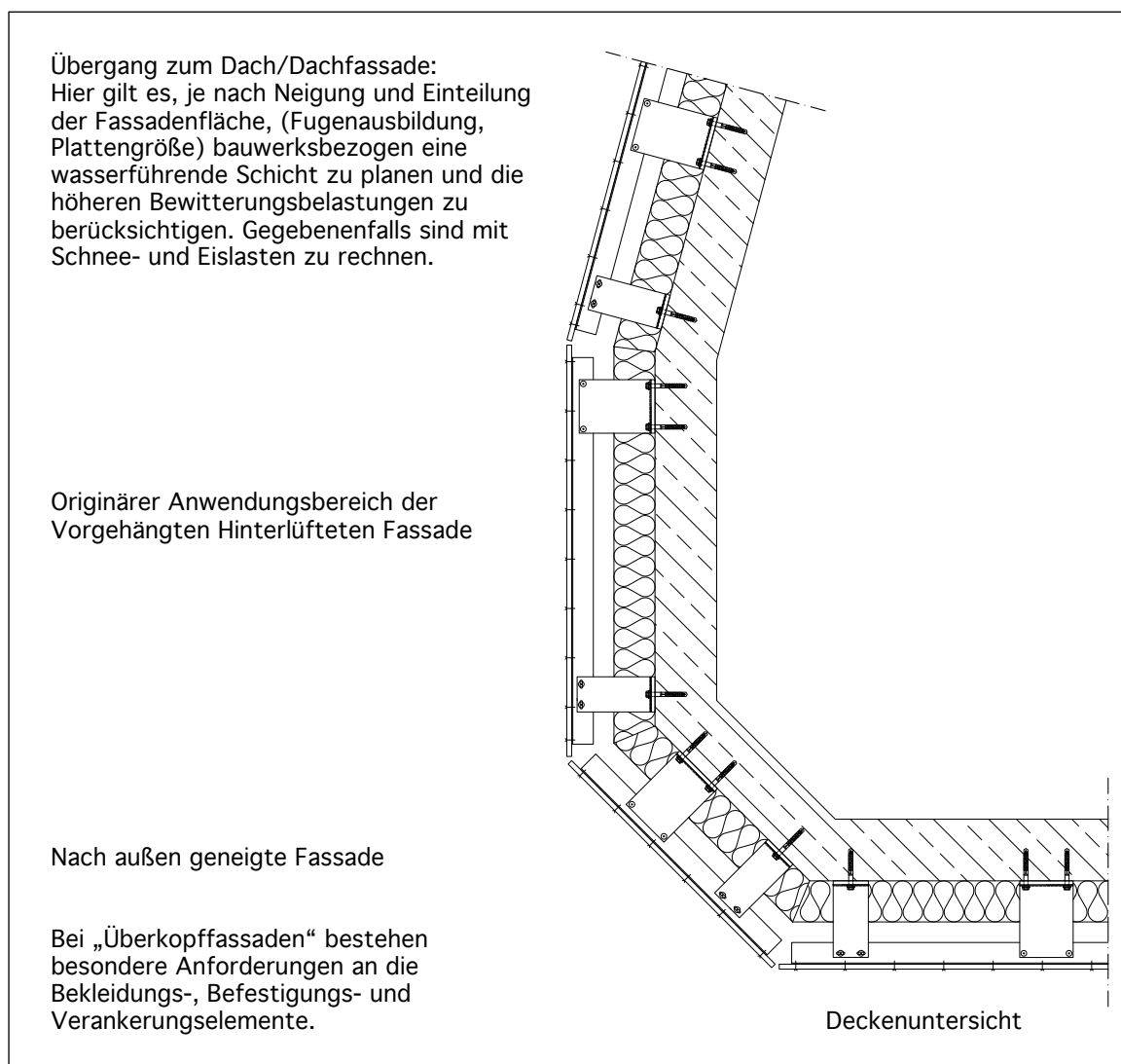


Abbildung 1: Einsatzbereiche

1.2 Begriffe

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

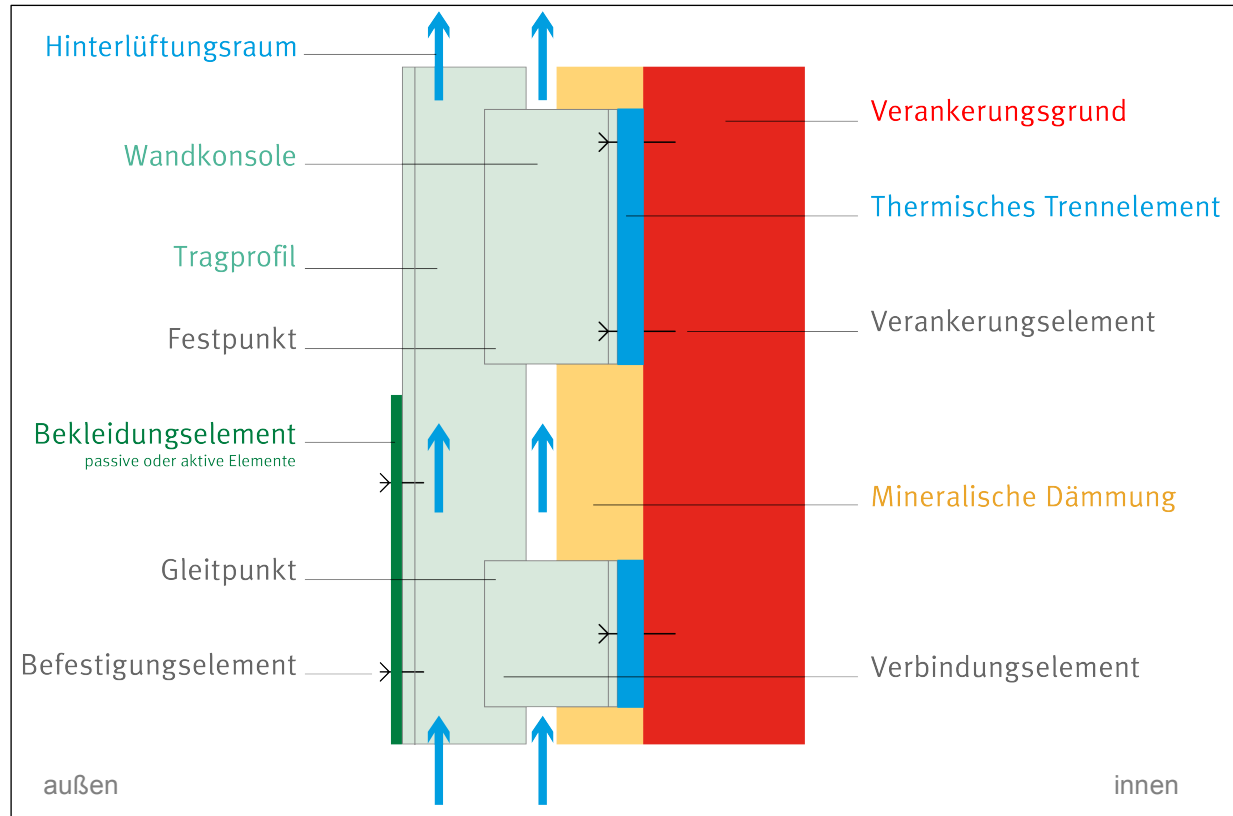


Abbildung 2: Systemkomponenten

Verankerungsgrund (Außenwand)

Raumabschließende Schicht des Gebäudes, i. d. R. als tragende Wand.

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;
- Lüftungsschienen, Windsperren;
- Brandsperren und
- 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 und der zu verwendenden Werkstoffe. Aus den Unterlagen müssen die Unterkonstruktion, die Bekleidung und die Wärmedämmschicht mit den entsprechenden Eigenschaften und Bauelementen hervorgehen.

Die Einhaltung der Brandschutzanforderungen sowie der Anforderungen an den Wärmeschutz (nach DIN 4108 und nach EnEV) ist nachzuweisen.

1.3.2 Verwendbarkeitsnachweise

Für eine zu errichtende VHF müssen gemäß den Landesbauordnungen Verwendbarkeitsnachweise erbracht werden.

Art und Umfang der Verwendbarkeitsnachweise 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 Wartung und Instandhaltung.

Der Nachweis der Verwendbarkeit der einzelnen Bestandteile (Unterkonstruktion; Verankerungs-, Verbindungs- und Befestigungselemente; Dämmstoffe und Bekleidungselemente) ist nach Norm, allgemeinem bauaufsichtlichen Prüfzeugnis (abP), allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ),

allgemeiner Bauartgenehmigung oder Europäisch Technischer Zulassung (approval)/Bewertung (assessment) ETA und CE-Kennzeichnung/Leistungserklärung zu führen. Ist dies nicht möglich, muss eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE) vorliegen.

Wenn die abZ bzw. ETA von bspw. Bekleidungswerkstoffen entsprechende Angaben zur Beschaffenheit der Unterkonstruktion und den Befestigungs-, Verankerungs- und Verbindungselementen enthält, sind diese zu berücksichtigen.

1.3.3 Standsicherheit

Der Standsicherheitsnachweis für das Fassadensystem ist, inklusive aller Einzelnachweise, in einer prüffähigen Form auf Grundlage der geltenden Normen und Richtlinien vom Fachplaner 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 der raumabschließenden Wand 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.

Die Randabstände der Verankerungs-, Verbindungs- und Befestigungselemente sind einzuhalten.

Folgende Einwirkungen sind zu berücksichtigen:

- Eigenlasten nach DIN EN 1991-1-1;
- Windlasten nach DIN EN 1991-1-4;
- Schnee- und Eislasten in besonders beanspruchten Teilbereichen;
- behinderte Formänderungen/Zwängungen;
- Sonderlasten, z. B. Anbauteile.

Bei einer durchlässigen Außenwandbekleidung kann, unter Berücksichtigung der DIN 18516-1, Abschnitt 5 in Verbindung mit DIN EN 1991-1-4 mit dem nationalen Anhang für Deutschland, der im Hinterlüftungsraum entstehende Staudruck bei der Windlastermittlung berücksichtigt werden. Vorausgesetzt, dass die folgenden Punkte eingehalten werden:

- Tiefe Hinterlüftungsraum < 100 mm;
- Fugenanteil $\geq 0,75$ % (Fläche der offenen Fugen/Fläche der Außenwandbekleidung);
- Windsperre an den vertikalen Gebäudeecken;

reduziert sich die zu berücksichtigende Windlast.

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.

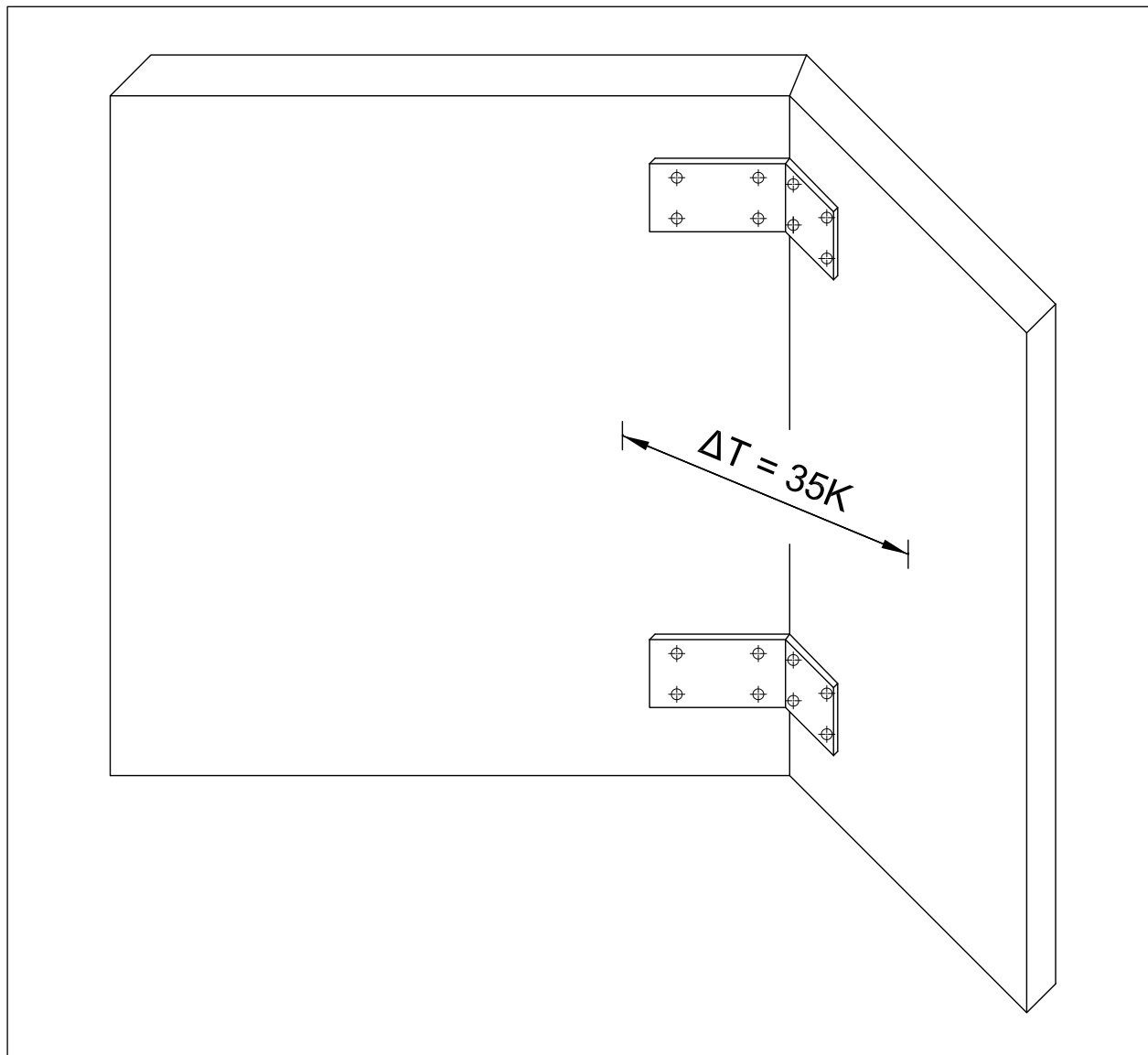


Abbildung 3: Temperaturdifferenz

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;
- EnEV (Energieeinsparverordnung).

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 2.8 beschrieben.

1.3.5 Brandschutz

Die DIN 18516-1 („Außenwandbekleidungen, hinterlüftet, Teil 1: Anforderungen, Prüfgrundsätze“) verweist hinsichtlich der Anforderungen an den Brandschutz auf die Musterliste Technische Baubestimmungen (ML TB) des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) – Anlage 2.6/11 der letzten Fassung. Sie sind aktuell gleichlautend in die Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB, Ausgabe August 2017) übernommen worden.

Bei hinterlüfteten Außenwandbekleidungen, die geschossübergreifende Hohl- oder Lufträume haben oder über Brandwände hinweggeführt werden, sind nach § 28 Abs. 4 in Verbindung mit Abs. 5 sowie nach § 30 Abs. 7 MBO1 besondere Vorkehrungen gegen die Brandausbreitung zu treffen. Sie werden als zusätzliche Maßnahmen, z.B. in Form von horizontalen und vertikalen Brandsperren beschrieben. Brandsperren behindern eine Brandausbreitung im Hinterlüftungsraum durch Unterbrechung oder partielle Reduzierung des freien Querschnitts.

Abweichend von § 28 Abs. 3 Satz 1 MBO1 muss die Wärmedämmung zusätzlich nichtbrennbar ausgeführt werden.

Anforderungen an die Baustoffklasse von VHF-Komponenten nach Musterbauordnung:

	Gebäudehöhe*	Unterkonstruktion	Dämmstoff	Bekleidung
	bis 7 Meter	normalentflammbar	normalentflammbar [°]	normalentflammbar
	7 – 22 Meter	normalentflammbar**	nichtbrennbar	schwerentflammbar**
	ab 22 Meter	nichtbrennbar	nichtbrennbar	nichtbrennbar

Tabelle 1: Baustoffanforderungen nach Gebäudehöhe

[°] Der FVHF empfiehlt nichtbrennbare mineralische Dämmstoffe für alle Gebäudeklassen des Typs WAB T3 WL(P).

* 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.

In der FVHF-Leitlinie „Brandschutztechnische Vorkehrungen für Vorgehängte Hinterlüftete Fassaden“ werden diese Vorgaben interpretiert und präzisiert. Diese dient der objekt-spezifischen Abstimmung mit dem zuständigen Brandschutzsachverständigen.

1.3.6 Wärmeschutz

Bei Neubau und Sanierung muss gemäß der aktuellen Energieeinsparverordnung (EnEV) 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 **FVHF-Leitlinie zur Bestimmung der wärmetechnischen Einflüsse von Wärmebrücken bei Vorgehängten Hinterlüfteten Fassaden** zu beachten.

Bei Außenwänden mit VHF wird die Wärmedämmschicht sowie das Vorhandensein einer Hinterlüftung (Wärmeübergangswiderstand außen) für den Schichtenaufbau des Bauteilnachweises berücksichtigt ($R_{Si} = R_{Se}$).

Für die Vordimensionierung der Wärmedämmung und Unterkonstruktion im frühen Planungsstadium wird das kostenlose **FVHF-Effizienz-Tool** empfohlen.

2. Planung und Ausführung

2.1 Vorgaben für die Planung

Um die Besonderheiten der einzelnen Bauwerksschichten (zum Beispiel Tragkonstruktion, Zwischenkonstruktion und Außenhülle) aufeinander abzustimmen, hat der Auftraggeber beziehungsweise der Ersteller der Gesamtplanung und der Vorgewerkplanung die Verpflichtung, eine fach- und sachgerechte Ausführungsplanung zu erstellen.

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

Daraus folgt unter anderem, dass die Toleranzen (speziell auch die Maßtoleranzen) der Vorgewerke auf die Toleranzausgleichsmöglichkeiten der Folgewerke abzustimmen und zu planen sind.

Die Vorgewerke (in der Regel 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, wie zum Beispiel Dübelzonen im Stahlbetonbau, Randabstände usw.

2.2 Inhalte der Objekt-, Fach- und Werkplanung

Zu den Grundleistungen der Ausführungsplanung (Leistungsphase 5) nach § 34, Anlage 10 der HOAI 2013 gehören:

- Erarbeiten der Ausführungsplanung mit allen für die Ausführung notwendigen Einzelangaben (zeichnerisch und textlich) auf der Grundlage der Entwurfs- und Genehmigungsplanung bis zur ausführungsreifen 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, zum Beispiel bei Gebäuden im Maßstab 1:50 bis 1:1;
- Bereitstellen der Arbeitsergebnisse als Grundlage für die fachlich an der Planung 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.

Grundlage der Werk- und Montageplanung für VHF ist eine zu erstellende prüffähige Objektstatik für das Gesamtsystem der VHF (Unterkonstruktion, Bekleidung, Befestigungs-, Verankerungs- und Verbindungselemente). Diese ist vom Fachplaner im Auftrag des Bauherrn zu erstellen.

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 sowie die vorherrschenden klimatischen und konstruktiven Beanspruchungen bestimmen die Wahl der Werkstoffe, die Ausführung der Unterkonstruktion und die Art der Wärmedämmung und 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 (zum Beispiel atmosphärische Niederschläge, Kondenswasser) ein Korrosionselement bilden. Dadurch wird der elektrochemisch unedlere Werkstoff stärker korrodiert als im ungepaarten Zustand (Kontaktkorrosion).

Die Intensität der Korrosion hängt ab von:

- der Leitfähigkeit des Elektrolyten;
- dem Unterschied der elektrochemischen Potentiale der Verbindungspartner;
- dem Flächenverhältnis 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 (zum Beispiel 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.

		Werkstoff mit kleiner Fläche					
		Al	C-Stahl Guss	Kupfer	Edelstahl Rostfrei	verz. Stahl	Zink
Werkstoff mit großer Fläche	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 prinzipiell möglich. Dabei gilt das Prinzip, dass unedlere Metalle beim Kontakt mit edleren Metallen „in Lösung“ gehen, das heißt korrodieren können. Demnach ist die Kombination von kleinteiligen Bauteilen aus edlen Metallen (zum Beispiel Schrauben aus Edelstahl) mit großformatigen Bauteilen aus unedleren Metallen (zum Beispiel verzinkter Stahl) weniger kritisch. In Anlehnung an die DIN EN ISO U713-1 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.

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

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 oder Unterkonstruktionen aus Holz.

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, beziehungsweise mit Abschlüssen zwangungsfrei - unter Berücksichtigung der Wasserführung - einzubauen.

Attiken sollen mit einem Gefälle von $\geq 5^\circ$ zum Flachdach hin entwässern. Der Abstand der Tropfkante von der Vorderseite darunterliegender 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:

- bis 8 m mindestens 50 mm
- 8 bis 20 m mindestens 80 mm
- über 20 m mindestens 100 mm

Bei flächenbündigen Abschlüssen von Fensterbank oder Abdeckungen sind diese besonders zu planen. Dauergerüstanker nach DIN 4426 sind so anzuordnen, dass sie möglichst ohne Demontage der Bekleidungselemente dauerhaft zugänglich sind.

Bei der Planung und Ausführung sind die gültigen technischen Regelwerke, Normen und bauordnungsrechtliche Vorgaben zu beachten. Abweichungen sind im Einzelfall möglich, sofern die Eignung der gewählten Konstruktion beziehungsweise 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 (zum Beispiel KS oder MZ);
- Mauerwerk aus Lochsteinen (zum Beispiel KSL, HLz oder Hbl);
- Mauerwerk aus Porenbeton;
- Wandplatten (zum Beispiel dünne Betonplatten, Wetterschalen);
- Haufwerksporiger Leichtbeton;
- Vormauerschalen (zum Beispiel zweischaliges Mauerwerk);
- Holztragwerk;
- Stahltragwerk.

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

Bei Mauerwerken mit von der ETA abweichenden Parametern (zum Beispiel Rohdichte, Druckfestigkeit, Format) 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 (a, b, c und d) des Verankerungsgrundes zu berücksichtigen. Für Injektionsankersysteme im Mauerwerk mit ETA nach ETAG 029 beziehungsweise nach EAD 330076 00 0604 ist die Technische Regel „Durchführung und Auswertung von Versuchen am Bau“ zu berücksichtigen.

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

Für die Bemessungsverfahren in Mauerwerk und in Porenbeton sind unter anderem folgende Bedingungen zu beachten:

- Wenn die Stoßfugen in der Wand nicht mit Mörtel verfüllt werden sollen, ist der Bemessungswert der Tragfähigkeit N_{rd} auf 2,0 kN zu begrenzen, um sicherzustellen, dass ein Herausziehen eines Steins aus der Wand verhindert wird. Diese Begrenzung kann bei Verwendung ineinander verzahnter Steine in der Wand beziehungsweise geplanter Verfüllung der Fugen mit Mörtel wegfallen.
- Wenn die Fugen des Mauerwerks nicht sichtbar sind, ist die charakteristische Festigkeit F_{Rk} um den Faktor $\alpha_j = 0,5$ zu verringern.
- Wenn die Fugen des Mauerwerks sichtbar sind (zum Beispiel bei einer unverputzten Wand), ist Folgendes zu berücksichtigen:
 - Die charakteristische Tragfähigkeit F_{Rk} darf nur dann angesetzt werden, wenn das Mauerwerk so geplant ist, dass die Fugen mit Mörtel verfüllt werden.
 - Wenn das Mauerwerk (die Wände) so ausgelegt ist, dass die Fugen nicht mit Mörtel verfüllt werden, darf die charakteristische Tragfähigkeit F_{Rk} nur dann verwendet werden, wenn der minimale Randabstand c_{min} zu den Stoßfugen eingehalten wird. Wenn dieser minimale Randabstand c_{min} nicht eingehalten werden kann, ist die charakteristische Tragfähigkeit F_{Rk} mit dem Faktor $\alpha_j = 0,5$ zu reduzieren.

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-/Schlagbohren;
- bei Mauerwerk aus Lochsteinen, Porenbeton oder haufwerksporigem Leichtbeton in der Regel Bohren im Drehgang.

Zweischaliges Mauerwerk/Mehrschichtenplatte

Bei zweischaligem Mauerwerk/Mehrschichtenplatte ist verantwortlich 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 Vormauerschale, beziehungsweise die Wetterschale nicht zur Verankerung der VHF geeignet ist, erfolgt die Verankerung in der Tragschale. Die Ertüchtigung einer nicht tragfähigen Rückverankerung der Vormauerschale, beziehungsweise der Wetterschale mit der Tragschale kann bedarfsweise mittels bauaufsichtlich zugelassenen Verblendsanierdübeln oder -ankern erfolgen.

Holzwerkstoffplatten/Stahlbauteile

Besteht der Verankerungsgrund aus Holzwerkstoffplatten oder Stahlbauteilen des industriellen Leichtbaues oder der Stahlskelettbauweise, müssen für diesen Verwendungszweck zugelassene Verankerungselemente eingesetzt werden. Beim statischen Nachweis sind eventuell vorhandene nichttragende Schichten (zum Beispiel Brandschutzschicht) zu berücksichtigen.

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

2.5 Verankerungs-, Verbindungs- und Befestigungselemente

Vorzugsweise dürfen folgende Metalle ohne besonderen Korrosionsschutznachweis verwendet werden:

- nichtrostende Stähle der Korrosionswiderstandsklasse III/mittel² oder höher
 - zum Beispiel Werkstoffnummern 1.4-4-01, 1.4-4-04-, 1.4362, 1.4571, 1.4578,
- Aluminiumlegierungen nach DIN EN 1999-1-1
 - zum Beispiel 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“ unter Punkt 2.3 verwiesen.

2.5.1 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 (abZ) 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 und zugehörige Spezialschraube):
Der überwiegende Teil der hinterlüfteten Fassaden wird mit Rahmen-/Langschaftdübeln in Durchsteckmontage verankert. Entsprechend der ETA/abZ 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 (zum Beispiel Kfz-Unterboden- beziehungsweise Hohlraumschutz) beschichtet werden. Als geeignetes Verfahren hat sich hierfür das Aufbringen der Beschichtung mittels Sprühen erwiesen.

² Gemäß abZ Z-WO.3-6 Anlage 1.1, in Verbindung mit Tabelle 1.1

- **Metallspreizdübel aus Edelstahl:**
Als eine weitere Möglichkeit der Verankerung von Fassadenkonstruktionen in Beton zum Beispiel 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 nur 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:

$n_1 \geq 4$; $n_2 > 1$ und $n_3 > 4,5$ kN

oder

$n_1 \geq 3$; $n_2 > 1$ und $n_3 > 3,0$ kN

Eine VHF kann in der Regel mit zugelassenen Rahmendübeln mit ETA nach ETAG 020 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.

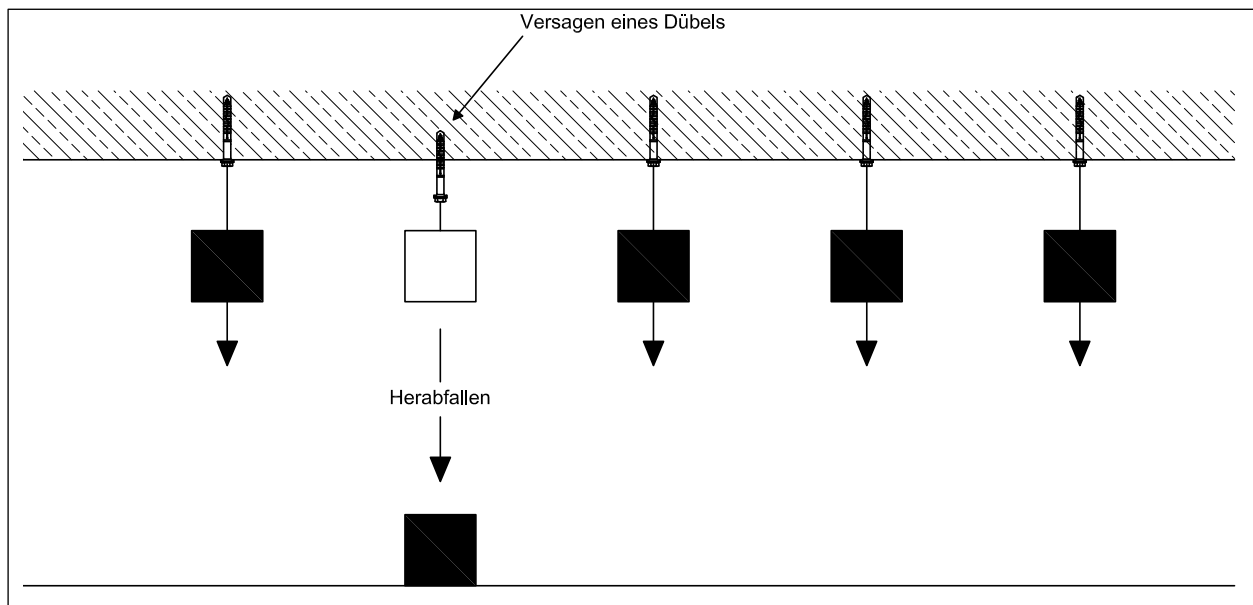


Abbildung 4: Einzelbefestigung

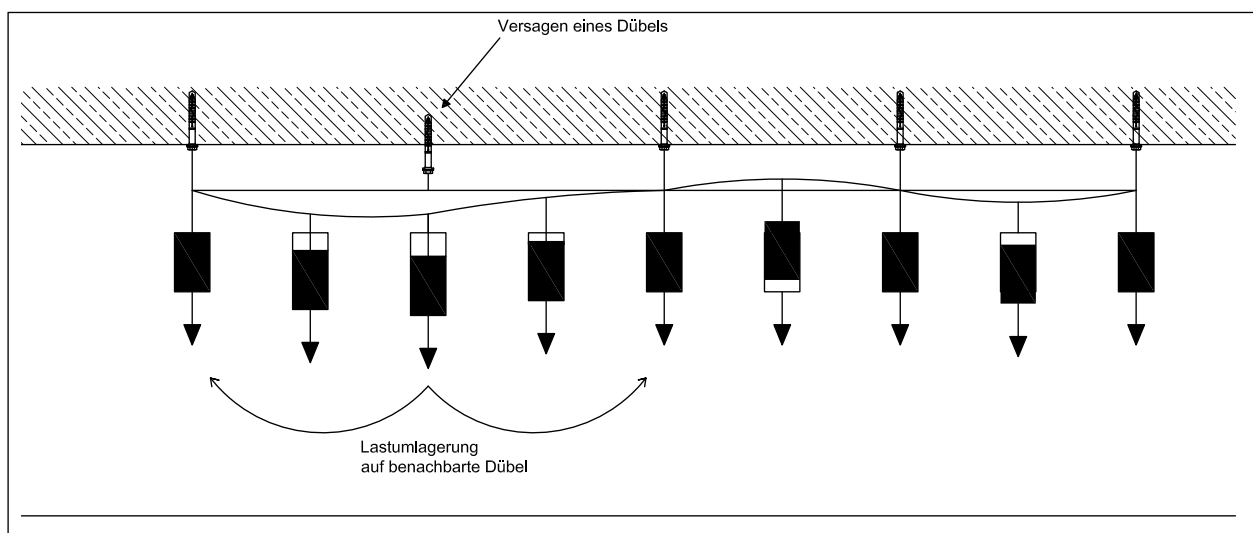


Abbildung 5: Mehrfachbefestigung

Im Bereich von Deckenuntersichten dürfen Kunststoffdübel nach ETAG 020 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 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, Injektionstechnik gemäß ETAG 029 oder national zugelassene Kunststoffrahmendübel mit einer Zulassung zur Einzelbefestigung nach ETAG 001 in Beton einzusetzen.

2.5.2 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 Niete oder Schrauben nach Herstellerangaben oder 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.

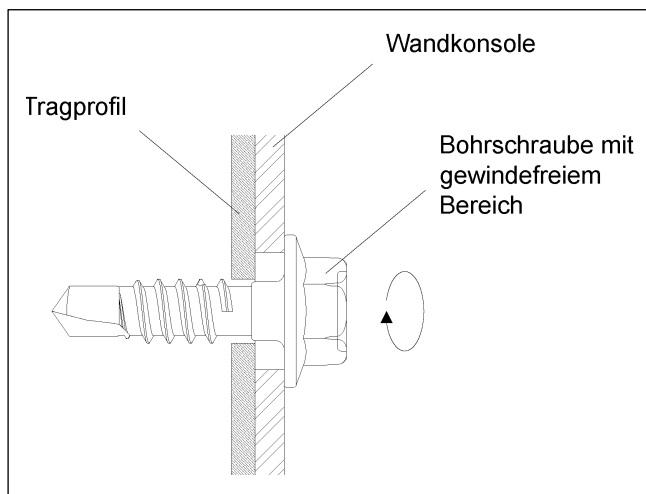


Abbildung 6: Gleitpunktschraube

Bei Verbindungselementen aus Edelstahl sind diese in AZ 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/mäßig³) verwendet werden.

2.5.3 Befestigungselemente

Die Befestigung der Fassadenbekleidung kann auf verschiedene Arten erfolgen - sichtbar oder verdeckt.

Bei der sichtbaren Befestigung kommen Schrauben aus nichtrostendem Stahl (mind. Edelstahl A2), Blindnieten aus Aluminium (mit Edelstahldorn) beziehungsweise nichtrostendem Stahl oder Klammersysteme zur Verwendung.

Die verdeckte Befestigung erfolgt mit Hinterschnittankern, gewindefurchenden oder selbstbohrenden Schrauben, Nieten, Klammern, Klebesystemen oder Einhängesystemen (zum Beispiel Bolzen, Agraffen) sowie keramischen Verbundkörpern oder ähnlichem.

Alle Befestigungselemente müssen in Normen beziehungsweise bauaufsichtlichen Zulassungen/Prüfzeugnissen/Bewertungen für den jeweiligen Anwendungsfall geregelt sein. Dies erfolgt in der Regel innerhalb der Zulassungen/Bewertungen für die Bekleidungen beziehungsweise für Gesamtsysteme oder über Einzelzulassungen der Befestigungselemente selbst.

³ Gemäß abZ Z-30.3-6 Anlage 1.1 in Verbindung mit Tabelle 1a

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

2.6 Unterkonstruktion

Die Unterkonstruktion ist das statische Bindeglied zwischen Fassadenbekleidung und Gebäudeaußenwand.

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.

2.6.1 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:

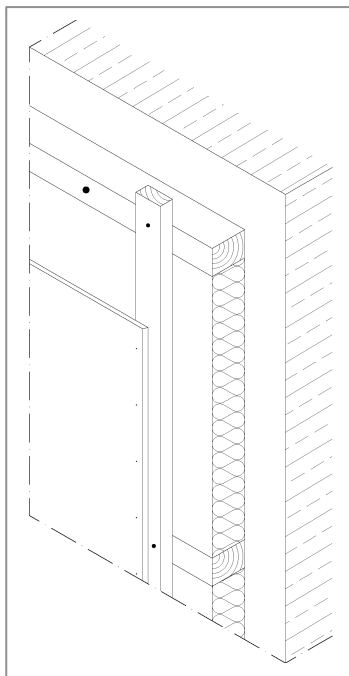


Abbildung 7: 2-lagige Unterkonstruktion

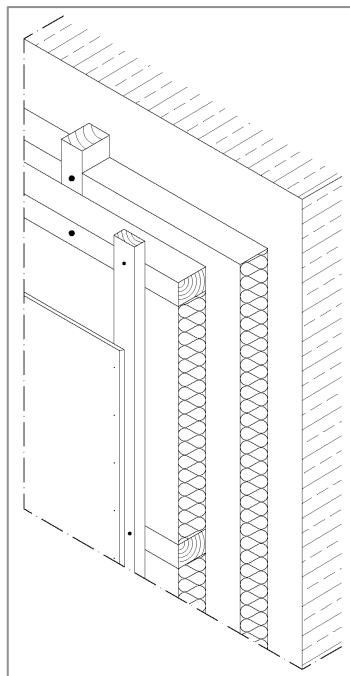


Abbildung 8: 3-lagige Unterkonstruktion

Bei größeren Wärmedämmschichtdicken sind mehrere Lagen Kanthölzer für den erforderlichen Abstand der Fassadenbekleidung zum Untergrund beziehungsweise 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 Stahltrapezbleche 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.

Als Unterkonstruktion für die Befestigung der Tafeln werden Holzlatten der Sortierklasse S10 nach DIN 4074-1 beziehungsweise der Mindestfestigkeitsklasse C24 nach DIN EN 338 verwendet.

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 dem System ausgeschlossen ist.

2.6.2 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:

- Wandkonsolen;
- gegebenenfalls Grundlattung oder Profile aus Metall;
- Traglattung/Vollschalung.

2.6.3 Metallunterkonstruktion

Mehrheitlich werden Unterkonstruktionen heute aus Metall gebaut.

Hauptbestandteile einer Metallunterkonstruktion sind:

- Wandkonsolen;
- gegebenenfalls thermische Trennelemente;
- vertikale und/oder horizontale Tragprofile.

2.6.3.1 Wandkonsolen

Die Konsolen werden häufig aus Aluminium (Vorzugswerkstoff EN AW 6060 T 66) oder Edelstahl der Korrosionswiderstandsklasse III⁴ gemäß abZ Z-30.3-6 Anlage 1.1 in Verbindung mit Tabelle 1a verwendet.

Aufgrund der stetig steigenden energetischen Anforderungen sind in der Regel thermische Trennungen zwischen Verankerungsgrund und Konsolen zu empfehlen.

2.6.3.2 Wärmebrückenarme Wandkonsolen

Unter dem Aspekt energetisch optimierter Bekleidungssysteme nimmt die Bedeutung wärmebrückenarmer und als passivhaustauglich zertifizierter Unterkonstruktionssysteme zu.

Aktuelle Neuentwicklungen in diesem Bereich integrieren thermische Trennungen in die Konsole oder bestehen teilweise oder im Ganzen aus glasfaserverstärkten Kunststoffen.

Diese Konsolen sind nicht geregelte Bauprodukte, für welche eine separate bauaufsichtliche Zulassung erforderlich ist. Die Zulassung regelt neben der Standsicherheit auch die brandschutztechnische Einstufung der Bauteile. Daraus ergeben sich teilweise (noch) Einschränkungen ihres Anwendungsbereiches.

Inzwischen gibt es auch Systeme mit speziell konzipierten Konsolen aus nichtrostendem Stahl. Bei diesen wird der Wärmedurchgang durch die deutlich geringere Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffes Edelstahl und eine gezielte Querschnittsreduzierung der Konsolen verringert.

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

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

2.6.3.3 Thermische Trennelemente

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

2.6.3.4 Tragprofile

Mit den Wandkonsolen werden vornehmlich Profile aus stranggepresstem Aluminium (EN AW 6063 T 66 / EN AW 6060 T66) verbunden. 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.

⁴ Gemäß abZ Z-30.3-6 Anlage 1.1 in Verbindung mit Tabelle 1a

Wichtig ist, dass an Gleitpunkten die Verbindungselemente 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 über zusätzlich auf der Basiskonstruktion verlegten Aufbaukonstruktionen. Üblich ist zum Beispiel die Einhängung der Bekleidungselemente über systemspezifische Agraftensysteme in abgestimmte horizontale Tragprofile.

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

Auch bei Deckenuntersichten kann je nach Art der Bekleidung eine direkte Montage auf der Basiskonstruktion durch Vernieten oder Verschrauben erfolgen. Ebenso ist analog zur Fassade je nach System auch die Einhängung von Paneelen, zum Beispiel über Agraften, 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
 - zum Beispiel 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.

2.7 Wärmedämmung

Zwischen Verankerungsgrund und Hinterlüftungsraum wird in der Regel nach den energetischen Anforderungen aus der gültigen EnEV 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 Anlage 2.6/4 der MLTB, 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 T3 WL(P) nach DIN EN 13162 zu verwenden.

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

Die Wärmedämmung kann wahlweise mit oder ohne Vlieskaschierung ausgeführt werden. Dunkle Vlieskaschierungen bewirken bei offenen Bekleidungsfugen einen Schattenfugeneffekt beziehungsweise verhindern, dass die Wärmedämmschicht optisch wahrnehmbar ist. Stirnseiten und Stöße müssen nicht vlieskaschiert sein. Voraussetzung ist die Verwendung von über die

gesamte Querschnittsfläche hydrophobierten Wärmedämmplatten.

Bei Außenwandkonstruktionen mit offenen Fugen und einer Wärmedämmung aus Mineralfasern nach DIN EN 13162 muss deren Strömungswiderstand mindestens $AF_r > 5 \text{ kPa}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ sein. Mineralfasern, die diesen Wert erfüllen, benötigen keinen zusätzlichen Windschutz gegen Auskühlung.

Anbringung

Dämmstoffe bei VHF sind dauerhaft und lückenlos anzubringen. Dabei sind die Dämmstoffplatten im Verband dichtgestoßen zu verlegen, sodass keine durchgehenden Hohlräume zwischen Untergrund und Dämmschicht entstehen.

Die Montage der Dämmstoffplatten an der tragenden Wand erfolgt gemäß der DIN 18516-1 im Mittel mit fünf Dämmstoffhaltern pro m^2 . Die Dämmstoffhalter müssen mindestens 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.

Das ausschließliche Klemmen von Platten zwischen vertikalen oder horizontalen Konstruktionsprofilen ist in der Regel nicht zulässig.

Zusatzmaßnahmen bei großen Wärmedämmstoffdicken

Aufgrund erhöhter Anforderungen an die wärmedämmende Funktion der Außenwand werden teilweise Dämmstoffdicken gefordert, die einlagig auf der Baustelle unter Umständen schwer handhabbar sind. In solchen Fällen erfolgt die Verlegung der Dämmstoffplatten zweilagig 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.

Die Bauart der Vorgehängten Hinterlüfteten Fassade gilt im Sinne der DIN 4108-3 als schlagregensicher (Beanspruchungsgruppe III, Jahresniederschlag $> 800 \text{ mm}$). Offene Fugen zwischen den Bekleidungsplatten beeinträchtigen den Regenschutz (gemäß Tabelle 5 der DIN 4108-3) nicht.

Ab einem Öffnungsanteil der Fassadenbekleidung von fünf Prozent oder einer Fugenbreite $> 15 \text{ mm}$ werden zusätzlich konstruktive Maßnahmen als Witterungsschutz empfohlen (zum Beispiel Fugenhinterlegung oder Einbau einer geeigneten Fassadenbahn).

2.8 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 beziehungsweise 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 beziehungsweise Niederschlagswasser, Flugschnee und dergleichen;
- an der Innenseite der Bekleidung, zum Beispiel 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 beziehungsweise vor der Wärmedämmung angeordnet wird. Unter der Berücksichtigung der zulässigen Material- und Bauwerkstoleranzen sind planerisch 30 mm bis 50 mm Hinterlüftungsquerschnitt vorzusehen. Bei der Dimensionierung des Hinterlüftungsraumes sind Vorgaben aus Zulassungen, Normen und Bauvorschriften zu berücksichtigen.

Der Abstand darf zum Beispiel durch die Unterkonstruktion, Brandsperren oder durch Wandunebenheiten örtlich bis auf 5 mm reduziert werden.

Bekleidungen aus vertikal angeordneten Trapez- oder Wellprofiltafeln dürfen auf der Wärmedämmung streifenförmig aufliegen, sofern der mindestens erforderliche Hinterlüftungsquerschnitt von $200 \text{ cm}^2/\text{m}$ nicht unterschritten wird.

Bei VHF sind Be- und Entlüftungsöffnungen zumindest am Gebäudefußpunkt und am Dachrand mit Querschnitten von mindestens $50 \text{ cm}^2/\text{m}$ Wandlänge vorzusehen. Es wird empfohlen bei Unterbrechungen des Hinterlüftungsraumes zum Beispiel 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 $50 \text{ cm}^2/\text{m}$ 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. Die Ausführung erfolgt gemäß den FLL-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.

2.9 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
- Steinwollplatten
- Textil
- Verbundmaterialien

Klein- und brettformatig:

- Faserbeton
- Faserzement
- Holzschindeln, Holzbretter
- Keramik
- Lamine
- Metall
- Naturwerkstein
- 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 (zum Beispiel Silikon) ist auf die 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 bis 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 zum Beispiel in Flächen von 50 m² zu unterteilen. Bei Bekleidungselementen 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 in Millimetern von typischen Bekleidungswerkstoffen je Meter Länge ausgehend von einer Montagetemperatur 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 3: Temperaturabhängige Längenänderung

Die Bekleidungen können sichtbar oder verdeckt befestigt werden. Die Befestigung der Bekleidung ist nach statischem Erfordernis und nach abZ/ETA beziehungsweise Herstellerrichtlinien auszuführen.

Bei der Befestigung der Bekleidung ist auf eine zwängungsfreie Montage zum Beispiel mit Gleitbeziehungsweise Fixpunkten zu achten.

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

Nietbefestigungen sind dazu mittels Bohr- und gegebenenfalls Nietsetzlehren, Schraubbefestigungen zum Beispiel mittels gewindefreiem Bereich hinter dem Schraubenkopf oder Tiefenanschlag zwängungsfrei herzustellen.

Bei der Montage mit Klammern, Clips, Agraffen oder Schienen erfolgt die zwängungsfreie Montage mittels Bewegungsfuge zwischen dem Bekleidungselement und dem Befestigungselement beziehungsweise innerhalb der Konstruktion.

Die Lagesicherung der Bekleidungselemente ist durch geeignete konstruktive Maßnahmen zu gewährleisten.

Bei Bekleidungselementen sind die gemäß Zulassung/Bewertung, Herstellerangaben und statischem Nachweis erforderlichen Randabstände der Befestigungselemente einzuhalten.

Klebesysteme dürfen nur von geschulten und zertifizierten Fassadenbaubetrieben verwendet werden. Hierbei gilt es die besonderen Bestimmungen der Zulassungen/Bewertungen der Klebehersteller, zum Beispiel hinsichtlich der zu verklebenden Materialien, deren Vorbehandlung, der Verarbeitungstemperatur 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.

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/Toleranzen der Vorgewerke;
- Herstelltoleranzen der verwendeten Systemkomponenten;
- Toleranzen aus Fertigung und 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.

3.2 Rohbautoleranzen/Toleranzen der Vorgewerke

Nach den einschlägigen Regelwerken sind die zulässigen Toleranzen für die Wandbildner, zum Beispiel 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 (in der Regel Roh- und Fensterbau) durch den Auftraggeber (oder seinem Erfüllungsgehilfen, zum Beispiel Architekt) abzunehmen und somit für die Arbeiten der Folgegewerke freizugeben. In dem Abnahmeprotokoll sind insbesondere die Grundlage (zum Beispiel DIN 18202 oder individuelle Vereinbarungen) für die Maßtoleranzen und deren Einhaltung beziehungsweise deren Abweichungen konkret (zum Beispiel 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, zum Beispiel 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, erhöhte Anforderungen auch an die Vorgewerke zu stellen.

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 Dickentoleranzen und gilt ebenso für Ebenheitstoleranzen, Farbton- und Glanzgradabweichungen. Bei der Planung der 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 Fertigung und Montage

Die Fassade insgesamt unterliegt gemäß ATV DIN 18351 Abschnitt 3.1.4 den Anforderungen der DIN 18202 – Maßtoleranzen im Hochbau.

Zulässige Toleranzen für die VHF sind in der DIN 18202 definiert:

- Maßtoleranzen gemäß Tabelle 1;
- Winkelabweichungen gemäß Tabelle 2;
- Ebenheitsabweichungen gemäß Tabelle 3 Zeile 6. Bei erhöhten Anforderungen, gemäß Zeile 7, ist dies gesondert zu vereinbaren und technisch zu berücksichtigen.

Erhöhte Anforderungen sind in jedem Fall individuell und unter Berücksichtigung von Detailanschlüssen 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.

Die Bedeutung, die das optische Erscheinungsbild der jeweiligen Fuge für das gesamte Bauteil hat, ist dabei zu berücksichtigen.

Aus Abschnitt 3.4.1.1 ATV DIN 18351, geht hervor, dass Fugen gleichmäßig herzustellen sind. Weitere Kriterien sind in einschlägigen Regelwerken nicht definiert. „Gleichmäßige“ Fugen sind im Sinne der vorliegenden Richtlinie dann gegeben, wenn ein Betrachter aus einem üblichen Abstand von zirka 3 m keine erkennbaren Abweichungen feststellen kann.

Der FVHF empfiehlt darüber hinaus, zulässige Maßabweichungen für die Fugenbreiten vor Ausführungsbeginn zu vereinbaren.

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 Bekleidungselemente;
- 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 und sollte mit mindestens ± 20 Prozent der Fugenbreite vereinbart werden. Beispiel: 10 mm Fuge ± 20 Prozent ergibt 8 bis 12 mm Fugenbreite. Entscheidend ist ein gleichmäßiger Gesamteindruck des Fugenbildes;
- 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 Bekleidungsmaterialien sind individuelle Toleranzen zu vereinbaren. Bei dünnen Blechen sind Welligkeiten grundsätzlich nicht vermeidbar und als solche kein Mangel (siehe auch IFBS-Fachregeln für den Metalleichtbau I Planung und Ausführung).
- Farbe, Glanz, Oberfläche: Hier eignen sich Muster, wobei idealerweise Grenzmuster zu vereinbaren sind. Innerhalb der Grenzmuster dürfen die Farbe und der Glanz variieren (siehe auch IFBS-Fachregeln für den Metalleichtbau I Grundlagen).

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 gebräuchlichen 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 (zum Beispiel 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

Die folgenden Skizzen der Details von VHF sind Beispiele für die Planung und Arbeitsausführung. Es sind nicht maßstabsgetreue Darstellungen der einzelnen Fassadenbereiche und dienen der Veranschaulichung der textlichen Beschreibungen.

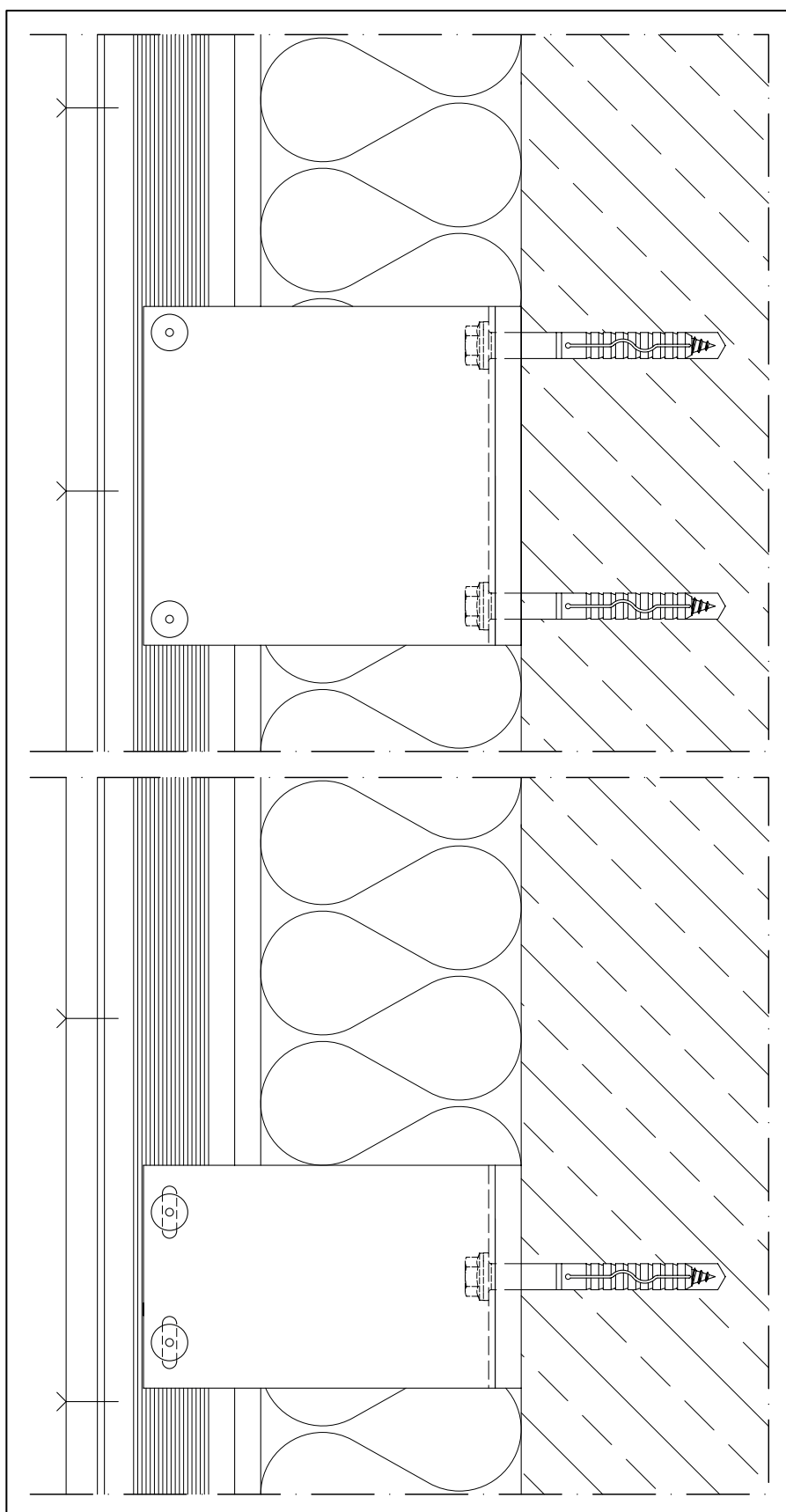


Abbildung 9: Systemschnitt vertikal mit Fest- und Gleitpunkt

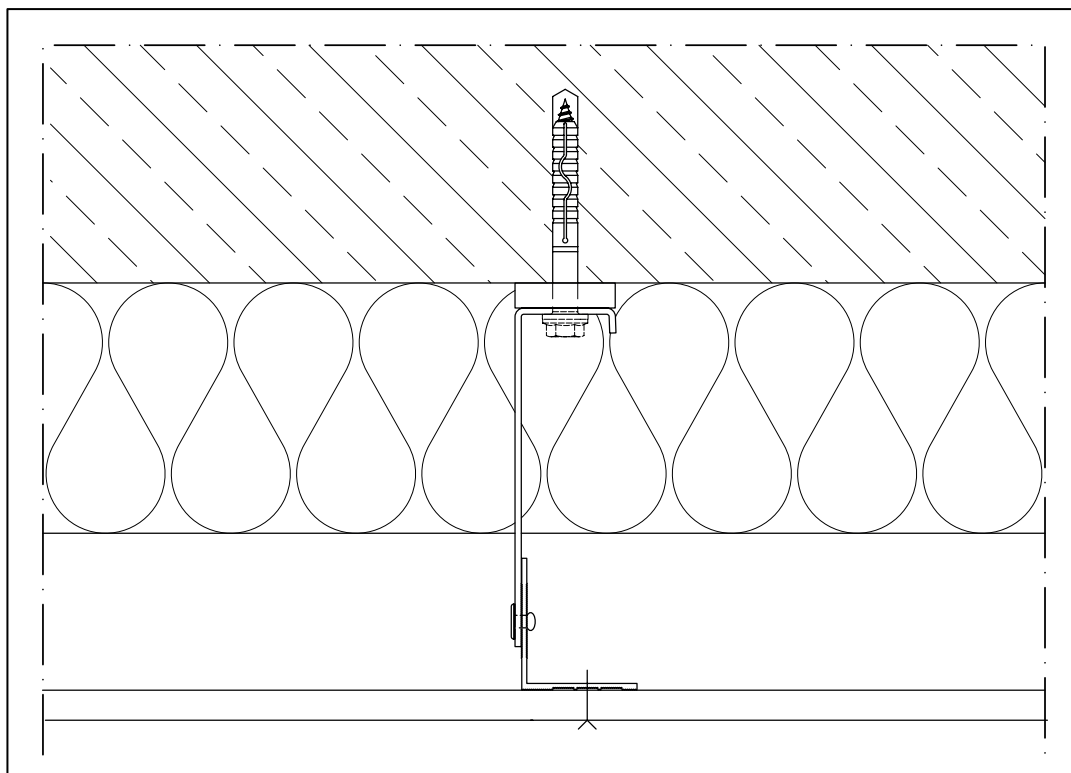


Abbildung 10: Systemschnitt horizontal – Befestigung „im Feld“

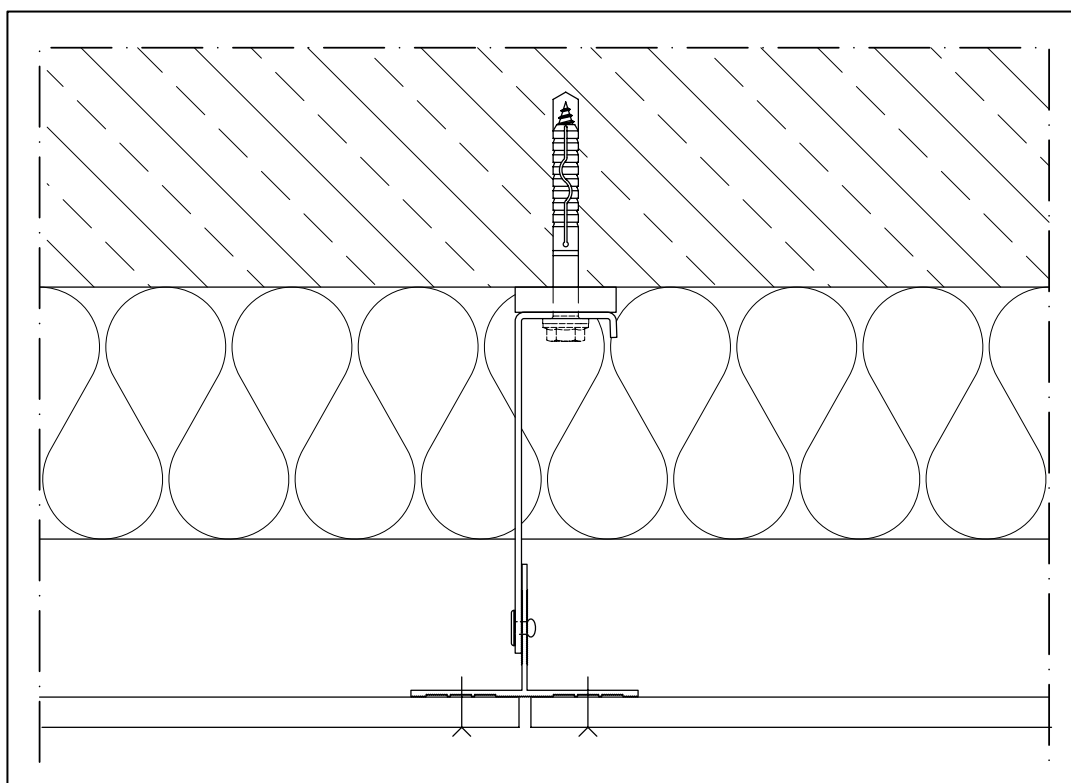


Abbildung 11: Systemschnitt horizontal – Befestigung mit vertikaler Fuge

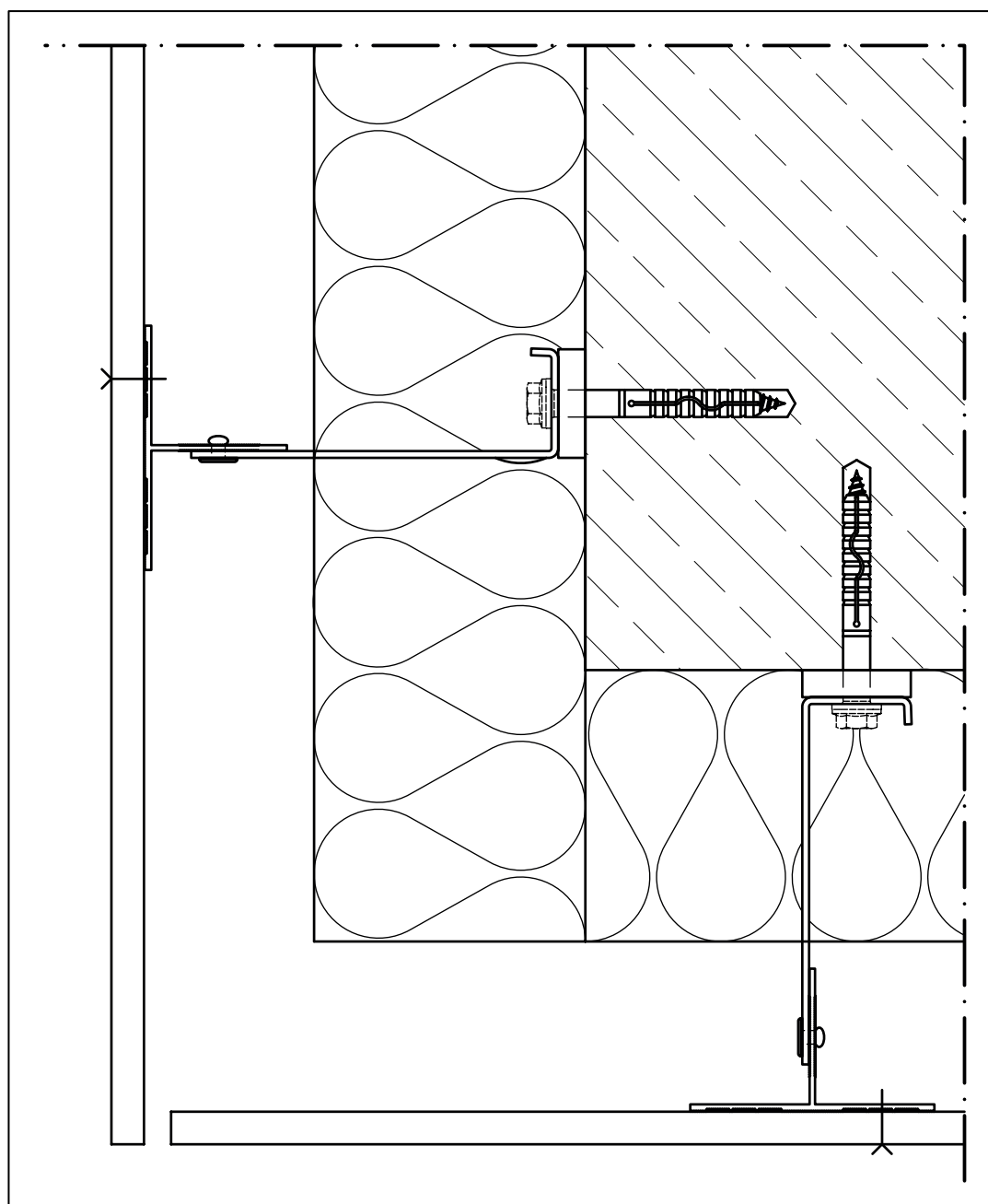


Abbildung 12: Außenecke mit offener Fuge

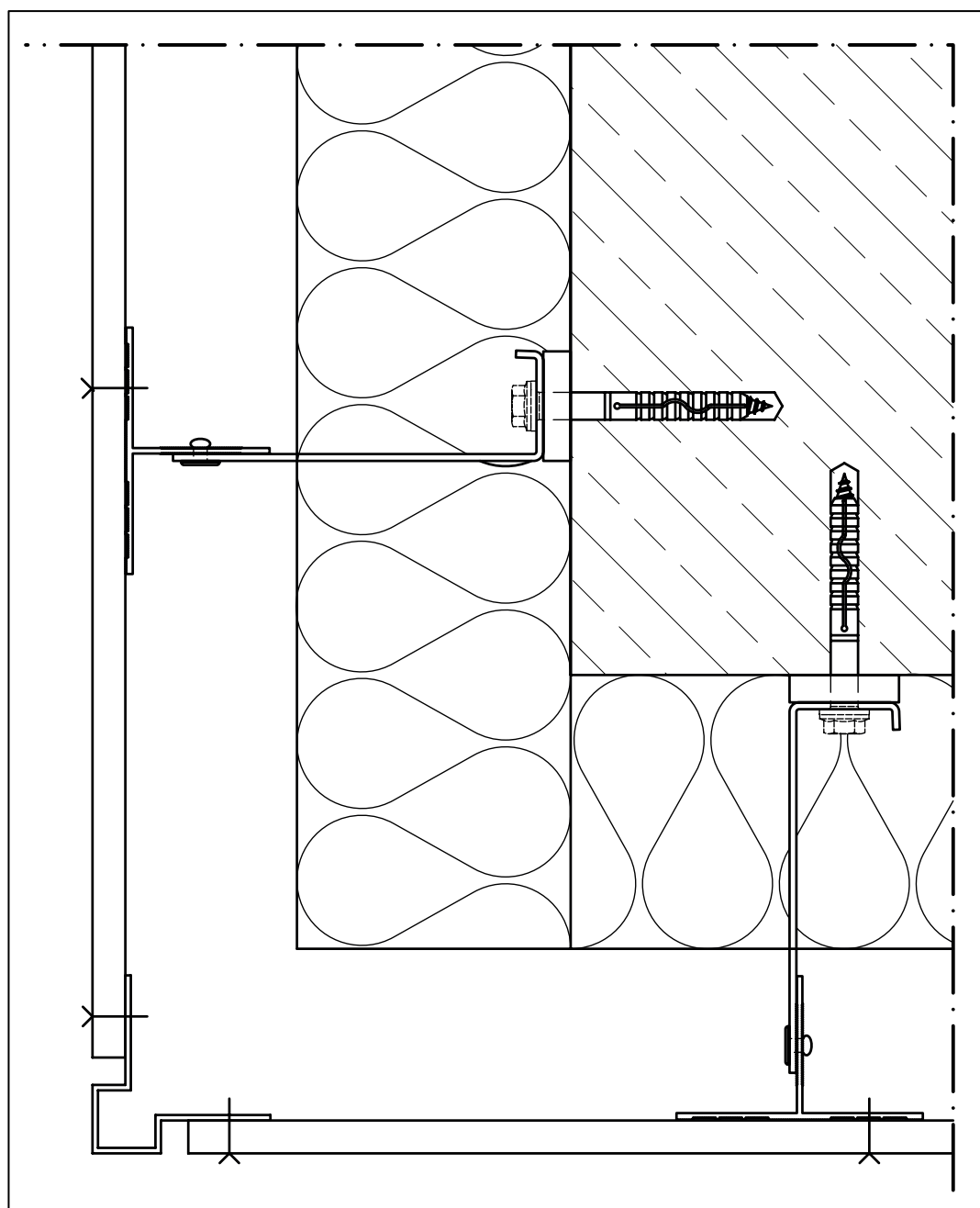


Abbildung 13: Außenecke mit Eckprofil

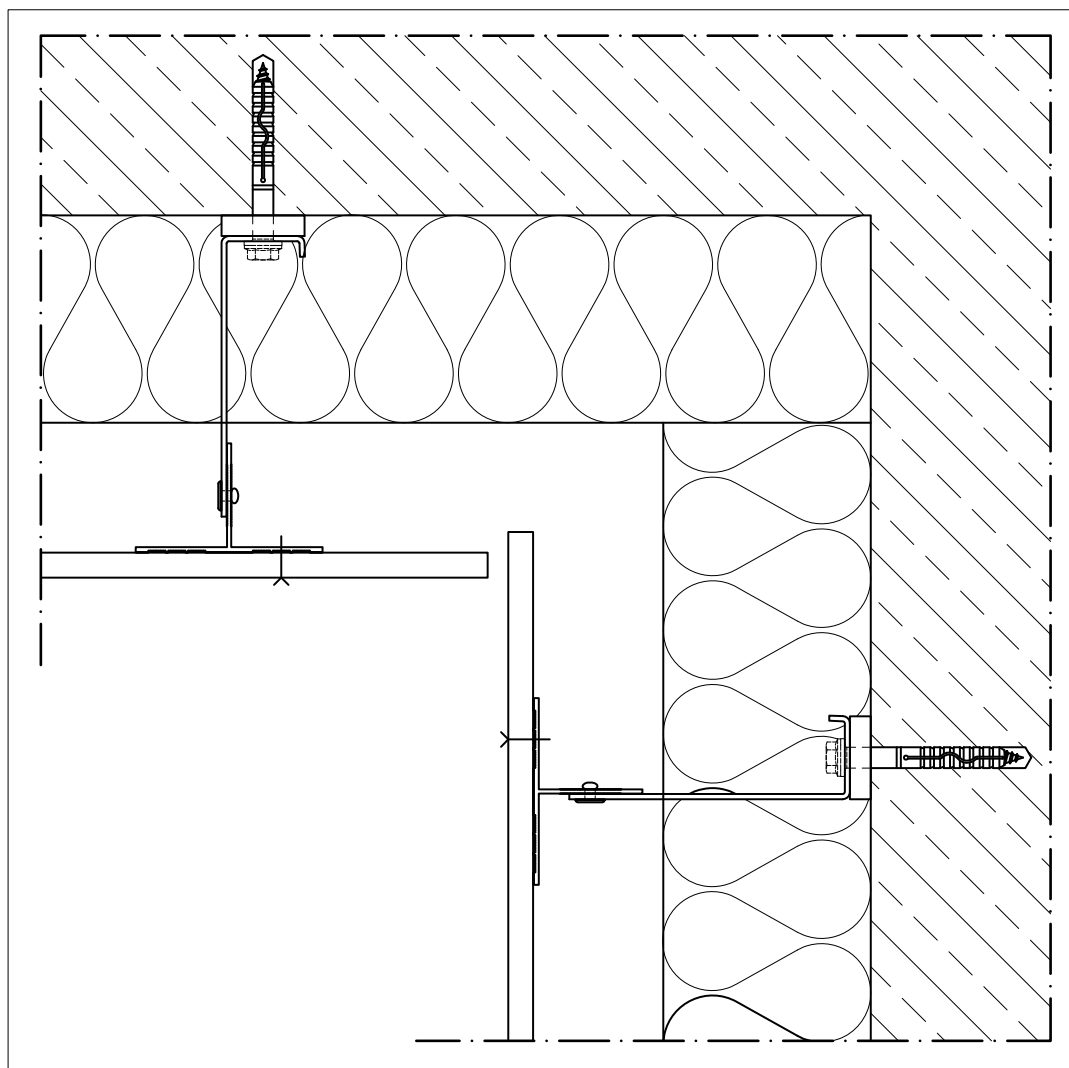


Abbildung 14: Innenecke mit offener Fuge

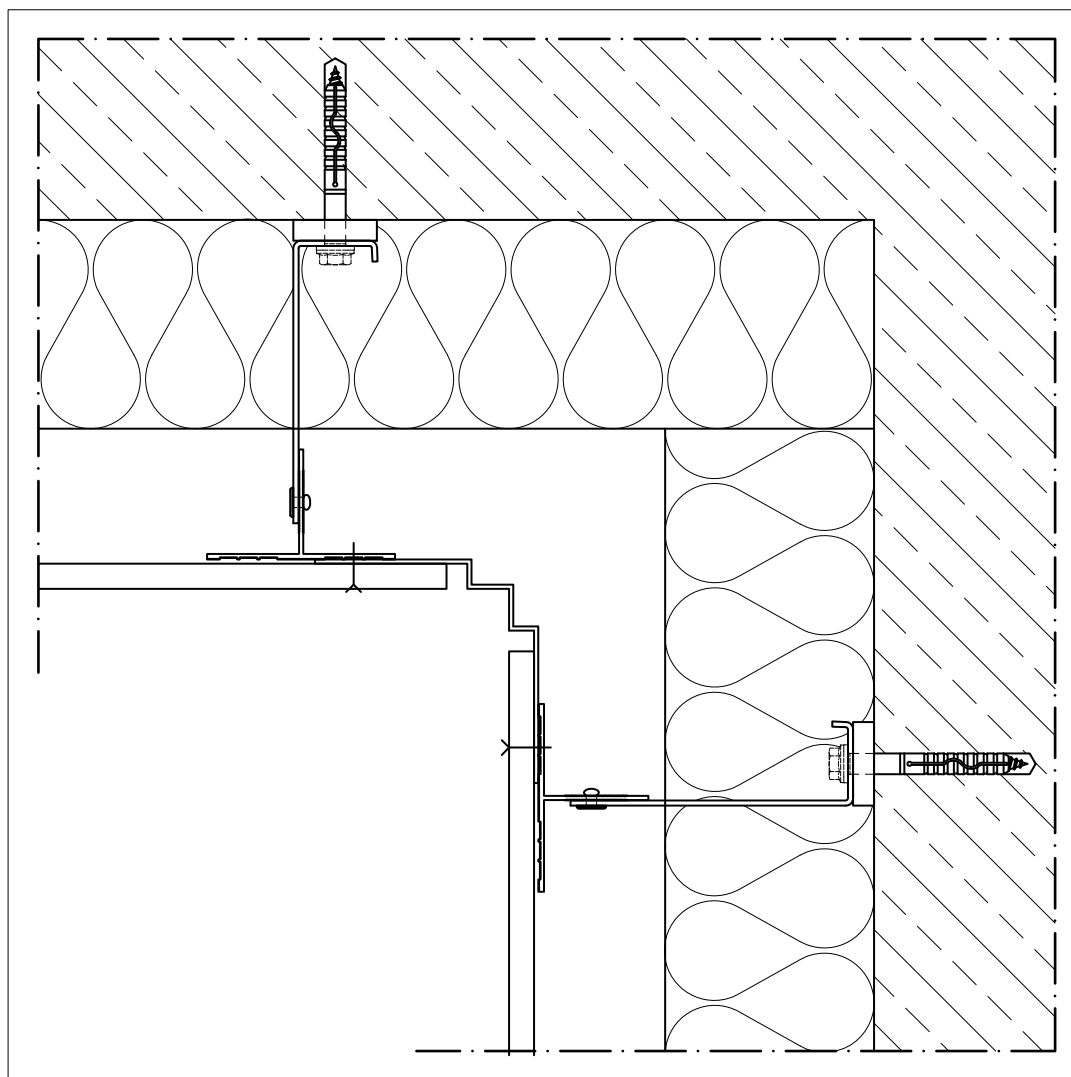


Abbildung 15: Innenecke mit Eckprofil

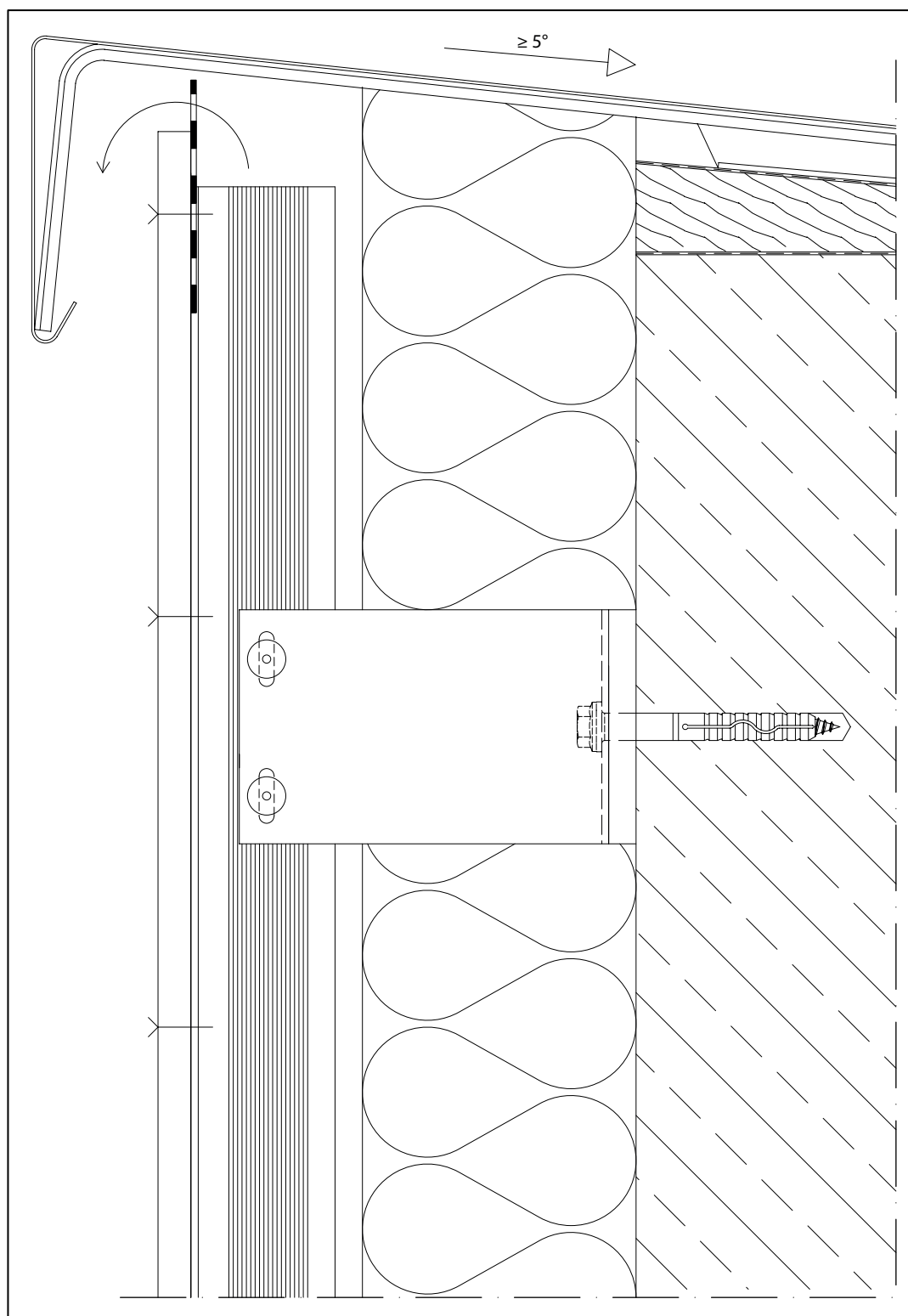
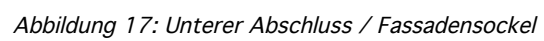


Abbildung 16: Oberer Abschluss / Attika



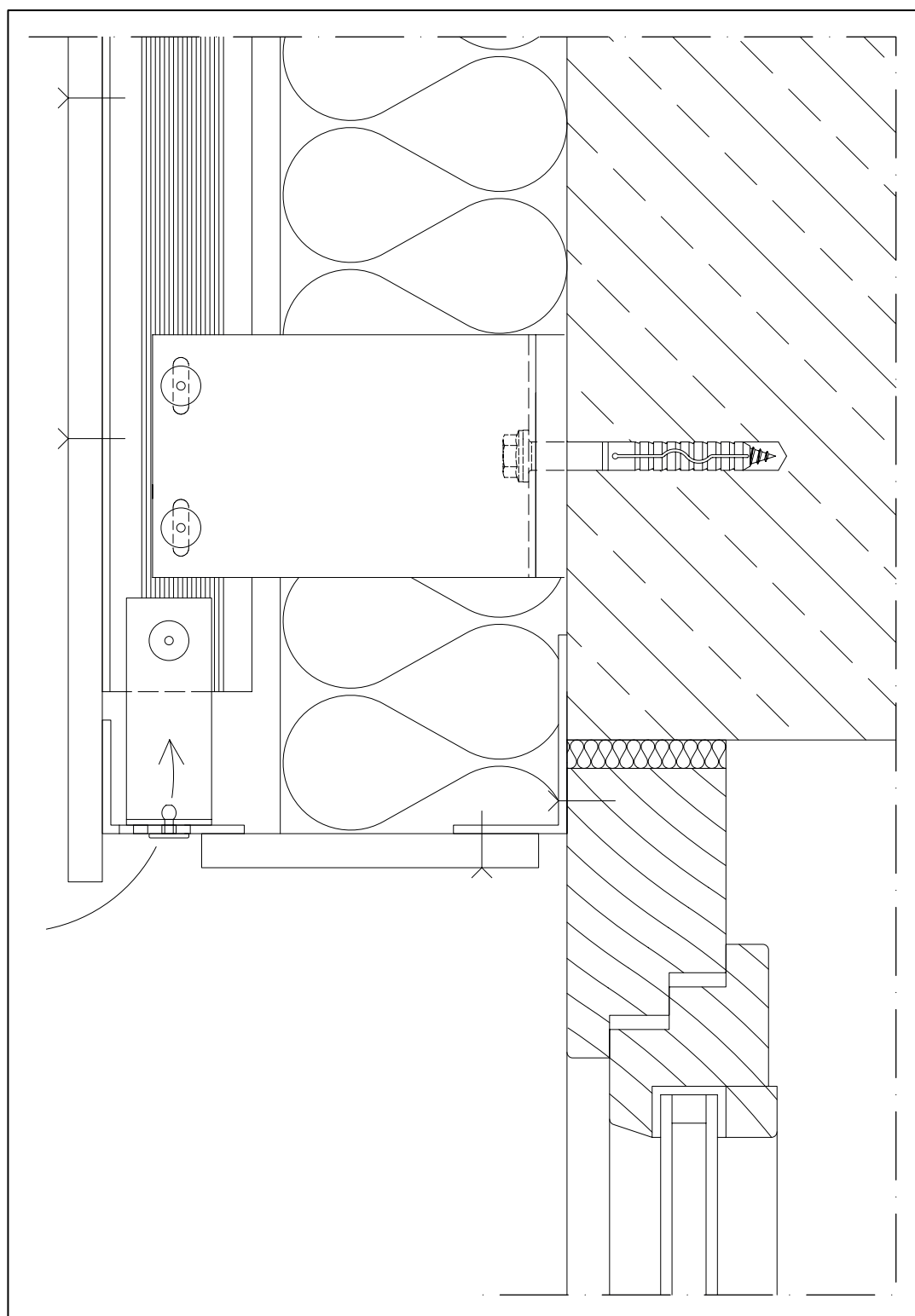


Abbildung 18: Fenstersturz

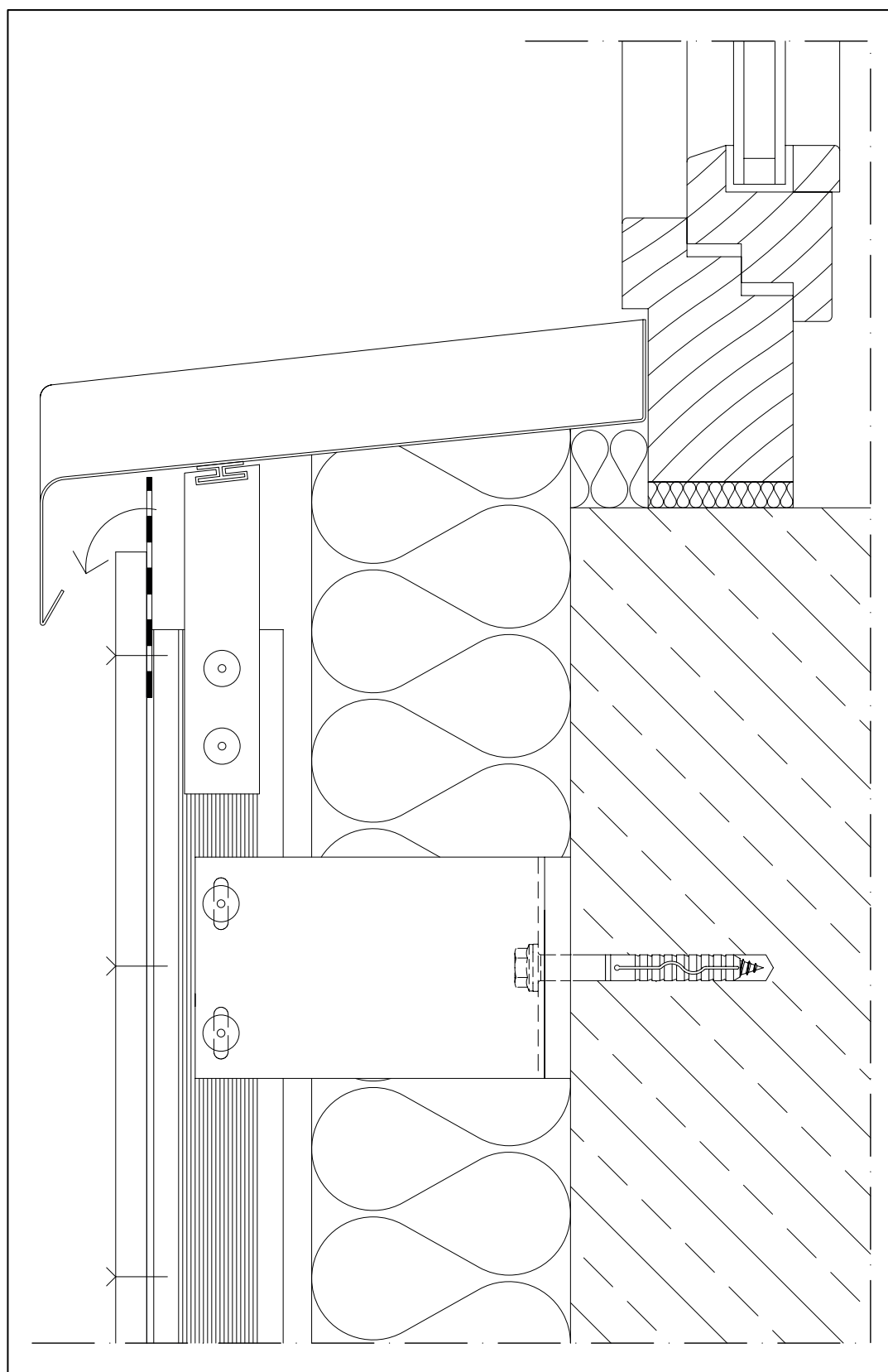


Abbildung 19: Fensterbank

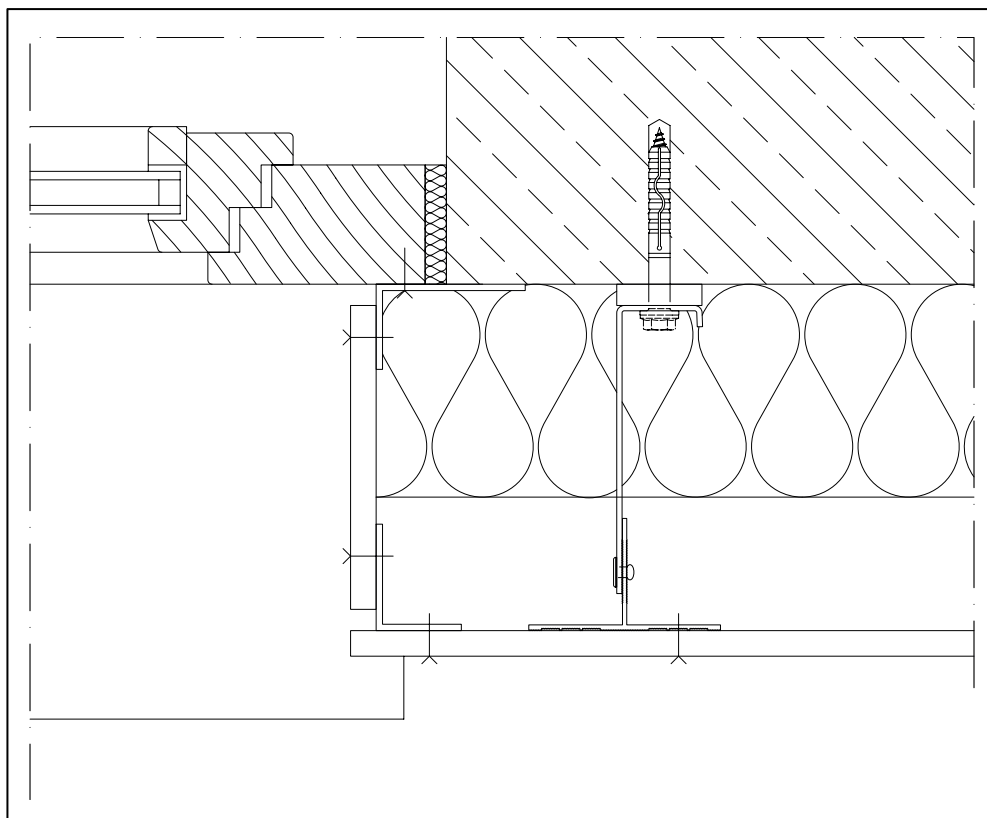


Abbildung 20: Fensterlaibung aus Bekleidungsmaterial

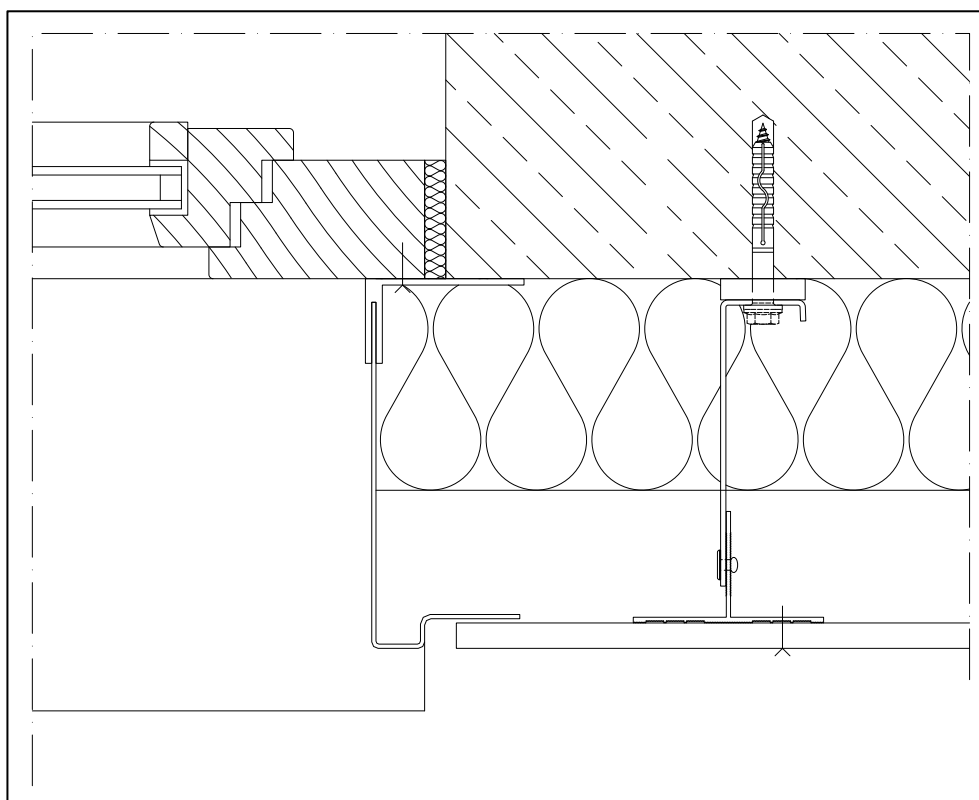


Abbildung 21: Fensterlaibung mit Profilzarge

5. Normative Verweisungen (Auszug)/Literaturverzeichnis

DIN 18516 - Außenwandbekleidungen, hinterlüftet - Teile 1, 3 und 5

VOB C ATV DIN 18351 – Vorgehängte Hinterlüftete Fassaden

DIN 18008 Glas im Bauwesen

DIN 10088 - Nichtrostende Stähle – Teile 1 bis 5

Standardleistungsbuch für das Bauwesen – STLB - Leistungsbereich 038

Musterbauordnung MBO/Landesbauordnungen LBO

Musterliste der technischen Baubestimmungen ML TB/Landeslisten der technischen Baubestimmungen (wird künftig durch VVTB ersetzt)

Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen VV TB (ersetzt nach deren Einführung die ML TB)

FVHF-Leitlinie Brandschutztechnische Vorkehrungen für Vorgehängte Hinterlüftete Fassaden (VHF) nach DIN 18516-1, siehe www.FVHF.de

Energieeinsparverordnung EnEV

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)

Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung der Übergangsbereiche von Freiflächen zu Gebäuden; Herausgeber: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL)

DAST Richtlinie 022 - Feuerverzinken von Stahlbauteilen; Herausgeber: Industrieverband Feuerverzinken

ETAG 001 Leitlinie für die europäische technische Zulassung für Metalleinlagen zur Verankerung im Beton

ETAG 020 Leitlinie für die europäische technische Zulassung für Kunststoffdübel als Mehrfachbefestigung im Beton und Mauerwerk,

ETAG 029 Leitlinie für die europäische technische Zulassung für Metall-Injektionsdübel zur Verankerung im Mauerwerk

ETAG 034 Leitlinie für die europäische technische Zulassung Bausätze für Außenwandbekleidungen Teile 1 und 2

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

FVHF Reihe - Im Fokus siehe www.FVHF.de

IFBS-Fachregel für den Metalleichtbau – Planung und Ausführung

FVHF

Fachverband Baustoffe und Bauteile
für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e.V.

Kurfürstenstraße 129
10785 Berlin
Tel. 030 212862-81
E-Mail: info@FVHF.de
www.FVHF.de