

Dr.-Ing. Barbara Siebert

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Geralt Siebert

Franziska Pietryas

Prof. Dr.-Ing. Rudolf Lückmann

Fenster und Fassaden

Normen – Planung – Sanierung

Inhalt

Vorwort	5	3/3.2 Hinterlüftete Außenwand- bekleidungen	168
Autorenverzeichnis	9	3/4 Vorhangfassaden	186
So nutzen Sie Ihr Software-Programm ..	13	3/5 Glasfassaden	211
1 Normen, Vorgaben und Anforderungen	15	3/6 Holz und Holzwerkstoffe	232
1/1 Normen und Baurecht – Auswirkun- gen auf Planen und Bauen	17	3/7 Fenster und Türen	241
1/2 Anforderungen an Fenster/ Außentüren	30	3/8 Integrative & begrünte Fassaden	256
1/3 Anforderungen an Fassaden	51	3/8.1 Begrünte Fassaden	256
2 Statik und Bauphysik	75	3/8.2 Nichttragende Außenwände mit integrierter Gebäudetechnik	262
2/1 Statik	77	3/9 Konstruktionsdetails	274
2/2 Wärmeschutz	83	4 Instandhaltung – Sanierung – Schäden	319
2/3 Brandschutz	94	4/1 Instandhaltung und Fassadenprüfung	321
2/4 Schallschutz	109	4/2 Typische Schadensbilder und Sanierung	324
2/5 Tageslicht, Transmission und Sonnenschutz	117	4/2.1 Schäden bei Putzfassaden und Wärmedämmverbundfassaden	326
3 Systeme und Konstruktionen von Fenstern und Fassaden	131	4/2.2 Schäden bei Glasfassaden	333
3/1 Tragende Außenwände	133	4/2.3 Weitere Schäden bei Fassaden	339
3/2 Nichttragende Außenwände	140	4/3 Fassadenschäden: Schnellüberblick ..	344
3/3 Außenwandbekleidungen	147	5 Projekte	361
3/3.1 Nicht hinterlüftete Außenwand- bekleidungen	153	5/1 Forum der Zukunft, das FUTURIUM in Berlin (2017)	363
		Forum der Zukunft, das FUTURIUM in Berlin (2017) – Konstruktionsdetails	371

5/2	Sanierung und Erweiterung des Landratsamtes Dillingen (1967)	377
	Sanierung und Erweiterung des Landratsamtes Dillingen (1967) – Konstruktionsdetails	385
	Stichwortverzeichnis	393

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Folgenden auf die gleichzeitige Verwendung weiblicher und männlicher Sprachformen verzichtet und das generische Maskulinum verwendet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

1/1

Normen und Baurecht – Auswirkungen auf Planen und Bauen

Allgemeines

Fassaden und Fenster stellen die Gebäudehülle dar, sie ermöglichen Kontakt von drinnen nach draußen oder senden eine Botschaft an das Draußen.

Fassaden schützen vor Feuchtigkeit, Fassaden schützen vor Schall, Fassaden schützen vor Brand und Feuer, Fassaden schützen vor zu hohem Wärmedurchgang, Fassaden tragen Lasten wie Wind oder Holmlasten an die Primärtragkonstruktion. Diese Vielfalt an Aufgaben ist besonders herausfordernd für alle mit dem Planen und Umsetzen von Fassaden beteiligten Personen. Angefangen von Bauherrnschaft in Zusammenarbeit mit Architektinnen und Architekten, den Spezialisten aus der Fassadenplanung in Zusammenarbeit mit Tragwerksplanern. Statik, Konstruktion und Bauphysik müssen hier Hand in Hand Lösungen entwickeln und anwenden. Dabei helfen Vorschriften und Normen.

Die (Muster-)Bauordnung (MBO) gilt für bauliche Anlagen und Bauprodukte und verweist auf weitere Dokumente wie (Muster-)Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) oder Bauproduktenverordnung (BauPVO, eigentlich Verordnung (EU) Nr. 305/2011). Zentral ist die Anforderung nach sicherem Bauen in § 3, als Hilfestellung dafür wird verwiesen auf konkretisierende Technische Baubestimmungen, die zu beachten sind. Europäische Vorgaben werden (inzwischen) berücksichtigt.

Anforderungen an Bauen und Hilfestellung/Konkretisierung nach MBO

§ 3 Allgemeine Anforderungen

„Anlagen¹⁾ sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden; dabei sind die Grundanforderungen an Bauwerke gemäß Anhang I der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 zu berücksichtigen. ²⁾Dies gilt auch für die Beseitigung von Anlagen und bei der Änderung ihrer Nutzung.

¹⁾Anlagen sind bauliche Anlagen und sonstige Anlagen und Einrichtungen im Sinne des § 1 Abs. 1 Satz 2. [§ 2 (1) S. 3]

§ 85a Technische Baubestimmungen

(1) „Die Anforderungen nach § 3 können durch Technische Baubestimmungen konkretisiert werden. ²⁾Die Technischen Baubestimmungen sind zu beachten. ³⁾Von den in den Technischen Baubestimmungen enthaltenen Planungs-, Bemessungs- und Ausführungsregelungen kann abgewichen werden, wenn mit einer anderen Lösung in gleichem Maße die Anforderungen erfüllt werden und in der Technischen Baubestimmung eine Abweichung nicht ausgeschlossen ist; [...]

(3) Die Technischen Baubestimmungen sollen nach den Grundanforderungen gemäß Anhang I der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 gegliedert sein. [...]

(5) „Das Deutsche Institut für Bautechnik macht nach Anhörung der beteiligten Kreise im Einvernehmen mit der obersten Bauaufsichtsbehörde zur Durchführung dieses Gesetzes und der auf Grund dieses Gesetzes erlassenen Rechtsverordnungen die Technischen Baubestimmungen nach Abs. 1 als Verwaltungsvorschrift bekannt.

²⁾Die nach Satz 1 bekannt gemachte Verwaltungsvorschrift gilt als Verwaltungsvorschrift des Landes, soweit die oberste Bauaufsichtsbehörde keine abweichende Verwaltungsvorschrift erlässt.

Die Vielfalt der verwendeten Materialien und die große Zahl unterschiedlichster Aufgaben bedingen, dass es für Fassaden nicht eine Vorschrift oder einen Eurocode, sondern eine Vielzahl unterschiedlichster Regelungen gibt, die hier gemeinsam anzu-

wenden sind. Anders als bei der Primärkonstruktion kann nicht mit nur einem Eurocode für Bemessung und Konstruktion für Stahlbetontragwerke (Eurocode 2), für Stahlbauten (Eurocode 3) oder Holzbauten (Eurocode 5) alles abgehandelt werden. Es spielen neben dem immer anzuwendenden Eurocode 0 (DIN EN 1990) für die Grundlagen der Tragwerksplanung auch der Eurocode 1 (DIN EN 1991) für die Einwirkungen, insbesondere die verschiedenen Eurocodes für alle beteiligten Materialien eine Rolle, und darüber hinaus eine Vielzahl weiterer Vorschriften auf europäischer, aber auch nationaler Ebene. Traditionell ist die Normung im Bereich der Tragwerksplanung auf größere Konstruktionen oder Konstruktionselemente ausgerichtet vor dem Hintergrund von Primärtragkonstruktionen. Beispielsweise im Fassadenbau übliche Schrauben und Verbindungsarten würden im Brückenbau nie verwendet: kleine Durchmesser, selbstbohrende oder gewindefurchende Schrauben, Schweißbolzen, Schraubkanäle u.a.

Die Frage der Gebrauchstauglichkeit stellt sich gerade im Fassadenbau häufig als wichtiger heraus, und sie ist nicht nur für den optischen Eindruck. Ein Riss kann eine Undichtigkeit bedeuten – mit der Folge, dass Wasser eindringt und Dämmung im feuchten Zustand nicht mehr ihre Aufgabe erfüllt und Wärmebrücken entstehen, dass bei Frost durch Feuchte Materialien abplatzen, dass wandernde Feuchtigkeit Salze durch das Bauteil mittransportiert und diese an anderer Stelle ausblühen, Feuchtigkeit an unerwünschten Stellen kann zu Problemen der Hygiene führen als Nährboden von Schimmel.

Durch die Vielfalt der unterschiedlichsten Anforderungen können Normen und Vorschriften entweder nur relativ abstrakt einen Rahmen setzen (so wie Eurocode 0 in den Grundlagen der Bemessung) oder ganz spezifisch einzelne Aspekte genauer betrachten und Lösungen dafür aufzeigen. So gibt es eine Vielzahl von Normen und Vorschriften auf europäischer Ebene zu Fenstern, dem Bauteil Fenster an sich – aber auch den einzelnen Elementen des Fensters wie beispielsweise den Gläsern. Angefangen vom Basisglas über die vorgespannten Gläser, die Verbundgläser oder Verbundsicherheitsgläser, die zu Mehrscheibenisoliertglas gefügt werden, um dann in den Rahmen integriert zu werden. Aber selbst, wenn alle diese europäischen, zum Großteil harmonisierten Vorschriften berücksichtigt werden, kann es weitere Anforderungen geben, die noch

nicht abgedeckt sind. Das betrifft beispielsweise die Sicherung gegen Absturz von bodentiefen Fenstern oder die Öffnungsbegrenzer. Am Beispiel Fenster ist auch sehr schön das Zusammenspiel zwischen europäisch harmonisierten Normen und nationalen Anforderungen festzustellen: So ist in der Musterverwaltungsvorschrift für Technische Baubestimmungen (MVV TB) in einer Anlage der Hinweis zu finden, dass bei der Planung, Bemessung und Ausführung von Glaskonstruktionen in Fenstern und Außentüren (erfasst in europäischer Produktnorm EN 14351-1) die Bestimmungen der (nationalen) Bemessungsnorm DIN 18008 zu beachten sind.

Wozu sich auch in der neuen Fassung allerdings keine Hinweise finden, ist die Frage der thermisch induzierten Spannung und damit eventuell ausgelösten thermischen Glasbrüche, hierfür gibt es einige tradierte Regeln als Anhalt. Die Normung wie auch die Forschung arbeiten aktuell an einer Regelung, um auch hier Hilfestellung zu bieten.

Das bedeutet, selbst wenn alle Normen und Vorschriften bekannt wären und beachtet würden, so ist dies noch keine Gewähr, dass das Bauteil Fassade allen Anforderungen entspricht. Das Zusammenspiel der verschiedenen Beteiligten ist dementsprechend sehr wichtig.

Objektplaner, Tragwerksplanerinnen, Konstrukteure, Fassadenplanerinnen, Bauphysiker, ausführende Firma können nur gemeinsam eine Lösung erreichen, die allen Anforderungen gerecht wird: den öffentlich rechtlichen (was die öffentliche Sicherheit und Ordnung betrifft), aber auch Anforderungen der späteren Gebäudenutzer oder Eigentümer für eine langlebige, die Aufgaben erfüllende sichere und nachhaltige Konstruktion.

Bauprodukt, Bausatz und Bauart

Bauwerke werden aus *Bauprodukten* (Baustoffe, Produkte, Bausätze, Bauteile) erstellt. Das Zusammenfügen wird als *Bauart* bezeichnet.

In den Eurocodes gibt „Bauart“ die hauptsächlich verwendeten tragenden Baustoffe an (z.B. Stahlbetonbau, Stahlbau, Holzbau, Mauerwerksbau, Verbundbau) – sonst auch als Bauweise bezeichnet. Der Begriff „Bauweise“ kann jedoch auch die Anord-

1/2

Anforderungen an Fenster/Außentüren

Einführung

Fenster und Türen sind Bauteile, die innerhalb des Lebenszyklus eines Gebäudes dem größten Verschleiß unterliegen. Sie tragen maßgeblich zum Erscheinungsbild des Gebäudes bei, wobei Proportionen, Teilungen und die Ausbildung der Detailpunkte den Gebäudecharakter prägen. Fenster und Türen sind Träger von Stilmerkmalen. Beim Austausch der Elemente ist dem Rechnung zu tragen (Denkmalschutzanliegen).

in historischen Gebäuden



in modernen Gebäuden

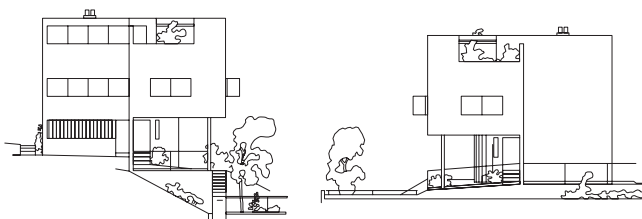


Bild 1: Fenster und Türen als Gestaltungselemente

Fenster und Außentüren werden als Bauteile konstruktiv gleichbehandelt. In einem Gebäude müssen sie eine Vielzahl von Aufgaben gleichzeitig erfüllen:

- ▶ Sicherung von Leib und Leben (Absturzhemmung, Nutzungssicherheit)
- ▶ Brandschutz
- ▶ Schutz vor Witterungseinwirkungen (Wind, Niederschläge)
- ▶ sommerlicher und winterlicher Wärmeschutz
- ▶ Energiezugewinn durch solare Einstrahlung (solare Wärmegewinne)
- ▶ Belichtung und Belüftung der Räume
- ▶ Herstellung einer Verbindung zur Umgebung
- ▶ Barrierefreiheit, z.B. geringe Bedienkräfte und -höhen
- ▶ Sicherheit vor unbefugtem Zugang
- ▶ Schallschutz

Bei Außentüren und bodentiefen Fenstertüren außerdem:

- ▶ Möglichkeit des Zu- und Durchgangs
- ▶ Barrierefreiheit (lichte Durchgangsbreiten, Schwellenhöhe)
- ▶ Stoßsicherheit der frei zugänglichen Verglasungen (Raum- und Außenseite)

Hauptaufgabe der Fenster ist es, natürliches Licht in das Gebäude zu lassen. Die Größe des Fensters sowie dessen Lage im Raum bestimmen den Lichteinfall. Die meiste Beleuchtungsstärke erbringt Zenitlicht. Deshalb ist es sinnvoll, die Sturzelementhöhen zu reduzieren. Das Licht kann tiefer in den Raum einfallen.

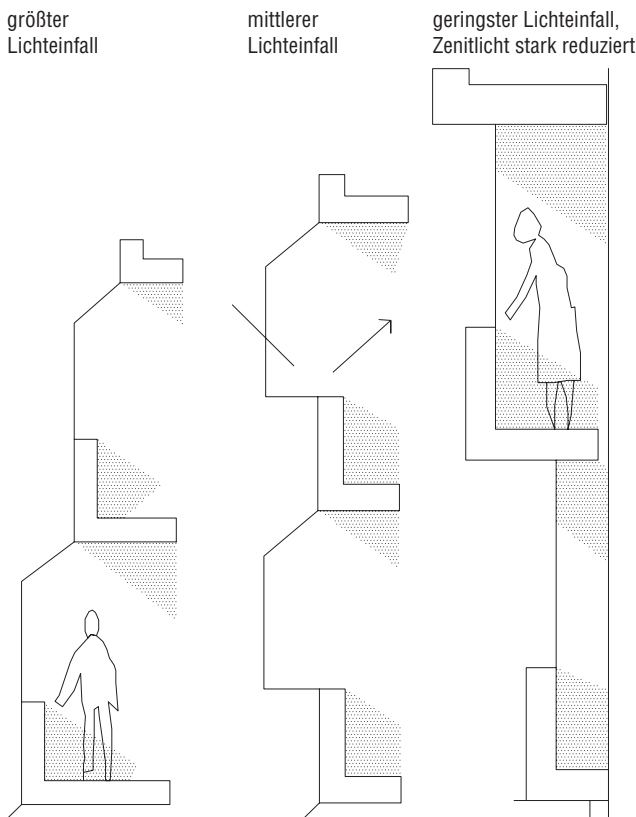


Bild 2: Fensterausgestaltung und Lichteinfall – Abhängigkeiten

Form und Lage der Fensterebene bestimmen maßgeblich die Leistung des Bauteils hinsichtlich der bauphysikalischen und physiologischen Anfor-

derungen (Lichteinfall, Lüftungsfunktion, solare Energiegewinne, Wärmedämmung) sowie der Anforderungen der Nutzer (Ausblick, Einblick, Schallschutz).

Harmonisierte Produktnorm DIN EN 14351-1

Die europäisch harmonisierte Produktnorm DIN EN 14351-1 gilt für Fenster (auch Dachflächenfenster, Dachflächenfenster mit Schutz gegen Brand von außen und Fenstertüren), Außentüren (einschließlich rahmenlose Glastür-, Flucht- und Paniktürelemente) und zusammengesetzte Elemente und gibt materialunabhängig Leistungseigenschaften an, mit Ausnahme von Feuer- und/oder Rauchschutzeigenschaften. Hersteller und Planende haben damit eine Grundlage für die Bewertung von Fenstern und Türen im Allgemeinen wie auch für den konkreten Anwendungsfall. Objektbezogene Leistungsanforderungen sind unter Berücksichtigung nationaler Regelwerke zu formulieren. Die DIN 18055 ergänzt und konkretisiert als Hilfestellung für Planung und Ausschreibung die Leistungsanforderungen der DIN EN 14351-1, damit werden konkrete bauliche Situationen sowie Randbedingungen in Deutschland und CE-Kennzeichnung verbunden.

Tab. 1: Leistungseigenschaften und besondere Anforderungen, Mandate mit Zuordnung zu Grundanforderungen nach BauPVO, Abschnitte in DIN EN 14351-1 und DIN 18055, Klassifizierung

Leistungseigenschaften und besondere Anforderungen		Mandate für F/T/DF ¹⁾	GA in BauPVO	DIN EN 14351	DIN 18055	Klassifizierung
Merkmal als Text	Nr. F/T ¹⁾					
Widerstandsfähigkeit gegen Windlast	1,2/1,2	F/T/DF	4	4.2	4.2	npd/Klassen
Schlagregendichtheit ²⁾	5,6/3,4	F/T/DF	3	4.5	4.5	npd/Klassen
Luftdurchlässigkeit ²⁾	14/14	F ⁷⁾ /T ⁷⁾ /DF	6	4.14	4.12	npd/Klassen
Schallschutz	10/10	F ⁷⁾ /T ⁷⁾ /DF	5	4.11	4.9	npd/festgestellte Werte
Wärmedurchgangskoeffizient ²⁾	11/11	F ⁷⁾ /T ⁷⁾ /DF	6	4.12	4.10	npd/festgestellter Wert
Strahlungseigenschaften	12, 13/12, 13	F ⁷⁾ /T ⁷⁾ /DF	6	4.13	4.11	npd/festgestellter Wert

Tab. 1: Leistungseigenschaften und besondere Anforderungen, Mandate mit Zuordnung zu Grundanforderungen nach BauPVO, Abschnitte in DIN EN 14351-1 und DIN 10855, Klassifizierung (Fortsetzung)

Leistungseigenschaften und besondere Anforderungen		Mandate für F/T/DF ¹⁾	GA in BauPVO	DIN EN 14351	DIN 18055	Klassifizierung
Merkmal als Text	Nr. F/T ¹⁾					
gefährliche Substanzen	7/5	F/T ³⁾	3	4.6	4.6	wie vorgeschrieben
Stoßfestigkeit	8/6	T ⁴⁾ /DF	4	4.7	4.7	npd/Klassen
Tragfähigkeit von Sicherheitsvorrichtungen	9/7	F/T/DF ⁵⁾	4	4.8	4.8	npd/Schwellenwert
Höhe und Breite	-/8	T	4	4.9	4.18	npd/festgestellter Wert
Fähigkeit zur Freigabe	-/9	T ⁶⁾	4	4.10	4.21	siehe hENs
Dauerhaftigkeit			7	4.15		
Bedienungskräfte	15/15		4	4.16	4.13	np/Klassen
mechanische Festigkeit	16/16		4	4.17	4.14	npd/Klassen
Dauerfunktion	21/21		4,7	4.21	4.15	npd/Klassen
Lüftung	17/17		3?	4.18	-	npd/festgestellter Wert
Differenzklimaverhalten	22/22		4,7	4.22	4.16	npd/Klassen
Durchschusshemmung	18/18		4	4.19	-	npd/Klassen
Sprengwirkungshemmung	19, 20/19, 20		4	4.20	-	npd/Klassen
Einbruchhemmung	23/23		4	4.23	4.17	npd/Klassen
Widerstandsfähigkeit gegen Schnee- und Dauerlast	3/-	DF	4	4.3	4.3	npd/festgestellte Angaben
Brandverhalten	4/-	DF	2	4.4.1	4.4	npd/Klassen
Schutz gegen Brand von außen	4/-	DF	2	4.4.2	4.4	siehe EN 13501-1
besondere Anforderungen				4.24	4.19, 4.20	

¹⁾ Legende: F: Fenster, T: Türen, DF: Dachflächenfenster, npd = no performance determined, GA: Grundanforderungen an Bauwerke nach EU-BauPVO, Anhang I
²⁾ einschließlich Dauerhaftigkeit
³⁾ nur Einfluss auf Innenräume bzw. Innenraum-Luftqualität
⁴⁾ nur Glastüren mit Verletzungsgefahr
⁵⁾ „Schwellenwerte wurden von den technischen Normen benannt“
⁶⁾ nur abgeschlossene Türen in Fluchtwegen, in geschlossener Stellung mechanisch gesichert
⁷⁾ wenn erforderlich

1/3

Anforderungen an Fassaden

Allgemeines

Fassaden sind Teil der Gebäudehülle und maßgeblich für die Gestaltung von Gebäuden. Vergleichbar zu Fenstern haben sie eine Vielzahl wichtiger, zum Teil konkurrierender, Aufgaben gleichzeitig zu erfüllen: neben Charakter und Tragsicherheit vor allem Schutz zu bieten vor Wind, Niederschlag, thermischen Schwankungen und Schall.

Fassaden werden im Rahmen dieses Kapitels unterschieden in:

- ▶ Vorhangfassaden (EN 13830)
- ▶ Fassaden aus Fertigbetonelementen als Teil der Wand (EN 14992)
- ▶ Bekleidung von tragenden Wänden („Lochfassade“)
 - ▶ hinterlüftet (DIN 18516) oder
 - ▶ nicht hinterlüftet oder
 - ▶ unmittelbar befestigt (z.B. angemörtelte Platten DIN 18515 oder WDVS)

Im Folgenden werden die drei unterschiedlichen Bauweisen kurz betrachtet.

Ausführlicher wird in den nächsten Kapiteln die harmonisierte Norm für Bauprodukt bzw. Bausatz „Vorhangfassade“ DIN EN 13830 betrachtet, die europäisch harmonisierten „reinen“ Produktnormen über Formsteine aus Beton, Wandbekleidungselemente aus Metallblech oder Fertigbetonelementen als Teil von Wänden hingegen nicht. Anschließend folgt ein genauerer Blick auf die Regelungen in der MVV TB, speziell der national geregelten hinterlüfteten Außenwandbekleidungen nach DIN 18516.

Vorhangfassaden

Regelungen für Vorhangfassaden als Bauprodukt bzw. Bausatz sind als europäisch harmonisierte Norm in EN 13830 festgeschrieben. Dabei ist Vorhangfassade als außen liegender vertikaler Gebäudeabschluss definiert, der aus Elementen hergestellt

wird, die hauptsächlich aus Metall, Holz oder Kunststoff bestehen. Der transparente Werkstoff Glas wurde in der Norm in der Aufzählung übersehen, kommt aber im weiteren Normtext vor. Der Begriff Vorhangfassade umfasst eine Vielzahl an unterschiedlichen Konstruktionsformen; im Allgemeinen handelt es sich jedoch um eine der folgenden Konstruktionsformen:

- ▶ Pfosten-Riegel-Konstruktion
- ▶ Elementbauweise oder
- ▶ Brüstungsbauweise.

Der Bausatz einer Vorhangfassade muss nicht in einer Produktionsstätte vollständig sein, vorgefertigte Einheiten können beispielsweise erst auf der Baustelle zu einem fertigen Produkt zusammengesetzt werden. Vorhangfassaden könnten in Fabriken als Fertigbauteile (Elementfassade) vormontiert werden.

Eine Vorhangfassade nach der Produktnorm DIN EN 13830 ist für sich selbst tragfähig und stand-sicher, leistet keinen Beitrag zur Lastabtragung oder Aussteifung des Primärtragwerks (Hauptbaukörpers) und kann dementsprechend unabhängig von diesem ausgetauscht werden.

Der Umfang der geregelten Konstruktionen kann neben dem Anwendungsbereich auch aus DIN EN 13119 (2016) „Vorhangfassaden – Terminologie“ abgeleitet werden. Die Begrifflichkeiten in DIN EN 13119 betreffen eine Unterscheidung bezüglich Montage (Pfosten-Riegel-Konstruktion auf der Baustelle vs. vormontierte Elementbauweise oder Brüstungsbauweise), Hinterlüftung (Kaltfassade, Warmfassade, Doppelfassade) sowie konstruktiver Details (geklebte Glaskonstruktion [„früher SSGS“], Rahmenfassade). Eine Einschränkung auf Materialien findet nicht statt. Aus dem Anwendungsbereich von DIN EN 13830 und schlussfolgernd aus den in DIN EN 13119 doch umfangreichen bzw. umfassenden Begriffen ergibt sich der Anspruch, dass außer klassischer Lochfassade und Fassaden aus Fertigbetonelementen wohl alle (Vorhang-)Fassaden erfasst sein sollen.

Neben der europäisch harmonisierten Ausgabe 2003 gibt es neuere, grundlegend überarbeitete Fassungen, zuletzt von 2020. Dementsprechend ist als Grundlage für eine CE-Kennzeichnung die Ausgabe 2003 anzuwenden, abweichende Regelungen in der Fassung 2020 können als allgemein anerkannte Regel der Technik zu Diskussionen führen. Hier sind Transparenz, klare Ausschreibungen und Vereinbarungen wichtig und sinnvoll.

Fertigbetonelemente als Teil einer Wand

DIN EN 14992 (2012) „Betonfertigteile – Wandelemente“ regelt vorgefertigte Wände aus Normal- oder Leichtbeton mit dichtem Gefüge. Diese Wandelemente können Fassadenfunktion (Wärmedämmung, Feuchtregelung, Schalldämmung), Verblendfunktion oder eine Kombination dieser Funktionen haben. Vorgefertigte Wände können unbewehrt, bewehrt (Betonstahl oder Fasern unterschiedlicher Materialien) oder vorgespannt sein. Sie können tragend oder nicht tragend ausgebildet und eingesetzt werden. Es können unterschieden werden:

- ▶ Vollwände
- ▶ Elementwände
- ▶ Sandwichwände
- ▶ gewichtsreduzierte Wände
- ▶ Verkleidungen

Für die Fertigbetonelemente als Teil einer Wand gelten die Allgemeinen Regeln für Betonfertigteile nach DIN EN 13369 (2004) mit darin angegebenen üblicherweise anzuwendenden Regelungen für Betonbauteile. Für die Anwendung als Fassade sind hinsichtlich der Toleranzen verschärfte Bedingungen einzuhalten. Die allgemeinen Regelungen nach DIN EN 13369 (2018) sehen maximale Abweichungen der Maße von +10/–5 mm bis zu ± 40 mm vor, bezüglich der Lage von Öffnungen oder Einbauteilen ± 25 mm. Die Toleranzen für Fassadenelemente nach DIN EN 14992 sind in Tabelle 1 wiedergegeben. Sofern nichts anderes festgelegt wurde, gilt Klasse B.

Für Bemessung und Konstruktion gelten die Regelungen des Eurocodes 2 (DIN EN 1992 Berechnung und Bemessung von Stahlbetonbauteilen), sie werden in diesem Kapitel nicht näher betrachtet.

Bekleidungen von tragenden Wänden

Hinterlüftete Außenwandbekleidungen sind in der nationalen Normenreihe DIN 18516 geregelt; die Bemessung von Außenwandbekleidungen aus ESG (früher Teil 4) ist in DIN 18008 behandelt.

Tab. 1: Toleranzen für Fertigbetonelemente [nach EN 14992 (2012)]

Klasse	Lage von Öffnungen, Einbauteilen	Grundmaße Länge, Höhe, Dicke, Diagonale				
		0–50 cm	0,5–3 m	3–6 m	6–10 m	> 10 m
A	± 10 mm	± 3 mm ¹⁾	± 5 mm ¹⁾	± 6 mm	± 8 mm	± 10 mm
B	± 15 mm	± 8 mm	± 14 mm	± 16 mm	± 18 mm	± 20 mm
¹⁾ bei kleinteiligen Bekleidungen ± 2 mm						

2/2

Wärmeschutz

Einführung

Der Wärmeschutz und die Energieeinsparung im Hochbau umfassen alle Maßnahmen, die die Wärmeübertragung durch die Umfassungsflächen des Gebäudes verringern. Es sind dabei folgende Normenwerke wesentlich:

- ▶ DIN 4108 Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden
- ▶ GEG – Gesetz zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude
- ▶ DIN V 18599 Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung
- ▶ DIN 4701 Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden
- ▶ DIN EN ISO 13790 Energieeffizienz von Gebäuden – Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung
- ▶ DIN EN ISO 6946 Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren

Anforderungen

Die *DIN 4108* legt die Mindestanforderungen an

- ▶ den Wärmeschutz flächiger Bauteile,
- ▶ die Luftdichtheit der Bauteile,
- ▶ den sommerlichen Wärmeschutz,
- ▶ den Wärmeschutz im Bereich von Wärmebrücken

fest. Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108 muss an jeder Stelle vorhanden sein.

Tab. 1: Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände von Außenwänden, die Aufenthaltsräume gegen die Außenluft abgrenzen [nach DIN 4108-2, exemplarisch] (homogen geschichtete Bauteile mit $m \geq 100 \text{ kg/m}^2$)

Bauteil	Wärmedurchlasswiderstand R^1 [m ² K/W]
Wände beheizter Räume	
gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen, nicht beheizte Räume (auch nicht beheizte Dachräume oder nicht beheizte Kellerräume außerhalb der wärmeübertragenden Umfassungsfläche)	1,20 ²⁾
Bauteile an Treppenräumen	
Wände zwischen beheiztem Raum und direkt beheiztem Treppenraum, Wände zwischen beheiztem Raum und indirekt beheiztem Treppenraum, sofern die anderen Bauteile des Treppenraums die Anforderungen an die Mindestwerte nach DIN 4108-2 erfüllen	0,07
Wände zwischen beheiztem Raum und indirekt beheiztem Treppenraum, wenn nicht alle Bauteile die Mindestanforderungen an den Wärmedurchlasswiderstand nach DIN 4108-2 erfüllen	0,25
Bauteile zwischen beheizten Räumen	
Wohnungs- und Gebäudetrennwände zwischen beheizten Räumen	0,07
¹⁾ bei erdberührten Bauteilen: konstruktiver Wärmedurchlasswiderstand ²⁾ bei niedrig beheizten Räumen 0,55 m ² K/W	

Tab. 2: Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände leichter Bauteile, Rahmen- und Skelettbauten [nach DIN 4108-2]

Bauteil	Mindestwert des Wärmedurchlasswiderstands R [m ² K/W]
thermisch homogene Bauteile	
homogen m < 100 kg/m ²	R ≥ 1,75
thermisch inhomogene Bauteile	
Gefachbereich	R _G ≥ 1,75
Mittelwert	R _m ≥ 1,00
Rollladenkästen	
Mittelwert	R _m ≥ 1,00
im Bereich des Deckels	R ≥ 0,55
transparente und teiltransparente Bauteile	
Mittelwert Rahmen U ≤ 2,9 W/(m ² K) transparente Teile mind. Isolierglas oder zwei Glasscheiben (z.B. Verbund- oder Kastenfenster)	R ≥ 1,20

Der Wärmedurchlasswiderstand R eines homogen geschichteten Bauteils ergibt sich aus der Summe der Widerstände der Einzelschichten. Der Wärmedurchgangswiderstand R_T ermittelt sich aus dem Wärmedurchlasswiderstand R des Bauteils und den Wärmeübergangswiderständen an den Bauteiloberflächen. Die Wärmeübergangswiderstände R_{si} und R_{se} berücksichtigen die Wärmeübertragung im Bereich der inneren und äußeren Bauteiloberflächen. Sie variieren in Abhängigkeit von der jeweiligen Berechnung. R_T gibt den Wärmedurchlasswiderstand eines Bauteils unter Berücksichtigung seiner Einbausituation wieder.

$$R_T = R_{si} + \sum_{i=1}^n R_i + R_{se}$$

Tab. 3: Innere und äußere Wärmeübergangswiderstände R_{si} und R_{se} ebener Bauteile

Anwendungsbereich	R _{si} [m ² K/W]	R _{se} [m ² K/W]
Wärmeschutzberechnungen nach DIN EN ISO 6946		
Wärmestrom aufwärts	0,10	0,04
Wärmestrom horizontal	0,13	
Wärmestrom abwärts	0,17	
Tauwasserberechnung nach DIN 4108-3		
Wärmestrom aufwärts	0,13	0,04 0,08 für Bauteile mit stark belüfteten Luftschichten
Wärmestrom horizontal	0,13	
Wärmestrom abwärts	0,17	
an belüftete Luftschicht Wärmestrom aufwärts	0,08	s.o.
an belüftete Luftschicht Wärmestrom horizontal		
an belüftete Luftschicht Wärmestrom abwärts		
gegen das Erdreich Wärmestrom aufwärts	s.o.	0
gegen das Erdreich Wärmestrom horizontal		
gegen das Erdreich Wärmestrom abwärts		
Wärmebrückenberechnung nach DIN 4108-2		
beheizte Räume	0,25	0,04
unbeheizte Räume	0,17	0,04

Mit dem GEG werden die bisher parallel laufenden Regelungen zusammengeführt:

- ▶ Energieeinsparungsgesetz EnEG
- ▶ Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz EEWärmeG
- ▶ Energieeinsparverordnung EnEV

3/3

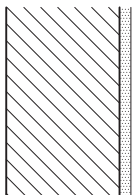
Außenwandbekleidungen

Arten von Außenwandbekleidungen

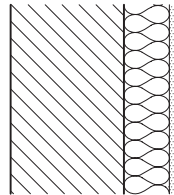
Eine Außenwandbekleidung verleiht der tragenden oder nichttragenden Außenwand ihr optisches Erscheinungsbild und/oder ihre Funktionstüchtigkeit. Umwelteinwirkungen wie Sonnenstrahlung, Regen, Winddruck und Außentemperaturen sowie nichtdrückendes Wasser oder Bodenfeuchtigkeit wirken unmittelbar auf die Außenwand ein. Um diese Einflüsse abzuwehren und zu dämpfen, ist eine entsprechende konstruktive Ausbildung und Bemessung der Konstruktion erforderlich.

Außenwandbekleidungen sind aus vielfältigen Materialien, die dem Gebäude als Gestaltungsmittel das Gesicht verleihen.

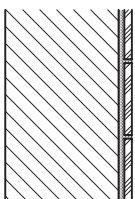
Außenputz – nicht hinterlüftet



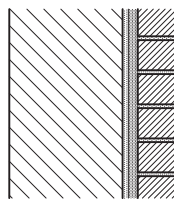
WDVS – nicht hinterlüftet



angemörtelte Außenwand-
bekleidung – nicht hinterlüftet



angemauerte Außenwand-
bekleidung – nicht hinterlüftet



hinterlüftete Außenwandbekleidung

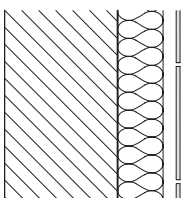


Bild 1: Arten von Außenwandbekleidungen

Je nach Aufbau der Wandkonstruktion unterscheidet man

- ▶ nicht hinterlüftete Außenwandbekleidungen mit
 - ▶ Außenputzen,
 - ▶ Wärmedämmverbundsystemen,
 - ▶ angemörtelten Außenwandbekleidungen,
 - ▶ angemauerten Außenwandbekleidungen,
- ▶ hinterlüftete Außenwandbekleidungen.

Baustoffe und Materialien

Als *Außenputze* finden Verwendung:

- ▶ mineralisch gebundene Außenputze
- ▶ Wärmedämmputzsysteme
- ▶ Leichtputze auf wärmedämmenden Wandbaustoffen (z.B. WDVS)
- ▶ kunstharzgebundene Außenputze in Verbindung mit einem WDVS

In *Wärmedämmverbundsystemen* werden folgende Dämmstoffe verwendet:

- ▶ expandierter Polystyrol-Hartschaum (EPS)
- ▶ extrudierter Polystyrol-Hartschaum (XPS)
- ▶ Mineralwolle (MW)
- ▶ Mineralwolle-Lamellenstreifen
- ▶ Mineralschaumplatte

Bei *angemörtelten Außenwandbekleidungen* kommen folgende Materialien als Bekleidung zur Anwendung:

- ▶ keramische Wandfliesen
- ▶ keramische Spaltplatten
- ▶ Spaltziegelplatten und Klinkerplatten
- ▶ Naturwerksteinplatten
- ▶ Betonwerksteinplatten

Weitere Baustoffe sind:

- ▶ Zement, meist Trasszement und Zuschläge mit dichtem Gefüge
- ▶ Mörtel
- ▶ hydraulisch erhärtende Dünnbettmörtel
- ▶ Baustahlgitter und Traganker aus nicht rostendem Stahl
- ▶ Wärmedämmstoffe in wasserabweisenden und feuchtebeständigen Lieferformen
- ▶ Fugendichtstoffe

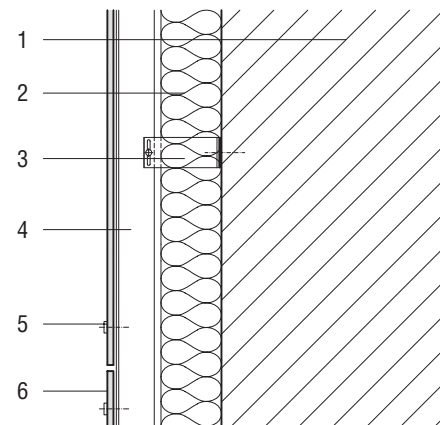
Bei *hinterlüfteten Außenwandkonstruktionen* kommen folgende Materialien als Bekleidung zur Anwendung:

- ▶ Natursteinplatten
- ▶ keramische Platten
 - ▶ kleinformig
 - ▶ großformatig
- ▶ Glasplatten
- ▶ Metallbleche
- ▶ Verbundbleche (Leichtmetall und Kunststoffe)
- ▶ Faserzementplatten
- ▶ Holz- und Holzwerkstoffplatten
- ▶ Einscheibensicherheitsglas

Aufbau

Die Bekleidung einer Außenwand erfolgt nach folgendem Konstruktionsprinzip:

- ▶ tragende oder nichttragende Wand
- ▶ Wärmedämmschicht mit entsprechenden Befestigungsmitteln
- ▶ Ergänzungsteile
- ▶ Verbindungs-, Befestigungs- und Verankerungsmittel
- ▶ Unterkonstruktion
- ▶ Bekleidung



- 1 tragende Außenwand
- 2 Wärmedämmstoff
- 3 Wandhalter mit thermischem Trennelement
- 4 vertikales Tragprofil, Hinterlüftungsebene
- 5 Befestigungselement der Tafeln
- 6 Fassadentafeln

Bild 2: Schematischer Aufbau einer Außenwand mit Bekleidung

Abhängig von der Bekleidung und deren Ausbildung sind Unterkonstruktionen erforderlich. Ohne Unterkonstruktion erfolgt eine direkte Verankerung der Bekleidung an der Außenwand. Unterkonstruktionen bestehen meist aus Trag- und Wandprofilen aus Metall oder Holz. Die Ausbildung in Metall erfolgt als Konsolen oder ähnliche Auflagerungen, die fest oder als Gleitlager ausführbar sind. Zulässige Materialien sind hier nichtrostender Stahl, Aluminium, Kupfer, Kupfer-Zink-Legierungen und korrosionsgeschützter Stahl mit einer Stärke ≥ 4 mm.

Unterkonstruktionen aus Holz oder Holzwerkstoffen bestehen aus Traglatten oder Schalung mit oder ohne Konterlattung. Auf einen ausreichenden Holzschutz nach DIN 68800-1, -2, -3, -5 sämtlicher Konstruktionsteile ist zu achten.

Ergänzungsteile sind Sonderformteile zur Ausbildung der Bekleidungen an bestimmten Anschlusspunkten. Hierzu zählen Anschlussprofile für Gebäudeecken, -sockel, Laibungen, Attiken und sonstige Dach- und Gebäudeanschlüsse.

3/3.2

Hinterlüftete Außenwandbekleidungen

Hinterlüftete Außenwandbekleidungen sind nach DIN 18516 auszuführen.

Diese Norm gilt für hinterlüftete Außenwandbekleidungen mit und ohne Unterkonstruktion einschließlich der Verankerungen, Verbindungen und Befestigungen.

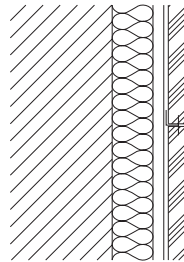
DIN 18516 Außenwandbekleidungen hinterlüftet besteht aus mehreren Teilen:

- ▶ Teil 1: Anforderungen, Prüfgrundsätze [06-2010]
- ▶ Teil 2: Keramische Platte; Anforderung, Bemessung, Prüfung [Entwurf 09-1986, zurückgezogen]
- ▶ Teil 3: Naturwerkstein – Anforderungen, Bemessung [05-2021]
- ▶ Teil 4: Einscheibensicherheitsglas [02-1990, zurückgezogen]
- ▶ Teil 5: Betonwerkstein; Anforderung, Bemessung [05-2021]

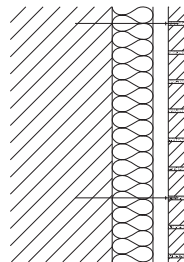
Es werden Bekleidungen mit offenen und geschlossenen Fugen oder sich überdeckenden Elementen bzw. Stößen unterschieden.

Als Unterkonstruktion werden Konstruktionen aus Metall- oder Holzprofilen oder Schalungen mit oder ohne Unterkonstruktion verwendet. Bei der Planung und Ausführung sind der Korrosionsschutz, Temperatur- und Windbeanspruchungen in Zusammenhang mit möglicher Geräuschentwicklung zu beachten.

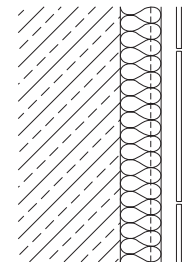
Natur- oder Betonwerksteinplatten



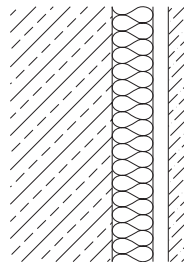
Vormauerziegel, Klinker



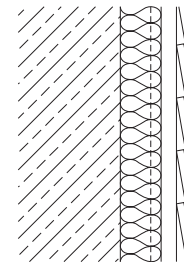
Holz, Stulpschalung



Beton mit Keramikplattenverblendung



Metall, Wellblech



keramische Platten

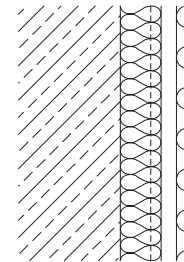
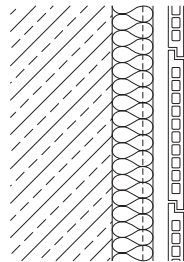


Bild 1: Beispiele für hinterlüftete Außenwandbekleidungen

Folgende allgemeine Festlegungen sind hinsichtlich Wärme-, Schall-, Brand- und Feuchteschutz zu beachten:

- ▶ Lüftungsspalte mind. 20 mm tief (eine Reduzierung auf 5 mm nur örtlich begrenzt zulässig)
- ▶ Be- und Entlüftungsöffnungen mit mind. 50 cm² Querschnitt pro m Wandlänge
- ▶ Unterkonstruktionen in alle Richtungen verschieb- und verdrehbar, um Zwängungen zu vermeiden
- ▶ annehmbarer Grenzfall der Temperatureinflüsse -20 °C bzw. +80 °C
- ▶ Beachtung einer möglichen Geräusentwicklung durch Wind- und Temperaturbeanspruchungen
- ▶ beim Wärme-, Feuchte- und Brandschutz ist das Zusammenwirken von Außenwand und Außenwandbekleidung zu beachten
- ▶ Randabstände von Befestigungen mind. 10 mm
- ▶ Teile, die nach Fertigstellung nicht für Wartung oder Überwachung zugänglich sind, müssen auf Dauer korrosionsgeschützt sein (DIN 18516-1, Abschnitt 7)
- ▶ geeignete Wartungseinrichtungen vorsehen, z.B. Verankerungsmöglichkeiten für Gerüste
- ▶ nach DIN 18516-1 Abschnitt 6 sind Standsicherheitsnachweise zu führen

Außenwandbekleidungen aus Natur- und Betonwerkstein

Außenwandbekleidungen aus Naturstein

Naturstein oder Naturwerkstein lässt sich mit einer Vielzahl von Plattenformen und Verankerungsmöglichkeiten als Bekleidung einer Außenwand nutzen. Aufgrund der Gewinnung sind Plattengrößen von maximal 1 m² (Breite ca. 30 bis 100 cm, Höhe ca. 50 bis 150 cm) lieferbar. Unterschiedliche Gesteinsarten mit vielfältigen Oberflächenausbildungen bieten abwechslungsreiche Gestaltungsmöglichkeiten. Die Eignung eines Natursteins für die Verwendung als Fassadenbekleidung ist abhängig von dessen

- ▶ Frost- und Witterungsbeständigkeit,
- ▶ Reaktion auf Umweltbelastungen,
- ▶ Wasseraufnahme,
- ▶ Art und Weise der Patinabildung,

- ▶ Farbbeständigkeit,
- ▶ Dauerhaftigkeit der Politur,
- ▶ technischen Werten,
- ▶ Erfahrungen in der Anwendung,
- ▶ Liefermöglichkeiten, Verfügbarkeit, Verarbeitungsort.

Die Voraussetzung für die Anwendung von Naturstein in der Fassade regelt die DIN 18516-3. Erfolgt die Bemessung außerhalb der vorhandenen Tabellenwerke, ist ein statischer Nachweis erforderlich. Eine grundsätzliche Eignungsbeurteilung ist nicht für jedes Bauvorhaben erforderlich; wenn Eignungsprüfungen für das verwendete Material vorliegen, kann von den Erfahrungen bei ausgeführten Bauwerken ausgegangen werden. Liegen ausreichende Erfahrungen nicht vor, ist die Dauerhaftigkeit des Natursteins auf Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse (DIN 52104 und 52106) nachzuweisen.

Die Natursteinplatten müssen bestimmte Mindestdicken aufweisen:

Tab. 1: Mindest-Plattendicke von Naturstein in Abhängigkeit von der Neigung

Neigung der Platte	Mindestplattendicke [mm]
$\alpha > 60^\circ$	30
$\alpha \leq 60^\circ$	40

Außenwandbekleidungen aus Betonwerkstein

Betonwerksteinplatten können unbewehrt und bewehrt ausgeführt werden. Unbewehrte Betonwerksteinplatten sind nach DIN 18500 und bewehrte Platten nach DIN 1045 auszuführen. Anders als beim Naturstein sind die Grenzen für die einzelnen Plattenmaße beeinflussbar. Unbewehrte Platten sollten nicht größer als 0,5 bis 0,75 m² und ca. 40 bis 60 mm dick sein. Bewehrte Platten können bis zu 2 m² groß und sollten mindestens 50 bis 80 mm dick sein. Ihrem Gewicht entsprechend ist sowohl auf eine ausreichende Verankerung als auch auf eine hohe Betonfestigkeit, sorgfältige Verdichtung und gründliche Oberflächenbehandlung zu achten.

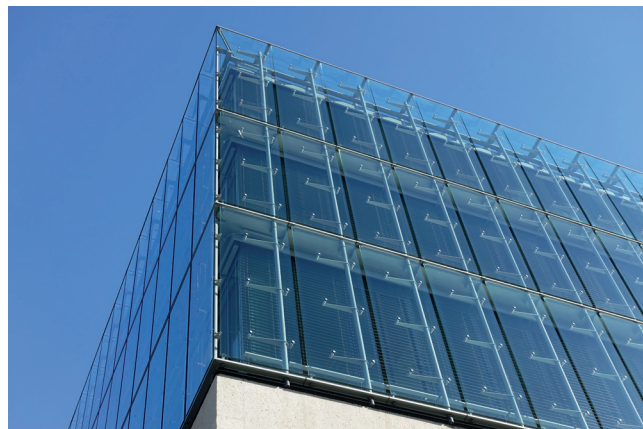


Bild 20 und 21: Referenzbilder von Doppelfassaden

Die Arten der Ausführung werden nach den Abschottungen im Fassadenzwischenraum unterschieden.

Gebäuden, die nicht auf eine mechanische Raumlüftung verzichten können. Mehrgeschossfassaden können mit Glasfassaden ohne Öffnungen ausgeführt werden.

Tab. 1: Ausführungsarten von doppelschaligen Fassaden

Ausführungsprinzip	Trennung des Fassadenzwischenraums	
	Vertikal	Horizontal
Kastenfenster	achsweise oder raumweise	geschossweise oder fensterbezogen
Schachtkastenfassade	achsweise oder raumweise	nach mehreren Geschossen
Korridorfassade	bei akustischer, brandschutz- oder lüftungstechnischer Notwendigkeit	geschossweise
Mehrgeschossfassade	bei akustischer, brandschutz- oder lüftungstechnischer Notwendigkeit	bei akustischer, brandschutz- oder lüftungstechnischer Notwendigkeit

Bei der Ausführung von Lochfassaden und beim Erfordernis von Intimität zwischen den Räumen werden Kastenfenster eingesetzt. Bei hohen Anforderungen an den Schallschutz kommen Schachtkastenfassaden zum Einsatz (kleine Außenöffnungen). Korridorfassaden schränken den Schallschutz von Räumen ein, sind jedoch lüftungstechnisch effektiv. Der Einsatz von Mehrgeschossfassaden erfolgt bei

Konstruktion von doppelschaligen Fassaden

Doppelschalige Fassaden können als Pfosten-Riegel-Konstruktion, in Rahmenbauweise, in elementierter oder konventioneller Bauweise hergestellt werden. Die Konstruktion von Pfosten-Riegel- und Rahmenbauweisen erfolgt analog zu den einschaligen Fassaden.

Elementierte Bauweise

Die Elemente können in Pfosten-Riegel- oder Rahmenkonstruktion hergestellt werden. Meist kommen Rahmenkonstruktionen aus Aluminium (Außen- und Innenschale) oder Holz (Innenschale) zum Einsatz. Es wird eine konsequente horizontale und vertikale Trennung der Elemente vorgenommen. Bei den großflächigen Fassadenelementen werden die Fassadenprofile konstruktiv geteilt und bei der Montage ineinandergeschoben. Der Profilstoß muss Dehnungsbewegungen aufnehmen sowie Dichtigkeit und eine einfache Montage gewährleisten. Die Ausbildung des Stoßes wird i.d.R. individuell von Fachleuten entwickelt. Zwischen den Profilen werden Dichtungsprofile aus Silicon oder EPDM eingelegt.

Die Fassadenelemente werden vollständig (inklusive Verglasung) vorgefertigt. Die Ausführung und die Montage werden speziell auf die jeweilige Gebäudesituation abgestimmt. Die verwendeten Profile sind i.d.R. Sonderkonstruktionen. Die elementierte Bauweise erfordert einen erheblichen Planungsaufwand und einen höheren Materialeinsatz, was sich nur durch eine große Stückzahl kompensieren lässt. Vorteilhaft ist, dass eine Montage ohne Gerüst möglich ist, wodurch auf eine Einrüstung des gesamten Gebäudes (lange Standzeit) verzichtet werden kann. Es empfiehlt sich, für die Ausführung von doppelschaligen Fassaden in elementierter Bauweise nur Fassadenbauer mit ausreichender Qualifikation einzusetzen.

Konventionelle Bauweise

Konventionelle doppelschalige Fassaden sind als Pfosten-Riegel-Konstruktionen und als Rahmenkonstruktionen realisierbar. Die Fassade wird aus einzelnen Bestandteilen vor Ort montiert. Der Material- und Planungsaufwand ist geringer als bei elementierter Bauweise. Der Einsatz erfolgt bei kleinflächigen Fassaden meist unter Verwendung von Standardprofilen. Bei der Verwendung verschiedener Materialien der Innen- und Außenschale (z.B. Holz und Aluminium) ist die konventionelle Bauweise ebenfalls zu bevorzugen.

Die konventionelle Bauweise erfordert eine vollständige Außengerüststellung, die die Fassadenbauarbeiten berücksichtigt. Die Montagearbeiten sind zeitaufwendig, die Verarbeitungsqualität ist geringer. Mitunter werden elementierte Innenschalen eingesetzt.

Das Erscheinungsbild einer doppelschaligen Fassade ist von der Ausbildung der Außenschale geprägt. Die äußere Fassadenkonstruktion wird möglichst transparent gestaltet. Linienförmige Glashalterungen kommen selten zum Einsatz, da das Erscheinungsbild dieser Konstruktionen nicht filigran genug ist. Oft kommen punktförmige Halterungen zum Einsatz, die hohe Anforderungen an die Unterkonstruktion stellen. Punktförmige Glashalterungen für den Einsatz an Fassaden erfordern eine vorhabenbezogene Bauartgenehmigung oder Allgemeine Bauartgenehmigung. Der Einsatz starrer Systeme ist zu vermeiden, da diese Toleranzen

und Dehnungen weniger aufnehmen können. Zu bevorzugen sind kugel- und gelenkgelagerte punktförmige Halterungssysteme.

Die Verglasungen für Außenschalen bestehen meist aus Weißglas als ESG-HF, VSG oder TVG. Die Art der Verglasung ist abhängig von der Glashalterung und der Nutzung der darunterliegenden Flächen. Die Art der Verglasung ist frühzeitig mit den zuständigen Bauaufsichtsbehörden abzustimmen und statisch nachzuweisen.

Die Anschlüsse der Fassade an den Rohbau müssen Toleranzabweichungen ausgleichen können. Die Fassadendetailanschlüsse sind mit toleranzausgleichenden Innenausbauerelementen zu planen.

Die Befestigung der Fassade an der tragenden Konstruktion erfolgt durch Einzelschwertkonstruktionen oder Einzelkonsolen. Die Befestigung muss in alle Richtungen einfach justierbar sein.

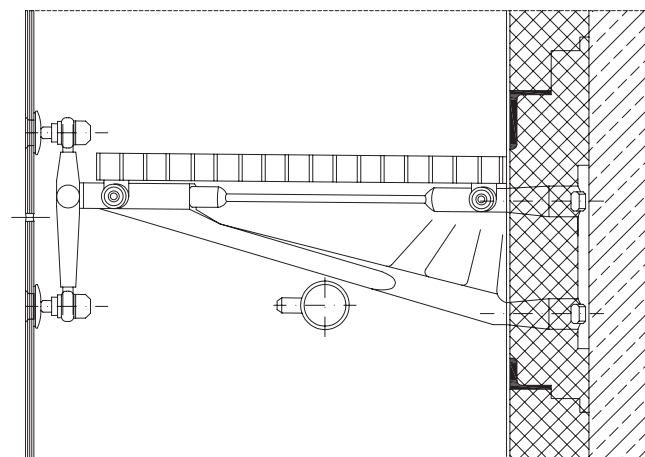


Bild 22: Ausführungsdetail Aufhängung Außenschale

Sind im Fassadenzwischenraum Abschottungen vorgesehen, sind diese nur aus Baustoffen der Baustoffklasse A herzustellen. Horizontale Abschottungen werden i.d.R. aus Stahl oder Aluminium, vertikale auch aus Glas hergestellt.

Die Außenschale kann durch Lamellenkonstruktionen hergestellt werden, die offenbar sind. Diese Art der Fassadenkonstruktion ist regulierbar.

werden durch verspannte Stabstähle hergestellt. Zur Lagesicherung sind die Wandelemente mit Führungsstiften versehen.

Die Ausbildung der Wandelemente hat so zu erfolgen, dass ein Eindringen von Feuchtigkeit in die Fugen verhindert wird. Es ist prinzipiell günstig, die Fassade durch einen großen Dachüberstand vor Feuchtigkeitseinwirkung zu schützen. Bei bewitterten Fassaden werden die Einzelquerschnitte mit gerundeten oder gefasten Oberkanten (ggf. mit Gefälle) und genuteten Unterseiten (Tropfkanten) versehen, um eine schnelle Wasserabführung zu gewährleisten.

Erfolgt die Anordnung der Einzelquerschnitte in vertikaler Richtung, sind die Stirnseiten besonders zu schützen. Oberseitig ist eine Abdeckung erforderlich, unterseitig ist eine direkte Aufstellung auf den Sockel zu vermeiden. Ober- und unterseitig der Stirnseiten ist ein Luftspalt vorzusehen.

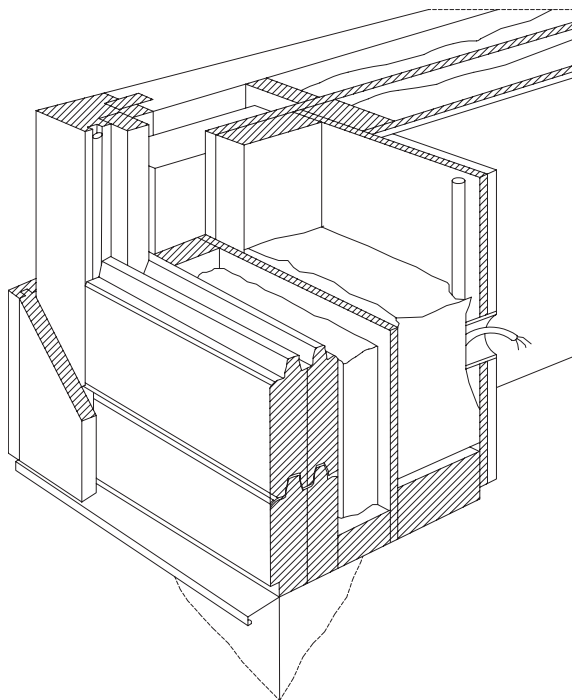


Bild 2: Holzfassade als mehrschichtige Konstruktion

Mehrschichtige Konstruktionen

Mehrschichtige Fassadenkonstruktionen unter Verwendung von Holz sind für Gebäude mit hohen bauphysikalischen Anforderungen einsetzbar. Durch die Kombination von Schichten unterschiedlicher Materialien können nahezu alle Anforderungen erfüllt werden, die an eine Fassade gestellt werden. Im Vergleich zu Vollholzkonstruktionen ist die Ausführung von mehrschichtigen Konstruktionen wirtschaftlicher.

Nach der Lage der Wärmedämmung sind folgende Systeme von Wandkonstruktionen zu unterscheiden:

- ▶ zwischengedämmt
- ▶ außen gedämmt
- ▶ kombinierte Systeme

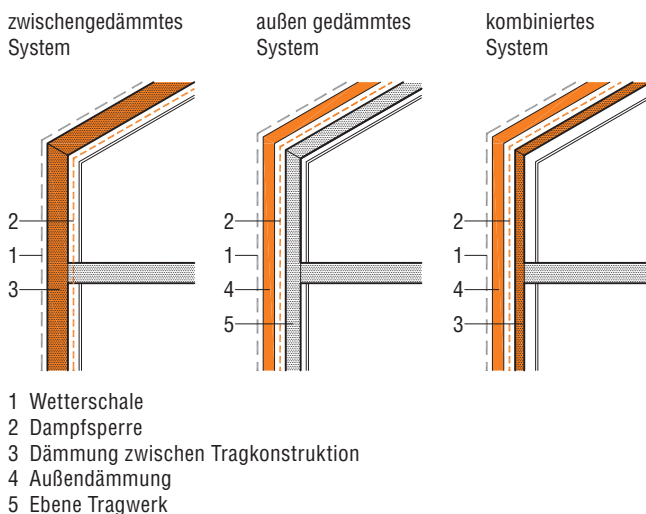


Bild 3: Arten von wärmegeämmten Außenwandkonstruktionen

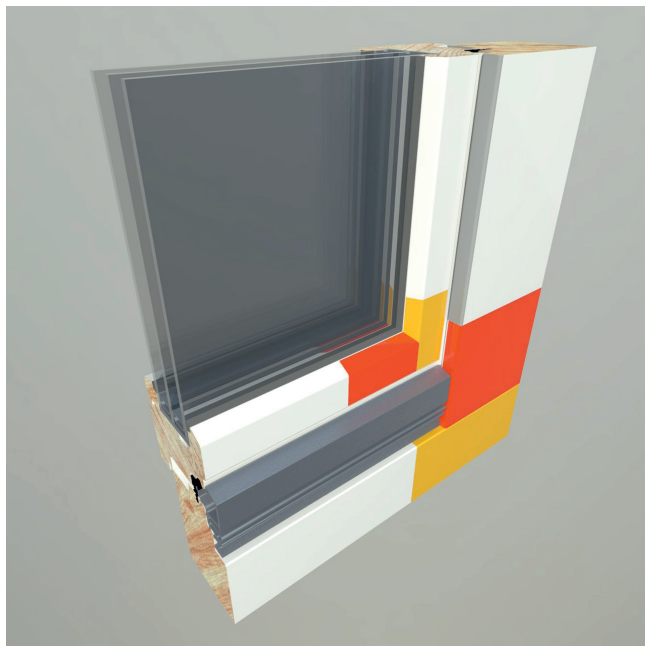


Bild 11: Gefährdete Bereiche am Fenster

Folgende Eigenschaften sind für den Einsatz des Holzes im Fenster- oder Türenbau von besonderer Bedeutung:

- ▶ natürliche Dauerhaftigkeit des ungeschützten Holzes gegen holzerstörende Pilze
- ▶ Rohdichte
Die Rohdichte beeinflusst die mechanischen Eigenschaften des Holzes.
- ▶ Dimensionsstabilität (Quellen und Schwinden) unter wechselnden klimatischen Verhältnissen
- ▶ Feuchtigkeitsangleichsgeschwindigkeit im Hinblick auf die Dimensionsstabilität
Es besteht die Gefahr anhaltend hoher Holzfeuchte.

Es ist zu berücksichtigen, dass die Eigenschaften des Holzes zwischen Splintholz und Kernholz stark variieren können.

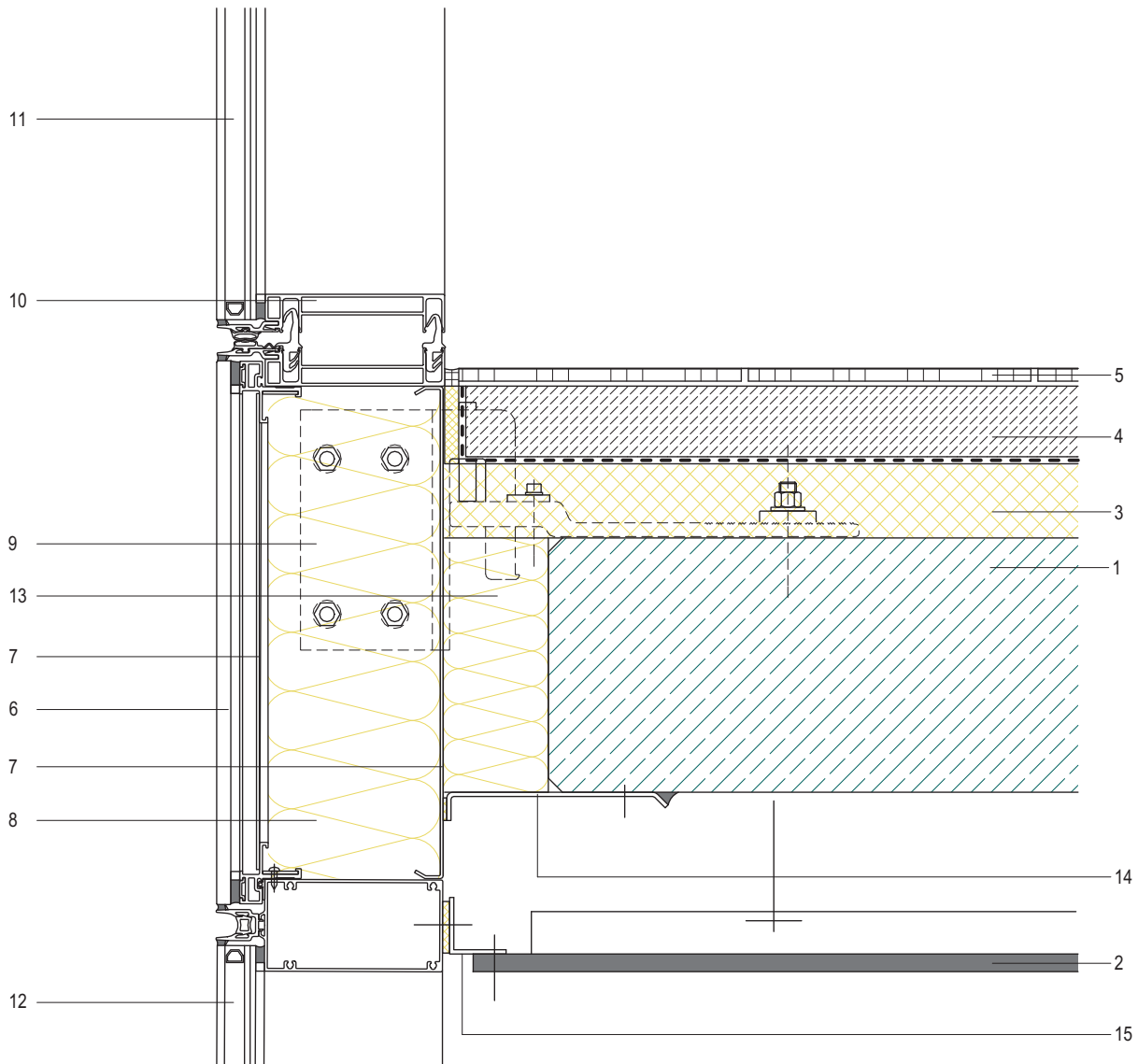
Die Qualitätsanforderungen an die Hölzer werden in der DIN EN 942 – Holz für Tischlerarbeiten – geregelt. Die im Fensterbau übliche Holzqualität sind die Sortierklassen J2 und J10 nach DIN EN 942.

Tab. 1: Hölzer im Fensterbau

Holzart	Farbe	Dimensionsstabilität	Resistenz nach DIN 68364	Eignung
Nadelhölzer				
Fichte	gelblich bis rötlich weiß	gut	4	3
Hemlock	weißlich grau-hellgrau-braun	gut	4	2–3
Kiefer	Kern gelb bis rotbraun Splint hell	mittel bis gut	3–4	3–4
Lärche	Kern rotbraun Splint gelb stark nachdunkelnd	mittel bis gut	3	2–3
Oregon-Pinie	Kern gelb bis rotbraun Splint weiß	gut	3	2
Tanne	weiß bis weißgrau im Alter rötlich bis rötlich violett	gut	4	3
Laubhölzer				
Eiche	Kern graugelb bis hellbraun und dunkelbraun Splint grau	mittel	2	2–3
Stieleiche Traubeneiche	Kern graugelb bis hellbraun und dunkelbraun Splint grau	mittel	2	2–3
Rotes Meranti Red Seraya	Kern hellrosabraun bis dunkelrotbraun	gut	2–3	2
Sipo Mahagoni Utile	Kern rötlich braun bis braunviolett Splint rötlich grau	gut	2	1–2

Elementfassade, Ganzglasfassade, Geschossdeckenanschluss

1:5

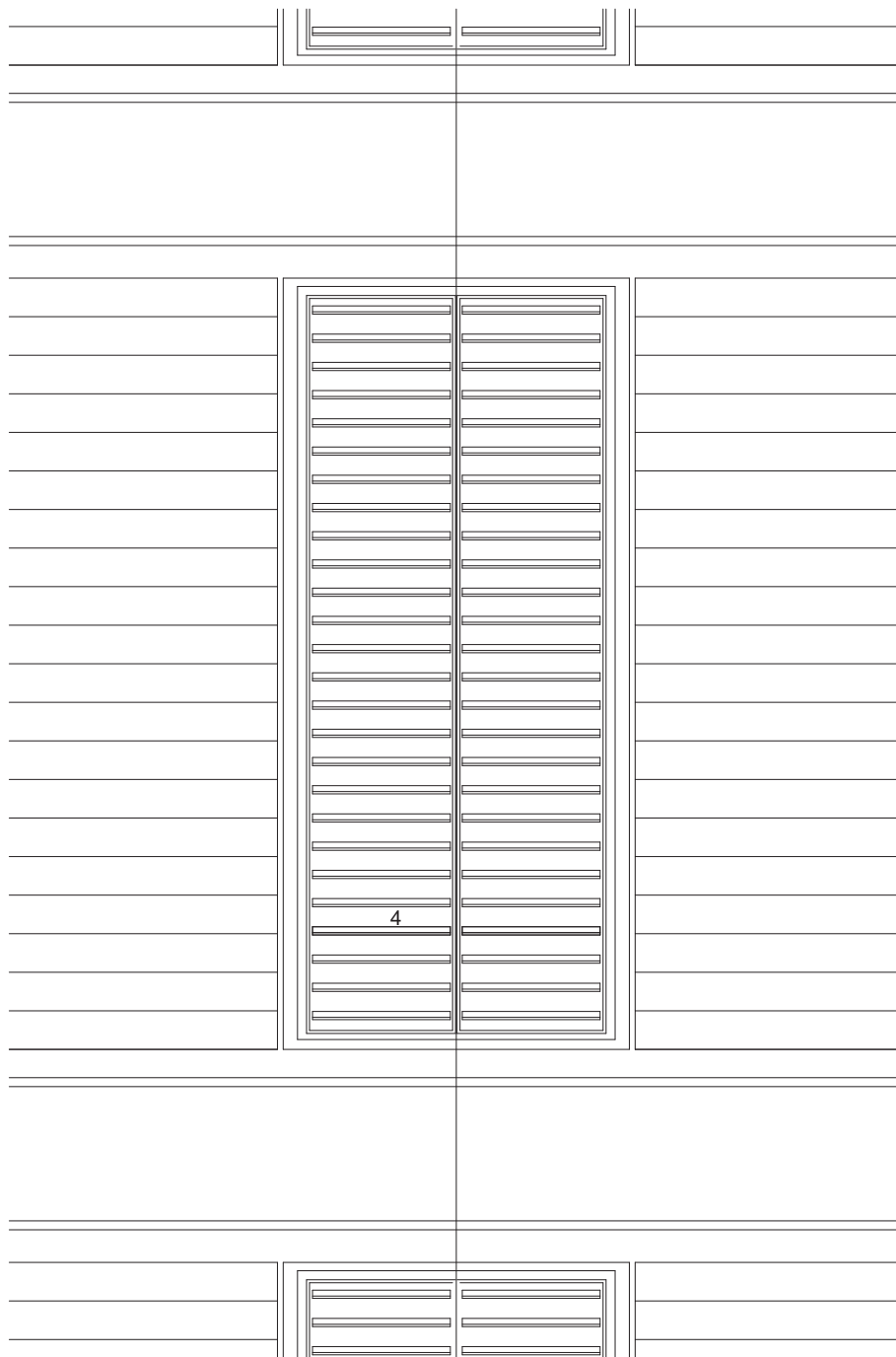


- 1 Stahlbetongeschossdecke
- 2 Unterhangdecke
- 3 Trittschalldämmung
- 4 Zementestrich, schwimmend verlegt, auf Trennlage
- 5 Fliesenbelag
- 6 Verglasung des Paneelfeldes, ESG mit rückseitiger farbiger Emaillierung
- 7 Aluminiumblech
- 8 Dämmkern des Paneelfeldes, Mineralwolle
- 9 Haltepunkt auf der Geschossdecke
- 10 Riegel der Elementfassade
- 11 MIG (2-fach), bodengebunden, absturzsichernd
- 12 MIG (2-fach)
- 13 Hohraumdämmung, Mineralwolle
- 14 Fugenabdeckblech
- 15 Anschlussprofil, L-Winkel

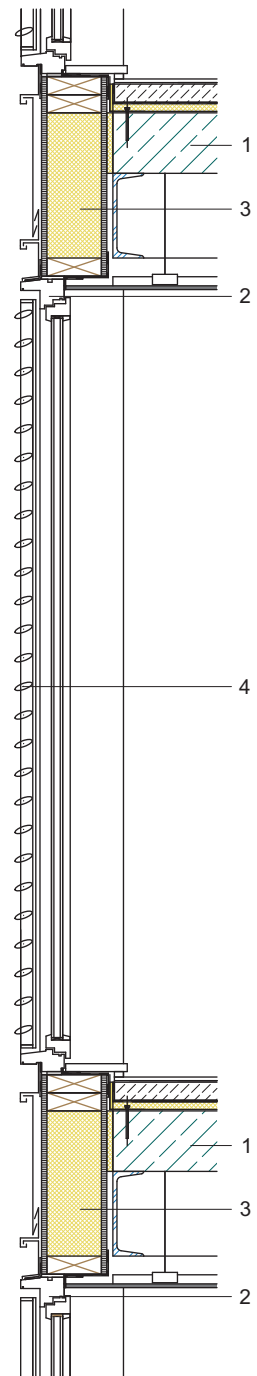
Hinweis: Ab 8 m Einbauhöhe ist ein mechanisches Rückhaltesystem für den Fall des mechanischen Versagens der Verklebung erforderlich.

Bewegliche Lamellenkonstruktion aus Holz

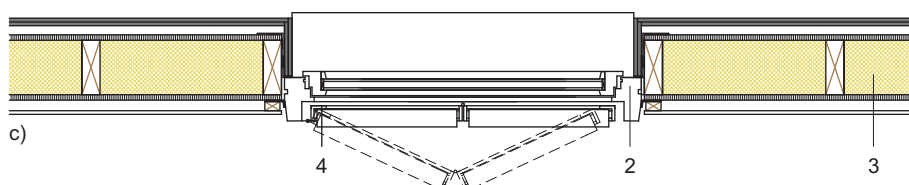
1:25



a)



b)






c)

- a) Ansicht
- b) Vertikalschnitt
- c) Horizontalschnitt

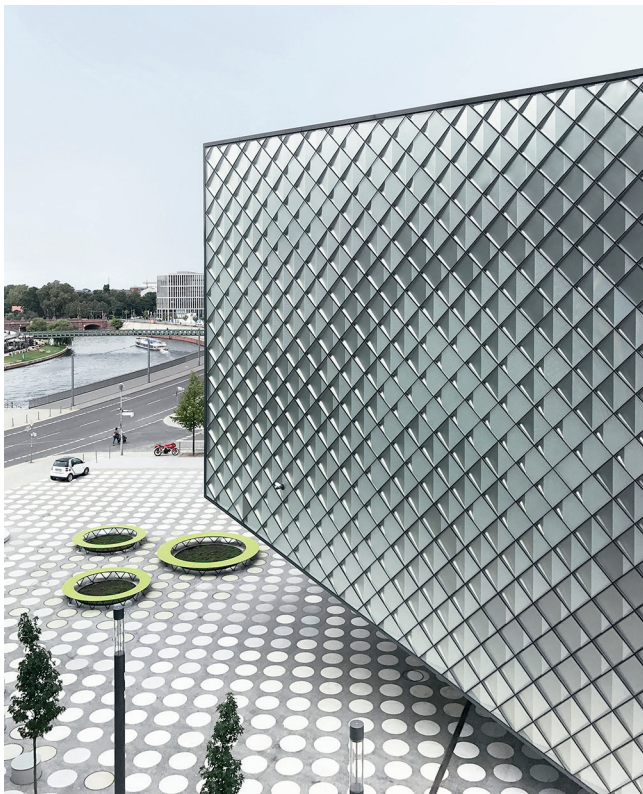
- 1 Geschossdecke, Stahlbeton
- 2 umlaufender Fensterrahmen, Massivholz
- 3 vorgehängte nichttragende Außenwand in Holztafelbauweise
- 4 Lamellenflügel, öffnenbar, Lamellen in umlaufendem Stahlrahmen

Tab. 1: Tabellarische Übersicht von Schäden an Fassaden (Fortsetzung)

Schadensart/Schadensbilder	Vorkommen	Ursachen	Maßnahmen und Sanierung
Putz und WDVS			
Betonschäden <ul style="list-style-type: none"> ▶ Betonkorrosion ▶ Stahlkorrosion ▶ Absprengung des Betons 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Beton ▶ Bewehrung 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Umwelteinflüsse ▶ Herstellungsmängel ▶ Frost ▶ Taumittel ▶ chemischer Angriff ▶ Verschleißbeanspruchung ▶ Absenkung des pH-Werts durch Carbonatisierung infolge CO₂-Aufnahme auf Werte unter 10 ▶ Anstieg des Chloridgehalts bei gleichzeitiger Feuchtigkeit als Elektrolyt und Sauerstoff (fast immer vorhanden) (Stahlkorrosion, Absprengung) 	<i>Sanierung</i> siehe Tab. 2: Instandsetzungsprinzipien bei Schäden am Beton
Glasfassaden			
Klimalastbrüche 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Glas ▶ MIG 	Fehler in Statik	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Glasaustausch ▶ Verwendung von thermisch vorgespannten Gläsern ▶ Entsprechende Planung (Statik)
Klotzungsfehler 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Pfosten-Riegel-fassaden ▶ Elementfassaden 	Montagefehler	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Rücken der Klötze an richtige Position ▶ ggf. Austausch der Klötze ▶ ggf. Glasaustausch bei Schädigung MIG
Spontanversagen infolge Nickelsulfid 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Glas ▶ MIG 	Nickelsulfideinschlüsse	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Glasaustausch ▶ Verwendung von ESG-HF

5/1

Forum der Zukunft, das FUTURIUM in Berlin (2017)



(Foto: Richter Musikowski)

Projektbeschreibung

Das FUTURIUM ist mit einer Gesamtnutzfläche von ca. 8.150 m² Ausstellungsraum, Bühne, Museum, Labor und Forum der Zukunft zugleich.

Gelegen im Herzen Berlins, zwischen Bundesministerium für Bildung und Forschung, Spreebogen und Humboldthafen, Hauptbahnhof und Gelände der Charité, bereichert es als eigenständige skulpturale Form die Architektur des Regierungsviertels.



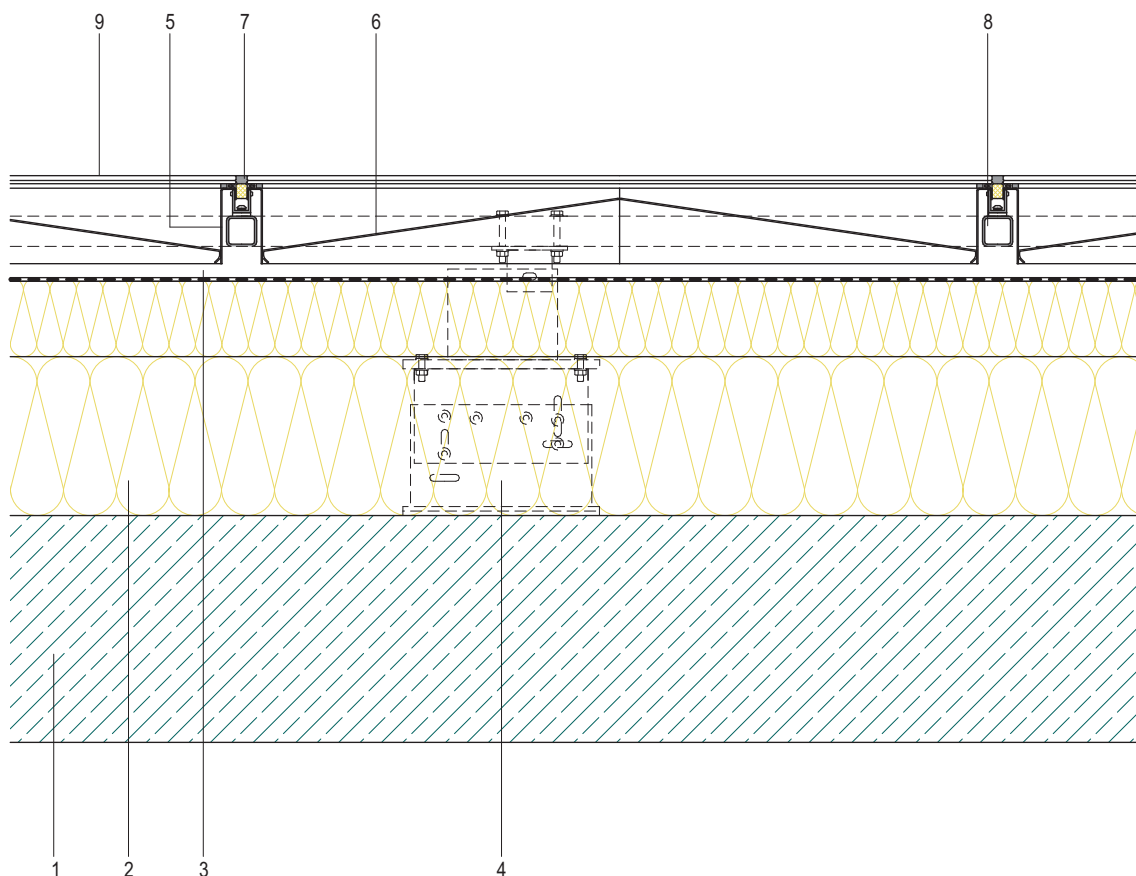
Bild 1: Lageplan des FUTURIUMs

Steckbrief	
Bauherr	Bundesanstalt für Immobilienaufgaben, BlmA
Entwurf und Projektleitung	RICHTER MUSIKOWSKI Architekten PartGmbH
Tragwerksplanung	Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH, Berlin
Grundstücksfläche	k.A.
Hauptnutzfläche	8.154 m ²
Bruttogrundfläche	14.007 m ²
Gesamtbaukosten (brutto)	58 Mio. € (KG 100–700)
Bauzeit	06/2015 bis 09/2017

Die Hauptzuwegungen befinden sich am Alexandra-Ufer und am Kapelle-Ufer. Durch Zurücksetzen der Bauflucht entstehen hier zwei neue Plätze, die in das Forum einladen. Durch die außergewöhnliche Gestalt mit einer schmetterlingsförmigen Auffaltung des Baukörpers zu den städtebaulichen Hochpunkten bestimmt das FUTURIUM als skulpturaler Bau den Stadtraum.

Horizontalschnitt

1:10



- 1 Stahlbetonwand, d = 300 mm
- 2 mineralische Wärmedämmung, 2-lagig, WLG 035, d = 300 mm
- 3 Hinterlüftungsebene, d = 20 mm
- 4 Haltepunkt, Konsole verzinkt, für diagonale Unterkonstruktion mit thermischer Trennung
- 5 Kassette
- 6 Reflektor aus Edelstahlblech, gekantet, d = 1 mm, poliert, mit Adapterprofil verschraubt
- 7 dauerelastische Verfugung, vlieskaschierte Entlüftungsöffnungen im Kassettenrand
- 8 Unterkonstruktion mit dauerelastischem Dichtprofil, Aufsatzprofil mit Schraubkanal und Rechteckhohlprofilen für die diagonale Unterkonstruktion
- 9 Verbundsicherheitsglas VSG aus Gussglas, TVG, SGG Listral mit keramischem Siebdruck als Punktraster und Hinterdruckung im Kleberandbereich

5/2

Sanierung und Erweiterung des Landratsamtes Dillingen (1967)



Steckbrief	
Bauherr	Landkreis Dillingen a.d. Donau
Entwurf und Projektleitung	DBW Architekten, Haunsheim
Fachplanung TES-Fassade	Vallentin + Reichmann Architekten GbR, München
Holzbau	Gumpp & Maier GmbH, Binswangen
Bruttogeschoss- fläche	6.347,31 m ²
Gesamtbaukosten (brutto)	6.000.000 € (KG 200–700)
Bauzeit	04/2019 bis 11/2019

Projektbeschreibung

Die Große Kreisstadt Dillingen a.d. Donau ist Verwaltungssitz des Landkreises Dillingen. Im Jahr 1967 wurde hier das Landratsamt als fünfgeschossiger Stahlbetonskelettbau errichtet. Die 1960er-Jahre waren durch eine enorme Bauaktivität geprägt. Neben den klassischen Baumaterialien wie Kalksand- und Ziegelstein gewann der Stahlbetonskelettbau an Bedeutung.

Der Bestandsbau hat eine Ausdehnung von etwa 65,50 m Länge und 15,50 m Breite. Er besteht aus dem Hautgebäude in Form eines Längsbau mit vier oberirdischen Geschossen und einem davor angeordneten Querbau, der etwas niedriger ist. Ein großzügiges Foyer fungiert als Bindeglied zwischen Längs- und Querbau.

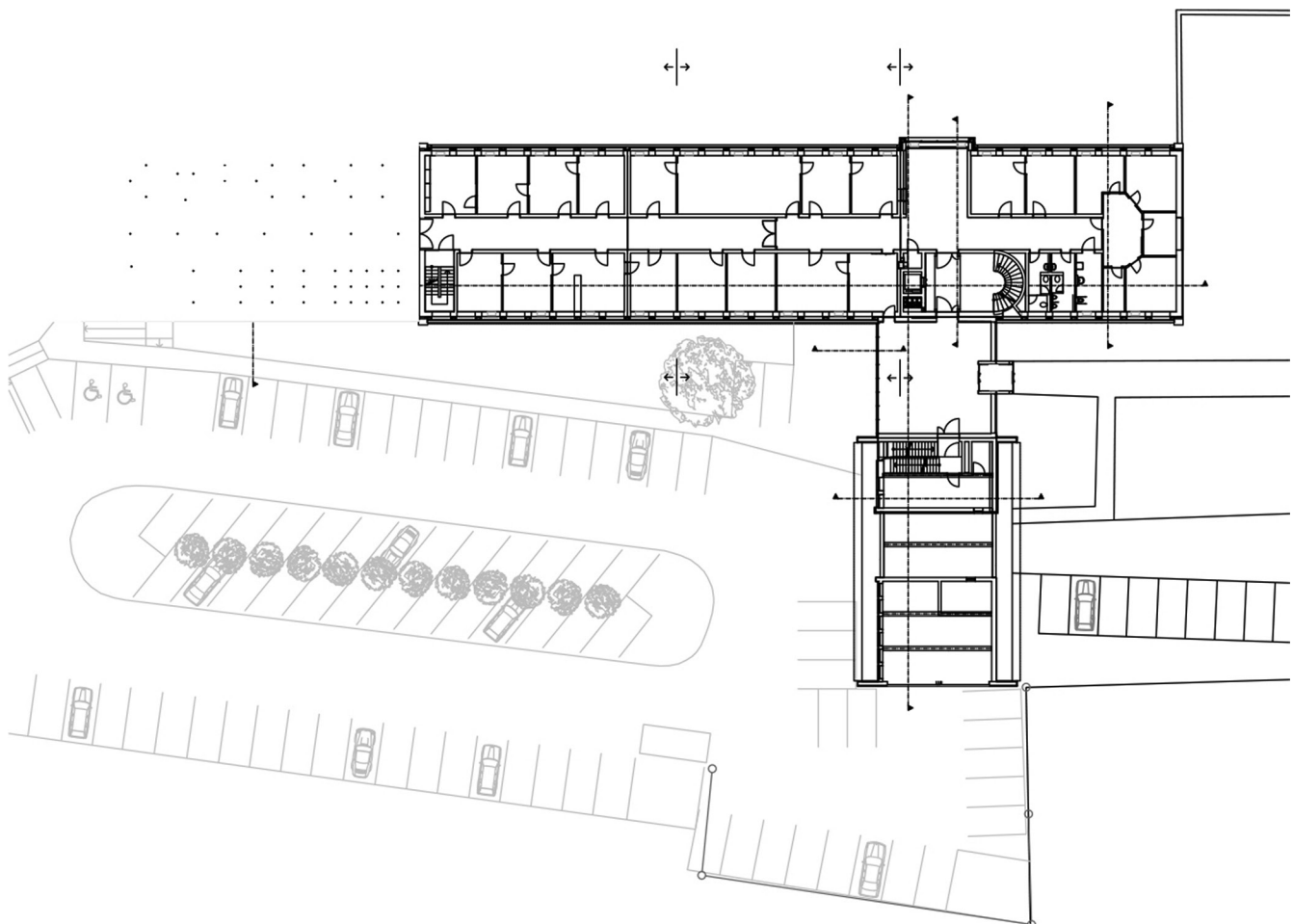


Bild 1: Grundriss Erdgeschoss



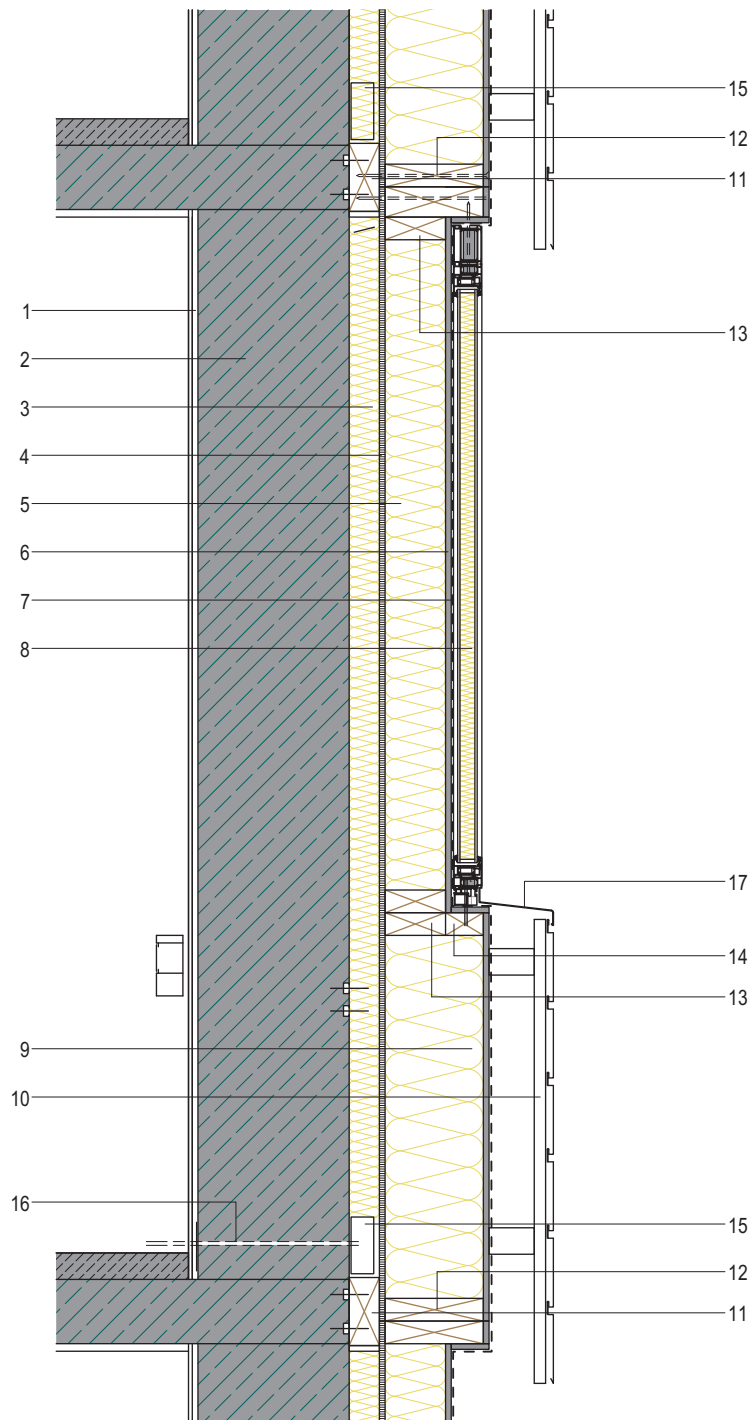
Bild 2: Blick auf den Längstrakt mit Foyer
(Foto: Z-Studio GmbH)

Die Bausubstanz des Landratsamtes Dillingen zeigte sich nach 50 Jahren Nutzungszeit noch weitgehend funktionsfähig. Es traten Mängel an den Fenstern und Fassadenblechen auf, was allerdings erwartbar war. Die Flachdachkonstruktion, ein Holzstabdach mit Brettschalung und Dachpappenabdichtung, wies Undichtigkeiten auf. Vor allem die Regenwasserfallrohre, die als Innenentwässerung ausgeführt waren, zeigten Leckagen, sodass in einigen Amtsräumen auch Feuchteschäden offensichtlich zutage traten.

Die Qualität der Gebäudehülle hinsichtlich des Wärmeschutzes ließ ebenfalls zu wünschen übrig. Eine vollständige Dämmung des Kellers und des Flachdachs fehlte. Nachträglich hatte man den Hohlraum zwischen dem flach geneigten Holzstabdachstuhl und der Stahlbetondecke mit einer PU-Spritzdämmung mit 120 mm Stärke ausgefüllt.

Fassadenschnitt, Vertikalschnitt durch Stahlbetonstütze im Fensterbereich

1:20



- 1 Innenwandbekleidung
- 2 Außenwand aus Stahlbeton, Bestand, d = 400 mm
- 3 Spalt ausgedämmt, mineralischer Dämmstoff, WLG 035, d = 80 mm
- 4 OSB-Platte, d = 15 mm
- 5 mineralischer Dämmstoff, WLG 035, d = 160 mm
- 6 Gipsfaserplatte, d = 15 mm
- 7 Unterspannbahn, diffusionsoffen
- 8 Fensterelement
- 9 mineralischer Faserdämmstoff, WLG 035, d = 260 mm

- 10 Fassadenbekleidung aus Titanzinkblech
- 11 Binde, 80/180 mm
- 12 Konstruktionsvollholz, Rahmen, 60/260 mm
- 13 Konstruktionsvollholz, Rahmen, 60/160 mm
- 14 KVH 60/100 mm
- 15 Kabelkanal, horizontal, 60/150 mm
- 16 Anbindung Kabel, luftdichte Durchführung
- 17 Blechabdeckung, Fensterbankabdeckung