

Merkblatt Nr. 3

zur Planung vorgefertigter Stahlbetonfassaden (07/2024)

1	Allgemeines	2
1.1	Planung.....	2
1.2	Gestaltung.....	2
1.3	Fugen.....	2
1.4	Transportabmessungen.....	2
1.5	Übersicht der Fassadensysteme	3
2	Sandwichfassade	3
2.1	Lastabtrag	3
2.2	Planungs- und Konstruktionshinweise	4
3	Tragende Fassade mit Innendämmung	5
3.1	Lastabtrag	5
3.2	Ausbildung.....	5
3.3	Planungs- und Konstruktionshinweise	5
4	Vorgehängte Fassade	6
4.1	Lastabtrag	6
4.2	Ausbildung.....	6
4.3	Planungs- und Konstruktionshinweise	6
5	Vorgestellte nichttragende Fassade	6
5.1	Lastabtrag	7
5.2	Ausbildung.....	7
5.3	Planungs- und Konstruktionshinweise	7
6	Hinweise zu Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz	7
7	Bauphysik	8
7.1	Brandschutz	8
7.2	Wärmeschutz und Energieeffizienz	8
7.2.1	Sandwichfassaden.....	8
7.2.2	Großformatige vorgehängte Fertigteilfassade	10
7.3	Schallschutz	11
7.4	Feuchteschutz	11
7.5	Luftdichtheit	12
8	Literatur	12

1 Allgemeines

Die Fassade eines Gebäudes ist die Schnittstelle zwischen innen und außen. Neben den bauphysikalischen Anforderungen als Gebäudehülle und den statischen Aufgaben als Tragwerk stellt sie die Visitenkarte des Gebäudes dar. Hierfür sind hochwertige Fassaden aus Betonfertigteilen aufgrund der hohen Ausführungsqualität und der zahlreichen Gestaltungsmöglichkeiten besonders gut geeignet. Die Betonfassade kann gleichzeitig gestalterische, statische und raumabschließende Funktionen übernehmen. Dieses Merkblatt ist eine Entscheidungshilfe für die frühzeitige und fachgerechte Planung.

1.1 Planung

Eine sorgfältige Planung muss die statischen, bauphysikalischen, haustechnischen und architektonischen Gesichtspunkte sowie die Einflüsse der Fremdgewerke berücksichtigen und ist Bestandteil der Terminplanung. Dazu gehört u. a. eine statische Berechnung, die beauftragt werden muss.

Für die Fassadenplanung gelten die in den folgenden Kapiteln aufgeführten Planungs- und Konstruktionshinweise (zur Bauphysik siehe Abschnitt 7, statische Erfordernisse sind zusätzlich zu beachten).

Bei Abweichungen von den in diesem Merkblatt genannten Randbedingungen und Abmessungen wird empfohlen, bereits in der Planungsphase mit einem Betonfertigteilwerk Kontakt aufzunehmen.

In jedem Fall ist es sinnvoll, sich vor Erstellung der Ausschreibung mit einem Betonfertigteilwerk in Verbindung zu setzen.

Hinweise zur Befestigung vorgefertigter Betonfassaden werden im FDB-Merkblatt Nr. 4 gegeben. Weitere Konstruktionsdetails sind in [1] und [2] enthalten.

1.2 Gestaltung

Die werkmäßige Herstellung von Betonbauteilen im Fertigteilwerk bietet gute Voraussetzungen für hochwertige Sichtbetonfassaden (FDB-Merkblatt Nr. 1 über Sichtbetonflächen und FDB-Merkblatt Nr. 8 über Architekturbeton). Gestaltungsmöglichkeiten sind, einzeln oder in Kombination:

- mit Schalhaut gestaltete Betonflächen (glatt oder strukturiert),
- bearbeitete Betonflächen nach DIN 18500-1 [3] (z. B. Auswaschen, Feinwaschen, Absäuern, Strahlen, Flammstrahlen, Schleifen, Feinschleifen, steinmetzartige Bearbeitung),
- farbig gestaltete Betonflächen (z. B. durch Zemente, Gesteinskörnungen, Pigmente, Lasuren, Anstriche),
- Fassadenbegrünungen.

1.3 Fugen

Die Fugen können nach DIN 18540 [4] oder, bei durch Schlagregen beanspruchten Horizontalfugen, nach DIN 18542 [5] ausgeführt werden (Bild 2). Bei planmäßig hinterlüfteten Fassaden und bei hinterlüfteten Fassaden nach DIN 18516-5 [6] können die Fugen auch offenbleiben (Bild 5).

Die Fugenbreite richtet sich nach DIN 18540 [4] und sollte in der Regel 20 mm nicht unterschreiten.

Ein wirtschaftlicher Vorteil bei großen Bauteilabmessungen und der Ausbildung von Scheinfugen ist möglich.

1.4 Transportabmessungen

Die Transportabmessungen der Elemente sollten nicht größer sein als Länge / Höhe = 9,0 / 3,7 m. Größere Abmessungen müssen vorab abgestimmt werden.

1.5 Übersicht der Fassadensysteme

	Sandwichfassade (s. Kapitel 2)	Tragende Fassade mit Innendämmung (s. Kapitel 3)	Vorgehängte Fassade (s. Kapitel 4)	Vorgestellte nicht- tragende Fassade (s. Kapitel 5)
Allgemeines	kann Statik und Optik vereinen	vereint Statik und Optik	Elementierung unabhängig von Tragkonstruktion	Elementierung unabhängig von Tragkonstruktion
Fugen	sind zu schließen	sind zu schließen	können offenbleiben	können offenbleiben
Dämmung	im 3-schichtigen Gesamtsystem enthalten, verschiedene Dämmstoffe möglich	bauseitige nachträgliche Innendämmung, Dampfsperre evtl. notwendig	bauseits vorab an Tragkonstruktion anzubringen	bauseits vorab an Tragkonstruktion anzubringen, bei bis zu 2-geschossigen Gebäuden Einblasdämmung möglich
Befestigung	tragendes Bauteil oder Befestigung an Stützen der Tragkonstruktion	tragendes Bauteil mit thermisch getrennter Befestigung des Rohbaus	vertikal und horizontal an Tragkonstruktion	trägt sich selbst, horizontale Anbindung an Tragkonstruktion
Höhenbegrenzung Gebäude	keine	10 Regelgeschosse	keine	4 bis 5 Regelgeschosse
Fenstermontage	im Werk oder nach Elementmontage vor Ort möglich	nach Rohbaumontage direkt möglich	vor Fassadenmontage erforderlich	vor Fassadenmontage erforderlich
Wirtschaftlichkeit	wirtschaftliches kompaktes/schlankes Gesamtsystem, schnell und kostengünstig zu montieren	Keine zusätzlichen Außenstützen, Flächenoptimierung im Innenraum	Unabhängigkeit vom Bauablauf	wirtschaftliche Alternative in der Altbau-sanierung, statische Unabhängigkeit vom Rohbau

2 Sandwichfassade

2.1 Lastabtrag

Die Fassade kann Horizontal- und Vertikallasten aufnehmen und ist daher in der Regel Teil des Tragwerks. Betonsandwichfassaden lassen sich prinzipiell in Fassaden mit direkter Lastabtragung oder mit Lastabtragung durch Stützen einteilen.

Bei Fassaden nach Bild 1a erfolgt die Abtragung der Lasten an den Gebäudeaußenseiten direkt durch die übereinanderstehenden Wandtafeln. Bei der dargestellten Lochfassade aus Sandwichelementen wird die Belastung durch die innenliegende Tragschicht aufgenommen. Die horizontalen Elementfugen werden kraftschlüssig vermörtelt.

Bei Skelettbauwerken nach Bild 1b übertragen die Randträger bzw. Wandtafeln die Einwirkungen über Konsolen auf Stützen, welche die Gesamtlast aufnehmen. Dargestellt ist dieses Prinzip bei einer Bandfassade mit der Tragschicht vor den Stützen. Alternativ kann die Tragschicht auch zwischen oder hinter den Stützen angeordnet werden. Hieraus ergeben sich zusätzliche Gestaltungsmöglichkeiten z. B. bei der Einteilung der Fensteröffnungen (www.fdb-architektur.de).

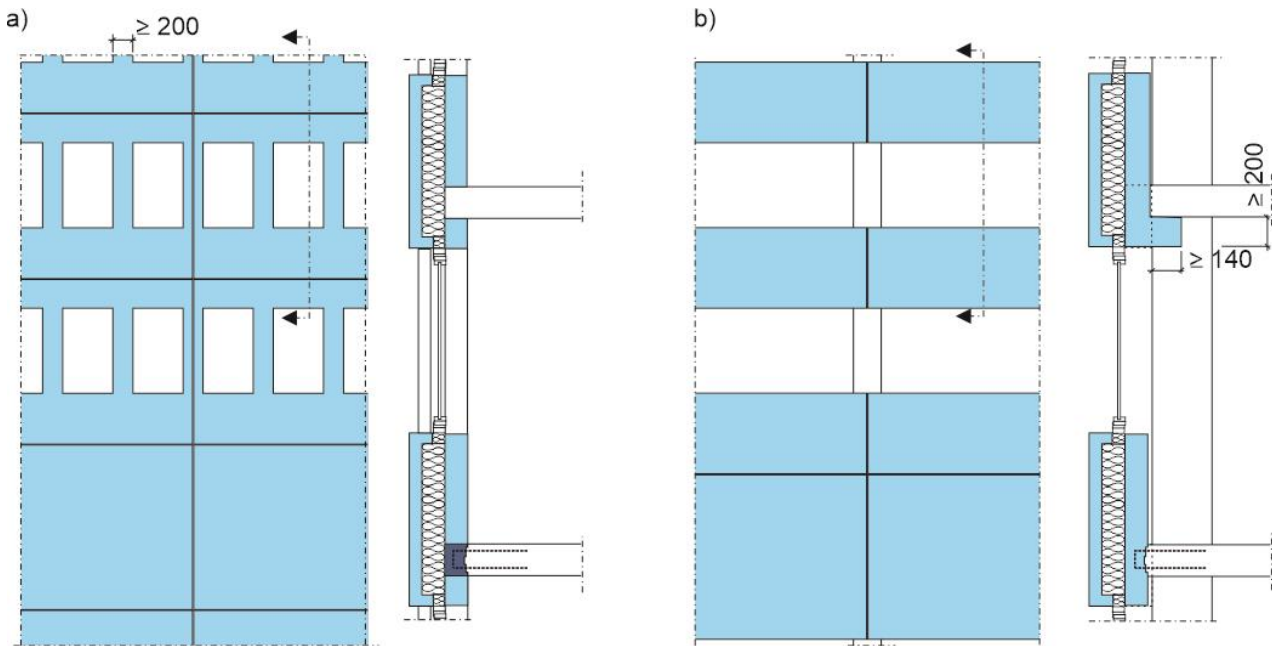


Bild 1: Schematische Ansichten und Fassadenschnitte bei zwei Tragwerksarten a) Fassade mit direkter Lastabtragung (hier: Lochfassade), b) Fassade mit Lastabtragung durch Stützen (hier: Bandfassade)

Besonders wirtschaftlich sind Sandwichelemente nach Bild 2 als kompaktes Gesamtsystem. In der Regel bestehen die Sandwichelemente aus drei Schichten: Stahlbetontragschicht, Wärmedämmschicht und bewehrte Betonvorsatzschicht. Die Dämmung kann bei diesen Elementen, neben den herkömmlichen Varianten, wie z. B. EPS, XPS oder druckfeste Mineralwolle, aus Materialien wie Mineralschaum und natürlichen oder recycelten Dämmstoffen bestehen. Gebäudetechnische Anlagen wie z. B. verdeckte Sonnenschutzanlagen sowie Massivabsorbersysteme, Solar- oder PV-Anlagen können integriert werden.

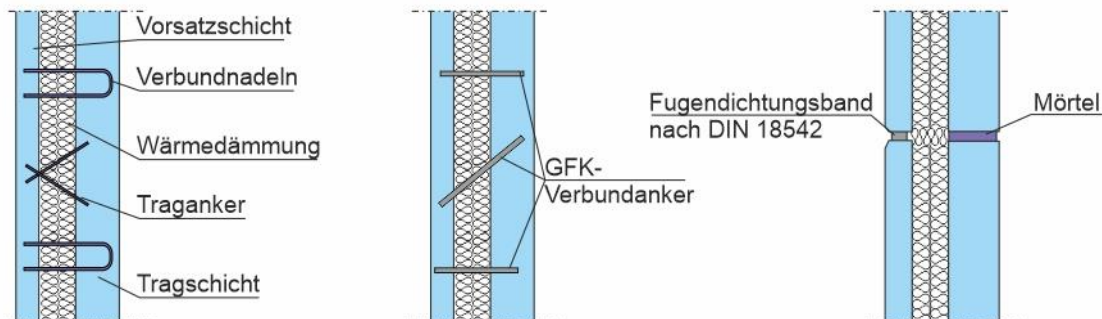


Bild 2: Prinzipielle Fassadenausbildungen und typisches Fugendetail für Sandwichelemente

Darüber hinaus ist die Fugeneinteilung wesentlich für die Gesamtwirkung der Fassade verantwortlich. Neben den Elementfugen können auch, bei verstärkter Schichtdicke, Scheinfugen ausgebildet werden. Um Zwängungen und Risse bei Sandwichelementen zu vermeiden, sollte der Fugenabstand in der Vorsatzschicht in der Regel nicht größer als 6 bis 7 m sein. Wenn die Fugen in der Vorsatzschicht von den Elementfugen abweichen, sollte die seitliche oder abgewinkelte Auskragung (Umecke) der Vorsatzschicht 600 mm nicht überschreiten, um Transportschäden zu vermeiden.

2.2 Planungs- und Konstruktionshinweise

Die Mindestdicke für glatte Vorsatzschichten von Sandwichelementen beträgt 70 mm (DIN EN 1992-1-1/NA [7]), empfohlen wird, davon abweichend, eine Mindestdicke von 80 mm. Als Expositionsklassen zur Ermittlung der erforderlichen Betondeckung sind auf der Außenseite XC4 und auf der Innenseite XC3 anzusetzen [7]. Bei Vorsatzschichten mit ungünstigen Umweltbedingungen (z. B. Sockelelemente mit Tausalzeinwirkung) oder profilierten Vorsatzschichten und Scheinfugen können u. U. größere Plattendicken erforderlich sein.

Die Dicke der Tragschicht von Sandwichelementen sollte mindestens der 1,5-fachen Dicke der Vorsatzschicht entsprechen. Die Mindestdicke sollte i. d. R. 140 mm betragen. Als Expositionsklassen zur Ermittlung der erforderlichen Betondeckung sind auf der Außenseite XC3 und auf der Innenseite XC1 anzusetzen.

Die Befestigung von Fenstern und Türen sollte ausschließlich an der Tragschicht erfolgen.

Eine sehr umfangreiche Sammlung von Regeldetails (optimierter Wärmebrückenanschlüsse) für Stahlbeton-Sandwichfassaden beinhaltet der „Planungsatlas für den Hochbau“ [2], der unter www.planungsatlas-hochbau.de frei zugänglich ist (Bild 3).

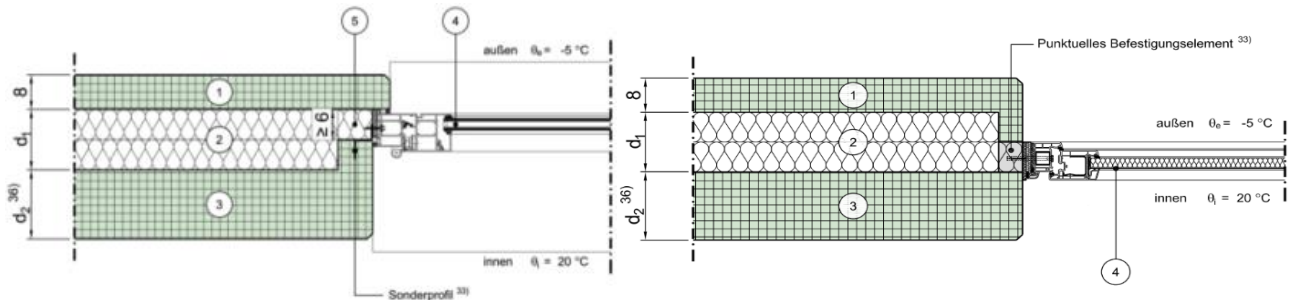


Bild 3: Beispiele aus dem Planungsatlas für den Hochbau für Sandwichfassaden [2]

3 Tragende Fassade mit Innendämmung

Die tragende Fassade mit Innendämmung (Bild 4) vereint „Statik und Optik“ eines Gebäudes miteinander bzw. sorgt für eine Lastabtragung aus dem Gebäude in die außenstehenden Tragelemente und kann mit aussagekräftigen Architekturbeton-Fassadenansprüchen kombiniert werden.

3.1 Lastabtrag

Es können individuell gestaltete, geschosshohe Fassadenelemente, in der Regel bestehend aus Stützen und horizontalen Brüstungsriegeln, geplant werden. Die Fassadenelemente werden aufeinandergestapelt und wachsen als vorgefertigte Elemente mit dem Rohbau.

Aufgrund der Lage der Tragkonstruktion im Außenbereich ist es zwingend notwendig, eine thermische Trennung an den Lasteinleitungspunkten des Rohbaus mit einzuplanen. Dies kann im Achsraster erfolgen, sodass konzentrierte Lasten wirtschaftlich realisiert werden können. Die Lastübertragung in den Stützen kann über speziell ausgebildete, konstruktive Fußpunkte mit Hochleistungsmörtel erfolgen.

3.2 Ausbildung

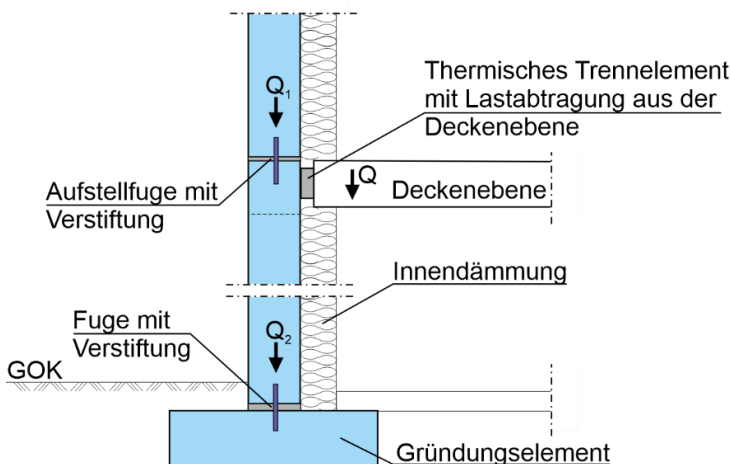


Bild 4: Prinzipielle Fassadenausbildung für die tragende Fassade mit Innendämmung

Die tragende Fassade mit Innendämmung ist zusammen mit den Fenstern zu planen, um eine geschlossene thermische Hülle auch im Bereich der Deckenanschlüsse und Lasteinleitungspunkte zu erreichen. Hier sind besonders hohe Ansprüche an die Luft- und Dampfdichtigkeit zu erfüllen. Die thermische Hülle verläuft hinter der tragenden Fassade, ohne zusätzliche Innenstützen im Bereich der Außenwand.

3.3 Planungs- und Konstruktionshinweise

Für die Lastabtragung sind für die Stützen Mindestdicken von ca. 300 bis 450 mm einzuplanen. Diese Mindestdicke ist erforderlich, um die Bewehrungsführung der Stützen realisieren zu können.

Die Gebäudehöhe sollte 10 Regelgeschosse nicht überschreiten.

4 Vorgehängte Fassade

4.1 Lastabtrag

Bei vorgehängten Fassaden nach Bild 5 werden die einschichtigen, bewehrten Fassadentafeln nachträglich an der Tragkonstruktion (Betonfertigteile oder Ortbeton) befestigt.

4.2 Ausbildung

Vor der Montage auf der Baustelle muss die Wärmedämmschicht an der Tragkonstruktion angebracht werden. Dem höheren Aufwand steht die größere Gestaltungsfreiheit durch die von der Tragschicht unabhängige Fugeneinteilung gegenüber. Zum Ausgleich von Toleranzen ist zwischen der vorgehängten Fassade und der Wärmedämmung ein planerischer Abstand von mindestens 20 mm erforderlich. Zusätzlich sind Rohbautoleranzen zu berücksichtigen. Planmäßige Luftschichten bei hinterlüfteten Fassaden sind deshalb entsprechend dicker vorzusehen.

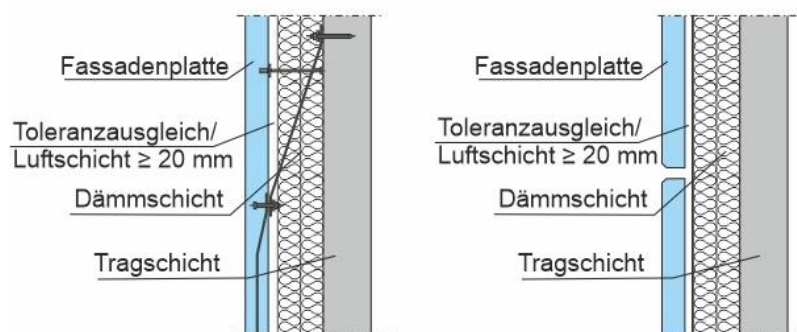


Bild 5: Prinzipielle Fassadenausbildungen und typisches Fugendetail für vorgehängte Fassadenplatten

4.3 Planungs- und Konstruktionshinweise

Die Länge von vorgehängten Fassadentafeln sollte 6 bis 7 m nicht überschreiten. Sonderabmessungen sind nach Rücksprache mit dem Hersteller möglich.

Bei einlagig, konventionell mit Betonstahl bewehrten, vorgehängten Fassadentafeln beträgt die Mindestdicke 80 mm, bei zweilagiger Bewehrung wird eine Mindestdicke von 120 mm empfohlen. Die Dicke vorgehängter Fassadentafeln hängt insbesondere von den Abmessungen, der Oberflächenstruktur, der Expositionsklasse und der konstruktiven Ausführung ab. Bei nichtmetallischen sowie nichtrostenden Bewehrungen kann die Mindestdicke erheblich geringer sein.

Bei aufgelösten/kleinteiligen Fassadenteilen sollte eine Höhe/Breite von 350 mm nicht unterschritten werden.

Die Befestigung von Fenstern und Türen sollte ausschließlich an der Tragkonstruktion erfolgen.

Eine sehr umfangreiche Sammlung von Regeldetails (optimierter Wärmebrückenanschlüsse) für großformatige vorgehängte Fertigteilfassaden beinhaltet der „Planungsatlas für den Hochbau“ [2], der unter www.planungsatlas-hochbau.de frei zugänglich ist (Bild 6).

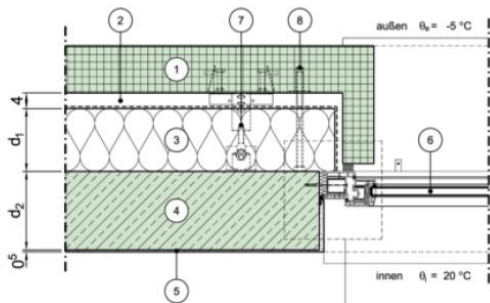


Bild 6: Beispiel aus dem Planungsatlas für den Hochbau für die vorgehängte Fassade [2]

5 Vorgestellte nichttragende Fassade

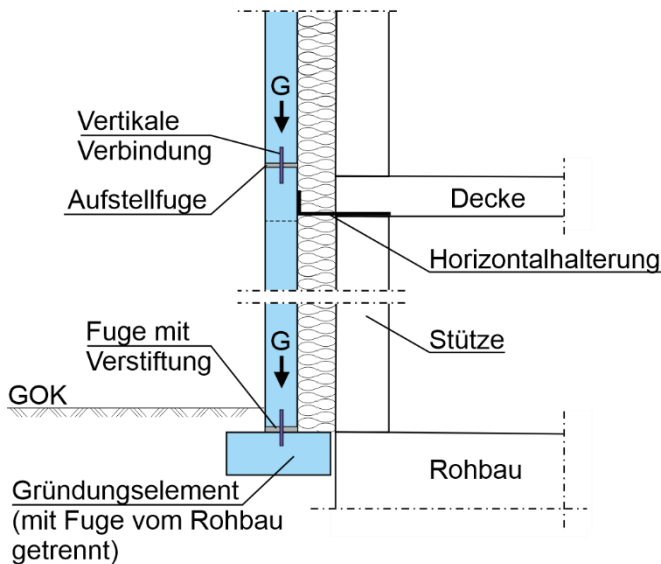
Bis zu einer Gebäudehöhe von maximal 4 bis 5 Regelgeschossen stellt die vorgestellte Fassade eine wirtschaftliche Alternative zur vorgehängten Fassade dar. Dabei werden die geschosshohen Platten

übereinandergestapelt. Sie wird auch eingesetzt, wenn die vorhandene Tragkonstruktion lastmäßig keine vorgehängte Fassade zulässt bzw. eine Dübelverankerung mit hohen Lasten nicht möglich ist. Sie ist damit auch für Sanierungsmaßnahmen an Bestandsgebäuden gut geeignet.

5.1 Lastabtrag

Die geschosshohen Fassadenelemente werden lastmäßig im untersten Geschoss auf einem Fundamentstreifen oder einer Abfangkonsole abgesetzt und horizontal an der Tragkonstruktion gehalten.

5.2 Ausbildung



Alternative: Konsole (ohne Fuge)

Bild 7: Prinzipielle Fassadenausbildung für die vorgestellte nichttragende Fassade

Die vorgestellte nichttragende Fassade wird i. d. R. nach der Montage der Fenster- und Türenelemente in die dahinterliegende, lastabtragende Wand montiert. Die Übertragung des Eigengewichts der einzelnen Elemente erfolgt über eine Mörtelfuge oder über Elastomerlager. Die Elemente werden miteinander in vertikaler Richtung kraftschlüssig verbunden.

Diese Fassade kann bei einer ausreichend dimensionierten Dicke eine wirtschaftliche Lösung darstellen, besonders in der Altbausanierung.

5.3 Planungs- und Konstruktionshinweise

Die Temperaturexpansion und zusätzliche Rohbau- und Montagetoleranzen sind besonders zu beachten!

Die Höhenbeschränkung auf 4 bis 5 Regelgeschosse ist auf das vertikale Ausdehnungsverhalten unter Temperaturbeanspruchungen zurückzuführen. Je höher die Fassade wird, umso komplexer ist die Planung.

Da die hinter der Fassade liegenden Fensteranschlüsse eine Höhenverschiebung nur begrenzt kompensieren können, ist diese Gebäudehöhenbegrenzung unbedingt einzuhalten.

Bis zu fünf Regelgeschosse können aufeinandergestapelt werden, wenn die Elemente über eine ausreichende Dicke verfügen (Knicknachweis beachten).

Die Elementgrößen richten sich nach den Transportmöglichkeiten (siehe Kapitel 1.4).

Es können auch einzeln aufgelöste Fassadenelemente (Stützen- und Balkensystem) zum Einsatz kommen.

Die Wanddicke sollte mindestens 120 bis 160 mm betragen, die Mindestbreite der Bauteile 250 mm.

6 Hinweise zu Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz

Vorgefertigte Betonfassaden haben einen positiven Einfluss auf die Nachhaltigkeit eines Gebäudes, denn sie

- können eine lange Lebensdauer von deutlich über 50 Jahren bei entsprechender Dauerhaftigkeitsbemessung haben,

- können, bei der Trennung der Fassade von der Tragkonstruktion und der Verwendung lösbarer Verbindungen, rückgebaut und wiederverwendet werden, insbesondere bei nachträglichen Gebäudeerweiterungen,
- sind nicht brennbar (A1),
- bieten einen hohen akustischen Komfort aufgrund hoher Schallschutzdämmwerte,
- leisten einen großen Beitrag zur Energieeffizienz und zur Gestaltungsvielfalt, weil sie praktisch wärmebrückenfrei und optisch hochwertig konstruiert werden können (insbesondere durch Stahlbeton-Sandwichfassaden können Gebäude thermisch optimiert werden) und
- bewirken als Stahlbeton-Sandwichfassade durch die thermische Speicherfähigkeit des Betons ein positives Raumklima.

Eine fertigteilegerechte Entwurfs- und Werkplanung ist die Grundlage für die Umsetzung der Nachhaltigkeitspotenziale:

- Optimierung der Bauteildicken (kleinere Platten können dünner ausgebildet werden),
- Optimierung der Bewehrung (Bewehrungsgehalt und Bewehrungsart),
- Optimierung der Betonrezeptur (z. B. durch die Wahl CO₂-reduzierter Zemente oder die Auswahl der Gesteinskörnung),
- nutzungsbezogene Anpassung der Betonfestigkeitsklasse in Abhängigkeit der Expositionsklasse,
- Wahl der Wärmedämmung (z. B. ermöglicht eine Mineralschaumdämmung den sortenreinen Rückbau),
- differenzierte Betrachtung der Bauteilabmessungen und Lastannahmen (nicht nur den ungünstigsten Fall für die Dimensionierung und Bemessung betrachten),
- Verknüpfung verschiedener Funktionen (z. B. tragende Betonsandwichfassade),
- optimierter Transport durch angepasste Bauteilgrößen (Vermeidung von Sondertransporten),
- Einsatz von regionalen Gesteinskörnungen (um lange Transportwege zu vermeiden),
- Einsatz von Gradientenbeton, bei dem zunächst eine hochwertige Betonrezeptur in die Schalung eingebracht wird, die die gewünschte Optik der Fassade nach dem Ausschalen sicherstellt. Diese ca. 30 bis 40 mm dicke erste Betonschicht wird noch im nassen Zustand („frisch in frisch“) durch einen CO₂-reduzierten Beton ergänzt.
- Einsatz von Recyclingmaterial spart natürliche Ressourcen (nach DIN 1045-2:2023-08 sind 25 % Recyclingmaterial für Betone bis einschließlich C50/60 erlaubt).

Weitere Planungshinweise zum nachhaltigen Bauen mit Betonfertigteilen sind in FDB-Merkblatt Nr. 10 zusammengestellt.

7 Bauphysik

7.1 Brandschutz

Hinweise zum Brandschutz, z. B. zur Ausbildung von Brandwänden, werden in DIN 4102-4 [8] und im FDB-Merkblatt Nr. 7 gegeben.

Die erforderlichen Brandschutzvorkehrungen sind immer projektabhängig. Grundsätzlich sollte bei entsprechenden Anforderungen (z. B. Ausbildung als Brandwand) eine Abstimmung mit dem Ersteller des Brandschutzkonzeptes erfolgen. Zur brandschutztechnischen Bewertung von Sandwichelementen als Brandwände siehe [9].

7.2 Wärmeschutz und Energieeffizienz

Eine optimierte Planung der Detailausbildung und somit eine Minimierung der Wärmeverluste aus Wärmebrücken mit Hilfe einer genauen Berechnung wird empfohlen. Eine sehr umfangreiche Sammlung optimierter Wärmebrückenanschlüsse für Stahlbeton-Sandwichfassaden und großformatige vorgehängte Fertigteilfassaden beinhaltet der „Planungsatlas für den Hochbau“ [2], der unter www.planungsatlas-hochbau.de frei zugänglich ist.

7.2.1 Sandwichfassaden

Ein Berechnungsprogramm für genaue *U*-Werte von Stahlbeton-Sandwichelementen unter Berücksichtigung der Anker und Fugen [10] kann unter www.fdb-fertigteilbau.de/planungshilfen heruntergeladen werden.

In frühen Planungsphasen kann die Dicke der erforderlichen Wärmedämmung bei vorgegebenem U -Wert mit Hilfe der folgenden Vordimensionierungstabelle bestimmt werden. Dabei ist

$$U_{SW,approx} = f_{Vordim} \cdot U_0 \quad \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$

- Mit $U_{SW,approx}$ für die gesamte aus Sandwichelementen bestehende (dämmende) Hüllfläche geforderter Wärmedurchgangskoeffizient in $W/(m^2 \cdot K)$
- U_0 "ungestörter" Wärmedurchgangskoeffizient der Sandwichelemente der Gesamtfassade gemäß DIN EN ISO 6946 ohne Berücksichtigung der Anker- und Fugenverluste in $W/(m^2 \cdot K)$
- f_{Vordim} dimensionsloser Faktor, der pauschal die zusätzlichen Wärmeverluste aus Anker- und Fugensystemen berücksichtigt, nach Tabelle 1

Tabelle 1: Ausführung mit „gedämmten Fugen“

Dicke der Kerndämmung in [mm]	Wärmeleitfähigkeit der Kerndämmung in [W/mK]	$f_{Vordim} [-] *$	
		Bei ausschließlicher Nutzung von stiftförmigen Edelstahl-Ankern	Bei sonstigen Edelstahl-Ankern
40	0,040	1,02	1,04
	0,035	1,03	1,05
	0,030		1,06
	0,024	1,05	1,09
60	0,040	1,03	1,05
	0,035	1,04	1,06
	0,030		1,07
	0,024	1,05	1,09
80	0,040	1,03	1,05
	0,035		1,06
	0,030	1,04	1,07
	0,024	1,05	1,10
100	0,040	1,03	1,05
	0,035		1,06
	0,030	1,04	1,08
	0,024	1,05	1,10
120	0,040	1,03	1,06
	0,035	1,04	1,07
	0,030		1,08
	0,024	1,06	1,11
140	0,040	1,03	1,06
	0,035	1,04	1,07
	0,030		1,08
	0,024	1,05	1,11
160	0,040	1,03	1,06
	0,035		1,07
	0,030	1,05	1,09
	0,024	1,06	1,12
180	0,040	1,03	1,06
	0,035	1,04	1,08
	0,030		1,09
	0,024	1,06	1,12

Dicke der Kerndämmung in [mm]	Wärmeleitfähigkeit der Kerndämmung in [W/mK]	$f_{Vordim} [-] ^*)$	
		Bei ausschließlicher Nutzung von stiftförmigen Edelstahl-Ankern	Bei sonstigen Edelstahl-Ankern
200	0,040	1,04	1,07
	0,035		1,08
	0,030	1,05	1,10
	0,024	1,07	1,13
220	0,040	1,03	1,07
	0,035	1,04	1,08
	0,030	1,05	1,10
	0,024	1,06	1,13
240	0,040	1,04	1,08
	0,035	1,05	1,09
	0,030	1,06	1,11
	0,024	1,07	1,14

*) Für die Ermittlung der Werte wurde eine 70 mm dicke Vorsatzschicht, eine 140 mm dicke Tragschicht und ein gedämmtes, 30 mm dickes Fugensystem mit einer Dämmung WLG 040 angesetzt. Für abweichende Ausführungen liegen die Werte teils deutlich auf der sicheren Seite.

Beispiel:

Für ein Gebäude mit 510 m² Fassadenfläche und einer 160 mm dicken Kerndämmung WLG 040 ergibt sich ein Wert von $f_{Vordim} = 1,06$ im Zuge der Vorbemessung. Eine spätere detaillierte Berechnung ergibt einen Wert von 1,03, was somit eine Verringerung um weitere 3 % ausmacht.

Zwischenwerte dürfen interpoliert werden.

Konstruktionsgrundsätze zur energetischen Optimierung von Sandwichfassaden sind:

- Fugen dämmen,
- Fugen dauerhaft abdichten,
- Anzahl der Anker und Fugen möglichst minimieren,
- stiftförmige Anker aus Edelstahl führen zu niedrigen Wärmeverlusten durch das Ankersystem,
- Anker aus GFK haben einen zu vernachlässigenden Wärmeverlust.

7.2.2 Großformatige vorgehängte Fertigteilfassade

Ein Berechnungsprogramm zur Vordimensionierung der Delta-*U*-Werte von großformatigen Vorhangfassaden unter Berücksichtigung der Befestigungsmittel kann unter www.fdb-fertigteilbau.de/planungshilfen heruntergeladen werden.

Die Planungshilfe basiert auf einer umfangreichen Parameterstudie für *U*-Wert-Zuschläge aufgrund von Befestigungselementen bei großformatigen vorgehängten Fassadenplatten aus Stahlbeton. Folgende Parameter wurden variiert:

- Dämmstärke (80 bis 260 mm),
- Dämmstoff (035 und 040),
- mittlere Plattenfläche 1 bis 20 m² und die
- Dicke der Fassadenplatte (80 bis 160 mm).

Konstruktionsgrundsätze zur energetischen Optimierung von großformatigen Vorhangfassaden sind:

- Ist die durchschnittliche Größe der Einzelplatte kleiner als 4 bis 6 m², sollten einzelne Platten zu einer größeren Fassadenplatte zusammengefasst werden, um die Anzahl der Anker in der Gesamtfassade zu reduzieren.
- Optisch kann die Darstellung kleinerer Platten durch die Ausbildung von Scheinfugen erreicht werden.

7.3 Schallschutz

Der rechnerische Nachweis des Schallschutzes für den Massivbau ist in DIN 4109-32 [11] geregelt.

Die Luftschalldämmung einschaliger, biegesteifer Massivwände kann demnach mit Vorsatzschalen aus Beton verbessert werden. Diese Verbesserung ist abhängig von der flächenbezogenen Masse des Grundbauteiles (Innenwand), der Grenzfrequenz des Grundbauteiles und der Vorsatzschicht, der Resonanzfrequenz des zweischaligen Systems und der Art der Befestigung der Vorsatzschicht an der Massivwand.

Für Vorsatzschalen, die über einzelne Anker mit der Tragschicht verbunden sind, ist die Ermittlung der Resonanzfrequenz sowie des verbesserten Schalldämm-Maßes nicht ohne weiteres möglich. Entscheidend für die Schalldämmung der Gesamtwand ist es, ob eine weiche oder harte Dämmung eingebaut wird.

Deshalb dürfen folgende vereinfachte Verfahren gem. Abschnitt 4.4.4 der DIN 4109-32 angewendet werden:

Bei der Berechnung des bewerteten Schalldämm-Maßes $R_{Dd,w}$ darf die Summe der flächenbezogenen Massen der beiden Schalen angesetzt werden.

Bei weicher Dämmung – Zweischalige Konstruktion mit Luftschicht oder Kerndämmung aus **mineralischen Faserdämmstoffen** – darf dieses **erhöht** werden um:

- **5 dB**, bei leichten oder keinen Trennwänden auf der Innenseite.
- **8 dB**, bei schweren Trennwänden auf der Innenseite („die flächenbezogene Masse der auf die Innenschale der Außenwand anschließenden Trennwände ist größer als 50 % der flächenbezogenen Masse der inneren Schale der Außenwand“).

Bei harter Dämmung – Sandwich-Elemente aus Beton mit einer Kerndämmung, die unter Verwendung von **Hartschaumstoffen** hergestellt werden – muss dieses um **2 dB reduziert** werden.

Bei Außenwänden mit Außenwandbekleidung nach DIN 18516-5 [6] wird nur das Schalldämm-Maß der inneren Wand berücksichtigt.

Beispiel: Sandwichwand

Tragschicht 160 mm, Wärmedämmung 160 mm, Vorsatzschicht 80 mm

Schalldämm-Maß der beiden Betonschalen: gem. DIN 4109-32, 4.1.4.2.2

$R_w = 30,9 \lg(2400 \text{ kg/m}^3 (0,16 + 0,08) \text{ m}) - 22,2 \text{ dB} = 63,1 \text{ dB}$

Gesamtschalldämm-Maß bei weicher Dämmung: $R_{Dd,w} = 63,1 \text{ dB} + 5 \text{ dB} (8 \text{ dB}) = 68,1 \text{ dB} (71,1 \text{ dB})$

Gesamtschalldämm-Maß bei harter Dämmung: $R_{Dd,w} = 63,1 \text{ dB} - 2 \text{ dB} = 61,1 \text{ dB}$

Es dürfen statt dieser Vereinfachungen auch genaue Nachweise geführt werden.

7.4 Feuchteschutz

Außenwände aus Stahlbeton-Sandwichelementen müssen auch im gedämmten Fugenbereich tauwasserfrei bleiben.

Bei ungünstigen Feuchte- und Temperaturverhältnissen kann dies beispielsweise durch das Schließen der innenliegenden Fugen mit Zementmörtel oder geeigneten Fugendichtstoffen erfolgen (Bild 8a und 8b) [12].

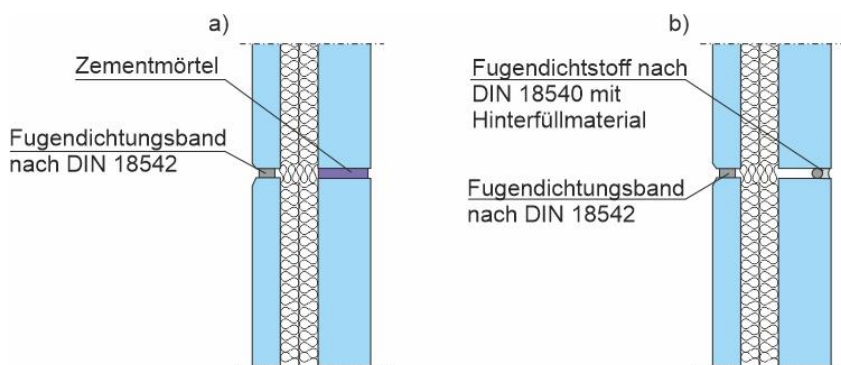


Bild 8: Prinzipielle Fugenausbildungen, a) innen Zementmörtel, außen Fugendichtungsband b) innen Fugendichtstoff, außen Fugendichtungsband

Folien zwischen Wärmedämmung und Tragschicht müssen nicht eingelegt werden, wenn

- wasserabweisende Dämmstoffe verwendet oder die Fugen der Tragschicht dampfdicht geschlossen werden (bei Verwendung von Mineralwolle oder ähnlichen Dämmstoffen),
- die Wärmedämmung zweilagig mit versetzten Stößen verlegt wird (bei Verwendung von Dämmstoffen auf EPS-, XPS- und PUR-Basis).

Das Einlegen einer Folie zwischen Wärmedämmung und Vorsatzschicht ist zu vermeiden.

Die Anforderungen an die Schlagregendichtheit nach DIN 4108-3 [13] sind zu beachten. Vorkomprimierte Fugendichtungsbänder aus Schaumkunststoff der Beanspruchungsgruppe BG1 sind für ungeschützte Außenanwendungen bis zu einem Differenzdruck von mindestens 600 Pa schlagregensicher [14].

7.5 Luftdichtheit

Anforderungen an die Luftdichtheit von beheizten oder klimatisierten Gebäuden sind im Gebäudeenergiegesetz (GEG) geregelt. Für die Luftdichtheit gilt DIN 4108-7 [15]. Außenwandelemente aus Stahlbeton gelten nach dieser Norm als luftdicht.

Für Fugendichtstoffe gilt DIN 18540 [4], für imprägnierte Fugendichtungsbänder aus Schaumkunststoff gilt DIN 18542 [5]. Die Fugen und Anschlüsse an Öffnungselementen oder Durchdringungen können bei Bedarf durch Dichtungsmaterialien wie z. B. Dichtstoffe, Spezialprofile oder vorkomprimierte Dichtbänder mit ausreichender Komprimierung geschlossen werden.

8 Literatur

- [1] Knotenverbindungen für Betonfertigteile – Hinweise für Bemessung und Konstruktion, Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau e.V., 2019, zu beziehen über www.fdb-fertigteilebau.de
- [2] Planungsatlas für den Hochbau unter www.planungsatlas-hochbau.de
- [3] DIN 18500-1 Betonwerkstein – Begriffe, Anforderungen, Prüfung
- [4] DIN 18540 Abdichten von Außenwandfugen im Hochbau mit Fugendichtstoffen
- [5] DIN 18542 Abdichten von Außenwandfugen mit imprägnierten Dichtungsbändern aus Schaumkunststoff – Imprägnierte Dichtungsbänder – Anforderungen und Prüfung
- [6] DIN 18516-5 Außenwandbekleidungen, hinterlüftet – Teil 5: Betonwerkstein; Anforderungen, Bemessung
- [7] DIN EN 1992-1-1 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau mit Nationalem Anhang DIN EN 1992-1-1/NA
- [8] DIN 4102-4 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile
- [9] Gutachtliche Stellungnahme der MPA Braunschweig zur brandschutztechnischen Bewertung von Betonsandwichtafeln als Brandwände im Sinne von DIN 4102-3:1977-09, April 2000
- [10] Willems, W., Hellinger, G.: Exakte U-Werte von Stahlbeton-Sandwichelementen, Bauphysik 5/2010
- [11] DIN 4109-32 Schallschutz im Hochbau – Teil 32: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Massivbau
- [12] Hygrothermische Bewertung der Elementfugen in Sandwichwänden – Gutachten der ENOTherm GmbH 2011, Projektleiter Dr.-Ing. Kai Schild
- [13] DIN 4108-3 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
- [14] IVD-Merkblatt Nr. 26 Abdichten von Fenster- und Fassadenfugen mit vorkomprimierten und imprägnierten Fugendichtbändern (Kompriband)
- [15] DIN 4108-7 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden – Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele

FDB-Merkblatt Nr. 1 über Sichtbetonflächen von Fertigteilen aus Beton und Stahlbeton

FDB-Merkblatt Nr. 4 über die Befestigung vorgefertigter Betonfassaden

FDB-Merkblatt Nr. 7 über Brandschutzanforderungen von Betonfertigteilen

FDB-Merkblatt Nr. 8 über Betonfertigteile aus Architekturbeton

FDB-Merkblatt Nr. 10 zum Nachhaltigen Bauen mit Betonfertigteilen

FDB-Infoblatt Oberflächenschutz von Architekturbeton

auf www.fdb-fertigteilebau.de/fdb-angebote/literatur-downloadcenter-merkblaetter/fdb-merkblaetter/

© FDB 2024 Diese Fassung ersetzt die Ausgabe 03/2020. Erstausgabe vom März 2006.

Herausgeber:

Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau e.V. – Schloßallee 10 – 53179 Bonn

Internet: www.fdb-fertigteilebau.de – E-Mail: info@fdb-fertigteilebau.de, Tel. 0228 9545656

Die Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau e. V. ist der technische Fachverband für den konstruktiven Betonfertigteilebau. Die FDB vertritt die Interessen ihrer Mitglieder national und international und leistet übergeordnete Facharbeit in allen wesentlichen Bereichen der Technik.