SCHÜCO



Kunststoff-Systeme

Allgemeine Planungs- und Verarbeitungshinweise

Allgemeine Planungs- und Verarbeitungshinweise

Inhalt

A Technische Informationen

B Allgemeine Hinweise zur Bauphysik

C Bemessungsgrundlagen

D Verarbeitungsrichtlinien

E Allgemeine Montagehinweise

A Technische Informationen

B Allgemeine Hinweise zur Bauphysik

C Bemessungsgrundlagen

D Verarbeitungsrichtlinien

E Allgemeine Montagehinweise

Allgemeine Planungs- und Verarbeitungshinweise

Technische Informationen

A1 Hinweise

A2 CE/WPK

A3 Urkunden

A4 Normen

A5 Werkstoff PVC – Umwelt und Nachhaltigkeit

A6 Literatur

A1 Hinweise

A2 CE/WPK

A3 Urkunden

A4 Normen

A5 Werkstoff PVC – Umwelt und Nachhaltigkeit

A6 Literatur

Hinweise

Dieser Katalog enthält Informationen zur Bauphysik, den Bemessungsgrundlagen, den Verarbeitungsrichtlinien sowie allgemeine Montagehinweise Schüco Kunststoff-Systeme betreffend. Es werden unverbindlich Produkte vorgestellt und Produktinformationen mitgeteilt. Wir behalten uns vor, Änderungen und Ergänzungen der in dieser Dokumentation bereitgestellten Informationen vorzunehmen.

Die jeweils aktuelle Version dieses Katalogs ist online im Schüco Docu Center zu finden. Änderungen werden regelmäßig über den Technik-Newsletter „Technik Aktuell“ bzw. „Polymer Network Technik“ veröffentlicht.

Die systemspezifischen Verarbeitungshinweise sind den entsprechenden Fertigungsunterlagen des jeweiligen Systems zu entnehmen.

Dieser Katalog wurde mit großer Sorgfalt erstellt und geprüft. Dennoch können Fehler nicht ausgeschlossen werden. Sollten Fehler festgestellt werden, bitten wir um Rückmeldung an die Redaktion.

Innerhalb dieses Katalogs wird anstatt der kompletten Firmenbezeichnung teilweise nur die Kurzform „Schüco“ verwendet.

Rechtliches

Die Angaben in diesem Katalog entbinden den Anwender nicht, durch Prüfung unter Praxisbedingungen, die Eignung ausgewählter Produkte sicherzustellen. Soweit in diesem Katalog technische Lösungswege unter Einsatz von Produkten anderer Lieferanten dargestellt werden, dient dies der Veranschaulichung und soll nur Möglichkeiten aufzeigen. Ob die Produkte für den vorgesehenen Zweck und die konkrete Einbausituation geeignet sind, ist mit dem jeweiligen Lieferanten zu klären.

Downloads und Zertifikate

Die Technischen Informationen und Prüfzeugnisse stellen wir online im Schüco Docu Center als PDF-Download zur Verfügung. Bitte beachten Sie, dass der PDF-Download einen aktuelleren Stand als das Printmedium haben kann.

Weitere Informationen

Weitergehende detaillierte Verarbeitungshinweise für die Schüco Elemente finden Sie in den jeweiligen Technischen Dokumentationen.

CE/WPK

Allgemein

Für den freien Warenverkehr in der Europäischen Union wurden einheitliche Richtlinien verfasst, die einen reibungslosen Warenverkehr sicherstellen sollen. Hierzu wurden u. a. Richtlinien und Verordnungen des Europäischen Rates verfasst, die das CE-Zeichen für Bauprodukte als Konformitätszeichen gesetzlich fordern. Somit werden die Anforderungen an die CE-Kennzeichnung europaweit einheitlich umgesetzt. Der freie Warenverkehr wird damit weiter gefördert und transparenter in allen europäischen Mitgliedsstaaten gestaltet. Wichtig ist dabei: Diese Kennzeichnungspflicht gilt auch für Unternehmen, die ausschließlich national, das heißt in ihrem Heimatland tätig sind.

Für Bauprodukte von Bedeutung sind vor allem:

- die europäische Bauprodukteverordnung (EU-BauPVO)
- die Produktsicherheitsrichtlinie 2001/95/EG
- ggf. die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG
- die Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU
- die Richtlinie zur elektromagnetischen Verträglichkeit 2014/30/EU (EMV-Richtlinie)
- die REACH-Verordnung EG Nr.1907/2006

Für die CE-Kennzeichnung von Fenstern und Außentüren ist die relevante harmonisierte Norm die Produktnorm EN 14351-1:2016-12. Fenster und Außentüren sind durch den Hersteller nach dieser Norm verpflichtend mit einem CE-Zeichen zu kennzeichnen, wenn es auf dem Markt der Europäischen Union in Verkehr gebracht oder vermarktet wird. Wichtig ist, dass ein Produkt alle relevanten EU-Richtlinien erfüllen muss, damit es in Verkehr gebracht werden darf. Der Hersteller verpflichtet sich damit, die in der Kennzeichnung beschriebenen Eigenschaften zu erfüllen.

Als Zeichen der Übereinstimmung der Produkte mit der Produktnorm erstellt der Hersteller eine Leistungserklärung und kennzeichnet das Produkt mit dem CE-Zeichen. Diese Kennzeichnung muss auf dem Produkt erfolgen und muss bis zur Abnahme des Produktes lesbar sein. Der Vorteil besteht darin, dass für jedes Produkt innerhalb der Europäischen Union ein freier Warenverkehr gewährleistet ist und die Produkte anhand ihrer einheitlichen Klassifizierungen miteinander vergleichbar sind. Der Nachweis der Konformität des Bauproduktes erfolgt über die Erstprüfung, die Werkseigene Produktionskontrolle (WPK), sowie – wenn erforderlich – über die Zertifizierung des Betriebs und eine regelmäßige Fremdüberwachung (z. B. bei Fluchttüren nach DIN EN 179 / DIN EN 1125).

CE-Zeichen

Die Ausführung des CE-Kennzeichens erfolgt nach der Marktüberwachungsverordnung Nr. 765/2008 Anhang II.

Der Weg zum CE-Zeichen

Fenster und Haustüren unterliegen je nach Anforderungen unterschiedlichen Systemen zur Bewertung der Leistungsbeständigkeit. Nach dem jeweiligen Verfahren muss der Fensterbauer die Konformität seines Produktes mit den Anforderungen der Normen durch entsprechende Maßnahmen nachweisen.

Konformitätsverfahren zur Bewertung der Leistungsbeständigkeit:

- Außentüren in Fluchtwegen (siehe Tabelle A2.1, Syst. 1)
- Außentüren und Fenster ohne Eigenschaften bezüglich Feuerschutz und/oder Rauchdichtheit (siehe Tabelle A2.1, Syst. 3)

Bei Fenstern und Türen mit Anforderungen bezüglich Feuer- und/oder Rauchschutz bzw. bei Türen in Fluchtwegen ist zusätzlich die Erstinspektion des Betriebes und der Produktionskontrolle sowie eine laufende Fremdüberwachung durch eine externe Stelle nötig.

In der folgenden Tabelle ist erläutert, welche Aufgaben für das jeweilige Verfahren erfüllt werden müssen und wer hierfür zuständig ist.

Tabelle A2.1 Zuständigkeiten und Aufgaben bei Konformitätsverfahren

Syst.	Aufgabe des Herstellers			Aufgabe der notifizierten Stelle			
	WPK	ITT	Stichproben-prüfung	Inspektion der WPK	ITT	Inspektion des Werkes	lfd. Fremd-überwachung
1	X		X	X	X	X	X
3	X				X		

ITT = Feststellung des Produkttyps (früher: Initial Type Test, Ersttypprüfung)
WPK = Werkseigene Produktionskontrolle

Die Prüfergebnisse der Ersttypprüfung (ITT) werden von Schüco zur Verfügung gestellt. Durch eine werkseigene Produktionskontrolle beim Fensterbauer soll sichergestellt werden, dass die bei der Ersttypprüfung ermittelten Produktmerkmale bei der Herstellung von den Fassaden sowie der Fenster und Türen in der betrieblichen Praxis des Herstellers auch tatsächlich eingehalten werden. Schüco gibt dem Fensterbauer dazu einen Leitfaden an die Hand, der bei der Einführung und Durchführung eines WPK-Systems als Unterstützung herangezogen werden kann.

Um das CE-Zeichen an ihren Produkten anbringen zu dürfen, müssen die Hersteller einheitliche Kriterien erfüllen, die die jeweilige Richtlinie voraussetzt. Folgende Pflichten hat der Hersteller [1]:

- Erstellen der Leistungserklärung
- Erstellen einer Technischen Dokumentation als Grundlage für die Leistungserklärung
- Anbringen der CE-Kennzeichnung am Bauprodukt
- Kennzeichnen seiner Produkte zu ihrer Identifizierung
- Angeben seines Namens, eingetragenen Handelsnamens / der Marke und seiner Kontaktanschrift auf dem Bauprodukt (ggf. auf der Verpackung bzw. den Begleitunterlagen)
- Aufbewahren der Leistungserklärung und der technischen Unterlagen für zehn Jahre ab dem Inverkehrbringen (Ggf. abweichende Festlegungen in delegierten Rechtsakten der Kommission, die bisher noch nicht vorliegen, beachten.)
- Ggf. Durchführen von Prüfungen an Stichproben von seinen, in Verkehr befindlichen oder auf dem Markt bereitgestellten Bauprodukten
- Ergreifen von erforderlichen Korrekturmaßnahmen, wenn er Grund zu der Annahme hat, dass sein in Verkehr gebrachtes Bauprodukt nicht der Leistungserklärung oder sonstigen Anforderungen der EU-BauPVO entspricht (z. B. bei Reklamationen oder bei der Feststellung von Abweichungen von der erklärten Leistung im Rahmen der regelmäßigen Überwachung).

Leistungserklärung

Wenn das Bauprodukt die Anforderungen der Produktnorm erfüllt, muss der Hersteller eine Leistungserklärung erstellen. Mit der Erstellung der Leistungserklärung übernimmt der Hersteller die Verantwortung der Konformität des Bauproduktes mit den in der Leistungserklärung erklärten Leistungen. Auf der Basis der Leistungserklärung ist der Hersteller berechtigt die CE-Kennzeichnung vorzunehmen. Die Leistungserklärungen sind vom Hersteller in Papierform oder elektronisch (E-Mail) an seinen Kunden zu schicken. Eine Bereitstellung auf der Homepage ist ebenfalls möglich. In diesem Fall muss auf der CE-Kennzeichnung der Link zu der Homepage angebracht werden.

Ausstellung der Dokumente / Technische Dokumentation

Als Grundlage zur Erstellung der Leistungserklärung und CE-Kennzeichnung fertigt der Hersteller eine Technische Dokumentation an. Darin beschreibt der Hersteller alle wichtigen Elemente in Zusammenhang mit dem vorgeschriebenen System zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit. Die Technische Dokumentation umfasst folgende Unterlagen:

- Zusammenstellung der Prüfnachweise und Zertifikate, zu den in der Leistungsbeschreibung angegebenen wesentlichen Merkmalen
- Beschreibung der werkseigenen Produktionskontrolle
- Einbau- und Montageanleitungen

Weitere Hinweise

Weitere Hinweise entnehmen Sie bitte der Schüco Homepage www.schueco.com oder auch einem umfangreichen Fragenkatalog auf der Homepage des Deutschen Instituts für Bautechnik oder auf der Homepage des ift Rosenheims.

Checkliste CE-Kennzeichnung

Acht Angaben sind nach Bauproduktenverordnung (Verordnung (EU) Nr. 305/2011) hinter der CE-Kennzeichnung von harmonisierten Bauprodukten anzubringen. Mit dieser Checkliste prüfen Sie, ob die Informationen vollständig sind. Dabei kann das Layout, insbesondere die Reihenfolge der Angaben, vom nachfolgenden Beispiel abweichen. [2]

Tabelle A2.2 Checkliste

	Beispiel		Erläuterungen
	CE		CE-Kennzeichnung, d. h. Buchstaben CE mit dem Schriftbild gemäß Anhang II der Verordnung (EG) Nr. 765/2008 (Marktüberwachungsverordnung)
1.	18		Die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem die CE-Kennzeichnung zuerst angebracht wurde
2.	Muster GmbH Musterstraße 13 12345 Musterdorf	**Musterlogo**	Name (oder Marke) und Anschrift des Herstellers oder ein Logo, welches eine eindeutige Identifikation ermöglicht
3.	Musterprodukt KD-1234		Eindeutiger Kenncode des Produkttyps (oft identisch mit der Produktbezeichnung)
4.	DoP_KD-1234_2018/01		Bezugsnummer der Leistungserklärung / DoP[1] (kann identisch mit Kenncode des Produkttyps sein und muss dann nicht doppelt aufgeführt werden)
5.	Wesentliches Merkmal 1: Klasse A Wesentliches Merkmal 2: 125 Nm Wesentliches Merkmal 5: E1 oder A - 125 Nm - E1		Leistungen des Produkts, die der Hersteller in seiner Leistungserklärung angegeben hat. oder ggf. in gekürzter Form
6.	EN 12345:2014/AC:2017		Angabe der harmonisierten Norm mit Fassung (z. B. EN…) oder Angabe des EAD
7.	NB 1234		Vierstellige Kennnummer(n) der notifizierten Stelle(n) / NB (nicht immer erforderlich)
8.	Musterprodukt für den Innen- und Außenbereich		Vorgesehener Verwendungszweck des Bauprodukts gemäß harmonisierter Norm oder EAD

DoP = Declaration of Performance (Leistungserklärung)
EN = Europäische Norm
EAD = European Assessment Document (Europäisches Bewertungsdokument)
NB = Notified body (notifizierte Stelle)

Urkunden

Übersicht

Garantie-Urkunde über Kunststoff-Fensterprofile in der Farbe weiß

Garantie-Urkunde über Kunststoff-Fensterprofile in der Farbe cremeweiß

Garantie-Urkunde über folienkaschierte Kunststoff-Fensterprofile

Garantie - Urkunde

Originalurkunde
über
- Kunststoff-Fensterprofile in der Farbe weiß -

Die Schüco Polymer Technologies KG (nachfolgend Schüco) garantiert ihren Kunden
für die Dauer von
10 Jahren für den Einsatz in der Ländergruppe 1* und 5 Jahren für Ländergruppe 2*

die Farbbeständigkeit und chemische Beständigkeit der von ihr gelieferten Profile unter folgender Maßgabe:

Farbbeständigkeit
Geprüft nach DIN EN 513 weisen die Oberflächen der Profile im üblichen Gebrauch gegenüber einem Neuprofil keine größeren Abweichungen als Stufe 3 des Graumaßstabes nach ISO 105-A03 auf und entsprechen damit den Anforderungen der RAL-GZ 716. Diese Garantie gilt für eine Sonneneinstrahlung von bis zu 1860 kWh/m² pro Jahr bis zu einer Höhe von 2000 m über NN, und einer Sonneneinstrahlung bis 1400 kWh/m² pro Jahr ab einer Höhe von 2000 m über NN.

Chemische Beständigkeit
Die Profile sind unempfindlich gegen Äthanol, Ammoniak 10%ig, Natriumchlorid 10%ig sowie Salzsäure 10%ig-35%ig, gegen haushaltsübliche, nicht scheuernde und nicht anlösende Reinigungsmittel.

* Es gilt die zum Zeitpunkt des jeweiligen Kaufvertrags gültige Fassung der Schüco-Ländergruppenbewertung. Diese können Sie direkt bei Schüco anfordern oder finden Sie unter:
http:\\www.schueco.com\ks-garantien

Garantiebedingungen
Diese Garantie gilt ausschließlich für bei Ablieferung nicht erkennbare Mängel. Die von Schüco festgelegten Herstell- und Verarbeitungsrichtlinien sind einzuhalten.

Die Garantie beginnt mit Ablieferung der Ware beim Kunden und endet automatisch mit Ablauf der Garantiezeit. Die Grantiefrist verlängert sich nicht und beginnt auch nicht von neuem zu laufen durch Reparatur oder Austausch von Teilen im Rahmen der Garantieleistungen.

Garantieansprüche sind unverzüglich - spätestens innerhalb von 7 Tagen - nach Bekanntwerden schriftlich unter Beifügung aller relevanten Unterlagen bei Schüco anzumelden.

Erkennt Schüco den Garantiefall nach Prüfung schriftlich an, wird Schüco nach eigener Wahl eine oder mehrere der folgenden möglichen Leistungen erbringen: Nachbesserung vor Ort, Neulieferung eines zumindest gleichwertigen Profils oder Kostenersatz bzw. -beteiligung.

Die Garantieleistungen sind auf einen Höchstbetrag von 50.000 € pro Garantiefall begrenzt. Weitergehende Ansprüche auf Grund dieser Garantie sind ausgeschlossen. Etwaige gesetzliche Ansprüche bleiben unberührt. Garantieansprüche sind nicht auf Dritte übertragbar.

Hinsichtlich anwendbarem Recht und Gerichtsstand gelten die Regelungen des zu Grunde liegenden Kaufvertrags entsprechend.

Weißenfels, 08.2018

ppa.
Markus Herbst
(Sprecher der Geschäftsleitung)

ppa.
Christian Fischer
(Bereichsleitung Technik und QM)

Schüco Polymer Technologies KG
Selauer Straße 155 ▪ D-06667 Weißenfels ▪ Deutschland

Guarantee – Certificate

Translation of the original certificate
for
– white PVC-U window profiles –

Schüco Polymer Technologies KG (referred to hereinafter as "Schüco") provides a guarantee for its customers for a period of
10 years for use in country group 1* and 5 years for country group 2*

the colour fastness and chemical resistance of the profiles it supplies subject to the following:

Colour-fastness
Tested in accordance with DIN EN 513, the surfaces of the profiles do not exhibit deviations any greater than level 3 of the grey scale in accordance with ISO 105-A03 under normal conditions of use in respect of a new profile, and therefore meet the requirements of RAL-GZ 716 in full. This guarantee applies in full for solar radiation of 1860 kWh/m^2 per year up to a height of 2000 m above sea level, and for solar radiation of up to 1400 kWh/m^2 per year above a height of 2000 m above sea level.

Chemical resistance
The profiles are resistant to ethanol, 10% ammonia, 10% sodium chloride and 10%-35% hydrochloric acid, domestic non-abrasive and non-etching cleaning agents.

* The Schüco country classification valid upon signing the specific sales contract applies. You can request this classification from Schüco. It is also available at
http:\\www.schueco.com\ks-garantien

Guarantee conditions
This guarantee only applies to defects that cannot be detected on delivery. The manufacturing and fabrication guidelines stipulated by Schüco have to be observed.

The guarantee commences upon delivery of the goods to the customer and ends automatically upon expiry of the guarantee period. If parts are repaired or replaced under the guarantee, the guarantee period is not thereby extended and will not re-commence.

Guarantee claims must be reported to Schüco in writing immediately - within 7 days at the latest - once they come to light and must include all the relevant documentation.

If, after performing an inspection, Schüco accepts the guarantee claim in writing, Schüco can decide to carry out one or more of the following services: rectification on site, provision of a new profile of at least the same value, or part or full reimbursement of costs.

The guarantee covers costs up to a maximum of €50,000 per instance. Any further claims based on this guarantee are excluded. Any legal claims remain unaffected. Guarantee claims cannot be transferred to third parties.

The corresponding provisions of the underlying sales contract apply to the applicable law and place of jurisdiction.

Weißenfels, 08.2018

Schüco Polymer Technologies KG
Selauer Straße 155 ▪ D-06667 Weißenfels ▪ Deutschland

Garantie - Urkunde

Originalurkunde
über
- Kunststoff-Fensterprofile in der Farbe cremeweiß -

Die Schüco Polymer Technologies KG (nachfolgend Schüco) garantiert ihren Kunden
für die Dauer von
10 Jahren für den Einsatz in den Niederlanden, Belgien, Luxemburg und Deutschland

die Farbbeständigkeit und chemische Beständigkeit der von ihr gelieferten Profile unter folgender Maßgabe:

Farbbeständigkeit
Geprüft nach DIN EN 513 weisen die Oberflächen der Profile im üblichen Gebrauch gegenüber einem Neuprofil keine größeren Abweichungen als Stufe 3 des Graumaßstabes nach ISO 105-A03 auf und entsprechen damit den Anforderungen der RAL-GZ 716. Diese Garantie gilt für eine Sonneneinstrahlung von bis zu 1400 kWh/m^2 pro Jahr bis zu einer Höhe von 2000 m über NN.

Chemische Beständigkeit
Die Profile sind unempfindlich gegen Äthanol, Ammoniak 10%ig, Natriumchlorid 10%ig sowie Salzsäure 10%ig-35%ig, gegen haushaltsübliche, nicht scheuernde und nicht anlösende Reinigungsmittel.

Garantiebedingungen
Diese Garantie gilt ausschließlich für bei Ablieferung nicht erkennbare Mängel. Die von Schüco festgelegten Herstell- und Verarbeitungsrichtlinien sind einzuhalten.

Die Garantie beginnt mit Ablieferung der Ware beim Kunden und endet automatisch mit Ablauf der Garantiezeit. Die Grantiefrist verlängert sich nicht und beginnt auch nicht von neuem zu laufen durch Reparatur oder Austausch von Teilen im Rahmen der Garantieleistungen.

Garantieansprüche sind unverzüglich - spätestens innerhalb von 7 Tagen - nach Bekanntwerden schriftlich unter Beifügung aller relevanten Unterlagen bei Schüco anzumelden.

Erkennt Schüco den Garantiefall nach Prüfung schriftlich an, wird Schüco nach eigener Wahl eine oder mehrere der folgenden möglichen Leistungen erbringen: Nachbesserung vor Ort, Neulieferung eines zumindest gleichwertigen Profils oder Kostenersatz bzw. -beteiligung.

Die Garantieleistungen sind auf einen Höchstbetrag von 50.000 € pro Garantiefall begrenzt. Weitergehende Ansprüche auf Grund dieser Garantie sind ausgeschlossen. Etwaige gesetzliche Ansprüche bleiben unberührt. Garantieansprüche sind nicht auf Dritte übertragbar.

Hinsichtlich anwendbarem Recht und Gerichtsstand gelten die Regelungen des zu Grunde liegenden Kaufvertrags entsprechend.

Weißenfels, 08.2018

ppa.
Markus Herbst
(Sprecher der Geschäftsleitung)

ppa.
Christian Fischer
(Bereichsleitung Technik und QM)

Schüco Polymer Technologies KG
Selauer Straße 155 ▪ D-06667 Weißenfels ▪ Deutschland

Guarantee – Certificate

Translation of the original certificate
for
– cream-white PVC-U window profiles –

Schüco Polymer Technologies KG (referred to hereinafter as "Schüco") provides a guarantee for its customers for a period of
10 years for use in the Netherlands, Belgium, Luxembourg and Germany

the colour fastness and chemical resistance of the profiles it supplies subject to the following:

Colour-fastness
Tested in accordance with DIN EN 513, the surfaces of the profiles do not exhibit deviations any greater than level 3 of the grey scale in accordance with ISO 105-A03 under normal conditions of use in respect of a new profile, and therefore meet the requirements of RAL-GZ 716 in full. This guarantee applies in full for solar radiation of 1400 kWh/m^2 per year above a height of 2000 m above sea level.

Chemical resistance
The profiles are resistant to ethanol, 10% ammonia, 10% sodium chloride and 10%-35% hydrochloric acid, domestic non-abrasive and non-etching cleaning agents.

Guarantee conditions
This guarantee only applies to defects that cannot be detected on delivery. The manufacturing and fabrication guidelines stipulated by Schüco have to be observed.

The guarantee commences upon delivery of the goods to the customer and ends automatically upon expiry of the guarantee period. If parts are repaired or replaced under the guarantee, the guarantee period is not thereby extended and will not re-commence.

Guarantee claims must be reported to Schüco in writing immediately - within 7 days at the latest - once they come to light and must include all the relevant documentation.

If, after performing an inspection, Schüco accepts the guarantee claim in writing, Schüco can decide to carry out one or more of the following services: rectification on site, provision of a new profile of at least the same value, or part or full reimbursement of costs.

The guarantee covers costs up to a maximum of €50,000 per instance. Any further claims based on this guarantee are excluded. Any legal claims remain unaffected. Guarantee claims cannot be transferred to third parties.

The corresponding provisions of the underlying sales contract apply to the applicable law and place of jurisdiction.

Weißenfels, 08.2018

Schüco Polymer Technologies KG
Selauer Straße 155 ▪ D-06667 Weißenfels ▪ Deutschland

Garantie - Urkunde

Originalurkunde
über
- folienkaschierte Kunststoff-Fensterprofile -

Die Schüco Polymer Technologies KG (nachfolgend Schüco) garantiert ihren Kunden
für die Dauer von
5 Jahren für den Einsatz in der Ländergruppe 1* und 2 Jahren für Ländergruppe 2*

die Farbbeständigkeit und chemische Beständigkeit der von ihr gelieferten Profile unter folgender Maßgabe:

Farbbeständigkeit
Geprüft nach DIN EN 513 weisen die Oberflächen der Profile im üblichen Gebrauch gegenüber einem Neuprofil keine größeren Abweichungen als Stufe 3 des Graumaßstabes nach ISO 105-A03 auf und entsprechen damit den Anforderungen der RAL-GZ 716.

Chemische Beständigkeit
Die folienkaschierten Profile sind unempfindlich gegen aliphatische Benzine, wie bspw. Waschbenzin, sowie gegen haushaltsübliche, nicht scheuernde und nicht anlösende Reinigungsmittel.

* Es gilt die zum Zeitpunkt des jeweiligen Kaufvertrags gültige Fassung der Schüco-Ländergruppenbewertung. Diese können Sie direkt bei Schüco anfordern oder finden Sie unter:
http:\\www.schueco.com\ks-garantien

Garantiebedingungen
Diese Garantie gilt ausschließlich für bei Ablieferung nicht erkennbare Mängel. Die von Schüco festgelegten Herstell- und Verarbeitungsrichtlinien sind einzuhalten.

Die Garantie beginnt mit Ablieferung der Ware beim Kunden und endet automatisch mit Ablauf der Garantiezeit. Die Grantiefrist verlängert sich nicht und beginnt auch nicht von neuem zu laufen durch Reparatur oder Austausch von Teilen im Rahmen der Garantieleistungen.

Garantieansprüche sind unverzüglich - spätestens innerhalb von 7 Tagen - nach Bekanntwerden schriftlich unter Beifügung aller relevanten Unterlagen bei Schüco anzumelden.

Erkennt Schüco den Garantiefall nach Prüfung schriftlich an, wird Schüco nach eigener Wahl eine oder mehrere der folgenden möglichen Leistungen erbringen: Nachbesserung vor Ort, Neulieferung eines zumindest gleichwertigen Profils oder Kostenersatz bzw. -beteiligung.

Die Garantieleistungen sind auf einen Höchstbetrag von 50.000 € pro Garantiefall begrenzt. Weitergehende Ansprüche auf Grund dieser Garantie sind ausgeschlossen. Etwaige gesetzliche Ansprüche bleiben unberührt. Garantieansprüche sind nicht auf Dritte übertragbar.

Hinsichtlich anwendbarem Recht und Gerichtsstand gelten die Regelungen des zu Grunde liegenden Kaufvertrags entsprechend.

Weißenfels, 08.2018

ppa.
Markus Herbst
(Sprecher der Geschäftsleitung)

ppa.
Christian Fischer
(Bereichsleitung Technik und QM)

Schüco Polymer Technologies KG
Selauer Straße 155 ▪ D-06667 Weißenfels ▪ Deutschland

Guarantee – Certificate

Translation of the original certificate
for
– foiled PVC-U window profiles –

Schüco Polymer Technologies KG (referred to hereinafter as "Schüco") provides a guarantee for its customers for a period of
5 years for use in country group 1* and 2 years for country group 2*

the colour fastness and chemical resistance of the profiles it supplies subject to the following:

Colour-fastness
Tested in accordance with DIN EN 513, the surfaces of the profiles do not exhibit deviations any greater than level 3 of the grey scale in accordance with ISO 105-A03 under normal conditions of use in respect of a new profile, and therefore meet the requirements of RAL-GZ 716 in full.

Chemical resistance
The foiled profiles are resistant to aliphatic benzine, such as benzine used for cleaning, and domestic non-abrasive and non-etching cleaning agents.

* The Schüco country classification valid upon signing the specific sales contract applies. You can request this classification from Schüco. It is also available at
http:\\www.schueco.com\ks-garantien

Guarantee conditions
This guarantee only applies to defects that cannot be detected on delivery. The manufacturing and fabrication guidelines stipulated by Schüco have to be observed.

The guarantee commences upon delivery of the goods to the customer and ends automatically upon expiry of the guarantee period. If parts are repaired or replaced under the guarantee, the guarantee period is not thereby extended and will not re-commence.

Guarantee claims must be reported to Schüco in writing immediately - within 7 days at the latest - once they come to light and must include all the relevant documentation.

If, after performing an inspection, Schüco accepts the guarantee claim in writing, Schüco can decide to carry out one or more of the following services: rectification on site, provision of a new profile of at least the same value, or part or full reimbursement of costs.

The guarantee covers costs up to a maximum of €50,000 per instance. Any further claims based on this guarantee are excluded. Any legal claims remain unaffected. Guarantee claims cannot be transferred to third parties.

The corresponding provisions of the underlying sales contract apply to the applicable law and place of jurisdiction.

Weißenfels, 08.2018

Schüco Polymer Technologies KG
Selauer Straße 155 ▪ D-06667 Weißenfels ▪ Deutschland

Normen

Normen und Richtlinien

Die Profil- und Beschlagsysteme in diesem Katalog gehen konform mit allen EU-weit vereinheitlichten Normen, Regeln und technischen Zulassungen, insbesondere der DIN EN ISO 9001 und der EU-BauPVO. Die erzielten Prüfergebnisse sind in vielen Fällen besser als die von den Qualitätssicherungsstellen vorgegebenen Werte.

Beachten Sie alle geltenden nationalen und internationalen Installations-, Unfallverhütungs- und Sicherheitsvorschriften.

Beachten Sie ebenfalls die geltenden Gesetze, Normen, Richtlinien, Vorschriften sowie Vorschriften zu Umweltschutz, Bestimmungen der Berufsgenossenschaften und Vorschriften der örtlichen Versorgungsunternehmen.

Anwendungsbereiche, die in dieser Dokumentation nicht erfasst werden, erfordern der Rücksprache mit der Schüco Polymer Technologies KG. Für eine ausführliche Beratung wenden Sie sich an die Schüco Polymer Technologies KG.

Die Planungs- und Montagehinweise sind unmittelbar mit dem jeweiligen Produkt von Schüco verbunden. Es wird auszugsweise auf allgemein gültige Normen oder Vorschriften verwiesen. Beachten Sie jeweils den gültigen Stand der Richtlinien, Vorschriften und Normen und deren nationalen Anhang.

Weitergehende Normen, Vorschriften und Richtlinien bezüglich der Planung, der Produktion, der Installation und des Betriebs von Schüco Elementen sind ebenfalls zu berücksichtigen und nicht Bestandteil dieser Dokumentation.

Um einen einheitlichen Qualitätsstandard aller Anbieter im Fenster- und Türenbau zu gewährleisten und festzulegen, sind folgende DIN-Normen als Grundlage verbindlich:

DIN 4102	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
DIN 4103	Nichttragende innere Trennwände
DIN 4108	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden
DIN 4109	Schallschutz im Hochbau
DIN 1946-6	Raumlufttechnik - Teil 6: Lüftung von Wohnungen - Allgemeine Anforderungen, Anforderungen an die Auslegung, Ausführung, Inbetriebnahme und Übergabe sowie Instandhaltung
DIN 17611	Anodisch oxidierte Erzeugnisse aus Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen
DIN 18008	Glas im Bauwesen - Bemessung und Konstruktionsregeln
DIN 18055	Kriterien für die Anwendung von Fenstern und Außentüren
DIN 18073	Rollläden, Markisen und sonstige Abschlüsse im Bauwesen – Begriffe und Kriterien zur Anwendung
DIN 18095	Türen; Rauchschutztüren
DIN 18104	Einbruchhemmende Nachrüstprodukte
DIN 18202	Toleranzen im Hochbau
DIN 18263	Schlösser und Baubeschläge, Türschließmittel mit kontrolliertem Schließablauf
DIN 18273	Baubeschläge - Türdrückergarnituren für Feuerschutztüren und Rauchschutztüren
DIN 18351	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
DIN 18357	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
DIN 18358	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
DIN 18360	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
DIN 18361	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
DIN 18516	Außenwandbekleidungen, hinterlüftet
DIN 18545	Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen
DIN EN 356	Glas im Bauwesen - Sicherheitssonderverglasung Glas

DIN EN 573	Aluminium und Aluminiumlegierungen – Chemische Zusammensetzung und Form von Halbzeug
DIN EN 755	Aluminium und Aluminiumlegierungen – Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile
DIN EN 1063	Glas im Bauwesen - Sicherheitssonderverglasung Glas
DIN EN 1154	Schlösser und Baubeschläge, Türschließmittel mit kontrolliertem Schließablauf
DIN EN 1155	Schlösser und Baubeschläge - Elektrisch betriebene Feststellvorrichtungen für Drehflügeltüren
DIN EN 1522	Fenster, Türen, Abschlüsse - Durchschußhemmung
DIN EN 1523	Fenster, Türen, Abschlüsse - Durchschußhemmung
DIN EN 1627	Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse - Einbruchhemmung
DIN EN 1628	Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse - Einbruchhemmung
DIN EN 1629	Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse - Einbruchhemmung
DIN EN 1630	Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse - Einbruchhemmung
DIN EN 1990	Grundlagen der Tragwerksplanung
DIN EN 1991	Einwirkungen auf Tragwerke
DIN EN 1993	Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
DIN EN 1999	Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken
DIN EN 12020	Aluminium und Aluminiumlegierungen – Stranggepresste Präzisionsprofile aus Legierungen EN AW-6060 und EN AW-6063
DIN EN 12207	Fenster und Türen - Luftdurchlässigkeit
DIN EN 12208	Fenster und Türen - Schlagregendichtheit
DIN EN 12210	Fenster und Türen - Widerstandsfähigkeit bei Windlast
DIN EN 13123	Fenster, Türen und Abschlüsse – Sprengwirkungshemmung – Anforderungen und Klassifizierung
DIN EN 13541	Glas im Bauwesen - Sicherheitssonderverglasung Glas
DIN EN 13830	Vorhangfassaden - Produktnorm
DIN EN 14024	Metallprofile mit thermischer Trennung - Mechanisches Leistungsverhalten - Anforderungen, Nachweis und Prüfung für die Beurteilung
DIN EN 14351	Fenster und Türen - Produktnorm, Leistungseigenschaften
DIN EN ISO 10077	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten
ETB-Richtlinie	Bauteile die gegen Absturz sichern; Ausg. 1985-07

Werkstoff PVC – Umwelt und Nachhaltigkeit

Der Werkstoff PVC – Technische Informationen

Aus der Vielzahl der heute am Markt bekannten Kunststoffe, die sich in ihren Eigenschaften sehr stark unterscheiden, hat sich als Fensterrahmen-Werkstoff eindeutig das Polyvinylchlorid (PVC) durchgesetzt. PVC ist im Wesentlichen eine chemische Verbindung aus Ethylen (43 %) und Chlor (57 %). Ausgangsstoffe für die PVC-Produktion sind Steinsalz (NaCl) als Chorlieferant und Erdöl bzw. Erdgas, woraus über Naphtha das Ethylen gewonnen wird.

Dass der amorphe Massenkunststoff PVC – seit 2017 in der EU mehrheitlich mit dem modernen, stromsparenden Membranverfahren hergestellt – bei einer Betrachtung der Ökobilanzierung gegenüber anderen Werkstoffen deutlich besser abschneidet, verdankt es in erster Linie dem hohen Anteil von Salz als Ausgangsstoff. Salz steht in den Weltmeeren nahezu unbegrenzt zur Verfügung. Der Werkstoff selbst wird unterschieden in PVC-hart (PVC-U, U = unplasticized) und PVC-weich (PVC-P, P = plasticized). Die Unterschiede liegen dabei in den Anforderungen bzw. den Eigenschaften des Endproduktes. PVC-U ist weichmacherfrei und dient – entsprechend modifiziert – als hochschlagzäher Werkstoff zur Fertigung von u. a. Rohren, Platten und eben auch (Fenster-) Profilen.

Weichmacherhaltiges und dadurch geschmeidiges, flexibles PVC-P hingegen findet Anwendung bei der Produktion von Fußbodenbelägen, Schuhsohlen, Kabelummantelungen usw.

Bei der Extrusion von PVC-Profilen für die Fensterfertigung wird PVC als Pulver oder Granulat eingesetzt. Das fertige PVC-Pulver (Dryblend) ist chemisch stabil, gesundheitlich unbedenklich und kann gefahrlos gehandhabt werden. Der Aufbau der PVC-Moleküle ist kettenförmig (polymer), der Schmelzpunkt liegt bei > 180 °C. Aufgrund spezieller, moderner thermischer Stabilisierung kann der thermischen PVC-Zersetzung mit Abspaltung von Chlorwasserstoff-Molekülen vorgebeugt werden und eine für den Prozess der Produktherstellung optimale, gewünschte Verarbeitungstemperatur zwischen 160 °C und 200 °C eingestellt werden. Ähnlich wie bei einer Metalllegierung müssen dazu u. a. auch beim PVC einige Zusatzstoffe wie z. B. Calcium-Zink beigefügt werden, um die Erzeugnisse (Profile) resistent zu machen. Um die gewünschten Eigenschaften (z. B. Farbe, Resistenz gegen Umgebungs- und Witterungseinflüsse, UV-Beständigkeit usw.) von Kunststoff-Fensterprofilen zu erreichen, werden dem PVC-Pulver weitere verschiedene Zusatzstoffe (wie z. B. Kreide, Farbpigmente, Stabilisatoren usw.) beigemengt („Compoundierung“).

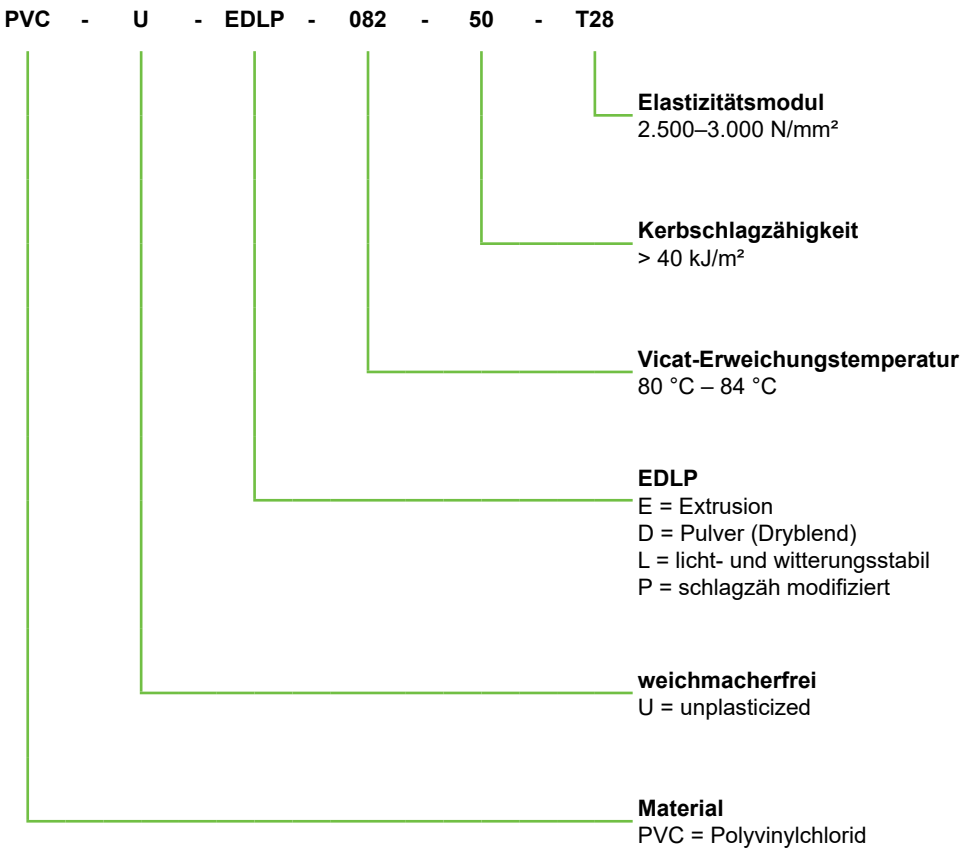
Durch das Gesamtsystem der Formulierung aus Stabilisator, Modifier, Farben und weiteren Zusatzadditiven wird so das PVC-Endprodukt, die Kunststoff-Fensterprofile vor Veränderungen durch Wärme, UV-Licht oder Sauerstoff geschützt, die Alterungsprozesse werden verlangsamt und die Lebensdauer erhöht.

So gelangt man zu den eigentlichen PVC-Formmassen (Dryblend oder Granulat) für die Extrusion von Fensterprofilen.

Eigenschaften, die PVC als Werkstoff für Fenster besonders auszeichnen:

- langlebig und witterungsbeständig
- schlagzäh, auch bei Kälte
- gute Oberflächenqualität und Kratzfestigkeit
- temperatur- und formbeständig
- sehr gute Recyclingfähigkeit
- geringe Wärmeleitfähigkeit, d. h. gute Wärmedämmung
- gute Schweißbarkeit, hohe Eckfestigkeit
- hohe Chemikalienbeständigkeit
- sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis
- geringer Wartungsaufwand
- nahezu keine Wasseraufnahme, < 0,1 %

Nach DIN EN ISO 1163-1 setzt Schüco folgende PVC-Formmasse als Werkstoff für Kunststoff-Profile ein:



Diese Formmasse entspricht den Anforderungen aus der Gütesicherung für Kunststoff-Fensterprofile, die in den Vorschriften der RAL GZ 716/1 festgelegt sind. Die Mindestanforderungen der RAL GZ 716/1 werden von Schüco in den Prüfungen deutlich übertroffen und garantieren damit den hohen Qualitätsstandard unserer Fenster. Die Einhaltung dieses Qualitätsniveaus wird ständig geprüft und überwacht.

Die eingesetzte Rezeptur ist barium-, cadmium- und bleifrei. Sämtliche Schüco Profile aus der laufenden Produktion werden aus einer Calcium-Zink-Mischung gefertigt. Diese „ökologisch wertvollen“ Profile erfüllen uneingeschränkt alle bisherigen Qualitätsstandards.

Durch diese Technologie erfüllt Schüco schon heute die Maßgaben der freiwilligen Selbstverpflichtung „Vinyl 2010“ der PVC-Branche.

Tabelle A5.1 Physikalische Eigenschaften der mit Calcium/Zink stabilisierten PVC-Profile

Eigenschaft	Wert	Maßeinheit	Testmethode/Norm
Vicat-Erweichungstemperatur VST/B50	78–82 (rezepturabhängig)	°C	DIN EN ISO 306
CHARPY-Kerbschlagzähigkeit	≥ 40	kJ/m²	DIN EN ISO 179-1
E-Modul (Zug)	≥ 2.200	N/mm	DIN EN ISO 179
E-Modul (Biegung)	≥ 2.200	N/mm	DIN EN ISO 178
Dichte	1,41–1,45 (rezepturabhängig)	g/cm³	DIN EN ISO 845 DIN EN ISO 62 DIN 53495
Längenausdehnungskoeffizient von –30 °C bis +50 °C	$7{,}0 \cdot 10^{-5}$	K^{-1}	DIN 53752
Wärmeleitfähigkeit λ	0,16	W/(m·K)	IN 52612

Der Werkstoff PVC – Ideales Fensterrahmenmaterial mit besten Ökobilanzen

In der Vergangenheit wurden die Diskussionen zum Thema „PVC“ öffentlich über die Medienlandschaft publiziert. Von verschiedenen Gruppierungen wurde eine teilweise unsachliche, kritische Diskussion über diesen – in sehr großer Bandbreite anwendbaren – Werkstoff geführt.

Die einzelnen Streitpunkte bezogen sich dabei in erster Linie auf die gesundheitlichen Auswirkungen des Werkstoffes, vorwiegend für den Nutzer der Fenster. An dieser Stelle sei nochmals erwähnt, dass PVC-U nach dem Stand der Forschungen ein umweltneutraler, wohnfreundlicher Werkstoff ist, der im täglichen Leben gesundheitlich unbedenklich ist.

Eine Ausdampfung von Vinylchlorid (siehe auch „Emissionsfreie Fenster“ auf Seite A5-21) ist bei PVC-U wissenschaftlich nicht nachweisbar. Die Stabilisatoren des PVC sind Festsubstanzen, also fest im Werkstoff gebunden, die nicht durch Weiterverarbeitung, alltägliche Witterungseinflüsse oder durch Haushaltschemikalien herausgelöst werden können. Reines Vinylchlorid ist in PVC praktisch nicht vorhanden.

Selbst im Brandfall reagiert PVC nicht gesundheitsschädlicher als z. B. Holz, das u. U. mit Flammschutzmitteln behandelt oder mit Lack als Oberflächenschutz gestrichen wurde. Generell treten beim Brand jeglicher Stoffe giftige Bestandteile auf. Gerade bei behandeltem Holz entstehen gesundheitsschädliche Dioxine. Die beim Brand von PVC entstehenden Dioxine spielen hinsichtlich ihrer Gesundheitsgefährdung eine unbedeutende Rolle, da sie in sehr geringen Mengen auftreten und sich an Ruß anlagern. Neben der großen Hitzeentwicklung bei Hausbränden geht bei 90 % aller Brände die Hauptgefahr von Kohlenmonoxid aus.

Alternativen?

In der Praxis erweisen sich die von den PVC-Kritikern empfohlenen Alternativen als weitgehend unbrauchbar, da sie in den meisten Fällen in ihren ökologischen und ökonomischen Eigenschaften schlechter abschneiden. Die Untersuchungen der Ökoaspekte im Vergleich beziehen sich dabei in erster Linie auf folgende Punkte:

- Herstellungsenergie der Materialien
- Wärmedämm-Eigenschaften
- Ressourcenschonung
- Wartungsaufwand
- Gebrauchsdauer
- Recyclingfähigkeit

Grundsätzlich wird für die Herstellung von PVC wesentlich weniger Energie benötigt als z. B. für Kunststoffe wie ABS, PU oder PP. Der effektive Energiebedarf für die Herstellung von PVC ist ca. 2,5-mal geringer als bei vergleichbaren Produkten aus Stahl. Bei der Produktion von PVC wurde durch Verfahrensoptimierungen der notwendige Energieeinsatz deutlich verringert.

Was spricht noch für PVC?

Wiederverwertung, denn für keinen anderen Fensterwerkstoff besteht ein so umfassendes und werkstoffbezogenes Recyclingkonzept. Fensterprofile aus PVC können werkstofflich wiederverwendet werden.

Dank des kritischen Dialogs mit der Öffentlichkeit ist PVC heute einer der am besten erforschten Werkstoffe überhaupt. So werden über den gesamten Lebenszyklus eines Kunststoff-Fensters hinweg Ökobilanzen (siehe auch „Umweltproduktdeklaration“ auf Seite A5-11) erstellt, die seiner Umweltverträglichkeit für Luft, Wasser und Boden beste Zeugnisse ausstellen.

Ein PVC-Fenster mit einem hohen Anteil an recyceltem PVC ist das Fenster mit der besten Ökobilanz.

Material- oder Anwendungsverbote sind heute für den Werkstoff PVC sachlich nicht zu begründen. PVC ist der Werkstoff – gerade für das Fenster, der nicht nur wirtschaftlich höchstes Potenzial hat, sondern auch den ökologischen Anforderungen durch geringen Energieeinsatz, Energieeinsparung während der Nutzungsdauer sowie die hervorragende Recyclingfähigkeit gerecht wird, die letzten Endes alle, in der Schonung von Rohstoff- bzw. Energieressourcen münden.

Nachhaltigkeit

Nachhaltige Entwicklung heißt, Umweltgesichtspunkte gleichberechtigt mit sozialen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu berücksichtigen, damit nachfolgenden Generationen ein intaktes ökologisches, soziales und ökonomisches Gefüge hinterlassen werden kann.

Zielsetzung von Nachhaltigkeit?

Durch die Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt – Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung“ des Deutschen Bundestages wurde für Deutschland das Leitbild einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung herausgearbeitet. Dieses Leitbild basiert insbesondere auf dem Abschlussbericht „Our Common Future“ der Brundtland-Kommission der Vereinten Nationen aus dem Jahr 1987 und der Konferenz der Vereinten Nationen in Rio de Janeiro im Jahre 1992. Dort haben 178 Staaten auf den dringenden Handlungsbedarf zur Erhaltung der Lebensgrundlagen hingewiesen und sich dazu bekannt, das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung („Sustainable Development“) auszufüllen und deshalb weitere Maßnahmen in der Umwelt-, Entwicklungs-, Sozial- und Wirtschaftspolitik gefordert. Auf Basis dieser Ziele wurde das Handlungsprinzip zum „Leitbild Nachhaltigkeit“ formuliert, bei dem durch eine nachhaltige Entwicklung die Bedürfnisse der jetzigen Generation erfüllt werden sollen, ohne dabei die Möglichkeit späterer Generationen einzuschränken, ihre Bedürfnisse ebenfalls befriedigen zu können.

Aus diesem Handlungsprinzip ergeben sich vielfältige Anforderungen, die in folgende drei Kategorien gegliedert sind:

- Ökologische Dimension der Nachhaltigkeit
- Ökonomische Dimension der Nachhaltigkeit
- Soziale und kulturelle Dimension der Nachhaltigkeit

Was heißt Nachhaltigkeit im Baubereich?

Für den Baubereich lassen sich aus diesen Dimensionen verschiedene Schutzziele ableiten. Dabei wird im Rahmen einer Lebenszyklusbetrachtung die Optimierung sämtlicher Einflussfaktoren über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes – also von der Rohstoffgewinnung über die Errichtung bis zum Rückbau – angestrebt.

Der deutsche Begriff der „Nachhaltigkeit“ geht historisch auf die Forstwirtschaft zurück. Es heißt dort u. a.: „Wer einen Wald hegt, muss darauf achten, nicht mehr Holz zu schlagen als nachwächst. Nachhaltigkeit bedeutet also, vom Ertrag zu leben, ohne die Substanz anzutasten.“

Ziel ist es also, ein Gleichgewicht zwischen Nutzung und Regeneration der vorhandenen Ressourcen zu erreichen.

„Nachhaltigkeit ist die Konzeption einer dauerhaft zukunftsfähigen Entwicklung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Dimension menschlicher Existenz. Diese drei Säulen der Nachhaltigkeit stehen miteinander in Wechselwirkung und bedürfen langfristig einer ausgewogenen Koordination.“ [3]

Die Lebenszyklusbetrachtung

Gebäude werden üblicherweise über sehr lange Zeiträume genutzt. Daher kann erst die Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus „von der Wiege bis zur Bahre“ Aufschluss über die tatsächliche Qualität eines Gebäudes geben. Alle Lebensphasen eines Bauwerks müssen im Hinblick auf die unterschiedlichen Aspekte der Nachhaltigkeit analysiert und in ihrem Zusammenwirken optimiert werden. Das Ziel ist das Erreichen einer hohen Gebäudequalität mit möglichst geringen Auswirkungen auf die Umwelt. Die Beurteilungs- bzw. Bewertungsmaßstäbe für die, aus den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit abgeleiteten Schutzziele, müssen sich also stets an diesen Zeiträumen orientieren.

Hinsichtlich der Baustoff- bzw. Bauproduktebene gliedert sich die Lebenszyklusbetrachtung eines Gebäudes in folgende Einzelphasen:

- Rohstoffgewinnung
- Produktherstellung
- Errichtung
- Nutzung
- Instandhaltung
- Modernisierung
- Rückbau
- Recycling

Die Einschätzung der Lebens- bzw. Nutzungsdauer eines Gebäudes, der Bauteile und der Bauteilschichten ist bei der Bewertung der Nachhaltigkeit von besonderer Bedeutung.

Drei Dimensionen des Nachhaltigen Bauens [4]

1 Ökonomische Dimension
Bei der ökonomischen Dimension der Nachhaltigkeit werden über die Anschaffungs- bzw. Errichtungskosten hinausgehend, insbesondere auch die Baufolgekosten betrachtet, die über die gesamte Nutzungs- bzw. Lebensdauer anfallen. Wie Praxisbeispiele zeigen, können die Baufolgekosten die Errichtungskosten um ein Mehrfaches überschreiten. Durch die umfangreiche Lebenszyklus-Kostenanalyse lassen sich zum Teil erhebliche Einsparpotenziale identifizieren.

Folgende Lebenszykluskosten (Life-Cycle-Costs LCC) werden betrachtet:

a Errichtungskosten
Grundstück (mit Erschließungskosten), Planungskosten, Gebäude (mit Baustellenbetriebskosten), Bauüberwachungs- und Dokumentationskosten, Maklerkosten, Notarkosten, Versicherungskosten während der Bauzeit usw.

b Nutzungskosten

- Medienverbrauch: Heizwärme, Warmwasser, Beleuchtung (Strom), Wasser, Abwassergebäude- und bauteilspezifische Aufwendungen (Reinigung, Wartung und Instandhaltung, Modernisierung)
- Rückbaukosten: Abriss, Abtransport, Wiederverwendung bzw. Verwertung, Entsorgung

2 Ökologische Betrachtung

Bei der ökologischen Dimension der Nachhaltigkeit wird eine Ressourcenschonung durch einen optimierten Einsatz von Baumaterialien/Bauprodukten und einer Minimierung des Medienverbrauchs (z. B. Heizen, Strom, Wasser und Abwasser) angestrebt. Damit ist in der Regel gleichzeitig eine Minimierung der Umweltbelastungen (z. B. Treibhauspotenzial bezüglich der Klimaveränderung, Versauerungspotenzial bezüglich des sauren Regens usw.) verbunden.

Da jedes Errichten und jedes Betreiben eines Gebäudes die Umwelt belastet, stellt sich die Frage, wie Gebäudevarianten in ökologischer Hinsicht objektiv bewertet und optimiert werden können.

Hierzu sind zunächst die Indikatoren festzulegen, die die unterschiedlichen Umweltauswirkungen beschreiben. Nach dem derzeitigen Stand der Diskussion werden national und international folgende globale, quantifizierbare Indikatoren für die ökologische Gebäudebewertung identifiziert:

- Flächeninanspruchnahme
- Primärenergieaufwand (erneuerbar / nicht erneuerbar)
- Treibhauspotenzial (GWP), im Hinblick auf die „Erderwärmung“
- Ozonzerstörungspotenzial (ODP), im Hinblick auf das „Ozonloch“
- Versauerungspotenzial (AP), im Hinblick auf den „Sauren Regen“
- Überdüngungspotenzial (EP), im Hinblick auf Gewässer bzw. Grundwasser
- Ozonbildungspotenzial (POCP), im Hinblick auf den „Sommersmog“

3 Soziale und kulturelle Dimension

Bei der sozialen und kulturellen Dimension der Nachhaltigkeit sind neben den Fragen der Ästhetik und Gestaltung, insbesondere die Aspekte des Gesundheitsschutzes und der Behaglichkeit von Bedeutung. Winterlicher wie sommerlicher Wärmeschutz tragen ebenso zur Behaglichkeit bei, wie beispielsweise der Schallschutz. Durch eine gezielte Baustoffauswahl (z. B. emissionsarmer Produkte) lassen sich mögliche gesundheitliche Beeinträchtigungen auch bei sensiblen Personen, wie Kindern oder älteren Menschen, vermeiden.

Durch eine Optimierung des Gebäudeentwurfs, der Materialauswahl, der Baukonstruktion und der Anlagentechnik lassen sich diese Aspekte bereits in der Planungsphase erreichen. Gleichzeitig ist der Gebäudeentwurf so flexibel zu gestalten, dass er leicht, an die sich ändernden Randbedingungen des Nutzers anpassbar ist.

Innerhalb der sozialen und kulturellen Dimension der Nachhaltigkeit werden Schutzziele zu folgenden Bereichen definiert:

a Gestaltung, Ästhetik

Die architektonischen und städtebaulichen Qualitäten (Gestaltung, Raumgeometrie, Materialität, Farbgebung usw.) sowie Fragen der Identität und Akzeptanz sind nicht quantifizierbar, sondern lediglich qualitativ beschreibbar. Nutzerzufriedenheit und gesellschaftliche Akzeptanz wirken im Sinne der Nachhaltigkeit und führen zu einer besonderen Wertschätzung und Wertbeständigkeit des Gebäudes.

b Barrierefreiheit
Die Barrierefreiheit hat direkten Einfluss auf die Nutzbarkeit von Gebäuden für Personengruppen mit eingeschränkter Bewegungsfähigkeit. Indirekt erhöht sie für diese Nutzer die Behaglichkeit und reduziert die Gesundheitsgefährdung hinsichtlich der Sturzgefahr. Unter Berücksichtigung des demographischen Wandels erhöht ein barrierefreies Gebäude die flexible Anpassbarkeit an unterschiedliche Nutzeransprüche, wodurch sich entsprechende Umbaumaßnahmen in der Zukunft erübrigen können. Dies hat wiederum Einfluss auf die Lebenszyklusbewertung.

c Gesundheit und Behaglichkeit
Hierzu zählen:

- die thermische Behaglichkeit (Raumtemperatur, Raumluftfeuchte)
- die hygienische Behaglichkeit (Raumluftqualität, Luftbewegung)
- die akustische Behaglichkeit (Bauakustik, Lärmimmissionen)
- die optische und visuelle Behaglichkeit (Beleuchtung)

Gefährdungen der Gesundheit durch Problemstoffe oder durch Einwirkungen aus der Umwelt oder aus dem Gebäude (z. B. Lärm, Zugluft, unzureichende Beleuchtung) müssen zuverlässig ausgeschlossen werden. Die Anforderungen zur Sicherung der Gesundheit und Behaglichkeit werden im Anhang 4 des Leitfadens „Nachhaltiges Bauen – Hinweise für Baumaßnahmen im Gebäudebestand“ (Herausgeber: Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat) dargestellt. Ansonsten sind Anforderungen an die Gesundheitsverträglichkeit von Bauprodukten über das Bauproduktengesetz in die Bauordnungen der Länder aufgenommen worden.

Warum wird Nachhaltigkeit im Fensterbau an Bedeutung gewinnen?

Aktuell überbieten sich viele Unternehmen – insbesondere die Global Players – mit wohlwollenden Aussagen über die Nachhaltigkeit ihrer Produkte, Unternehmensführung oder gar Firmenbauten. Nicht nur McDonalds wirbt mit Kaffee aus „nachhaltigem“ Anbau. Egal ob die BMW Group mit ihrer x-ten Auszeichnung zum nachhaltigsten Automobilunternehmen weltweit oder ALDI mit einer nachhaltigen Sortimentsgestaltung, immer häufiger wird die Nachhaltigkeit als ein wichtiges Kriterium für die Zukunftsfähigkeit von Produkten und Unternehmen in den Vordergrund gestellt.

Auch am Bauen ist dieser Trend nicht vorbeigegangen (Greenbuilding, Naturhauskonzept, Gebäudezertifizierungen usw.). Beispielsweise hat Mercedes-Benz mit seinem ersten Pilotprojekt zum nachhaltigen Bau von Retail- und Servicegebäuden für den Vertrieb von Mercedes-Benz Fahrzeugen ebenfalls Zeichen gesetzt und diese Beispiele ließen sich beliebig fortsetzen. Selbst die Deutsche Bank hat bei der Sanierung ihrer Zentrale wie auch bei sonstigen, weltweiten Investitionen den Aspekt Nachhaltigkeit in den Vordergrund gestellt. Trotz Finanzkrise war das Thema Nachhaltigkeit auch in der Immobilienwirtschaft das Top-Thema.

Kein Investor kommt heute noch bei der Planung, dem Kauf oder der Veräußerung einer Immobilie an der Berücksichtigung bzw. dem Nachweis von Nachhaltigkeitsaspekten vorbei. Sichtbar wird dies in den immer weiter verbreiteten Gebäudezertifizierungen, deren bedeutendste Vertreter im folgenden Kapitel näher dargestellt werden. Für das Gewerk Fenster ist die Konsequenz daraus, dass Fenster – wie auch alle anderen an solchen Gebäuden zum Einsatz kommenden Bauteile – zwangsläufig die für die Gebäudezertifizierung notwendigen Umweltproduktdeklarationen (EPD, Enviromental Product Declaration; siehe auch „Umweltproduktdeklaration“ auf Seite A5-11) aufweisen müssen.

Damit ist klar, dass auch der Fensterbauer über die Anforderungen und vor allem über die Nachweisführung seiner Fensterprodukte für den Einsatz in zu zertifizierenden Gebäuden Bescheid wissen muss. Die Wahrscheinlichkeit hierfür steigt, je weiter die Ausbreitung der Gebäudenachhaltigkeitszertifikate für immer kleinere Gebäude zunimmt. Bei der Nachweisführung geht es derzeit für das Kunststoff-Fenster nicht um die Frage, wie gut eine solche EPD im Vergleich zu Wettbewerbsprodukten steht, sondern ob überhaupt eine EPD mit den notwendigen Daten zur Verfügung steht. Seit 6/2011 gibt es dafür erstmalig eine sogenannte „Durchschnitts-EPD“, mit der ein Fensterbauer arbeiten kann.

Des Weiteren hat im Zuge der neuen Bauproduktenverordnung (BauPVO) seit dem 1.7.2013 die neue Grundanforderung „Nachhaltigkeit“ einen deutlich höheren Stellenwert erlangt. EPDs zur Bewertung der nachhaltigen Nutzung der Ressourcen und zur Beurteilung der Auswirkungen von Bauwerken auf die Umwelt sollen dann – soweit verfügbar – herangezogen werden. [5]

Gebäudezertifizierungssysteme

Um dem Ziel einer nachhaltigen Bauwirtschaft näherzukommen, wurden verschiedene Bewertungssysteme für nachhaltiges Bauen entwickelt, die unter dem Dachverband des World-GBC (GBC-Green Building Council) gebündelt werden, und als gemeinnützige Organisation nachhaltiges Bauen international fördern. Die wichtigsten anerkannten Bewertungssysteme sind international LEED, BREEAM sowie die BNB- und DGNB-Systeme in Deutschland. Weltweit gibt es eine Vielzahl weiterer, nationaler Zertifizierungssysteme. Allen Systemen ist gemein, dass neben ökologischen Betrachtungen weitere Kriterien und Anforderungen definiert werden, die einen Einfluss auf die Umwelt und die Nachhaltigkeit der Gebäude haben. Auf Basis einer Bewertung wird dann ein Zertifikat für das Gebäude vergeben.

BNB – Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (www.nachhaltigesbauen.de)

Da die verfügbaren Bewertungssysteme nicht den Anspruch für eine objektive und stärker quantitative Bewertung erfüllt haben, hat das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) ein eigenes Verfahren für die Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden entwickelt. Hierbei werden ökologische, ökonomische, soziokulturelle und technische Qualitäten sowie der Standort und die Prozessqualität (Planung und Bauablauf) über den gesamten Lebenszyklus betrachtet. Insgesamt werden über 40 Kriterien bewertet, wobei die Analyse des Standortes nicht direkt in die Bewertung einfließt. Für die Bewertung der vier Qualitäten und der Prozessqualität wurden detaillierte Kriteriensteckbriefe erarbeitet, in denen Normen und Regeln zur quantitativen Bestimmung angegeben und Vorgaben zur Bewertung gemacht werden.

Das BNB-System ist ursprünglich für die Nachhaltigkeitszertifizierung von Büro- und Verwaltungsgebäuden entwickelt. Mittlerweile können aber auch Schulen oder Laborgebäude danach zertifiziert werden. Das System wurde durch BMVBS im Januar 2013 verpflichtend für öffentliche Gebäude des Bundes eingeführt. Je nach Erfüllungsgrad vergibt das BNB-System eine Auszeichnung/Medaille in „Bronze“, „Silber“ oder „Gold“.

DGNB – Deutsches Gütesiegel Nachhaltiges Bauen (www.dgnb.de)

Die Systeme BNB und DGNB der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen wurden auf einer gemeinsamen Grundlage entwickelt. Das DGNB-System hat jedoch noch weitere Kriterien in das Bewertungssystem aufgenommen, beispielsweise die Widerstandsfähigkeit gegen Hagel, Sturm und Hochwasser. Über einen festgelegten Gewichtungsschlüssel ergibt die Summe der bewerteten Kriterien eine Gesamtnote für das Gebäude. Je nach Erfüllungsgrad vergibt das DGNB-System eine Auszeichnung/Medaille in „Bronze“, „Silber“ oder „Gold“.

Nutzen Sie den DGNB-Navigator [6]. Der DGNB-Navigator soll dazu dienen, relevante Informationen zu Bauelementen für Planer und Architekten etc. zur Verfügung zu stellen.

BREEAM – BRE Environmental Assessment Method (www.breeam.org)

BREEAM wurde 1990 von BRE (Building Research Establishment Ltd.) entwickelt. Bewertet werden können bestehende Siedlungen, Schulen, Gerichte, Mehrfamilienhäuser, Krankenhäuser, Wohngebäude, Industriegebäude, Gefängnisse und Bürogebäude. BREEAM bewertet ausschließlich ökologische Kriterien wie Gesundheit, Energie- und Wasserverbrauch. Die Bewertung orientiert sich am System des „Benchmarking“, bei dem die derzeit besten Produkte und Verfahren die maximale Punktzahl erreichen. Das heißt, dass sich die Bewertung ständig ändert. Je nach Punktzahl wird das Gebäude mit „zertifiziert“, „gut“, „sehr gut“ bzw. „exzellent“ bewertet.

LEED – Leadership in Energy & Environmental Design (www.usgbc.org)

LEED wurde 1998 vom US-GBC (Green Building Council) entwickelt und baut auf dem System BREEAM auf. Die Gebäudebewertung ist sowohl in der Planungs-, Konstruktions- sowie Nutzungsphase möglich. Eine LEED-Bewertung ist für Neu- und Bestandbauten, Schulen, Krankenhäuser sowie für Wohngebäude möglich. Es werden die sechs Kategorien nachhaltiger Grund und Boden, Wasserwirksamkeit, Energie und Atmosphäre, Materialien und Ressourcen, Raumluftqualität, Innovation und Design bewertet. Die LEED-Zertifizierung wird verstärkt auch in Asien und dem Nahen Osten genutzt und ist zurzeit das System mit der stärksten internationalen Bedeutung. Je nach Punktezahl wird ein Zertifikat in „Silber“, „Gold“ oder „Platin“ vergeben.

Umweltproduktdeklaration

Inhalt und Einsatz

Die Umweltproduktdeklaration EPD (Environmental Product Declaration) ist eine freiwillige Umweltkennzeichnung. Sie enthält Informationen über die Umweltwirkungen eines einzelnen Bauproduktes bzw. Bauteils wie Fenster, Tür oder Beschlag und wird beispielsweise für die ökologische Gebäudebewertung herangezogen.

EPDs basieren auf Ökobilanzen nach DIN EN ISO 14040 ff. bzw. DIN EN 15804, die für die Beschreibung der Umweltleistung eines Bauproduktes relevant sind.

In der für die EPD erforderlichen Lebenszyklusanalyse werden die für die Rohstoffentnahme, Herstellung, Einbau, Nutzung über eine festgelegte Lebensdauer, Rückbau und Entsorgung erforderlichen Prozesse und Stoffströme einbezogen. Dazu werden definierte Umweltwirkungen – wie beispielsweise Ressourcenverbrauch und Emissionen für das Produkt – über den betrachteten Lebensabschnitt aufgenommen. Anschließend wird u. a. der resultierende Beitrag zum Treibhauseffekt, zur Überdüngung oder Versauerung quantifiziert.

Dieser ganzheitliche Ansatz soll es ermöglichen, sämtliche Umweltwirkungen zu berücksichtigen, die mit einem Produkt verbunden sind. Negative Wirkungen ebenso wie Gutschriften z. B. durch Recycling können so an jeder Stelle des Produktlebenszyklusses erkannt werden.

EPDs werden mit ihren quantitativen Aussagen vor allem von Planern, Architekten, Behörden und Unternehmen genutzt. Sie sind so beschaffen, dass sie bei der Planung und Ausschreibung für ein „nachhaltiges Bauen“ eingesetzt und für die ökologische Gebäudebewertung dem Gebäudezertifizierer die nötigen Informationen zum jeweiligen Bauprodukt an die Hand geben.

Das Ziel ist die Einbindung des Bauprodukts (z. B. Kunststoff-Fenster) in die ökologisch-ökonomische Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden und somit der Erhalt einer Gebäudebilanzierung – idealerweise über den gesamten Lebenszyklus.

Für Kunststoff-Fenster aus PVC-U wurden durch den Qualitätsverband Kunststoff-Erzeugnisse e. V. (Bonn, QKE) und der European PVC Window Profile and Related Building Products Association (Brüssel, EPPA) folgende durch das Institut Bauen und Umwelt e. V. (Berlin, IBU) herausgegebenen sowie weiterhin durch die ECO Platform (Brüssel) veröffentlichte Verbands-EPDs erstellt:

- Fenster (1,23 x 1,46 m) mit 2-Scheiben-Isolierverglasung (Deklarationsnr. EPD QKE-20150313-IBG1-DE bzw. ECO-00000038)
- Fenster (1,23 x 1,46 m) mit 3-Scheiben-Isolierverglasung (Deklarationsnr. EPD QKE-20170001-IBG1-DE bzw. ECO-00000039)

Als Produktvariante wurde für die vorgenannten zwei EPDs das gängige „Normfenster“ als einflügeliges Dreh-Kipp-Element gewählt.

1 Rahmendaten

a Gültigkeitsbereich
Abgedeckt sind alle Oberflächenvarianten (weiß, lackiert, mit Folie kaschiert oder mit PMMA beschichtet), als auch alle Verstärkungsvarianten wie Stahl, Aluminium und Glasfaser. Es sind sowohl konventionell verklotzte wie auch verklebte Fensterkonstruktionen einbezogen.

b Referenzlebensdauer
Es wird für das Fenster eine Referenzlebensdauer von 40 Jahren angenommen. Die angenommene technische Lebensdauer der Komponenten Verglasung, Dichtung und Beschlag ist kürzer. Diese planmäßigen Austausche der Einzelkomponenten werden berücksichtigt.

c Geographische und zeitliche Systemgrenzen
Die EPD deckt den geographischen Raum ab, in dem die Mitgliedsunternehmen von EPPA und QKE tätig sind. Als Datenbasis für die Herstellung der Kunststoff-Fensterprofile wurde das gewichtete Mittel von 21 Produktionsstätten in sieben Ländern herangezogen.

Alle spezifischen Ökobilanzdaten für die Produktion wurden im Jahr 2013 erhoben.

2 Life Cycle Assessment (LCA)-Szenarien
Es wird der gesamte Lebensweg – von der Wiege bis zur Bahre – betrachtet. Dies umfasst:

- Produktionsstadium
- Stadium der Errichtung des Bauwerks
- Nutzungsstadium
- Entsorgungsstadium
- Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- und Recyclingpotential

Ergebnisse

Die Umwelteinflüsse werden in drei Gruppen zusammengefasst:
Umweltauswirkungen

- GWP = Globales Erwärmungspotenzial
- ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht
- AP = Versauerungspotenzial von Boden und Wasser
- EP = Eutrophierungspotenzial
- POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon
- ADPe = Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen
- ADPf = Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe

Ressourceneinsatz

- PERE = Erneuerbare Primärenergie als Energieträger
- PERM = Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung
- PERT = Total erneuerbare Primärenergie
- PENRE = Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger
- PENRM = Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung
- PENRT = Total nicht-erneuerbare Primärenergie
- SM = Einsatz von Sekundärstoffen
- RSF = Erneuerbare Sekundärbrennstoffe
- NRSF = Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe
- FW = Einsatz von Süßwasserressourcen

Output-Flüsse und Abfallkategorien

- HWD = Gefährlicher Abfall zur Deponie
- NHWD = Entsorgter, nicht gefährlicher Abfall
- RWD = Entsorgter, radioaktiver Abfall
- CRU = Komponenten für die Wiederverwendung
- MFR = Stoffe zum Recycling
- MER = Stoffe für die Energierückgewinnung
- EE = Exportierte Energie je Typ (Strom/thermische Energie)

Weiterführende Informationen

Die Umweltproduktdeklarationen für Kunststoff-Fenster sind in deutscher und englischer Sprache im DGNB-Navigator unter www.dgnb-navigator.de zu finden. Alternativ besteht die Möglichkeit, diese auf der Homepage des Herausgebers (https://epd-online.com/publishedEpd) herunterzuladen oder als kostenpflichtige Druckversion beim QKE e. V. (http://www.qke-bonn.de) zu bestellen.

Das ift Rosenheim bietet firmenspezifische EPDs an, die allerdings mit Kostenaufwand verbunden sind. Dabei bestätigt der Hersteller, dass er alle Rahmendaten einhält, die zuvor bei der Erstellung der Muster-EPD durch das ift Rosenheim angenommen worden sind. Er erhält dann eine eigene EPD, welche von den Daten identisch mit der Muster-EPD ist. Die Erstellung einer produktspezifischen, individuellen EPD ist nur dann erforderlich, wenn es für das entsprechende Produkt keine Durchschnitts-EPD gibt. Die Durchschnitts-EPDs gelten deshalb im Sinne einer Branchenlösung als die bestmögliche Lösung.

Ergänzender Hinweis hinsichtlich der Vergleichbarkeit von Fenster-EPDs:
Grundsätzlich ist eine Gegenüberstellung oder die Bewertung von EPD-Daten nur möglich, wenn wirklich alle zu vergleichenden Datensätze nach DIN EN 15804 mit den gleichen Randbedingungen erstellt wurden und der Gebäudekontext bzw. die produktspezifischen Leistungsmerkmale berücksichtigt werden.

Umweltengagement/Verbände

Rewindo [7]

Umwelt- und Ressourcenschonung sind eine Herausforderung. Die deutsche Kunststoff-Profilbranche hat sie angepackt.

Rewindo, das ist der Zusammenschluss der führenden deutschen Kunststoff-Profilhersteller zu einer gemeinsamen Initiative.

1 Ziel
Die Recyclingquote von ausgebauten Fenstern, Türen und Rollladen aus Kunststoff zu erhöhen und damit einen Beitrag für verantwortungsvolles und nachhaltiges Wirtschaften zu leisten.

2 Philosophie
In Kunststoff-Fenstern steckt viel Wissen. Und unsere Verantwortung für Ressourcenschonung und Wiederverwertung.

PVC (Polyvinylchlorid) ist der Rohstoff zur Herstellung hochwertiger Profile für Fenster, Türen und Rollladen. Materialeigenschaften wie Robustheit, Sicherheit und Langlebigkeit haben Kunststoff-Fenster so erfolgreich gemacht. Die meisten Fenster heute sind Kunststoff-Fenster. In ihnen stecken neben PVC modernste und präzise Verarbeitungstechnik, die gewachsene Erfahrung von Profilherstellern und Fensterbauern und wertvolle Rohstoffe zur Wiederverwertung. Diese Rohstoffe wollen wir am Ende der Nutzungsdauer von Fenstern, Rollladen und Türen zurückgewinnen und erneut in die Kunststoff-Profilproduktion einbringen. Mit diesem Rohstoffkreislauf verbinden sich Produktkompetenz, Qualitäts- und Umweltorientierung zu Verantwortung. Dabei steckt im PVC-Recycling auch Marktbelebung. Denn Umwelttechnik und Know-how fördern neue Entwicklung und neue Arbeitsplätze. Und nicht zuletzt ein neues Denken, das wir brauchen, um den Herausforderungen der Zukunft zu begegnen

3 Erfolgsgeschichte
Die Vorteile des Recyclings liegen auf der Hand: Ressourcen, Umwelt und Kosten schonen.

Dass man die bei Renovierung, Abriss oder Umbau von Gebäuden anfallenden, ausgebauten, alten Kunststoff-Fenster, -Türen oder -Rollladen „wiederbeleben“ und zum Ausgangsmaterial für einen neuen Produktlebenszyklus machen kann, ist ein wichtiges ökologisches Plus. Gleichzeitig hilft Recycling, Kosten zu sparen. Denn das Recyclingsystem von Rewindo ist die kostengünstige Alternative zu herkömmlichen Entsorgungsverfahren. Die Recyclingquoten von ausgebauten Fenstern, Türen und Rollladen aus PVC in Deutschland steigen kontinuierlich an. 2019 lag die Quote bei rund 85 %. In Tonnage waren es über 35.000 Tonnen PVC-Recyclat nach Aufbereitung, was etwa 1,8 Mio. wiederverwerteten Altfenstereinheiten entspricht. Und auch der Markt der Kunststoff-Fenster mit Recyclatkern wächst, denn diese Fenster sind solchen aus Neuware absolut ebenbürtig. Aus Fenstern werden also wieder Fenster. Und die Rewindo hilft dabei.

4 Ziele
Nachhaltiges Wirtschaften verbessert die Chancen für Lebensqualität und Zukunftsfähigkeit. Und die Chancen im wirtschaftlichen Wettbewerb. Die Ziele der Rewindo und ihrer Recyclingpartner sind:

- kostengünstige Recyclinglösungen für Altfenster, alte Rollladen und Türen aus Kunststoff zu schaffen
- eine kundenfreundliche Abhollogistik anzubieten
- regionale Annahmestellen – auch für Kleinstmengen – zur Verfügung zu stellen
- die Quote von ausgebauten Fenstern, Türen und Rollladen aus PVC, die dem Recycling zugeführt werden, zu erhöhen
- die Wiederverwertung des Recyclats in neuen Kunststoff-Profilen zu fördern
- das Wissen um Möglichkeiten und Vorteile des PVC-Recyclings zu erweitern
- das PVC-Altfenster-Recycling glaubwürdig und transparent in der Öffentlichkeit und gegenüber Entscheidern darzustellen

5 Gute Partner, gute Bilanz fürs Kunststoff-Fensterrecycling
In Sachen Recycling von ausgebauten Fenstern, Türen, Rollladen aus PVC ziehen die führenden deutschen Kunststoff-Profilhersteller an einem Strang – natürlich auch Schüco. Zusammengeschlossen in der gemeinsamen Initiative Rewindo verschaffen sie dem Recycling Gehör und verhelfen dem deutschen Recyclingsystem zum Erfolg.

Recyclingpartner der Rewindo sind die Dekura GmbH, die VEKA Umwelttechnik GmbH, Deceuninck, Reststofftechnik GmbH, Weser Kunststofftechnik GmbH & Co. KG und die Laabs GmbH. Sie gehören zu den führenden PVC-Recyclern in Europa und betreiben in Deutschland an mehreren Standorten hochmoderne Recyclinganlagen, kontrolliert durch umfassendes Qualitätsmanagement. Weitere Recyclingpartner sind willkommen. Darüber hinaus unterstützen die Firmen Biotrans GmbH und ECOSOIL Nord-West GmbH die Rewindo als auditierte Logistikpartner. Für Kleinstmengen stehen mittlerweile auch regionale Annahmestellen zur Verfügung. Zudem erweitern die Rewindo-Gesellschafter mit ihren Investitionen in Forschung und Entwicklung den Einsatzbereich des zurückgewonnenen Altfenster-Granulats durch neue Konzepte für recyclathaltige Produkte.

6 Recyclingaspekte

a Die Recyclinglogistik
Es gibt zwei Wege, wie die ausgebauten Fenster, Türen oder Rollladen aus PVC vom Abfallbesitzer zum Verwertungsbetrieb gelangen:

- die Selbstanlieferung im Recyclingbetrieb oder bei einer Annahmestelle
- die Abholung durch den beauftragten Recyclingpartner

Das Sammel- und Transportsystem ist bundesweit organisiert. Recyclingpartner der Rewindo und Ansprechpartner für die Abwicklung sind die Firmen (siehe Auflistung im Absatz zuvor).

b Die Recyclingtechnik
Aufbereitet werden: ausgebaute Fenster und Rahmen, Türen, Rollladen oder Fensterladen aus Kunststoff. Diese können im Rohzustand angeliefert werden, die Fenster also auch mit Glas, Beschlägen, Dichtungen und etwaigen Mörtelresten. Eine Vorbehandlung ist nicht notwendig. Die Fenster kommen zunächst zur Vorzerkleinerung in einen Schredder. Mit Hilfe von speziellen Abscheidern werden alle Metallbestandteile und das gesamte Glas aus dem Materialstrom ausgesondert. Die PVC-Stücke (Grobmahlgut) von ca. 20 mm Durchmesser werden nachfolgend in einer Schneidemühle auf wenige Millimeter Korngröße zerkleinert. Anschließend durchlaufen die Mahlgüter verschiedene Trenn- und Aufbereitungsprozesse – so wird die Qualität weiter verbessert.

c Die Wiederverwertung des Recyclats
Das im Recyclingprozess gewonnene PVC-Granulat ist sortenrein und zeichnet sich aus durch Reinheit und Homogenität. Es ist neuem Material ebenbürtig und ermöglicht die Wiederverwertung bei der Herstellung neuer Fensterprofile. So wächst mit dem Recyclingerfolg auch das Angebot von Fensterprofilen mit Recyclatkern. Auch Schüco hat entsprechende Artikel in verschiedenen Systemen in seinem Produktprogramm.

d Recycling – Die Kostensituation
Die Alternative zum Recycling ausgebauter Fenster, Türen, Rollladen aus PVC ist die energetische Behandlung in der Müllverbrennung. Das seit 2005 geltende Verbot der Deponierung unsortierter unbehandelter Abfälle hat bei den Entsorgungskosten zu teilweise drastischen Erhöhungen geführt. In der Regel ist das Recycling die günstigere Alternative – und die sinnvollere sowieso.

VinylPlus [8]

1 VinylPlus – Freiwillige Selbstverpflichtung
VinylPlus ist eine europaweite Initiative der PVC-Industrie. Im Rahmen dieser freiwilligen Selbstverpflichtung sollen die nachhaltige Produktion und Anwendung des Werkstoffes Kunststoff über die gesamte PVC-Wertschöpfungskette vorangetrieben werden. Die Initiative knüpft an die Erfolge der vorherigen Selbstverpflichtung Vinyl 2010 an, deren sämtlichen Ziele erreicht oder sogar übertroffen werden konnten. Auch bis 2020 wurden von VinylPlus in Zusammenarbeit mit dem renommierten schwedischen Nachhaltigkeitsinstitut „The Natural Step“ konkrete, ambitionierte Ziele – bezogen auf fünf Herausforderungen – erhoben. Schüco sieht den effizienteren PVC-Gebrauch und kontrollierte Kreisläufe als wichtige Basis für die zukünftige Entwicklung der Kunststoff-Industrie und stellt sich diesen Herausforderungen.

2 Kontrollierte Materialkreisläufe
Als aktives Mitglied der Rewindo, beteiligt sich Schüco intensiv am Recycling von PVC-Fenstern und -Türen. Rewindo ist ein Zusammenschluss der führenden deutschen Kunststoff-Profilhersteller. Ziel der Rewindo ist die Rückführung von ausgebauten Kunststoff-Fenstern, -Türen und -Rollläden in den Wertstoffkreislauf. Durch unser Engagement als Gesellschafter sind wir bestrebt, den Anteil von grünen Recyclingprodukten bei unseren Kunststoff-Profilsystemen stetig zu erhöhen.

3 Reduktion von Emissionen
Haltbare organische Stoffe sollen sich nicht in der Natur anreichern können, Emissionen sollen nachweislich reduziert werden. Schüco bezieht seine Basisrohstoffe von Produzenten, die nach der ECVM Industrie Charter zertifiziert sind und entsprechend nachhaltig produzieren sowie Rohstoffe sicher transportieren.

4 Nachhaltiger Gebrauch von Additiven
Der von Schüco verwendete Kunststoff ist umweltfreundlich auf Calcium-Zink-Basis stabilisiert. Ebenso werden Dichtungen ohne kritische Weichmacher verwendet.

5 Nachhaltiger Gebrauch von Energie und Rohstoffen
Schüco entwickelt moderne, hochwertige Kunststoff-Systeme, mit denen Partner nachhaltige und wertbeständige Objekte realisieren. Fenster- und Türsysteme von Schüco sind energieeffizient sowie ressourcenschonend und damit auf den Klimaschutz ausgelegt – ein Zeichen unserer Verantwortung für Mensch und Natur. Alle Systeme werden in Deutschland, am Standort Weißenfels, mit energiesparender Maschinentechnik und nachhaltigen Prozessen entwickelt und produziert. Aber das Prinzip der Nachhaltigkeit gilt in allen Bereichen – für Schüco Kunststoff-Produkte und Prozesse sowie für die Unternehmenszentrale. Am Standort Weißenfels wird ausschließlich Ökostrom genutzt und das Energiemanagement ist nach DIN EN ISO 50001 zertifiziert. Regelmäßige Energieaudits verbessern die Energieflüsse und minimieren Energieverluste. Alle Neuanschaffungen werden zudem auf Energieeffizienz geprüft und bewertet.

6 Kommunikation und Nachhaltigkeit
Zertifiziert mit dem neuen VinylPlus Label ist Schüco eines der ersten Unternehmen seiner Branche, das für seinen aktiven Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung dieser wichtigen PVC-Anwendung ausgezeichnet wurde. Die Arbeit und die Ergebnisse von VinylPlus werden von einem unabhängigen Beirat aus Vertretern des Europäischen Parlaments, der EU-Kommission, der Gewerkschaften, des Handels und von Verbraucherorganisationen überwacht. Alle Aussagen im Jahresbericht werden von einem Wirtschaftsprüfer bestätigt.

Weitere Informationen erhalten Sie unter: www.vinylplus.eu

7 VinylPlus – Recycling-Ziele
Vinyl 2010 gilt weithin als führendes Beispiel für eine Selbstkontrolle der Industrie, die in der Praxis funktioniert und konkrete Ergebnisse liefert. Einer der wichtigsten Erfolge war die Errichtung einer europaweiten Infrastruktur für die Sammlung und das Recycling von mehr als 250.000 Tonnen PVC pro Jahr (2010), obwohl das Material vor dem Jahr 2000 von vielen als „nicht recycelbar“ eingestuft wurde, und demnach nur für die Entsorgung auf Deponien geeignet schien. Was Ziele und Umfang betrifft, so ist VinylPlus sogar noch ambitionierter als Vinyl 2010. Mit seiner ergebnisorientierten Selbstkontrolle will die PVC-Industrie auch weiterhin zum Erreichen der Ziele von Europa 2020 beim nachhaltigen Wachstum beitragen. Hier fordert die europäische PVC-Industrie Unterstützung von den politischen Entscheidern auf EU- und nationaler Ebene für einen verantwortungsvollen Umgang mit den sogenannten Legacy Additives im Sinne einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft.

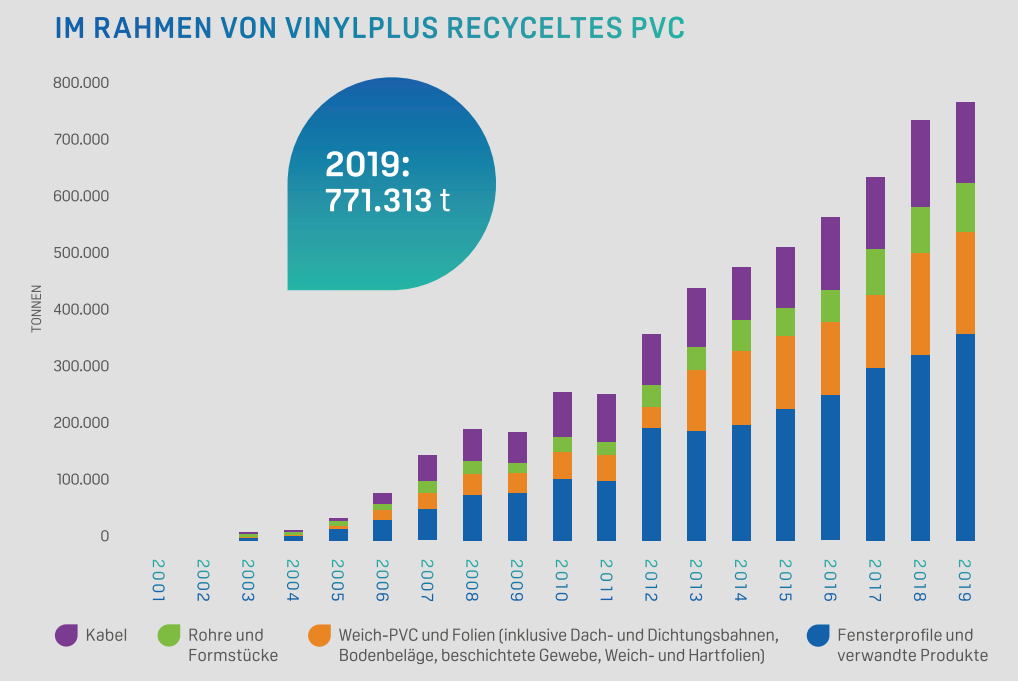


Bild A5.1 Recyceltes PVC 2001–2019 (in Tonnen) [9]

Ein konkretes Ziel der freiwilligen Selbstverpflichtung von VinylPlus ist das Recycling von 800.000 Tonnen PVC pro Jahr bis 2020. Nach diesem Zeitpunkt hat sich VinylPlus zum Ziel gesetzt, bis 2025 mindestens 900.000 t/a und bis 2030 1 Mill. t/a recyceltes PVC für neue Produkte zu verwenden. Der angestrebte Anteil an recycelten PVC-Fensterprofilen liegt hier bei etwa 50 %. Das Ganze ist eingebunden in der Circular Plastics Alliance (CPA), die sich vorgenommen hat, europaweit bis 2025 10 Mill. t/a Kunststoffe zu recyceln.

8 Leistungsspektrum des VinylPlus Product Labels

Verpflichtende, wie auch freiwillig zu erbringende Leistungsnachweise zur Nachhaltigkeit sind im Einzelnen zu folgenden Themenfeldern zu erbringen und alle 2 Jahre mit einem Re-Audit erneut zu belegen:

- Integration des VinylPlus-Nachhaltigkeitsprogramms in das betriebliche Leben
- Anforderungen an das Organisationsmanagement
  - Verantwortungsvolle Beschaffungspolitik
  - Einhaltung gesetzlicher Vorschriften
  - Qualitätsmanagementsystem
  - Lieferantenmanagement
- Anforderungen an das Lieferkettenmanagement
  - Materialrückverfolgbarkeit
  - Umweltmanagement in der Lieferkette
  - Gesundheits- und Sicherheitsmanagement in der Lieferkette
- Kontrolliertes Kreislaufmanagement
  - Verwendung von recyceltem PVC in Produkten
  - Abfallmanagement
  - Produktentwicklung für die Wiederverwendung bzw. das Recycling
- PVC-Material für die Herstellung der Produkte
- Verwendung von Additiven/Zusatzstoffen in den bewerteten Produkten

- Energie- und Klimastabilität
  - Reduzierung von Treibhausgasemissionen / Verbesserung der Energieeffizien
  - Nutzung erneuerbarer Energieressourcen
  - Transport Auswirkungen
  - Produktlebenslauf Bewertung und Umweltproduktdeklarationen
- Engagement und Kommunikation zeigen

Gegenüber der Erstzertifizierung in 2017 konnte der Erfüllungsgrad von rund 77 % anlässlich des Re-Audits Ende 2019 auf rund 90 % gesteigert werden. Insbesondere in den Bereichen „Transportauswirkungen“, „Verwendung von recycelten PVC“ bzw. „Engagement und Kommunikation“ konnten Verbesserungen im Nachhaltigkeitsengagement von Schüco Polymer KG erzielt werden.

VinylPlus Deutschland e. V.

Wachsende Bevölkerungszahlen, schwierige Lebenssituationen in Entwicklungsländern, drohender Klimawandel, begrenzte Ressourcen, enormer Kostendruck: Die Staatsregierungen stehen weltweit vor großen Herausforderungen. Und die Welt verlangt funktionierende Lösungen für diese drängenden Probleme. Nachhaltigkeit spielt vor diesem Hintergrund eine wichtige Rolle. Die PVC-Branche stellt sich dieser sozialen, ökonomischen und ökologischen Verantwortung mit großem Engagement und ist mit ihren innovativen Produkten für die verschiedensten Anwendungen schon gut aufgestellt – sei es bei der energetischen Gebäudesanierung, beim Thema Ressourcen- und Energieeffizienz oder bei der Wiederverwertung von Bauprodukten am Ende einer langjährigen Nutzung.

PVC-Produkte haben sich seit Jahrzehnten bewährt und sind kontinuierlich weiterentwickelt worden. Dabei hat sich der Kunststoff aufgrund seiner vielfältigen Materialeigenschaften und seiner hervorragenden Kosten-Nutzen-Bilanz zu einem weltweiten Erfolgsprodukt mit weiterem Wachstumspotenzial entwickelt.

VinylPlus Deutschland e. V. engagiert sich in Deutschland seit 30 Jahren mit ihren Mitgliedsunternehmen entlang der PVC-Wertschöpfungskette. Neben gut aufbereiteten Informationen über Umwelt, Wissenschaft und politischen, regulatorischen Rahmenbedingungen im Zusammenhang mit dem Werkstoff PVC und PVC-Produkten bietet VinylPlus Deutschland e. V. einen intensiven Dialog mit ihren Mitgliedern und dem internationalen Netzwerk aus Industrievertretern, Umweltentscheidern und politischen Meinungsführern.

Schüco engagiert sich als Mitglied der VinylPlus Deutschland e. V., um die kontinuierliche Information der Öffentlichkeit über die Vorteile von Kunststoff-Produkten zu unterstützen und ungerechtfertigte PVC-Ausgrenzungen in deren Verwendung/Nutzung zu begegnen.

EPPA (European PVC window profile and related building products association)

EPPA ist der Europäische Verband der PVC-Fensterprofilhersteller und vertritt deren Interessen gegenüber den Europäischen Institutionen in Politik, Normung und Öffentlichkeitsarbeit. Ziel ist es, die Belange der Profilhäuser insbesondere in den Themenbereichen Recycling, Nachhaltigkeit, Normung und Technik zu erklären und daran mitzuwirken, dass diese entsprechend Beachtung finden. Dies beinhaltet auch, regulatorische Entwicklungen frühzeitig zu erkennen und die Mitgliedsunternehmen dahingehend zu beraten.

Konkrete Beispiele dieser Arbeit sind zum Beispiel die von EPPA in Auftrag gegebenen EPDs, die von allen Mitgliedern, und deren Kunden, genutzt werden können, um Aussagen über die Umweltwirkung von Kunststoff-Fenstern machen zu können.

EPPA wirkt an der Europäischen Normung (CEN TC 249 und TC 33) mit und arbeitet somit an den technischen Vorgaben, die von maßgeblicher Relevanz für Profilhaus und Fenster-

bauer sind. Zudem schlägt der Verband die Brücke zwischen technischer Normungsarbeit und der europa-politischen Dimension, die immer größeren Einfluss auf diese Arbeit ausüben möchte.

Im Bereich des politisch aktuellen Themas der Kreislaufwirtschaft zeigt und erklärt EPPA, weshalb das Kunststoff-Fenster hier eine Vorreiterrolle einnimmt. In diesem Zusammenhang ist auch EPPA‘s Engagement in den Themen Chemikaliengesetz (REACH) und Abfallgesetzgebung zu nennen. Der Verband beobachtet die politischen sowie legislativen Entwicklungen und liefert wissenschaftliche Erkenntnisse, die eine Überregulierung durch den europäischen Gesetzgeber vermeiden sollen.

Des Weiteren vertritt EPPA die Interessen der Branche und koordiniert Projekte und Aufgaben, die sich aus der Kooperation mit VinylPlus und dem Dachverband der Europäischen Kunststoff-Verarbeiter EuPC sowie dem Europäischen Verband für Bauprodukte CPE ergeben.

Weitere Informationen erhalten Sie unter: www.eppa-profiles.eu

Emissionsfreie Fenster

Anforderungen hinsichtlich Baustoffemissionen / gesetzgeberische Rahmenbedingungen

Im Zusammenhang mit der europäischen Bauproduktenverordnung wird in Hinblick auf den Schutz der Gesundheit von Gebäudenutzern zukünftig mehr Augenmerk auf die mögliche Freisetzung von gefährlichen Stoffen aus Bauprodukten an die Innenraumluft gelegt werden. Insbesondere flüchtige organische Verbindungen, sog. VOC-Emissionen (VOC = volatile organic compound), stehen im Mittelpunkt des Interesses.

Tabelle A5.2 Übersicht der flüchtigen organischen Verbindungen

Gruppe	VVOC	VOC	SVOC
Beschreibung	leichtflüchtige organische Verbindungen (very volatile organic compound)	flüchtige organische Verbindungen (volatile organic compound)	schwerflüchtige organische Verbindungen (semi volatile organic compound)
Beispiele	Treibmittel, Formaldehyd usw.	Lösungsmittel, Terpene usw.	Biozide, Weichmacher usw.

Vom Grundsatz her wird in der Produktnorm für Fenster und Außentüren (EN 14351-1) solchen Anforderungen schon Rechnung getragen – auch wenn heute noch keine produktbezogenen, europäisch harmonisierten Vorgehensweisen und Bewertungen vorliegen. Mit dem Aufkommen von immer mehr unterschiedlichen Produktkennzeichnungssystemen aus den verschiedensten nationalen Regelungen sowie den einhergehenden Herstelleraussagen zu ihren Produkteigenschaften, entstehen immer verwirrendere Bezeichnungen, Zertifikate und dergleichen, die zu Unsicherheit bei allen Marktteilnehmern führen. Je nach Sicht des Betrachters führt dies zu einer Beschwichtigung oder zu übertriebenem „Ängsteschüren“, wenn es um das Aufspüren oder Erkennen von Emissionsquellen und deren VOC-Emissionen geht.

Antwort auf diese Entwicklungen – was tut die Branche?

Die Unkenntnis über das jeweilige Emissionspotential ist groß, weshalb im Rahmen eines Gemeinschaftsprojektes ein Forschungsbericht zur Emission von Fenstern erarbeitet wurde. In Zusammenarbeit mit dem ift Rosenheim, einem Beratergremium und mehreren Industriepartnern, u. a. auch Schüco, wurde die Thematik „VOC-Emissionen“ bezüglich Produktkennzeichnung und Prüfung im Rahmen des Geltungsbereichs der EN 14351-1 bearbeitet.

Zudem hat die Gütegemeinschaft Kunststoff-Profilsysteme (GKFP) im Jahr 2017 eine Studie in Auftrag gegeben, die das Emissionsverhalten fünf unterschiedlicher Probekörper untersucht hat. Somit konnte das gesamte Kunststoff-Fensterportfolio abgedeckt werden.

Die Erkenntnisse aus dem Emissionsverhalten der entsprechenden Produkte und der darin enthaltenen Komponenten dient schließlich auch als Grundlage für den weiteren Umgang dieses Themas im Bereich der europäischen Produktnorm. Damit sollte auch eine unverhältnismäßige Zahl an Einzelprüfungen für das Fenster innerhalb der Branche vermieden werden, indem man mit überschaubaren Prüfaufwand und daraus ableitbaren Standardaussagen aufkommende Fragen vollumfänglich abdecken kann.

Für die VOC-Emissionen in Räumen sind vornehmlich Produkte von Interesse, die in direktem Kontakt mit der Innenraumluft stehen und dabei eine große Fläche bieten. Mit den sogenannten VOCs handelt es sich um organische, kohlenstoffhaltige Stoffe, die leicht verdampfen bzw. schon bei Raumtemperatur als Gas vorliegen. Solche VOC-Emissionen treten insbesondere bei trocknenden Farben und Klebstoffen, Dichtungsmassen, textilen Bodenbelägen, Decken- und Wandsysteme aus Holzwerkstoffen und Holzversiegelungen auf.

Ergebnis für das Kunststoff-Fenster

Bei einem Kunststoff-Fenster bestehen die dem Innenraum zugewandten Flächen aus dem Glas und dem Kunststoff-Rahmen. Beide Materialien zeigen keine VOC-Emissionen. In o. g. Forschungsvorhaben des ift Rosenheim zusammen mit der FH Rosenheim wurden Fenster bezüglich ihrer VOC-Emissionen untersucht. Die Messergebnisse für die untersuchten Kunststoff-Fenster liegen weit unterhalb den Anforderungen des sog. AgBB Bewertungsschemas (Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten).



Zu dem gleichen Ergebnis kommt die Studie der GKFP (2017). Hier wurde zudem empfohlen, dass die gesamte Wertschöpfungskette den oben genannten Anforderungen (AgBB oder auch dem französischen Bewertungsschema) gerecht wird. Die Ergebnisse aller uns vorliegenden Studien zeigen, dass Fenster nicht zu den kritischen Bauprodukten bezüglich der Innenraumemissionen gehören. Schüco hat in Zusammenarbeit mit Verbänden und Forschungseinrichtungen an dieser Studie mitgewirkt (VOC Emission Study on „Plastic Windows"). Für unser CT 70-System können wir im Bedarfsfall eine Objektbestätigung gemäß den Sentinel-Haus-Kriterien (privatrechtliches Beurteilungsschema) ausstellen.

Die Broschüre zur Studie (in Englisch) ist bei Schüco auf Nachfrage erhältlich.

REACH-Verordnung

Ob aus Kunststoff, Aluminium oder Stahl, Schüco Systeme unterliegen den Grundprinzipien nachhaltiger Produktentwicklung. Sie bieten maximale Gestaltungsfreiheit und einen hohen Anspruch an Design und sind darüber hinaus auf Energieeffizienz, Ressourcenschonung und Klimaschutz ausgelegt. Zusammen mit ihrer Langlebigkeit und Recyclingfähigkeit tragen sie zur Realisation von nachhaltigen Gebäudehüllen bei.

Kunststoff weist dabei einen optimalen Wertstoffkreislauf auf: Bis zu 7-mal kann dieser recycelt werden. Aufgrund dieser hervorragenden Möglichkeit der Wiederverwendung ist Schüco bestrebt – ganz im Sinne eines Kreislaufwirtschaftsgedankens – den Anteil von Sekundärrohstoffen in seinen Kunststoff-Profilsystemen stetig zu erhöhen.

Dabei ist Artikel 33 der REACH-Verordnung (EG Nr. 1907/2006) zu berücksichtigen.

REACH steht für

Registration (Registrierung)
Evaluation (Bewertung)
Authorisation and Restriction (Zulassung) of
CHemicals (von Chemikalien)

und ist eine europäische Chemikalienverordnung, welche das bisherige Recht auf diesem Gebiet in allen Mitgliedsstaaten grundlegend harmonisieren und vereinfachen soll.



Bild A5.2 Recyclingnummer PVC: 03

Als verantwortungsbewusster Systemgeber weisen wir vorsorglich darauf hin, dass in unseren Kunststoff-Fensterprofilen aus Sekundärrohstoffen bzw. Profilen mit einem innenliegenden Kern aus Sekundärrohstoffen grundsätzlich Spuren von Bleiverbindungen enthalten sein können, auf die wir gemäß Artikel 33 der REACH-Verordnung hinzuweisen haben, wenn sie über 0,1 Massen-% liegen.

Die betreffenden Profile mit Recyclinganteilen erkennen Sie an dem aufgedruckten Piktogramm (siehe Bild A5.2).

Viele Jahre, gemäß dem damaligen Stand der Technik, wurden diese Bleiverbindungen als Stabilisatoren für PVC-Produkte eingesetzt. Bereits während der Extrusion der Kunststoff-Profile wurden die Stabilisatoren jedoch fest und unlöslich in das PVC eingebunden.

Damit ist die Verarbeitung der Profile und auch des Werkstoffes unbedenklich und sicher. Dies gilt sowohl für die Lebenszeit des Fensters als auch für den Recyclingprozess von Altfenstern, der zunehmend an Bedeutung gewinnt und für die Kreislaufwirtschaft von elementarer Bedeutung ist.

Die Informationspflicht gemäß Artikel 33 der REACH-Verordnung bezieht sich auf eine Reihe von Bleiverbindungen, die auf der Kandidatenliste [10] benannt sind. Im Kunststoff lässt sich nicht mehr nachweisen, welche Verbindungen im Einzelnen verwendet wurden. Wir informieren Sie daher präventiv über das mögliche Vorhandensein informationspflichtiger Stoffe.

Eine aktualisierte Kandidatenliste finden Sie auf der Internetseite der Europäischen Chemikalienagentur ECHA.

Ein Erzeugnis mit Anteilen bzw. einem innenliegenden Kern aus Sekundärrohstoffen und dem oben abgebildeten Piktogramm kann folgende Stoffe der aktuellen Kandidatenliste in Konzentrationen von mehr als 0,1 Massen-% enthalten:

- Bleisulfat, basisch (CAS-Nr. 12036-76-9, EG-Nr. 234-853-7)
- Tribleidioxidphosphonat (CAS-Nr. 12141-20-7, EG-Nr. 235-252-2)
- Bleistearat, dreibasisch (CAS-Nr. 12578-12-0, EG-Nr. 235-702-8)
- Fettsäuren, C16-18, Bleisalze (CAS-Nr. 91031-62-8, EG-Nr. 292-966-7)
- Pentableitrioxidsulfat (CAS-Nr. 12065-90-6, EG-Nr. 235-067-7)
- Schwefelige Säure Bleisalz, zweibasisch (CAS-Nr. 62229-08-7, EG-Nr. 263-467-1)
- Tetrableitrioxidsulfat (CAS-Nr. 12202-17-4, EG-Nr. 235-380-9)
- [Phthalato(2-)]dioxotriblei (CAS-Nr. 69011-06-9, EG-Nr. 273-688-5)

Über das Programm Vinylplus werden bis 2020 europaweit voraussichtlich 370.000 Tonnen PVC jährlich aus Altfenstern einer ökologisch sinnvollen Wiederverwendung in neuen, hochwärmedämmenden Fensterprofilen zugeführt. Hierbei kommen modernste Verarbeitungstechnologien zum Einsatz, die den sicheren Umgang gewährleisten und höchste Produktqualität sicherstellen.

Für Kunststoff-Profile ohne Sekundärrohstoffe aus Altfenstern werden Stabilisatoren auf Basis von umweltfreundlichen Calcium- und Zink-Verbindungen eingesetzt. Daher entfällt die Deklaration gemäß Artikel 33 der REACH-Verordnung.

Folierte Profile

Diese Erzeugnisse erhalten keine Stoffe der Kandidatenliste.

Eine Ausnahme stellt nur der Folientyp Renolit Exofol PX dar, der einen Stoff der Kandidatenliste enthält. Hierbei handelt es sich um:

- 2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4,6-ditertpentylphenol (UV-328) (CAS-Nr. 25973-55-1, EG-Nr. 247-384-8)

Dieser Stoff wird als Additiv in Konzentrationen von mehr als 0,1 Massen-% verwendet.

UV-328 ist in den Erzeugnissen in der Kunststoff-Matrix fest eingeschlossen. Eine Exposition aus der Folie ist nicht zu erwarten. Deshalb ist die Verwendung in den Erzeugnissen für den Verbraucher sicher. Eine Auflistung der angebotenen Renolit Exofol PX Folienfarben erhalten Sie auf Anfrage.

Ergänzender Hinweis zu Profilen mit Schüco AutomotiveFinish-Folien

Dieses Schüco Premium Produkt enthält keine Stoffe, die nach Artikel 33 der REACH-Verordnung zu deklarieren sind. Wird auftragsbezogen explizit auf die Freiheit von hinweispflichtigen Substanzen gemäß der REACH-Verordnung bestanden, ist Schüco AutomotiveFinish die richtige Wahl.

Titandioxid (TiO_2)

Aufgrund jüngster Gesetzgebungsmaßnahmen auf EU-Ebene hinsichtlich karzinogener Wirkung von TiO_2-Stäuben verweisen wir auf ein Faktenblatt unseres europäischen Fensterverbandes EPPA.

Titandioxid in Pulverform stellt kein Risiko für den Verbraucher dar, wenn dies in einem Fertigprodukt wie einem Kunststoff-Fensterprofil enthalten ist.

Im September 2016 veröffentlichte das Wissenschaftliche Gremium für Lebensmittelzusatzstoffe und Lebensmitteln zugesetzte Nährstoffquellen (EFSA) ein Gutachten, in dem bestätigt wurde, dass TiO_2 als sicher gilt, auch für die Verwendung in Lebensmitteln. Ebenfalls ist Titandioxid für die Verwendung in zahlreichen Produkten und Materialien zugelassen, darunter Sonnenschutzmittel, Zahnpasta und Pharmazeutika.

Bei Kunststoff-Fenstern schützt TiO_2 das Material vor UV-Strahlen. Die Substanz ist fest in die PVC-Matrix eingebunden, wodurch für den Verbraucher kein Risiko des Einatmens von TiO_2 besteht.

Der Fensterbauer hat keinerlei Verpflichtungen im Zusammenhang mit der CLP-Verordnung (Classification, Labelling and Packaging) in Hinblick auf Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, da bei Erzeugnissen wie PVC-Profilen und deren Produktionsabfällen diese Regeln nicht greifen! Es gelten die normalen Arbeitsschutzgesetze und Schwellenwerte.

Weitere Informationen erhalten Sie unter: www.eppa-profiles.eu/brochures

Literatur

[1] Deutsches Institut für Bautechnik

[2] https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/P3_P6/Checkliste_CE-Kennzeichnung.pdf (Stand: August 2021)

[3] Enquete-Kommission Schutz des Menschen und der Umwelt (1994–1998)

[4] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, www.nachhaltigesbauen.de (Stand: August 2021)

[5] Bauproduktenverordnung, Artikel 1, Absatz 56

[6] www.dgnb-navigator.de (Stand: August 2021)

[7] www.rewindo.de (Stand: August 2021)

[8] www.vinylplus.eu (Stand: August 2021)

[9] Vinylplus Progress Report 2020

[10] https://echa.europa.eu/de/candidate-list-table (Stand: August 2021)

Allgemeine Planungs- und Verarbeitungshinweise

Allgemeine Hinweise zur Bauphysik

B1 Anforderungen an Fenster und Türen

B2 Lüftung

B3 Montage und Bauanschlussfuge

B4 Abdichtung der Bauanschlussfuge

B5 Besonderheiten im Altbau

B6 Literatur

B1 Anforderungen an Fenster und Türen

B2 Lüftung

B3 Montage und Bauanschlussfuge

B4 Abdichtung der Bauanschlussfuge

B5 Besonderheiten im Altbau

B6 Literatur

Anforderungen an Fenster und Türen

Als Bauteil in der thermischen Gebäudehülle müssen Fenster, Fenstertüren und Türen eine Vielzahl von unterschiedlichen Eigenschaften aufweisen. Eine Übersicht über diese notwendigen Leistungseigenschaften bietet DIN EN 14351-1 [1]. Anforderungen an die Montage sind im Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren [2] gezeigt. Ebenfalls ist dort ein Überblick der aus bauphysikalischer Sicht wichtigsten Normen gezeigt.

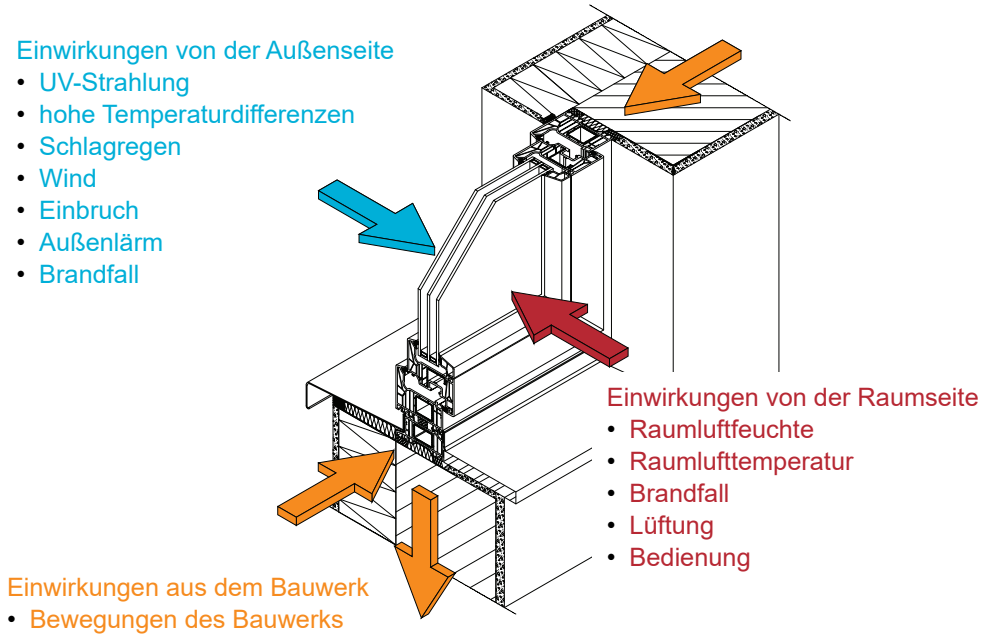
Allgemeines

Fenster, Fenstertüren und Türen unterliegen unterschiedlichsten Beanspruchungen, die sich zwischen Beanspruchungen von der Außen- und Raumseite, aus dem angrenzenden Baukörper und aus dem Fenster, der Fenstertür bzw. der Tür unterscheiden. Eine Übersicht der Beanspruchungen auf Fenster findet sich in Bild B1.1. Die Unterscheidung der außenseitigen Beanspruchungen erfolgt hierbei wie folgt:

- Sonneneinstrahlung
- Außentemperatur
- Regen
- Feuchte
- Winddruck bzw. Windsog
- mechanischer Angriff bei Einbruch
- Lärm

Einwirkungen von innen setzen sich im Wesentlichen aus der Raumluft-Temperatur und -Feuchte, einem möglichen Brandfall und der Bedienung des Fensters zusammen. Aus dem angrenzenden Baukörper resultieren Beanspruchungen aus Bauwerksbewegungen, aus Längen- und Formänderungen des Fensters bzw. der Fenstertür sowie dem Eigengewicht.

Bild B1.1 Beispielhafte Darstellung der Einwirkungen auf Fenster nach [2]



In der Planungsphase ist sicherzustellen, dass Fenster und Fenstertüren diesen unterschiedlichsten Beanspruchungen standhalten können. Es ist ein detailliertes Anforderungsprofil in Form einer Leistungsbeschreibung zu erarbeiten – insbesondere für die baulichen Gegebenheiten, wie Standort, Ausrichtung, Einbausituation, Nutzung und Anschlussausbildung. Zusätzlich sind Regeldetails zur Verfügung zu stellen. Eine genaue Kenntnis über die jeweiligen Einwirkungen und die daraus resultierenden Auswirkungen ist daher unerlässlich. Daher muss der Planer alle relevanten Regelwerke kennen. Eine Zusammenstellung der wichtigsten Regelwerke findet sich beispielsweise im Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren [2].

Bei jedem Bauvorhaben unterscheiden sich die baulichen Gegebenheiten. Daher ist bei der Planung der Montage die geplante Ausführung auf die unterschiedlichen objektspezifischen Gegebenheiten anzupassen. Vor allem die Bauanschlussfuge zwischen Fenster bzw. Fenstertür und dem Baukörper muss allen in Bild B1.1 gezeigten Einflüssen dauerhaft widerstehen bzw. diese aufnehmen und ausgleichen können.

Weitere Anforderungen an Fenster und Fenstertüren werden vom Gesetzgeber vorgeschrieben bzw. es handelt sich um die allgemein anerkannten Regeln der Technik. Diese betreffen vor allem die Energieeinsparung nach dem Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG) [3], die Sicherstellung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2 [7], also die Vermeidung von Schimmelpilz- oder Tauwasserbildung, und die Vermeidung von gesundheitsschädlichen Lärmeinwirkungen nach DIN 4109 [9].

Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Beim Nachweis des energiesparenden Bauens nach GEG [3] gliedern sich die Anforderungen in einen zulässigen Primärenergiebedarf Q_p und in ein mindestens einzuhaltendes Wärmedämmniveau der thermischen Gebäudehülle des Gebäudes, welches wiederum in Anforderungen an Wohn- und Nichtwohngebäude unterschieden wird.

Im GEG sind das Energieeinsparungsgesetz (EnEG 2013) [4], die Energieeinsparverordnung (EnEV 2007) [5] und Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG 2009) [6] zusammengeführt. Es gilt für beheizte und gekühlte Gebäude und deren Anlagen und Einrichtungen zur Beheizung, Kühlung und der Raumluft- und Beleuchtungstechnik sowie der Warmwasserversorgung.

Bei Wohngebäuden werden die Anforderungen an die Gebäudehülle über einen zulässigen Höchstwert der Wärmeverluste, den so genannten spezifischen Transmissionswärmeverlust H'_T, welcher einen auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Wärmeverlust beschreibt, definiert. Für Fenster und Türen bedeutet dies, dass keine expliziten Einzelanforderungen gestellt werden. Vielmehr darf die gesamte Gebäudehülle einen zulässigen Höchstwert nicht überschreiten. Der sogenannte H'_T-Anforderungswert ergibt sich hierbei aus dem H'_T-Wert einer sogenannten Referenzausführung, einer im GEG [3] durch Festlegung von Referenz-U-Werten beschriebenen wärmeschutztechnischen Qualität der Bauteile, welche unter Zugrundelegung der geplanten Gebäudegeometrie und vorgenannter Referenz-U-Werte ermittelt wird.

Bei der Berechnung des spezifischen Transmissionswärmeverlusts H'_T werden Außenwände gegen Außenluft oder Erdreich, Fenster, Fenstertüren, Außentüren, Dachflächenfenster, Dachflächen, oberste Geschossdecke gegen unbeheizte Räume, Kellerdecke gegen unbeheizte Kellerräume bzw. Bodenplatte, Geschossdecke gegen Außenluft nach unten (beispielsweise Durchfahrten) und Wände zu unbeheizten Gebäuden oder Gebäudeteilen (beispielsweise bei Doppel- und Reihenhäusern) berücksichtigt. Sie sind vom jeweiligen Wärmedurchgangskoeffizienten U abhängig. In Tabelle B1.1 ist für ein beispielhaftes Einfamilienhaus das Vorgehen zur Ermittlung des spezifischen Transmissionswärmeverlusts H'_T gezeigt. Durch Berechnung der gesamten Wärmeverluste über die Gebäudehülle und der Wärmeverluste über Wärmebrücken dividiert durch die thermische Hüllfläche ergibt sich der spezifische Transmissionswärmeverlust H'_T zu 0,36 W/(m²·K).



Tabelle B1.1 Beispielhafte Ermittlung des spezifischen Transmissionswärmeverlust H'_T

Bezeichnung	Fläche [m²]	Ausrichtung	U-Wert [W/m²·K]	F_x [-]	$U \cdot A \cdot F_x$ [W/K]
Fassadenfläche Süd	44,12	Süd	0,28	1,0	12,35
Fenster Süd	6,18	Süd	1,3	1,0	8,03
Fassadenfläche West	28,92	West	0,28	1,0	8,10
Fenster West	4,32	West	1,3	1,0	5,62
Fassadenfläche Nord	44,10	Nord	0,28	1,0	12,35
Fenster Nord	7,57	Nord	1,3	1,0	9,84
Fassadenfläche Ost	28,88	Ost	0,28	1,0	8,09
Fenster Ost	4,64	Ost	1,3	1,0	6,03
Dachfläche West	40,82	West	0,20	1,0	8,16
Dachfläche Ost	40,92	Ost	0,20	1,0	8,18
Bodenplatte	80,87	horizontal	0,35	0,6	16,98
Gesamte thermische Hüllfläche A_{ges}				[m²]	331,34
H_{T1D} Summe $\sum U \cdot A \cdot F_x$				[W/K]	103,74
ΔU_{WB}				[W/(m²·K)]	0,05
$H_{T, WB} = A_{ges} \cdot \Delta U_{WB}$				[W/(m²·K)]	16,57
$H_{T, ges} = H_{T1D} + H_{T, WB}$				[W/(m²·K)]	120,31
$H'_T = H_{T, ges} / A_{ges}$				[W/(m²·K)]	0,36

Bei Nichtwohngebäuden hingegen sind die Anforderungen an die Gebäudehülle über einen zulässigen Höchstwert, den sogenannten mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten Ū, definiert. Hierbei werden im Gegensatz zu Wohngebäuden konkrete Anforderungen an transparente Bauteile gestellt, wobei zwischen verschiedenen Raumsolltemperaturen unterschieden wird. In Tabelle B1.2 sind diese auszugsweise für transparente Bauteile gezeigt. Auch diese Anforderungen werden auf die jeweiligen wärmeübertragenden Flächen bezogenen, jedoch werden sie für opake und transparente Bauteile separat betrachtet.

Tabelle B1.2 Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten Ū für transparente Bauteile von Nichtwohngebäuden nach GEG [3]

Bauteil/System	zulässige Höchstwerte für Ū	
	$12\ °C \leq \theta_i < 19\ °C$	$\theta_i \geq 19\ °C$
Fenster, Fenstertüren	≤ 2,8 W/(m²·K)	≤ 1,5 W/(m²·K)
Vorhangfassade	≤ 3,0 W/(m²·K)	≤ 1,5 W/(m²·K)
Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	≤ 3,1 W/(m²·K)	≤ 2,5 W/(m²·K)

Bei Erneuerung, Ersatz oder erstmaligen Einbau von Außenbauteilen, bei denen mehr als 10 % der gesamten Fläche der jeweiligen Bauteilgruppe betroffen sind, sind diese Flächen so auszuführen, dass die Wärmedurchgangskoeffizienten die Werte der Tabelle B1.3 einhalten.

Tabelle B1.3 Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen nach GEG [3]

Bauteil/System	zulässige Höchstwerte für U	
	$12\ °C \leq \theta_i < 19\ °C$	$\theta_i \geq 19\ °C$
Fenster, Fenstertüren	≤ 1,9 W/(m²·K)	≤ 1,3 W/(m²·K)
Dachflächenfenster	≤ 1,9 W/(m²·K)	≤ 1,4 W/(m²·K)
Verglasungen	-	≤ 1,1 W/(m²·K)
Fenster, Fenstertüren und Dachflächenfenster mit Sonderverglasung	≤ 2,8 W/(m²·K)	≤ 2,0 W/(m²·K)
Vorhangfassaden	≤ 1,9 W/(m²·K)	≤ 1,5 W/(m²·K)
Vorhangfassaden mit Sonderverglasung	≤ 3,0 W/(m²·K)	≤ 2,3 W/(m²·K)
Glasdächer	≤ 2,7 W/(m²·K)	≤ 2,0 W/(m²·K)
Sonderverglasungen	-	≤ 1,6 W/(m²·K)

Alternativ kann das Gebäude auch gesamtenergetisch bilanziert werden. Der zulässige Jahres-Primärenergiebedarf Q_P und die zulässigen Höchstwerte des spezifischen Transmissionswärmeverlusts bei Wohngebäuden darf wiederum um nicht mehr als 40 % überschritten werden.

Die Höchstwerte des spezifischen Transmissionswärmeverlusts betragen bei einem freistehenden Wohngebäude mit einer Gebäudenutzfläche von bis zu 350 m² 0,40 W/(m²·K) und bei mehr als 350 m² 0,50 W/(m²·K). Bei einem einseitig angebauten Wohngebäude betragen die Höchstwerte des spezifischen Transmissionswärmeverlusts 0,45 W/(m²·K) und bei allen anderen Wohngebäuden w.

Bei Nichtwohngebäude darf der zulässige Jahres-Primärenergiebedarf Q_P ebenfalls um nicht mehr als 40 % überschritten werden. Die mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten dürfen hingegen das auf eine Nachkommastelle gerundete 1,25-Fache der Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten nach GEG (Anlage 3) [3] um nicht mehr als 40 % überschreiten.

Bei Erweiterungen von Wohngebäude darf der spezifische Transmissionswärmeverlust der Außenbauteile der neu hinzukommenden Räume das 1,2-Fache des entsprechenden Wertes des Referenzgebäudes nicht überschreiten und bei Nicht-Wohngebäuden das auf eine Nachkommastelle gerundete 1,25-Fache der Höchstwerte GEG (Anlage 3) [3]. Ist bei Wohngebäuden die hinzukommende zusammenhängende Nutzfläche größer als 50 m², ist zudem der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2 [7] zu führen.

Liegen keine energetischen Kennwerte für die Bauteile und Anlagenkomponenten vor, können diese beispielsweise den Regeln zur Datenaufnahme [8] entnommen werden. Fehlende Abmessungen können durch vereinfachtes Aufmaß ermittelt werden.

Mindestwärmeschutz und Feuchteschutz

Ziel des Mindestwärmeschutzes ist, die Gesundheit der Bewohner eines Gebäudes durch ein gesundes Raumklima zu schützen sowie Schäden an Bauteilen durch Feuchte und Schimmel zu vermeiden.

Um einen ausreichenden Mindestwärmeschutz gewährleisten zu können und das Risiko der Schimmelpilzbildung durch konstruktive Maßnahmen zu verringern, müssen Bauteile ein ausreichend hohes Wärmedämmniveau und Bauteilanschlüsse unter bestimmten Randbedingungen eine ausreichend hohe Oberflächentemperatur aufweisen.

Für Fenster, Fenstertüren und Rollläden und deren Anschlusssituation an angrenzende Bauteile bedeutet dies, dass Rahmen von Fenstern maximal einen Wärmedurchgangskoeffizienten $U_f \leq 2{,}9$ W/(m²·K) aufweisen dürfen und Verglasungen nach DIN 4108-2 [7] mindestens aus Isolierglas oder mit Zweifachverglasung auszuführen sind. Die Schnittstellen zwischen Fenster bzw. Fenstertür und Baukörper, Rollladenkasten und Baukörper sowie Rollladenkasten und Fensterprofil müssen eine ausreichend hohe Oberflächentemperatur aufweisen.

Nach DIN EN ISO 13788 [17] ist eine vorübergehende Tauwasserbildung auf Fenstern in kleinen Mengen erlaubt, wenn es zu keinen Schäden an angrenzenden Bauteilen führt. Das heißt beispielsweise, dass abfließendes Tauwasser zu keiner Schimmelpilzbildung im angrenzenden Putz führen darf.

Der Nachweis von ausreichend hohen Oberflächentemperaturen erfolgt hierbei über die Berechnung des dimensionslosen Temperaturfaktors f_{Rsi}, welcher anhand von Wärmebrücken-Berechnungen nach DIN EN ISO 10211 [10] unter Ansatz der Rechenrandbedingungen des Beiblatts 2 der DIN 4108 [11] bestimmt wird und wie folgt berechnet wird:

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

mit

θ_{si}	[°C]	Temperatur am Punkt der Innenoberfläche
θ_e	[°C]	Außenlufttemperatur
θ_i	[°C]	Innenlufttemperatur

Der Nachweis des Temperaturfaktors f_{Rsi} erfolgt wiederum anhand von Wärmebrücken-Berechnungen. Bei Einhaltung des Temperaturfaktors $f_{Rsi} \geq 0{,}7$ (entspricht einer Oberflächentemperatur von mindestens 12,6 °C) wird sichergestellt, dass bei üblichem Nutzerverhalten (ausreichende Belüftung des Raumes und weitestgehend ungehinderte Luftzirkulation an der Außenwandoberfläche) keine Schimmelpilzbildung oder Tauwasserbildung auftritt. Daher ergibt sich ein raumseitiger Wärmeübergangswiderstand von $R_{si} = 0{,}13$ m²·K/W im Bereich der Fenster. An sonstigen Außenbauteilen, wie beispielsweise Außenwände und Rollläden, wird ein erhöhter raumseitiger Wärmeübergangswiderstand von $R_{si} = 0{,}25$ m²·K/W in Ansatz gebracht. Dies entspricht gemäß dem Fachbericht zur DIN 4108-8 [18] in etwa dem Wert, der sich durch die Behinderung des Wärmeübergangs, hervorgerufen durch leichte Gardinen, einstellt.

Vorsatzkästen und (Mini-) Aufsatzkästen, die vor Verbreiterungen angebracht werden, müssen einen Wärmedurchlasswiderstand R von mindestens 1,0 m²·K/W aufweisen. Dies entspricht bei horizontalem Wärmestrom einem Wärmedurchgangskoeffizienten U ≤ 0,85 W/(m²·K). An Schnittstellen der Verbreiterung muss ebenfalls ein Temperaturfaktor f_{Rsi} ≥ 0,7 eingehalten werden.

Die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz von Fenstern und Fenstertüren im Anschlussbereich sind in der folgenden Darstellung zusammengefasst.

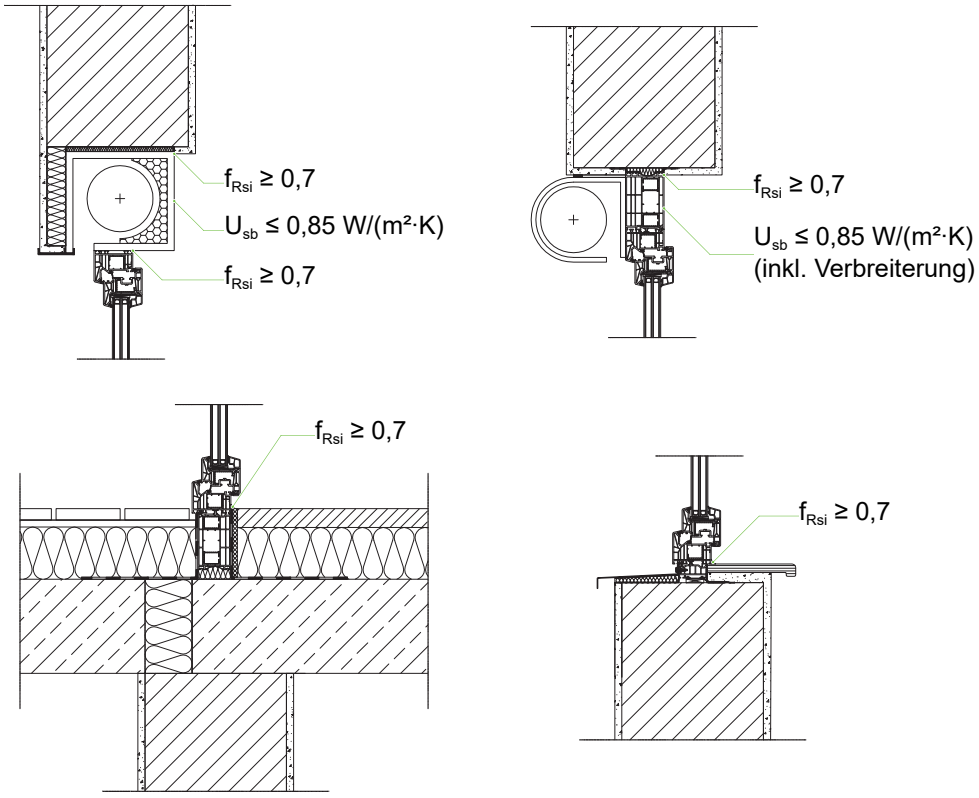


Bild B1.2 Anforderungen an den Mindestwärmeschutz; oben links: oberer Anschluss Fenster an Rollladenkasten, oben rechts: oberer Anschluss Fenster mit Vorbaurollladenkasten; unten links: unterer Anschluss Fenstertür; unten rechts: unterer Anschluss Fensterbrüstung

Bei der Ausbildung der Anschlussfuge zwischen Fenster und Außenwand ist darauf zu achten, dass es zu keinem unkontrollierten Wassereintritt durch Schlagregen kommt. Der Wassergehalt der angrenzenden Baustoffe darf kritische Grenzwerte nicht überschreiten. Wasser durch Schlagregen muss planmäßig abgeführt werden, ebenso wie anfallendes Tauwasser innerhalb der Konstruktion [2]. Zusätzlich ist eine Tauwasserbildung innerhalb der Anschlussfuge zu vermeiden, wenn diese zu Materialschädigungen oder Einschränkungen der Funktionstüchtigkeit führt.

Wärmebrücken

Wärmebrücken sind Schwachstellen in der Gebäudehülle, die einen erhöhten Wärmeverlust aufweisen. Hierdurch kommt es zu einem höheren Energieverbrauch und außerdem zu geringeren Oberflächentemperaturen auf der Rauminnenseite des Bauteils, die zu Tauwasserausfall oder sogar zu einer Schimmelpilzbildung führen können.

Im Allgemeinen wird zwischen geometrischen und materialbedingten Wärmebrücken unterschieden.

Geometrische Wärmebrücken entstehen, wenn die wärmeaufnehmende Fläche der Innenseite des Gebäudes kleiner ist als die wärmeabgebende Fläche auf der Außenseite; beispielsweise bei Gebäudeaußenecken (siehe Bild B1.3).

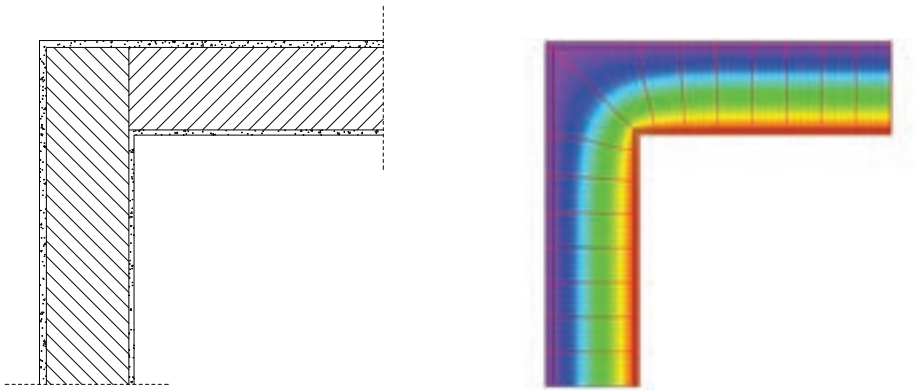


Bild B1.3 Geometrische Wärmebrücke

Als materialbedingte Wärmebrücken werden Stellen in der Konstruktion bezeichnet, die durch eine Änderung der Wärmeleitfähigkeiten innerhalb des Bauteils gekennzeichnet sind; beispielsweise bei Stahlbetonstützen in der Außenwand (siehe Bild B1.4).

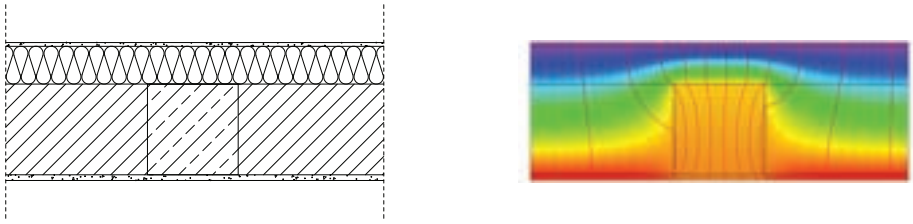


Bild B1.4 Materialbedingte Wärmebrücke

An Gebäuden kommt es oftmals zu einer Überlagerung beider Effekte. Beispielsweise handelt es sich bei einem Ortganganschluss um eine derartige Überlagerung (siehe Bild B1.5).

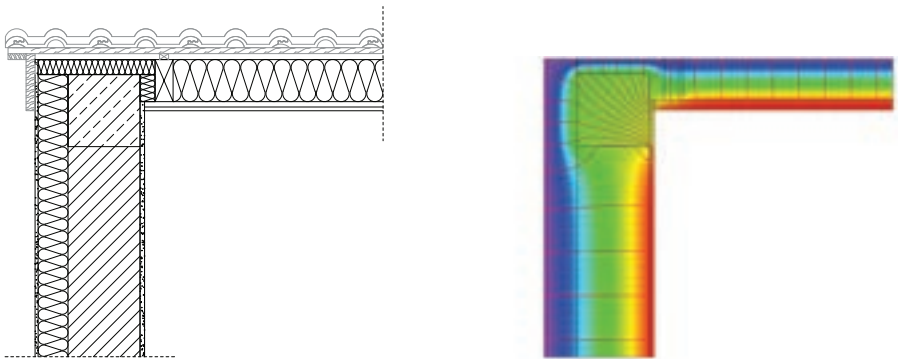


Bild B1.5 Beispiel einer sowohl geometrischen als auch materialbedingten Wärmebrücke

Zusätzlich wird zwischen punktförmigen und linienförmigen Wärmebrücken unterschieden.

Eine punktförmige Wärmebrücke beschreibt eine auf einen Punkt bezogene Störung der thermischen Hülle. Dämmungsdurchstoßende Stützen oder Dübel sind hierfür Beispiele. Der punktförmige Wärmedurchgangskoeffizient χ beschreibt für derartige Fälle die punktuellen energetischen Verluste.

Linienförmige Wärmebrücken sind hingegen Störungen der Gebäudehülle, die bezogen auf eine bestimmte Länge auftreten. Beispiele hierfür sind Deckeneinbindungen, Fensterlaibungen oder Balkonanschlüsse. Diese werden mithilfe des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ψ beschrieben.

Die Berechnung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ψ erfolgt anhand von Wärmebrücken-Berechnungen nach DIN EN ISO 10211 [10] mit den Rechenrandbedingungen des Beiblatts 2 der DIN 4108 [11] mit nachstehender Gleichung:

$$\Psi = L_{2D} - \sum_{j=1}^{N_j} U_j \cdot l_j$$

mit

L_{2D}	[W/(m·K)]	thermischer Leitwert aus einer 2D-Berechnung des die beiden betrachteten Räume trennenden Bauteils
U_j	[W/(m²·K)]	Wärmedurchgangskoeffizient des die beiden Räume trennenden 1D-Bauteils j
l_j	[m]	Länge, für die der Wert U_j gilt

Für die thermische Bewertung von Fensteranschlüssen bietet das Beiblatt 2 der DIN 4108 [11] einen vereinfachten Ansatz über ein Ersatzsystem, welches an einen Holzrahmen IV68 angelehnt ist. Hierdurch wird der Aufwand zur Modellierung im Wärmebrückenprogramm minimiert. Das Ersatzsystem besteht aus einer 70 mm dicken, homogenen Schicht mit einer Wärmeleitfähigkeit λ_{eq} = 0,13 W/(m·K) und wird anstelle des Fensters in das Modell eingesetzt. Die Bauanschlussfuge wird als 10 mm breite Schicht mit einer Wärmeleitfähigkeit λ = 0,04 W/(m·K) modelliert. Die Ersatzmaske ist am Beispiel einer außengedämmten Außenwand für einen Laibungsanschluss in Bild B1.6 gezeigt.

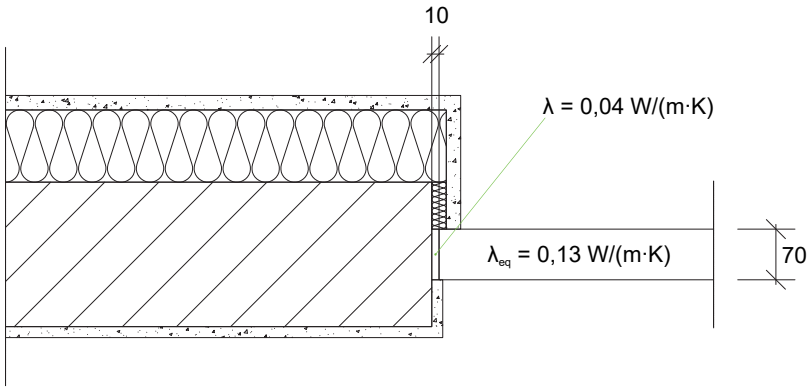


Bild B1.6 Darstellung der anzusetzenden Ersatzmaske für Fenstersysteme nach Beiblatt 2 der DIN 4108 [11]

Alternativ kann zur Ermittlung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ψ und des Temperaturfaktors f_{Rsi} eine detaillierte Modellierung auf Grundlage von DIN EN ISO 10077-2 [15] in Verbindung mit DIN EN ISO 10211 [10] erfolgen. Die detaillierte Berechnung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten für Fensteranschluss-Situationen mit realen Fenstersystemen wird wie folgt durchgeführt:

$$\Psi = L_{2D,gesamt} - \left(U_{Wall} \cdot l_{Wall} + L_{2D,mod.window} \cdot \left(\frac{l_{mod.window} + l_x}{l_{mod.window}} \right) \right)$$

mit

ψ	[W/(m·K)]	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient
$L_{2D, gesamt}$	[W/(m·K)]	thermischer Leitwert des gesamten berechneten Anschlusses, aus zweidimensionaler Berechnung
U_{Wall}	[W/(m²·K)]	Wärmedurchgangskoeffizient der Wand
l_{Wall}	[m]	Länge für U_{Wall}
$L_{2D, mod.window}$	[W/(m·K)]	thermischer Leitwert über das modellierte Fenstersystem inklusive Glaspaket aus zweidimensionaler Berechnung
$l_{mod.window}$	[m]	Länge für $L_{2D, mod.window}$, d. h. Länge des Fensters im berechneten Modell
l_x	[m]	Länge der Einbaufuge und, falls vorhanden, zusätzlicher Anschluss- oder Verbreiterungsprofile und/oder Aufsatz- oder Vorsatzelemente im berechneten Modell

Die in Ansatz zu bringenden Längen sind im Bild B1.7 gezeigt.

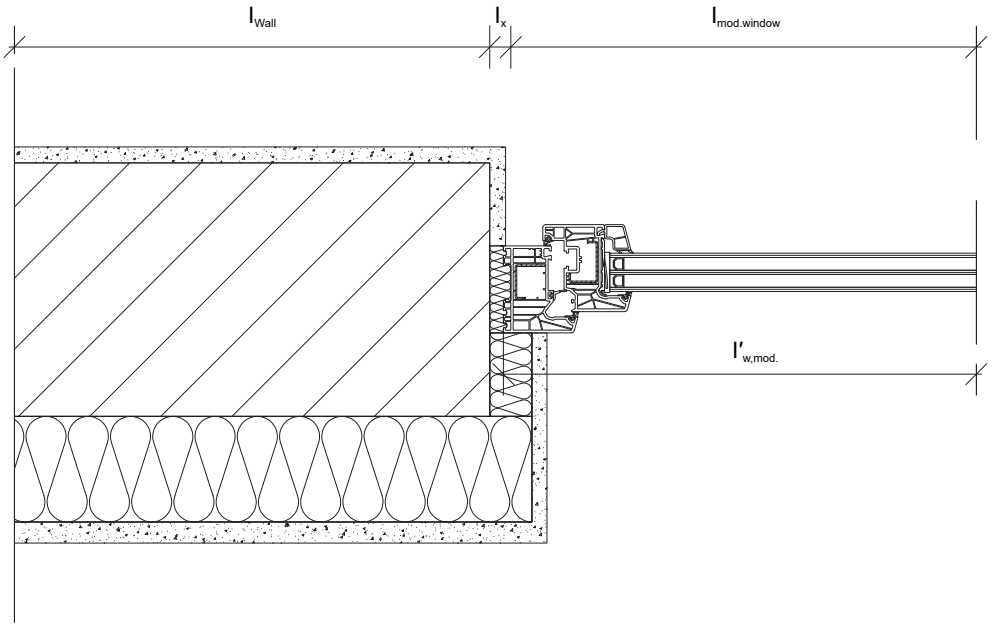


Bild B1.7 Darstellung der anzusetzenden Längen zur Berechnung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ψ am Beispiel eines Laibungsanschlusses

Bei der detaillierten Bewertung von Fensteranschlüssen kann entweder das reale Fenstersystem mit den jeweiligen konkreten Produkteigenschaften herangezogen werden oder alternativ die im Beiblatt 2 der DIN 4108 [11] im Anhang F gezeigten Referenzbauteile Verwendung finden.

Nachfolgend stellt Bild B1.8 das Referenzbauteil für Kunststoff-Systeme dar.

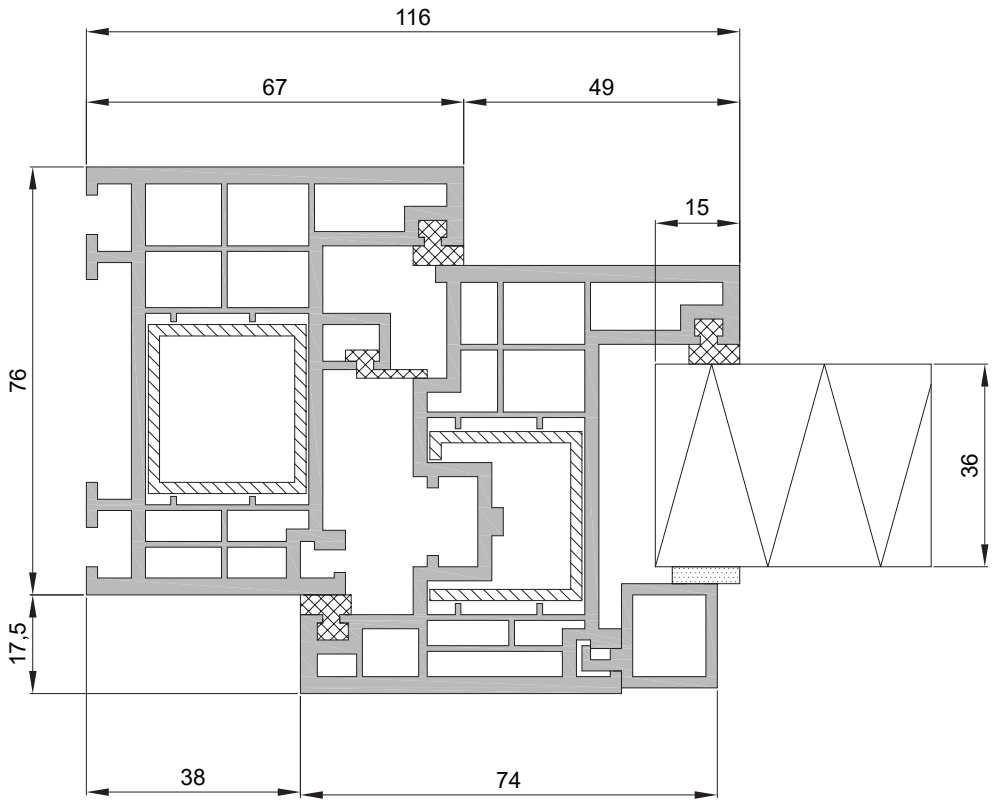
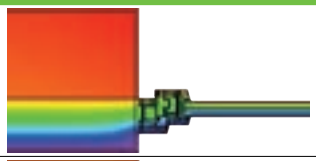
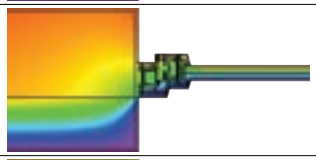
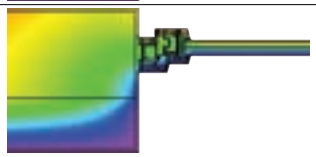


Bild B1.8 Darstellung des Referenzprofils Kunststoffrahmen gemäß Beiblatt 2 der DIN 4108 [11]

Die Lage des Fensters in der Laibung bestimmt die wärmetechnische Qualität des Anschlusses. Je nach Bauart und Einbaulage des Fensters oder der Fenstertür hat die Lage des Fensters einen entscheidenden Einfluss auf die Wärmeverluste über den Anschluss.

Eine verbesserte thermische Lage des Fensters kann bei außengedämmter Außenwand durch Verlagerung des Fensters in die Dämmebene erreicht werden. Je weiter das Fenstersystem in die Dämmebene gesetzt wird, desto geringer sind die Wärmebrückenverluste über die Anschlusssituation; der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient ψ sinkt. In Tabelle B1.4 sind beispielhaft die Ergebnisse von drei Wärmebrücken-Berechnungen für Fensteranschluss-Situationenen mit außengedämmter Außenwand gezeigt. Hier ist erkennbar, dass die Wärmeverluste mit Verlagerung des Fensters in die Dämmebene sinken.

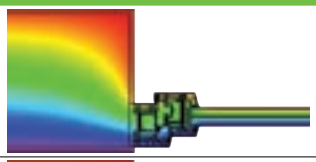
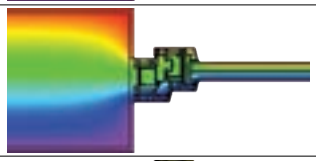
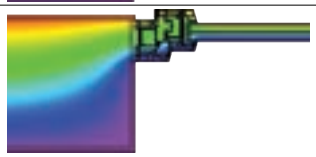
Tabelle B1.4 Wärmeverluste über den Fensteranschluss bei einer außengedämmten Wandkonstruktion bei unterschiedlicher Fensterlage

Anschluss Fenster	Temperaturverlauf	f_{Rsi} (θ_{si}) [-]	ψ-Wert [W/m·K]
in Dämmebene		0,922 (18,05 °C)	0,0068
außen in Wandbildner		0,833 (15,82 °C)	0,1403
mittig in Wandbildner		0,773 (14,32 °C)	0,4352

Bei Fensterlage in Dämmebene ist die Art der Montage im Hinblick auf den Wärmeschutz zu berücksichtigen. Werden punktuelle Befestigungen verwendet, so können diese als punktuelle Wärmebrücken vernachlässigt werden. Dies gilt beispielsweise für Montageschienen, -winkel sowie -konsolen. Abweichend davon sind bei Verwendung von umlaufenden Vorwandmontage-Systemen die produktspezifischen Wärmeleitfähigkeiten zu prüfen. Erfüllen diese nicht der im Beiblatt 2 der DIN 4108 [11] geforderten Wärmeleitfähigkeit von $\lambda \leq 0{,}035$ W/(m·K), so ist die Gleichwertigkeit des jeweiligen Anschlusses nachzuweisen.

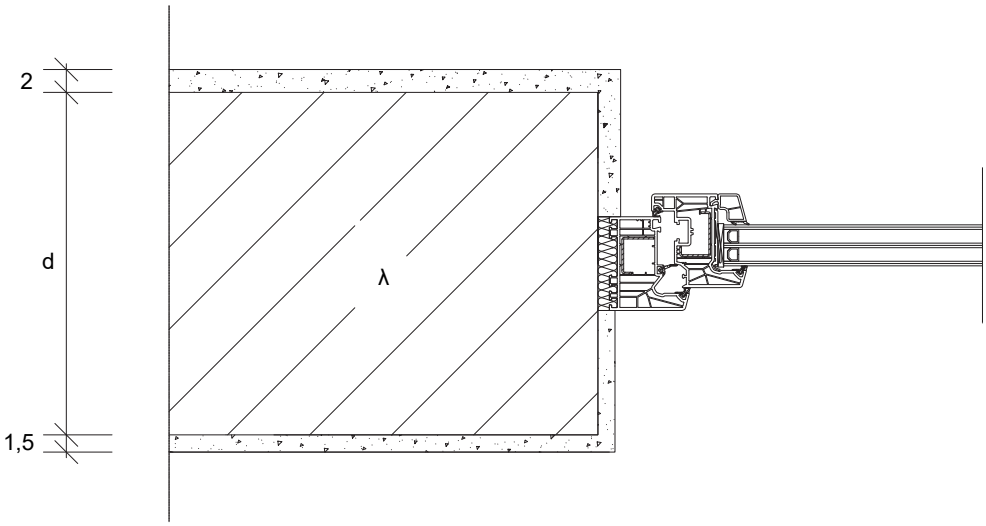
Für eine monolithische Bauweise ergibt sich jedoch eine verbesserte Fensterlage, wenn sich das Fenster bzw. die Fenstertür im mittleren Drittel der Wand befindet. In der folgenden Tabelle sind die Auswirkungen der Fensterlage bei monolithischer Außenwand auf den f_{Rsi}-Wert und ψ-Wert gezeigt.

Tabelle B1.5 Wärmeverluste über den Fensteranschluss bei einer monolithischen Wandkonstruktion bei unterschiedlicher Fensterlage

Anschluss Fenster	Temperaturverlauf	f_{Rsi} (θ_{si}) [-]	ψ-Wert [W/m·K]
stumpf in Wandbildner bei äußerer Lage		0,840 (15,99 °C)	0,0340
stumpf in Wandbildner bei mittiger Lage		0,874 (16,85 °C)	0,0183
stumpf in Wandbildner bei innerer Lage		0,897 (17,42 °C)	0,0355

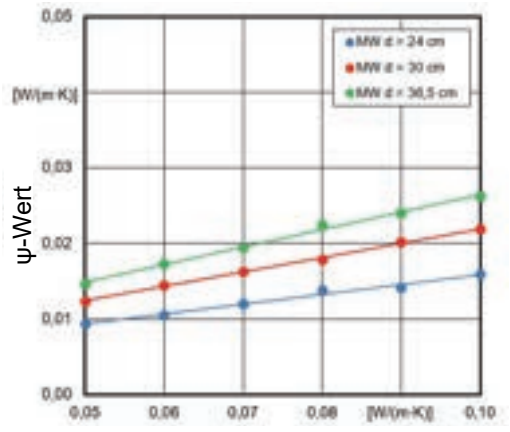
Nachfolgend wird für einen Laibungsanschluss der Einfluss der Wärmeleitfähigkeit λ für eine monolithische Bauweise gezeigt. Für den Anschluss werden der Temperaturfaktor f_{Rsi} und der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient ψ für ein Mauerwerk mit einer Wärmeleitfähigkeit zwischen 0,05 W/(m·K) und 0,10 W/(m·K) berechnet. Dabei wird zusätzlich die Dicke d der Außenwand zwischen 24 cm und 26,5 cm variiert.

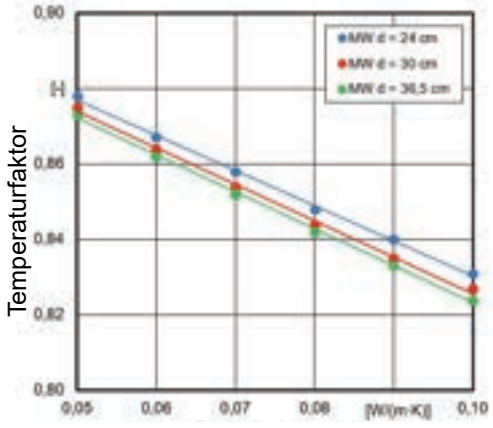
Bild B1.9 Darstellung der Rechenparameter beim Fenstersystem LivIng in Laibung bei monolithischer Bauart



Die Ergebnisse der Berechnungen der f_{Rsi}-Werte und ψ-Werte sind in den nachfolgenden Diagrammen gezeigt. Hierbei ist ersichtlich, dass mit zunehmender Wärmeleitfähigkeit λ der Außenwand die Wärmeverluste über den Anschluss zunehmen und der Temperaturfaktor f_{Rsi}, also die raumseitige Oberflächentemperatur, sinkt.

Bild B1.10 Darstellung der Berechnungsergebnisse für den Laibungsanschluss bei monolithischer Bauart in Abhängigkeit von der Wärmeleitfähigkeit des Mauerwerks





Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Fenstern

Der Wärmedurchgangskoeffizient U wird bei Bauelementen zur besseren Unterscheidbarkeit der unterschiedlichen Bauteilkomponenten mit den in Tabelle B1.6 gezeigten Indizes versehen.

Tabelle B1.6 Bedeutung der Indizes

Indizes	Bedeutung	Übersetzung
w	window	Fenster
f	frame	Rahmen
g	glas	Verglasung
D	door	Tür
p	paneel	Füllung (opak)
sb	shutter box	Rollladen

Bei Fenstern, Fenstertüren, Türen und Rollläden ergeben sich daher nachfolgend aufgeführte Begrifflichkeiten für den Wärmedurchgangskoeffizienten:

U_w	[W/(m²·K)]	Wärmedurchgangskoeffizient des Fensters
U_f	[W/(m²·K)]	Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens
U_g	[W/(m²·K)]	Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung
U_D	[W/(m²·K)]	Wärmedurchgangskoeffizient der Tür
U_p	[W/(m²·K)]	Wärmedurchgangskoeffizient der Füllung (opak)
U_{sb}	[W/(m²·K)]	Wärmedurchgangskoeffizient des Rollladenkastens
ψ_g	[W/(m·K)]	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung
ψ_p	[W/(m·K)]	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient der Füllung (opak)

Die Ermittlung von Wärmedurchgangskoeffizienten U von Fenstern, Fenstertüren, Türen und Rollläden erfolgt entweder anhand von Messungen (gemäß DIN EN ISO 12567-1 [12] für komplette Fenster und Türen, gemäß DIN EN 12412-2 [13] für Rahmenprofile und anhand von DIN EN 12412-4 [14] für Rollläden) oder anhand von Wärmebrücken-Berechnungen nach DIN EN ISO 10077-2 [15].

Die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Fenstern U_W erfolgt gemäß DIN EN ISO 10077-1 [16]. Er setzt sich zusammen aus den Wärmedurchgangskoeffizienten für Fensterrahmen U_f, für Verglasung U_g und aus dem längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten des Randverbundes ψ_g und wird nach folgender Gleichung ermittelt:

$$U_W = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_f \cdot U_f + \sum l_g \cdot \Psi_g}{\sum A_g + \sum A_f}$$

mit

U_g	[W/(m²·K)]	Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung
U_f	[W/(m²·K)]	Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens
A_g	[m²]	Fläche der Verglasung
A_f	[m²]	Fläche des Rahmens
ψ_g	[W/(m·K)]	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient infolge des kombinierten wärmetechnischen Einflusses von Glas, Abstandhalter und Rahmen

Der Ansatz der zu berücksichtigenden Flächen erfolgt gemäß Bild B1.11. Bei der Ermittlung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ψ_g bzw. ψ_p ist die sich ergebende sichtbare Länge zwischen A_g und A_f anzusetzen.

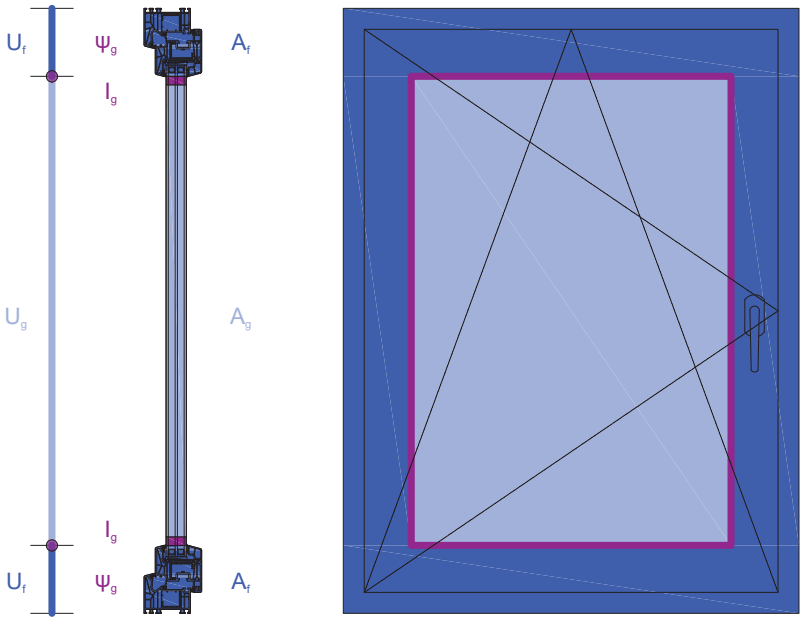


Bild B1.11 Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_w des Fensters nach DIN 10077-1 [16]

Für die Berechnung der Wärmedurchgangskoeffizienten von Fenstern und Türen werden in DIN EN 14351-1 [1] Abmessungen für Fenster und Türen zur rechnerischen Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten angegeben, die in Abhängigkeit der Fläche wie folgt definiert sind:

- Gesamtfläche ≤ 2,3 m²: Breite 1,23 m (±25 %), Höhe 1,48 m (±25 %)
- Gesamtfläche > 2,3 m²: Breite 1,48 m (±25 %), Höhe 2,18 m (±25 %)

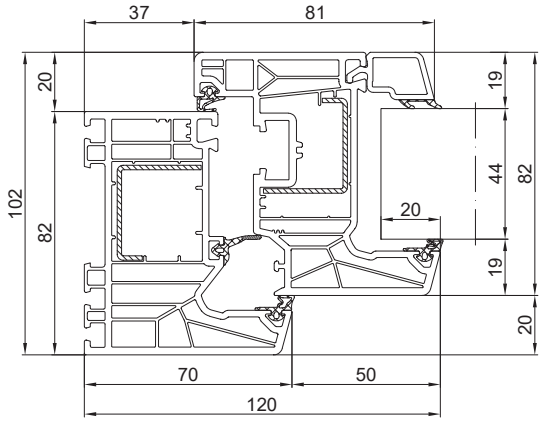
Ist der Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung U_g ≤ 1,9 W/(m²·K), können für alle Fenstergrößen die Abmessungen des Fensters für die Gesamtfläche ≤ 2,3 m² angesetzt werden. Prinzipiell ist eine detaillierte Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten von Fenstern unter Ansatz der exakten Fenstergröße natürlich immer zulässig.

Beispielrechnung

1 Detaillierte Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_w von LivIng 82 MD
Nachfolgend wird eine beispielhafte Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_w für das Schüco Fenstersystem LivIng 82 MD durchgeführt. Zur Berechnung sind folgende Daten heranzuziehen:

System	Schüco LivIng 82 MD
Ansichtsbreite	120 mm
U_f	0,96 W/(m²·K) Prüfbericht 15-002325-PR25 (PB-K20-06-de-02)

Darstellung



Blendrahmen

Querschnitt (BxD)	70 mm x 82 mm
Nummer	19411...
Aussteifungsprofil Nummer	202 715 00

Flügelrahmen

Querschnitt (B x D)	93 mm x 82 mm
Nummer	19431...
Aussteifungsprofil Nummer	202 715 00

Verglasung

Aufbau	4 / 16 / 4 / 16 / 4
Dicke Isolierglaseinheit	44 mm
U_g	0,6 W/(m²·K)

Randverbund

Bezeichnung	TGI Spacer
ψ_g	0,04 W/(m·K)

Zusammenfassung Flächen

Fensterfläche A_w (B x H)	1,23 m × 1,48 m = 1,82 m²
Glasfläche A_g	(1,23 − (2 × 0,12)) × (1,48 − (2 × 0,12)) = 1,23 m²
Profilfläche A_f	$A_w - A_g$ = 1,82 m² − 1,23 m² = 0,59 m²
Länge l_g	2 × (1,23 − (2 × 0,12)) + 2 × (1,48 − (2 × 0,12)) = 4,46 m

2 Berechnung

$$U_W = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_f \cdot U_f + \sum l_g \cdot \Psi_g}{\sum A_g + \sum A_f}$$

$$U_W = \frac{1{,}23\ m^2 \cdot 0{,}6\ \frac{W}{(m^2 \cdot K)} + 0{,}59\ m^2 \cdot 0{,}96\ \frac{W}{(m^2 \cdot K)} + 4{,}46\ m \cdot 0{,}04\ \frac{W}{(m \cdot K)}}{1{,}23\ m^2 + 0{,}59\ m^2}$$

$$U_W = \frac{0{,}738\ \frac{W}{K} + 0{,}566\ \frac{W}{K} + 0{,}178\ \frac{W}{K}}{1{,}82\ m^2}$$

$$U_W = \frac{1{,}483\ \frac{W}{K}}{1{,}82\ m^2}$$

$$U_W = 0{,}81\ \frac{W}{(m^2 \cdot K)}$$

mit

A_g	[m²]	Glasfläche
A_f	[m²]	Profilfläche
U_g	[W/(m²·K)]	Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung
ψ_g	[W/(m²·K)]	Wärmedurchgangskoeffizient des Randverbundes der Verglasung
U_f	[W/(m²·K)]	Wärmedurchgangskoeffizient der Profile
l_g	[m]	Länge

3 Ergebnis der Berechnung
Der Wärmedurchgangskoeffizient des berechneten Fenstersystems LivIng 82 MD ergibt sich unter Berücksichtigung der obenstehenden Parameter zu U_w = 0,81 W/(m²·K).

Zusätzlich kann überschläglich mit Hilfe des in DIN EN ISO 10077-1 [16] angegebenen Tabellenverfahrens der Wärmedurchgangskoeffizienten für Fenster mit einem Rahmenanteile von 20 % bzw. 30 % ermittelt werden.

Sprossen im Glas oder aufgesetzte bzw. glasteilende Sprossen können durch Zuschläge auf den Wärmedurchgangskoeffizienten des Fensters, wie in Tabelle B1.7 gezeigt, berücksichtigt werden.

Tabelle B1.7 Wärmedurchgangskoeffizient für Sprossenfenster nach DIN EN 14351-1 [1]

Beschreibung	ΔU_w [W/m²·K]
Befestigte Sprosse(n)	0,0
Einfache Kreuzsprosse im Mehrscheiben-Isolierglas	0,1
Mehrfach-Kreuzsprossen im Mehrscheiben-Isolierglas	0,2
Fenstersprosse	0,4

Sommerlicher Wärmeschutz

Ziel des sommerlichen Wärmeschutzes ist die Gewährleistung eines behaglichen Raumklimas in den Sommermonaten und die Vermeidung (bzw. Reduzierung) des Einsatzes von Energie zur Kühlung von Gebäuden.

Maßgeblichen Einfluss auf das sommerliche Wärmeverhalten von Gebäuden haben sein Standort, seine Fensterorientierung, sein Fensterflächen-Anteil, Art und Lage des Sonnenschutzes, die Art der Verglasung und das Nutzerverhalten der Bewohner.

Zu einer Verbesserung können beispielsweise eine erhöhte Lüftung in den kühleren Nachtstunden oder Sonnenschutz-Vorrichtungenen beitragen.

Bedeutend für das sommerliche Wärmeverhalten des Gebäudes ist jedoch seine Bauart. Wenn die Bauteile eine hohe Wärmespeicher-Fähigkeit aufweisen, ist es am Tag möglich, den Anstieg der Raumluft-Temperatur zu reduzieren. Massive schwere Bauteile können aufgrund der hohen Wärmekapazität die Wärme gut speichern und geben sie zeitversetzt in den Nachtstunden wieder ab.

Die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind in DIN 4108-2 [7] und in der Energieeinsparverordnung 2016 (EnEV) [5] geregelt. Bei Neubauten ist nach EnEV [5] die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes, egal ob Wohngebäude oder Nichtwohngebäude, verpflichtend. Bei Sanierungsvorhaben mit reinem Fensteraustausch bestehen keine Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz.

Bei Wohngebäuden mit geringen Fensterflächen muss der Nachweis für den sommerlichen Wärmeschutz nicht geführt werden. Ebenso, wenn der grundflächenbezogene Fensterflächen-Anteil des kritischen Raumes eines Wohngebäudes 35 % nicht überschreitet und die Fenster, die Richtung Osten, Süden oder Westen orientiert sind, mit einem außenliegenden Sonnenschutz (Abminderungsfaktor $F_C \leq 0{,}30$, bei Glas mit $g > 0{,}40$ bzw. $F_C \leq 0{,}35$ bei Glas mit $g \leq 0{,}40$) ausgestattet sind.

Liegt die Neigung der Fenster gegenüber der Horizontalen zwischen 0° und 60°, muss kein Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes geführt werden, wenn der grundflächenbezogene Fensterflächen-Anteil unter 7 % liegt.

Bei einer Neigung der Fenster gegenüber der Horizontalen zwischen 60° und 90° muss zusätzlich die Orientierung der Fenster unterschieden werden. Bei einer Orientierung Richtung Norden darf der grundflächenbezogene Fensterflächen-Anteil 15 % betragen, ohne dass ein Nachweis erforderlich ist. Bei allen anderen Orientierungen zwischen Nord-West und Nord-Ost über Süd gilt ein Grenzwert von 10 %.

In Bild B1.12 sind die Anforderungen an die Nachweisführungspflicht graphisch gezeigt.

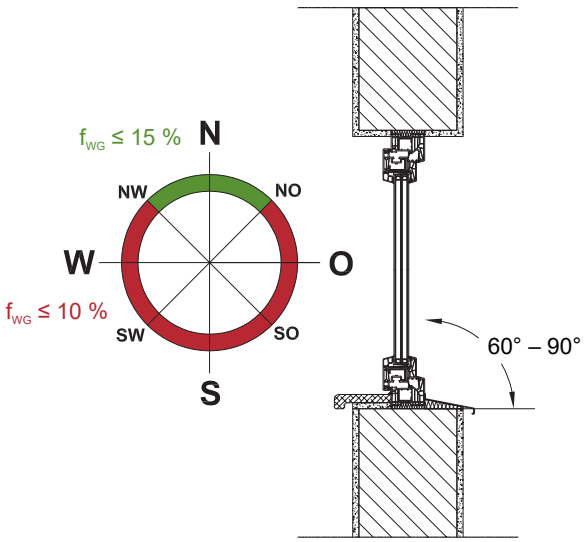
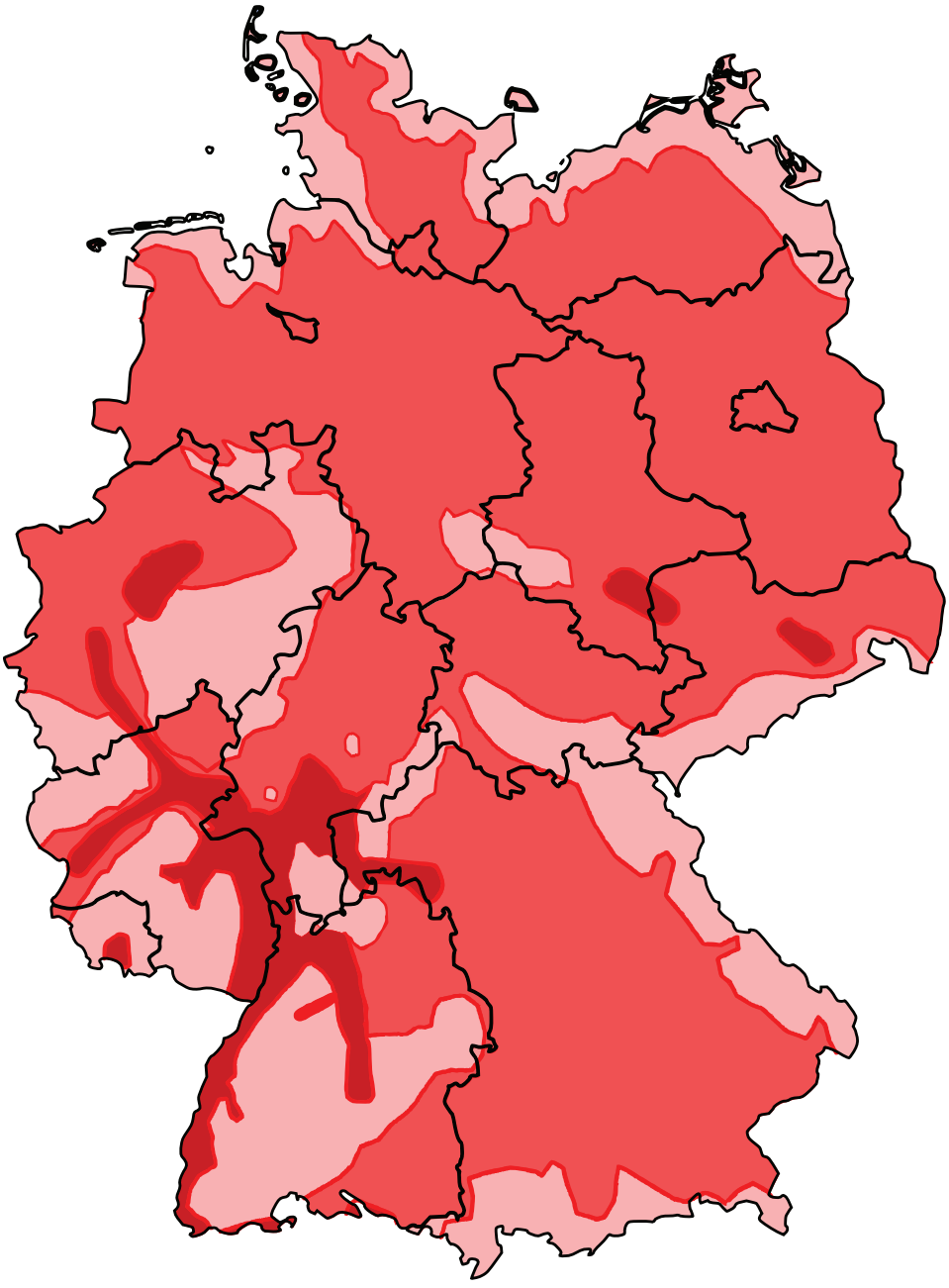


Bild B1.12 Grenzwerte des grundflächenbezogenen Fensterflächenanteils abhängig von der Fensterneigung und Orientierung

Um den regionalen Unterschieden des sommerlichen Klimas gerecht zu werden, wird die Bundesrepublik Deutschland in drei Sommerklimaregionen A, B und C eingeteilt (siehe Bild B1.13), für die gemäß DIN 4108-2 [7] unterschiedliche zulässige Innenraum-Temperaturen gelten. Hier heißt es vereinfacht: Je wärmer die Region, umso höher darf die Raumluft-Temperatur sein. Diese sind für die jeweiligen Klimaregionen in Bild B1.13 gezeigt.



Klimaregionen mit Bezugswert $\theta_{b,\,op}$ der Innentemperatur

Bild B1.13 Karte der Sommerklimaregionen

Region A mit 25 °C Region B mit 26 °C Region C mit 27 °C

Die Nachweisführung erfolgt entweder anhand dynamischer/thermischer Gebäudesimulationen oder mit dem in DIN 4108-2 [7] beschriebenen vereinfachten Kennwertverfahren.

Beim vereinfachten Verfahren ist der Nachweis eines ausreichenden, sommerlichen Wärmeschutzes erfüllt, wenn der raumbezogene Sonneneintragskennwert S den zulässigen Höchstwert des Sonneneintragskennwertes S_{zul} nicht überschreitet.

$$S < S_{zul}$$

Der Sonneneintragskennwert S wird hierbei wie folgt ermittelt:

$$S = \frac{\sum_j (A_{w,j} \cdot g_{total,j})}{A_g}$$

mit

A_w	[m²]	Fensterfläche (Ermittlung über das lichte Rohbaumaß)
g_{total}	[-]	Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung einschließlich Sonnenschutz
A_G	[m²]	Nettogrundfläche des Raumes oder des Raumbereichs

Der Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung g_{tot} wird mit nachfolgender Gleichung berechnet:

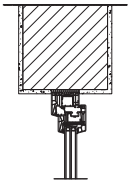
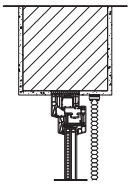
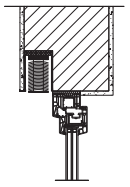
$$g_{total} = g \cdot F_c$$

mit

F_c	[-]	Abminderungsfaktor der Sonnenschutz-Vorrichtungen
g	[-]	Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung

In Tabelle B1.8 sind Werte für den Abminderungsfaktor F_c bei unterschiedlicher Verglasungsart zusammengestellt. Weitere Werte unterschiedlicher Ausführungen, beispielsweise im Hinblick auf Oberflächen (Reflexion und Transparenz) und Farbgebung (dunkel oder hell) werden in DIN 4108-2 [7] bereitgestellt oder können beim Hersteller erfragt werden. Es ist zu beachten, dass die in DIN 4108-2 [7] aufgeführten Werte für gänzlich geschlossene, außenliegende Sonnenschutz-Vorrichtungenen (Rollläden oder Jalousien) nur informationshalber aufgeführt sind und nicht zum Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes anzuwenden sind. Ein vollständig geschlossener Sonnenschutz verdunkelt den Raum so stark, dass der Energiebedarf von Kunstlicht ansteigt.

Tabelle B1.8 Anhaltswerte für den Abminderungsfaktor F_c bei zweifacher Wärmedämmverglasung

Sonnenschutz-Vorrichtungen		Abminderungsfaktor F_c in Abhängigkeit von der Verglasung		
Beschreibung	**Darstellung**	**zweifach**	**Zweifach-Sonnenschutzglas**	**dreifach**
ohne Sonnenschutz-Vorrichtungen		1,00	1,00	1,00
innen liegend oder zwischen den Scheiben		0,65 – 0,85	0,65 – 0,90	0,70 – 0,90
außen liegend		0,10 - 0,50	0,10 – 0,50	0,10 – 0,50

Die in der Tabelle B1.8 aufgeführten Sonnenschutz-Vorrichtungenen beziehen sich auf fest installierte Anlagen. Dekorative Vorhänge zählen nicht dazu.

Der maximal zulässige Wert des Sonneneintragskennwertes S_{zul} ist abhängig von der Art des Gebäudes, der Sommerklimaregion, der vorhandenen Nachtlüftung, der Bauart des Gebäudes, dem grundflächenbezogenen Fensterflächen-Anteil, der vorhandenen Verglasung, der Fensterneigung und -orientierung und dem Einsatz passiver Kühlung. Werden die Sonneneintragskennwerte dieser einzelnen Faktoren addiert, ergibt sich der zulässige Sonneneintragskennwert S_{zul}.

$$S_{zul} = \sum S_x$$

mit

S_x	[-]	anteiliger Sonneneintragskennwert

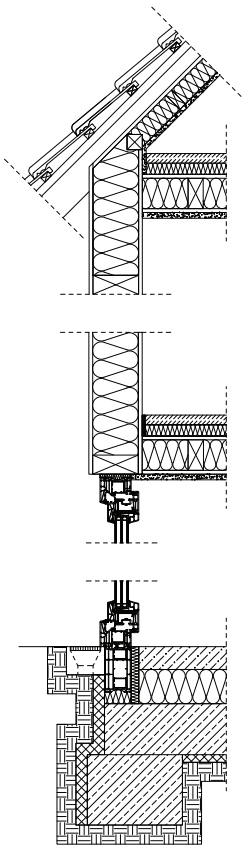
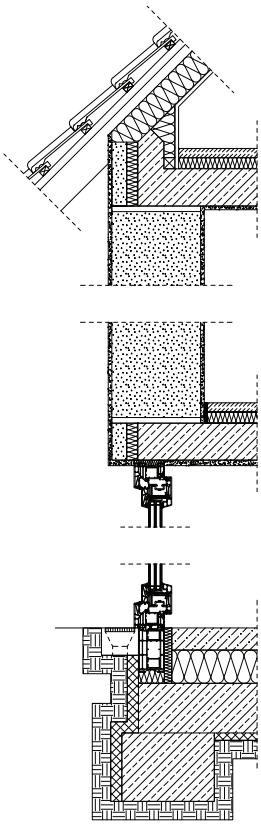
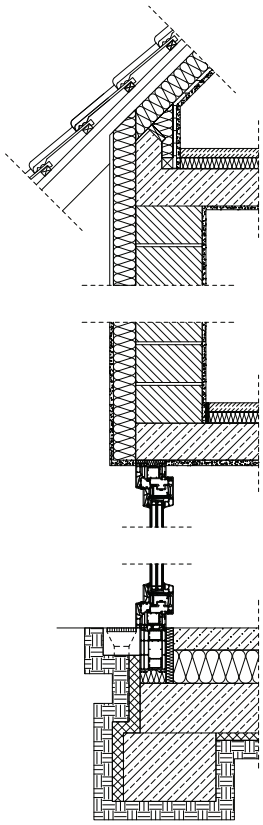
In der Tabelle B1.9 sind die Werte des Sonneneintragskennwertes S_1 für eine mittlere Bauart, abhängig von der Nachtlüftung und der Klimaregion, aufgeführt. Für leichte und schwere Bauart sind die Werte für S_1 der DIN 4108-2 [7] zu entnehmen. Grundsätzlich kann bei einer Wohnnutzung von einer erhöhten Nachtlüftung ausgegangen werden. Ist eine Lüftungsanlage mit einem nächtlichen Luftwechsel von $n \geq 2\ h^{-1}$ vorhanden, darf ebenfalls eine erhöhte Nachtlüftung angesetzt werden. Als hohe Nachtlüftung gilt die Möglichkeit einer geschossübergreifenden Lüftung für den bewerteten Raum, z. B. durch ein Treppenhaus oder ein Atrium.

Tabelle B1.9 Anteiliger Sonneneintragskennwert S_1 für mittlere Bauweise

Nutzung	Klimaregion	Nachtlüftung		
		ohne	erhöhte Nachtlüftung $n \geq 2h^{-1}$	hohe Nachtlüftung $n \geq 5h^{-1}$
Wohngebäude	A	0,080	0,114	0,160
	B	0,067	0,103	0,152
	C	0,054	0,092	0,143
Nichtwohngebäude	A	0,020	0,089	0,135
	B	0,013	0,081	0,124
	C	0,006	0,072	0,113

Die Einstufung der Bauart in „leicht“, „mittel“ oder „schwer“ kann vereinfacht über Tabelle B1.10 erfolgen, wobei es sich bei der leichten Bauweise um den reinen Holzbau, bei der mittleren um Außenwände aus Porenbeton mit massiven Deckenkonstruktionen und bei der schweren Bauweise um Stahlbeton-Außenwände oder schweres massives Mauerwerk mit massiven Deckenkonstruktionen handelt.

Tabelle B1.10 Darstellung der Bauarten „leicht“, „mittel“ und „schwer“

leicht	mittel	schwer
		

Bei Mischbauweisen kann die detaillierte Bestimmung der Bauart nach DIN 4108-2 [7] erfolgen. Eine schwere Bauart wird als diese definiert, wenn die Außen- und Innenbauteile eine Rohdichte ≥ 1.600 kg/m³ aufweisen und die Decken als Stahlbetondecken und nicht als abgehängte oder thermisch abgedeckte Decken ausgeführt werden. Außerdem sind die Außenbauteile nicht innengedämmt und keine Räume mit einer Raumhöhe > 4,5 m vorhanden.

Für eine mittlere Bauweise gelten dieselben Eigenschaften wie für eine schwere Bauweise, die Rohdichte der Innen- und Außenbauteile muss allerdings eine Rohdichte von 600 kg/m³ ≤ ρ ≤ 1.600 kg/m³ aufweisen. Ist keine der oben genannten Faktoren erfüllt, ist ohne einen Nachweis der wirksamen Wärmekapazität C_{wirk} von einer leichten Bauart auszugehen.

Für eine genauere Betrachtung wird die wirksame Wärmekapazität C_{wirk}, wie in DIN 4108-2 [7] beschrieben, durch die Nettogrundfläche A_G dividiert.

Liegt dieser Wert unter 50 Wh/(K·m²) handelt es sich um eine leichte Bauart.
Wenn 50 Wh/(K·m²) ≤ C_{wirk} / A_G ≤ 130 Wh/(K·m²) liegt eine mittlere Bauart vor und bei C_{wirk} / A_G > 130 Wh/(K·m²) kann die Bauart als schwer eingestuft werden.

Der anteilige Sonneneintragskennwert S_2 betrachtet den grundflächenbezogenen Fensterflächen-Anteil und errechnet sich wie folgt:

$$S_2 = a - b \cdot f_{WG}$$

$$f_{WG} = \frac{A_W}{A_G}$$

mit

f_{WG}	[-]	grundflächenbezogener Fensterflächen-Anteil
A_w	[m²]	Fensterfläche
A_G	[m²]	Nettogrundfläche
a	[-]	0,06 für Wohngebäude; 0,03 für Nichtwohngebäude
b	[-]	0,231 für Wohngebäude, 0,115 für Nichtwohngebäude

Für Fenster mit Sonnenschutzglas mit g ≤ 0,4 kann ein Wert S_3 = 0,03 angenommen werden. Ist eine Sonnenschutz-Vorrichtung vorhanden, die diffuse Strahlung permanent reduziert und dadurch g_{tot} ≤ 0,4 erreicht wird, darf ebenfalls S_3 = 0,03 angesetzt werden.

Der anteilige Sonneneintragskennwert S_4 berücksichtigt die Fensterneigung und kann mit folgenden Gleichungen berechnet werden:

$$S_4 = -0{,}035 \cdot f_{neig}$$

$$f_{neig} = \frac{A_{W,neig}}{A_{W,gesamt}}$$

mit

$A_{W, neig}$	[m²]	geneigte Fensterfläche
$A_{W, gesamt}$	[m²]	gesamte Fensterfläche

Der anteilige Sonneneintragskennwert S_5 betrachtet die Nord-orientierten Fensterflächen-Anteile und wird mithilfe des Faktors f_{nord} ermittelt. Er ist wie folgt definiert:

$$S_5 = 0{,}10 \cdot f_{nord}$$

$$f_{nord} = \frac{A_{W,nord}}{A_{W,gesamt}}$$

mit

$A_{W, nord}$	[m²]	Nord-; Nordost- oder Nordwest-orientierte Fensterfläche mit einer Neigung > 60° gegenüber der Horizontalen, außerdem Fensterflächen die dauerhaft durch das Gebäude selbst verschattet sind
$A_{W, gesamt}$	[m²]	gesamte Fensterfläche

Der Einsatz passiver Kühlung wird durch den anteiligen Sonneneintragskennwert S_6 berücksichtigt. Dieser beträgt für eine leichte Bauart 0,02, für eine mittlere Bauart 0,04 und für eine schwere Bauart 0,06.

Schall

Als Schall werden mechanische Schwingungen in einem anregbaren Medium wie Luft (oder auch Feststoffe oder Wasser) bezeichnet, welche sich als Schall- und Druckwellen ausbreiten.

Schalldruckpegel als Maß der Stärke eines Geräusches, werden ab etwa 10 dB(A) wahrgenommen und ab etwa 120 dB(A) als Schmerz empfunden. Eine Erhöhung des Schalldruckpegels um 10 dB(A) entspricht einer Verdopplung der empfundenen Lautstärke. In Bild B1.14 sind Beispiele unterschiedlicher Geräuschquellen mit deren A-bewertetem Schalldruckpegel gezeigt. So liegt der maximale Schalldruckpegel eines normalen Gesprächs bei 1 m Abstand bei etwa 60 dB(A) und bei einem vorbeifahrenden Güterzug mit 100 km/h in 25 m Abstand bei ca. 90 dB(A).

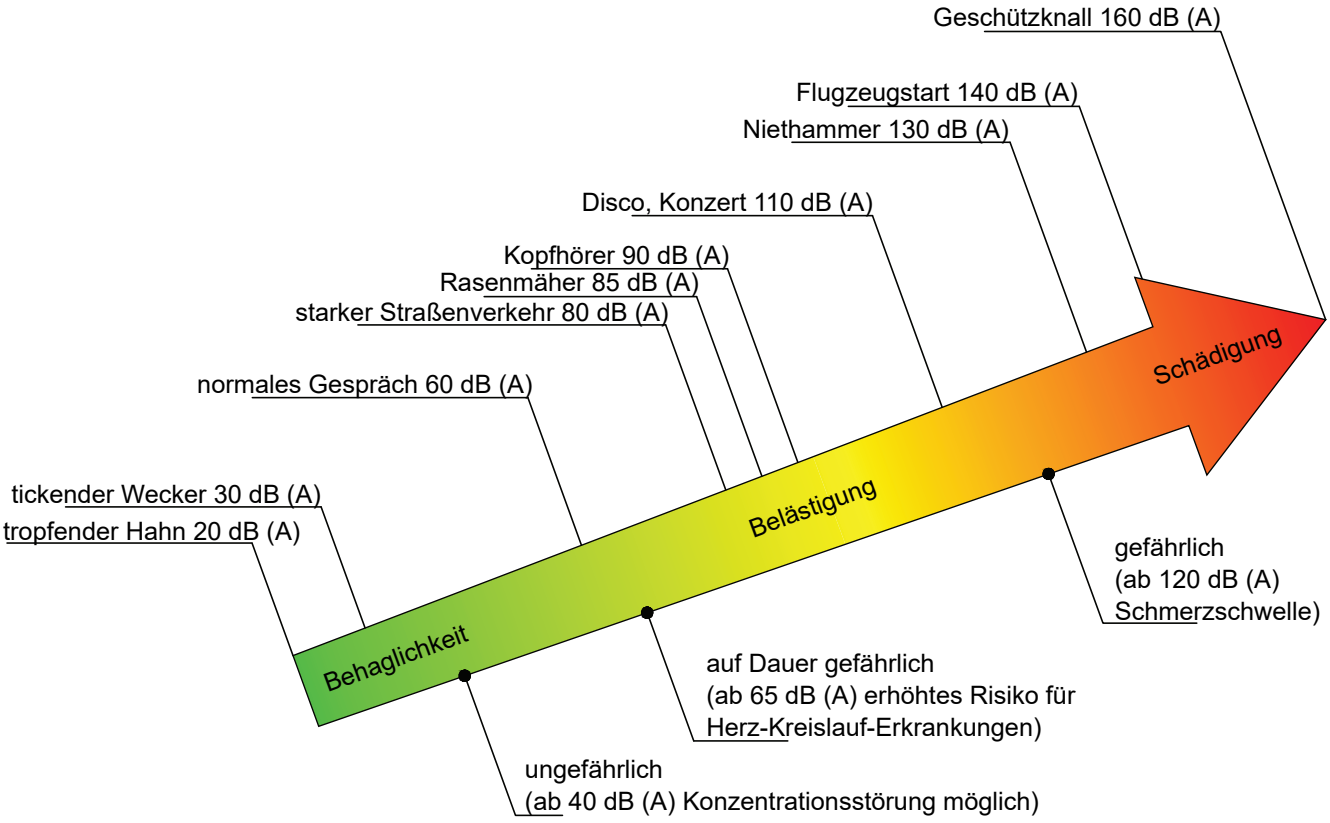


Bild B1.14 Geräuschquellen

Wann ein Geräusch als störend, belästigend oder sogar unangenehm bis schmerzhaft empfunden wird, ist vom subjektiven Empfinden eines Menschen abhängig und darüber hinaus durch zusätzliche Faktoren, wie die jeweilige Situation, in der das Geräusch auftritt (z. B. Musik auf einer Party) oder persönliche Interessen beeinflusst.

Rechtliche Anforderungen an den Schallschutz

In Deutschland werden die bauordnungsrechtlichen Anforderungen (einzuhaltende Mindestanforderungen) an den baulichen Schallschutz in den jeweiligen Landesbauordnungen, die wiederum auf die Normenreihe der DIN 4109 [9] verweisen, formuliert. Bei den bauordnungsrechtlichen Anforderungen handelt es sich ausschließlich um ein Schallschutzniveau, das die Gesundheit von Personen bewahrt und zufriedenstellende Nachtruhe-, Freizeit- und Arbeitsbedingungen sicherstellt.

Hierbei kann nicht erwartet werden, dass Geräusche von außen oder aus benachbarten Räumen nicht mehr als belästigend wahrgenommen werden.

Bauordnungsrechtliche Anforderungen werden an trennende Bauteile innerhalb von Gebäuden, zwischen fremden Nutzungseinheiten (z. B. zwischen fremden Wohnungen oder fremden Arbeitsbereichen) und an Außenbauteilen gestellt – jeweils auch nur für schutzbedürftige Räume mit Aufenthaltsqualität. Diese wären z. B.:

- Wohnräume, einschließlich Wohndielen, Wohnküchen
- Schlafräume, einschließlich Übernachtungsräumen in Beherbergungsstätten
- Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien
- Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen
- Büroräume
- Praxisräume, Sitzungsräume und ähnliche Arbeitsräume

Die schallschutztechnischen Anforderungen an das Fenster werden als Anforderungswert an das gesamte Außenbauteil über das bewertete Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,\,ges}$ definiert. Dieses setzt sich aus allen Einzelbauteilen des Außenbauteils zusammen und berücksichtigt über das Anforderungsniveau unterschiedlicher Raumarten den maßgeblichen Außenlärmpegel. Die Anforderungen gelten jedoch nicht für Fluglärm.

Für Außenbauteile sind, unter Berücksichtigung der jeweiligen Raumnutzung, die in Tabelle B1.11 aufgeführten Anforderungen an die Luftschall-Dämmung einzuhalten. Davon ausgenommen sind Außenbauteile, bei denen der Pegel innerhalb des Raumes durch die darin ausgeübten Tätigkeiten nicht wesentlich durch den Außenlärm beeinträchtigt wird. Dies greift zum Beispiel dann, wenn ein Aufenthaltsraum eines Mehrfamilienhauses für alle zugänglich als Veranstaltungsraum (Feierlichkeiten oder Ähnliches) genutzt wird und daher dort bei Nutzung ein hoher Geräuschpegel herrscht. Der Außenlärmpegel wird dort höchstwahrscheinlich überhaupt nicht wahrgenommen.

Tabelle B1.11 Anforderungen an die Luftschall-Dämmung von Außenbauteilen nach [9]

Lärmpegelbereich	„Maßgeblicher Außenlärmpegel“ [dB(Aw)]	erf. $R'_{w,\ res}$ des Außenbauteils in dB nach Raumarten		
		Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien	Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume und Ähnliches	Büroräume u. Ä.
I	bis 55	35	30	keine Anforderung
II	56 bis 60	35	30	30
III	61 bis 65	40	35	30
IV	66 bis 70	45	40	35
V	71 bis 75	50	45	40
VI	76 bis 80	muss aufgrund örtlicher Gegebenheiten ermittelt werden	50	45
VII	> 80	muss aufgrund örtlicher Gegebenheiten ermittelt werden	muss aufgrund örtlicher Gegebenheiten ermittelt werden	50

Der maßgebliche Außenlärmpegel kann aus Bebauungsplänen, amtlichen Lärmkarten oder Lärmminderungsplänen entnommen werden. In Ausnahmefällen wird er durch Schallmessungen vor Ort bestimmt. Außenlärmpegel für Straßenverkehr kann darüber hinaus auch aus Verkehrsbelastungszahlen von Straßen errechnet werden.

Zivilrechtliche Anforderungen, welche zwischen den Vertragsparteien Bauherr und Planer schriftlich zu vereinbaren sind, stellen schalltechnische Empfehlungen dar und können weit über das baurechtlich geforderte Mindestmaß hinausgehen. In den meisten Fällen handelt es sich jedoch um die anerkannten Regeln der Technik. Vor allem bei Bauteilen zu fremden Wohn- oder Arbeitsbereichen formulieren diese ein erhöhtes Behaglichkeitsniveau (Wahrung der Vertraulichkeit, Erhalt eines hohen Maßes an Ruhe usw.). Zusätzlich können Empfehlungen auch im eigenen Bereich (innerhalb einer Wohnung) oder an Bauteile zu besonders lauten Räumen (zu Räumen mit Anlagentechnik) definiert werden.

Mögliche Planungsgrundlagen für einen zu vereinbarenden erhöhten Schallschutz finden sich beispielsweise im Beiblatt 2 der DIN 4109 [19], in der VDI 4100 [20] oder in der DEGA-Empfehlung 103 [21].

Schalldämmung von Fenstern

Einfluss von Lüftungseinrichtungen und/oder Rollladenkästen

Bauliche Schallschutzmaßnahmen an Außenbauteilen sind nur bei geschlossenen Fenstern und Türen wirksam. Durch zusätzliche Lüftungseinrichtungen oder auch Rollladenkästen darf die geforderte Luftschall-Dämmung nicht verringert werden. Wird sie das doch, müssen andere Bauteile dies kompensieren, d. h. die Schalldämmung der Außenwand und/oder der Fenster muss erhöht werden.

Die Schallübertragung jedes einzelnen Bauteils und Elementes bestimmt die gesamte resultierende Schallübertragung der Fassadenfläche, d. h. dass Zusatzeinrichtungen wie Lüfter (z. B. fensterintegrierte Lüfter) und Rollladenkästen (z. B. Aufsatz- und Sturzkästen) zu berücksichtigen sind. Üblicherweise werden diese Elemente durch die sogenannte bewertete Norm-Schallpegel-Differenz $D_{n,e,w}$ inklusive Angabe der Prüffläche beschrieben. Als Prüffläche wird zur Ermittlung des bewerteten Schalldämm-Maßes R_w die tatsächlich vorhandene, raumseitige Stirnwandfläche des Bauteils angesetzt.

Rollladenkästen können entweder dem Fenster oder der Außenwand zugeordnet werden. Sie sind zum einen als Fertigkästen einbaubar oder durch Einmauern oder Einbetonieren vor Ort herstellbar. Je nach Produkt kann sich der Montagedeckel (oder auch Revisionsdeckel) an unterschiedlichen Stellen, wie in der prinzipiellen Bauteildarstellung in Bild B1.15 nach VDI 2719 [22], befinden.

Die Rollladenpanzerauslass-Öffnung (E) darf dabei abzüglich des Panzers maximal 10 mm betragen, an die außenseitige Blende (A) und den oberen Abschluss (B) des Rollladenkastens werden keine konkreten Anforderungen gestellt. Bei Rollladenkästen, die ein bewertetes Schalldämm-Maß $R_w \geq 45$ dB aufweisen, sind an den Innenflächen schallabsorbierende Materialien mit einer Dicke von mindestens 20 mm (z. B. Mineralfaser-Platten) anzubringen.

Vorbauelemente (Vorsatzrollladenkasten) werden nach DIN 4109-35 [23] bei der Ermittlung der resultierenden Schalldämmung nicht berücksichtigt, da sich das Schalldämm-Maß aus dem Schalldämm-Maß der raumseitig angrenzenden Wand- oder dem der Fensterelemente ergibt.

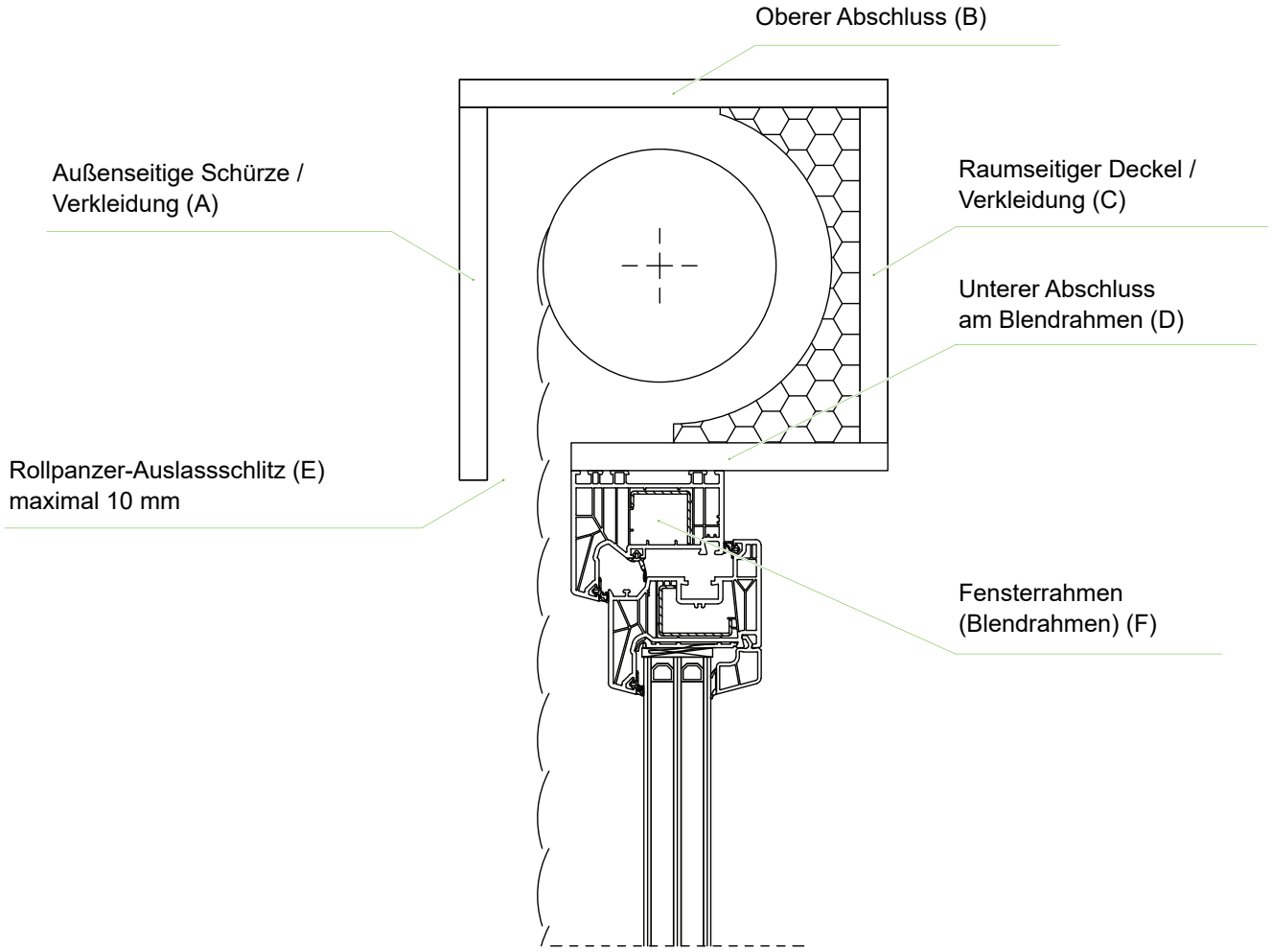


Bild B1.15 Prinzipielle Darstellung der Bauteile eines Rollladenkastens nach VDI 2719 [22]

Für den Einbau und das Abdichten der Fugen zwischen Rollladenkasten und Baukörper bzw. Blendrahmen des Fenstersystems sind die Empfehlungen nach VDI 2719 [22] sinngemäß zu beachten.

Tabelle B1.12 zeigt Ausführungsbeispiele für unterschiedliche Maßnahmen zur Erreichung von Schalldämm-Maßen R_w von Rollladenkästen in Abhängigkeit der in Bild B1.15 gezeigten Bauteilkomponenten. Weitere Ausführungsmöglichkeiten sind in DIN 4109-35 [23] gezeigt.

Tabelle B1.12 Ausführungsbeispiele für Rollladenkästen mit bewerteten Schalldämm-Maßen $R_w \geq 25$ dB nach DIN 4109-35 [23]

Ausführungsart		Bewertetes Schalldämm-Maß			
		$R_w \geq 25$ dB	**$R_w \geq 30$ dB**	**$R_w \geq 35$ dB**	**$R_w \geq 40$ dB**
Innenblende Bekleidung Montagedeckel (C)	Revision innen	Kunststoff-Stegdoppel-Platten oder Holzwerkstoff-Platten, Dicke ≥ 8 mm	Kunststoff-Stegdoppel-Platten oder Holzwerkstoff-Platten, Dicke ≥ 8 mm	Platten aus Beton, Porenbeton, Ziegel oder Bims, Dicke ≥ 50 mm oder m“≥ 30 kg/m²	Platten aus Beton, Porenbeton, Ziegel oder Bims, Dicke ≥ 50 mm oder m“≥ 30 kg/m²
	Revision über außenseitige Blende	Putzträger (z. B. Holzwolle-Leichtbauplatte, Dicke ≥ 50 mm, mit Putzdicke ≥ 5 mm)	Putzträger (z. B. Holzwolle-Leichtbauplatte, Dicke ≥ 50 mm, mit Putzdicke ≥ 5 mm)	Platten aus Beton, Porenbeton, Ziegel oder Bims, Dicke ≥ 50 mm oder m“≥ 30 kg/m²	Holzwerkstoff-Platten, z. B. Spanplatten nach DIN EN 312, Dicke ≥ 8 mm, mit erhöhter innerer Dämpfung
Unterer horizontaler Abschluss Montagedeckel (C)	Revision innen	Kunststoff-Stegdoppel-Platten oder Holzwerkstoff-Platten, Dicke ≥ 8 mm	Kunststoff-Stegdoppel-Platten oder Holzwerkstoff-Platten, Dicke ≥ 8 mm	Holzwerkstoff-Platten, z. B. Spanplatten nach DIN EN 312, Dicke ≥ 8 mm, mit erhöhter innerer Dämpfung	Platten aus Beton, Porenbeton, Ziegel oder Bims, Dicke ≥ 50 mm oder m“≥ 30 kg/m²
	Revision über außenseitige Blende	Putzträger (z. B. Holzwolle-Leichtbauplatte, Dicke ≥ 50 mm, mit Putzdicke ≥ 5 mm)	Kunststoff-Stegdoppel-Platten oder Holzwerkstoff-Platten, Dicke ≥ 8 mm	Bleche, Kunststoff-Platten	Holzwerkstoff-Platten, z. B. Spanplatten nach DIN EN 312, Dicke ≥ 8 mm, mit erhöhter innerer Dämpfung
Anschlussfuge (F)	Revision innen	Schnapp- und Steckverbindungen mit Auflage am Kopfteil	Schnapp- und Steckverbindungen mit Auflage am Kopfteil	Umlaufender Falz bzw. Nut und zusätzliche Abdichtung aller Fugen mit Dichtstoff-Profilen	Umlaufender Falz bzw. Nut und zusätzliche Abdichtung aller Fugen mit Dichtstoff-Profilen
	Revision über außenseitige Blende	Umlaufender Falz bzw. Nut	Zusätzliche Abdichtung aller Fugen mit Dichtstoff-Profilen	Schnapp- und Steckverbindungen mit Auflage am Kopfteil	Schnapp- und Steckverbindungen mit Auflage am Kopfteil

Für Rollladenkästen mit erforderlichen Schalldämm-Maßen von $R_w \geq 45$ dB können keine Aussagen getroffen werden. Hier ist eine messtechnische Ermittlung des Schalldämm-Maßes erforderlich.

In Tabelle B1.13 ist eine Übersicht bewerteter Norm-Schallpegel-Differenzen $D_{n,w}$ bzw. bewerteter Schalldämm-Maße R_w von Lüftungselementen im geöffneten, betriebsfertigen Zustand in Abhängigkeit von deren Bauart aufgeführt. Höhere Schalldämm-Maße sind möglich, wobei die Schalldämmung der Systeme durch eine Messung im Prüfstand nach DIN 52 210-6 [24] nachzuweisen sind. Die Angaben und Empfehlungen des Herstellers sind hierbei zu beachten.

Tabelle B1.13 Bewertete Norm-Schallpegel-Differenzen $D_{n,w}$ bzw. bewertete Schalldämm-Maße R_w von Lüftungselementen im betriebsfertigen (geöffneten) Zustand nach VDI 2719 [22]

Bauart	Bewertetes Schalldämm-Maß R_w [dB]	Bewertete Norm-Schallpegel-Differenz einer Lüftungseinrichtung mit 0,1 m² großer Querschnittsfläche (Prüffläche), gemessen im geöffneten Zustand $D_{n,w}$ [dB]	Bemerkungen
Kleine Baueinheit			
In Blend- und Flügelrahmen sowie auch in angrenzenden Bauteilen. Lichte Höhe der Einbauöffnung ≤ 20 mm	15 bis 25	35 bis 45	Es handelt sich um Baueinheiten mit schallabsorbierenden Maßnahmen. Die Luftvolumenströme sind über Verstellmechanismen regulierbar. Außen sind Abdeckungen und Gitter montiert. Die Geräte werden ohne und mit mechanischem Antrieb geliefert.
Mittlere Baueinheit			
In Blend- und Flügelrahmen sowie getrennt vom Fenster im Sturz-, Brüstungs- oder auch Laibungsbereich. Lichte Höhe der Einbauöffnung 50 bis 150 mm.	15 bis 25	35 bis 45	Es handelt sich um Baueinheiten mit schallabsorbierenden Maßnahmen. Die Luftvolumenströme sind über Verstellmechanismen regulierbar. Außen sind Abdeckungen und Gitter montiert. Die Geräte werden ohne und mit mechanischem Antrieb geliefert.
Große Baueinheit			
In der Regel unabhängig vom Fenster in der Brüstung, im Sturz oder auch in der seitlichen Laibung. Lichte Höhe der Einbauöffnung 150 bis 300 mm.	20 bis 35	40 bis 55	Es handelt sich um Baueinheiten mit Schallabsorptionsflächen. Die Luftvolumenströme sind über Verstellmechanismen regulierbar. Außen sind Abdeckungen und Gitter montiert. Die Geräte haben in der Regel einen mechanischen Antrieb.

Bestimmung des resultierenden Schalldämm-Maßes

Außenbauteilflächen von schutzbedürftigen Räumen bestehen in der Regel aus mehreren Teilflächen mit unterschiedlicher Schalldämmung, beispielsweise Wand, Fenster und ggf. Rollladenkästen und/oder Lüftungseinrichtungen. Die Höhe der Direktschalldämmung der gesamten Außenfläche hängt von der schallschutztechnischen Qualität des einzelnen Bauteils ab. In Bild B1.16 ist eine Außenfläche mit den jeweiligen Einzelbauteilen gezeigt. Die anzusetzende Teilfläche ist die vom Rauminneren gesehene, lichte Fläche.

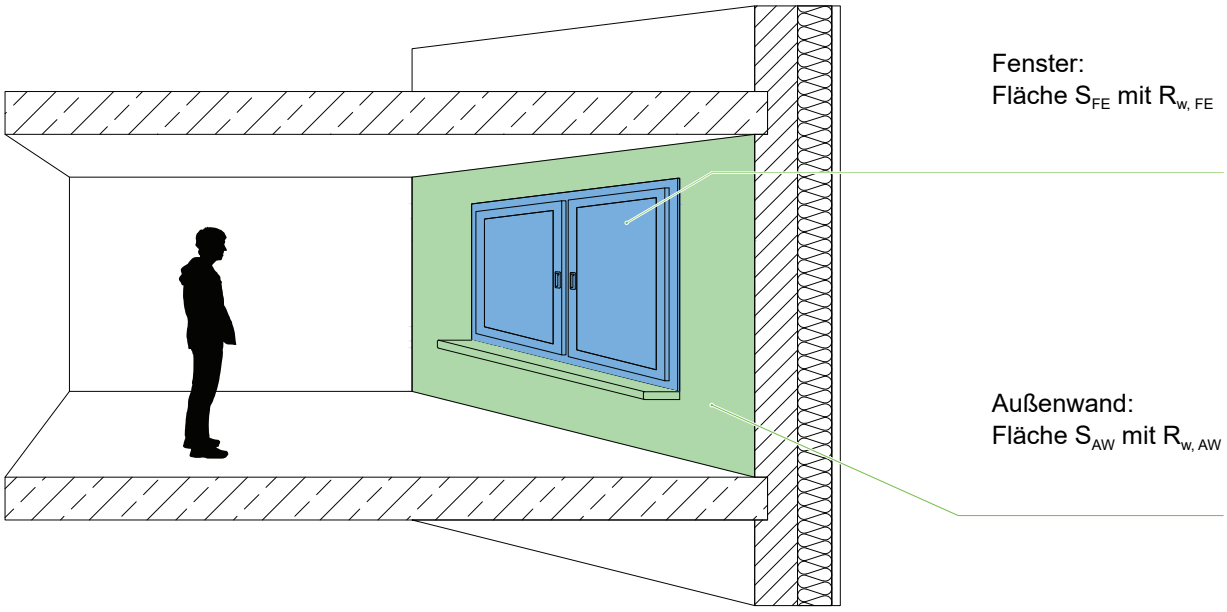


Bild B1.16 Berechnung des resultierenden Schalldämm-Maßes von Außenbauteilen verschiedener Schalldämmung

Bild B1.17 zeigt die Übertragungswege, wenn neben der direkten Schallübertragung über die Außenfläche in den Empfangsraum auch die Übertragung über flankierende Bauteile rechnerisch berücksichtigt werden müssen.

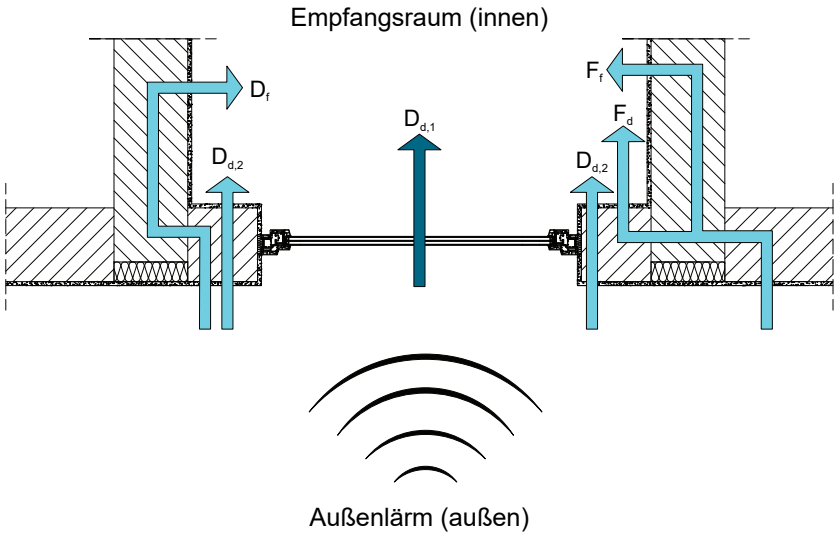


Bild B1.17 Darstellung der Übertragungswege eines Außengeräusches in einen schutzbedürftigen Empfangsraum (ER)

In vielen Fällen ist der Anteil der Flankenübertragung für den Nachweis zum Schutz gegen Außenlärm unbedeutend und für die Berechnung irrelevant. Der Anteil der flankierenden Übertragung ist daher zu prüfen. So kann diese nach DIN 4109-2 [25] vernachlässigt werden, wenn bei heute üblichen Fenstern das massive Außenbauteil ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R_w \geq 50$ dB und das gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,ges} > 40$ dB aufweist.

Der rechnerische Nachweis gilt als erfüllt, wenn das nach DIN 4109-2 [25] errechnete gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,ges}$ der Außenbauteile (inkl. Abminderung um Sicherheitsbeiwert) mindestens so groß ist, wie das geforderte gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maß erf. $R'_{w,ges}$ inkl. der Korrektur K_{AL}.

$$R'_{w,ges} - 2\ \text{dB} \geq \text{erf.}\ R'_{w,ges} + K_{AL}$$

mit

$R'_{w,ges}$	[dB]	das ermittelte gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maß der Fassade
erf.$R'_{w,ges}$	[dB]	das geforderte gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maß der Fassade
K_{AL}	[dB]	der ermittelte Korrekturwert für das erforderliche Schalldämm-Maß für den Außenlärm

Für K_{AL} gilt:

$$K_{AL} = 10 \log_{10}\left(\frac{S_S}{0{,}8 \cdot S_G}\right)$$

mit

S_S	[m²]	die vom Raum aus gesehene gesamte Fassadenfläche
S_G	[m²]	die Grundfläche des Raumes

Der Begriff „Fassade“ wird in DIN 4109-2 [25] vereinfachend für Wand- und ebenso für Dachflächen verwendet.

Der Einbau von Fenstern ist so zu planen und auszuführen, dass die Fugen das bewertete Schalldämm-Maß des Fensters R_w um nicht mehr als 1 dB verschlechtern. Es gilt folgende Faustformel als Richtwert für die Planung des Fugen-Schalldämm-Maßes $R_{S,w}$:

$$R_{S,w} = R_w + 10\ \text{dB}$$

Die oben genannte Formel bedeutet, dass die Fugen-Schalldämmung 10 dB über der Schalldämmung des Fensters liegen muss. Ist dies der Fall, kommt es zu keiner Verschlechterung des Schalldämm-Maßes des Fensters im eingebauten Zustand.

Liegt eine ungünstige Einbaulage des Fensters vor, so ist die Fuge mit dem entsprechenden bewerteten Fugen-Schalldämm-Maß $R_{S,w}$ und der entsprechenden Fläche bei der Berechnung nach DIN 4109-2 [25] zu berücksichtigen.

Die Schalldämmung von Fenstern hängt von mehreren Einflüssen ab, wie die Dichtigkeit der Fugen, der Art der Verglasung und des Rahmens. Die Einflüsse werden im Weiteren näher erläutert.

Einfluss des Rahmens

Im Hinblick auf die Schalldämmung von Fenstern (Holz, Kunststoff, Metall oder Mischkonstruktionen) ist die reine Wahl des Rahmenmaterials insoweit vernachlässigbar, da alle Materialien für alle Schallschutzklassen geeignet sind (siehe [26] und [27]). Maßgeblichen Einfluss hat eher die schalltechnische Qualität des Fenstersystems, welche durch seine Dichtheit bestimmt wird.

So weisen Fenstersysteme mit einer zusätzlichen Mitteldichtung höhere Schalldämm-Maße auf, als vergleichbare Systeme, die lediglich zwei Anschlagdichtungen haben.

Einfluss der Verglasung

Das bewertete Schalldämm-Maß von Verglasungen hängt von der Art (Einscheiben- oder Mehrscheiben-Verglasung), der jeweiligen Dicke der Scheiben, deren Anordnung (symmetrisch, asymmetrisch) und der Beschichtung ab. Bei Fenstern mit einem bewerteten Schalldämm-Maß bis zu R_w = 40 dB ist der Einfluss des Fensterrahmens gering (siehe [28] und [26]). Daher wird das Schalldämm-Maß des Fensters maßgeblich durch die Verglasung bestimmt.

Bei mehrscheibigem Glasaufbau (Mehrscheiben-Isolierverglasung) sollten die einzelnen Scheiben eine unterschiedliche Dicke, also einen asymmetrischen Aufbau aufweisen. Je asymmetrischer der Glasaufbau, bei ansonsten gleicher Gesamtglasdicke, desto höher ist in der Regel das Schalldämm-Maß der Verglasung.

Nachfolgend wird der Einfluss der Verglasung auf das bewertete Schalldämm-Maß R_w des Fenstersystems LivIng 82 MD (Flügel Art-Nr.: 19431..., Rahmen Art-Nr.: 19411...) bei Standard-Prüfmaßen von 1,23 m x 1,48 m gezeigt.

Tabelle B1.14 Übersicht über den Einfluss von Verglasungsarten auf das bewertete Schalldämm-Maß R_w am Beispiel von LivIng 82 MD

Verglasung		$R_{w,\ Verglasung}$ [dB]	R_w ($C;C_{tr}$) [dB]	Prüfbericht Nummer
Beschreibung	**Aufbau**			
Climatop Ultra N	4 / 16 / 4 / 16 / 4	k.A.	35 (-2; -6)	Schüco PW-15-0702-AU01-TA16
Climatop Acoustic 38/36	6 / 12 / 4 / 12 / 4	36	39 (-2; -6)	Schüco PW-15-0702-AU01-TA14
Climatop Acoustic 38/36	6 / 16 / 4 / 16 / 4	36	39 (-2; -6)	Schüco PW-15-0702-AU01-TA14
Climatop Acoustic 44/40	10 Float / 12 / 4 Float / 12 / 6 Float	40	42 (-2; -4)	ift 15-003642-PR01 (PB 02-A01-04-de-02)
Climatop Silence 42/42	6 / 12 / 4 / 12 / VSG 44.1 SI	42	43 (-2; -6)	Schüco PW-15-0702-AU01-TA12
Climatop Silence 44/45	8 / 12 / 4 / 12 / VSG 44.1 SI	45	45 (-1; -4)	Schüco PW-15-0702-AU01-TA10
Climatop Silence 50/50	VSG 66.2 SI / 12 / 6 / 12 / VSG 44.1 SI	50	47 (-1; -4)	Schüco PW-15-0702-AU01-TA08
Climatop Silence 50/50	12 VSG SI / 12 / 6 Float / 12 / 8VSG SI	50	47 (-1; -3)	ift 15-003642-PR01
Climatop Silence 49/52	VSG 86.2 SI / 24 / VSG 46.2 SI	52	47 (-1; -3)	Schüco PW-15-0702-AU01-TA06

Einfluss der Einbausituation

Die Einbausituation des Fensters hat einen hohen Einfluss auf das sich ergebende Schalldämm-Maß im eingebauten Zustand. So treten bei Anschluss-Situationen, bei denen die Fensterlage in oder teilweise in der Dämmebene liegen, Schall-Nebenübertragungswege auf, welche das Schalldämm-Maß erheblich reduzieren können (siehe [2]). Dies ist besonders dann zu beachten, wenn höhere Anforderungen an den Schallschutz der Fenster gestellt werden.

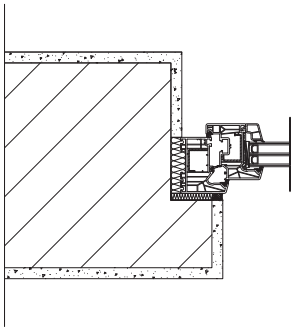
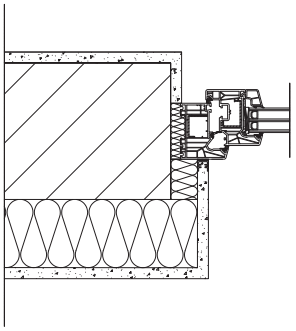
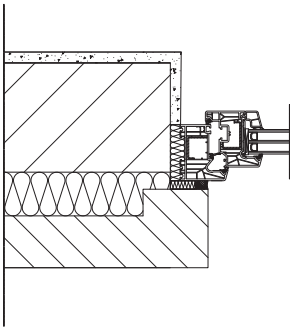
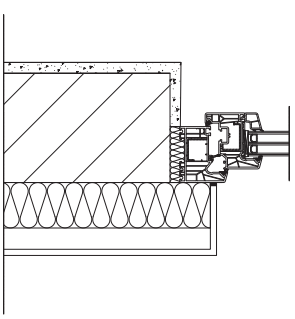
Eine raumseitige Montage des Fensters wirkt sich im Vergleich zur außenliegenden Fensteranordnung bei gleicher Bauart der Außenwand und gleicher Anschlagsart positiv auf die Schalldämmung aus.

Der Einbau von Fenstern gegen Anschlag von innen ist bei gleicher Fensterlage in der Außenwand schalltechnisch unkritischer.

Durch die Verwendung von Montagezargen lassen sich kritische Einbaulagen in der Dämmebene schalltechnisch verbessern, sodass zeitgleich Anforderungen an den Wärmeschutz und an den Schallschutz erfüllt werden.

Tabelle B1.15 zeigt eine Übersicht von unkritischen Anschlussausführungen beim seitlichen Anschluss in Abhängigkeit der Bauart der Außenwand.

Tabelle B1.15 Prinzipielle, in schalltechnischer Sicht unkritische Anschlussausführung eines Fensters in Laibung bei unterschiedlichen Bauarten der Außenwand

monolithisches Mauerwerk	Massivwand mit WDVS	zweischalige Massivwand	Massivwand mit vorgehängter Fassade
			

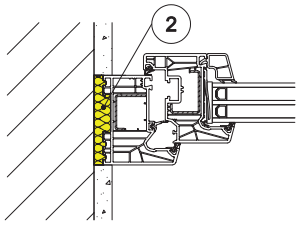
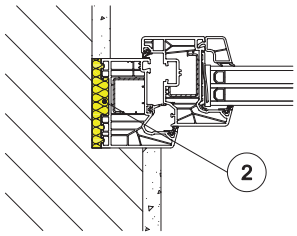
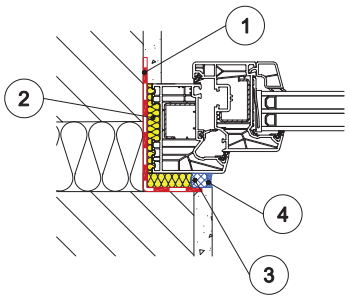
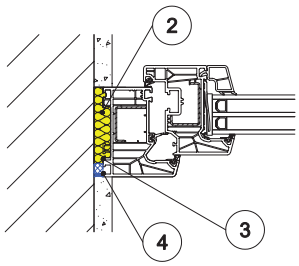
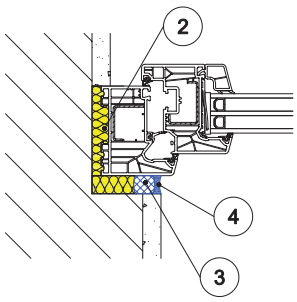
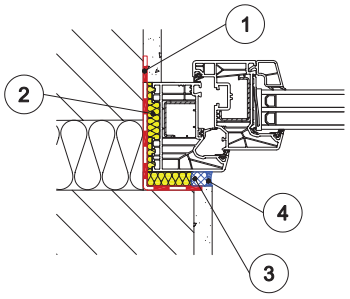
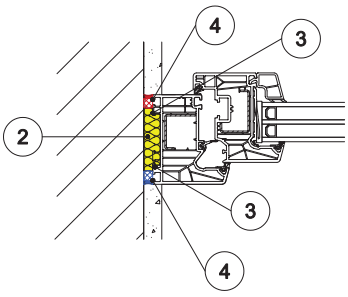
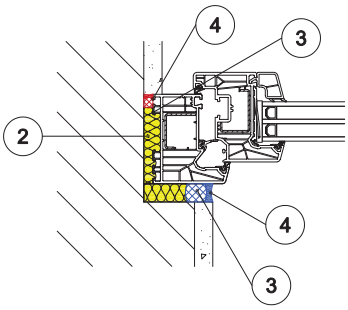
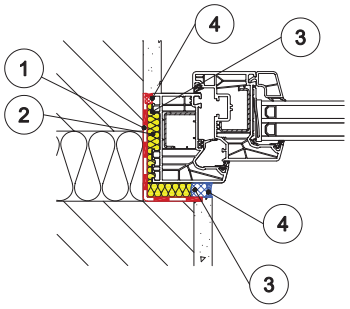
Bei ungünstiger Einbaulage muss die Fuge rechnerisch berücksichtigt werden.

Bewertung und Abdichtung von Anschlussfugen

Je nachdem, welche Schallschutzklasse erreicht werden soll, sind verschiedene Abdichtungsmaßnahmen erforderlich (siehe [22]). So reicht es für die Schallschutzklassen 1 und 2 in der Regel aus, die Anschlussfuge mit Schalldämm-Materialien auszustopfen oder auszufüllen, während zur Erreichung der Schallschutzklassen 4 und 5 zusätzlich das beidseitige Abdichten mit dauerelastischen Materialien erforderlich ist. Für die Schallschutzklasse 6 sind keine allgemeinen Angaben im Hinblick auf die Fugenabdichtung möglich.

Tabelle B1.16 zeigt eine grafische Übersicht von möglichen bzw. notwendigen Baukörper-Anschlussausbildungen für unterschiedliche Schallschutzklassen (SSK).

Tabelle B1.16 Baukörper-Anschlussausbildung unter Berücksichtigung der einzuhaltenden Schallschutzklasse der Fenster [22]

SSK	Bauart		
	Monolithisches Mauerwerk stumpfer Anschlag	Monolithisches Mauerwerk gegen Innenanschlag	Zweischalige Massivwand gegen Innenanschlag
1–2			
3			
4–5			

① Dichtfolie
② Schalldämm-Material
③ Dichtschnur
④ Dichtmittel

Wärmedämm-Verbundsysteme aus geschäumten Materialien können zu erheblichen Schall-Nebenwegen führen und somit den Schallschutz von Fenstern, insbesondere den unteren Fenstertür- bzw. Brüstungsanschluss, verschlechtern. Dies ist zwingend bei der Planung zu berücksichtigen.

Übertragung von Messergebnissen - Anzusetzende Korrekturen

Das bewertete Bau-Schalldämm-Maß R'_w, also die schalltechnische Qualität eines Fensters im eingebauten Zustand, kann weit von dem im Prüfstand gemessenen Schalldämm-Maß abweichen. Dies liegt daran, dass die Messung von Fenster- oder Fenstertür-Systemen mit Standardabmessungen 1,23 m x 1,48 m durchgeführt wird.

Diese messtechnisch ermittelten Werte müssen daher unter Anwendung von Korrekturen für abweichende Größen und/oder Öffnungsarten auf die jeweilige reale Situation übertragen werden.

Ansatz nach DIN 4109-35

DIN 4109-35 [23] berücksichtigt neben Größenkorrekturen von Fenstern bzw. Einzelscheiben auch die Bauart des Fensters in Abhängigkeit der Qualität des Systems. Dazu gehören Korrekturen für Fenster mit reduziertem Rahmenanteil < 30 %, Festverglasungen, Sprossen und Stulpfenster.

Der Wert für das bewertete Schalldämm-Maß R_w des Fensters wird wie folgt korrigiert:

$$R_{w,Fenster} = R_w + K_{AH} + K_{RA} + K_S + K_{FV} + K_{F,1.5} + K_{F,3} + K_{Sp}$$

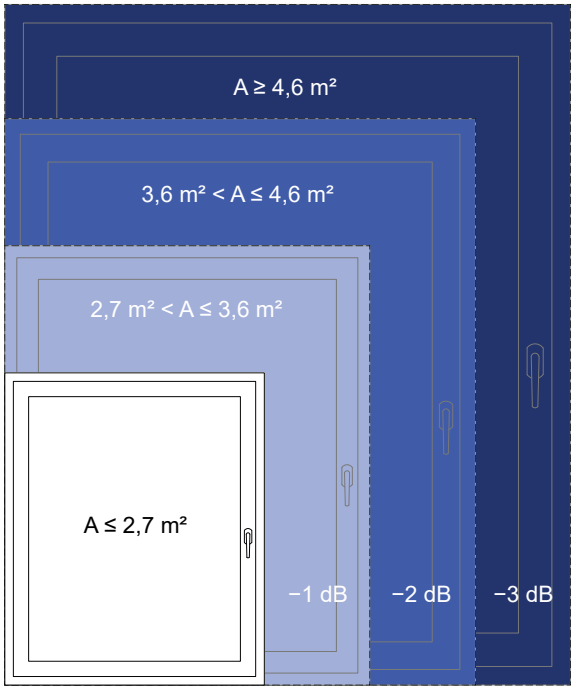
mit

R_w	[dB]	Wert für das bewertete Schalldämm-Maß des Fensters
K_{AH}	[dB]	Korrekturwert für Aluminium-Holz-Fenster; K_{AH} = −1 dB
K_{RA}	[dB]	Korrekturwert für einen Rahmenanteil < 30 % Der Rahmenanteil ist die Gesamtfläche des Fensters abzüglich der sichtbaren Scheibengröße. K_{RA} darf bei Festverglasungen nicht berücksichtigt werden.
K_S	[dB]	Korrekturwert für Stulpfenster (zweiflügelige Fenster ohne festes Mittelstück)
K_{FV}	[dB]	Korrekturwert für Festverglasungen mit erhöhtem Scheibenanteil
$K_{F, 1.5}$	[dB]	Korrekturwert für Fenster < 1,5 m²
$K_{F, 3}$	[dB]	Korrekturwert für Fenster mit Einzelscheiben > 3,0 m²; $K_{F, 3}$ = −2 dB
K_{Sp}	[dB]	Korrekturwert für glasteilende Sprossen

Ansatz nach DIN EN ISO 14351-1

DIN EN 14351-1 [1] beschränkt sich auf Korrekturwerte für Größenabweichungen. Es werden je nach prozentualer Abweichung von der Gesamtfläche bis zu 3 dB vom Prüfwert in Abzug gebracht (siehe Bild B1.18).

Bild B1.18 Flächenkorrektur für Fenster nach DIN EN ISO 14351-1 [1]



Schallschutzklassen von Fenstern

Zur vereinfachten Kennzeichnung (auch für die Auswahl und die Ausschreibung) werden Fenster nach VDI 2719 [22] in sechs Schallschutzklassen eingeteilt. Die Einteilung der Klassen erfolgt in 5-dB-Schritten des bewerteten Schalldämm-Maßes R_w.

Die Schallschutzklassen sind nachfolgend in Tabelle B1.17 gezeigt.

Tabelle B1.17 Schallschutzklassen von Fenstern nach VDI 2719 [22]

Schallschutzklasse	Bewertetes Schalldämm-Maß R'_w des am Bau funktionsfähig eingebauten Fensters [dB]	Erforderliches bewertetes Schalldämm-Maß R_w des im Prüfstand eingebauten funktionsfähigen Fensters [dB]
1	25–29	≥ 27
2	30–34	≥ 32
3	35–39	≥ 37
4	40–44	≥ 42
5	45–49	≥ 47
6	≥ 50	≥ 52

Beispielrechnung

1 Ermittlung von anzusetzenden Korrekturwerten
Nachfolgend wird an einem konkreten Beispiel die Ermittlung von Korrekturwerten für das bewertete Schalldämm-Maß R_w des Fensters ermittelt. Gefordert wird ein Fenster mit einem bewerteten Schalldämm-Maß im eingebauten Zustand von $R'_w \geq 35$ dB.

Dabei handelt es sich um eine zweiteilige Fenstertür mit dem System LivIng 82 MD mit festem Seitenteil (Abmessungen B x H = 2,6 m x 2,2 m). Das Tür-Seitenteil wird als Dreh-Kipp-Element mit Schwelle ausgeführt.

System	Schüco LivIng 82 MD, Fenstertür zweiteilig, festes Seitenteil
Abmessungen (B x H)	2,6 m x 2,2 m
Gesamtfläche A_{gesamt}	5,72 m²

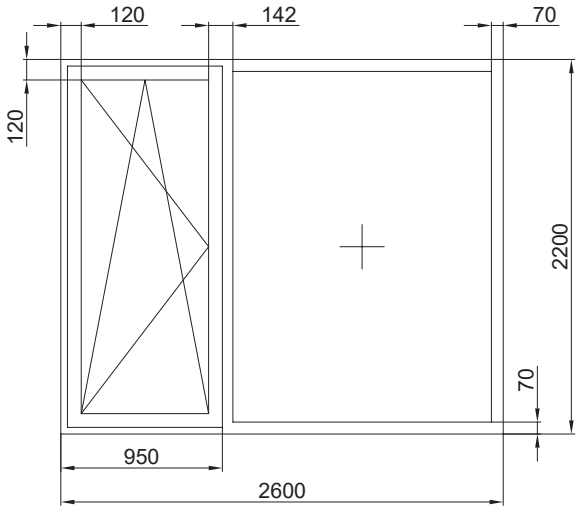
Element 1

Beschreibung	Tür mit Schwelle als Dreh-Kipp-Element
Abmessungen Element 1 (B x H)	0,95 m x 2,2 m
Fläche Element 1 $A_{w, 1}$	2,09 m²
Fläche Verglasung Element 1 $A_{g, 1}$	1,46 m²
Fläche Rahmen Element 1 $A_{f, 1}$	0,63 m²

Element 2

Beschreibung	Festes Seitenteil
Abmessungen Element 2 (B x H)	1,65 m x 2,2 m
Fläche Element 2 $A_{w, 2}$	3,63 m²
Fläche Verglasung Element 2 $A_{g, 2}$	3,16 m²
Fläche Rahmen Element 2 $A_{f, 2}$	0,47 m²

Darstellung



Es ist zu prüfen, welche Korrekturen nach DIN 4109-35 [23] anzuwenden sind. In dem hier vorliegenden Fall beträgt die Fläche des Elementes 2 3,16 m², d. h. es ist laut nachstehender Formel eine Korrektur $K_{F,3}$ für Fenster mit Einzelscheiben > 3,0 m² von −2 dB in Ansatz zu bringen. Darüber hinaus ist eine Korrektur für Festverglasungen mit erhöhtem Scheibenanteil K_{FV} von −1 dB zu berücksichtigen. Dies kann der Tabelle 1 der DIN 4109-35 [23] entnommen werden. Es ist in Summe also eine Korrektur von −3 dB einzurechnen.

$$R_{w,Fenster} = R_w + K_{AH} + K_{RA} + K_S + K_{FV} + K_{F,1.5} + K_{F,3} + K_{Sp}$$

mit

R_w	[dB]	der Wert für das bewertete Schalldämm-Maß des Fensters
K_{FV}	[dB]	der Korrekturwert für Festverglasungen mit erhöhtem Scheibenanteil
$K_{F,3}$	[dB]	der Korrekturwert für Fenster mit Einzelscheiben > 3,0 m²; $K_{F,3}$ = −2 dB

Eine zusätzliche Korrektur für die Abweichung der Elementgröße erfolgt über den Ansatz nach DIN EN ISO 14351-1 [1] (siehe Bild B1.18). Bei der vorliegenden Elementfläche von insgesamt A_{gesamt} = 5,72 m² bedeutet dies eine zusätzliche Korrektur von −3 dB.

Die gesamten Korrekturen summieren sich aus beiden Ansätzen zu −6 dB auf das geprüfte bewertete Schalldämm-Maß. Was bedeutet dies für die Auswahl des Fensters?

Liegt der Anforderungswert für das bewertete Schalldämm-Maß im eingebauten Zustand bei R'_w = 35 dB, so ist ein Fenster zu wählen, welches **nach** Abzug aller anzusetzenden Korrekturen diesen Wert mindestens erreicht.

$$\begin{aligned} R'_w &= R_w + \sum \text{Korrekturen} \\ &\text{oder umgerechnet} \\ R_w &= R'_w - \sum \text{Korrekturen} \\ R_w &= 35\ \text{dB} - (-6\ \text{dB}) \\ R_w &= \underline{41\ \text{dB}} \end{aligned}$$

2 Ergebnis
Um die Anforderung von R'_w = 35 dB einzuhalten, ist ein Fenster mit einem geprüften Schalldämm-Maß $R_w \geq 41$ dB zu wählen.

Lüftung

Die Gebäudehülle von Neubauten ist im Vergleich zu Bestandsgebäuden bei der heutigen energiesparenden Bauweise so dicht, dass oft kein ausreichender Luftwechsel stattfindet. Das kann dazu führen, dass Feuchteschäden, Schimmelpilzbefall und Schadstoffanreicherung im Rauminneren entstehen. Daher muss ein dem Gebäude (oder der Nutzungseinheit) entsprechender Mindestluftwechsel „zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung“ nutzerunabhängig sichergestellt werden, siehe EnEV [5].

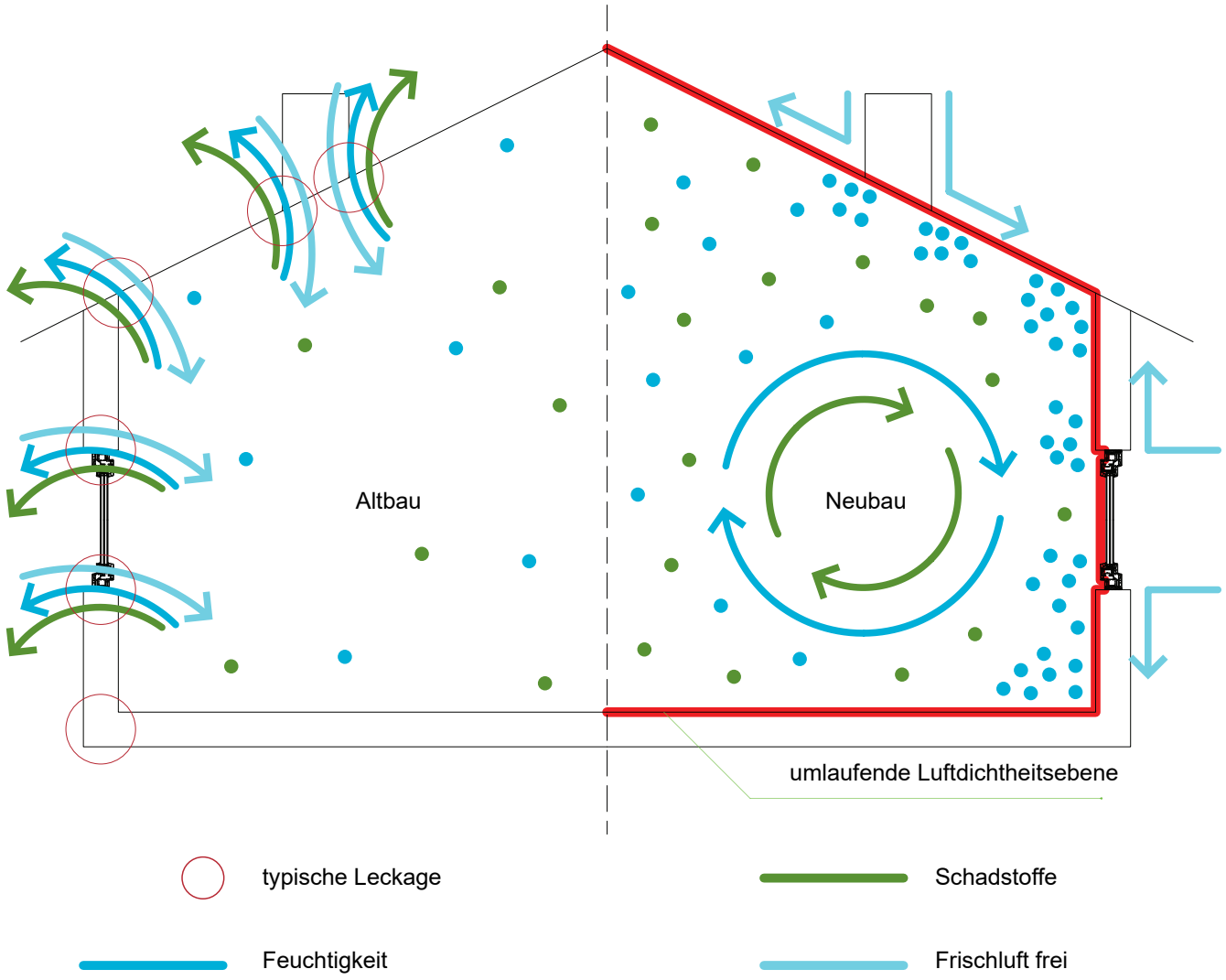
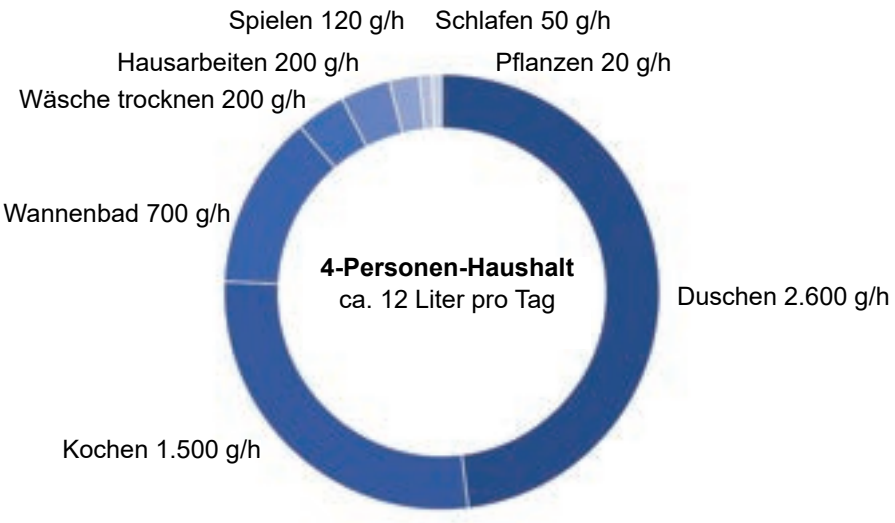


Bild B2.1 Unterschied Luftdichtheit Neubau/Altbau

Die größte Quelle für Feuchtigkeit im Gebäude ist der Mensch selbst. Durch Schwitzen und Atmen (im Schlaf immerhin 1 Liter Wasser pro Person/Nacht) gibt der Bewohner ständig Feuchtigkeit an die Raumluft ab. Tägliches Duschen, Baden oder Kochen verursachen einen Großteil der von Menschen verursachten Feuchtelast innerhalb von Gebäuden. Die Feuchteproduktion eines 4-Personen-Haushaltes kann sich pro Tag auf bis zu 12 Liter Wasser summieren.

Eine Übersicht der Feuchtequellen im Haushalt sind in Bild B2.2 gezeigt.

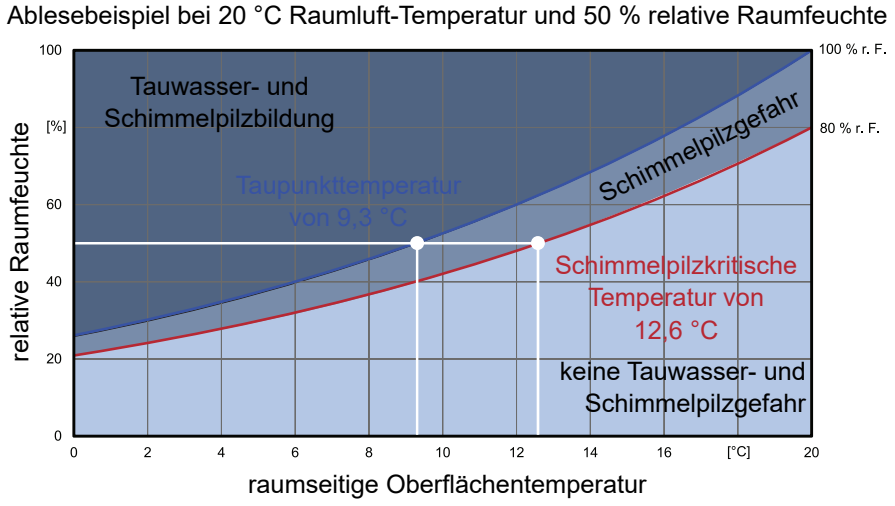
Bild B2.2 Feuchtequellen in Wohnungen



Generell wird die Feuchtigkeitsbelastung in einem Raum über die relative Luftfeuchtigkeit definiert. Diese ist von verschiedenen Faktoren abhängig und weist jahreszeitliche Schwankungen auf. Sie beschreibt das prozentuale Verhältnis zwischen der absoluten Wassermenge zu der maximal aufnehmbaren Wassermenge. Bei 100 % relativer Luftfeuchte ist die Luft vollständig mit Wasserdampf gesättigt. Wird die Sättigung der Raumluft erreicht, also 100 % relative Luftfeuchte, fällt weiteres Wasser als Tauwasser aus. Dieses setzt sich auf Oberflächen im Raum ab und es kommt zu Tauwasser- und Schimmelpilzbildung. Gesundheitsbeeinträchtigungen der Bewohner sind die Folge.

Die Schwierigkeit ist, dass Luft mit abnehmender Temperatur weniger Wasser speichern kann. Einen Überblick über dieses Phänomen gibt Bild B2.3. Daher kommt es vor allem in Bereichen mit verminderter Oberflächentemperatur (Wärmebrücken-Bereiche) zu einer Schimmelpilzbildung, da in diesen Bereichen eine höhere Raumluftfeuchte aufgrund der geringeren Oberflächentemperaturen der angrenzenden Bauteile herrscht.

Bild B2.3 Zusammenhang zwischen relativer Raumfeuchte und raumseitiger Oberflächentemperatur mit den Grenzwerten für Schimmelpilz- und Tauwasserbildung



Grundsätzlich steht es in der Verantwortung des Planers bzw. des ausführenden Unternehmens ein Lüftungskonzept zu erstellen. Bei Neubauvorhaben, bei Austausch von mehr als 1/3 der Fenster einer Wohneinheit im Bestand und bei Sanierung von mehr als 1/3 der Dachfläche im Bestand oder bei Nachrüstung bereits bestehender Lüftungssystemen in Teilbereichen oder einzelnen Räumen ist dies nach DIN 1946-6 [30] vorgeschrieben.

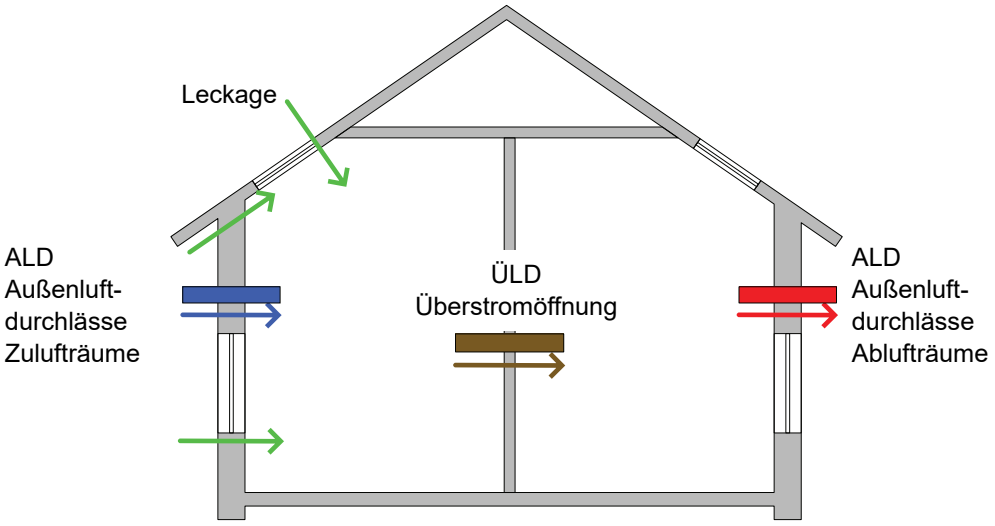
Hierbei hat der Planer die Möglichkeit entweder die freie oder die ventilatorgestützte Lüftung umzusetzen. Die Bewertung und Auslegung erfolgt nach DIN 1946-6 [30] und für fensterlose Räume in einer Wohnung zusätzlich nach DIN 18017-3 [31].

Für die Auslegung des Luftwechsels werden in DIN 1946-6 [30] vier Lüftungsstufen definiert:

- **Lüftung zum Feuchteschutz (FL)**: Die Lüftungsstufe zum Feuchteschutz stellt die Stufe für übliche Nutzungsbedingungen zur Sicherstellung des Bautenschutzes bei teilweise reduzierten Feuchtelasten dar. Diese Stufe muss ständig und nutzerunabhängig sichergestellt werden.
- **Nennlüftung (NL)**: Die Nennlüftung gewährleistet nicht nur die Wahrung hygienischer Anforderungen, sondern stellt auch bei Abwesenheit des Nutzers den erforderlichen Bautenschutz sicher. Sie beschreibt den „Normalbetrieb“.
- **Reduzierte Lüftung (RL)**: Bei zeitweiliger Abwesenheit der Nutzer kann eine reduzierte Lüftung aufgrund der geringeren Feuchtelasten ausreichen, um die hygienischen Mindestanforderungen zu erfüllen und den Feuchteschutz zu gewährleisten. Die Anwendung kann beispielsweise nachts erfolgen.
- **Intensivlüftung (IL)**: Die Intensivlüftung beschreibt die höchste Lüftungsstufe und dient dem zeitlich beschränkten Abbau von Lastspitzen, also zur zeitweiligen Abfuhr von erhöhten Luftvolumenströmen, was beispielsweise beim Kochen der Fall ist.

Die am häufigsten geplante Variante der freien Lüftung ist die Querlüftung zur Sicherstellung des Feuchteschutzes, bei der die Belüftung einer Wohnung ausschließlich über Wind und Thermik betrieben wird. Unter Berücksichtigung der regionalen Gegebenheiten (verschiedene Windzonen innerhalb der Bundesrepublik Deutschland) werden notwendige Maßnahmen ausgelegt. Durch Lüfter wird die notwendige Frischluft zugeführt, über Überströmöffnungen kann diese durch die Wohnung geführt werden und wird dann auf der gegenüberliegenden Seite der Wohneinheit über die Außenluftdurchlässe abgeführt (siehe Bild B2.4).

Bild B2.4 Darstellung von freier Lüftung (Querlüftung) in einer Wohneinheit



Bei der ventilatorgestützten Lüftung werden Lüftungsanlagen oder -geräte geplant, die verbrauchte Luft und Feuchtigkeit kontrolliert absaugen und abführen.

Bei reinen Abluftsystemen saugen Ventilatoren in Ablufträumen (Küche, Bad oder Toilette) Raumluft ab und die frische Außenluft strömt währenddessen automatisch über Zuluftelemente in den Raum nach.

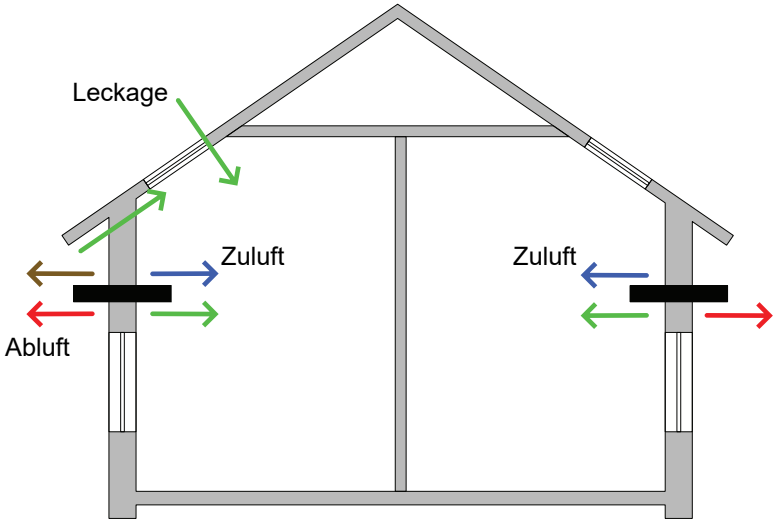
Bei reinen Zuluftsystemen wird Außenluft über Ventilatoren (zentral oder dezentral) angesaugt, während die verbrauchte Raumluft und die Feuchtigkeit natürlich über Lüftungselemente in der Fassade hinausströmen kann.

Bei Zu- und Abluftsystemen wird die Zuluft und die Abluft automatisch über Ventilatoren gesteuert. Das System kann dabei im Intervallbetrieb laufen oder über CO_2- oder Feuchtigkeitsgrenzwerte geregelt werden. Dabei setzen sich immer mehr Systeme mit Wärmerückgewinnung durch, da sie besonders energieeffizient arbeiten und mindestens 75 % der thermischen Energie der Abluft zurückgewinnen können.

Ventilatorgestützte Lüftungssysteme müssen grundsätzlich für die Betriebsstufe „Nennlüftung“ (NL) ausgelegt werden. Eine Auslegung ausschließlich für die Lüftung zum Feuchteschutz oder die reduzierte Lüftung ist nicht zulässig.

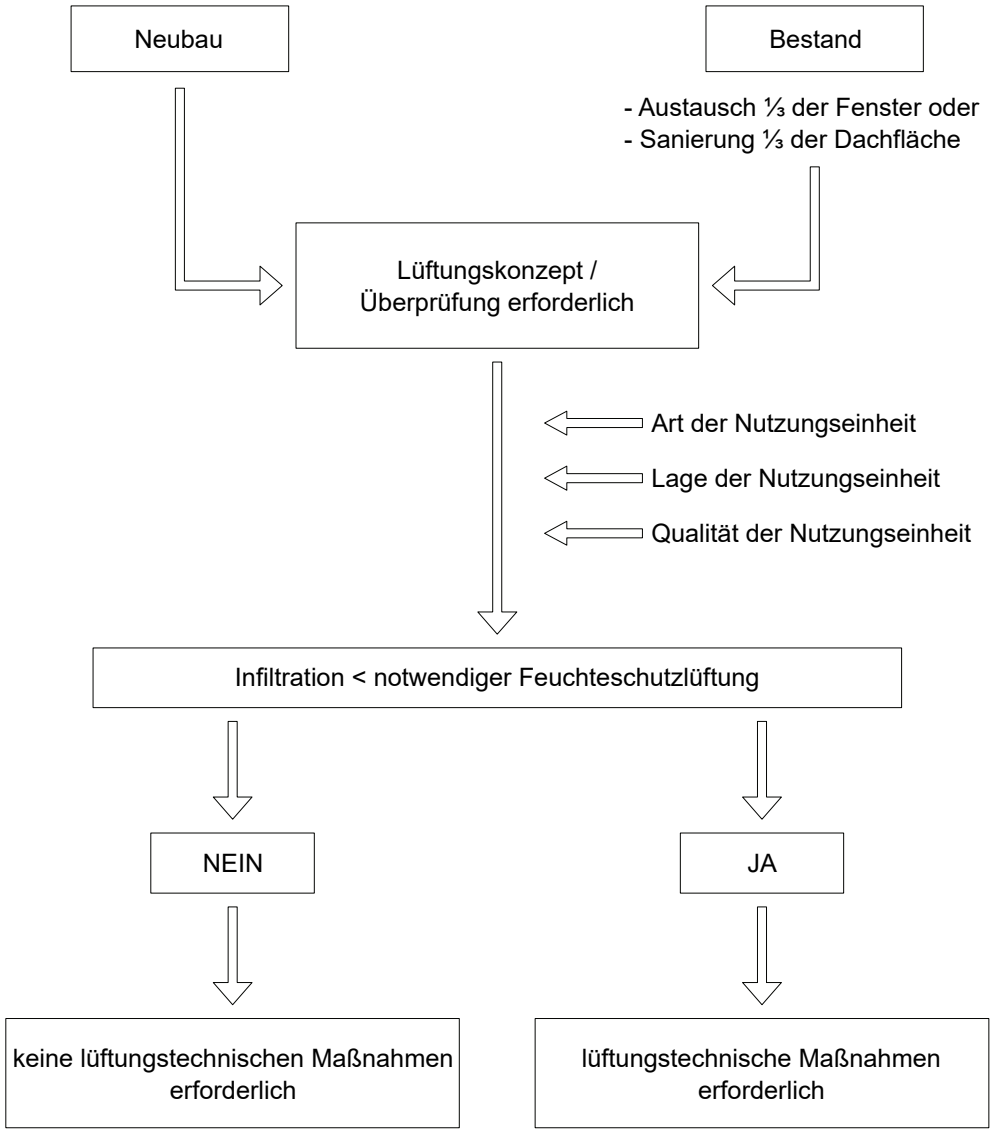
Eine bildliche Übersicht der ventilatorgestützten Lüftung bietet Bild B2.5.

Bild B2.5 Darstellung von ventilatorgestützter Lüftung in einer Wohneinheit

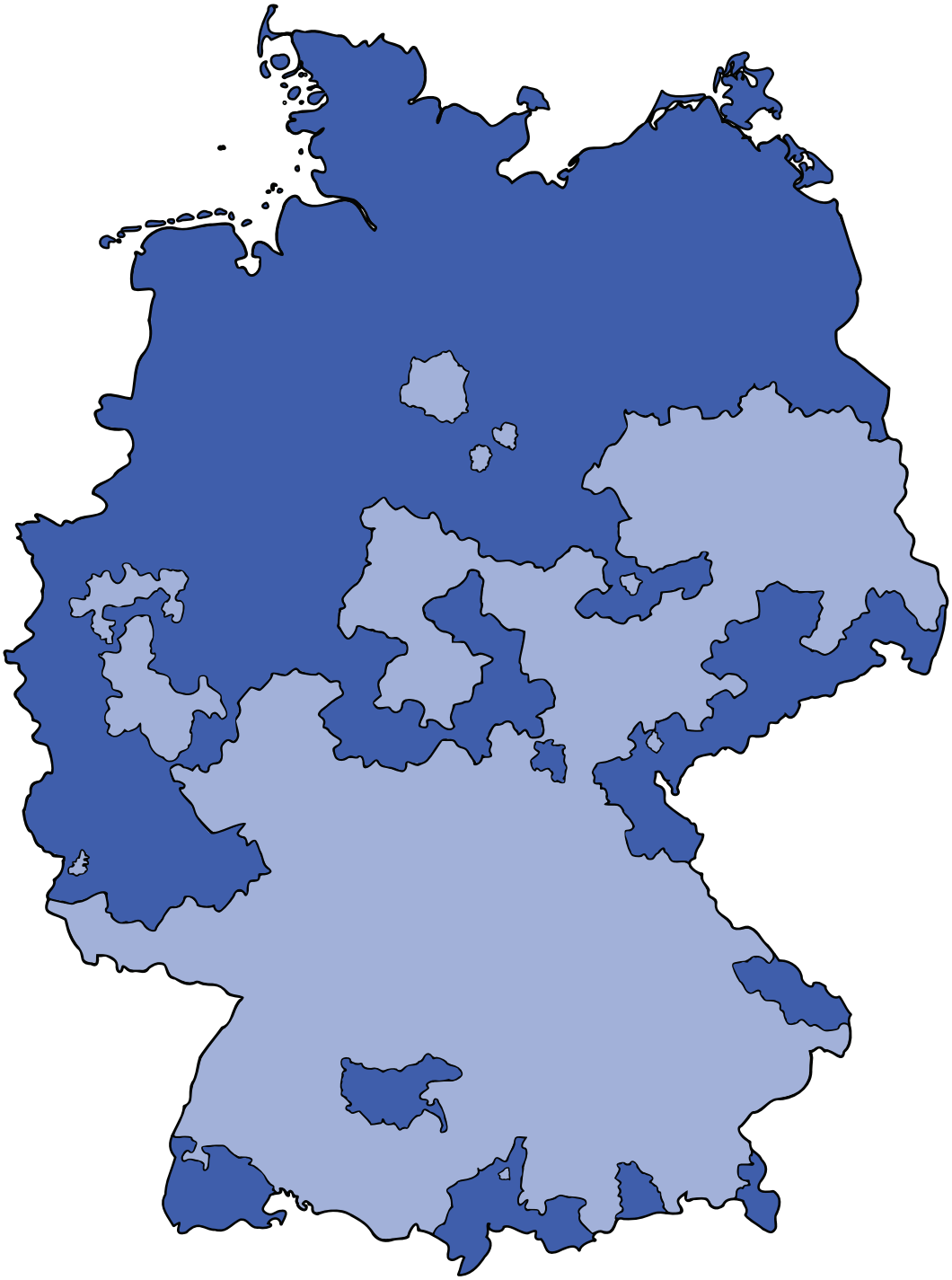


Bei der Erstellung eines Lüftungskonzeptes wird zunächst geprüft, ob der über Undichtigkeiten der Gebäudehülle eindringende Luftvolumenstrom (Infiltration) größer ist als der für den Feuchteschutz notwendige Luftwechsel. Ist dies nicht der Fall, besteht die Pflicht zur Umsetzung von lüftungstechnischen Maßnahmen. Das Prüfungsschema bei der Erstellung eines Lüftungskonzeptes ist in Bild B2.6 gezeigt.

Bild B2.6 Prinzipieller Ablauf eines Lüftungskonzeptes



Für die Überprüfung der Notwendigkeit von lüftungstechnischen Maßnahmen sind der Standort, die Anzahl der Geschosse, die Gebäudehöhe und das Wärmeschutzniveau des Gebäudes zu berücksichtigen. Zusätzlich zum Wärmeschutzniveau erfolgt eine differenzierte Betrachtung der Belegung von gering bis hoch. Von einer geringen Belegung kann üblicherweise ausgegangen werden, wenn es sich um ein selbstgenutztes Eigentum mit ≥ 40 m²/Person (z. B. Einfamilienhaus) handelt. Bei Neubauten ist gemäß DIN 1946-6 [30] eine Bedarfsanalyse entsprechend dem Bauvertragsrecht erforderlich. Anhand der nachfolgenden Diagramme kann eine Überprüfung der Notwendigkeit von lüftungstechnischen Maßnahmen erfolgen. Hierbei ist lediglich anhand des nachfolgenden Bildes das jeweilige Windgebiet der zu bewertenden Nutzungseinheit zu ermitteln.



windstarke Gebiete (gemittelte Windgeschwindigkeit im Jahr > 3,30 m/s)

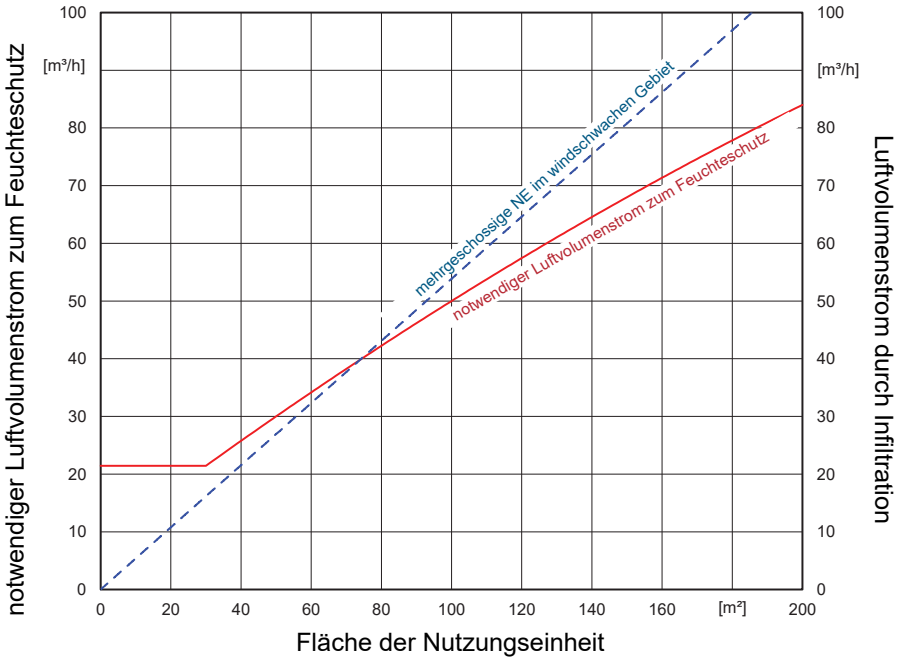
windschwache Gebiete (gemittelte Windgeschwindigkeit im Jahr < 3,30 m/s)

Bild B2.7 Windkarte der Bundesrepublik Deutschland

In windschwachen Gebieten, also beispielsweise in Leipzig, ist immer eine zusätzliche lüftungstechnische Maßnahme, egal ob in ein- oder mehrgeschossigen Nutzungseinheiten, erforderlich. Wohingegen in windstarken Gebieten, beispielsweise in Hamburg, nur bei eingeschossigen Nutzungseinheiten bis ca. 120 m² Nutzfläche bei geringer Belegung eine zusätzliche lüftungstechnische Maßnahme erforderlich ist. Größere Nutzungseinheiten benötigen keine lüftungstechnische Maßnahme. Bei mehrgeschossigen Nutzungseinheiten sind bei geringer Belegung bis 80 m² und bei hoher Belegung bis zu 172 m² zusätzliche lüftungstechnische Maßnahmen zu erbringen.

Die Anwendbarkeit der nachfolgenden Diagramme (siehe Bild B2.8 und Bild B2.9) erstreckt sich ausschließlich auf unsanierte Altbauten mit einem Baujahr vor 1995 und einer Gebäudehöhe unter 15 m bei maximal vier Vollgeschossen. Bei vorhandenen offenen Feuerstätten oder abweichender Nutzung dürfen die Diagramme nicht angewendet werden. Zusätzlich wird zwischen eingeschossigen und mehrgeschossigen Nutzungseinheiten unterschieden. Eingeschossige Nutzungseinheiten kommen in der Regel in Mehrfamilienhäusern und mehrgeschossige in der Regel bei Einfamilienhäusern vor.

Bild B2.8 Diagramm zur Überprüfung der Notwendigkeit von lüftungstechnischen Maßnahmen in windschwachen Gebieten Deutschlands (unten: Einfamilienhaus, oben: Mehrfamilienhaus)



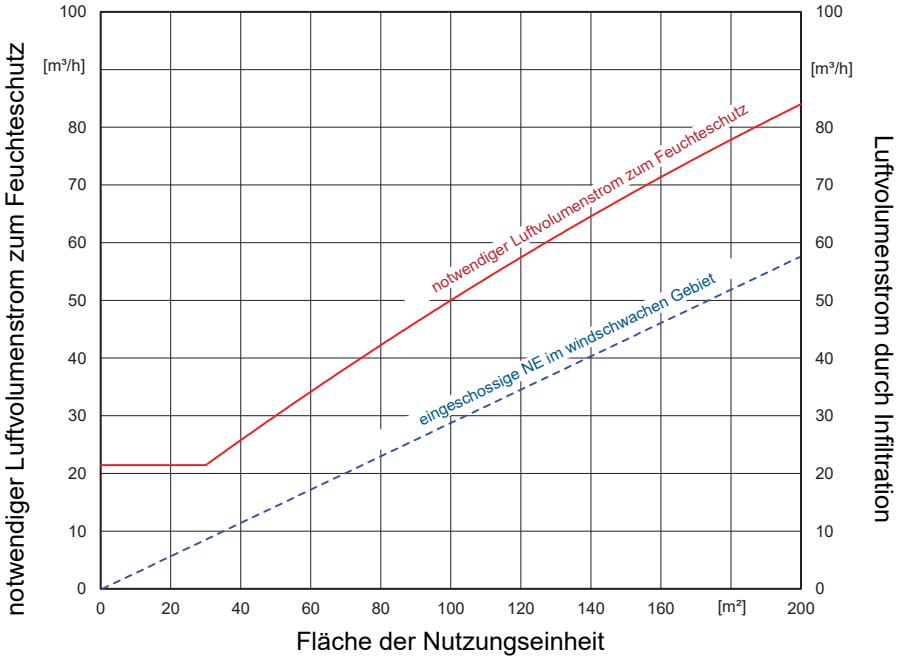
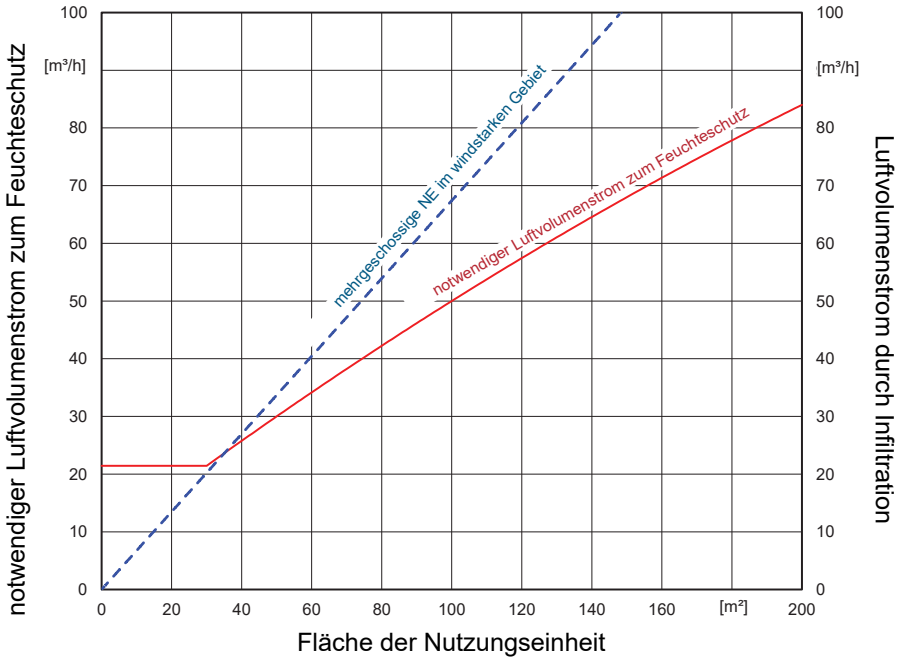
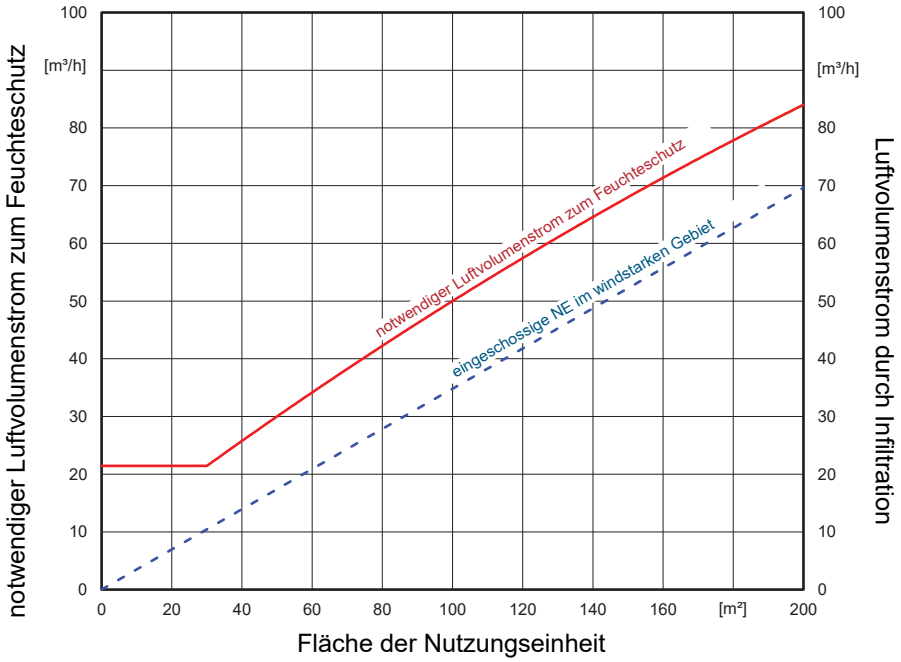


Bild B2.9 Diagramm zur Überprüfung der Notwendigkeit von lüftungstechnischen Maßnahmen in windstarken Gebieten Deutschlands (unten: Einfamilienhaus, oben: Mehrfamilienhaus)





Montage und Bauanschlussfuge

Die Bauanschlussfuge muss alle Lasten ableiten können, wärmedämmend (bei Bedarf zusätzlich schalldämmend), luftdicht und schlagregendicht sein.

Aus bauphysikalischer Sicht wird die Fuge daher in die drei folgenden Funktionsebenen eingeteilt, wobei in der Ebene 2 die Lastabtragung stattfindet:

- Luftdichtheitsebene (Ebene 1)
- (Schall- und) Wärmeschutz (Ebene 2)
- Wetterschutz (Ebene 3)

In Bild B3.1 sind die Funktionsebenen am Beispiel eines Laibungsanschlusses bildhaft gezeigt.

(1) Trennung von Raum- und Außenklima

(2) Funktionsbereich
(z. B. Schall, Wärme, Lastabtrag)

(3) Wetterschutz

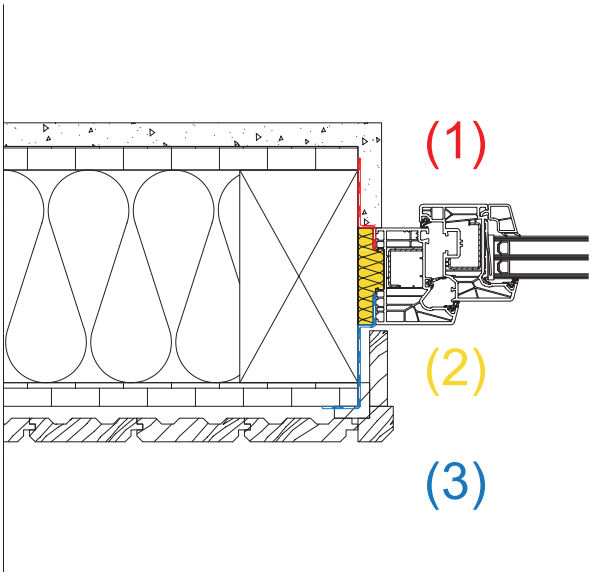


Bild B3.1 Ebenenmodell und Übertragung auf die Anschlussfuge [2]

Ebene 1 – Luftdichtheitsebene; Trennung von Raum- und Außenklima
Trennung zwischen dem Raum- und Außenklima und somit Sicherstellung der Luftdichtheit. Ausführung ohne Unterbrechungen über die gesamte Länge der Außenwand. Zur Vermeidung von Tauwasser- und Schimmelpilzschäden darf die Oberflächentemperatur 12,6 °C nicht unterschreiten.

Ebene 2 – (Schall- und) Wärmeschutz
Sicherstellung der Lastabtragung über Befestigungen in den tragenden Baukörpern und Gewährleistung des Schall- und Wärmeschutzes.

Ebene 3 – Wetterschutz
Vermeidung des Wassereintritts von der Außenseite. Direkte und kontrollierte Abführung von eindringendem Regenwasser nach außen. Abführung von eventuell anfallendem Tauwasser durch Diffusion.

Die fachgerechte bauliche Umsetzung der drei oben genannten Ebenen innerhalb der Bauanschlussfuge sorgt für ein angenehmes und gesundes Raumklima, die Schadensfreiheit der angrenzenden Baukonstruktion und die Minimierung des Energieverbrauchs. Die fachgerechte Abdichtung ist daher Voraussetzung für eine dauerhafte Gebrauchstauglichkeit. Sie übernimmt hierbei die Funktion der Trennung zwischen Raum- und Außenklima und des außenseitigen Wetterschutzes, der wiederum in Regen- und Windsperre unterschieden wird. Wie in Bild B3.2 und Bild B3.3 gezeigt, kann der außenseitige Wetterschutz ein- und zweistufig aufgebaut werden. Bei einem einstufigen Aufbau der Fuge werden Regen und Wind in einer Ebene abgewiesen und bei einem zweistufigen in räumlich getrennten Ebenen.

Bild B3.2 Einstufiger Fugenaufbau (schematisch) und Ebenenverlauf (farblich)

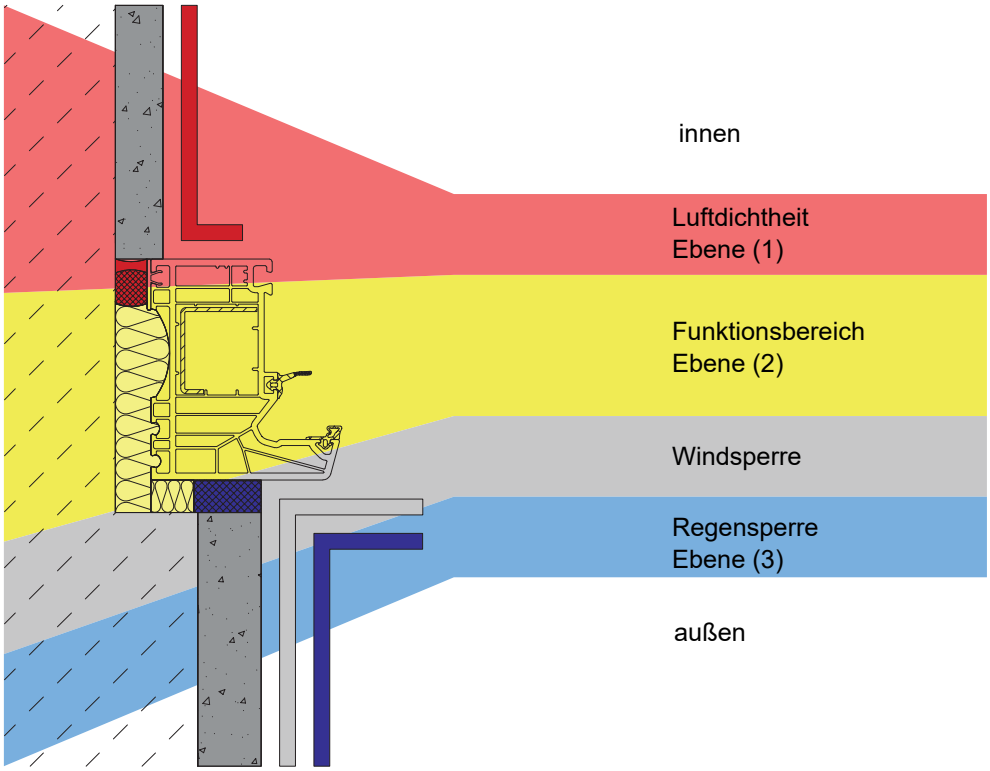
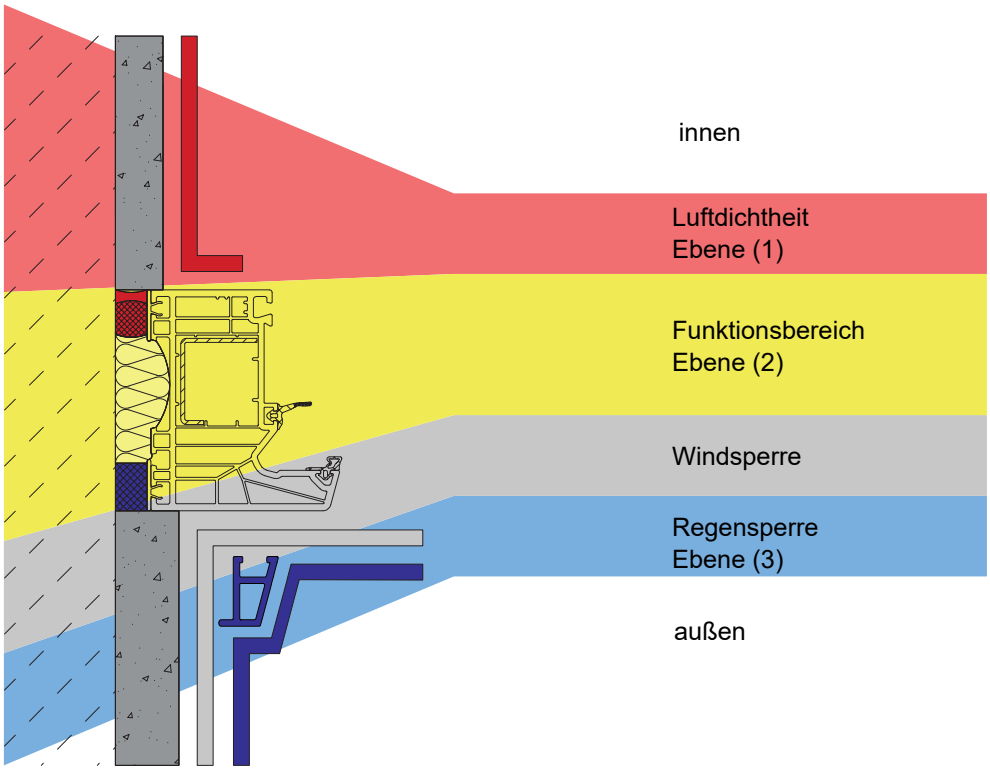


Bild B3.3 Zweistufiger Fugenaufbau (schematisch) und Ebenenverlauf (farblich)



Der raumseitige Fugenabschluss ist nach Gebäudeenergiegesetz [4] nach den anerkannten Regeln der Technik dauerhaft luftundurchlässig auszuführen. In DIN 4108-7 [32] finden sich hierzu Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie Ausführungsbeispiele. Die Auswahl geeigneter Materialien richtet sich im Wesentlichen nach der Einbausituation, der Fensterkonstruktion und dem angrenzenden Baukörper.

Der außenseitige Fugenabschluss muss zum einen den unkontrollierten Feuchteeintritt in die Konstruktion verhindern und zum anderen einen Feuchteausgleich (Dampfdiffusion) ermöglichen. Dies kann durch konstruktive Maßnahmen sowie mittels Wahl geeigneter Dichtsysteme gewährleistet werden.

Die Abdichtung kann mithilfe von spritzbaren Dichtstoffen, imprägnierten Dichtungsbändern aus Schaumstoff, Fugendichtbändern, Dichtfolien oder Multifunktionsbändern erfolgen, wobei bei geringen Anforderungen und geringeren Belastungen auch geeignete Anputzdichtleisten eingesetzt werden können.

Die Ausbildung und Beschaffenheit der Haftflächen (z. B. Glattstrich) ist Voraussetzung für die Funktionstüchtigkeit des gewählten Abdichtungssystems.

Abdichtung der Bauanschlussfuge

Neben den allgemeingültigen Anforderungen an Dichtsysteme sind bei der praktischen Umsetzung der Abdichtung der Bauanschlussfuge nachfolgend aufgeführte Punkte zu beachten:

- Vorbereitung und Sicherstellung der Eignung von Haft- und Pressflächen je nach verwendetem Dichtsystem
- eine umlaufend luftdichte Ausführung der Anschlussfuge
- eine nach außen umlaufend schlagregendichte und diffusionsoffene Ausführung
- Dichtsysteme und Rahmenwerkstoffe dürfen sich aufgrund von Bewegungsverhalten nicht gegenseitig behindern
- Einhaltung der Herstellerangaben zur Verarbeitung

Zusätzlich ist zu beachten, dass das verwendete Dichtsystem durch unterschiedlich auftretende Bewegungskräfte aus temperaturbedingter Längenänderung des Bauelements mechanisch in der Fuge beansprucht wird und diese kompensieren muss. In Bild B4.1 sind die häufigsten mechanischen Beanspruchungen auf die Dichtsysteme in der Fuge gezeigt.

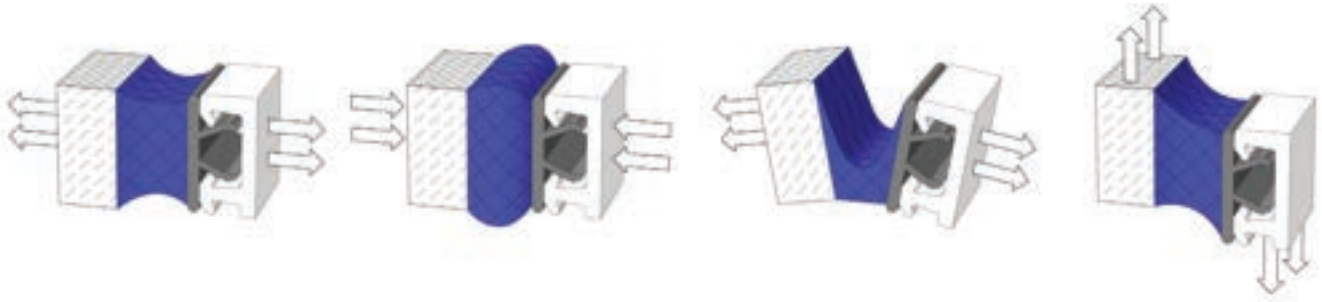


Bild B4.1 Mechanische Beanspruchungen; von links nach rechts: Dehnung, Stauchung, Schälung und Scherung

Zur fachgerechten Abdichtung steht eine Auswahl an praxisbewährten Dichtsystemen zur Verfügung, deren Einsatz, in Abhängigkeit der Beanspruchung, Einbausituation und Anforderung, im Vorfeld abzuklären ist. Für die Auswahl des richtigen Systems sind daher die nachfolgend aufgeführten, wichtigen Materialeigenschaften, die bei der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden müssen, zu beachten:

- Verträglichkeit mit angrenzenden Materialien
- Beständigkeit gegen Alterung, Witterung, mechanische und chemische Einflüsse
- Dauerbewegungsaufnahmefähigkeit
- Brandverhalten (gemäß DIN 4102 [33] bzw. EN 13501-1 [34] mindestens Brandschutzklasse B2)
- s_d-Wert (diffusionsäquivalente Luftschichtdicke) je nach Einsatzbereich diffusionsoffen oder diffusionshemmend
- Verarbeitungssicherheit
- Sicherstellung des luftdichten Fugenabschlusses – Ebene (1)
- Sicherstellung des schlagregendichten Fugenabschlusses – Ebene (3)
- Sicherstellung des schall- und wärmedämmenden Fugenabschlusses – Ebene (2)

In Tabelle B4.1 befindet sich eine Übersicht der gängigsten Dichtsysteme mit dem dazugehörigen Anwendungsbereich sowie Hinweise zur Verarbeitung und der dazugehörigen relevanten Norm bzw. Richtlinie.

Tabelle B4.1 Übersicht der gängigsten Dichtsysteme

Dichtsystem	Funktionsebenen / Anwendungsbereich	Verarbeitungshinweise	Relevante Norm/Richtlinie
Schäume	- Wetterschutz (3) - Funktionsbereich (2) - Luftdichtheit (1)	- nicht UV-beständig - Einsatz als Dämm- bzw. Dichtsystem ohne Nachweise und Verarbeitungsvorgaben nicht geeignet	- ift-Richtlinie MO-01/1
Fugendichtbänder	- Wetterschutz (3) - Luftdichtheit (1)	- bei nicht elastischen Fugenabdichtbändern eine Schlaufenbildung im Fugenbereich gewährleisten - besondere Sorgfalt bei Übergängen	- IVD-Merkblatt Nr. 4 - IVD-Merkblatt Nr. 5
Dichtfolien	- Wetterschutz (3) - Luftdichtheit (1) - zweite wasserführende Ebene	- besondere Eignung bei mehrschaligen Konstruktionen und Fugen über 20 mm - evtl. mechanische Befestigung	- IVD-Merkblatt Nr. 4 - IVD-Merkblatt Nr. 5
Rundschnüre / Vorlegebänder / Hinterfüllmaterialien	- Wetterschutz (3) - Luftdichtheit (1)	- temperaturbeständig von −80 °C bis +50 °C - Zwei-Flankenhaftung sicherstellen	- IVD-Merkblatt Nr. 9
Spritzbare Fugendichtstoffe	- Wetterschutz (3) - Luftdichtheit (1)	- Anforderungen unterscheiden sich vom Einsatzbereich - +5 °C bei Montage nicht unterschreiten - E-Modul höchstens 0,2 N/mm² (bei −10 °C)	- DIN 18542 - IVD-Merkblatt Nr. 9
Imprägnierte Fugendichtstoffe	- Wetterschutz (3) - Luftdichtheit (1)	- ggf. vor direkter Bewitterung schützen (Verleistung usw.) - Längenzugabe bei den Stößen beachten	- DIN 18542 - DIN 18543 - IVD-Merkblatt Nr. 26
Vorkomprimierte Multifunktionsbänder	- Wetterschutz (3) - Funktionsbereich (2) - Luftdichtheit (1)	- Distanzbefestigung notwendig	- DIN 18542 - DIN 18543 - IVD-Merkblatt Nr. 26

Die Wasserdampf-Durchlässigkeit von Dichtsystemen (s_d-Wert) reicht je nach Anwendungsgebiet (Welche Funktionsebene soll sichergestellt werden?) von diffusionsoffen über diffusionshemmend bis diffusionsdicht. Kann Feuchtigkeit aus der Anschlussfuge nicht über Öffnungen nach außen abgeführt werden, ist das Diffusionsverhalten des Systems besonders zu beachten! Wie zuvor schon genannt, ist unter den klimatischen Bedingungen der Bundesrepublik Deutschland in der Regel raumseitig ein dichteres System als außenseitig zu wählen.

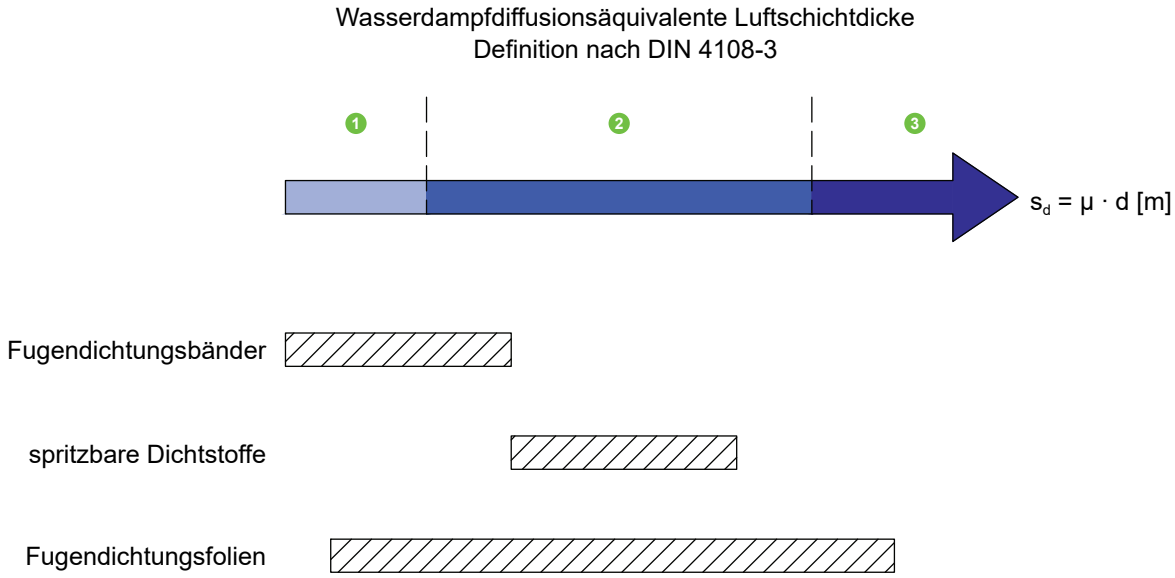


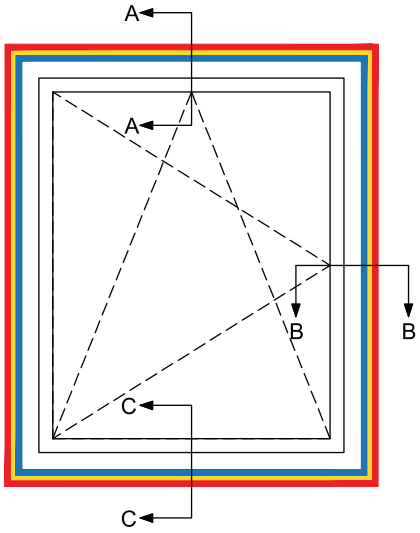
Bild B4.2 Dichtsysteme und s_d-Werte

1	diffusionsoffene Schicht	$s_d \leq 0{,}5$ m
2	diffusionshemmende Schicht	$0{,}5\ \text{m} < s_d < 1.500$ m
3	diffusionsdichte Schicht	$s_d \geq 1.500$ m

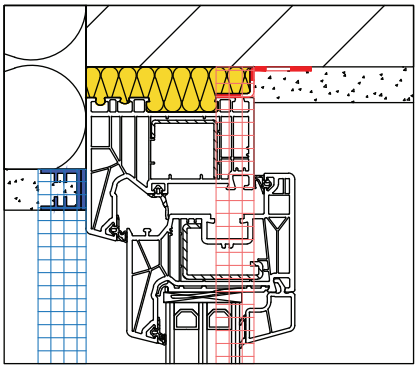
Die baukonstruktive Anschlussbedingung zwischen Fenster und Baukörper ist so vielfältig, dass es keine allgemeingültigen Lösungen für jede Anschlusssituation gibt. Jedoch ist es wichtig, dass die verwendeten Materialien bauphysikalisch und werkstoffspezifisch für die abzudichtenden Fugen aufeinander abgestimmt sind. Raumseitig ist der Anschluss luftdicht und diffusionshemmend auszubilden, außenseitig schlagregendicht und diffusionsoffen. Hierdurch wird sichergestellt, dass die in die Anschlussfuge eingedrungene Feuchtigkeit kontrolliert nach außen abgeführt werden kann. Nur durch die richtige Wahl geeigneter Dichtsysteme ist dies gewährleistet. Zusätzlich ist eine geeignete Ausbildung und Beschaffenheit der Haftflächen in Form eines Glattstriches Voraussetzung für eine funktionsfähige und gebrauchstaugliche Abdichtung.

Besondere Sorgfalt ist auf die Übergänge zu legen. Dazu zählen unter anderem Eckausbildungen, wie beispielsweise Rahmenecken, Rollladenkästen, Fensterbank-Anschlussprofile, Kopplungsstöße, Schwellenkonstruktionen, und Durchdringungen von Dichtebenen.

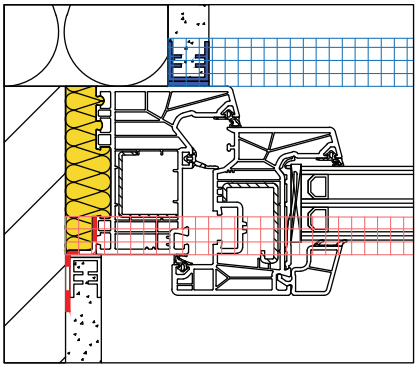
Bild B4.3 zeigt beispielhaft den unteren Eckübergang mit einem Fensterbank-Anschlussprofil mit raumseitiger Abdichtung. Das offene Fensterbank-Anschlussprofil liegt vollständig im Funktionsbereich 2, wodurch keine Anforderungen an das stirnseitig offene Profil gestellt werden. Bei der Abdichtung im Eckbereich ist auf eine saubere wannenförmige Ausbildung sowie auf eine gefaltete und verklebte Folienecke zu achten.



Schnitt A-A



Schnitt B-B

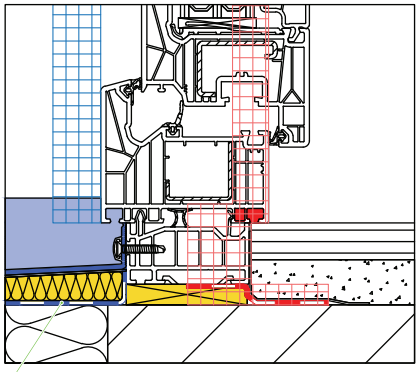


(1) Trennung von Raum- und Außenklima

(2) Funktionsbereich

(3) Wetterschutz

Schnitt C-C



Folie seitlich hochgezogen
mind. 6 cm

2. Wasserführende Ebene unter der Fensterbank

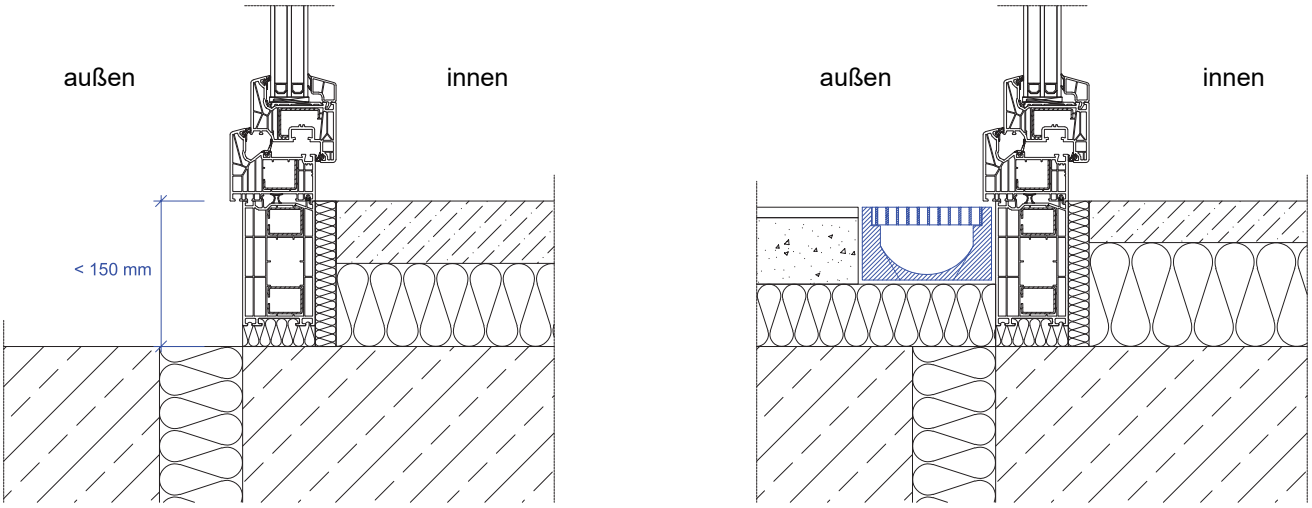
Bild B4.3 Fachgerechte Ausbildung der Abdichtung im Bereich des raumseitigen Fensterbankanschlusses

Anforderungen an die Abdichtung von bodentiefen Fensterelementen sind normativ nicht geregelt. Die geforderte Abdichtungshöhe von 150 mm bezieht sich auf die Abdichtung von Flachdach zur Außenwand – (Fenster-)Türen stehen hierbei nicht im Fokus. Es werden ausschließlich Maßnahmen zum Schutz gegen eindringendes Wasser zur Vermeidung von Schäden in der Außenwand gegeben. Das heißt, dass bei fehlenden Kompensationsmaßnahmen eine Abdichtungshöhe von 150 mm als ausreichend angesehen wird. Eine Unterschreitung der Schwellenhöhe von Türen und Fenstertüren ist daher erlaubt.

Für Hauseingänge, Terrassentüren, Balkon- oder Dachterrassentüren werden Ausnahmen mit weit geringeren Abdichtungshöhen zugelassen. Jedoch müssen bauseitig zusätzliche konstruktive Maßnahmen ergriffen werden, um die Belastung auf das Bauelement zu reduzieren. Dazu zählen beispielsweise Überdachungen bzw. Fassadenrücksprünge und/ oder Entwässerungsrinnen im unmittelbaren Türbereich oder der Anschluss der Abdichtung mit Klemmprofilen. Zusätzlich darf das Oberflächengefälle niemals zur Tür hin gerichtet sein. Liegt eine Dachterrasse mit geschlossener Brüstung vor, so sind die Überläufe so tief anzuordnen, dass bei Verstopfung des Ablaufs die Schwelle nicht überstaut werden kann.

In Bild B4.4 ist eine beispielhafte Ausführung des unteren Fenstertür-Anschlusses mit zusätzlicher flankierender baulicher Maßnahme (Entwässerungsrinne) vor und nach Fertigstellung des außenseitigen Bodenaufbaus gezeigt.

Daraus ergibt sich, dass eine Unterschreitung der in den Regelwerken beschriebenen Abdichtungshöhe zulässig und zum Teil notwendig ist. Werden flankierende Maßnahmen zur Vermeidung von Feuchteschäden durchgeführt, ist trotz Unterschreitung der geforderten Abdichtungshöhe ein dichter Anschluss der Außenwand gewährleistet.



Unterschreitung der Abdichtungshöhe

verbesserte Wasserführung durch Entwässerungsrinne

Bild B4.4 Beispielhafte Ausführung des unteren Fenstertür-Anschlusses; links: Unterschreitung der Abdichtungshöhe; rechts: Beispiel einer zusätzlichen flankierenden Maßnahme zur verbesserten Wasserführung durch Entwässerungsrinne

Zusätzlich müssen nach dem Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren [2] weitere Punkte beachtet werden:

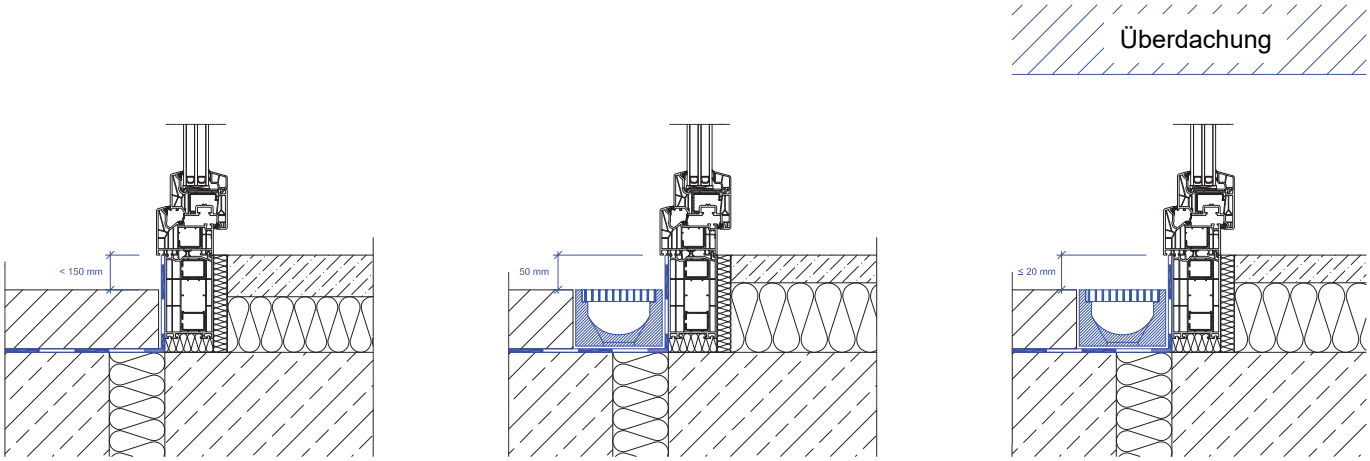
- Im Übergang zum seitlichen Baukörperanschluss muss die Abdichtung dauerhaft dicht sein.
- Die Abdichtungshöhen müssen zum Schutz der seitlichen Außenwand beachtet werden.
- Bei der Umsetzung eines fachgerechten Anschlusses des angrenzenden Gewerks muss die konstruktive Ausbildung der Schwelle beachtet werden.
- Die baulichen Kompensationsmaßnahmen sind aus der zu erwartenden Belastung des Anschlusses von Außen- und Fenstertüren durch nicht drückendes Wasser aus Niederschlag und Spritz- oder Schmelzwasser abzuleiten.
- Die zumutbare Schwellenhöhe ist der Raumnutzung anzupassen, insbesondere bei Nutzung von Rollstuhlfahrern (barrierefreies Bauen).

Bei der Ausführung von barrierefreien Schwellen darf der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 [7] eingeschränkt werden, wenn die angrenzenden raumseitigen Bodenbeläge feuchteunempfindlich sind.

In Bild B4.5 ist eine Ausführung des unteren Anschlusses an ein Flachdach gezeigt. Hierzu gibt die Fachregel für Dächer mit Abdichtungen (Flachdachrichtlinien) für Anschlüsse an Türen genauere Angaben:

- Die Anschlusshöhe über der Oberfläche (Belag oder Kiesschüttung) sollte 150 mm betragen.
- Eine Verringerung der Anschlusshöhe ist zulässig, sofern zu jeder Zeit ein einwandfreier Wasserablauf im Türbereich sichergestellt ist, wobei eine Abdichtungshöhe von 50 mm nicht unterschritten werden sollte.
- Barrierefreie Übergänge gelten als Sonderkonstruktionen und können abweichend ausgeführt werden.

Für barrierefreies Bauen geben DIN 18040-3 [37], DIN 18040-1 [38] und DIN 18040- 2 [39] Anforderungen an den unteren Anschluss. Dort heißt es, dass untere Türanschläge und -schwellen grundsätzlich zu vermeiden sind. Sind diese jedoch aus technischen Gründen nicht vermeidbar, so ist eine maximale Höhe von 20 mm einzuhalten. Die Ausführungsmöglichkeiten für den unteren Anschluss sind dafür in Bild B4.5 gezeigt.



Unterschreitung der Abdichtungshöhe – unter Berücksichtigung flankierender Maßnahmen nach örtlichen Erfordernissen zulässig
Höhe ≤ 150 mm

Flankierende Maßnahme nach örtlichen Erfordernissen – Entwässerungsrinne

Höhe = 50 mm

Flankierende Maßnahme nach örtlichen Erfordernissen – Überdachung und/oder Entwässerungsrinne
Höhe ≤ 20 mm

Bild B4.5 Unterschreitung der Abdichtungshöhe (links), Abdichtungshöhe bei einem unteren Abschluss eines Flachdaches (Mitte), Abdichtungshöhe bei einem unteren Abschluss von Türanschlägen- und schwellen für barrierefreies Bauen (rechts)

Die fachgerechte Ausbildung einer Anschlussfuge stellt viele Fenstermonteure daher immer noch vor eine große Herausforderung. Das größte Problem bei der fachgerechten Umsetzung vor Ort ist jedoch in den meisten Fällen bei einer fehlerhaften oder sogar fehlenden Planung zu suchen. Objektspezifische Planungen sucht man meistens vergeblich. Standarddetails existieren zwar, sind jedoch unzureichende Lösungen. Handwerker entwickeln daher auf der Baustelle oft Ad-hoc-Lösungen, die aufgrund von fehlendem oder falschem Wissen nicht fachgerecht sind.

Die meisten anzutreffenden Fehler im Bereich der Bauanschlussfuge lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- fehlender Glattstrich
- Verwendung falscher Abdichtungsmaterialien
- nicht fachgerechte Anwendung von Abdichtungsmaterialien (z. B. Dreiflankenhaftung bei spritzbaren Dichtstoffen, was zu Rissbildung führt)
- Durchdringungen der Luftdichtheitsebene werden nicht fachgerecht nachgearbeitet
- gänzlich fehlende Abdichtung

Durch die Aufbringung eines Glattstriches wird eine glatte Oberfläche hergestellt, damit die Abdichtung auf einem geschlossenen Grund aufgebracht werden kann. Hierdurch können die Funktionstüchtigkeit und die Dauerhaftigkeit der Abdichtung sichergestellt werden. Durchdringungen der Luftdichtheitsebene und des Wetterschutzes müssen zusätzlich nachgearbeitet werden, damit die gewünschte Funktion sichergestellt werden kann. Entweder sind hier zusätzliche Bänder als sogenanntes „Pflaster“ oder zusätzliche Klebemassen aufzubringen.

Bei Zusatzprofilen, Bankanschlüssen oder Verbreiterungen, besteht die zusätzliche Schwierigkeit, dass diese Profile im Gegensatz zum Fensterprofil nur eine geringe Stegbreite und somit eine verminderte Fläche zum Aufkleben der Abdichtung aufweisen. Dies kann zur Folge haben, dass sich klebbare Abdichtungen während der Montage lösen und sich eine Leckage ausbildet. Zusätzlich fehlt in den meisten Fällen die zweite wasserführende Ebene unterhalb der äußeren Fensterbank. Diese wird über eine wannenförmig eingebrachte Folie ausgebildet, die entweder sauber an den Fensterrahmen und das Bankanschlussprofil angeschlossen oder zum Fensterrahmen hin abgedichtet und mind. 6 cm seitlich hochgezogen wird.

Nachfolgend sind zusätzliche weit verbreitete Fehler bei der Abdichtung von Bauanschlussfugen von Fenstern der korrekten Ausführung gegenübergestellt.

In Bild B4.6 ist erkennbar, dass zum einen die notwendige Fugenbreite b_f außen bei Montage des Fensters gegen Innenanschlag nicht berücksichtigt und zum anderen kein Hinterfüllmaterial verwendet wurde. Das Maß der notwendigen Fugenbreite sowie Fugentiefe richtet sich nach Art des verwendeten Dichtstoffes und kann jeweils den Herstellerangaben entnommen werden. Darüber hinaus finden sich allgemeine Hinweise in [2]. Der Dichtstoff wird in seiner zulässigen Gesamtverformung überfordert – es wird auf der Außenseite zu Rissbildungen kommen, sodass die Wetterschutzebene (Ebene 3) geschädigt wird. Im rechten Bild ist die fachgerechte Ausführung gezeigt. Unter Berücksichtigung der notwendigen Fugenbreiten ist der Einsatz von spritzbaren Dichtstoffen möglich.

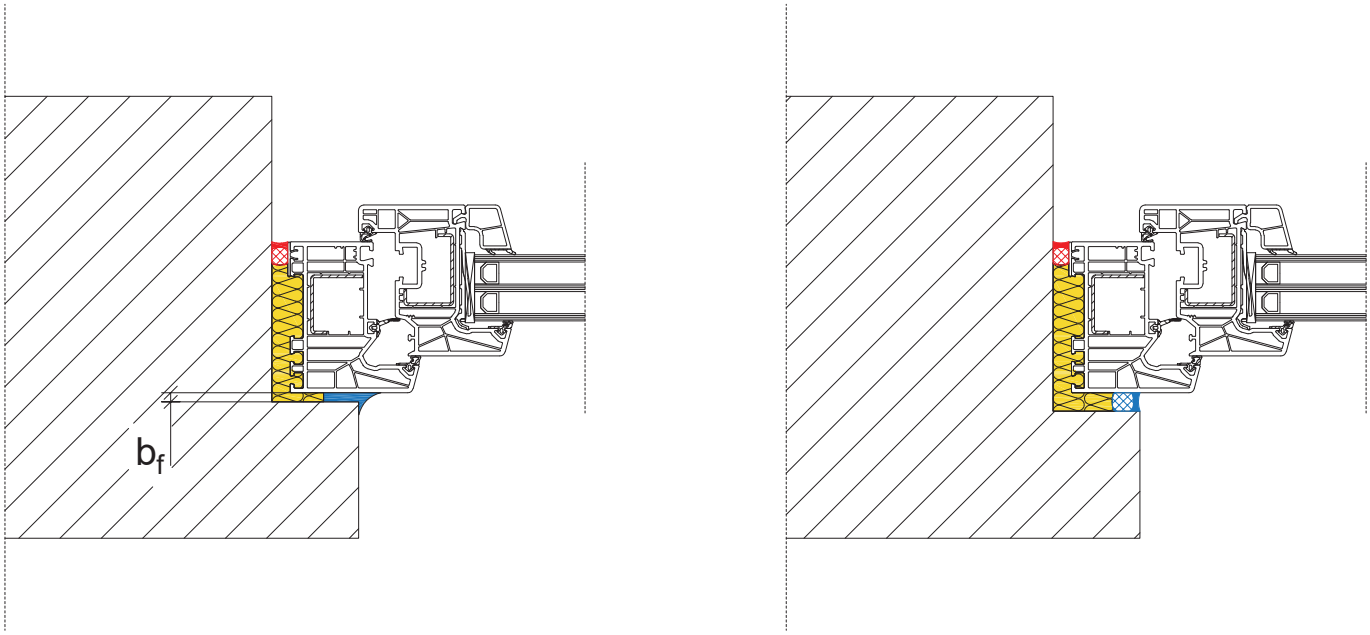


Bild B4.6 falsche Fugenausbildung links: außen mit spritzbarem Dichtstoff ohne Hinterfüllmaterial (Dreiflankenhaftung); fachgerechte Fugenausbildung rechts: mit spritzbarem Dichtstoff und Hinterfüllmaterial

Bild B4.7 zeigt eine Anschlusssituation, bei der nichtparallele Fugenflanken ignoriert wurden. So kommt es raumseitig zur Unterschreitung der Mindestfugenbreite. Wird der Untergrund, wie rechts im Bild gezeigt, vorab durch Glattstrich ausgebessert, kann die Fuge fachgerecht dimensioniert werden.

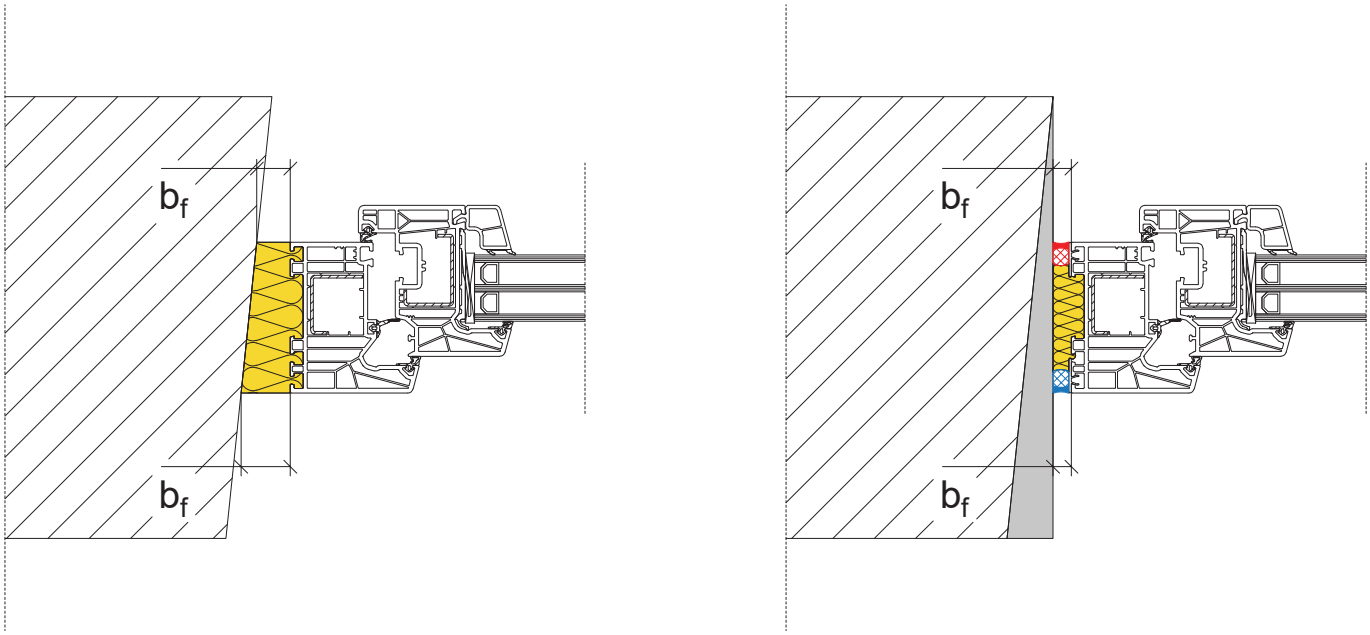


Bild B4.7 falsche Fugenausbildung links: nichtparallele Fugenflanken, wodurch die Mindestfugenbreite unterschritten wird; fachgerechte Fugenausbildung rechts: mit spritzbarem Dichtstoff und Hinterfüllmaterial, nachdem der Untergrund durch Glattstrich ausgebessert wurde

Bei einem fehlenden Nutabdeckprofil oder einer fehlenden Abdeckleiste am Fensterprofil sind bei Verwendung von spritzbaren Dichtstoffen keine Haftflächen vorhanden, so dass die erforderliche Fugendimensionierung nicht eingehalten werden kann.

Es kommt zu Schäden am Dichtstoff (Rissbildung). Rechts im Bild ist die fachgerechte Abdichtung mit Nutabdeckprofilen und Verwendung von spritzbarem Dichtstoff mit Hinterfüllschnur bei stumpfem Fensteranschlag in der Laibung gezeigt.

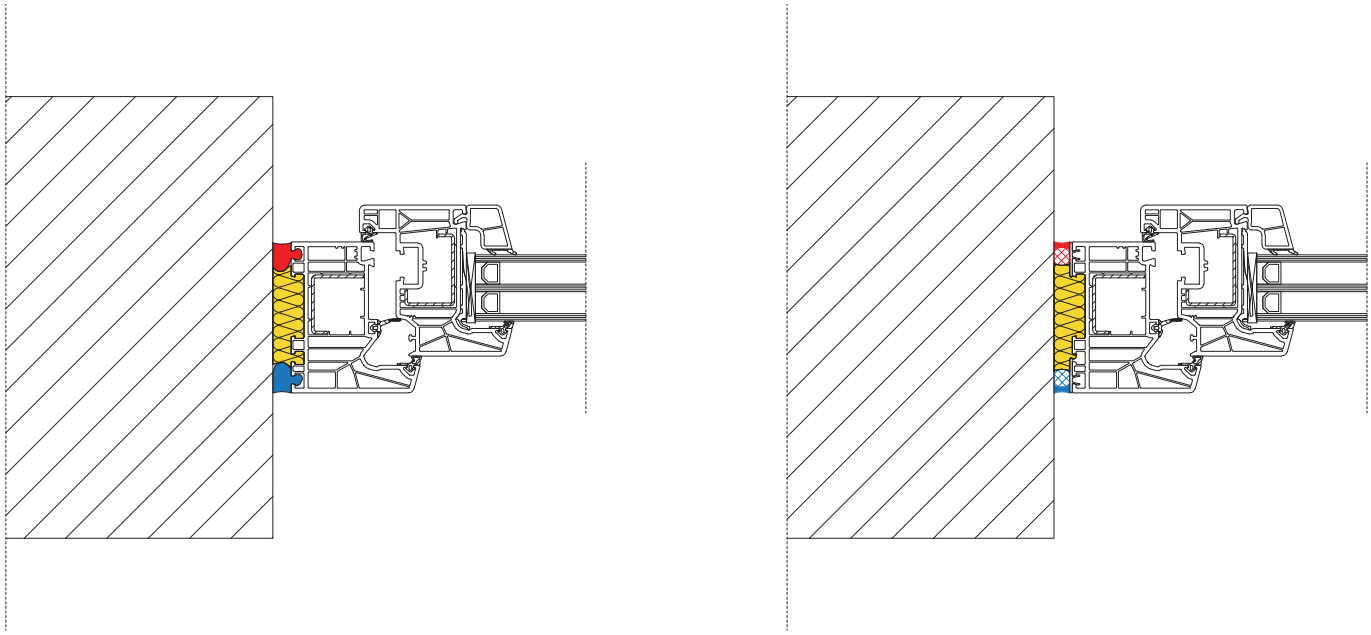


Bild B4.8 falsche Fugenausbildung links: fehlende Nutabdeckprofile oder Abdeckleiste; fachgerechte Fugenausbildung rechts: mit spritzbarem Dichtstoff und Hinterfüllmaterial mit Nutabdeckprofilen

Bild B4.9 zeigt einen gängigen Ausführungsfehler bei der Abdichtung der Bauanschlussfuge unter Verwendung von Multifunktionsbändern. Links im Bild wurde, unter der Annahme, dass das Band sich genügend ausdehnt, auf einen Glattstrich verzichtet. Hierdurch wird die zulässige Fugenbreite b_f stellenweise überschritten. Werden jedoch die notwendigen Fugendimensionen durch einen Glattstrich eingehalten, wird die Anschlussfuge fachgerecht und dauerhaft abgedichtet.

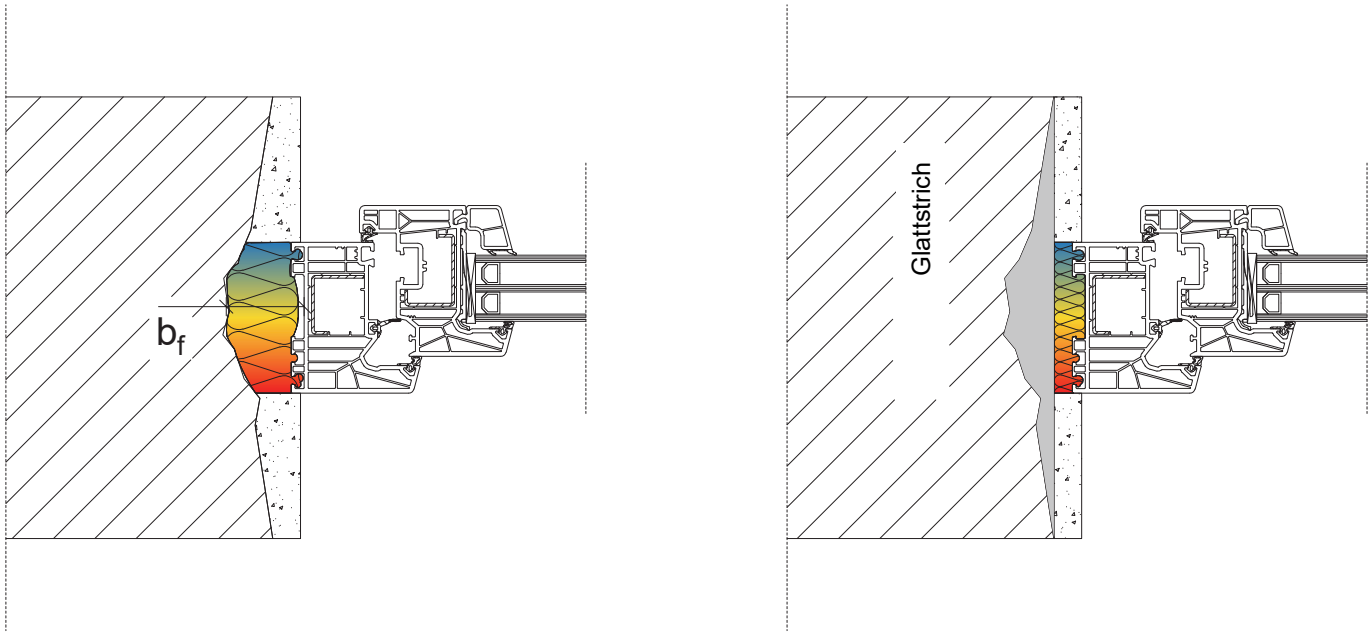


Bild B4.9 falsche Fugenausbildung links: fehlende Untergrundvorbereitung, bei der die maximale Fugenbreite überschritten wird; fachgerechte Fugenausbildung rechts: mit Multifunktionsband, nachdem der Untergrund durch Glattstrich ausgebessert wurde

Besonderheiten im Altbau

Für den Bereich der Modernisierung und Instandsetzung von Gebäuden gelten die gleichen Grundsätze der Anschlussausbildung wie im Neubau (siehe Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren [2]). Das heißt, dass Fenster und Fenstertüren in der Altbausanierung luftdicht und schlagregendicht eingebaut werden müssen sowie den Mindestwärmeschutz einhalten müssen.

Bei der Grundinstandsetzung mit einhergehender energetischer Sanierung eines Gebäudes stellt die Umsetzung dieser Anforderung oft kein Problem dar. Handelt es sich jedoch um einen reinen Fensteraustausch, stellt sich die fachgerechte Umsetzung – je nach baulicher Situation und besonderen Voraussetzungen – als schwieriger und umfangreicher heraus. Hierbei sind oft besondere zusätzliche Faktoren zu beachten. So führt die reine Fenstererneuerung im Gebäudebestand oftmals zu einer Reduzierung des Luftwechsels (Infiltration) aufgrund dichterer Fensterkonstruktionen, wodurch es zu einem Anstieg der Raumluftfeuchte kommt. Darüber hinaus ist oftmals ein besonderes Augenmerk auf Wärmebrücken in den Anschlussbereichen zu legen, da die wärmeschutztechnische Qualität der Gebäudehülle häufig den heutigen Anforderungen an den Wärmeschutz nicht gerecht wird. Im Zuge dessen können zusätzliche Maßnahmen in Anschlussbereichen zur Einhaltung des Mindestwärmeschutzes erforderlich werden. Erschwerend kommt hinzu, dass aufgrund vorhandener Anforderungen an den Denkmalschutz bestehende Gegebenheiten erhalten werden oder unverändert bleiben müssen.

Bild B5.1 zeigt am Beispiel einer monolithischen, verputzten Außenwand grundsätzliche Einbaumöglichkeiten für eine Fenstererneuerung im Gebäudebestand. Im Idealfall sollte die Fenstererneuerung in Verbindung mit der energetischen Sanierung der Außenwand einhergehen. Jedoch kann das neue Fenster ebenfalls zwischen den Putzschichten eingebaut werden, nachdem der alte Blendrahmen demontiert wurde. Hierbei ist vor allem bei älteren Gebäuden der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 [7] zu beachten. Kann die Einhaltung des Mindestwärmeschutzes nicht gewährleistet werden, besteht entweder die Möglichkeit, im Zuge des Fensteraustausches die Laibungen mit Dämmsteinen zu erneuern oder flankierende bauliche Maßnahmen, wie beispielsweise Dämmleisten, zur Erhöhung der Oberflächentemperaturen zu verbauen.

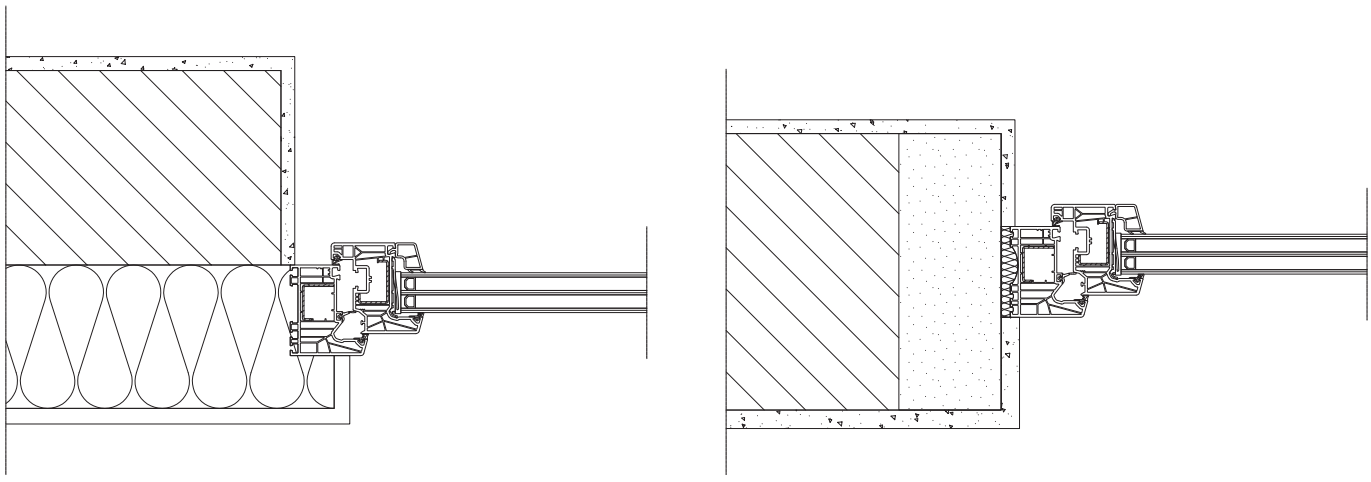


Bild B5.1 Grundsätzliche Einbaumöglichkeiten beim Fensterersatz im Gebäudebestand nach [2];
links: Fensteraustausch in Verbindung mit energetischer Sanierung der Gebäudehülle,
rechts: Ertüchtigung der Laibung mit Laibungsdämmsteinen

Beim Fensteraustausch als Einzelmaßnahme ohne die Durchführung zusätzlicher Dämmmaßnahmen auf der Fassade oder Ertüchtigung der Laibung mit Laibungsdämmsteinen muss das Hauptaugenmerk auf die Sicherstellung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2 [7] gelegt werden. Infolge eines erhöhten Wärmeverlustes über das angrenzende Mauerwerk werden die Oberflächentemperaturen im Anschluss vom Fenster zum Baukörper derart beeinflusst, dass es nach dem Fensterwechsel zu einer Schimmelpilzbildung kommen kann. Die maßgebenden Einflussfaktoren sind hierbei das Baualter des Gebäudes und somit die vorhandene energetische Qualität des angrenzenden Mauerwerks und dessen Dicke, die Fensterlage, die Bautiefe und der Wärmedurchgangskoeffizient U_f des verwendeten Rahmenprofils.

Da in den meisten Fällen keine Angaben über die energetische Qualität des angrenzenden Mauerwerks vorliegen, kann eine Bewertung näherungsweise anhand von Pauschalwerten, beispielsweise aus den Bekanntmachungen zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand [35], oder anhand von Wärmebrücken-Berechnungen vorgenommen werden. Zusätzlich finden sich im Merkblatt ES.06 des Verbands Fenster + Fassade Handlungsempfehlungen zur schimmelpilzfreien Teilmodernisierung mit Fenstern [36] weitergehende Informationen. Dieses Merkblatt ermöglicht, flankierende bauliche Maßnahmen für Anschlussbereiche anhand des Baualters des Gebäudes auszuwählen und somit den Feuchteschutz nach erfolgtem Fensteraustausch bei Wohngebäuden sicherzustellen. Bauliche Maßnahmen können hierbei beispielsweise Viertelstäbe, Sanierleisten oder die Aufbringung einer Laibungsdämmung sein (siehe Bild B5.2).

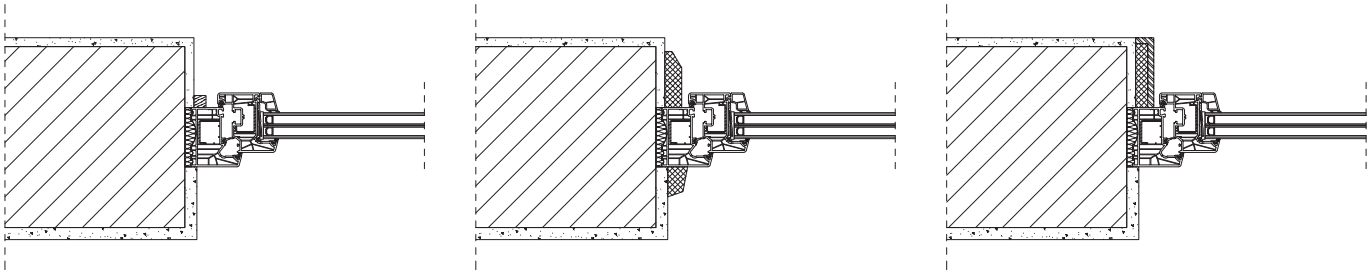


Bild B5.2 Schematische Darstellung von baulichen Saniermaßnahmen; Viertelstab (links), Sanierleiste (mittig) und Laibungsdämmung (rechts)

Bei der Ausbildung der Anschlussfuge im Altbau muss zusätzlich ein dauerhafter Schutz gegen Schlagregen und eine diffusionsoffene Ausbildung auf der Außenseite der Fuge sowie die wasserdampfdiffusionshemmende und luftdichte Ausführung auf der Raumseite umgesetzt werden.

Grundsätzlich gilt auch in Bezug auf die Diffusionsfähigkeit der geplanten Dichtstoffkombination der Leitsatz: „Innen dichter als außen!“. Dies kann beispielsweise mit Dichtbändern, welche auch gleichzeitig diffusionshemmend sind, umgesetzt werden. Der Einsatz von Dichtbändern ist jedoch nur empfehlenswert, wenn entweder die Fuge neu verputzt wird oder das Dichtband über eine Verleistung auf dem Bestandsputz verdeckt wird. Beispielhaft sind diese Ausbildungen bei unterschiedlicher Fugenausbildung in Bild B5.3 gezeigt.

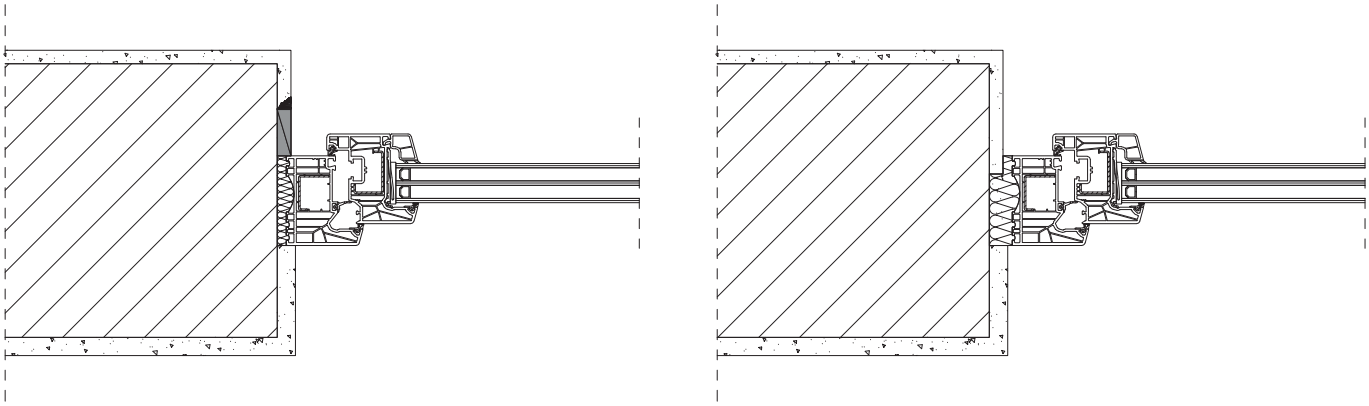


Bild B5.3 Darstellung der Möglichkeiten zur Fugenausbildung im Altbau; rechts: der Bestandsputz wird entfernt und die Fugenausbildung erfolgt analog zum Neubau; links: der Bestandsputz wird belassen und die Fugenbreite vergrößert

Schon kleine Undichtigkeiten in der Abdichtung führen zu einem konvektiven Feuchteeintrag, woraus wiederum kritische Feuchtegehalte in der Fuge entstehen können. Eine sorgfältige Ausführung der Abdichtung ist daher für die dauerhafte Funktionstüchtigkeit der Fuge unerlässlich.

Grundsätzlich können zur Abdichtung der Bauanschlussfuge Fensterfolien, komprimierte Dichtbänder, spritzbare Fugendichtstoffe o. Ä. verwendet werden. Erfahrungsgemäß gestaltet sich die Abdichtung der Fuge mit dauerelastischen, spritzbaren Fugendichtmassen als die technisch einfachste Möglichkeit. Bei deren Verwendung ist jedoch zu beachten, dass sie für den Einsatz auf der Außenseite eine zulässige Gesamtverformung von max. 25 % und auf der Innenseite 15 % aufweisen.

Die raumseitige Abdichtung eines stumpfen Anschlags mittels komprimierter Dichtbänder ist nur schwer umsetzbar. Daher sollten immer Produkte verwendet werden, die eine dauerhafte Funktionstüchtigkeit aufweisen. Der Einsatz von Folienabdichtungen in der Altbausanierung sollte immer mit einem flächigen Neuauftrag eines Putz-, Dämm- oder Verblendsystems einhergehen.

Bild B5.4 zeigt eine beispielhafte Ausführung bei einem stumpfen Anschlag des Fensters im Laibungsbereich. Bei der Putzerneuerung kann die raumseitige Abdichtung (luftdicht) über eine entsprechende Dichtungsfolie erfolgen. Die Funktionsebene wird mit Fugenschaum gefüllt und den Wetterschutz sichert eine Abdeckdichtleiste auf der Außenseite. Beim Belassen des Bestandsputzes vergrößert sich die Fugenbreite um mindestens 1 cm, so dass ein beidseitiger Einsatz von Abdeckdichtleisten und das Ausschäumen der Funktionsebene eine praktikable und fachgerechte Lösung darstellt.

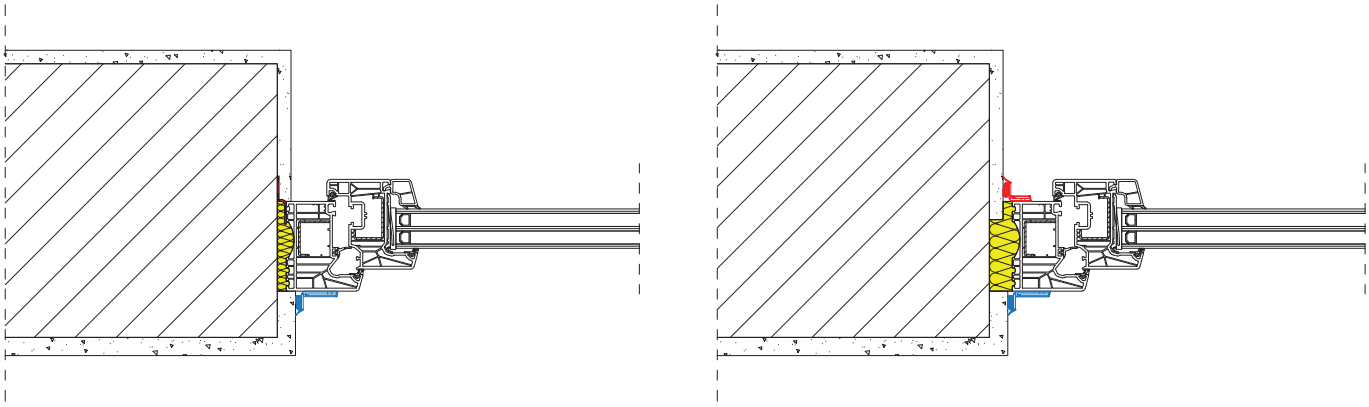


Bild B5.4 Mögliche Abdichtungsvarianten im Altbau bei stumpfem Anschlag; links: raumseitige Folienabdichtung mit Putzneuauftrag und Abdeckdichtleiste außen, rechts: Abdeckdichtleiste innen und außen

Die möglichen Abdichtungsvarianten bei Fenstern gegen Innenanschlag zeigt Bild B5.5. Die außenseitige Abdichtung kann über ein Kompriband erfolgen. Raumseitig kann die Luftdichtheitsebene durch eine Abdeckdichtleiste (links, bei Belassen des Bestandputzes) oder durch ein dafür zugelassenes Flachprofil mit Dichtlippe (rechts, bei Putzerneuerung) umgesetzt werden. Die Funktionsebene wird mit Fugenschaum ausgefüllt.

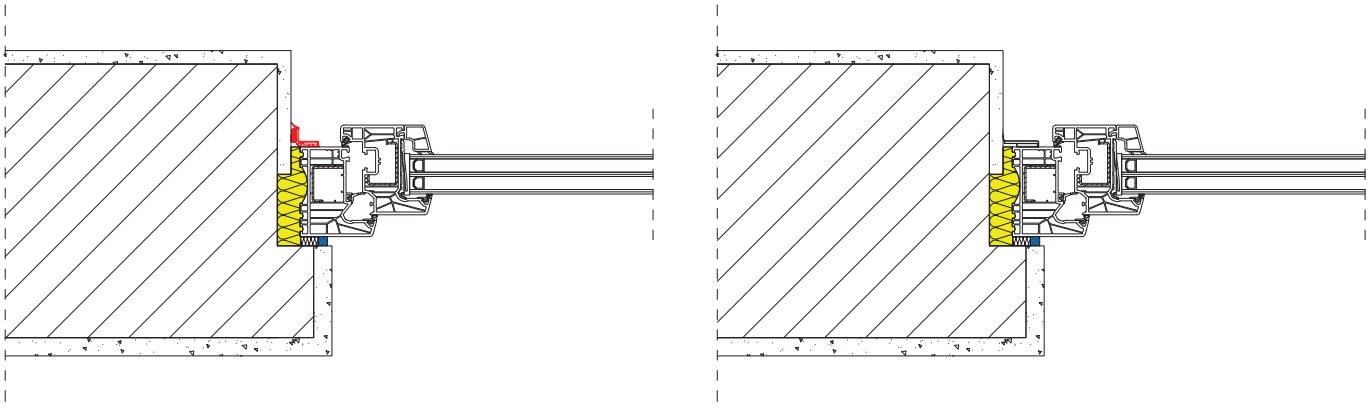


Bild B5.5 Mögliche Abdichtungsvarianten im Altbau bei Innenanschlag; links: Abdeckdichtleiste innen- und außenseitig mit Kompriband, rechts: Abdeckdichtleiste innen und Flachprofil mit Dichtlippe außen

Literatur

[1] DIN EN 14351-1:2019-09 - Entwurf, Fenster und Türen – Produktnorm, Leistungseigenschaften – Teil 1: Fenster und Außentüren; Deutsche und Englische Fassung prEN 14351-1:2019.

[2] Gütegemeinschaft Fenster, Fassaden und Haustüren e. V., Frankfurt und ift Institut für Fenstertechnik e. V., Rosenheim. Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren für Neubau und Renovierung. Ausgabe März 2020.

[3] Gesetz zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude und zur Änderung weiterer Gesetze – Gebäudeenergiegesetz vom 01. November 2020.

[4] Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden - Energieeinsparungsgesetz vom 4. Juli 2013.

[5] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden – Energieeinsparverordnung vom 1. Oktober 2007.

[6] Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich – Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz vom 01. Januar 2009.

[7] DIN 4108-2:2013-02, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz.

[8] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat: Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand. Berlin, 8. Oktober 2020.

[9] Normenreihe DIN 4109:2018-01, Schallschutz im Hochbau.

[10] DIN EN ISO 10211:2018-03, Wärmebrücken im Hochbau – Wärmeströme und Oberflächentemperaturen – Detaillierte Berechnungen (ISO 10211:2017); Deutsche Fassung EN ISO 10211:2017.

[11] Beiblatt 2 zu DIN 4108:2019-06, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Beiblatt 2: Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungsbeispiele, mit CD-ROM.

[12] DIN EN ISO 12567-1:2010-12, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern und Türen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens – Teil 1: Komplette Fenster und Türen.

[13] DIN EN 12412-2:2003-11, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens – Teil 2: Rahmen.

[14] DIN EN 12412-4:2003-11, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens – Teil 4: Rollladenkästen.

[15] DIN EN ISO 10077-2:2018-01, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen – Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen.

[16] DIN EN ISO 10077-1:2018-01, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen – Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 1: Allgemeines.

[17] DIN EN ISO 13788:2013-05, Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren – Berechnungsverfahren (ISO 13788:2012); Deutsche Fassung EN ISO 13788:2012.

[18] DIN-Fachbericht DIN 4108-8:2010-09, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 8: Vermeidung von Schimmelwachstum in Wohngebäuden.

[19] Beiblatt 2 zu DIN 4109:1989-11, Schallschutz im Hochbau; Hinweise für Planung und Ausführung; Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz; Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich.

[20] VDI 4100:2012-10, Schallschutz im Hochbau – Wohnungen – Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz.

[21] DEGA Empfehlung 103:2018-01, Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzausweis.

[22] VDI 2719:1987-08, Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen.

[23] DIN 4109-35:2016-07, Schallschutz im Hochbau – Teil 35: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden.

[24] DIN 52210-6:2013-07, Bauakustische Prüfungen – Luft- und Trittschalldämmung – Bestimmung der Schachtpegeldifferenz.

[25] DIN 4109-2:2018-01, Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen.

[26] Gösele, K. und Lakatos, B. (1978): Der Einfluss des Rahmens auf die Schalldämmung von Fenstern. In: Institut für Bauphysik der Fraunhofer-Gesellschaft (ibp), Jahrgang 6, 28.

[27] Wissenswertes über die Schalldämmung von Fenstern (Dipl.-Ing. Wolf-Dietrich Kötz, Berlin).

[28] BF-Merkblatt (2014): Schallschutzglas, Auflage 017, Troisdorf.

[29] Froehlich, Hans; Saß, Bernd (2008): Schalldämmung von Fugen. Bändigung schlüpfriger Wellen. In: Informationszentrum Fenster und Fassaden, Türen und Tore, Glas und Baustoffe e. V. (ifz-Info), SC-06/1

[30] DIN 1946-6:2019-12, Raumlufttechnik – Teil 6: Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen an die Auslegung, Ausführung, Inbetriebnahme und Übergabe sowie Instandhaltung.

[31] DIN 18017-3:2020-05, Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster – Teil 3: Lüftung mit Ventilatoren

[32] DIN 4108-7:2011-01, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden – Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele.

[33] DIN 4102-1:1998-05, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen.

[34] DIN EN 13501-1:2019-05, Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten.

[35] Energieeinsparung durch Verbesserung des Wärmeschutzes und Modernisierung der Heizungsanlage für 31 Musterhäuser der Gebäudetypologie. Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU), Darmstadt 2003.

[36] VFF Merkblatt ES.06:2016-02, Verbands Fenster + Fassade Handlungsempfehlungen zur schimmelpilzfreien Teilmodernisierung mit Fenstern.

[37] DIN 18040-3:2014-12, Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 3: Öffentlicher Verkehrs- und Freiraum.

[38] DIN 18040-1:2010-10, Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude.

[39] DIN 18040- 2:2011-09, Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 2: Wohnungen.

Allgemeine Planungs- und Verarbeitungshinweise

Bemessungs-grundlagen

C1 Grundlagen

C2 Anforderungen

C3 Nachweise einer Fensterstatik

C4 Lastannahmen

C5 Flächenträgheits- und Widerstands-moment

C6 Lasttabellen

C7 Notwendige Parameter

C8 Beispielrechnungen

C1 Grundlagen

C2 Anforderungen

C3 Nachweise einer Fensterstatik

C4 Lastannahmen

C5 Flächenträgheits- und Widerstandsmoment

C6 Lasttabellen

C7 Notwendige Parameter

C8 Beispielrechnungen

Grundlagen

Vorbemerkungen

Fensterelemente sind Beanspruchungen durch Eigengewicht, Temperatureinwirkung sowie Wind-, Schnee- und Verkehrslast ausgesetzt. Die Aufgabe der Fensterstatik ist es, zu bestimmen, welche Profile oder Profilkombinationen verwendet werden müssen, um die Gebrauchstauglichkeit, Funktion und Standsicherheit des Fensterelements während der Nutzungszeit zu gewährleisten.

Die in diesem Abschnitt beschriebenen Informationen dienen zur Berechnung einer statischen Vordimensionierung nach dem vereinfachten Verfahren (DIN EN 1991-1-4). Da das dort ebenfalls beschriebene, genauere Verfahren wesentlich komplexer ist, empfiehlt Schüco die Berechnung mit dem Online-Tool „PolyPlan“. Wird ein statischer Nachweis erbracht, darf dieser ausschließlich von einem anerkannten Statiker geführt werden.

Anforderungen

Die folgende Darstellung gibt beispielhaft eine Übersicht der zu berücksichtigenden Lasten im Falle einer statischen Vordimensionierung.

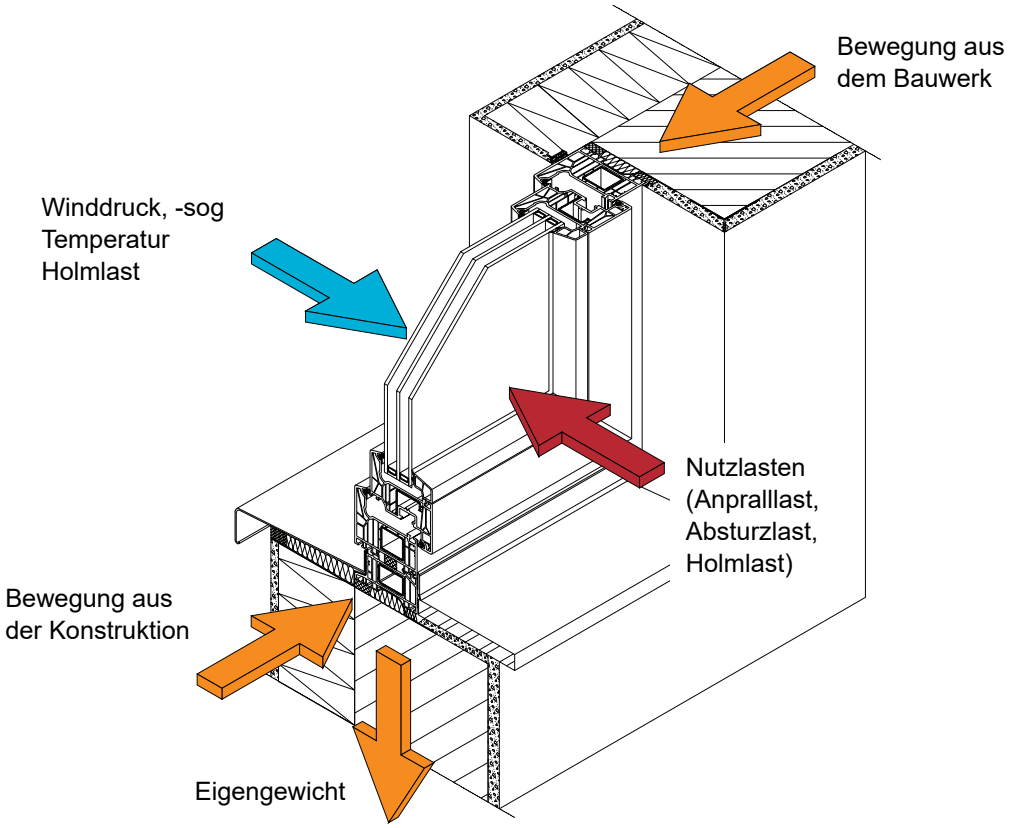


Bild C2.1 Anforderungen an das Bauteil Fenster (beispielhafte Darstellung)

Nachweise einer Fensterstatik

Auf den folgenden Seiten wird der Ablauf einer Bemessung bzw. Vordimensionierung für Fensterelemente beschrieben. Die zu erbringenden Nachweise des Planers beziehen sich auf folgende Annahmen:

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (GZG)
Fenster und Fensterwände müssen während ihrer Nutzung gebrauchstauglich sein. Hierzu zählt die Begrenzung der Durchbiegung gemäß DIN 18008 sowie DIN EN 13830 oder DIN EN 14351. Der Nachweis erfolgt mittels des erforderlichen Trägheitsmoments I_{erf}.

Die Gebrauchstauglichkeit beschreibt im weitesten Sinne die Funktionstüchtigkeit und Optik.

Nachweis der Tragfähigkeit (GZT)
Eine Überprüfung mittels Standsicherheitsnachweis ist infolge der immer größer werdenden zulässigen Verformungen notwendig. Dieser wird durch das erforderliche Widerstandsmoment W_{erf} berücksichtigt. Die Grundlage bildet der Nachweis gemäß Teilsicherheitskonzept DIN EN 1990 „Grundlagen der Tragwerksplanung“ und DIN EN 1993-1-1 Stahl.

Die Tragfähigkeit beschreibt die Widerstandsfähigkeit gegen Versagen des dimensionierten Bauteils und somit den Sicherheitsaspekt.

Im Nachweisverfahren werden Teilsicherheitsbeiwerte angesetzt und im Falle der Tragfähigkeit auftretende Kräfte überlagert.

Tabelle C3.1 Teilsicherheitsbeiwerte

Teilsicherheitsbeiwert	Einwirkung	Beispiel	Norm	
γ_G	ständige Einwirkung	Profileigengewicht, Glas	1,35	DIN EN 1990
γ_Q	veränderliche Einwirkung	Wind-, Holmlast, Temperatur	1,5	
γ_M	Beanspruchbarkeit von Querschnitten (Materialfaktor)	Aluminium	1,1	DIN EN 1999-1-1
		Stahl	1,1	DIN EN 1993-1-1
		Edelstahl	1,1	DIN EN 1993-1-4
		Holz	1,1	DIN EN 1995-1-1

$$\text{GZT (Grundkombination)}\quad E_d = \overbrace{\gamma_G \cdot G_k}^{\text{ständige Last}} \oplus \overbrace{\gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1}}^{\text{vorherrschende veränd. Last}} \oplus \overbrace{\sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,1}}^{\text{weitere veränd. Last}}$$

$$\text{GZG (char. Kombination)}\quad E_d = G_k \oplus Q_{k,1} \oplus \sum_{i>1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,1}$$

mit

E	Grundkombination
G	ständige Einwirkung (z. B. Glasgewicht, Profileigengewicht)
Q	veränderliche Einwirkung (z. B Windlast, Holmlast und Temperaturlast)
γ_G	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung
γ_Q	Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkung
ψ_0	Kombinationsbeiwert für veränderliche Einwirkung

Für die am häufigsten vorkommenden Lastkombination, Wind- und Holmlast gilt:

- Der Nachweis Grenzzustand der Tragfähigkeit (Spannungsnachweis) erfolgt mit den Lastkombinationen aus Wind- und Holmlast.
- Der Nachweis Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (Verformungsnachweis) erfolgt mit der Windlast und **ohne** Holmlast.

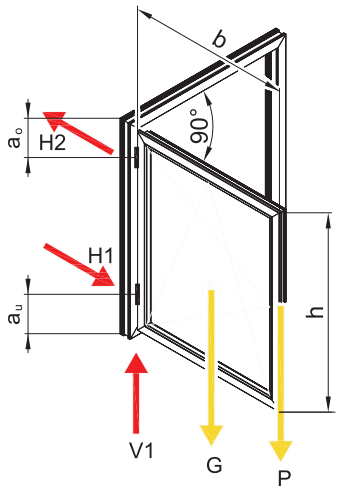
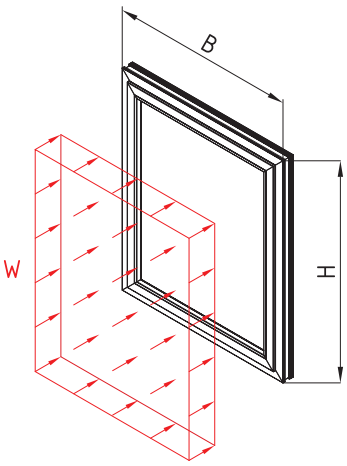
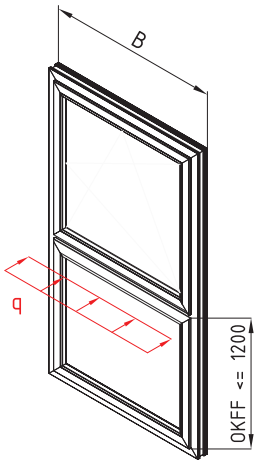
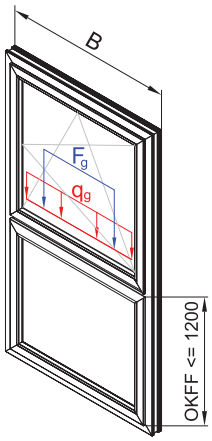
Lastannahmen

Allgemein

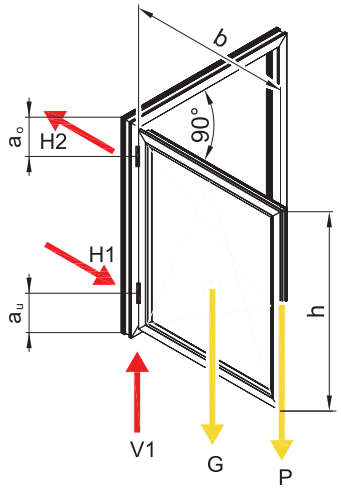
Auf das Element einwirkende Kräfte:

- Eigenlast
- Windlast
- Horizontale Nutzlasten (Holmlasten)
- Vertikale Nutzlasten (durch falschen Gebrauch „Racking“)
- Temperatur

Tabelle C4.1 Statische Lastenaufteilung am Fenster

Eigenlast	Windlast
	
horizontale Nutzlast	**vertikale Nutzlast**
	

Eigenlasten



$$H = \frac{b \cdot \left(\frac{G}{2} + P\right)}{2 \cdot (h - a_0 - a_u)}$$

mit

H	[N]	Lagerkräfte
b	[mm]	Flügelbreite
G	[N]	Last aus Eigengewicht
P	[N]	vertikale Last
h	[mm]	Flügelhöhe
a_o	[mm]	Abstand Lager oben
a_u	[mm]	Abstand Lager unten

Windlasten

Bei der Bemessung von Fenstern und Fensterwänden sind Windlasten gemäß DIN EN 1991-1-4 anzusetzen.

Die Windlast beinhaltet den Geschwindigkeitsdruck und den aerodynamischen Beiwert und berechnet sich nach folgender Formel:

$$w = c_{pe} \cdot q$$

mit

c_{pe}		aerodynamischer Beiwert für Außendruck
q	kN/m²	Geschwindigkeitsdruck bezogen auf eine Bezugshöhe

Der Geschwindigkeitsdruck ist zu erhöhen, wenn der Bauwerkstandort oberhalb einer Meereshöhe von 800 m über NHN liegt.

Der Erhöhungsfaktor beträgt (0,2 + H_S/1.000), wobei H_S die Meereshöhe in Metern bezeichnet.

Für Kamm- und Gipfellagen der Mittelgebirge sowie oberhalb H_S = 1.100 m sind besondere Überlegungen erforderlich.

Die anzusetzende Windlast für die Nachweise kann gemäß DIN EN 1991-1-4 mit dem vereinfachtem Verfahren oder dem Regelverfahren bestimmt werden.

Tabelle C4.2 Benötigte Informationen nach DIN EN 1991-1-4

vereinfachte Annahme	Regelfall
Windzone	Windzone
Mischprofil	Mischprofil
Gebäudehöhe (bis maximal 25 m)	Gebäudehöhe
	Gebäudebreite
	Gebäudetiefe
	Einbauhöhe

Zum vereinfachten Verfahren werden weniger Informationen zur Vordimensionierung benötigt als zum Regelverfahren.

Die genauere Bestimmung der Windlast gemäß Regelverfahren gegenüber dem vereinfachten Verfahren ist aufwendig und sollte mittels einer speziellen Statiksoftware erfolgen. Schüco bietet dazu das Online-Tool „PolyPlan“ mit den beiden Anwendungsmöglichkeiten des vereinfachten als auch des Regelverfahrens an.

Das vereinfachte Verfahren legt pauschalisierte Werte zugrunde, die u. U. die Dimensionierung der zu bemessenden Elemente erhöht. In den meisten Fällen wird mit dem ungünstigsten Beiwert c_{pe} 1,7 (Randbereich) gerechnet. Das Regelverfahren bietet genauere Ergebnisse bzgl. der Anforderungen.

Windzonen und Geschwindigkeitsdruck

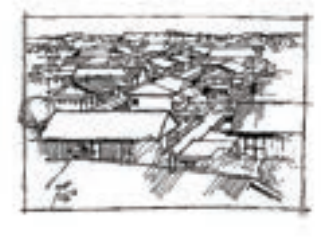
Die Windlasten sind abhängig vom Standort, von der Gebäudegeometrie, vom Fenster und dessen Positionierung. Der Standort bestimmt die Windzone und das Mischprofil. Die Windzone kann der Windzonenkarte im nationalen Anhang der DIN EN 1991-1-4 entnommen werden.

Tabelle C4.3 Windgeschwindigkeiten der Windzonen

Windzonenkarte	Windzone (WZ)	Basiswind-geschwindigkeit
	1	22,5 m/s
	2	25,0 m/s
	3	27,5 m/s
	4	30,0 m/s

Die Windzonen und Einteilungen der Geländekategorien sind in der DIN EN 1991-1-4 beschrieben. Die Topographie und Bebauungsdichte des Geländes sowie die Örtlichkeit spielen für die anzusetzenden Windlasten eine entscheiden Rolle. National ist vorwiegend das Mischprofil Binnenland anzunehmen, wobei an den Küsten der Nord- und Ostsee sowie an großen Binnenseen das Mischprofil Küste anzuwenden ist.

Tabelle C4.4 Geländekategorie gemäß DIN EN 1991-1-4

Geländekategorie	Illustration
Geländekategorie I Offene See; Seen mit mindestens 5 km freier Fläche in Windrichtung; glattes, flaches Land ohne Hindernisse z_0 = 0,01 m	
Geländekategorie II Gelände mit Hecken, mit einem Baum oder mit Bäumen, z. B. Land z_0 = 0,05 m	
Geländekategorie III Vorstädte, Industrie- oder Gewerbegebiete; Wälder z_0 = 0,30 m	
Geländekategorie IV Stadtgebiete, bei denen mindestens 15 % der Fläche mit Gebäuden bebaut sind, deren mittlere Höhe 15 m überschreitet z_0 = 1,00 m	

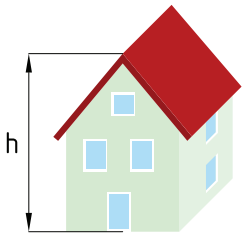
Für Gebäude bis 25 m Höhe (10 m Nordsee-Inseln) dürfen nach dem vereinfachten Verfahren DIN EN 1991-1-4 folgende Geschwindigkeitsdrücke angesetzt werden:

Tabelle C4.5 Geschwindigkeitsdrücke

Windzone (WZ)	Mischprofil	Geschwindigkeitsdruck q [kN/m²]		
		h ≤ 10 m	10 m < h ≤ 18 m	18 m < h≤ 25 m
1	Binnenland	0,5	0,65	0,75
2	Binnenland	0,65	0,8	0,90
	Küste und Inseln der Ostsee	0,85	1,0	1,10
3	Binnenland	0,8	0,95	1,10
	Küste und Inseln der Ostsee	1,05	1,20	1,30
4	Binnenland	0,95	1,15	1,30
	Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	1,25	1,40	1,55
	Inseln der Nordsee	1,40	-	-

h entspricht der Gebäudehöhe bis First

Tabelle C4.6 Außendruckwerte für vertikale Wände rechteckiger Gebäude



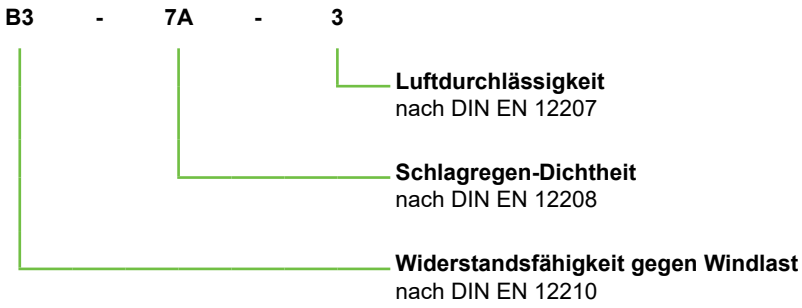
Bereiche		A		B		C		D		E	
h/d		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
1	≥ 5	-1,4	-1,7	-0,8	-1,1	-0,5	-0,7	0,8	1,0	-0,5	-0,7
2	1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,8	1,0	-0,5	
3	≤ 0,25	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,7	1,0	-0,3	-0,5

c_{pe} = aerodynamischer Beiwert für Außendruck
Zwischenwerte interpolieren:
↕ - linear; ↔ - logarithmisch

Klassifizierung

Der in den Beanspruchungsklassen aufgeführte Klassifizierungsschlüssel nach DIN EN 14351 beschreibt drei wesentliche Merkmale des Bauteils Fenster (Widerstandsfähigkeit gegen Windlast, Schlagregen-Dichtheit und Luftdurchlässigkeit) und unterteilt dabei, gemäß der normativen Grundlagen, in verschiedene Leistungsklassen. Die entsprechende Leistungsklasse ist der Anforderung hinsichtlich folgender Punkte zu wählen:

- Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit (gegen Windlast)
- Gebäudehöhe
- Windzone
- Mischprofil
- Ggf. Lage des Fensters im Objekt (z. B. Randbereich)



Bemessung gemäß Klassifizierung DIN EN 12210

Liegt ein Prüfzeugnis gemäß DIN EN 12210 vor, kann dieses für die statische Dimensionierung verwendet werden. Voraussetzung ist, dass die geprüfte Konstruktion den vorhandenen Gegebenheiten entspricht. Zu erfüllende Mindestanforderungen sind z. B. Systemübereinstimmung, Abmessung, Profilauswahl, Glasdicke und Lastart (Windlast, im Allgemeinen keine Holmlast).

Tabelle C4.7 Klassifizierung der relativen frontalen Durchbiegung nach DIN EN 12210

Klasse	A	B	C
Relative frontale Durchbiegung	≤ 1/150	≤ 1/200	≤ 1/300

Beispiel: Pfostenlänge 2.000 mm / 200 (Klasse B = 1/200) = Durchbiegung 10 mm

Tabelle C4.8 Klassifizierung (P1) der Windlast nach DIN EN 12210

Klasse	1	2	3	4	5
Nennlast [PA]	400	800	1.200	1.600	2.000
Nennlast [kN/m²]	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0

Beanspruchungsklassen für Fenster

Tabelle C4.9 Beanspruchungsklassen für Fenster

Geländekategorie/ Mischprofil Windzone		Binnenland				Küste und Inseln der Ostsee, Küste Nordsee			Inseln der Nordsee
		1	**2**	**3**	**4**	**2**	**3**	**4**	**4**
Höhe bis 10 m	**Geschw.-Druck q_p [kN/m²]**	**0,5**	**0,65**	**0,8**	**0,95**	**0,85**	**1,05**	**1,25**	**1,4**
	Wandmitte w [kN/m²] $c_{pe,1}$ = 1,1	0,55	0,72	0,88	1,05	0,94	1,16	1,38	1,54
		B2-4A-(2)3	B2-5A-(2)3	B3-5A-(2)3	B3-6A-(2)3	B3-6A-(2)3	B3-7A-(2)3	B4-8A-(2)3	B4-8A-(2)3
	Randbereich w [kN/m²] $c_{pe,1}$ = 1,7	0,85	1,11	1,36	1,62	1,45	1,79	2,13	2,38
		B3-4A-(2)3	B3-5A-(2)3	B4-5A-(2)3	B5-6A-(2)3	B4-6A-(2)3	B5-7A-(2)3	E2125-8A-(2)3	E2380-8A-(2)3
Höhe > 10 – 18 m	**Geschw.-Druck q_p [kN/m²]**	**0,6**	**0,8**	**0,95**	**1,15**	**1**	**1,2**	**1,4**	**-**
	Wandmitte w [kN/m²] $c_{pe,1}$ = 1,1	0,72	0,88	1,05	1,27	1,1	1,32	1,54	-
		B2-5A-3	B3-5A-3	B3-6A-3	B4-7A-3	B3-6A-3	B4-7A-3	B4-8A-3	-
	Randbereich w [kN/m²] $c_{pe,1}$ = 1,7	1,11	1,36	1,62	1,96	1,7	2,04	2,38	-
		B3-5A-3	B4-5A-3	B5-6A-3	B5-7A-3	B5-6A-3	B5-7A-3	E2380-8A-3	-
Höhe > 18 – 25 m	**Geschw.-Druck q_p [kN/m²]**	**0,75**	**0,9**	**1,1**	**1,3**	**1,1**	**1,3**	**1,55**	**-**
	Wandmitte w [kN/m²] $c_{pe,1}$ = 1,1	0,83	0,99	1,21	1,43	1,21	1,43	1,71	-
		B3-5A-3	B3-6A-3	B4-7A-3	B4-7A-3	B4-7A-3	B4-8A-3	B5-8A-3	-
	Randbereich w [kN/m²] $c_{pe,1}$ = 1,7	1,28	1,53	1,87	2,21	1,87	2,21	2,64	-
		B4-5A-3	B4-6A-3	B5-7A-3	E2210-8A-3	B5-7A-3	B5-8A-3	E2635-8A-3	-

Horizontale Nutzlast (Holmlast)

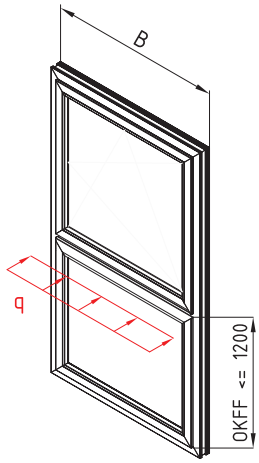


Bild C4.2 Einwirkung durch horizontale Nutzlast

Wird bei Fensterwänden die Holmlast nicht anderweitig, z. B. durch Brüstungen oder Geländer abgetragen, so muss diese bei der Bemessung berücksichtigt werden.

Befindet sich ungefähr in Höhe der Holmlast ein Riegel, erhält dieser die Verkehrslast. Ein Pfosten muss – unabhängig, ob Riegel, Verglasung oder am Pfosten befestigtes Geländer die Holmlast aufnimmt – mit Berücksichtigung dieser Holmlast bemessen werden.

Die Holmlast und die Windlast, im allgemeinen Sog, können gleichzeitig auftreten.

Diese auftretenden Lasten müssen nach DIN EN 1990-1-1 überlagert werden.

Tabelle C4.10 Horizontale Nutzlasten (Holmlasten) gem. DIN EN 1991-1-1 / DIN EN 1990

v [kN/m]	ψ_0	Nutzungskategorie	
0,5	0,7	A, B1, H, F1	nichtöffentlicher Bereich
1,0	0,7	B2, B3, C1 bis C4, D	öffentlicher Bereich mit normaler Menschenansammlung
1,0	1,0	E1.1, E1.2, E2.1 bis E2.5	
1,0	0,7	FL1 bis FL6, HC, T2, Z	
2,0	0,7	C5, C6	öffentlicher Bereich mit erheblicher Menschenansammlung
2,0	0,7	T3	

Die Flächen in Räumen/Gebäuden werden gemäß ihrer Nutzung und Art in Kategorien aufgeteilt. Diese werden in der DIN EN 1991/NA beschrieben und legen die Lastannahme fest.

Die Vorgabe (Nutzungsart des Raumes) muss vom Planer/Architekten im Leistungsverzeichnis festgelegt werden. Übernimmt der Inverkehrbringer planerische Aufgaben, sind diese Festlegung ggf. abzuklären.

Überlagerungsregel

Horizontale Nutzlasten sind in Absturzrichtung in voller Höhe und in Gegenrichtung mit 50 %, mindestens jedoch 0,5 kN/m anzusetzen.

Wind- und horizontale Nutzlasten sind gemäß Tabelle C3.1 zu überlagern. Die ungünstigste Lastkombination ist maßgebend. Siehe Berechnungsbeispiel 2.

Tabelle C4.11 Kombinationsbeiwerte gem. DIN EN 1990/NA

Last	ψ_0
Wind	0,60
Holmlast	siehe Tabelle C4.10
Temperatur (nicht Brandfall)	0,60

Riegellasten aus der Fensterebene

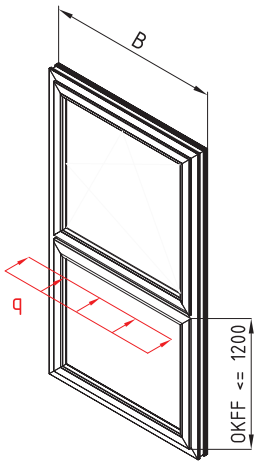


Bild C4.3 Einwirkung durch Last aus der Fensterebene

Der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit und der Standsicherheit aus der Fenster-/Fassadenebene erfolgt mittels Tabelle C6.2, Tabelle C6.3 und Tabelle C6.4.

Die Tabelle C6.2 und die Tabelle C6.3 beziehen sich auf 1 kN/m² und sind mit der Windlast zu multiplizieren.

Die Tabelle C6.4 gilt für 1 kN/m und ist mit der vorhandenen Holmlast zu multiplizieren.

Riegellasten durch Glaslast in der Fensterebene

Der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit und der Standsicherheit in der Fenster-/Fassadenebene erfolgt mittels Tabelle C6.3 und Tabelle C6.4.

In der Tabelle C6.4 ist die Riegelbemessung gegenüber der Holmlast von 0,5 und 1,0 kN/m integriert. Hier ist zu beachten, dass die Anwendung zu drehen ist. Die Bezeichnung B und H werden getauscht.

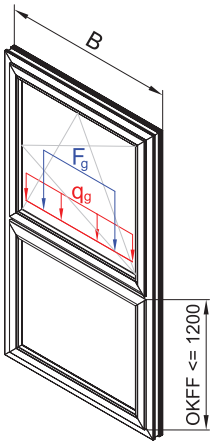


Bild C4.4 Belastung des Riegels durch die Glaslast F_g über die Klotzung und das Eigengewicht q_g

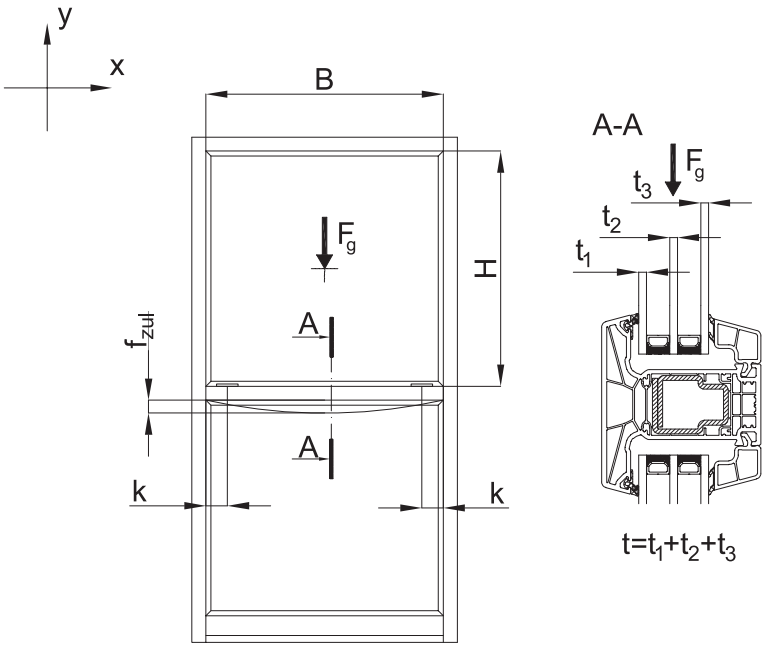


Bild C4.5 Vertikale Verformung

Der Nachweis der Verformung in der Fenster-/Fassadenebene erfolgt entsprechend nachfolgender Gleichung:

$$I_{erf} = \left[F_g \cdot k\left(3B^2 - 4k^2\right) + q\frac{B^4}{3{,}2}\right] \cdot \frac{125 \cdot 10^5}{3 \cdot Ef_{zul}} \quad [cm^4] \Rightarrow \text{einheitenbezogene Gleichung}$$

$$F_g = g_g \cdot t \cdot B\frac{H}{2 \cdot 10^3} \quad [kN] \Rightarrow \text{Glaslast}$$

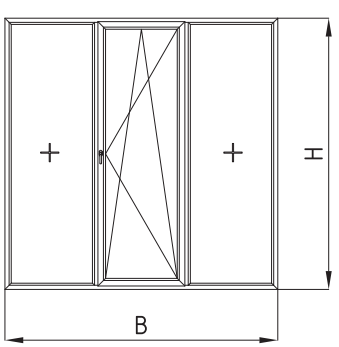
$$q = A \cdot g_R \cdot 10^4 \quad \left[\frac{kN}{m}\right] \Rightarrow \text{Riegellast}$$

mit

g_g	[kN/m³]	Wichte Ausfachung (Glas – 25 kN/m³)
g_R	[kN/m³]	Wichte Riegel (Stahl - 78,5 kN/m³; Aluminium – 27,0 kN/m³)
E	[N/mm²]	Elastizitätsmodul
t	[mm]	Summe Glasdicke/Ausfachung ohne SZR
B	[m]	Breite Ausfachung bzw. Länge Riegel
H	[m]	Höhe Ausfachung
A	[cm²]	Querschnittsfläche Riegel
k	[m]	Klotzeinstand 0,15 m
f_{zul}	[mm]	zulässige Verformung min (3 mm; B/500)
I_{erf}	[mm⁴]	erforderliches Flächenträgheitsmoment

Einwirkung durch Temperatur

Tabelle C4.12 Längenausdehnungskoeffizient



Material	αT [K^{-1} 10^{-6}]
Aluminiumlegierung	23
Holz parallel zur Faser	3 – 6
PVC-U	70 – 80
Stahl	12
Edelstahl (V2A)	16
Ziegel	5
Stahlbeton	10 – 15

$$\Delta l = l \cdot \alpha_T \cdot \Delta t$$

mit

l	[mm]	zu betrachtende Länge
α_T	[K^{-1}*10^{-6}]	Längenausdehnungskoeffizient
Δt	[K]	Temperaturunterschied

Flächenträgheits- und Widerstandsmoment

Flächenträgheit

$$I_{erf(Wind)} = w \cdot I_{Tabellenwert_{Trapez-/Rechtecklast}}$$

$$I_{erf(ges)} = I_{erf(1)} + I_{erf(2)} + I_{erf(n)}$$

$$\frac{I_{erf}}{I} \leq 1 \quad \Rightarrow \text{gilt für alle Achsen}$$

$$\text{Gebrauchstauglichkeit} = I_{erf}$$

mit

$I_{erf(Wind)}$	[cm⁴]	erforderliches Flächenträgheitsmoment bei Windlast
$I_{erf(ges)}$	[cm⁴]	gesamtes, erforderliches Flächenträgheitsmoment
$I_{erf(1..n)}$	[cm⁴]	erforderliches Flächenträgheitsmoment aus n-weiteren Lasten
w	[kN/m²]	Windlast

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) gemäß Produktnorm Fassaden/Fenster

Die mit dem Flächenträgheitsmoment ermittelte Gebrauchstauglichkeit umfasst und berücksichtigt u. a. die folgenden Punkte bei der Vordimensionierung:

- Wohlbefinden von Personen
- Funktion des Tragwerks
- Erscheinungsbild
- Verformungen und Verschiebungen
- Schwingungen
- Schäden mit Rissbildung
- Luftdurchlässigkeit
- Schlagregendichtigkeit



I- und W-Werte für Schüco Verstärkungsprofile können den jeweiligen System-Dokumentationen entnommen werden.

Widerstandsmoment

$$W_{erf\,(Wind)} = w \cdot W_{Tabellenwert\,(Trapezlast\,/\,Rechtecklast)}$$

$W_{vertikale\ Nutzlast/Holmlast}$ = siehe Tabelle C4.9

$W_{vertikale\ Nutzlast/Riegellast}$ = siehe Seite C4-9 und Seite C4-10

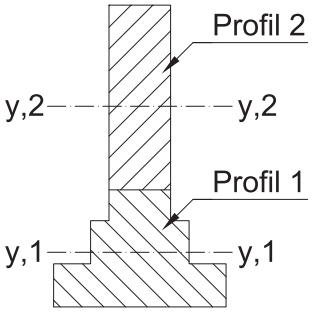


Bild C5.6 Nicht schubfest verbundene Profilkombination aus gleichen Materialien

$$W_{erf,y,1} = \frac{W_{erf,y} \cdot I_{y,1}}{\sum I_y} \quad ; \quad W_{erf,y,2} = \frac{W_{erf,y} \cdot I_{y,2}}{\sum I_y}$$

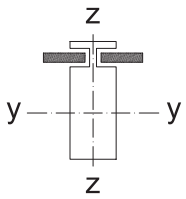


Bild C5.7 Einachsige Biegung M_y (z. B. Pfosten/Sprosse)

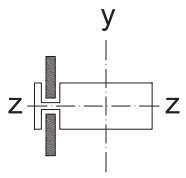


Bild C5.8 Zweiachsige Biegung M_y; M_z (z. B. Riegel/Kämpfer)

$$\frac{W_{erf,y}}{W_y} \leq 1$$

$$\frac{W_{erf,y}}{W_y} + \frac{W_{erf,z}}{W_y} \leq 1$$

Tragfähigkeit $= W_{erf} \Rightarrow$ Spannungs- und Stabilitätsnachweis

mit

$W_{erf(Wind)}$	[cm⁴]	erforderliches Widerstandsmoment bei Windlast
$W_{erf, y}$	[cm⁴]	erforderliches Widerstandsmoment in y-Richtung
$W_{erf, z}$	[cm⁴]	erforderliches Widerstandsmoment in z-Richtung
$W_{erf, y, 1}$	[cm⁴]	erforderliches Widerstandsmoment in y-Richtung, Bauteil 1
$W_{erf, y, 2}$	[cm⁴]	erforderliches Widerstandsmoment in z-Richtung, Bauteil 2
W_y	[cm⁴]	Widerstandsmoment in y-Richtung
W_z	[cm⁴]	Widerstandsmoment in z-Richtung
I_y	[cm⁴]	Flächenträgheitsmoment in y-Richtung
$I_{y, 1}$	[cm⁴]	Flächenträgheitsmoment in y-Richtung, Bauteil 1
$I_{y, 2}$	[cm⁴]	Flächenträgheitsmoment in y-Richtung, Bauteil 2
w	[kN/m²]	Windlast

Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) gemäß Bemessungsnorm (Stahl) DIN EN 1993

Die über das Widerstandsmoment ermittelte Tragfähigkeit beschreibt die Widerstandsfähigkeit gegen das Versagen und somit den Sicherheitsaspekt.

i I- und W-Werte für Schüco Verstärkungsprofile können den jeweiligen System-Dokumentationen entnommen werden.

Lasttabellen

Hinweis zu den Tabellen

Die Lasttabellen entsprechen der DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12. Zur richtigen Verwendung der darin enthaltenen Informationen müssen die folgenden Angaben beachtet werden.

Zulässige Verformung

H/200, max. 15 mm

Rechtecklast

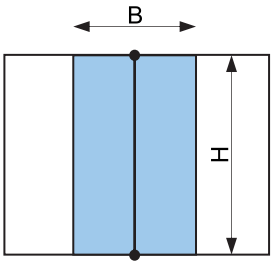


Bild C6.9 Rechtecklast

$I_{erf} = w \cdot I$

$W_{erf} = w \cdot W$

w = 1,00 kN/m²
(1 kN/m²=1.000 Pa)

E = 210.000 N/mm²
$f_{0,k}$ = 235 N/mm²
γ_Q = 1,50
γ_M = 1,10

Trapezlast

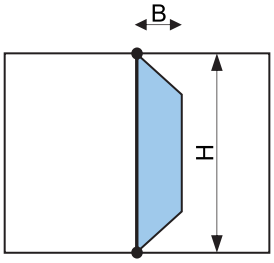


Bild C6.10 Trapezlast

$I_{erf} = w \cdot I$

$W_{erf} = w \cdot W$

w = 1,00 kN/m²
(1 kN/m²=1.000 Pa)

E = 210.000 N/mm²
$f_{0,k}$ = 235 N/mm²
γ_Q = 1,50
γ_M = 1,10

Holmlast

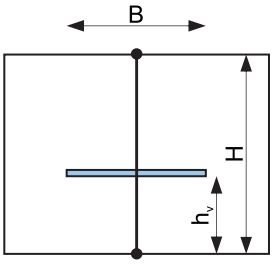


Bild C6.11 Holmlast

$I_{erf} = v \cdot I$

$W_{erf} = v \cdot W$

v = 1,00 kN/m
h_v = 1,00 m

E = 210.000 N/mm²
$f_{0,k}$ = 235 N/mm²
γ_Q = 1,50
γ_M = 1,10

Die Werte für „I“ und „W“ sind in den nachfolgenden Lasttabellen übereinander angeordnet, wie in Tabelle C6.1 gezeigt.

Tabelle C6.1 Angaben in den Lasttabellen

B [cm] / H [cm]	20	...	
80	0,13	0,19	← I
	0,11	0,17	← W
...	0,18	0,27	
	0,14	0,21	

Rechtecklast

Tabelle C6.2 Erforderliche Trägheits- [cm⁴] und Widerstandsmomente [cm³] für Rechtecklasten

H [cm] \ B [cm]	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
80	0,13	0,19	0,25	0,32	0,38	0,44	0,51	0,57	0,63	0,70
	0,11	0,17	0,22	0,28	0,34	0,39	0,45	0,51	0,56	0,62
90	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	0,99
	0,14	0,21	0,28	0,36	0,43	0,50	0,57	0,64	0,71	0,78
100	0,25	0,37	0,50	0,62	0,74	0,87	0,99	1,12	1,24	1,36
	0,18	0,26	0,35	0,44	0,53	0,61	0,70	0,79	0,88	0,97
110	0,33	0,50	0,66	0,83	0,99	1,16	1,32	1,49	1,65	1,82
	0,21	0,32	0,42	0,53	0,64	0,74	0,85	0,96	1,06	1,17
120	0,43	0,64	0,86	1,07	1,29	1,50	1,71	1,93	2,14	2,36
	0,25	0,38	0,51	0,63	0,76	0,88	1,01	1,14	1,26	1,39
130	0,54	0,82	1,09	1,36	1,63	1,91	2,18	2,45	2,72	3,00
	0,30	0,44	0,59	0,74	0,89	1,04	1,19	1,33	1,48	1,63
140	0,68	1,02	1,36	1,70	2,04	2,38	2,72	3,06	3,40	3,74
	0,34	0,52	0,69	0,86	1,03	1,20	1,38	1,55	1,72	1,89
150	0,84	1,26	1,67	2,09	2,51	2,93	3,35	3,77	4,19	4,60
	0,39	0,59	0,79	0,99	1,18	1,38	1,58	1,78	1,97	2,17
160	1,02	1,52	2,03	2,54	3,05	3,56	4,06	4,57	5,08	5,59
	0,45	0,67	0,90	1,12	1,35	1,57	1,80	2,02	2,25	2,47
170	1,22	1,83	2,44	3,05	3,66	4,26	4,87	5,48	6,09	6,70
	0,51	0,76	1,01	1,27	1,52	1,78	2,03	2,28	2,54	2,79
180	1,45	2,17	2,89	3,62	4,34	5,06	5,79	6,51	7,23	7,96
	0,57	0,85	1,14	1,42	1,71	1,99	2,27	2,56	2,84	3,13
190	1,70	2,55	3,40	4,25	5,10	5,95	6,80	7,66	8,51	9,36
	0,63	0,95	1,27	1,58	1,90	2,22	2,53	2,85	3,17	3,49
200	1,98	2,98	3,97	4,96	5,95	6,94	7,94	8,93	9,92	10,91
	0,70	1,05	1,40	1,76	2,11	2,46	2,81	3,16	3,51	3,86
210	2,30	3,45	4,59	5,74	6,89	8,04	9,19	10,34	11,48	12,63
	0,77	1,16	1,55	1,94	2,32	2,71	3,10	3,48	3,87	4,26
220	2,64	3,96	5,28	6,60	7,92	9,24	10,56	11,88	13,20	14,52
	0,85	1,27	1,70	2,12	2,55	2,97	3,40	3,82	4,25	4,67
230	3,02	4,53	6,04	7,54	9,05	10,56	12,07	13,58	15,09	16,60
	0,93	1,39	1,86	2,32	2,79	3,25	3,71	4,18	4,64	5,11
240	3,43	5,14	6,86	8,57	10,29	12,00	13,71	15,43	17,14	18,86
	1,01	1,52	2,02	2,53	3,03	3,54	4,04	4,55	5,06	5,56
250	3,88	5,81	7,75	9,69	11,63	13,56	15,50	17,44	19,38	21,31
	1,10	1,65	2,19	2,74	3,29	3,84	4,39	4,94	5,49	6,03
260	4,36	6,54	8,72	10,90	13,08	15,26	17,44	19,62	21,80	23,98
	1,19	1,78	2,37	2,97	3,56	4,15	4,75	5,34	5,93	6,53
270	4,88	7,32	9,76	12,20	14,65	17,09	19,53	21,97	24,41	26,85
	1,28	1,92	2,56	3,20	3,84	4,48	5,12	5,76	6,40	7,04
280	5,44	8,17	10,89	13,61	16,33	19,06	21,78	24,50	27,22	29,94
	1,38	2,06	2,75	3,44	4,13	4,82	5,50	6,19	6,88	7,57
290	6,05	9,07	12,10	15,12	18,15	21,17	24,20	27,22	30,24	33,27
	1,48	2,21	2,95	3,69	4,43	5,17	5,90	6,64	7,38	8,12
300	6,70	10,04	13,39	16,74	20,09	23,44	26,79	30,13	33,48	36,83
	1,58	2,37	3,16	3,95	4,74	5,53	6,32	7,11	7,90	8,69

120	130	140	150	175	200	250	300	350	400	B [cm] / H [cm]
0,76	0,83	0,89	0,95	1,11	1,27	1,59	1,90	2,22	2,54	80
0,67	0,73	0,79	0,84	0,98	1,12	1,40	1,69	1,97	2,25	
1,08	1,18	1,27	1,36	1,58	1,81	2,26	2,71	3,16	3,62	90
0,85	0,92	1,00	1,07	1,24	1,42	1,78	2,13	2,49	2,84	
1,49	1,61	1,74	1,86	2,17	2,48	3,10	3,72	4,34	4,96	100
1,05	1,14	1,23	1,32	1,54	1,76	2,19	2,63	3,07	3,51	
1,98	2,15	2,31	2,48	2,89	3,30	4,13	4,95	5,78	6,60	110
1,27	1,38	1,49	1,59	1,86	2,12	2,65	3,19	3,72	4,25	
2,57	2,79	3,00	3,21	3,75	4,29	5,36	6,43	7,50	8,57	120
1,52	1,64	1,77	1,90	2,21	2,53	3,16	3,79	4,42	5,06	
3,27	3,54	3,81	4,09	4,77	5,45	6,81	8,17	9,54	10,90	130
1,78	1,93	2,08	2,22	2,60	2,97	3,71	4,45	5,19	5,93	
4,08	4,42	4,76	5,10	5,95	6,81	8,51	10,21	11,91	13,61	140
2,06	2,24	2,41	2,58	3,01	3,44	4,30	5,16	6,02	6,88	
5,02	5,44	5,86	6,28	7,32	8,37	10,46	12,56	14,65	16,74	150
2,37	2,57	2,76	2,96	3,46	3,95	4,94	5,92	6,91	7,90	
6,10	6,60	7,11	7,62	8,89	10,16	12,70	15,24	17,78	20,32	160
2,70	2,92	3,15	3,37	3,93	4,49	5,62	6,74	7,86	8,99	
7,31	7,92	8,53	9,14	10,66	12,19	15,23	18,28	21,32	24,37	170
3,04	3,30	3,55	3,80	4,44	5,07	6,34	7,61	8,88	10,15	
8,68	9,40	10,13	10,85	12,66	14,46	18,08	21,70	25,31	28,93	180
3,41	3,70	3,98	4,27	4,98	5,69	7,11	8,53	9,95	11,37	
10,21	11,06	11,91	12,76	14,88	17,01	21,26	25,52	29,77	34,02	190
3,80	4,12	4,44	4,75	5,54	6,34	7,92	9,51	11,09	12,67	
11,90	12,90	13,89	14,88	17,36	19,84	24,80	29,76	34,72	39,68	200
4,21	4,56	4,91	5,27	6,14	7,02	8,78	10,53	12,29	14,04	
13,78	14,93	16,08	17,23	20,10	22,97	28,71	34,45	40,20	45,94	210
4,64	5,03	5,42	5,81	6,77	7,74	9,68	11,61	13,55	15,48	
15,85	17,17	18,49	19,81	23,11	26,41	33,01	39,61	46,22	52,82	220
5,10	5,52	5,95	6,37	7,43	8,50	10,62	12,74	14,87	16,99	
18,11	19,61	21,12	22,63	26,40	30,18	37,72	45,26	52,81	60,35	230
5,57	6,04	6,50	6,96	8,12	9,29	11,61	13,93	16,25	18,57	
20,57	22,29	24,00	25,71	30,00	34,29	42,86	51,43	60,00	68,57	240
6,07	6,57	7,08	7,58	8,85	10,11	12,64	15,17	17,69	20,22	
23,25	25,19	27,13	29,06	33,91	38,75	48,44	58,13	67,82	77,50	250
6,58	7,13	7,68	8,23	9,60	10,97	13,71	16,46	19,20	21,94	
26,15	28,33	30,51	32,69	38,14	43,59	54,49	65,39	76,28	87,18	260
7,12	7,71	8,31	8,90	10,38	11,87	14,83	17,80	20,77	23,73	
29,29	31,73	34,17	36,61	42,71	48,82	61,02	73,23	85,43	97,63	270
7,68	8,32	8,96	9,60	11,20	12,80	16,00	19,19	22,39	25,59	
32,67	35,39	38,11	40,83	47,64	54,44	68,06	81,67	95,28	108,89	280
8,26	8,95	9,63	10,32	12,04	13,76	17,20	20,64	24,08	27,52	
36,29	39,32	42,34	45,37	52,93	60,49	75,61	90,73	105,86	120,98	290
8,86	9,60	10,33	11,07	12,92	14,76	18,45	22,14	25,83	29,52	
40,18	43,53	46,88	50,22	58,59	66,96	83,71	100,45	117,19	133,93	300
9,48	10,27	11,06	11,85	13,82	15,80	19,75	23,70	27,65	31,60	

Trapezlast

Tabelle C6.3 Erforderliche Trägheits- [cm⁴] und Widerstandsmomente [cm³] für Trapezlasten

H [cm] \ B [cm]	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
80	0,11	0,15	0,16	--	--	--	--	--	--	--
	0,10	0,14	0,15	--	--	--	--	--	--	--
90	0,17	0,23	0,26	--	--	--	--	--	--	--
	0,13	0,18	0,21	--	--	--	--	--	--	--
100	0,23	0,32	0,38	0,40	--	--	--	--	--	--
	0,17	0,23	0,28	0,29	--	--	--	--	--	--
110	0,31	0,44	0,53	0,58	--	--	--	--	--	--
	0,20	0,29	0,35	0,38	--	--	--	--	--	--
120	0,41	0,58	0,71	0,79	0,82	--	--	--	--	--
	0,24	0,35	0,43	0,49	0,51	--	--	--	--	--
130	0,52	0,75	0,93	1,06	1,13	--	--	--	--	--
	0,29	0,41	0,52	0,60	0,64	--	--	--	--	--
140	0,66	0,95	1,19	1,37	1,49	1,52	--	--	--	--
	0,33	0,48	0,61	0,71	0,78	0,80	--	--	--	--
150	0,81	1,18	1,49	1,74	1,91	2,00	--	--	--	--
	0,39	0,56	0,72	0,84	0,93	0,98	--	--	--	--
160	0,99	1,44	1,83	2,16	2,40	2,55	2,60	--	--	--
	0,44	0,64	0,82	0,98	1,10	1,17	1,20	--	--	--
170	1,19	1,74	2,23	2,64	2,96	3,19	3,30	--	--	--
	0,50	0,73	0,94	1,12	1,27	1,37	1,43	--	--	--
180	1,42	2,07	2,67	3,18	3,60	3,91	4,10	4,17	--	--
	0,56	0,82	1,06	1,28	1,45	1,59	1,68	1,71	--	--
190	1,67	2,45	3,17	3,79	4,32	4,73	5,01	5,15	--	--
	0,62	0,92	1,19	1,44	1,65	1,82	1,94	2,00	--	--
200	1,95	2,87	3,72	4,48	5,13	5,65	6,03	6,27	6,35	--
	0,69	1,02	1,33	1,61	1,85	2,06	2,21	2,31	2,34	--
210	2,26	3,33	4,33	5,23	6,02	6,67	7,18	7,52	7,70	--
	0,76	1,13	1,47	1,79	2,07	2,31	2,50	2,63	2,70	--
220	2,61	3,84	5,01	6,07	7,01	7,81	8,45	8,91	9,20	9,30
	0,84	1,24	1,62	1,98	2,30	2,57	2,80	2,97	3,08	3,12
230	2,98	4,40	5,75	6,98	8,09	9,05	9,85	10,46	10,87	11,08
	0,92	1,36	1,78	2,18	2,53	2,85	3,12	3,33	3,47	3,55
240	3,39	5,02	6,56	7,99	9,28	10,42	11,38	12,15	12,71	13,05
	1,00	1,49	1,95	2,38	2,78	3,14	3,45	3,70	3,89	4,00
250	3,84	5,68	7,44	9,08	10,58	11,92	13,07	14,01	14,73	15,22
	1,09	1,61	2,12	2,60	3,04	3,44	3,79	4,08	4,32	4,48
260	4,32	6,40	8,39	10,26	11,99	13,54	14,90	16,04	16,94	17,60
	1,18	1,75	2,30	2,82	3,31	3,75	4,15	4,49	4,76	4,97
270	4,84	7,18	9,42	11,54	13,51	15,30	16,88	18,24	19,35	20,19
	1,27	1,89	2,48	3,05	3,59	4,08	4,52	4,91	5,23	5,48
280	5,40	8,02	10,54	12,93	15,16	17,20	19,03	20,62	21,95	23,01
	1,37	2,03	2,68	3,29	3,88	4,42	4,91	5,34	5,71	6,01
290	6,00	8,92	11,73	14,41	16,93	19,24	21,34	23,19	24,76	26,05
	1,47	2,18	2,88	3,54	4,18	4,77	5,31	5,79	6,21	6,56
300	6,65	9,88	13,01	16,01	18,82	21,44	23,82	25,95	27,79	29,33
	1,57	2,34	3,08	3,80	4,49	5,13	5,72	6,26	6,73	7,13

120	130	140	150	175	200	250	300	350	400	B [cm] / H [cm]
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	80
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	90
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	100
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	110
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	120
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	130
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	140
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	150
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	160
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	170
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	180
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	190
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	200
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	210
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	220
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	230
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
13,17	--	--	--	--	--	--	--	--	--	240
4,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
15,47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
4,56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
18,00	18,13	--	--	--	--	--	--	--	--	260
5,10	5,14	--	--	--	--	--	--	--	--	
20,76	21,05	--	--	--	--	--	--	--	--	270
5,66	5,75	--	--	--	--	--	--	--	--	
23,77	24,24	24,39	--	--	--	--	--	--	--	280
6,23	6,37	6,42	--	--	--	--	--	--	--	
27,03	27,69	28,03	--	--	--	--	--	--	--	290
6,84	7,02	7,12	--	--	--	--	--	--	--	
30,55	31,43	31,96	32,14	--	--	--	--	--	--	300
7,46	7,70	7,85	7,90	--	--	--	--	--	--	

Holmlast

Tabelle C6.4 Erforderliche Trägheits- [cm⁴] und Widerstandsmomente [cm³] für Holmlasten

H [cm] \ B [cm]	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
80	0,25	0,38	0,51	0,63	0,76	0,89	1,02	1,14	1,27	1,40
	0,28	0,42	0,56	0,70	0,84	0,98	1,12	1,26	1,40	1,54
90	0,32	0,48	0,64	0,80	0,96	1,13	1,29	1,45	1,61	1,77
	0,32	0,47	0,63	0,79	0,95	1,11	1,26	1,42	1,58	1,74
100	0,40	0,60	0,79	0,99	1,19	1,39	1,59	1,79	1,98	2,18
	0,35	0,53	0,70	0,88	1,05	1,23	1,40	1,58	1,76	1,93
110	0,48	0,72	0,96	1,20	1,44	1,68	1,92	2,16	2,40	2,64
	0,39	0,58	0,77	0,97	1,16	1,35	1,54	1,74	1,93	2,12
120	0,57	0,86	1,14	1,43	1,71	2,00	2,29	2,57	2,86	3,14
	0,42	0,63	0,84	1,05	1,26	1,47	1,69	1,90	2,11	2,32
130	0,67	1,01	1,34	1,68	2,01	2,35	2,68	3,02	3,35	3,69
	0,46	0,68	0,91	1,14	1,37	1,60	1,83	2,05	2,28	2,51
140	0,78	1,17	1,56	1,94	2,33	2,72	3,11	3,50	3,89	4,28
	0,49	0,74	0,98	1,23	1,47	1,72	1,97	2,21	2,46	2,70
150	0,89	1,34	1,79	2,23	2,68	3,13	3,57	4,02	4,46	4,91
	0,53	0,79	1,05	1,32	1,58	1,84	2,11	2,37	2,63	2,90
160	1,02	1,52	2,03	2,54	3,05	3,56	4,06	4,57	5,08	5,59
	0,56	0,84	1,12	1,40	1,69	1,97	2,25	2,53	2,81	3,09
170	1,15	1,72	2,29	2,87	3,44	4,01	4,59	5,16	5,73	6,31
	0,60	0,90	1,19	1,49	1,79	2,09	2,39	2,69	2,98	3,28
180	1,29	1,93	2,57	3,21	3,86	4,50	5,14	5,79	6,43	7,07
	0,63	0,95	1,26	1,58	1,90	2,21	2,53	2,84	3,16	3,48
190	1,43	2,15	2,87	3,58	4,30	5,01	5,73	6,45	7,16	7,88
	0,67	1,00	1,33	1,67	2,00	2,33	2,67	3,00	3,34	3,67
200	1,59	2,38	3,17	3,97	4,76	5,56	6,35	7,14	7,94	8,73
	0,70	1,05	1,40	1,76	2,11	2,46	2,81	3,16	3,51	3,86
210	1,74	2,62	3,49	4,36	5,23	6,10	6,98	7,85	8,72	9,59
	0,74	1,10	1,47	1,84	2,21	2,57	2,94	3,31	3,68	4,05
220	1,90	2,85	3,80	4,74	5,69	6,64	7,59	8,54	9,49	10,44
	0,77	1,15	1,53	1,91	2,30	2,68	3,06	3,45	3,83	4,21
230	2,05	3,07	4,10	5,12	6,14	7,17	8,19	9,22	10,24	11,26
	0,79	1,19	1,59	1,98	2,38	2,78	3,17	3,57	3,97	4,37
240	2,20	3,29	4,39	5,49	6,59	7,69	8,78	9,88	10,98	12,08
	0,82	1,23	1,64	2,05	2,46	2,87	3,28	3,69	4,10	4,51
250	2,34	3,51	4,68	5,85	7,02	8,19	9,37	10,54	11,71	12,88
	0,84	1,26	1,69	2,11	2,53	2,95	3,37	3,79	4,21	4,63
260	2,48	3,73	4,97	6,21	7,45	8,70	9,94	11,18	12,42	13,67
	0,86	1,30	1,73	2,16	2,59	3,02	3,46	3,89	4,32	4,75
270	2,63	3,94	5,25	6,57	7,88	9,19	10,51	11,82	13,13	14,45
	0,88	1,33	1,77	2,21	2,65	3,09	3,54	3,98	4,42	4,86
280	2,77	4,15	5,53	6,92	8,30	9,68	11,07	12,45	13,83	15,22
	0,90	1,35	1,81	2,26	2,71	3,16	3,61	4,06	4,51	4,97
290	2,91	4,36	5,81	7,26	8,72	10,17	11,62	13,07	14,53	15,98
	0,92	1,38	1,84	2,30	2,76	3,22	3,68	4,14	4,60	5,06
300	3,04	4,56	6,08	7,61	9,13	10,65	12,17	13,69	15,21	16,73
	0,94	1,40	1,87	2,34	2,81	3,28	3,74	4,21	4,68	5,15

120	130	140	150	175	200	250	300	350	400	B [cm] / H [cm]
1,52	1,65	1,78	1,90	2,22	2,54	3,17	3,81	4,44	5,08	80
1,69	1,83	1,97	2,11	2,46	2,81	3,51	4,21	4,91	5,6	
1,93	2,09	2,25	2,41	2,81	3,21	4,02	4,82	5,63	6,43	90
1,90	2,05	2,21	2,37	2,76	3,16	3,95	4,74	5,53	6,32	
2,38	2,58	2,78	2,98	3,47	3,97	4,96	5,95	6,94	7,94	100
2,11	2,28	2,46	2,63	3,07	3,51	4,39	5,27	6,14	7,02	
2,88	3,12	3,36	3,60	4,20	4,80	6,00	7,20	8,40	9,60	110
2,32	2,51	2,70	2,90	3,38	3,86	4,83	5,79	6,76	7,72	
3,43	3,71	4,00	4,29	5,00	5,71	7,14	8,57	10,00	11,43	120
2,53	2,74	2,95	3,16	3,69	4,21	5,27	6,32	7,37	8,43	
4,02	4,36	4,69	5,03	5,87	6,71	8,38	10,06	11,74	13,41	130
2,74	2,97	3,19	3,42	3,99	4,56	5,70	6,85	7,99	9,13	
4,67	5,06	5,44	5,83	6,81	7,78	9,72	11,67	13,61	15,56	140
2,95	3,19	3,44	3,69	4,30	4,91	6,14	7,37	8,60	9,83	
5,36	5,80	6,25	6,70	7,81	8,93	11,16	13,39	15,63	17,86	150
3,16	3,42	3,69	3,95	4,61	5,27	6,58	7,90	9,22	10,53	
6,10	6,60	7,11	7,62	8,89	10,16	12,70	15,24	17,78	20,32	160
3,37	3,65	3,93	4,21	4,91	5,62	7,02	8,43	9,83	11,23	
6,88	7,45	8,03	8,60	10,03	11,47	14,34	17,20	20,07	22,94	170
3,58	3,88	4,18	4,48	5,22	5,97	7,46	8,95	10,44	11,94	
7,71	8,36	9,00	9,64	11,25	12,86	16,07	19,29	22,50	25,71	180
3,79	4,11	4,42	4,74	5,53	6,32	7,90	9,48	11,06	12,64	
8,60	9,31	10,03	10,74	12,53	14,33	17,91	21,49	25,07	28,65	190
4,00	4,34	4,67	5,00	5,84	6,67	8,34	10,01	11,67	13,34	
9,52	10,32	11,11	11,90	13,89	15,87	19,84	23,81	27,78	31,75	200
4,21	4,56	4,91	5,27	6,14	7,02	8,78	10,53	12,29	14,04	
10,46	11,34	12,21	13,08	15,26	17,44	21,80	26,16	30,52	34,88	210
4,41	4,78	5,15	5,52	6,44	7,36	9,19	11,03	12,87	14,71	
11,39	12,33	13,28	14,23	16,60	18,98	23,72	28,46	33,21	37,95	220
4,60	4,98	5,36	5,74	6,70	7,66	9,57	11,49	13,40	15,32	
12,29	13,31	14,34	15,36	17,92	20,48	25,60	30,72	35,84	40,96	230
4,76	5,16	5,56	5,95	6,94	7,94	9,92	11,91	13,89	15,87	
13,17	14,27	15,37	16,47	19,21	21,96	27,45	32,94	38,43	43,92	240
4,91	5,32	5,73	6,14	7,17	8,19	10,24	12,29	14,34	16,38	
14,05	15,22	16,39	17,56	20,49	23,41	29,27	35,12	40,97	46,83	250
5,06	5,48	5,90	6,32	7,37	8,43	10,53	12,64	14,74	16,85	
14,91	16,15	17,39	18,64	21,74	24,85	31,06	37,27	43,48	49,69	260
5,18	5,62	6,05	6,48	7,56	8,64	10,80	12,96	15,12	17,28	
15,76	17,07	18,38	19,70	22,98	26,26	32,83	39,40	45,96	52,53	270
5,30	5,75	6,19	6,63	7,74	8,84	11,05	13,26	15,47	17,68	
16,60	17,98	19,37	20,75	24,21	27,66	34,58	41,50	48,41	55,33	280
5,42	5,87	6,32	6,77	7,90	9,03	11,28	13,54	15,80	18,05	
17,43	18,88	20,34	21,79	25,42	29,05	36,31	43,58	50,84	58,10	290
5,52	5,98	6,44	6,90	8,05	9,20	11,50	13,80	16,10	18,40	
18,25	19,78	21,30	22,82	26,62	30,42	38,03	45,63	53,24	60,85	300
5,62	6,09	6,55	7,02	8,19	9,36	11,70	14,04	16,38	18,72	

Notwendige Parameter

Allgemeines

Dieses Kapitel beschreibt die notwendigen Parameter für den Nachweis durch das vereinfachte Verfahren.

Erforderliche Angaben:

- **Standort** - hieraus ergeben sich die Windzone und das Mischprofil
- **Gebäudehöhe**

Die nachfolgenden Kapitel beinhalten den Geschwindigkeitsdruck, den aerodynamischen Beiwert sowie den Geschwindigkeitsdruck für vertikale Außenwände.

Gebäudehöhe ermitteln (zulässig bis max. 25 m)

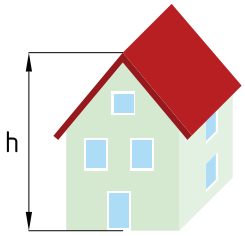


Bild C7.12 Gebäudehöhe

Geschwindigkeitsdruck ermitteln

Tabelle C7.5 Geschwindigkeitsdruck

Windzone (WZ)	Mischprofil	Geschwindigkeitsdruck q [kN/m²]		
		h ≤ 10 m	10 m < h ≤ 18 m	18 m < h≤ 25 m
1	Binnenland	0,5	0,65	0,75
2	Binnenland	0,65	0,8 / 1,0	0,90
	Küste und Inseln der Ostsee	0,85	1,0	1,10
3	Binnenland	0,8	0,95	1,10
	Küste und Inseln der Ostsee	1,05	1,20	1,30
4	Binnenland	0,95	1,15	1,30
	Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	1,25	1,40	1,55
	Inseln der Nordsee	1,40	-	-

Außenbeidruckwert ermitteln

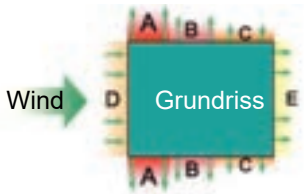


Tabelle C7.6 Außenbeidruckwerte

Bereiche		A		B		C		D		E	
h/d		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
1	≥ 5	-1,4	-1,7 / -1,4	-0,8	-1,1	-0,5	-0,7	0,8	1,0	-0,5	-0,7
2	1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,8	1,0	-0,5	
3	≤ 0,25	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,7	1,0	-0,3	-0,5

c_{pe} = aerodynamischer Beiwert für Außendruck
Zwischenwerte interpolieren:
↕ - linear; ↔ - logarithmisch

Wenn die Lage des Fensterelements am Gebäude nicht bekannt ist: $c_{pe} = 1,7$

Größe des Fensters oder Türelements ermitteln

Breite B und Höhe H festlegen:

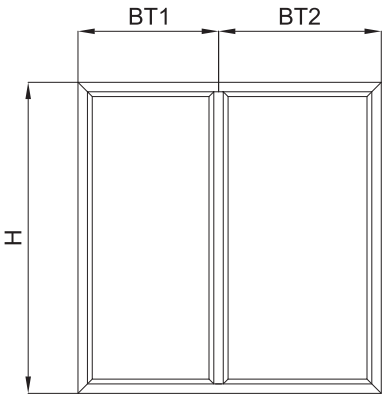


Bild C7.13 Größer des Fensters oder Türelements

Winddruck errechnen

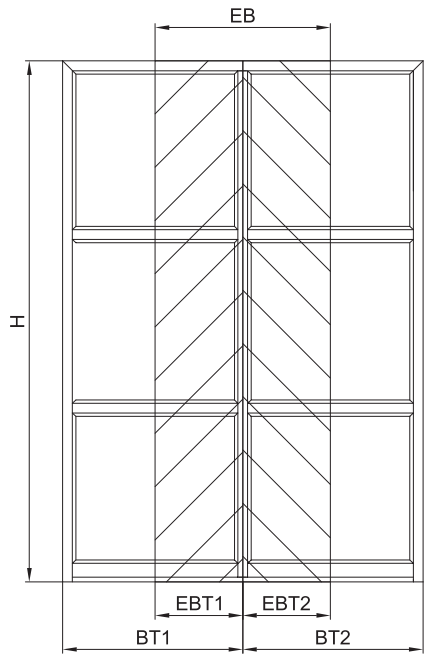
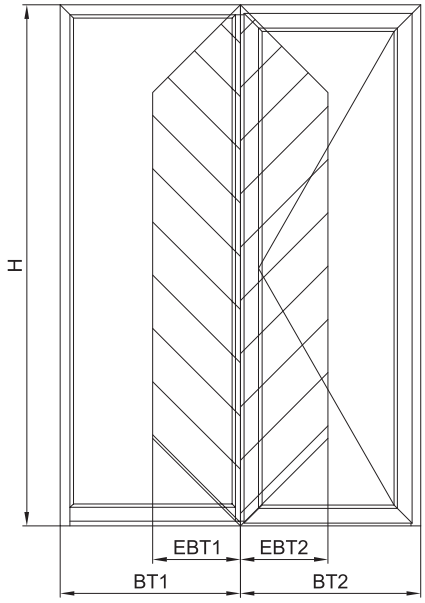
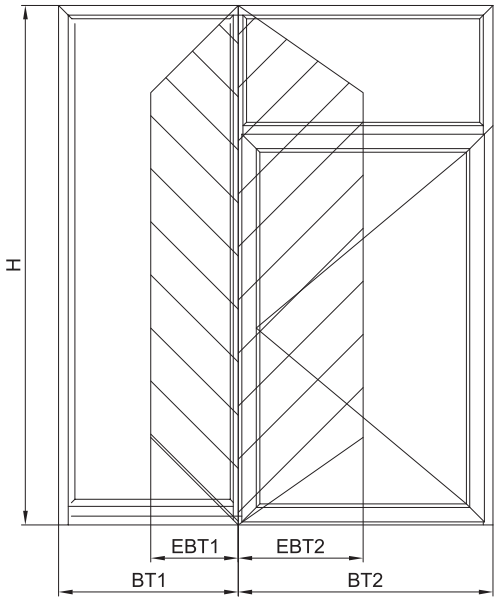
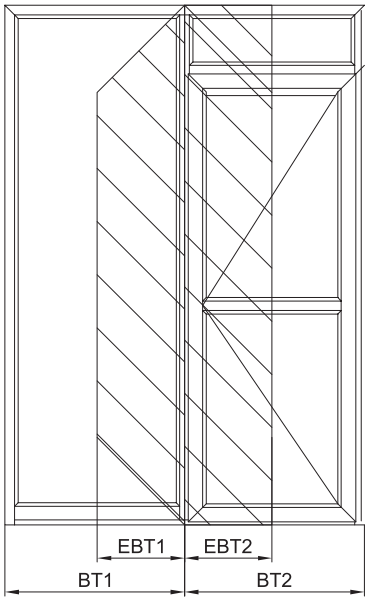
$$w_e = c_{pe} \cdot q_p$$

mit

W_e	[kN/m²]	Winddruck
c_{pe}		aerodynamischer Beiwert für Außendruck
q_p	[kN/m²]	Geschwindigkeitsdruck

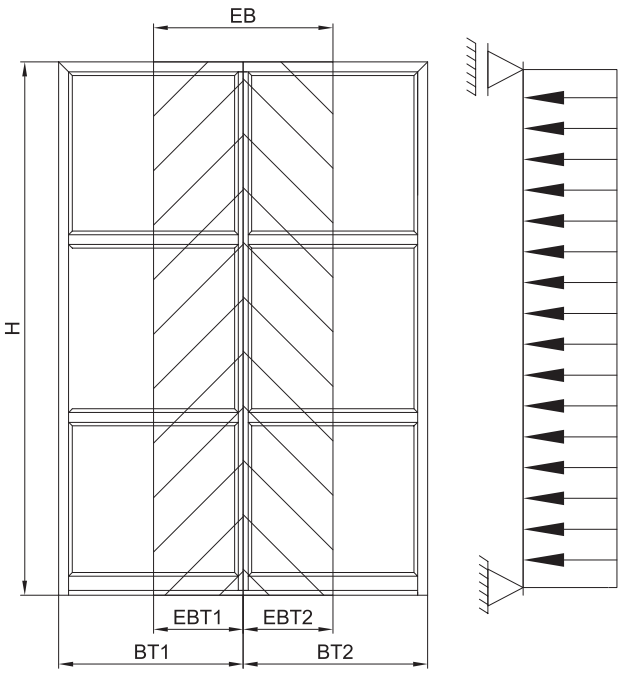
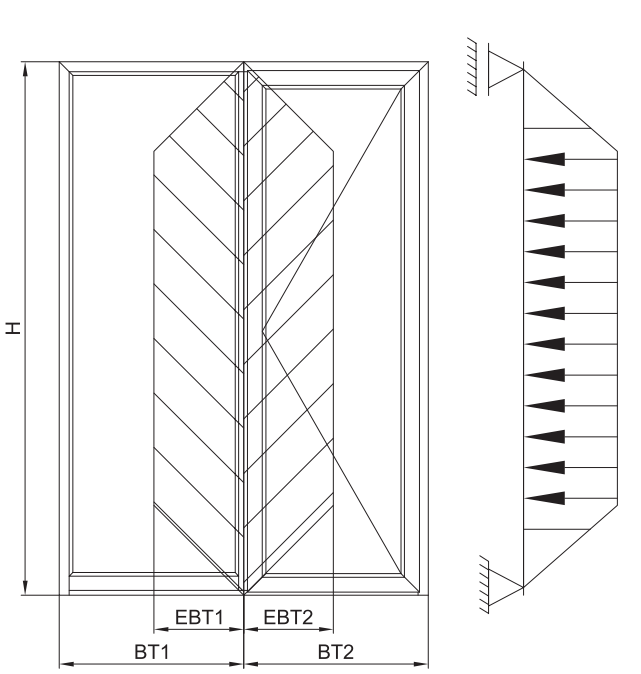
Lastfall ermitteln

Tabelle C7.7 Unterschied Trapez-/ Rechtecklast

mehrere Riegel	kein Riegel
Rechtecklast / Rechtecklast	**Trapezlast / Trapezlast**
	
Riegel im geraden Bereich des Trapezes	**Riegel im schrägen Bereich des Trapezes**
Trapezlast / Trapezlast	**Trapezlast / Rechtecklast**
	

Lasteinzugsflächen am Element errechnen

Tabelle C7.8 Lasteinzugsflächen

Linienlast	Trapezlast
	
$EB = \frac{BT2+BT1}{2}$	$EBT1 = \frac{BT1}{2} \leq \frac{H}{2}$ $EBT2 = \frac{BT2}{2} \leq \frac{H}{2}$

Beispielrechnungen

Beispiel 1: Pfosten mit Windlast

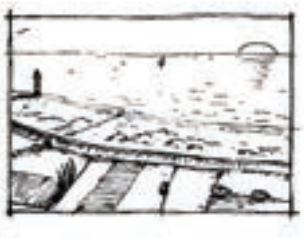
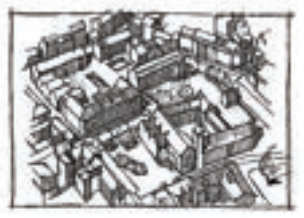
Randbedingung 1: Windzone

Tabelle D8.1 Windgeschwindigkeiten der Windzonen

Windzonenkarte	Windzone (WZ)	Basiswind-geschwindigkeit
	1	22,5 m/s
	2	**25,0 m/s**
	3	27,5 m/s
	4	30,0 m/s

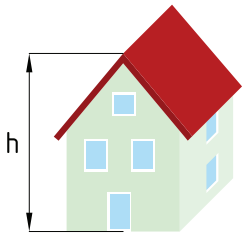
Randbedingung 2: Geländekategorie

Tabelle C8.2 Geländekategorie

Geländekategorie	Illustration
Geländekategorie I Offene See; Seen mit mindestens 5 km freier Fläche in Windrichtung; glattes, flaches Land ohne Hindernisse z_0 = 0,01 m	
Geländekategorie II Gelände mit Hecken, mit einem Baum oder mit Bäumen, z. B. Land z_0 = 0,05 m	
Geländekategorie III Vorstädte, Industrie- oder Gewerbegebiete; Wälder z_0 = 0,30 m	
Geländekategorie IV Stadtgebiete, bei denen mindestens 15 % der Fläche mit Gebäuden bebaut sind, deren mittlere Höhe 15 m überschreitet z_0 = 1,00 m	

Randbedingung 3: Gebäudehöhe

- Gebäudehöhe: 10 m < h ≤ 18 m
  h = Gebäudehöhe bis First



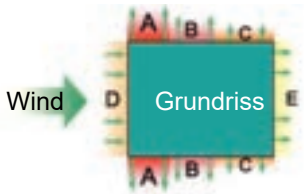
Randbedingung 4: Geschwindigkeitsdruck

Tabelle C8.3 Geschwindigkeitsdruck

Windzone (WZ)	Mischprofil	Geschwindigkeitsdruck q [kN/m²]		
		h ≤ 10 m	10 m < h ≤ 18 m	18 m < h≤ 25 m
1	Binnenland	0,5	0,65	0,75
2	Binnenland	0,65	0,8	0,90
	Küste und Inseln der Ostsee	0,85	1,0	1,10
3	Binnenland	0,8	0,95	1,10
	Küste und Inseln der Ostsee	1,05	1,20	1,30
4	Binnenland	0,95	1,15	1,30
	Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	1,25	1,40	1,55
	Inseln der Nordsee	1,40	-	-

Außenbeidruckwerte

Tabelle C8.4 Außenbeidruckwerte



Bereiche		A		B		C		D		E	
h/d		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
1	≥ 5	-1,4	**-1,7**	-0,8	-1,1	-0,5	-0,7	0,8	1,0	-0,5	-0,7
2	1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,8	1,0	-0,5	
3	≤ 0,25	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,7	1,0	-0,3	-0,5

c_{pe} = aerodynamischer Beiwert für Außendruck
Zwischenwerte interpolieren:
↕ - linear; ↔ - logarithmisch

Gebäudegeometrie, Lage des Fensterelements ist nicht bekannt: max. Wert = 1,7

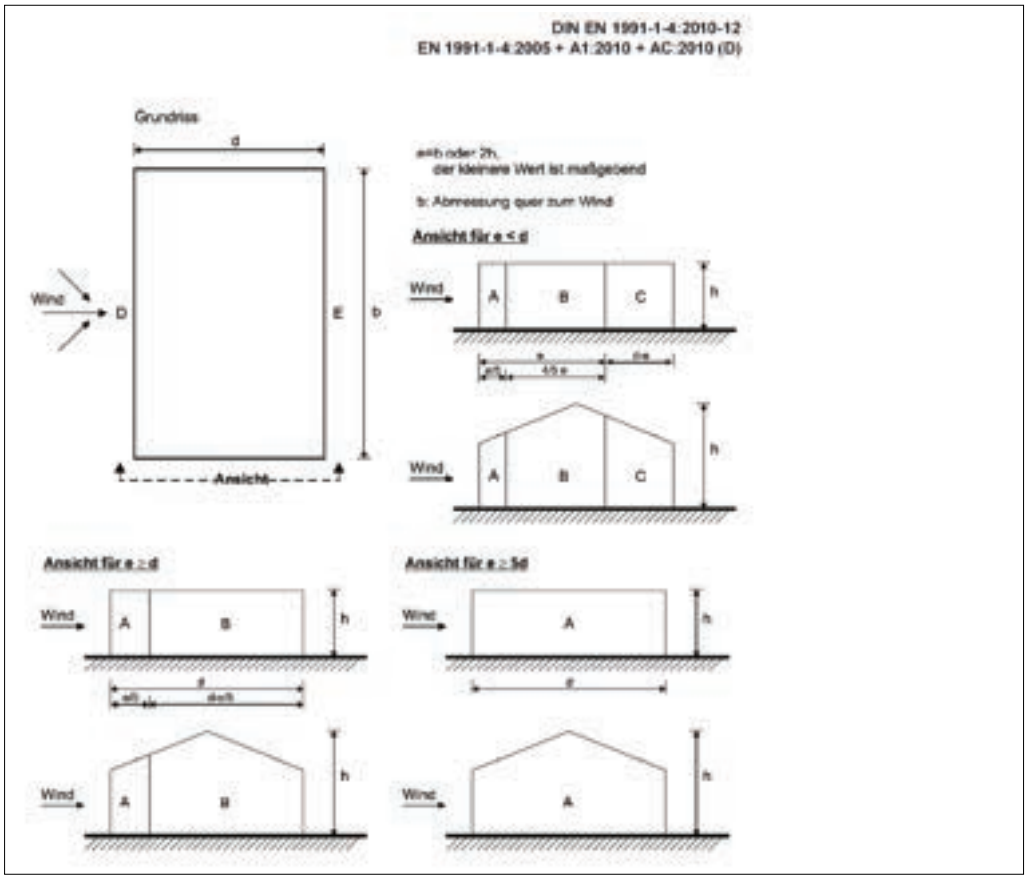
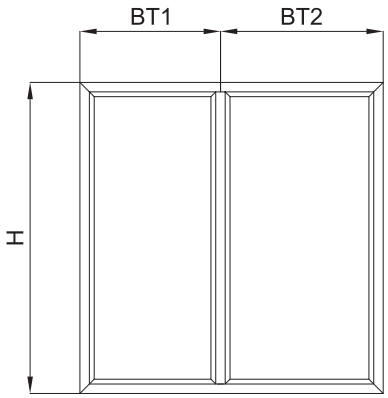


Bild C8.1 Gebäudegeometrie (Auszug aus DIN EN 1991-1-4:2010-12)

Windruck

$$w_e = c_{pe} \cdot q_p = 1{,}7 \cdot 0{,}8 \frac{kN}{m^2} = 1{,}36 \frac{kN}{m^2}$$

Randbedingung 5: Elementgröße



$H = 150$ cm

$BT1 = 60$ cm

$BT2 = 80$ cm

$EBT1 = \frac{BT1}{2} = 30$ cm

$EBT2 = \frac{BT2}{2} = 40$ cm

Berechnung

Berechnung 1: Ermittlung der erforderlichen Trägheits- und Widerstandsmomente

- erforderliche Widerstandswerte aus der Tabelle C6.2 für Rechtecklasten ablesen

H = 150 cm

EBT1 = 30 cm I_{BT1} = 1,26 cm⁴ W_{BT1} = 0,59 cm³

EBT2 = 40 cm I_{BT2} = 1,67 cm⁴ W_{BT2} = 0,79 cm³

Rechtecklast

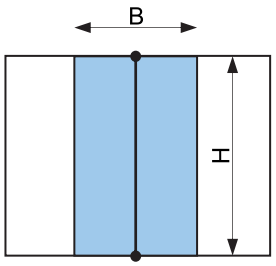


Bild C8.2 Rechtecklast

$I_{erf} = w \cdot I$

$W_{erf} = w \cdot W$

w = 1,00 kN/m²
(1 kN/m²=1.000 Pa)

E = 210.000 N/mm²
$f_{0,k}$ = 235 N/mm²
γ_Q = 1,50
γ_M = 1,10

Tabelle C8.5 Erforderliche Trägheits- [cm⁴] und Widerstandsmomente [cm³] für Rechtecklasten (Ausschnitt)

B [cm] / H [cm]	20	30	40	50	60	70	80	90	100	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
140	0,68	1,02	1,36	1,70	2,04	2,38	2,72	3,06	3,40	...
	0,34	0,52	0,69	0,86	1,03	1,20	1,38	1,55	1,72	...
150	0,84	**1,26**	**1,67**	2,09	2,51	2,93	3,35	3,77	4,19	...
	0,39	**0,59**	**0,79**	0,99	1,18	1,38	1,58	1,78	1,97	...
160	1,02	1,52	2,03	2,54	3,05	3,56	4,06	4,57	5,08	...
	0,45	0,67	0,90	1,12	1,35	1,57	1,80	2,02	2,25	...
170	1,22	1,83	2,44	3,05	3,66	4,26	4,87	5,48	6,09	...
	0,51	0,76	1,01	1,27	1,52	1,78	2,03	2,28	2,54	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

- keine überlagerten Lasten, es ist nur Windlast vorhanden
- die Tabellenwerte beziehen sich auf 1 kN/m²
- Die nachfolgenden Berechnungen werden zur Vereinfachung ohne Einheiten angegeben.

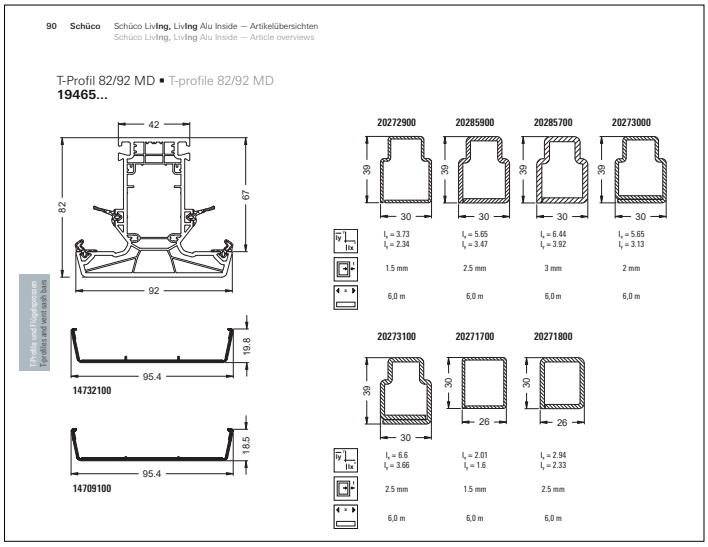
$$I\,[cm^4] = w_e\,[kN/m] \cdot I_{BT}\left[\frac{cm^4}{kN/m}\right] \quad ; \quad W\,[cm^3] = w_e\,[kN/m] \cdot W_{BT}\left[\frac{cm^3}{kN/m}\right]$$

$$I_{erf} = w_e \cdot I_{BT1} + w_e \cdot I_{BT2} = 1{,}36 \cdot 1{,}26 + 1{,}36 \cdot 1{,}67 = 3{,}985$$

$$W_{erf} = w_e \cdot W_{BT1} + w_e \cdot W_{BT2} = 1{,}36 \cdot 0{,}59 + 1{,}36 \cdot 0{,}79 = 1{,}877$$

Berechnung 2: Ermittlung der Stahlverstärkung, welche die erforderlichen Werte erfüllt

- System: Schüco LivIng
- Stahlauswahl: Artikel 20273000



$I_{xProfil} = 5{,}65\ cm^4$

$W_{xProfil} = 3{,}13\ cm^3$

Bild C8.3 Auszug aus Katalog

Berechnung 3: Auslastung

$$S_I = \frac{I_{erf}}{I_{xProfil}} = \frac{3{,}985\ cm^4}{5{,}65\ cm^4} = 0{,}705$$

$$S_W = \frac{W_{erf}}{W_{xProfil}} = \frac{1{,}877\ cm^3}{3{,}13\ cm^3} = 0{,}6$$

Auslastung:

- Gebrauchstauglichkeit Grenzzustand GZG = 70 %
- Gebrauchstauglichkeit Tragfähigkeit GZT = 60 %

Beispiel 2: Pfosten mit Windlast und Holmlast

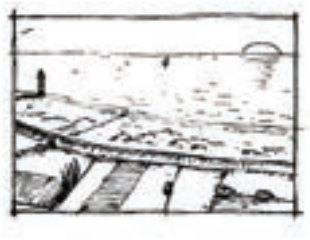
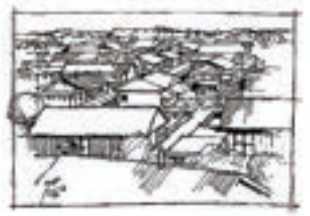
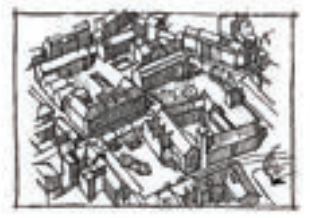
Randbedingung 1: Windzone

Tabelle C8.6 Windgeschwindigkeiten der Windzonen

Windzonenkarte	Windzone (WZ)	Basiswind-geschwindigkeit
	1	**22,5 m/s**
	2	25,0 m/s
	3	27,5 m/s
	4	30,0 m/s

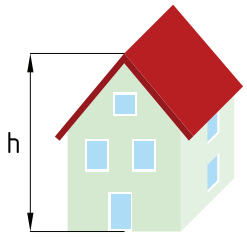
Randbedingung 2: Geländekategorie

Tabelle C8.7 Geländekategorie

Geländekategorie	Illustration
Geländekategorie I Offene See; Seen mit mindestens 5 km freier Fläche in Windrichtung; glattes, flaches Land ohne Hindernisse z_0 = 0,01 m	
Geländekategorie II Gelände mit Hecken, mit einem Baum oder mit Bäumen, z. B. Land z_0 = 0,05 m	
Geländekategorie III Vorstädte, Industrie- oder Gewerbegebiete; Wälder z_0 = 0,30 m	
Geländekategorie IV Stadtgebiete, bei denen mindestens 15 % der Fläche mit Gebäuden bebaut sind, deren mittlere Höhe 15 m überschreitet z_0 = 1,00 m	

Randbedingung 3: Gebäudehöhe

- Gebäudehöhe: 10 m < h
  h = Gebäudehöhe bis First



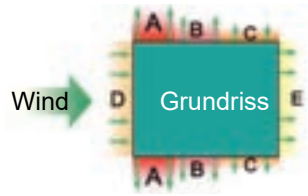
Randbedingung 4: Geschwindigkeitsdruck

Tabelle C8.8 Geschwindigkeitsdruck

Windzone (WZ)	Mischprofil	Geschwindigkeitsdruck q [kN/m²]		
		h ≤ 10 m	10 m < h ≤ 18 m	18 m < h≤ 25 m
1	Binnenland	0,5	0,65	0,75
2	Binnenland	0,65	0,8	0,90
	Küste und Inseln der Ostsee	0,85	1,0	1,10
3	Binnenland	0,8	0,95	1,10
	Küste und Inseln der Ostsee	1,05	1,20	1,30
4	Binnenland	0,95	1,15	1,30
	Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	1,25	1,40	1,55
	Inseln der Nordsee	1,40	-	-

Außenbeidruckwerte

Tabelle C8.9 Außenbeidruckwerte



Bereiche		A		B		C		D		E	
h/d		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
1	≥ 5	-1,4	**-1,7**	-0,8	-1,1	-0,5	-0,7	0,8	1,0	-0,5	-0,7
2	1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,8	1,0	-0,5	
3	≤ 0,25	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,7	1,0	-0,3	-0,5

c_{pe} = aerodynamischer Beiwert für Außendruck
Zwischenwerte interpolieren:
↕ - linear; ↔ - logarithmisch

Gebäudegeometrie, Lage des Fensterelements ist nicht bekannt: max. Wert = 1,7

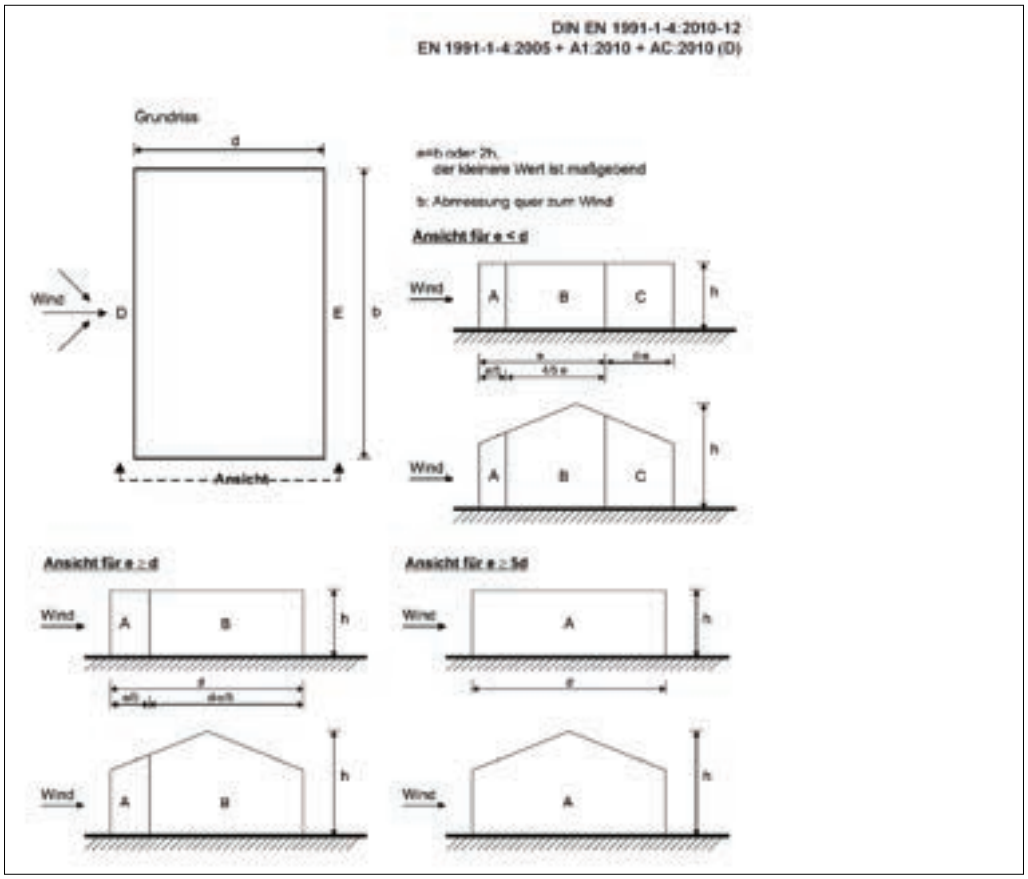


Bild C8.4 Gebäudegeometrie (Auszug aus DIN EN 1991-1-4:2010-12)

Windruck

$$w_e = c_{pe} \cdot q_p = 1{,}7 \cdot 0{,}5 \frac{kN}{m^2} = 0{,}85 \frac{kN}{m^2}$$

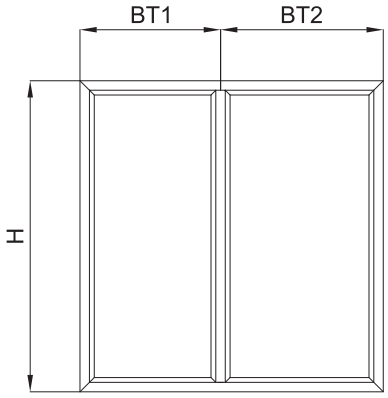
Randbedingung 5: Absturzsicherndes Element im nichtöffentlichen Bereich

Tabelle C8.10 Horizontale Nutzlasten (Holmlasten) gem. DIN EN 1991-1-4/NA / DIN EN 1990-1/NA

	V [kN/m]	ψ_0	Kategorie der Nutzung
nicht öffentlicher Bereich	**0,5**	0,7	A, B1, H, F1
öffentlicher Bereich mit normaler Menschenansammlung	1,0	0,7	B2, B3, C1 bis C4, D
	1,0	1,0	E1.1, E1.2, E2.1 bis E2.5
	1,0	0,7	FL1 bis FL6, HC, T2, Z
öffentlicher Bereich mit erheblicher Menschenansammlung	2,0	0,7	C5, C6
	2,0	0,7	T3

$$v = 0{,}5 \frac{kN}{m}$$

Randbedingung 6: Elementgröße



$$H = 170 \text{ cm}$$
$$BT1 = 60 \text{ cm}$$
$$BT2 = 80 \text{ cm}$$
$$EBT1 = \frac{BT1}{2} = 30 \text{ cm}$$
$$EBT2 = \frac{BT2}{2} = 40 \text{ cm}$$

Berechnung

Berechnung 1: Ermittlung der erforderlichen Trägheits- und Widerstandsmomente gegen Windlast

- erforderliche Widerstandswerte aus der Tabelle C6.3 für Trapezlasten ablesen

H = 170 cm

EBT1 = 30 cm I_{BT1} = 1,74 cm⁴ W_{BT1} = 0,73 cm³

EBT2 = 40 cm I_{BT2} = 2,23 cm⁴ W_{BT2} = 0,94 cm³

Trapezlast

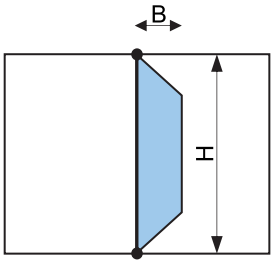


Bild C8.5 Trapezlast

$I_{erf} = w \cdot I$

$W_{erf} = w \cdot W$

w = 1,00 kN/m²
(1 kN/m²=1.000 Pa)

E = 210.000 N/mm²
$f_{0,k}$ = 235 N/mm²
γ_Q = 1,50
γ_M = 1,10

Tabelle C8.11 Erforderliche Trägheits- [cm⁴] und Widerstandsmomente [cm³] für Trapezlasten (Ausschnitt)

B [cm] / H [cm]	20	30	40	50	60	70	80	90	100	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
140	0,66	0,95	1,19	1,37	1,49	1,52	- -	- -	- -	...
	0,33	0,48	0,61	0,71	0,78	0,80	- -	- -	- -	...
150	0,81	1,18	1,49	1,74	1,91	2,00	- -	- -	- -	...
	0,39	0,56	0,72	0,84	0,93	0,98	- -	- -	- -	...
160	0,99	1,44	1,83	2,16	2,40	2,55	2,60	- -	- -	...
	0,44	0,64	0,82	0,98	1,10	1,17	1,20	- -	- -	...
170	1,19	**1,74**	**2,23**	2,64	2,96	3,19	3,30	- -	- -	...
	0,50	**0,73**	**0,94**	1,12	1,27	1,37	1,43	- -	- -	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

- die Tabellenwerte beziehen sich auf 1 kN/m²

Berechnung 2: Ermittlung der erforderlichen Trägheits- und Widerstandsmomente gegen Nutzlast (Holmlast)

- erforderliche Widerstandswerte aus der Tabelle C6.4 für Holmlasten ablesen

H = 170 cm

B = EBT1 + EBT2 = 70 cm

v = 0,5 kN/m I_v = 4,01 cm⁴ W_v = 2,09 cm³

Holmlast

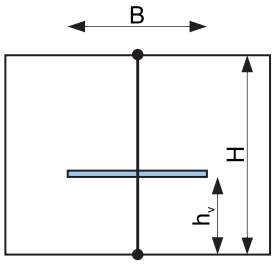


Bild C8.6 Holmlast

$I_{erf} = v \cdot I$

$W_{erf} = v \cdot W$

v = 1,00 kN/m
h_v = 1,00 m

E = 210.000 N/mm²
$f_{0,k}$ = 235 N/mm²
γ_Q = 1,50
γ_M = 1,10

Tabelle C8.12 Erforderliche Trägheits- [cm⁴] und Widerstandsmomente [cm³] für Holmlasten (Ausschnitt)

B [cm] / H [cm]	20	30	40	50	60	70	80	90	100	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
140	0,78	1,17	1,56	1,94	2,33	2,72	3,11	3,50	3,89	...
	0,49	0,74	0,98	1,23	1,47	1,72	1,97	2,21	2,46	...
150	0,89	1,34	1,79	2,23	2,68	3,13	3,57	4,02	4,46	...
	0,53	0,79	1,05	1,32	1,58	1,84	2,11	2,37	2,63	...
160	1,02	1,52	2,03	2,54	3,05	3,56	4,06	4,57	5,08	...
	0,56	0,84	1,12	1,40	1,69	1,97	2,25	2,53	2,81	...
170	1,15	1,72	2,29	2,87	3,44	**4,01**	4,59	5,16	5,73	...
	0,60	0,90	1,19	1,49	1,79	**2,09**	2,39	2,69	2,98	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

- keine überlagerten Lasten, es ist nur Windlast vorhanden
- die Tabellenwerte beziehen sich auf 1 kN/m²
- Die nachfolgenden Berechnungen werden zur Vereinfachung ohne Einheiten angegeben.

$$I\,[cm^4] = w_e\,[kN/m] \cdot I_{BT}\left[\frac{cm^4}{kN/m}\right] \quad ; \quad W\,[cm^3] = w_e\,[kN/m] \cdot W_{BT}\left[\frac{cm^3}{kN/m}\right]$$

Berechnung 3: Ermittlung der Kombinationsbeiwerte für Wind- und Nutzlast

- siehe Randbedingung 5: Elementgröße

$\psi_{0W} = 1$ $\psi_{0N} = 0,7$

Berechnung 4: Ermittlung der erforderlichen Trägheits- und Widerstandsmomente

- Es sind überlagerte Lasten vorhanden, Wind- und Nutzlast (Holmlast).
- linke Windlast, rechte Windlast, Holmlast

$$I_{erf} = w_e \cdot I_{BT1} \cdot \psi_{0W} + w_e \cdot I_{BT2} \cdot \psi_{0W} + v \cdot I_v \cdot \psi_{0N}$$
$$I_{erf} = 0,85 \cdot 1,74 \cdot 1 + 0,85 \cdot 2,23 \cdot 1 + 0,5 \cdot 4,01 \cdot 0,7 = 3,375$$

Windlast vorherrschend:

$$W_{erfWind} = w_e \cdot W_{BT1} + w_e \cdot W_{BT2} + v \cdot W_v \cdot \psi_{0N}$$
$$W_{erfWind} = 0,85 \cdot 0,73 + 0,85 \cdot 0,94 + 0,5 \cdot 2,09 \cdot 0,7 = 2,151$$

Nutzlast vorherrschend:

$$W_{erfNutzl} = w_e \cdot W_{BT1} \cdot \psi_{0W} + w_e \cdot W_{BT2} \cdot \psi_{0W} + v \cdot W_v$$
$$W_{erfNutzl} = 0,85 \cdot 0,73 \cdot 1 + 0,85 \cdot 0,94 \cdot 1 + 0,5 \cdot 2,09 = 2,465$$

Berechnung 5: Ermittlung der Stahlverstärkung, welche die erforderlichen Werte erfüllt

- Werte aus Schüco PolyPlan oder Schüco Docu Center ermitteln
- System: Schüco LivIng
- Stahlauswahl: Artikel 202857

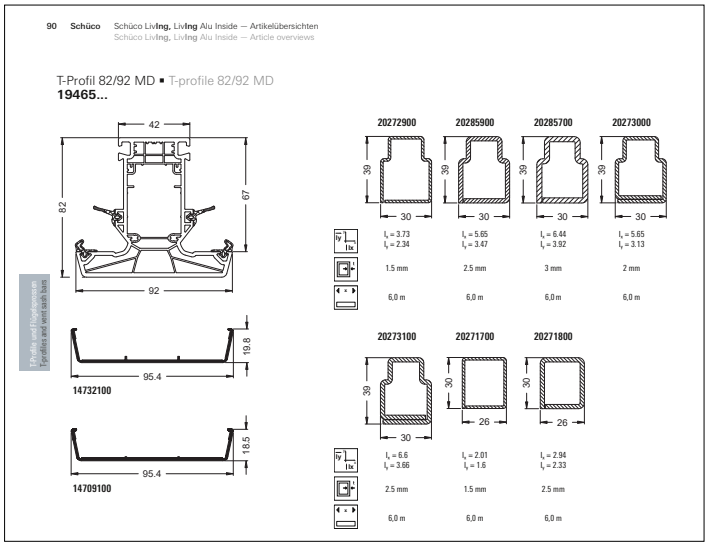


Bild C8.7 Auszug aus Katalog

$$I_{xProfil} = 6{,}44\,cm^4$$

$$W_{xProfil} = 3{,}11\,cm^3$$

Berechnung 6: Sicherheit

$$S_I = \frac{I_{erf}}{I_{xProfil}} = \frac{3{,}375\ cm^4}{6{,}44\ cm^4} = 0{,}524$$

$$S_W = \frac{W_{erfNutzl}}{W_{xProfil}} = \frac{2{,}465\ cm^3}{3{,}11\ cm^3} = 0{,}792$$

Auslastung:

- Gebrauchstauglichkeit Grenzzustand GZG = 52 %
- Gebrauchstauglichkeit Tragfähigkeit GZT = 79 %

Beispiel 3: Pfosten mit Windlast im Alu Inside

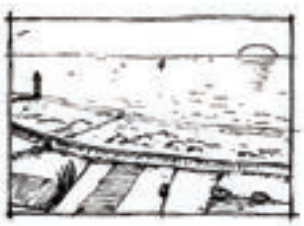
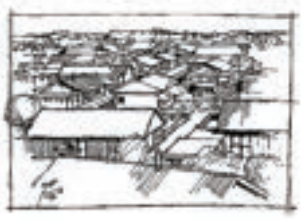
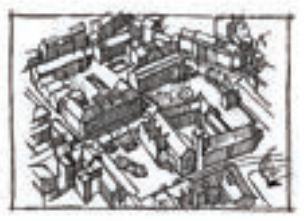
Randbedingung 1: Windzone

Tabelle D8.1 Windgeschwindigkeiten der Windzonen

Windzonenkarte	Windzone (WZ)	Basiswind-geschwindigkeit
	1	22,5 m/s
	2	**25,0 m/s**
	3	27,5 m/s
	4	30,0 m/s

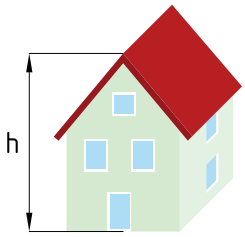
Randbedingung 2: Geländekategorie

Tabelle C8.2 Geländekategorie

Geländekategorie	Illustration
Geländekategorie I Offene See; Seen mit mindestens 5 km freier Fläche in Windrichtung; glattes, flaches Land ohne Hindernisse z_0 = 0,01 m	
Geländekategorie II Gelände mit Hecken, mit einem Baum oder mit Bäumen, z. B. Land z_0 = 0,05 m	
Geländekategorie III Vorstädte, Industrie- oder Gewerbegebiete; Wälder z_0 = 0,30 m	
Geländekategorie IV Stadtgebiete, bei denen mindestens 15 % der Fläche mit Gebäuden bebaut sind, deren mittlere Höhe 15 m überschreitet z_0 = 1,00 m	

Randbedingung 3: Gebäudehöhe

- Gebäudehöhe: 10 m < h
  h = Gebäudehöhe bis First



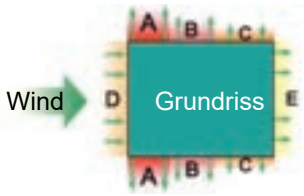
Randbedingung 4: Geschwindigkeitsdruck

Tabelle C8.3 Geschwindigkeitsdruck

Windzone (WZ)	Mischprofil	Geschwindigkeitsdruck q [kN/m²]		
		h ≤ 10 m	10 m < h ≤ 18 m	18 m < h≤ 25 m
1	Binnenland	0,5	0,65	0,75
2	Binnenland	0,65	0,8	0,90
	Küste und Inseln der Ostsee	0,85	1,0	1,10
3	Binnenland	0,8	0,95	1,10
	Küste und Inseln der Ostsee	1,05	1,20	1,30
4	Binnenland	0,95	1,15	1,30
	Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	1,25	1,40	1,55
	Inseln der Nordsee	1,40	-	-

Außenbeidruckwerte

Tabelle C8.4 Außenbeidruckwerte



Bereiche		A		B		C		D		E	
h/d		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
1	≥ 5	-1,4	**-1,7**	-0,8	-1,1	-0,5	-0,7	0,8	1,0	-0,5	-0,7
2	1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,8	1,0	-0,5	
3	≤ 0,25	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,7	1,0	-0,3	-0,5

c_{pe} = aerodynamischer Beiwert für Außendruck
Zwischenwerte interpolieren:
↕ - linear; ↔ - logarithmisch

Gebäudegeometrie, Lage des Fensterelements ist nicht bekannt: max. Wert = 1,7

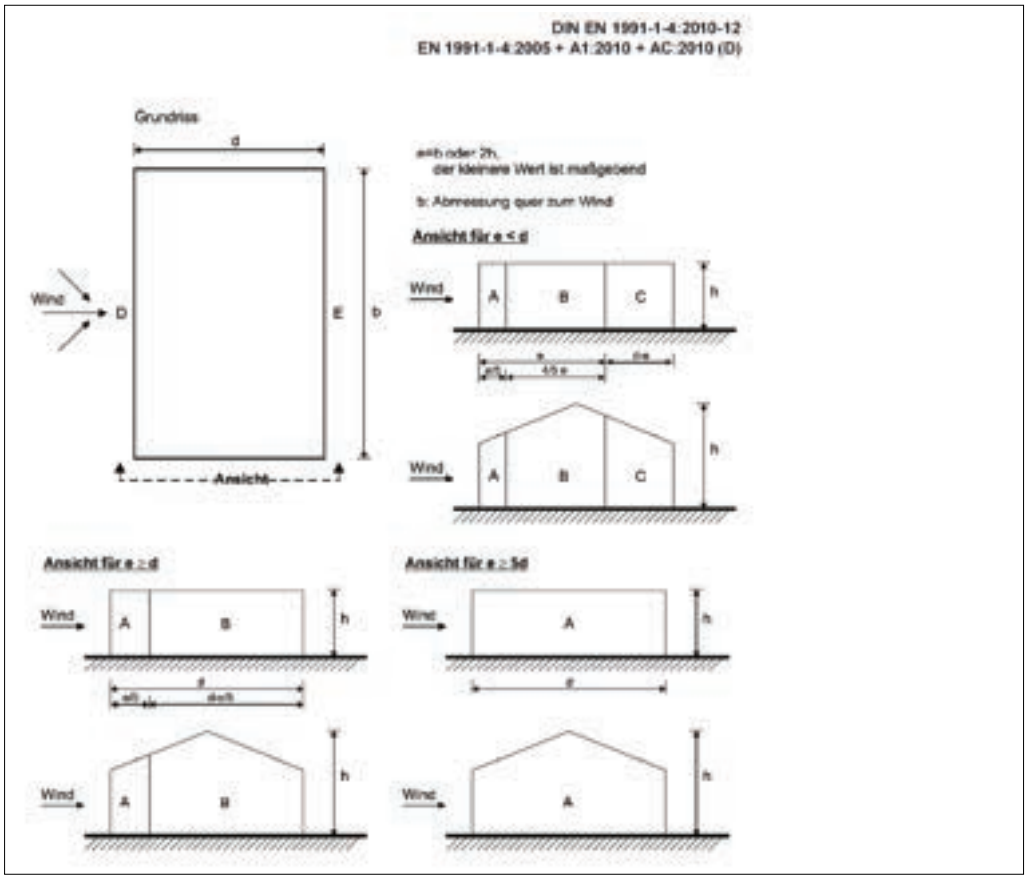
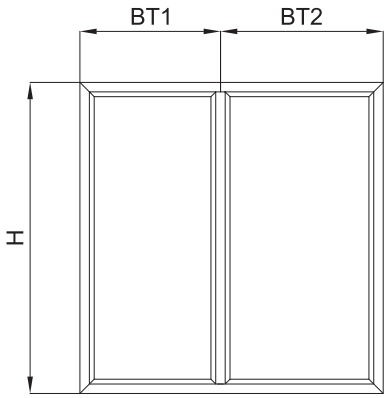


Bild C8.8 Gebäudegeometrie (Auszug aus DIN EN 1991-1-4:2010-12)

Windruck

$$w_e = c_{pe} \cdot q_p = 1{,}7 \cdot 0{,}65 \frac{kN}{m^2} = 1{,}105 \frac{kN}{m^2}$$

Randbedingung 5: Elementgröße



$H = 140$ cm

$BT1 = 60$ cm

$BT1 = 60$ cm

$EBT1 = \frac{BT1}{2} = 30$ cm

$EBT2 = \frac{BT2}{2} = 30$ cm

Berechnung

Berechnung 1: Ermittlung der erforderlichen Trägheits- und Widerstandsmomente

- erforderliche Widerstandswerte aus der Tabelle C6.3 für Trapezlasten ablesen

H = 140 cm

EBT1 = 30 cm I_{BT1} = 0,95 cm⁴ W_{BT1} = 0,48 cm³

EBT2 = 30 cm I_{BT2} = 0,95 cm⁴ W_{BT2} = 0,48 cm³

Trapezlast

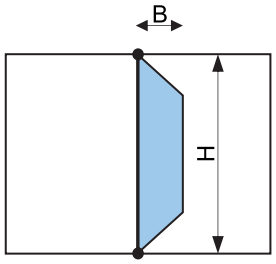


Bild C8.9 Trapezlast

$I_{erf} = w \cdot I$

$W_{erf} = w \cdot W$

w = 1,00 kN/m²
(1 kN/m²=1.000 Pa)

E = 210.000 N/mm²
$f_{0,k}$ = 235 N/mm²
γ_Q = 1,50
γ_M = 1,10

Tabelle C8.5 Erforderliche Trägheits- [cm⁴] und Widerstandsmomente [cm³] für Trapezlasten (Ausschnitt)

B [cm] / H [cm]	20	30	40	50	60	70	80	90	100	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
140	0,66	**0,95**	1,19	1,37	1,49	1,52	- -	- -	- -	...
	0,33	**0,48**	0,61	0,71	0,78	0,80	- -	- -	- -	...
150	0,81	1,18	1,49	1,74	1,91	2,00	- -	- -	- -	...
	0,39	0,56	0,72	0,84	0,93	0,98	- -	- -	- -	...
160	0,99	1,44	1,83	2,16	2,40	2,55	2,60	- -	- -	...
	0,44	0,64	0,82	0,98	1,10	1,17	1,20	- -	- -	...
170	1,19	1,74	2,23	2,64	2,96	3,19	3,30	- -	- -	...
	0,50	0,73	0,94	1,12	1,27	1,37	1,43	- -	- -	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

- keine überlagerten Lasten, es ist nur Windlast vorhanden
- die Tabellenwerte beziehen sich auf 1 kN/m²
- Die nachfolgenden Berechnungen werden zur Vereinfachung ohne Einheiten angegeben.

$$I\,[cm^4] = w_e\,[kN/m] \cdot I_{BT}\left[\frac{cm^4}{kN/m}\right] \quad ; \quad W\,[cm^3] = w_e\,[kN/m] \cdot W_{BT}\left[\frac{cm^3}{kN/m}\right]$$

$$I_{erf} = w_e \cdot I_{BT1} + w_e \cdot I_{BT2} = 1{,}105 \cdot 0{,}95 + 1{,}105 \cdot 0{,}95 = 2{,}1$$

$$W_{erf} = w_e \cdot W_{BT1} + w_e \cdot W_{BT2} = 1{,}105 \cdot 0{,}48 + 1{,}105 \cdot 0{,}48 = 1{,}061$$

Berechnung 2: Ermittlung der Stahlverstärkung, welche die erforderlichen Werte erfüllt

- Werte aus Schüco PolyPlan oder Schüco Docu Center ermitteln
- System: Schüco LivIng
- Stahlauswahl: Artikel 20271800

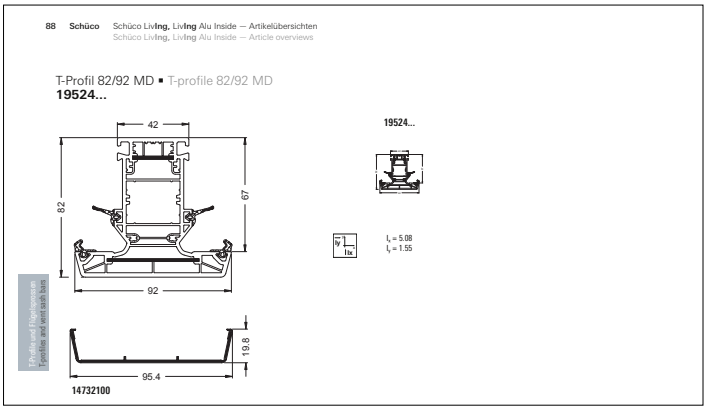


Bild C8.10 Auszug aus Katalog

$$I_{xProfil} = 5{,}08\ cm^4$$

$$W_{xProfil} = 1{,}17\ cm^3$$

Berechnung 3: Sicherheit

$$S_I = \frac{I_{erf}}{I_{xProfil}} = \frac{2{,}1\ cm^4}{5{,}08\ cm^4} = 0{,}413$$

$$S_W = \frac{W_{erfNutzl}}{W_{xProfil}} = \frac{1{,}061\ cm^3}{1{,}17\ cm^3} = 0{,}907$$

Auslastung:

- Gebrauchstauglichkeit Grenzzustand GZG = 41 %
- Gebrauchstauglichkeit Tragfähigkeit GZT = 91 %

Beispiel 4: Haustür mit Seitenteil und Oberlicht

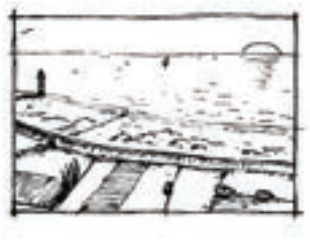
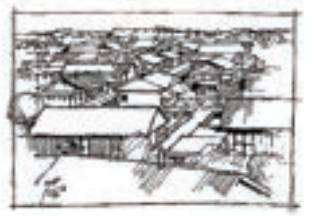
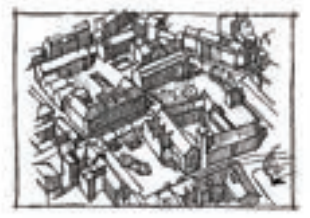
Randbedingung 1: Windzone

Tabelle D8.1 Windgeschwindigkeiten der Windzonen

Windzonenkarte	Windzone (WZ)	Basiswind-geschwindigkeit
	1	22,5 m/s
	2	25,0 m/s
	3	**27,5 m/s**
	4	30,0 m/s

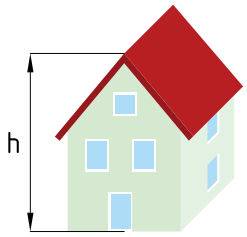
Randbedingung 2: Geländekategorie

Tabelle C8.2 Geländekategorie

Geländekategorie	Illustration
Geländekategorie I Offene See; Seen mit mindestens 5 km freier Fläche in Windrichtung; glattes, flaches Land ohne Hindernisse z_0 = 0,01 m	
Geländekategorie II Gelände mit Hecken, mit einem Baum oder mit Bäumen, z. B. Land z_0 = 0,05 m	
Geländekategorie III Vorstädte, Industrie- oder Gewerbegebiete; Wälder z_0 = 0,30 m	
Geländekategorie IV Stadtgebiete, bei denen mindestens 15 % der Fläche mit Gebäuden bebaut sind, deren mittlere Höhe 15 m überschreitet z_0 = 1,00 m	

Randbedingung 3: Gebäudehöhe

- Gebäudehöhe: 10 m
  h = Gebäudehöhe bis First



Randbedingung 4: Geschwindigkeitsdruck

Tabelle C8.3 Geschwindigkeitsdruck

Windzone (WZ)	Mischprofil	Geschwindigkeitsdruck q [kN/m²]		
		h ≤ 10 m	10 m < h ≤ 18 m	18 m < h≤ 25 m
1	Binnenland	0,5	0,65	0,75
2	Binnenland	0,65	0,8	0,90
	Küste und Inseln der Ostsee	0,85	1,0	1,10
3	Binnenland	0,8	0,95	1,10
	Küste und Inseln der Ostsee	1,05	1,20	1,30
4	Binnenland	0,95	1,15	1,30
	Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	1,25	1,40	1,55
	Inseln der Nordsee	1,40	-	-

Außenbeidruckwerte

Tabelle C8.4 Außenbeidruckwerte



Bereiche		A		B		C		D		E	
h/d		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
1	≥ 5	-1,4	**-1,7**	-0,8	-1,1	-0,5	-0,7	0,8	1,0	-0,5	-0,7
2	1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,8	1,0	-0,5	
3	≤ 0,25	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		0,7	1,0	-0,3	-0,5

c_{pe} = aerodynamischer Beiwert für Außendruck
Zwischenwerte interpolieren:
↕ - linear; ↔ - logarithmisch

Gebäudegeometrie, Lage des Fensterelements ist nicht bekannt: max. Wert = 1,7

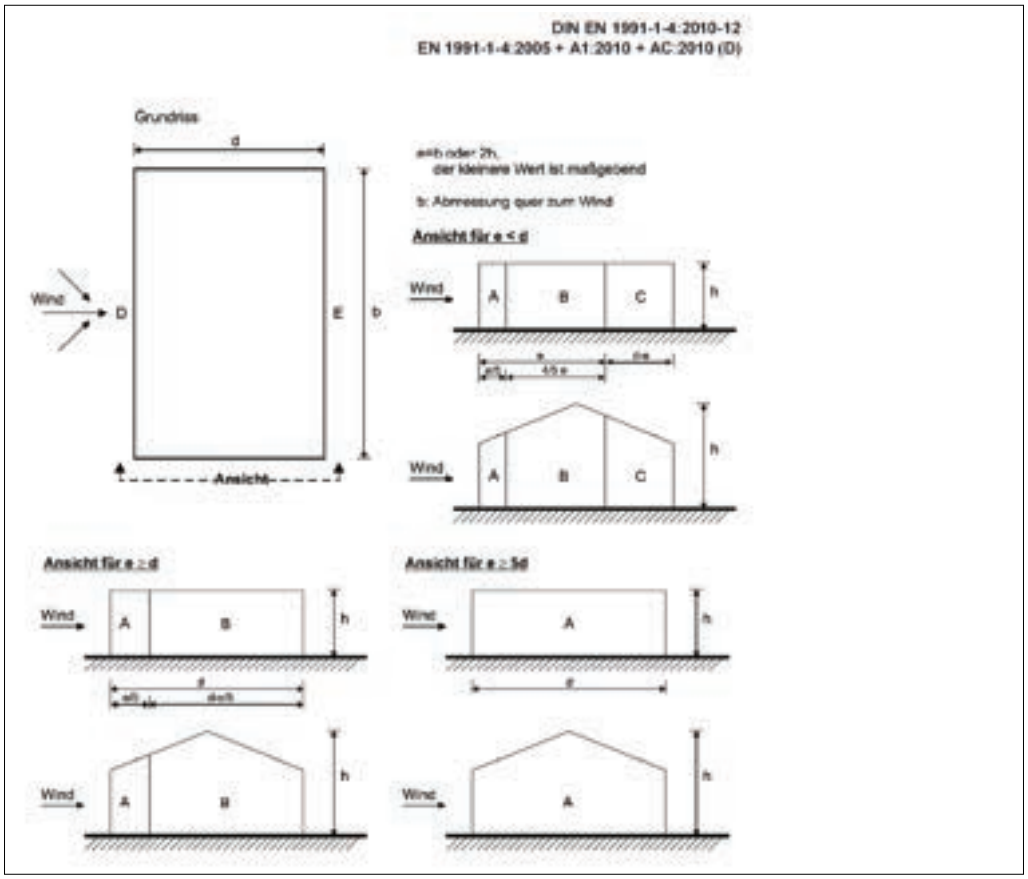
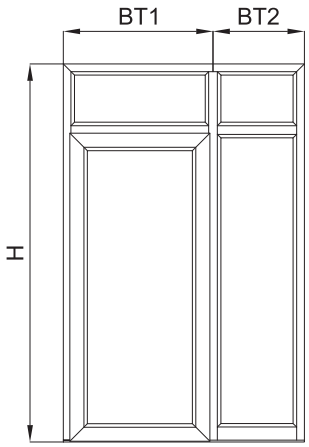


Bild C8.11 Gebäudegeometrie (Auszug aus DIN EN 1991-1-4:2010-12)

Windruck

$$w_e = c_{pe} \cdot q_p = 1{,}7 \cdot 0{,}8 = 1{,}36 \frac{kN}{m^2}$$

Randbedingung 5: Elementgröße



$H = 260$ cm

$BT1 = 120$ cm

$BT2 = 60$ cm

$$EBT1 = \frac{BT1}{2} = 60 \text{ cm}$$

$$EBT2 = \frac{BT2}{2} = 30 \text{ cm}$$

Berechnung

Berechnung 1: Ermittlung der erforderlichen Trägheits- und Widerstandsmomente

- erforderliche Widerstandswerte aus der Tabelle C6.2 für Rechtecklasten ablesen

H = 260 cm

EBT1 = 60 cm I_{BT1} = 13,08 cm⁴ W_{LBT} = 3,56 cm³

EBT2 = 30 cm I_{BT2} = 6,54 cm⁴ W_{BT2} = 1,78 cm³

Rechtecklast

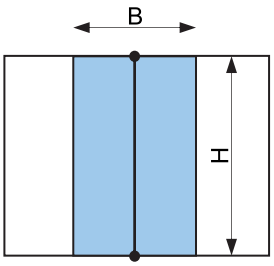


Bild C8.12 Rechtecklast

$I_{erf} = w \cdot I$

$W_{erf} = w \cdot W$

w = 1,00 kN/m²
(1 kN/m²=1.000 Pa)

E = 210.000 N/mm²
$f_{0,k}$ = 235 N/mm²
γ_Q = 1,50
γ_M = 1,10

Tabelle C8.5 Erforderliche Trägheits- [cm⁴] und Widerstandsmomente [cm³] für Rechtecklasten (Ausschnitt)

B [cm] / H [cm]	20	30	40	50	60	70	80	90	100	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
240	3,43	5,14	6,86	8,57	10,29	12,00	13,71	15,43	17,14	...
	1,01	1,52	2,02	2,53	3,03	3,54	4,04	4,55	5,06	...
250	3,88	5,81	7,75	9,69	11,63	13,56	15,50	17,44	19,38	...
	1,10	1,65	2,19	2,74	3,29	3,84	4,39	4,94	5,49	...
260	4,36	**6,54**	8,72	10,90	**13,08**	15,26	17,44	19,62	21,80	...
	1,19	**1,78**	2,37	2,97	**3,56**	4,15	4,75	5,34	5,93	...
270	4,88	7,32	9,76	12,20	14,65	17,09	19,53	21,97	24,41	...
	1,28	1,92	2,56	3,20	3,84	4,48	5,12	5,76	6,40	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

- keine überlagerten Lasten, es ist nur Windlast vorhanden
- die Tabellenwerte beziehen sich auf 1 kN/m²
- Die nachfolgenden Berechnungen werden zur Vereinfachung ohne Einheiten angegeben.

$$I\,[cm^4] = w_e\,[kN/m] \cdot I_{BT}\left[\frac{cm^4}{kN/m}\right] \quad ; \quad W\,[cm^3] = w_e\,[kN/m] \cdot W_{BT}\left[\frac{cm^3}{kN/m}\right]$$

$$I_{erf} = w_e \cdot I_{BT1} + w_e \cdot I_{BT2} = 1{,}36 \cdot 13{,}08 + 1{,}36 \cdot 6{,}54 = 26{,}683$$

$$W_{erf} = w_e \cdot W_{BT1} + w_e \cdot W_{BT2} = 1{,}36 \cdot 3{,}56 + 1{,}36 \cdot 1{,}78 = 7{,}262$$

Berechnung 2: Ermittlung der Stahlverstärkung, welche die erforderlichen Werte erfüllt

- Werte aus Schüco Polyplan oder Schüco Docu Center ermitteln
- System: Schüco LivIng
- Stahlauswahl: Artikel 20273400

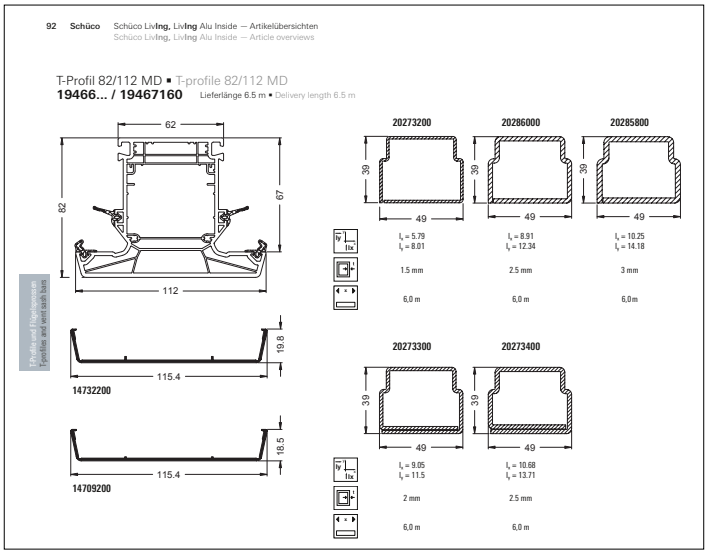


Bild C8.13 Auszug aus Katalog

$$I_{xProfil} = 10{,}68\ cm^4$$

$$W_{xProfil} = 4{,}56\ cm^3$$

Berechnung 3: Sicherheit

$$S_I = \frac{I_{erf}}{I_{xProfil}} = \frac{26{,}683\ cm^4}{10{,}68\ cm^4} = 2{,}498$$

$$S_W = \frac{W_{erfNutzl}}{W_{xProfil}} = \frac{7{,}262\ cm^3}{4{,}56\ cm^3} = 1{,}593$$

Auslastung:

- Gebrauchstauglichkeit Grenzzustand GZG = 250 %
- Gebrauchstauglichkeit Tragfähigkeit GZT = 159 %

Die Auslastung liegt über 100 %, somit kommt eine weitere Verstärkung zum Einsatz.

Einsatz einen Statikprofils

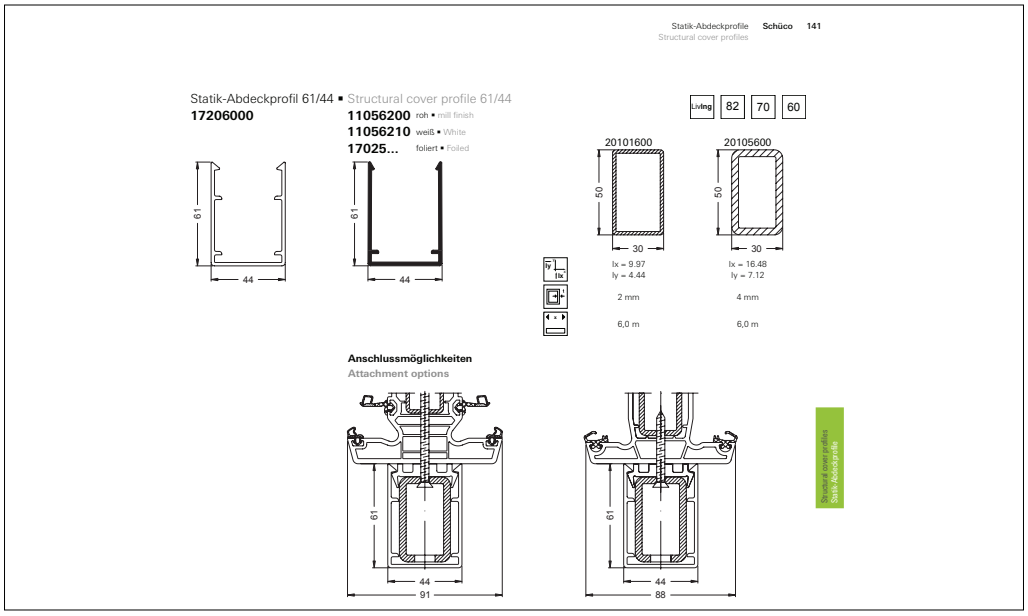


Bild C8.14 Auszug aus Katalog

- Die Kombination aus Verstärkungsstahl Pfosten und Verstärkungstahl.
- Die I_x- und W_x-Werte des Statikprofils müssen größer als die erforderlichen I_x- und W_x-Werte sein.

Statikprofil: $I_{X201056} := 16{,}48\ cm^4$ $W_{X201056} := 6{,}81\ cm^3$

Pfosten: $I_{X202858} := 10{,}25\ cm^4$ $W_{X202858} := 5{,}04\ cm^3$

$$S_{Iges} = \frac{I_{erf}}{(I_{X\,201056}+I_{X\,202858})} = \frac{26{,}683\ cm^4}{(16{,}48\ cm^4+16{,}25\ cm^4)} = 0{,}998$$

$$W_{erf\,201056} = W_{erf} \cdot \frac{I_{X\,201056}}{I_{X\,201056}+I_{X\,205858}} = 7{,}262\ cm^3 \cdot \frac{16{,}48\ cm^4}{16{,}48\ cm^4+10{,}25\ cm^4} = 4{,}487\ cm^3$$

$$W_{erf\,202858} = W_{erf} \cdot \frac{I_{X\,202858}}{I_{X\,201056}+I_{X\,205858}} = 7{,}262\ cm^3 \cdot \frac{10{,}25\ cm^4}{16{,}48\ cm^4+10{,}25\ cm^4} = 2{,}785\ cm^3$$

$$S_{Wges} = \frac{W_{erf\,201056}}{W_{X\,201056}} = \frac{4{,}487\ cm^3}{6{,}81\ cm^3} = 0{,}657$$

$$S_{Wges} = \frac{W_{erf\,202858}}{W_{X\,202858}} = \frac{2{,}785\ cm^3}{5{,}04\ cm^3} = 0{,}553$$

Auslastung:

- Gebrauchstauglichkeit Grenzzustand GZG = 99,8 %
- Gebrauchstauglichkeit Tragfähigkeit GZT = 65 %

Allgemeine Planungs- und Verarbeitungshinweise

Verarbeitungs-richtlinien

D1 Geltungsbereich

D2 Lagerung und Transport

D3 Verarbeitungsschritte

D4 Fertigungstoleranzen und Funktionsmaße

D5 Beschlag

D6 Reinigung

D7 Aluminium

D1 Geltungsbereich

D2 Lagerung und Transport

D3 Verarbeitungsschritte

D4 Fertigungstoleranzen und Funktionsmaße

D5 Beschlag

D6 Reinigung

D7 Aluminium

Geltungsbereich

Diese allgemeinen Verarbeitungsrichtlinien gelten für die Be- und Verarbeitung von weißen (ähnlich RAL 9016) / cremeweißen (ähnlich RAL 9001), farbigen bzw. mit Folie kaschierten (folierten) und mit Aluminium-Deckschalen versehenen Schüco Kunststoff-Fensterprofilen aus PVC-U. Als farbig gelten ebenfalls beschichtete oder lackierte Profile. Die allgemeinen Verarbeitungsrichtlinien für Schüco TopAlu-Fenstersysteme (Aluminium-Deckschalen) sind analog zu den Abschnitten der farbigen bzw. folierten Profile. Ihre Einhaltung ist Grundlage und Voraussetzung für qualitativ hochwertige Kunststoff-Fenster und Teil des Konformitätsnachweises für Bauprodukte (CE-Kennzeichnung). Alle folgenden Verarbeitungsvorgaben sind allgemeingültig, wenn nicht anders gekennzeichnet. Für konstruktiv bedingte, systemspezifische Vorgaben oder Details, die darüber hinausgehen und hier nicht beschrieben werden, ist der jeweils aktuelle Fertigungskatalog maßgeblich.

Die in den Produktleistungspässen dargestellten Eigenschaften beruhen auf den hier dargestellten Vorgaben. Bei Nichteinhaltung dieser Richtlinien droht ein Verlust der Gewährleistung bzw. Garantie.

Die Verwendung von nicht autorisierten Fremdkomponenten ist nicht zulässig und führt zum Verlust der Anwendbarkeit der Erstprüfungen und der Gewährleistung. Erstprüfungen durch Dritte mit Fremdprodukten in einem Schüco System sind nur nach Zustimmung der Schüco Polymer Technologies KG möglich.

Einzelne Verarbeitungsschritte, die im Besonderen für die werkseigene Produktionskontrolle relevant sind, werden im Folgenden mit „(WPK)“ gekennzeichnet.

Terminologie

Für die Anwendung dieses Katalogs gelten die Einheiten und Symbole nach ISO 1000:1992 sowie die Begrifflichkeiten nach EN 12519:2004.

Lagerung und Transport

Profile

Nicht zugeschnittene Profile

Die Profile sind so ineinander zu legen, dass eine Verformung und/oder eine Deformation bei werkseitig eingebrachten Dichtungen vermieden werden.

Die Verpackung muss so beschaffen sein, dass bei fachgerechtem Transport keine Beeinträchtigung der Qualität hervorgerufen wird. Sind die Profile in Folie verpackt, so sind zur Belüftung der Profile und zur Vermeidung von Kondensat die Stirnseiten des Profilpaketes zu öffnen.

Profilbunde müssen auf ganzer Länge aufliegend transportiert und gelagert werden. Die Stapelhöhe von max. 1 m darf nicht überschritten werden.

Unterlagen oder Verpackungsmittel, die mit Imprägnierungsmitteln oder anderen Chemikalien behaftet sind, sind nicht zulässig, da sonst Verfärbungen an den Profilen auftreten können.

Eine Lagerung im Freien bzw. direkter Kontakt mit Wasser ist zu vermeiden, um Verarbeitungsschwierigkeiten durch Feuchtigkeit und Schmutz zu verhindern.

Die Lagerung von Profilen mit werkseitigen Klebebändern ist im Freien nicht zulässig.

Die Lagerung der Profile an Hitzequellen, wie z. B. Wärmestrahlern und großflächigen Verglasungswänden, ist ebenfalls zu umgehen.

Die Entnahme der Profile zur Verarbeitung sollte über die Längsseite erfolgen. Eine Entnahme über die Stirnseiten kann Kratzspuren oder andere Oberflächenbeschädigungen verursachen.

Zugeschnittene Profile

Zuschnitte sollten direkt weiterverarbeitet werden. Längere Wartezeiten, z. B. durch Schichtende, sollten vermieden werden, da zwischenzeitlich Verschmutzungen der Schnittflächen auftreten können.

Zuschnitte müssen werkseitig so gelagert und transportiert werden, dass es zu keiner Beschädigung der Gehrungen kommen kann. Starkes Staubaufkommen und Feuchtigkeit sind zu vermeiden.

Verschmutzte Schweißflächen dürfen nur mit einer Ziehklinge oder speziell für Kunststoff-Profile geeignetem Reiniger gereinigt werden.

Bei farbigen und folierten Profilen

An farbigen und folierten Profilen treten Oberflächenbeschädigungen (z. B. Kratzer oder Schleifspuren) deutlicher in Erscheinung als an weißen. Bei Lagerung, Transport und Weiterverarbeitung ist daher besondere Sorgfalt geboten. Fensterprofile mit farbigen oder folierten Oberflächen dürfen nicht im Freien gelagert werden. Insbesondere stehende Nässe kann Folienoberflächen nachhaltig schädigen.

Die Vollständigkeit der Lieferung (nach Lieferschein) sowie Beschädigungen am Material, der Verpackungen bzw. der Kassetten sind direkt nach Anlieferung bei der Wareneingangskontrolle zu prüfen und ggf. zu melden.

Verstärkungen

Zur Vorbeugung einer Weißrostbildung/Oxidation ist grundsätzlich eine Lagerung in geschlossenen Räumen anzustreben. Ist eine Lagerung im Freien unumgänglich, so ist eine regendichte, gut durchlüftete Abdeckung oder Überdachung erforderlich. Anhaltende Feuchte und Staunässe am Lagerplatz sind zu vermeiden.

Fenster- und Türelemente

Um den Werterhalt und die Gebrauchstauglichkeit der fertigen Elemente zu bewahren, sind gewisse Anforderungen beim Lagern und Transportieren zu beachten. Ergänzend zu den unten aufgeführten Stichpunkten sollten Leitfäden und Merkblätter, wie z. B. des Verbands Fenster- und Fassade (VFF), beachtet werden.

- Der Transport sollte in einer schonenden Lage durchgeführt werden, d. h. möglichst in aufrechter Position und ähnlich der späteren Einbausituation.
- Ein entsprechend geeignetes Transportgestell ist zu wählen.
- Ein Schutz durch Verpackung ist i. d. R. sinnvoll. Es sollte bei der Lagerung aber darauf geachtet werden, die Elemente nicht in direkter Sonneneinstrahlung zu postieren. Es kann durch fehlende Belüftung zu erhöhtem Hitzestau kommen (Brennglas-Effekt).
- Auch der Abstand der Elemente zueinander hilft bei der Umsetzung einer guten Belüftung.
- Möglichst helle, milchige Verpackungsfolien sind transparenten oder dunklen vorzuziehen.
- Zudem muss, je nach Lagerungsstätte, ein geeignetes und verträgliches Verpackungsmaterial benutzt werden.
- Die werkseitig aufgebrachte Schutzfolie der Profile stellt keinen vollwertigen Schutz der Fenster und Türen gegenüber weiterer Verschmutzung durch Folgegewerke am Bau dar.
- Die Schutzfolie ist zeitnahe nach dem Einbau, spätestens jedoch nach nach 3 Monaten zu entfernen (in besonders exponierter oder sonnenbestrahlter Lage verringert sich diese Frist unter Umständen).

Verarbeitungsschritte

Zuschnitt

Vor der Verarbeitung ist sicherzustellen, dass die PVC-Profile eine Eigentemperatur von min. 17 °C haben. Daher empfehlen wir, die PVC-Profile mind. 24 h vor der Verarbeitung im Inneren bei einer Temperatur von ca. 19 °C zu lagern.

Dabei ist zu beachten:

- PVC-Fensterprofile erwärmen sich bei einer Umgebungstemperatur von 18–20 °C (Werkstatttemperatur) stündlich um 1 °C.
- Das Zuschneiden von Kunststoff- und Stahl-Profilen muss auf getrennten Sägeeinrichtungen erfolgen.
- Bei **folierten** Profilen können, bedingt durch den Fertigungsprozess, die Folien im Anfangs- und Endbereich einer Extrusionslänge (ca. 10 mm) nicht ausreichend verklebt sein. Dies ist bei der Materialermittlung und Zuschnittoptimierung zu berücksichtigen!
- Die jeweiligen Vorgaben und Sicherheitsbestimmungen des Maschinenlieferanten sind maßgeblich. Diese gelten ebenfalls zur Einstellung der jeweiligen Fertigungsparameter.

Zuschnitt der PVC-Profile

Eine saubere Schnittfläche ist entscheidend für die Qualität der Schweißnaht und der Eckfestigkeit. Dabei haben sich Doppelgehrungssägen und Zuschnittautomaten bewährt.

Für Klinkschnitte werden spezielle Klinkschnittsägen empfohlen.

Bei allen Zuschnitten ist auf ein winkelgerechtes Einspannen und Schneiden zu achten. Beim Zuschneiden und beim Schweißen sollten die Spannflächen möglichst identisch sein. Es empfiehlt sich, als Auflage die breiteste Profilfläche zu wählen. Die Auflage- und Spannflächen müssen sauber und frei von Spänen sein. Es darf beim Schneiden der PVC-Profile keinerlei Schmierung erfolgen, damit die Schweißbarkeit durch Rückstände von Öl, Fett, Silikon, Wasser o. Ä. nicht beeinträchtigt wird.

Das Maß des Zuschnitts ergibt sich aus dem Fertigungsmaß einschließlich der individuellen Schweißzugabe (i. d. R. 2–3 mm).

Dabei ist zu beachten:
Je enger die folgende Begrenzung der Schweißraupe (siehe Kapitel „Verschweißen von Kunststoff-Profilen“ auf Seite D3-13) gewählt wird, desto genauer muss der Zuschnitt der Profile erfolgen. Enge Begrenzungen können weniger Fertigungstoleranzen aufnehmen und somit unter Umständen zu verminderter Eckfestigkeit führen. Dies gilt in Abhängigkeit der vorhandenen Schweißmaschine/des vorhandenen Schweißprozesses. Eine regelmäßige Überprüfung der Eckfestigkeit ist auch im Zuge der WPK durchzuführen.

Die notwendige Schweißzugabe sowie der exakte Vorschub bzw. Maschinenparameter muss nach Angaben des Maschinenlieferanten erfolgen und ist i. d. R. bei Versuchen vor Ort spezifisch einzustellen und festzulegen.

Besondere Beachtung erfordert der Zuschnitt bei Profilen mit voreingezogenen Dichtungen. Eine exakt geschnittene Gehrung – auch im Dichtungsbereich – vermeidet Fehlstellen und somit einen negativen Einfluss auf Optik oder Dichtheit.

Geeignete Zulagen verhindern Verformungen der Profilgeometrie durch Spanndrücke und sind, abgestimmt auf die jeweilige Maschine, notwendig. Im Dichtungsbereich helfen Messereinsätze dabei, ein Verformen oder Ausfransen der Dichtungsgeometrie zu vermeiden. Diese sind möglichst exakt zur Profilschnittebene einzustellen, da es sonst zu deformierten oder offenen Dichtungsecken kommen kann.

Hinterfräsungen der Dichtung sind möglichst klein zu halten.

Der Zuschnitt muss folgende Anforderungen erfüllen:

- glatte, saubere und fluchtende Schnittflächen (auch im Dichtungsbereich)
- Maßhaltigkeit der zugeschnittenen Profile
- Winkeligkeit der Schnittflächen (45°/90°)
- splitterfreie Innenstege, insbesondere bei den Innenstegen der wasserführenden Kammern

Das fertig zugeschnittene Profil ist von Spänen – auch im Innenkern – zu säubern. Die Profile sollten zur weiteren Verarbeitung entsprechend gelagert werden (siehe Kapitel „Lagerung und Transport“ auf Seite D2-1).

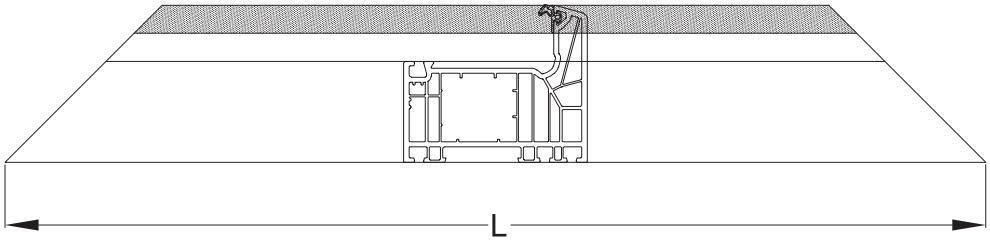
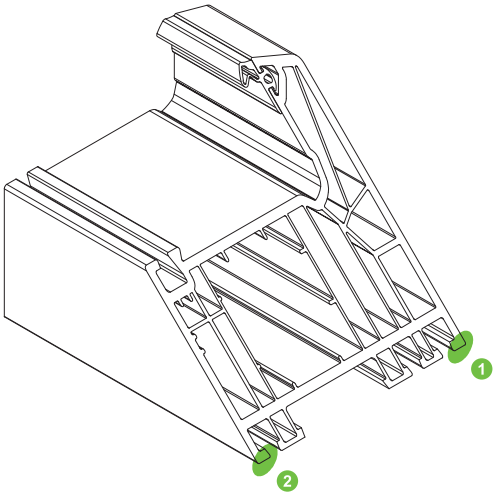
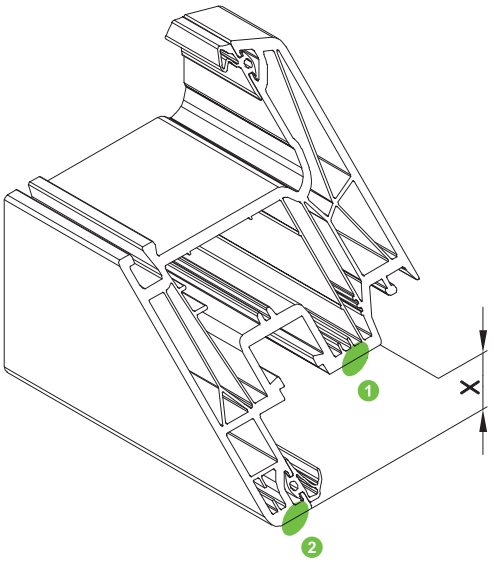
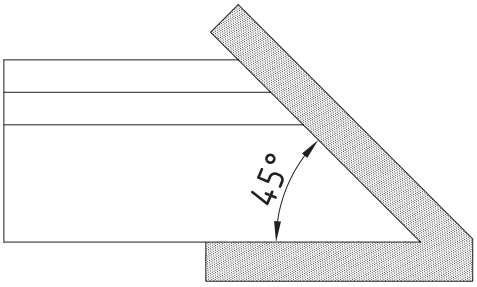
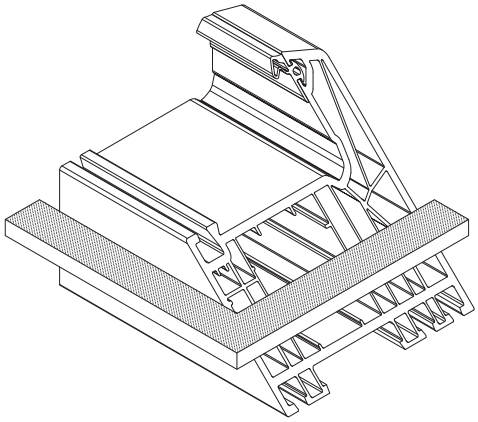
Bei Einsatz von Druckluft ist darauf zu achten, dass diese frei von Partikeln, Wasser und Öl ist, da dies die Eckfestigkeit (siehe Kapitel „Verschweißen von Kunststoff-Profilen“ auf Seite D3-13) negativ beeinflussen kann.

Kontrolle des Zuschnitts

Die Kontrolle des Zuschnitts ist ein maßgeblicher Bestandteil der werkseigenen Gütesicherung durch die WPK. Die aufgeführten Kontrollpunkte sind beispielhaft und haben sich zur Einhaltung der im Kapitel „Zuschnitt der PVC-Profile“ auf Seite D3-1 genannten Anforderungen an den Zuschnitt bewährt.

Dabei ist zu beachten:
Das zu kontrollierende Längenmaß (L) ergibt sich aus dem Rahmen-Fertigmaß zuzüglich der Schweißzugabe. Die einzuhaltende Toleranz muss letztlich ein Kammermaß von 12 mm +1/−0,5 am fertigen Fenster gewährleisten (siehe auch Kapitel „Fertigungstoleranzen und Funktionsmaße“ auf Seite D4-1). Ggf. sind abweichende Angaben vom Beschlaghersteller oder bei Sonderkonstruktionen zu berücksichtigen.

Tabelle D3.1 Zuschnittkontrolle

Beispiele für Zuschnittkontrolle	
Gesamtlänge (Außenmaß)	
	L = Sollmaß Zuschnitt
Messpunkte & Schnittflächenkontrolle	
 	1 = außen 2 = innen $l_{außen} = l_{innen} - 2 \cdot X$
Winkelabweichung 45° und 90°	
 	

Zuschnitt von Verstärkungen

Ablängen der Aussteifungen
Aluminium-Verstärkungen können in aller Regel auf der gleichen Säge bearbeitet werden, auf der auch die PVC-Profile zugeschnitten werden. Hier muss allerdings besondere Sorgfalt auf das Entfernen der Metallspäne gelegt werden.

Das Ablängen der Aussteifungen aus Stahl muss auf einer separaten Säge oder Stanze durchgeführt werden.

Werden Kühlmittel eingesetzt, so sind diese vor der Weiterverarbeitung der Verstärkungen zu entfernen.
Die Aussteifungen werden i. d. R. stumpf auf 90° zugeschnitten. Das jeweilige Abzugsmaß gibt den Abstand des Verstärkungsprofils zur Innenecke des PVC-Profils an und variiert je nach Profiltyp z. B. durch den Einsatz von Eckverbindern in Flügelrahmen oder bei den unterschiedlichen T- bzw. Stulpprofilen.

Das profilspezifische Abzugsmaß ist dem jeweils geltenden Systemkatalog zu entnehmen.

Generell gilt beim Ablängen, dass die Aussteifungen in der Verstärkungskammer des Profils soweit zurückspringen müssen, dass die beim Schweißprozess entstehende Schweißwulst nicht kollidiert oder behindert wird.

Sollten Schnittenden der Stahlverstärkungen konstruktiv im Einflussbereich der Bewitterung liegen, sind diese gegen Korrosion zu schützen.

Beim Zuschneiden der Verstärkungen ist darauf zu achten, dass dabei keine Deformation stattfindet. Mögliche Gratbildung ist zu entfernen. Diese können das Einbringen in die Verstärkungskammer beeinträchtigen. Zudem sind anfallende Späne vor der Weiterverarbeitung zu entfernen, um mögliche Beschädigungen oder Verschmutzungen der PVC-Profiloberflächen zu vermeiden.

i Zum Zeitpunkt der Verarbeitung müssen PVC-Profile und Armierungen die gleiche Temperatur aufweisen, da die Ausdehnungskoeffizienten der unterschiedlichen Materialen deutlich voneinander abweichen.

Fräsen und Bohren

Die Bearbeitungsschritte des Fräsens und Bohrens fallen unter den Bereich der spanenden Bearbeitung. Diese werden größtenteils am losen Stab vorgenommen und werden auf für den Fensterbau spezialisierten Werkzeugmaschinen oder in spezialisierten Bearbeitungszentren durchgeführt. Bei sachgemäßer Verwendung ist auch der Gebrauch von Kleinmaschinen/Handwerkzeugen möglich.

Hier ist auf eine sichere Aufspannlage des Profils zu achten.

Die Vorgaben und Sicherheitsbestimmungen des Maschinenlieferanten sind einzuhalten und bezüglich der Einstellungsparameter abzustimmen.

Für das Zurückfräsen der einextrudierten Aluminiumstege in den Systemen Schüco LivIng Alu Inside und Schüco Alu Inside Nordic bietet Schüco spezielle Fräsmaschinen an. Detaillierte Ausführungen sind dem Schüco Maschinenkatalog zu entnehmen bzw. Informationen über die Schüco Maschinentechnik zu erfragen.

Zum Kühlen und Schmieren ist dabei ein spezieller Fettalkohol zu verwenden, da dieser rückstandsfrei am Profil verdunstet und somit die Schweißeigenschaften nicht beeinträchtigt. Weiterhin ist darauf zu achten, dass die vorgegebenen Frästiefen eingehalten werden, da dies ansonsten die Eckfestigkeit und die gewünschten Elementmaße negativ beeinflusst.

Die fertig bearbeiteten Profile aus PVC, Stahl oder Aluminium sind von Spänen zu säubern und gegebenenfalls Grate zu entfernen. Auch die Maschinen und im Besonderen die Auflage- und Spannflächen sind regelmäßig und im Bedarfsfall zu säubern.

Bei Einsatz von Druckluft siehe Hinweis im Kapitel „Zuschnitt der PVC-Profile“ auf Seite D3-1!

Belüftung und Entwässerung

Für die Funktionsfähigkeit und Dichtheit eines Fensters ist eine korrekte Belüftung und Entwässerung zwingende Voraussetzung.

Zur kontrollierten Abführung von anfallendem Wasser – z. B. im Blendrahmenfalz, zur Entfeuchtung des Glasfalzraumes oder auch zur Belüftung der Vorkammern bzw. von den der Bewitterung ausgesetzten Außenkammern – sind Öffnungen in die Konstruktion einzubringen.

Dabei gilt, dass diese Öffnungen im Nachgang nicht wieder verschlossen werden dürfen, z. B. durch Klotzbrücken, Dämmfalzeinleger, Verschmutzungen oder – wenn zur Außenseite geöffnet – durch Dichtmittel des Baukörperanschlusses.

i Elemente in TopAlu-Ausführung sind wie farbige und folierte Profile zu behandeln.

1 Entwässerungsöffnungen
In bestimmten Fällen können Entwässerungsöffnungen zeitgleich auch die Dampfdruck-Ausgleichsöffnungen sein, wie z. B. bei Flügel- und Sprossenprofilen unten vertikal. Entwässerungsöffnungen können ebenso auch gleichzeitig die Aufgabe der Vorkammerbelüftung übernehmen.

i Diese Bearbeitung gilt für weiße, farbige und folierte Profile.

Für Schüco TopAlu-Systeme ist der aktuelle Fertigungskatalog zu beachten.

Öffnungsschema und -abmaße
Im unteren, horizontalen Falzbereich eines Feldes muss mindestens zweimal entwässert werden.

Die Einlassöffnungen sind ca. 40 mm aus den Innenecken und mit einem Abstand von maximal 600 mm untereinander anzuordnen.

Nach außen wird, bis auf Ausnahmen, ebenfalls mindestens zweimal pro Feld entwässert. Die Auslassöffnungen sind mit mind. 50 mm Versatz zu den Einlassöffnungen einzubringen. Hier gilt ein Abstand von maximal 1.050 mm untereinander.

Als Ausnahme kann, bei einem Abstand zwischen den mittleren Falzöffnungen von kleiner 100 mm, nach außen einmal mittig entwässert werden.

Bei Elementen mit zwei oder mehr Feldern, welche durch Pfosten oder Stulp gebildet werden, muss jedes Feld separat betrachtet werden.

Die Abmaße der Öffnungen müssen wie folgt ausgeführt werden:
- Entwässerungen: Fräsung min. 5 x 35 mm

2 Dampfdruck-Ausgleichsöffnungen
Diese Öffnungen werden am Glasfalzgrund bei Verglasungssystemen mit dichtstofffreiem Falzraum eingebracht, um die Konstruktion in diesem Bereich vor Schäden durch Feuchtigkeit zu schützen.

Sie dienen nicht der Abführung von über Undichtigkeiten eingedrungenem Wasser, sondern vielmehr der Belüftung der konstruktionsbedingten, geschlossenen Bereiche. Dadurch wird sichergestellt, dass Kondensat aus der Luft kontrolliert abgeführt wird. Dabei muss der Luftstrom von unten nach oben durch die Konstruktion zirkulieren können.

Dampfdruck-Ausgleichsöffnungen können auch gleichzeitig die Aufgabe der Vorkammerbelüftung übernehmen.

i Diese Bearbeitung gilt für weiße, farbige und folierte Profile sowie für Schüco TopAlu-Systeme.

Öffnungsschema und -abmaße
Im unteren und oberen, horizontalen Bereich eines Festfeldes oder Flügels wird nach außen mindestens zweimal je Feld belüftet. Die Einlassöffnungen sind ca. 20 mm aus den Innenecken und mit einem Abstand von maximal 600 mm untereinander anzuordnen.

Nach außen wird, bis auf Ausnahmen, ebenfalls mindestens zweimal pro Feld belüftet. Die Auslassöffnungen sind mit min. 50 mm Versatz zu den Einlassöffnungen einzubringen.

Die Abmaße der Öffnungen müssen wie folgt ausgeführt werden:
- Dampfdruck-Ausgleich
  Fräsung min. 5 x 35 mm
  Bohrung 2 x min. Ø 8 mm

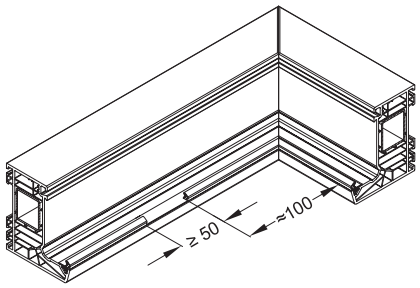
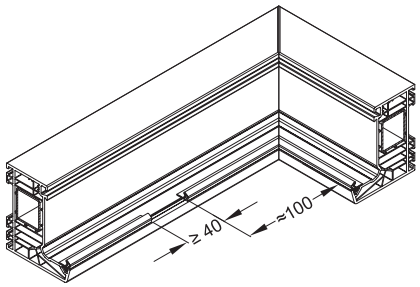
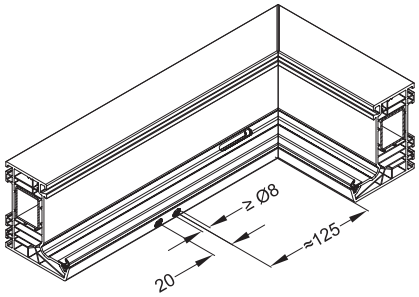
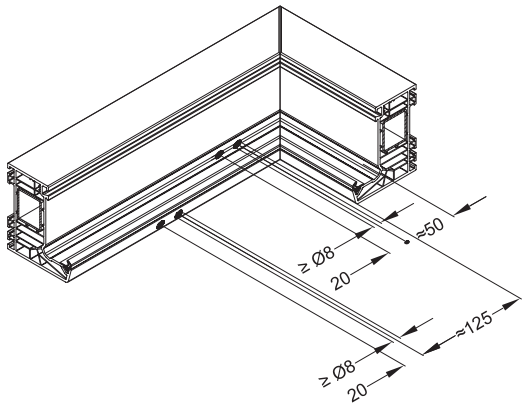
3 Druckausgleich
Der Druckausgleich wird vorgenommen, um vorherrschende Druckdifferenzen vom Falzraum zur Elementaußenseite auszugleichen. Dadurch wird vermieden, dass bei hohen Außendrücken Wasser in den Falzraum hineingesogen wird und durch die Druckdifferenz nicht durch die Entwässerungsöffnungen abfließen kann.

i Diese Bearbeitung gilt für weiße, farbige und folierte Profile sowie für Schüco TopAlu-Systeme.

Öffnungsschema und -abmaße

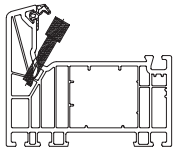
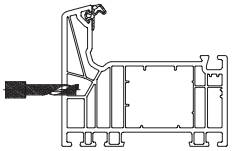
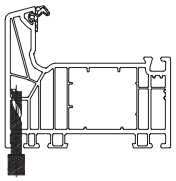
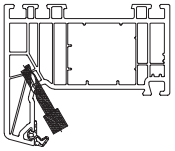
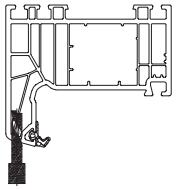
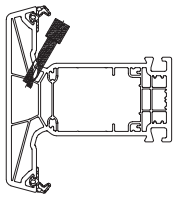
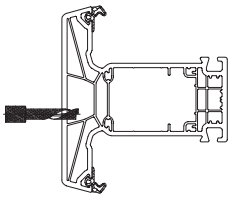
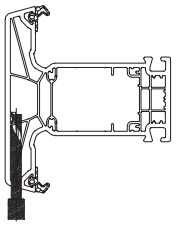
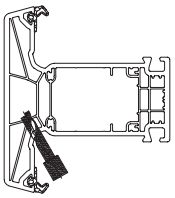
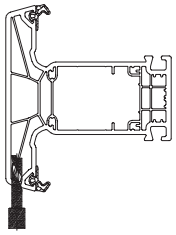
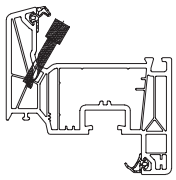
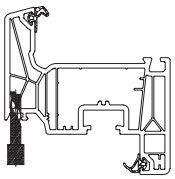
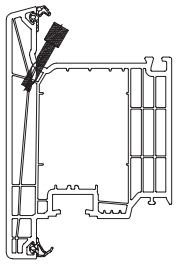
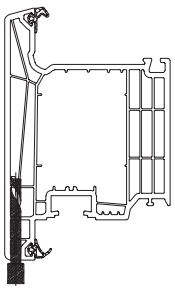
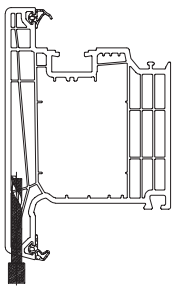
Es gibt verschiedene Möglichkeiten den Druckausgleich zu gewährleisten:

Tabelle D3.2 Öffnungsschemata und -abmaße für den Druckausgleich

Öffnungsschemata und -abmaße für den Druckausgleich	
Variante 1	
	Der Dichtungsschlauch der äußeren Anschlagdichtung des Blendrahmens wird zweimal pro Feld (links und rechts) am oberen horizontalen Holm, auf einer Breite von ≥ 50 mm, mit Hilfe einer Dichtungsschere oder einem Cuttermesser, entfernt. Bei TopAlu-Elementen beträgt die Breite der Ausklinkung ≥ 100 mm.
Variante 2	
	Die komplette äußere Anschlagdichtung des Blendrahmens wird zweimal pro Feld (links und rechts) am oberen horizontalen Holm, auf einer Breite von ≥ 40 mm, mit Hilfe einer Dichtungsschere oder einem Cuttermesser, entfernt. Diese Variante ist für die TopAlu-Systeme **nicht** zulässig.
Variante 3	
 	Der Druckausgleich erfolgt, wie geziegt, am oberen horizontalen Holm zweimal pro Feld (links und rechts) durch zwei Bohrungen ≥ Ø 8 mm und/oder durch eine Fräsung ≥ 5x35 mm.

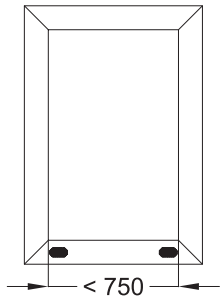
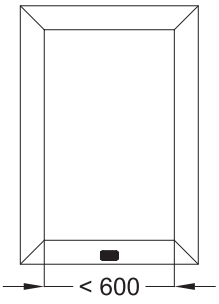
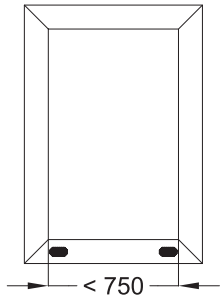
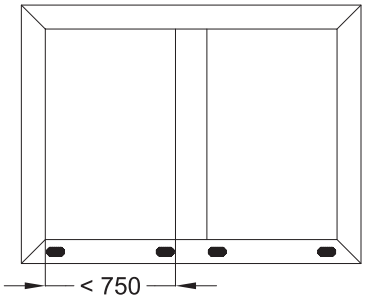
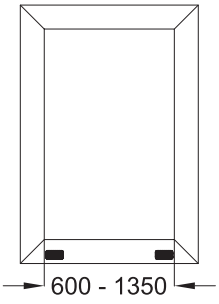
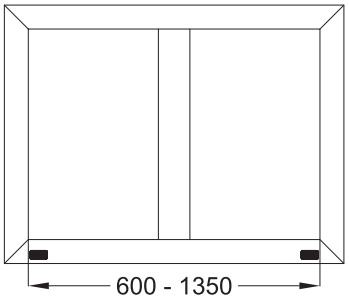
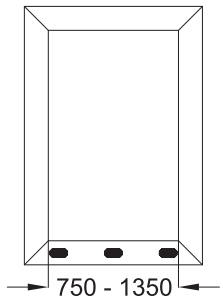
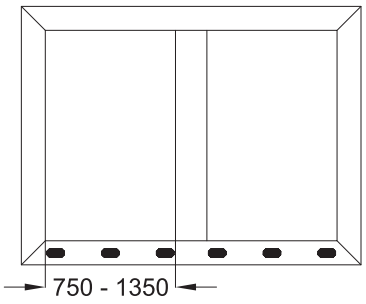
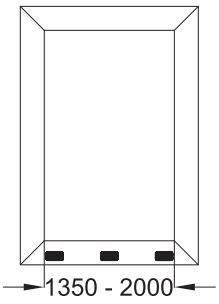
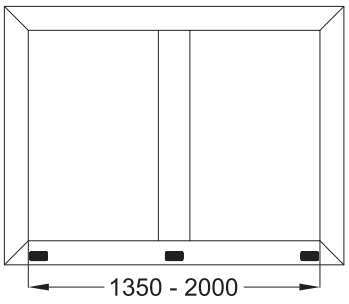
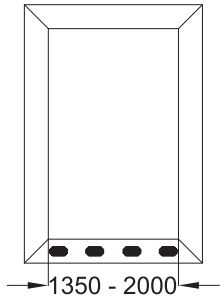
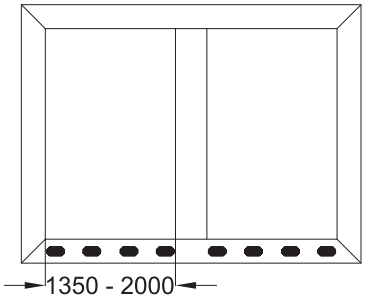
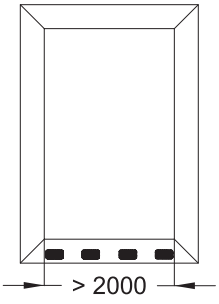
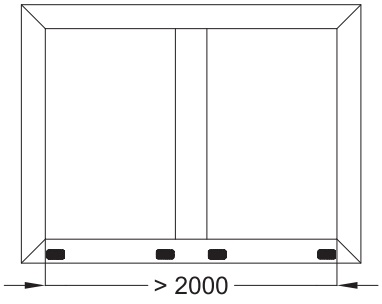
Öffnungen am Profil

Tabelle D3.3 Öffnungen am Profil

Entwässerung/Dampfdruck-Ausgleich			Druckausgleich	
Einlassöffnungen	**Auslassöffnungen**		**Einlassöffnungen**	**Auslassöffnungen**
				
				
				
				
	unterer horizontaler Stab	oberer horizontaler Stab		

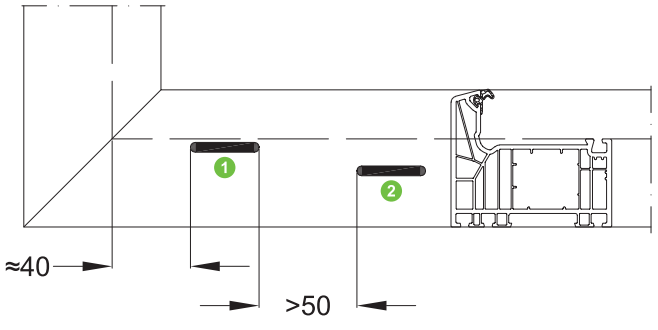
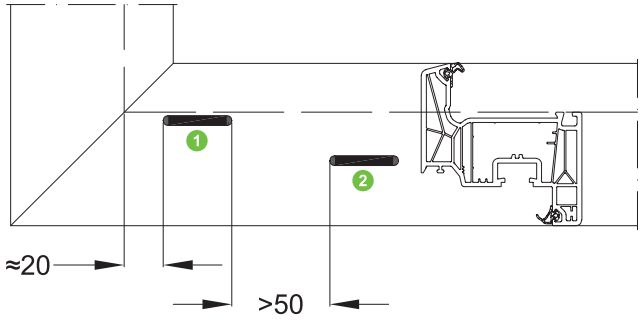
Anordnung und Anzahl der Öffnungen am Element

Tabelle D3.4 Anordnung und Anzahl der Öffnungen am Element

Einlassöffnungen pro Feld [mm]		Auslassöffnungen pro Feld [mm]	
			
			
			
			

Positionierung der Öffnungen am Element

Tabelle D3.5 Positionierung der Öffnungen am Element

Blendrahmen/T-Profil	Flügelrahmen/Sprosse
	

1 Einlassöffnung
2 Auslassöffnung

Vorkammerbelüftung bei farbigen und folierten Profilen sowie TopAlu-Systemen

Neben den vorab genannten Bearbeitungen müssen alle Profilvorkammern von farbigen und folierten Profilen sowie der TopAlu-Systeme zusätzlich belüftet werden, um die erhöhte Wärmeaufnahme farbiger Profile und die daraus resultierende erhöhte Ausdehnung der in den Kammern befindlichen Luft auszugleichen.

Somit müssen alle Profilkammern, die zur Außenseite (Bewitterung) gerichtet sind, zwingend geöffnet werden!

Die Öffnungen zur Vorkammerbelüftung sind an jedem Stab auszuführen (auch vertikal). Bei den horizontalen Stäben ist dies meist schon durch die Bearbeitungen zur Entwässerung bzw. zum Dampfdruck-Ausgleich gewährleistet. An den vertikalen Stäben ist mindestens eine Öffnung im oberen Elementbereich vorzusehen. Um einen schnelleren Luftaustausch bei stark beanspruchten oder dunklen Elementen zu gewährleisten, werden allerdings hier zwei Öffnungen empfohlen.

Diese Maßnahme muss für alle Kammern vorgenommen werden, die durch vorherige Fräsungen oder Bohrungen noch nicht geöffnet wurden.

Es ist darauf zu achten, dass die Lage der Öffnungen die Entwässerungen nicht beeinträchtigt.

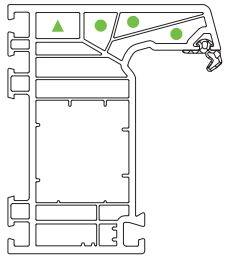
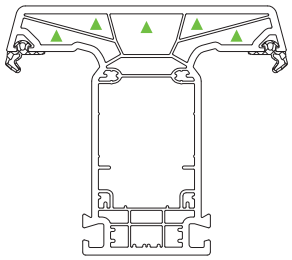
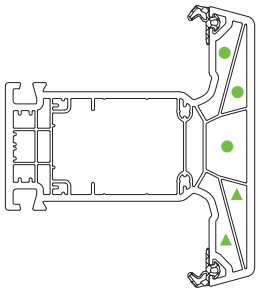
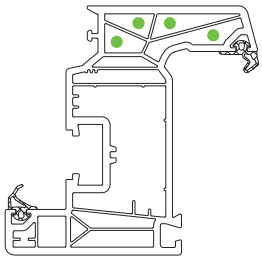
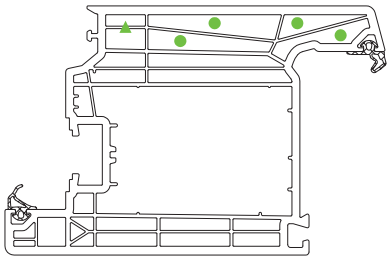
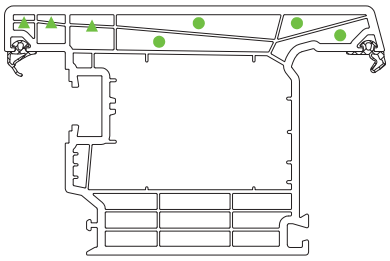
Das Öffnen von Kammern am losen Stab ist zulässig.

Öffnungsschema und-abmaße
Bei Stulpprofilen ist die Vorkammerbelüftung z. T. über die Stulpkappen gewährleistet. Hier ist der Systemkatalog zu beachten.

- Vorkammerbelüftung:
  Fräsung min. 5 x 10 mm
  Bohrung min. Ø 8 mm

Vertikal sind, wie beispielhaft am Pfosten zu sehen, noch keine Kammern durch vorherige Bearbeitungen geöffnet. Hier müssen diese Kammern bei allen Profilen zusätzlich geöffnet werden!

Tabelle D3.6 Vorkammern der Profile

Blendrahmen	Pfosten	Riegel
		
Flügelrahmen klein	**Flügelrahmen groß**	**Flügelrahmen außen öffnend**
		

- ● Vorkammern, die im Normalfall bereits geöffnet sind (horizontal)
- ▲ Vorkammern, die zusätzlich geöffnet werden müssen (horizontal)

T-Profile und Flügelsprossen

Da Schüco eine Vielzahl an Befestigungsmöglichkeiten und unterschiedliche Profilgeometrien bietet, sind detaillierte Angaben zur Konturfräsung und Bohrposition aus dem jeweiligen Fertigungskatalog zu entnehmen.

Beschlagabhängige Fräsungen und Bohrungen

Für die von Schüco angebotenen Beschlaglösungen für Fenster (Schüco VarioTec) und Türen (Schüco MultiTec) sind die jeweiligen Fertigungskataloge maßgeblich.

Beim Einsatz von Fremdbeschlägen sind die Vorgaben des jeweiligen Herstellers zu berücksichtigen.

Dübelloch-Bohrungen

Generell gelten die Vorgaben des aktuellen RAL-Montageleitfadens und die erweiterten Informationen aus dem Kapitel „Befestigung und Lastabtragung zum Baukörper“ auf Seite E2-1.

Der Abstand aus der Innenecke (Glasleisten-Nut) sollte folgenden Wert betragen:

- bei weißen Profilen 100–150 mm
- bei farbigen und folierten Profilen sowie TopAlu-Systemen 150–200 mm (aufgrund der höheren Längenausdehnung)

Der Abstand zu den Dübelloch-Bohrungen untereinander sollte folgenden Wert nicht überschreiten:

- bei weißen Profilen 700 mm
- bei farbigen und folierten Profilen sowie TopAlu-Systemen 600 mm

Es ist umlaufend zu befestigen. Gegebenenfalls sind Konsolen, Anker, Laschen o. Ä. einzusetzen. Beim Einsatz von Befestigungsmitteln in wasserführenden Ebenen ist auf eine fachgerechte Abdichtung der Schraubenköpfe zu achten.

Der Durchmesser der jeweiligen Bohrung ist abhängig vom gewählten Befestigungsmittel. Die Herstellerangaben sind hierbei zu beachten.

Verstärkungen

Die Auswahl der Verstärkungsprofile richtet sich nach der Verwendung sowie den statischen Anforderungen.

Weitere Einflussfaktoren sind:

- tatsächliche Elementgröße
- Baukörperanschluss
- Befestigungsabstände
- Beanspruchungen aus Wind-, Verkehrs- und Eigenlasten
- Bewegungen aus dem Bauwerk
- thermische Längenausdehnung
- Profilauswahl und -farbe

Die eingebrachten Aussteifungen sind dabei maßgeblich für die einwandfreie Funktion, Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit. Zur Erfüllung gewisser Anforderungen, z. B. Einbruchhemmung RC oder der Befestigung tragender Beschlagteile von Dreh- und Dreh-Kipp-Beschlägen (TBDK), ist die Verschraubung von Beschlagkomponenten in Stahl unerlässlich.

Die Vorgaben aus dem Abschnitt „Bemessungsgrundlagen“ sowie alle systemspezifischen Angaben zu maximalen Flügelgrößen sind zu beachten.

Die Verstärkungsprofile müssen in geeigneter Weise mit dem PVC-Profil verbunden sein, um eine gezielte Krafteinleitung und somit Lastabtragung sowie eine Bewegungseinschränkung zu gewährleisten. Hierfür sind die systemspezifischen Verschraubungsabstände (Profilinnenseite) aus dem jeweiligen Fertigungskatalog zu entnehmen.

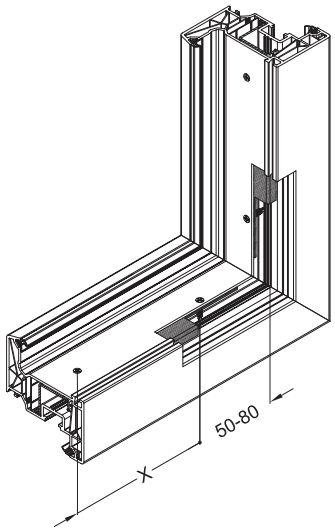


Bild D3.1 Abstände der Stahlverschraubung

Generell gilt, dass der Verschraubungsabstand der ersten Verschraubung aus der Innenecke (Glasleisten-Nut) zwischen 50–80 mm liegen muss.

Der Abstand X der Verschraubung untereinander beträgt:

- bei weißen Profilen max. 300 mm
- bei farbigen und folierten Profilen sowie TopAlu-Systemen maximal 250 mm

Es müssen jedoch mindestens 3 Schrauben pro Armierungslänge vorhanden sein!

Bei farbigen und folierten Profilen sowie TopAlu-Systemen ist grundsätzlich zu verstärken!

Verschweißen von Kunststoff-Profilen

Das Schweißen der Kunststoff-Profile ist ein elementarer Bestandteil der Fertigung und zeichnet die schnelle Produktionsfähigkeit bei gleichzeitig hoher Stabilität und Standsicherheit der Konstruktionen aus. Die Qualität der Schweißung ist dabei auch maßgeblich für die Güte des fertigen Fensters.

Die fachgerechte Verschweißung erfolgt nach der Richtlinie DVS 2207 Teil 25, des deutschen Verbandes für Schweißtechnik e. V. Die Einstellungen der Schweißmaschine sind durch eine Probeschweißung zu überprüfen. Gegenstand der Prüfung sind die Schweißzugabe, die Schweißtemperatur direkt am Schweißspiegel und die Eckenfestigkeit sowie Winkelgenauigkeit und Längenmaße. Probeschweißungen sind stets vor der Aufnahme der Fertigung durchzuführen. Zudem sind diese Prüfungen als Teil der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) regelmäßig zu wiederholen. Eine gute Schweißung zeichnet sich durch eine sahnig blanke bis leicht raue, beidseitig gleichmäßig ausgeprägte Schweißwulst aus.

Des Weiteren ist der technische Leitfaden „Schweißen von PVC-U Profilen“ der RAL Gütegemeinschaft Kunststoff-Fensterprofilsysteme e. V. zu berücksichtigen!

Die Prüfung der Eckfestigkeit nach RAL GZ 695 bzw. RAL GZ 716 Teil 1 gilt als bestanden, wenn der (in Abhängigkeit der Profilgeometrie) berechnete Sollwert erfüllt ist, bevor die Ecke bricht. In der Regel werden unverputzte Ecken geprüft, um Einflüsse wie Kerbwirkung durch Nuten zu vermeiden. Sollten dennoch verputzte Ecken geprüft werden, ist ein Abschlag von 20 % des F_{soll}-Wertes anzusetzen. Die Eckfestigkeitswerte in den jeweiligen Schüco Dokumentationen beziehen sich auf verputze Ecken. Daher sind die angegebenen Werte schon um den o. g. Abschlag reduziert.

Als Grundlage der Parameter können folgende Werte angenommen werden, die im Einzelfall individuell angepasst werden müssen:

- **Standard-Schweißverfahren**
  - Schweißtemperatur am Spiegel (Wirkungsbereich): 250 °C ±5 °C (abhängig vom Profilquerschnitt)
  - Schmelzzeit: 25–45 s (abhängig vom Profilquerschnitt)
  - Fügezeit: 30–45 s (abhängig vom Profilquerschnitt)
  - Fügedruck: 5–6 bar
  - Anschmelzdruck: 2,5–3,0 bar
  - Empfehlung Abbrand: mindestens 2,5 mm

- **Hoch-Temperatur-Schweißverfahren**
  - Schweißtemperatur am Spiegel (Wirkungsbereich): 270 °C ±5 °C (abhängig vom Profilquerschnitt)
  - Schmelzzeit: 10–20 s (abhängig vom Profilquerschnitt)
  - Fügezeit: 20–25 s (abhängig vom Profilquerschnitt)
  - Empfehlung Abbrand: mindestens 2,5 mm

Es sind für die o. g., wie für alle weiteren Schweißverfahren, die Angaben der Maschinenhersteller zu berücksichtigen.

Weitere Einflussfaktoren, welche die Qualität der Schweißnaht positiv beeinflussen:

- Profiltemperatur ≥ 17 °C
- saubere Schnittflächen, keine Rückstände von Öl, Fett, Silikon, Wasser ö. Ä.
- exakter Zuschnitt der Profile und Dichtungen, Gehrung 45°, Profilauflage 90° (ohne Fehlstellen und große Ausbrüche)
- Dichtungen müssen mit der Profilgehrung fluchten (kein Vorstehen/nur geringes Zurückstehen)
- von Spänen befreites Profil (auch die Innenkammern)
- Zeitdifferenz zwischen Profilzuschnitt und Profilweiterverarbeitung
- Keine Zugluft, da diese die Schweißtemperatur negativ beeinflusst
- winkelgerechtes Einspannen
- Verwendung von geeigneten Zulagen (Schüco)
- Zustand und Sauberkeit der Schweißfolie

Nach dem Schweißvorgang sind weiße und farbige Profile **min. 60 s** auszukühlen.

Eine beschleunigte Kühlung über Druckluft oder andere Mittel beeinträchtigt die Eckfestigkeit.

Folierte Profile sind nach dem Schweißen **min. 90 s** auszukühlen, um beim Verputzen eine Folienablösung zu vermeiden.

Die ermittelten, optimalen Schweißparameter sind im Rahmen der WPK festzuschreiben und zu prüfen. Es sind die Vorgaben und Sicherheitsrichtlinien des Herstellers zu beachten.

Bei der Verarbeitung von folierten Profilen wird oftmals die Schweißraupen-Begrenzung auf 0,5–0,8 mm festgelegt, um ein optisch verbessertes Verputzergebnis zu erzielen. Dabei ist zu beachten, dass jede Verringerung der Schweißraupen-Begrenzung die Eckfestigkeit reduzieren kann!

Beim Schweißen wird die Kaschierfolie nahe der Schweißnaht auf über 120 °C erwärmt, wodurch sie geringfügig ihre Prägung verlieren kann.

Durch die verschiedenen Schweißverfahren (Diagonalschub/Parallelschub) können die Schweißbilder unterschiedlich ausfallen.

Beim Verschweißen bzw. Fügen der Dichtungen können zur Steigerung des optischen Ergebnisses der Einsatz von Niederhaltern und Dichtungsformgebern eingesetzt sowie die Dichtungsnut geringfügig hinterfräst werden. Jede zusätzliche Maßnahme optimiert das Ergebnis und beeinträchtigt die Funktionalität bei fachgerechter Ausführung nicht.

Bei EPDM-Dichtungen ist besonders auf die technisch einwandfreie Ecke bzw. den präzisen Zuschnitt zu achten, da EPDM-Dichtungen, je nach Profilsystem, nicht schweißbar sind. Um hier ein optimales Ergebnis für die Eckausbildung zu erzielen, müssen die Dichtungen gehalten bzw. geführt werden.

Schüco bietet hier jeweils die passende Bearbeitungsmethode bzw. das passende Werkzeug für über Schüco erworbene Maschinen. Detaillierte Ausführungen sind dem Schüco Maschinenkatalog zu entnehmen bzw. mit der Schüco Maschinentechnik individuell zu besprechen.

Verputzen

Der Bearbeitungsschritt des Verputzens stellt die einwandfreie Funktion der geschweißten Ecke im Bereich der Sicht- und Funktionsebenen durch Entfernen der Schweißraupe dar.

Grundlage für ein optimales Verputzergebnis ist eine gleichmäßige Schweißwulst, die durch Einhaltung der Vorgaben beim Zuschnitt und Schweißen entsteht bzw. hergestellt wird!

Bei Abweichungen kann eine deutlich dickere Schweißwulst entstehen, welche sich negativ auf das Putzergebnis auswirkt.

Vor dem Verputzen muss die Schweißraupe bei Raumtemperatur soweit abgekühlt sein, dass es bei der Entfernung nicht zu Einfallstellen oder Ausbrüchen in der Schweißnaht kommt. Für diesen Zweck ist der Rahmen bzw. Flügel nach dem Schweißen ca. 2 bis 120 Minuten ohne Belastung der Ecken zwischenzulagern. Maschinenabhängig können auch kürzere Abkühlzeiten möglich sein (z. B. beim Hochtemperaturschweißen). Dies ist mit dem jeweiligen Maschinenlieferanten abzustimmen. Eine künstlich beschleunigte Abkühlung (z. B. durch Druckluft) ist zu unterlassen, da sonst Spannungen im Profil entstehen können. Generell sollten Einkerbungen und hohe Nuttiefen vermieden werden, da dies zu Bruchstellen führen kann bzw. die Eckfestigkeit negativ beeinflusst wird (Eckfestigkeit siehe Kapitel „Verschweißen von Kunststoff-Profilen“ auf Seite D3-13).

Beim Verputzen sind scharfe Werkzeuge zur Bearbeitung einzusetzen bzw. die Standzeiten zu beachten!

Das Entfernen der Schweißraupe erfolgt üblicherweise auf Putzautomaten oder CNC-Eckenputzern.

Die Vorgaben und Sicherheitsrichtlinien des Herstellers sind zu beachten.

Grundsätzlich gilt, dass die Profilkonturen so verputzt sein müssen, dass die Funktion des Fensters im Nachgang nicht beeinträchtigt ist (z. B. Dichtigkeit in den Eckbereichen (außen und innen), Einbringen der Glasleisten, Klipsung der Anschlussprofile usw.).

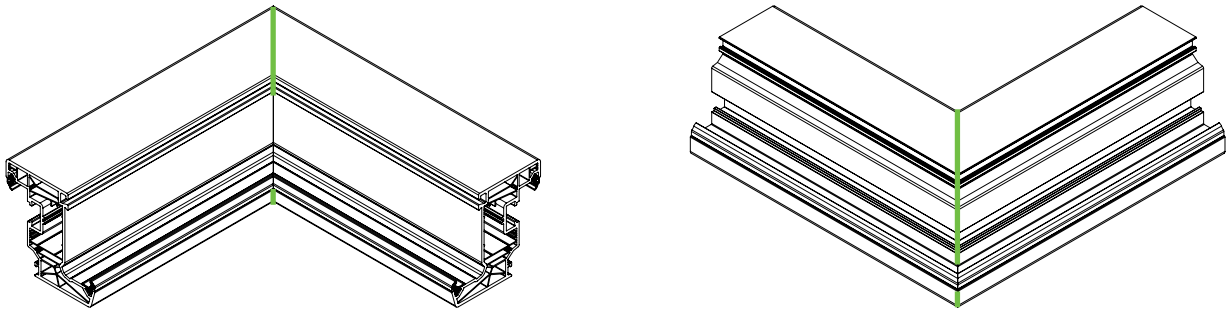


Bild D3.2 Beispielhafte Darstellung Verputzen

Funktionsflächen wie Beschlagnut, Glasleisten-Nut und Dichtungsanlageflächen sind sauber zu verputzen, um die Funktion der Bauteile nicht zu beeinträchtigen.

Die Bearbeitung mit Handwerkzeugen ist zulässig. Bei werkseitig eingebrachten Dichtungen empfiehlt sich das Verputzen dieser z. T. von Hand, wenn es maschinell nicht möglich ist.



Bild D3.3 Verputzen der Dichtung (links) / Verputztes Profil (rechts)

Werden Profile ohne Dichtungen verputzt, sollte der Bereich der Dichtungsaufnahmenut ebenfalls gesäubert werden.

Bei **folierten** Profilen sind die Maschineneinstellungen so zu wählen, dass die Folie beim Verputzen nicht beschädigt wird. Als Referenzwert gilt hierfür ein Abstand von ca. 0,2 mm. Die Einstellung ist in jedem Fall **vorab** an einer Musterecke zu testen und ggf. das Maschinenprogramm entsprechend anzupassen. Bei mechanischen Eckenputzern ist entsprechend das Messer zurückzunehmen.

Aus optischen Gründen empfiehlt sich die Nachbearbeitung der Ecken mit einem speziellen, der Folienfarbe angepassten Farbstift.

Bearbeitung von Zusatzprofilen

Detaillierte und systemspezifische Verarbeitungsrichtlinien, abweichend oder ergänzend zu den allgemeinen, sind dem Katalog „Schüco Zusatzprofile“ zu entnehmen.

Zum Bereich der Zusatzprofile gehören folgende Profilgruppen:

- Blendrahmenverbreiterungen
- Basisprofile
- Fensterbankprofile
- Kopplungsprofile
- Statik-Abdeckprofile
- Verkleidungsprofile
- Flach- und Winkelprofile
- Wetterschenkel und Trittschutzprofile
- Zargenprofile
- Rollladenprofile
- Ziersprossen

Im Allgemeinen gelten folgende Vorgaben:

- Bei Zusatzprofilen ohne anextrudierte Dichtungen im Falzbereich sind geeignete Dichtbänder oder Fugendichtmassen vor dem Verschrauben in die Profile einzubringen.
- Zusätzlich gilt, dass bei Bauteilfugen (z. B. bei Verbreiterungen oder Kopplungen) Kapillarfugen im Außenbereich dauerhaft abgedichtet werden (entsprechend RAL-Montageleitfaden).
- Wenn Lasten aus dem Fensterelement, z. B. über eine Verbreiterung, übertragen werden sollen, müssen diese Zusatzprofile entsprechend den statischen Anforderungen verstärkt und befestigt werden.
- Die Klipsfüße an Zusatzprofilen dienen lediglich als Montagehilfe. Um einen einwandfreien und festen Sitz zu gewährleisten, muss eine Verschraubung mit einem Abstand von **< 400 mm** erfolgen.
- Vor dem Verschrauben sind die Profile vorzubohren, so dass die Befestigung in einer Stahlwandung erfolgt.
- Schraubenköpfe müssen bei Befestigungen in der wasserführenden Ebene gegen Wassereintritt versiegelt werden.

Eine ausreichende Be- und Entlüftung von Zusatzprofilen, speziell in exponierter Lage und bei farbiger oder folierter Ausführung sowie bei Einsatz von Aluminium-Deckschalen, ist zu gewährleisten. Dies ist erforderlich, um Deformationen an den Profilen durch Wärmestau in den Hohlkammern zu vermeiden. Ein partielles Öffnen der Profile mittels Bohrung, Fräsung oder Einschneiden des Dichtbandes an der Stirnseite ist zulässig (siehe Vorgaben im Kapitel „Vorkammerbelüftung bei farbigen und folierten Profilen sowie TopAlu-Systemen“ auf Seite D3-10).

Bei **farbigen** und **folierten** Zusatzprofilen (Rollladenführung, Wetterschenkel usw.) ist weiterhin zu beachten, dass beim Aufklipsen auf Profile mit farbiger oder folierter Oberfläche eine durchgehende Klipsleiste zu verwenden ist.

Farbige und folierte Zusatzprofile sowie Zusatzprofile mit Aluminium-Deckschalen müssen – unabhängig von der Größe – immer verstärkt werden, wenn ein Verstärkungsprofil für die Verwendung im PVC-Profil vorhanden ist.

Eine Ausnahme hiervon bildet der Einsatz im verdeckt liegenden Bereich, wenn die Profile nicht der direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind (z. B. bei Überdämmung oder Kaschierung nur im Innenbereich).

Schüco AtomotiveFinish ist für dynamische Beanspruchungen nicht geeignet. Profile, die dynamischen Beanspruchungen ausgesetzt sind (z. B. Knickleisten), werden nicht mit der Folierung Schüco AutomitiveFinish angeboten.

Offene Profilstöße müssen nur dann geschlossen werden, wenn durch die Einbausituation, die luftdichte Ebene (**1**) geöffnet wird oder die wasserführende Ebene (**3**) keinen kontrollierten Wasserablauf mehr gewährleisten kann, sodass der Funktionsbereich (**2**) nicht geschützt ist. Unter Umständen muss auch eine Anlagefläche für weitere Dichtkomponenten hergestellt werden.

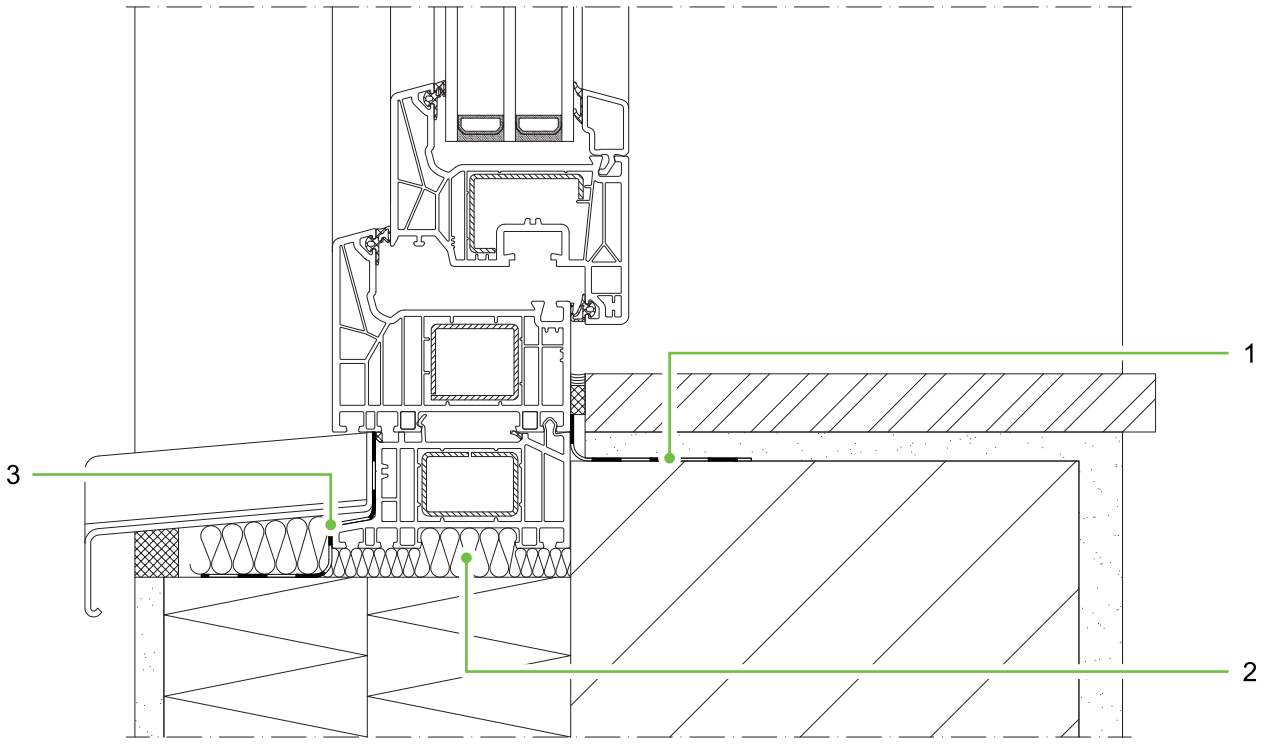


Bild D3.4 Beispiel Fensteranschluss

Klebeverbindungen

Systemspezifische Vorgaben zum Thema Kleben (z. B. Glasverklebung) sind der Broschüre „Schüco Klebstoffsysteme“ zu entnehmen.

Folgende Vorgaben sind allgemeingültig:

- Für die unterschiedlichen Einsatzfälle sind die jeweiligen Verarbeitungshinweise des eingesetzten Klebstoffes zu beachten.
- Die Verträglichkeit zwischen Klebstoff, PVC-Profilen, Dichtungen und Glasrandverbund ist vor dem Verkleben über den Klebstofflieferanten zu klären und sicherzustellen.
- Die Klebeflächen müssen vor der Verklebung schmutz-, staub- und fettfrei sein. Die PVC (hart)-Bereiche sind mit PVC-Reiniger „leicht anlösend“ oder zum Klebesystem passenden Primer zu säubern. Hierfür wird Zellstoff verwendet, der nach jedem Reinigen erneuert werden muss.
- Es ist darauf zu achten, dass nur die zu verklebenden Stellen und nicht großflächig gereinigt wird, da es ansonsten unter Witterungseinflüssen durch Oberflächenbeschädigung zu Farbveränderungen kommen kann.
- Hervorgequollenen Klebstoff nicht abwischen, sondern nach dem Ablüften/Erkalten abstechen bzw. vorsichtig entfernen.
- Um **folierte** Profile zu verkleben, sind in der Regel speziell abgestimmte Klebersysteme und Oberflächenvorbehandlungen erforderlich.
- Spezielle Klebstoffe/Reiniger zur Verklebung auf Dekorfolien sind im freien Handel erhältlich. Es müssen generell entsprechende Vorversuche durchgeführt werden, um ein geeignetes Klebersystem zu testen.

Verglasung

Die fachgerechte Verglasung inklusive Verklotzung von Fenster-, Tür- und Schiebeelementen ist grundlegender Bestandteil zur Herstellung eines qualitativ hochwertigen Produktes.

Die Glasscheibe übernimmt in der Konstruktion keine tragende Funktion. Die Verglasung muss so erfolgen, dass andere Funktionen des Elements nicht beeinträchtigt werden, wie z. B. die Entwässerung.

Die eingesetzten Materialien (Verglasungszubehör, Randverbund usw.) müssen auf ihre Verträglichkeit untereinander geprüft sein. Das Schüco Verglasungszubehör ist bereits mit den gängigen Randverbundsystemen auf Verträglichkeit geprüft. Hierbei sind ausschließlich unverrottbare Materialien einzusetzen.

Es wird ausdrücklich Schüco Verglasungszubehör empfohlen. Hiermit sind alle Anforderungen erfüllt, die mit dem CE-Zeichen verknüpft sind. Weitergehende Prüfungen sind nicht erforderlich.

Verklotzung

Um eine ebene Auflagefläche für die Glasklötze zu schaffen, müssen für das Fenstersystem geeignete Klotzbrücken eingesetzt werden. Die Verglasungsklötze werden auf die Klotzbrücken aufgelegt und gegen Verrutschen gesichert. Es ist darauf zu achten, dass die Verglasung vollständig auf den Glasklötzen aufsteht. Verglasungsklötze sollten mindestens 100 mm lang und breiter als das zu tragende Glas sein.

Der Abstand des Verglasungsklotzes aus der Innenecke sollte zur fachgerechten Lastabtragung ca. 50 mm betragen.



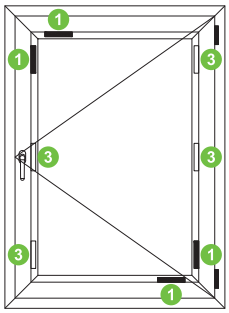
Öffnungen zur Entwässerung dürfen durch Verglasungsklötze nicht wieder verschlossen werden.

Bei Verglasungen mit Sprossenunterteilung muss jedes Feld einzeln verklotzt werden. Begonnen wird mit Diagonalen der Öffnungsart entsprechend. Es müssen alle Felder verklotzt werden.

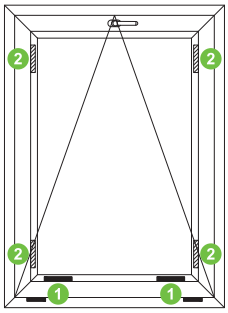
Die Verklotzung ist nach den aktuellen technischen Richtlinien des Glashandwerks (IGH) durchzuführen.

Tabelle D3.7 Verklotzung der Elementvarianten

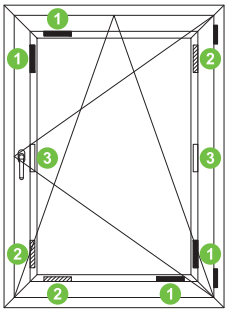
Drehelement



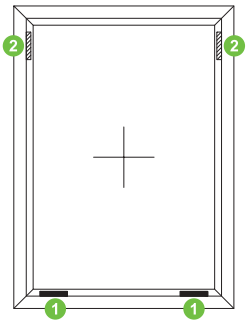
Kipp-Element



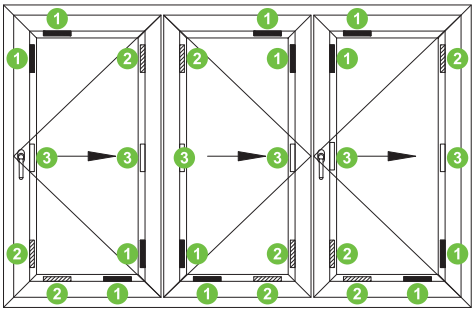
Dreh-Kipp-Element



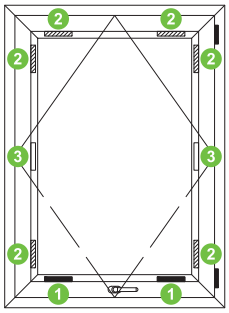
Festverglasung



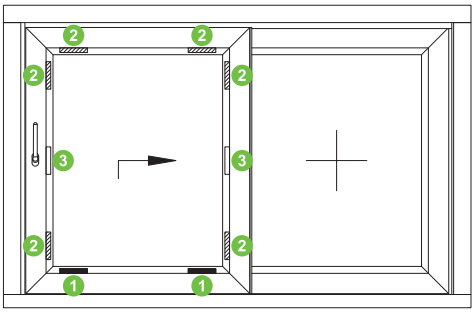
Falt-Schiebe-Element



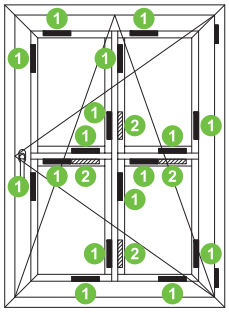
Schwing-Element



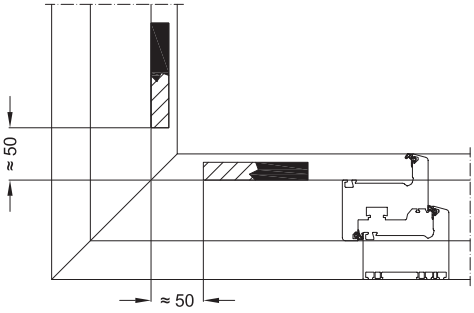
Hebe-Schiebe-Element



Sprossenelement



Klotzposition



1 Tragklotz
2 Distanzklotz
3 zusätzlicher Distanzklotz in Abhängigkeit der Elementhöhe oder Anwendung z. B. RC (Abstand zwischen den Klötzen < 700 mm)

Glasleisten

1 Auswahl der Glasleiste
Die Angabe der zur Verglasung passenden Glasleiste bezieht sich immer auf das Glas-Nennmaß der jeweiligen Glashersteller. Das Glas-Ist-Maß ist zu kontrollieren. Die Glasleisten-Dichtungen besitzen eine Toleranz von −1,5 bis +0,49 mm und können somit abweichende Glasstärken abfangen.

2 Zuschnitt auf Gehrung
Glasleisten werden auf Gehrung (45°) zugeschnitten. Der Zuschnitt erfolgt auf der Glasleisten-Säge. Um Eckspannungen, Beeinträchtigungen der Eckfestigkeit und Glasbruch in den Ecken zu vermeiden, ist zu beachten, dass das Nennmaß der Glasleisten-Länge dem lichten Maß X entspricht. Jede Stoßfuge zwischen den Glasleisten darf maximal 0,4 mm breit sein, jedoch darf die Gesamtabweichung von der Glasleisten-Solllänge nicht mehr als 0,6 mm betragen.

Der Glasleisten-Fuß muss 45° hinterschnitten werden, so dass die Schweißraupe beim Einsetzen der Glasleiste nicht hinderlich ist bzw. entfernt werden muss.

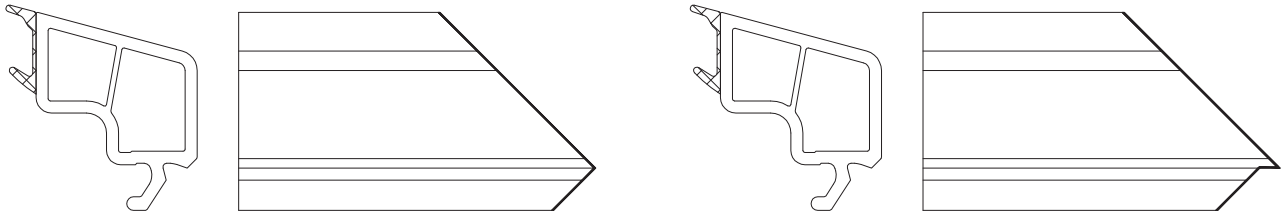


Bild D3.5 Gehrungszuschnitt der Glasleiste

Bei Glasleisten mit zwei Kammern und allen Glasleisten < 600 mm ist der Glasleisten-Fuß mehrfach zusätzlich einzusägen oder auszunehmen. Dadurch wird ein einfacheres Einklipsen gewährleistet.

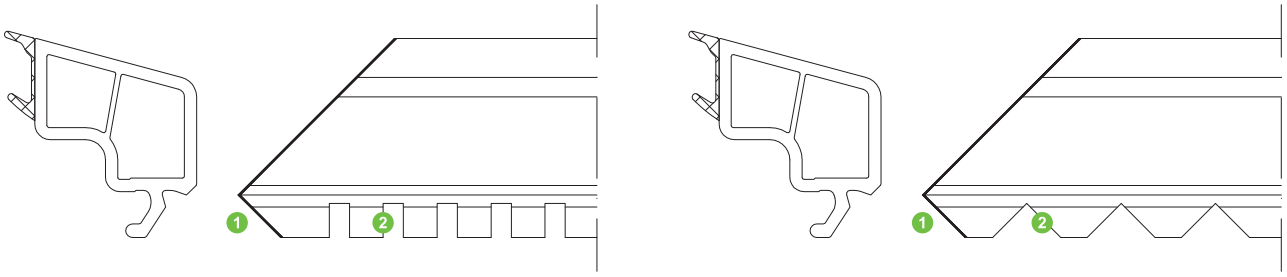


Bild D3.6 Ausnehmungen an Glasleisten

1 Hinterschnitt 45°
2 Gesägter bzw. ausgenommener Glasleisten-Fuß

Bei kleinen Fensterabmessungen kann sich das Einbringen der Glasleiste, trotz Ausnehmung des Glasleisten-Fußes, schwierig gestalten. Um dies zu erleichtern, besteht die Möglichkeit, die Glasleisten mit der Schüco Glasleistenfräse zu bearbeiten. Dadurch entfällt das Aufbiegen der Glasleiste beim Einsetzten und die Montage ist auch bei kleinsten Elementen problemlos möglich.

Detaillierte Ausführungen sind dem Maschinenkatalog zu entnehmen bzw. mit der Schüco Maschinentechnik individuell zu besprechen.

3 Zuschnitt stumpfer Stoß
Die horizontalen Glasleisten laufen durch. Die vertikalen Glasleisten sind der Schräge bzw. der Kontur der horizontalen Glasleiste anzupassen. Unter Umständen ist hierzu eine Konturfräsung notwendig.

4 Einsetzen der Glasleisten
Um Beschädigungen an den Glasleisten, den Profilaufnahme-Nuten und den geschweißten Ecken zu vermeiden, muss das Verglasen bei Temperaturen über 5 °C erfolgen.

1. Die Glasscheibe auf die Verglasungsklötze stellen und nach den Hinweisen in Kapitel „Verklotzung“ auf Seite D3-20 verklotzen.

2. Die zugeschnittenen Glasleisten einklipsen. Immer mit den kürzeren Glasleisten beginnen.

3. Glasleisten beidseitig an den Ecken einsetzen und vorsichtig mit dem Schonhammer von der Mitte aus einschlagen.

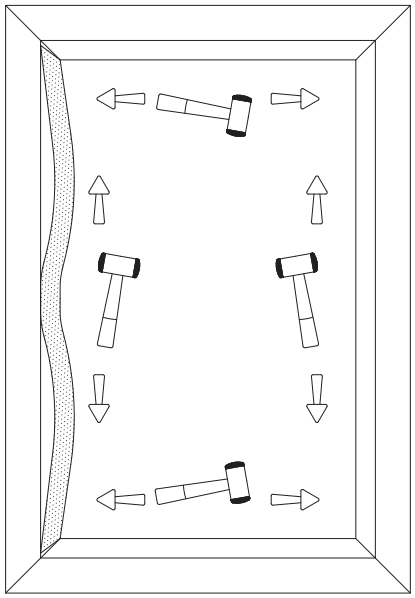


Bild D3.7 Schema der Verklotzung

5 Lösen der Glasleisten
Zum Lösen der Glasleisten wird das Schüco Demontagewerkzeug (siehe Bestellkatalog – Maschinen und Zubehör) verwendet. Es wird mit den längeren Glasleisten begonnen. Das Demontagewerkzeug in der Mitte des Glasleisten-Profils, zwischen Glasleisten-Unterseite und Glasfalzgrund, schieben. Das Werkzeug leicht hochhebeln, so dass sich die Glasleiste anhebt. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis sich die Glasleiste leicht von Hand rausziehen lässt.

Glasleisten im Außeneinsatz:
Sollten Glasleisten im Außenbereich eingesetzt werden, sind diese besonderen thermischen Belastungen ausgesetzt. Am besten eignen sich dafür Glasleisten aus Aluminium.

Sollten in Einzelfällen PVC-Glasleisten eingesetzt werden, sind diese im Bereich der Gehrung zu verkleben. Es werden die Gehrungsschnittflächen und der Fußbereich auf einer Länge von 100 mm mit PVC-Kleber verklebt. Überschüssige Klebereste sind sofort mit PVC-Reiniger zu entfernen.

Die Länge der PVC-Glasleisten darf 2,3 m nicht überschreiten!

Biegen/Schrägelemente

Rund-, Korb- und Stichbogen-Elemente

Profile mit eingezogener Dichtung dürfen nicht gebogen werden. Bei gebogenen Elementen muss die Dichtung manuell eingezogen werden.

Als Anhaltspunkt für den minimalen Biegeradius gilt die 10-fache Profilansichtsbreite.

Angaben zu den maximalen Elementgrößen sind den jeweils geltenden maximalen Flügelgrößen der Systeme zu entnehmen.

Die Angaben des Rundbogen-Herstellers sind zu beachten.

Bei folierten Profilen ist zu beachten:
Damit der Klebstoff der Kaschierfolie bei folienkaschierten Profilen vollständig durchhärten kann, sind Biegevorgänge grundsätzlich erst nach einer Lagerzeit von 4–5 Wochen auszuführen.

Unter günstigen Umständen, wie erhöhter Temperatur und gleichbleibend hoher Luftfeuchtigkeit, kann auch eine frühere Verarbeitung möglich sein. Diese ist jedoch individuell durch Verarbeitungsversuche vorher zu prüfen.

Nach dem Biegevorgang können durch Temperatureinwirkung Glanzgradunterschiede und bei folierten Profilen Unterschiede in der Prägung gegenüber nicht gebogenen sichtbar sein. Dieser Effekt ist fertigungsbedingt und stellt keinen Mangel dar.

Der Biegeprozess kann die Oberfläche von Schüco AutomotiveFinish stark beeinträchtigen und zu Spannungsrissen in der Oberfläche führen. Aus diesem Grund raten wir davon ab, Profile mit Schüco AutomotiveFinish-Oberflächen zu biegen und dies bei der Planung von Sonderelementen zu berücksichtigen.

Bei weißen Profilen können Glanzgradunterschiede durch Polieren der Profiloberfläche mit geeigneten Schleifpads, die z. B. über die Fa. König erhältlich sind, angeglichen werden.

Aufgrund der werkseitig einextrudierten Aluminium-Stege sind Profile des Systems Schüco LivIng Alu Inside nicht zum Biegen geeignet.

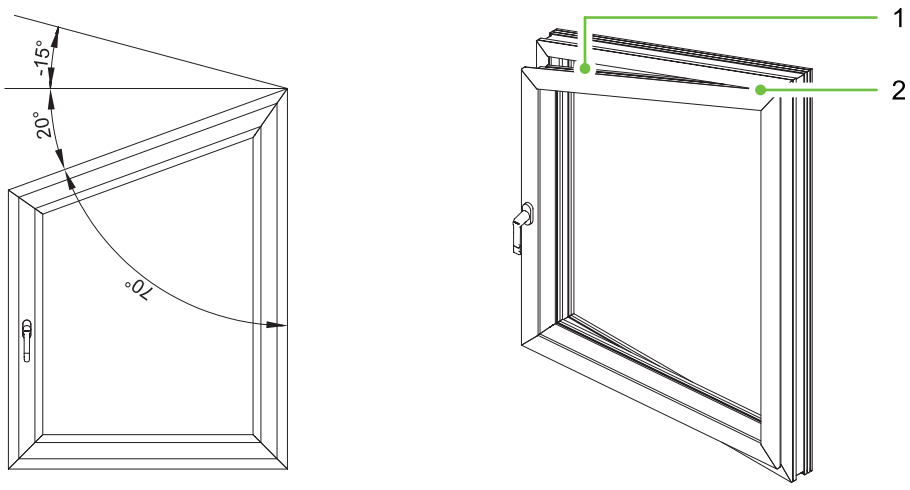
Schrägelemente

Der kleinstmögliche Spitzenwinkel für Schrägfenster beträgt 70°.

Hierbei sind jedoch folgende Punkte zu beachten.

- Aufgrund von unterschiedlichen Beschlagdrehachsen und Verarbeitungstoleranzen sind im Grenzbereich vorab Versuche zur Bestimmung des tatsächlichen maximalen Spitzenwinkels notwendig.
- Bewegliche Flügel müssen immer mit einem Auflaufbock oder Flügelheber ausgestattet sein.
- Zusätzlich sollte an einer Musterecke oder einem Musterelement das Verhalten bei der Dreh- und der Kippbewegung geprüft werden.
- Kammermaß = 13 mm (im Schrägbereich)
- Aufgrund der geringen Spaltluft im Bereich des Scherenlagers kann es zu Funktionsstörungen/Geräuschbildung beim Schließen des Flügels kommen.
- Je nach Beschlagsystem können Nacharbeiten an Flügel- und/oder Blendrahmen notwendig sein (z. B. Kürzen der Tropfkante).

Bild D3.8 Winkelabhängigkeit von Schrägelementen



1 Tropfkante am Flügel bearbeitet abhängig von Winkel
2 Blendrahmenkante für Beschlag bearbeitet abhängig von Winkel

Dichtungen

Schüco Profile werden standardmäßig mit werkseitig eingerollten Dichtungen geliefert. Das eingesetzte EPDM- bzw. TPE-Material bietet umfassende Eigenschaften, um den hohen Anforderungen des heutigen Fensters gerecht zu werden. Im Schüco Sortiment erhältliche Dichtungen erfüllen in ihrer Geometrie einen idealen Einsatzzweck. Die technischen Details der systemspezifischen Dichtungen sind dem jeweiligen Systemkatalog zu entnehmen.

Sollte der Austausch oder die Reparatur von Dichtungen notwendig sein, sind folgende Vorgaben zu beachten:

- Die Dichtung muss sauber sein und darf im Querschnitt keine Verformung aufweisen.
- Die Dichtungen werden in die dafür vorgesehenen Nuten eingebracht, wobei diese nicht gestreckt werden dürfen. Die Längenzugabe mittels Nachschieben beträgt ca. 2 %.
- In den Ecken werden die Reparaturdichtungen auf Gehrung geschnitten und gestaucht.
- Bei den umlaufend einziehbaren Dichtungen ist durch das Überstrecken oder Einschneiden des Dichtungsfußes eine Verdickung in der Stauchzone zu vermeiden.
- Die Profilenden der umlaufenden Dichtungen werden in der Mitte des oberen Querstückes stumpf zusammengestoßen und im Dichtungsfußbereich verklebt.

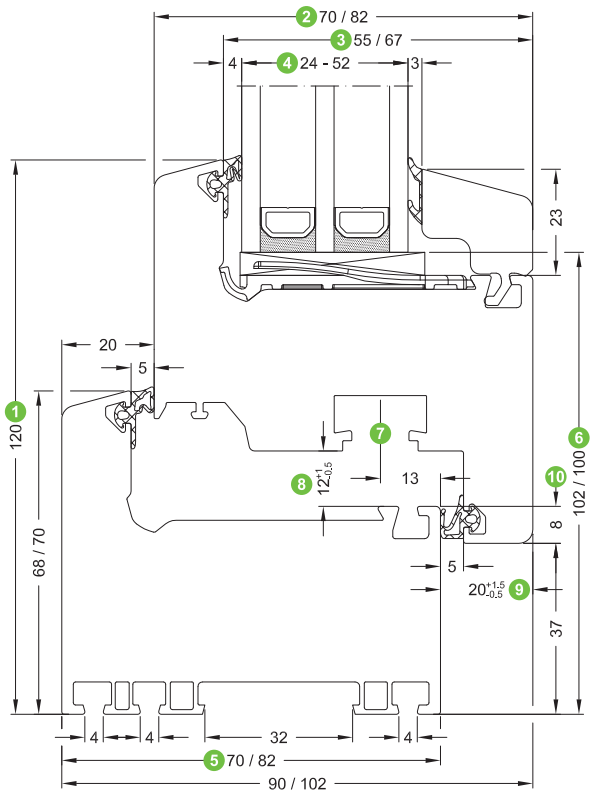
Fertigungstoleranzen und Funktionsmaße

Die Außenmaße der Fenster ergeben sich aus der Baukörper-Anschlusssituation und der vorzusehenden Dehnungsfuge zwischen Blendrahmen und Baukörper. Angaben zur vorzusehenden Fugenbreite können den einschlägigen Richtlinien zur Montage (RAL-Leitfaden) entnommen werden.

Um ein funktionales Produkt herzustellen, ist eine Kontrolle der Fertigmaße zwingend notwendig und sollte Bestandteil der WPK sein. Zudem sind gewisse System- und Spaltmaße als Richtlinie für die einwandfreie Funktion zu nennen. Die Funktionsmaße allein lassen jedoch noch keine vollständige Aussage über die geforderten Charakteristiken eines Elements, wie z. B. Luft- und Schlagregendichtheit sowie Schließkraft, zu. Zur eindeutigen Festlegung dieser Werte in Bezug auf die jeweilige Normung kann eine Prüfung auf dem Fensterprüfstand verlässliche Aussagen liefern.

Im Zweifelsfall gilt: Funktion vor Maßtoleranz.

Bild D4.1 Systemmaße und Maßtoleranzen



1. Ansichtsbreite
2. Flügelrahmen Bautiefe
3. Glasfalzbreite
4. Glasdicke
5. Glasabzugsmaß
6. Blendrahmen Bautiefe
7. Achsmaß Beschlag
8. Falzluftmaß
9. Aufdeckmaß
10. Flügelüberschlag

Beschlag

Bestimmungsgemäßer Gebrauch
Beschläge in Schüco PVC-Elementen dienen zum Öffnen und Schließen von Fenstern, Fenstertüren bzw. von Bauelementen im Allgemeinen. Diese müssen lotrecht und dürfen keinesfalls in Schräglage eingebaut werden.

Um eine optimale Funktion des Beschlags zu gewährleisten sowie Beschädigungen vorzubeugen, ist es erforderlich, den Beschlag und alle Falze frei von Verschmutzungen und Ablagerungen zu halten.

Die Auswahl der Beschläge muss so erfolgen, dass die maximal zulässigen Flügelgewichte eingehalten werden und die auftretenden Lasten kontrolliert abgeleitet werden können. Ein Abgleich mit den Daten des Beschlagherstellers, wenn keine Schüco Beschläge verwendet werden, ist zwingend erforderlich. Dies gilt auch für Schwing- und Wendelager sowie für Scheren und Laufrollen.

Die Schüco Profilsystem-Vorgaben bezüglich der Größen und Gewichte sind dabei zu beachten.

Um die Dauerfunktionstüchtigkeit und damit auch die Bedienungssicherheit von Fenstern und Fenstertüren über ihre zu erwartende Nutzungszeit sicherzustellen, ist der Befestigung von sicherheitsrelevanten Beschlagteilen besondere Bedeutung beizumessen. Hierunter sind tragende Bauteile wie z. B. Scherenlager und Ecklager zu verstehen.

Als maßgebliches Regelwerk sind die Richtlinien für Tragende Beschlagteile von Dreh- und Dreh-Kipp-Beschlägen (TBDK) der Gütegemeinschaft Schlösser und Beschläge e. V. (S+B) heranzuziehen. Generell müssen diese Vorgaben eingehalten werden und Bestandteil der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) sein.

Die Verantwortung für die fachgerechte Befestigung der Beschlagteile am Element und Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit und Bedienungssicherheit liegt beim Hersteller für Fenster und Fenstertüren.

Weiterhin zu beachten sind die Richtlinien der Gütergemeinschaft Schlösser und Beschläge e. V. – in der jeweils aktuellen Fassung – in Bezug auf:
- Vorgaben/Hinweise zum Produkt und zur Haftung (VHBH) sowie
- Vorgaben/Hinweise für Endanwender (VHBE)

Schüco haftet nicht für Funktionsstörungen oder Beschädigungen der Beschläge sowie der damit ausgestatteten Fenster, Fenstertüren oder Bauelemente im Allgemeinen, wenn diese auf Mitverwendung fremder Beschlagteile, die nicht den Vorschriften der Beschlaghersteller entsprechen, unzureichende Ausschreibung, Nichtbeachtung der Montagevorschriften oder Anwendungsdiagramme zurückzuführen sind.

Austauschbarkeit von Beschlagkomponenten

Schüco hat als Systemanbieter alle Schüco Systeme im Hinblick auf eines oder mehrere ihrer wesentlichen Merkmale gemäß der jeweiligen harmonisierten technischen Spezifikation geprüft. Die Ergebnisse dieser Prüfungen sind in System-, Produkt-, Produktleistungspässen und/oder Prüfberichten usw. (nachfolgend als Prüfberichte benannt) aufgeführt bzw. zusammengefasst, die Schüco unter www.schueco.com bereitstellt.

Es ist möglich, Komponenten zu tauschen und die Leistungseigenschaften der Systeme weiter zu deklarieren, wenn die Gleichwertigkeit der ausgetauschten Komponenten mit dem geprüften System nachgewiesen wird.

Hierbei müssen neben den Schüco Verarbeitungsrichtlinien auch die Verarbeitungshinweise des Herstellers der Komponenten eingehalten und in die WPK aufgenommen werden. Bei widersprüchlichen Angaben in den Verarbeitungsrichtlinien zwischen dem Fremdhersteller und Schüco sind die Angaben des Systemgebers (Schüco) einzuhalten.

Tabelle D5.1 Zertifizierungsprogramme zu den unterschiedlichen Beschlagkomponenten

Beschlagkomponenten	Zertifizierungsprogramm (oder gleichwertig)
Dreh-Kipp-Beschläge	RAL-GZ 607/3 oder QM 328
Bänder	QM 343
Schlösser und Mehrfachverriegelungen	QM 342
Falt-Schiebe-Beschläge	QM 345
Hebe-Schiebe-Beschläge	QM 346
Kipp-Schiebe-Beschläge	QM 347

Die Klasse der Dauerfunktionsfähigkeit des Beschlags, der für den Austausch vorgesehen ist, ist maßgeblich für die Klasse nach EN 12400 für die Zyklenzahl des Profilsystems.

Liegen geeignete Gütezeichen oder Zertifikate für die Beschläge gemäß Tabelle D5.1 vor, sind diese ohne weitere Prüfung austauschbar.

Der Austausch kann ebenfalls nach einer entsprechenden gutachterlichen Stellungnahme der Prüfstelle erfolgen, welche die Erstprüfung der Komponenten im Zuge der Systemzulassung durchgeführt hat.

Einbau

Bohr- und Schraubendurchmesser sind prinzipiell den Verarbeitungsvorschriften des Beschlagherstellers zu entnehmen.

Es ist sicherzustellen, dass die Beschlaganbindung bei Dreh-Kipp-Beschlägen zum Profil gemäß der TBDK Prüfung der unterschiedlichen Beschläge ausgeführt ist.

Die Verschraubung ist so auszuführen, dass die auftretenden Lasten sicher aufgenommen werden.

Ein Überdrehen der Schrauben ist unbedingt zu vermeiden und die maximalen Verriegelungsabstände von 800 mm sind nicht zu überschreiten.

Abweichende Angaben des Herstellers sind zu beachten und haben Priorität.

Haus- und Nebeneingangstüren
Bei Haus- und Nebeneingangstüren sind bandseitig immer Stahlverstärkungen mit einer Wandstärke von ≥ 2,5 mm einzusetzen.

Zudem sind im Flügelrahmen geeignete, schweißbare Eckverbinder zu verwenden. Eingesetzte Pfosten sind bei Bedarf mit stahlverstärkten Lisenen zu versehen.

Breiten- und Höhenverhältnis
Das zulässige Breiten- und Höhenverhältnis ist dem Kapitel „Maximale Flügelgrößen“ im jeweiligen Systemkatalog zu entnehmen.

Reinigung

Allgemein

Die Reinigung der Fenster- und Türelemente ist ein wesentlicher Bestandteil zum Erhalt der optischen Qualität. Sie muss in regelmäßigen Abständen erfolgen, um die Oberfläche möglichst lange vor dauerhaften Verschmutzungen und Glanzunterschieden zu schützen. Zudem kann die Vernachlässigung der Reinigung und Wartung der Dichtungen, Beschläge und Entwässerungsöffnungen sogar ein funktionelles Problem hervorrufen oder den Komfort der Bedienung stark vermindern.

Dabei sollten regionale Situationen oder saisonale Ereignisse, wie z. B. Pollenflug im Frühjahr oder die Einbaulage in der Nähe von Industrie/Güterverkehr, besondere Beachtung finden. Grundsätzlich sollten die Fenster gereinigt werden, wenn Verschmutzungen auftreten, i. d. R. aber mindestens halbjährlich. Dabei genügt meistens schon die Reinigung mit lauwarmen Wasser oder mit einem milden, ph-neutralen Spülmittel. Je nach Spülmittel reicht normalerweise eine Dosierung von max. 3 ml (= 1 Teelöffel) auf 5 Liter Wasser. In jedem Falle sollte sofort nach jedem Reinigungsvorgang mit viel klarem Wasser nachgespült werden, um mögliche Rückstände von Schmutz oder auch dem Reiniger zu vermeiden. Oftmals treten Beschädigungen nur dadurch auf, dass ungeeignete Reinigungsmittel zu lange Kontakt mit der Oberfläche hatten und nicht sofort mit klarem Wasser nachgespült wurde.

Es empfiehlt sich, im Zuge der Reinigung auch eine Wartung durchzuführen. Der Inverkehrbringer der Fenster- und Türenelemente hat seinen Kunden gegenüber eine Informationspflicht zum richtigen Umgang mit den Produkten (Begleitdokumente). Dies umfasst auch die richtige Pflege, Wartung und Reinigung.

Weiterführende Informationen zu den hier genannten Hinweisen finden Sie in den jeweils aktuellen Merkblättern der Fenster- und Fassadenverbände, wie z. B. das Merkblatt „Reinigung und Pflege von Kunststoff-Fenstern“.

Weiße und folienkaschierte Oberfläche

Zur Fertigung notwendige Markierungen müssen leicht entfernbar sein. Hierfür Bleistifte o. Ä. verwenden. Kugelschreiber, Filzstifte, Permanentmarker o. Ä. sind ungeeignet.

Die weiße PVC-Profiloberfläche ist unempfindlicher gegen mechanische Beschädigung als die folienkaschierte. Beschädigungen auf folienkaschierten Oberflächen lassen sich zudem nur schwer oder gar nicht mehr beseitigen. Im Bedarfsfall gibt es im Handel Reparatursets (z. B. Hartwachse), mit denen Reparaturen unter Umständen möglich sind. Dadurch entstehende Einschränkungen der Oberflächengüte können nicht ausgeschlossen werden.

Daher ist bei der Fertigung als auch beim Einbau, der Endreinigung oder dem späteren Gebrauch darauf zu achten, dass die eingesetzten Materialien immer den Eigenschaften der jeweiligen Oberfläche entsprechen.

Gewisse Substanzen/Materialien am Bau haben unterschiedliche Wirkungen auf die Elemente und können diese im schlimmsten Fall (optisch) beschädigen.

Nicht geeignet sind z. B.:

- Oberflächenzerstörende Scheuermittel oder Chemikalien wie Nitroverdünnung, Benzin, Essigsäure, Nagellack-Entferner, Alkohol o. Ä. (Achtung: auch nicht als Inhaltsstoff in den Reinigungsmitteln)
- Reinigungsmittel mit Orangen-/Zitronenaroma
- Ammoniakhaltige Mittel, Salmiakgeist
- Schwefelhaltige Mittel (Fliesenreiniger)
- Sandige und schleifende Reinigungsmittel
- Hilfsmittel wie Stahl- oder Scheuerschwamm, Topfreiniger

Zudem können z. B. folgende Stoffe (auch als Inhaltsstoffe) zu Unverträglichkeiten führen:

Acetaldehyd, Ameisensäure, Ammoniak, Amylchlorid, Benzin, Benzylalkohol, Buttersäure, Mandelöl, Calciumhypochlorit, Butylglykol, Campheröl, Essigsäuremethylester, Essig, Ethylbenzol, Fichtennadelöl, Methylethylketon, Methylglycol, Milchsäure, Nitrobenzol, Salpetersäure, Schwefeldioxid, Schwefelsäure, Silikonöl, Xylol, Zedernöl, Zimtöl, Zitronensäure

Besondere Vorsicht ist beim Entfernen von Putzresten geboten. Diese Putze enthalten stark schleifende Quarzsände, die nur mit großer Vorsicht und unter der Verwendung von reichlich Wasser entfernt werden sollten.

Dies gilt z. B. auch für die Überreste von Bauschäumen oder Flüssigdichtstoffen. Hier sollte in der Bauphase im Vorfeld bereits ein Schutz der Oberfläche durch Abkleben gewährleistet sein. Schüco bietet zur Entfernung von PU-Schaumresten einen speziellen Reiniger. Im Anwendungsfall sind weitere Informationen über den technischen Innendienst erhältlich.

Richtige Reinigungsmittel

Generell sollten anlösende oder scheuernde Reiniger/Substanzen nur bedingt zum Einsatz kommen und dies auch nur von fachkundigen Personen und unter Beachtung der Gebrauchsanweisung.

Der Fachmann, -betrieb oder Hersteller kann für spezielle Anwendungen, z. B. Vorbehandlung einer Klebefläche, auch anlösende Spezialmittel einsetzen. Schüco bietet dazu Reiniger der Qualitäten S5/S10/S20. Der Einsatzzweck ist im Vorfeld zwingend zu klären und das entsprechende Mittel zu wählen.

Ein trockenes oder kratzendes Reinigen ist immer zu vermeiden, da ansonsten die Profiloberfläche dauerhaft beschädigt werden kann. Trockenreinigen fördert überdies die Staubanziehung durch statische Aufladung.

Genauso wichtig wie die richtige Wahl des Reinigers, ist die Regelmäßigkeit des Reinigens selbst. Umso häufiger gereinigt wird, insbesondere im akuten Fall einer Verschmutzung, desto leichter sind diese in der Regel zu entfernen. Die Vorgaben im Kapitel „Allgemein“ auf Seite D6-1 sind zu beachten.

Für den Endverbraucher sind die Reinigungs- und Pflegeprodukte der Pflegeserie Schüco EasyCare bestens geeignet.

Schüco empfiehlt zur Reinigung (auch gröberer Verschmutzungen wie z. B. Autoabgase) für weiße Profiloberflächen (PVC hart) den Kunststoff-Reiniger aus dem Pflegemittel-Set Weiß der Pflegeserie Schüco EasyCare.

Für folienkaschierte Oberflächen empfiehlt Schüco den Schüco EasyCare Kunststoff-Reiniger für folienkaschierte Profile.

Die richtige Anwendung beider Reiniger und zusätzliche Informationen finden Sie in der Schüco EasyCare Pflegeanleitung für Kunststoff-Fenster und -Türen.

Wenn bei der Verwendung einer Substanz oder der Beseitigung einer Verunreinigung Unklarheit besteht, ist eine Absprache über die Technische Serviceabteilung von Schüco dringend geboten.

Entwässerungsöffnungen

Es sollten auch der Falzbereich, der Innenraum des Rahmens sowie die Entwässerungsöffnungen regelmäßig (möglichst halbjährlich) von Staub und Verschmutzungen befreit werden.

Dichtungen

Die Dichtungen sollten in halbjährlichem Abstand erst mit klarem Wasser und danach mit geeignetem Dichtungspflegemittel behandelt werden. Dies erhält die Geschmeidigkeit und Funktion. Schüco empfiehlt dazu das Dichtungspflegemittel aus der Pflegeserie Schüco EasyCare.

Auch hier sind detaillierte Angaben zur Benutzung der Pflegeanleitung zu entnehmen.

Beschläge

Um die Funktion und Gebrauchstauglichkeit der Fenster über einen langen Zeitraum zu gewährleisten, muss eine regelmäßige Wartung stattfinden. Diese sollte mit den beschriebenen Maßnahmen mindestens einmal jährlich durchgeführt werden.

Die Beschläge sollten dabei an den beweglichen Stellen mit einem Tropfen säurefreiem Öl oder säurefreiem Fett behandelt werden. Dies erhält den leichten Gang der Mechanik.

Zudem sind die Beschlagteile auf festen Sitz und Verschleiß zu prüfen und ggf. nachzustellen oder auszutauschen.

Stark staubende Arbeiten sind zu vermeiden. Sollten diese Arbeiten notwendig sein, sind die Beschlagkomponenten entsprechend zu schützen.

Schüco empfiehlt den Einsatz des Beschlägesprays aus der Pflegereihe Schüco EasyCare, dessen detaillierte Anwendung in der Pflegeanleitung beschrieben ist.

Eine Betriebs- und Bedienungsanleitung der Schüco Beschlagkomponenten mit weiteren detaillierten Informationen ist im Schüco Docu Center als Download oder über den technischen Innendienst verfügbar.

Aluminium

Oberflächenbehandlung Aluminium

Alle Bauteile müssen gegen typischerweise zu erwartende Einwirkungen oberflächengeschützt sein. Der Verarbeitungsbetrieb hat eigenverantwortlich die geeignete Oberflächenbehandlung festzulegen. Ihm obliegt weiterhin, sicherzustellen, dass besondere bauliche Gegebenheiten, wie Kombinationen mit der elektrochemischen Spannungsreihe höherwertiger Metalle (Cu, Sn, Pb usw.) sowie besondere standortbezogene Emissionen inkl. der Seewasser-Beaufschlagung, Berücksichtigung finden. Werden Profile, Beschläge und Zubehörteile nicht von Schüco eloxiert oder farbbeschichtet, übernimmt Schüco für Sachmängel keine Haftung. Dies gilt im Besonderen für den Verbund von wärmegedämmten Profilen.

Anodische Oxidation

Die Oberflächenbehandlung von Aluminium-Bauteilen hat nach DIN 17 611 zu erfolgen. Das Oberflächenaussehen in Bezug auf Glanz, Struktur, Farbton und seine Gleichmäßigkeit sowie die erforderliche Oberflächenbehandlung (E0−E6) sind der Ausschreibung zu entnehmen oder besonders zu vereinbaren. Zur Farbtönung sind nur Verfahren zugelassen, die ausnahmslos farb- und lichtbeständige Oxidationsschichten erzeugen. Zur Beurteilung des Aussehens und der Farbschwankungen ist eine Bewertung mit Durchschnitts- oder Grenzmuster zu vereinbaren.

i Das Verfahren E0 ist nur anzuwenden, wenn keinerlei Anforderungen an eine gleichmäßige und dekorative Oberfläche gestellt werden. Das Verfahren E6 ist nur unter der Voraussetzung anzuwenden, wenn sichergestellt ist, dass werkseitig verpacktes Aluminium in kurzer Zeit vom Hersteller zur Eloxal-Anstalt befördert wird. Dabei dürfen die Profile nicht feucht und/oder durch z. B. Handschweiß oder dgl. beeinträchtigt werden.

Wird dies nicht beachtet, stehen dem Verarbeiter keine Mängelrechte gegen Schüco zu. Grobe Verunreinigungen werden bei der Vorbehandlung nicht entfernt und führen zwangsläufig zu Qualitätsmängeln. Die saubere Anlieferung der Profile liegt im Verantwortungsbereich der Verarbeiter. Sämtliche Schnittkanten, Ausfräsungen und Bohrlöcher sind vor dem Beschichten zu entgraten.

Beschichtung

Die Oberflächen-Farbbeschichtung für Aluminium-Bauteile ist nicht genormt. Wegen der unterschiedlichen Verfahren sind Einzelheiten der Ausschreibung zu entnehmen bzw. mit dem Auftraggeber und Schüco – soweit Schüco beschichtete Profile liefert – abzustimmen. Bei küstennahen Standorten sowie bei Hallenbädern mit Sole- bzw. Meerwasser kann Filiformkorrosionsbefall auftreten. In diesen Fällen sollten Profile mit Voranodisation verwendet werden.

Voranodisation als Schutz vor Filiformkorrosion
Die Voranodisation ist als vorbeugende Vorbehandlung zur Pulverbeschichtung für Teile in stark belastender Umgebung (die z. B. starken Emissionen von Industrie und Verkehr ausgesetzt sind, in Schwimmbädern/Saunen, an Hauptstraßen mit Taumittelbelastung oder in Meeresnähe und vorgelagerten Inseln) zu empfehlen. Zur Entscheidungshilfe, ob eine Voranodisation zu erfolgen hat, wird als Handlungsempfehlung auf das VFF Merkblatt AL.01 „Filiformkorrosion - Vermeidung bei beschichteten Aluminium-Bauteilen“ verwiesen.

Lagerung und Anlieferungsbedingungen von Fixlängen vor dem Beschichten

Bei Fixlängen (Stäben) ist darauf zu achten, dass die Profile nach der mechanischen Bearbeitung frei von Fett, Schneid-, Bohröl und ähnlichen Substanzen sind. Werden die zugeschnittenen Stäbe nach der Bearbeitung abgelegt, ist darauf zu achten, dass keine Späne oder Bearbeitungsrückstände auf der Oberfläche der Profile zurückbleiben. Die Verunreinigungen drücken sich durch das Gewicht der Profile in deren Oberfläche ein und sind nur durch mechanische Nacharbeit wieder zu entfernen. Ebenso ist darauf zu achten, dass keine Kratzer und Beulen in der Profiloberfläche sind, da man diese Beschädigungen nicht wieder beseitigen kann.

Mechanische Bearbeitung beschichteter Profile

Bei sämtlichen mechanischen Arbeitsgängen (Sägen, Fräsen, Bohren, Stanzen usw.) ist darauf zu achten, dass nur scharfe Werkzeuge verwendet werden. Profilauflagen müssen frei von Spänen und Verunreinigungen sein, um die beschichteten Oberflächen nicht zu beschädigen.

Sägen

Es sollten nur hartmetallbestückte und neu geschliffene (max. 20 Betriebsstunden) Sägeblätter bei hoher Schnittgeschwindigkeit V_C 50 – 60 m/min (1.500/min. – 3.000/min.) und geringem Vorschub verwendet werden.

Stanzen

Beim Stanzen sollten nur frisch geschliffene Werkzeuge verwenden werden. Die Profilauflage und die Niederhalter müssen vollkommen frei von Verunreinigungen sein. Die Werkzeuge sind mit Maschinenöl zu schmieren, um ein vorzeitiges Abstumpfen zu vermeiden. Bei allen Arbeitsgängen muss reichlich gekühlt und geschmiert werden. Es ist darauf zu achten, dass nur Bohr- und Schneidöl verwendet wird, welches die Beschichtung nicht angreift.

Lagern beschichteter Profile

Die beschichteten Profile dürfen nach der Bearbeitung nicht direkt aufeinander gestapelt werden. Es muss auf jede Lage eine Zwischenlage aus weichem Holz (Pappel) oder fester Pappe in gleicher Dicke und ausreichender Anzahl (min. 4 Stück auf ein 6 m Profil) erfolgen. Zwischenlagen aus Kunst- oder Schaumstoff dürfen, um eine negative Beeinflussung der Beschichtung durch das Ausgasen von Weichmachern oder anderen flüchtigen Bestandteilen zu vermeiden, nicht verwendet werden. Vor dem Ablegen ist die Oberfläche der Profile von Verarbeitungsrückständen (Spänen, Kleberreste usw.) sorgfältig zu reinigen.

Entfetten, Kleben und Reinigen

Entfetten

Zum Entfetten muss der Schüco Reiniger verwendet werden. Die Profile sollen nicht länger als 3 Minuten dem Reiniger ausgesetzt werden (Tauchverfahren).

Kleben

Zum Kleben der Eck- und T-Verbindungen nur geeigneten und durch Schüco freigegebenen Kleber verwenden.

Reinigen nach dem Kleben

Das Entfernen der Kleberreste sollte mit einem weichem Tuch und geeignetem Reiniger (leichter Druck) erfolgen. Der Kleber muss im unausgehärteten Zustand entfernt werden. Die Eignung des Reinigers durch eine Musterreinigung an einem nicht einsehbaren Bereich prüfen.

Nachbesserung

Kratzer und kleine Stellen, die nicht bis auf den Grund gehen, können mit einem speziellen Lack ausgebessert werden. Dieser Lack sollte von Schüco bezogen werden, um Rohstoffunverträglichkeiten zu vermeiden und um eine gute Haftung und einen gleichmäßigen Farbton zu erhalten.

Ausbesserung größerer Stellen und Beschädigungen

Größere Stellen und Beschädigungen, die bis auf den Grund gehen, sollen immer durch den Beschichter ausgebessert werden, weil der Untergrund speziell vorbehandelt werden muss, um eine gute Haftung zu erzielen.

Oberflächenschutz am Bau

Die beschichtete Oberfläche muss am Bau mit entsprechender Schutzfolie geschützt werden.

Allgemeine Planungs- und Verarbeitungshinweise

Allgemeine Montagehinweise

E1 Allgemeines

E2 Befestigung und Lastabtragung zum Baukörper

E3 Absturzsicherung

E4 Abdichtung

E5 Fugenaufbau

E1 Allgemeines

E2 Befestigung und Lastabtragung zum Baukörper

E3 Absturzsicherung

E4 Abdichtung

E5 Fugenaufbau

Allgemeines

Da die Montage von Fenstern und Türen immer in Abhängigkeit einer Vielzahl von Einflussfaktoren steht und die Planung für die jeweilige Bausituation individuell ausgeführt werden muss, wird in diesem Abschnitt lediglich auf einige grundlegende Hinweise eingegangen.

Zur weiteren Information wird auf den jeweils aktuellen Stand der einschlägigen Fachliteratur, wie z. B. dem RAL-Montageleitfaden, sowie auf die anerkannten Regeln nach Stand der Technik hingewiesen.

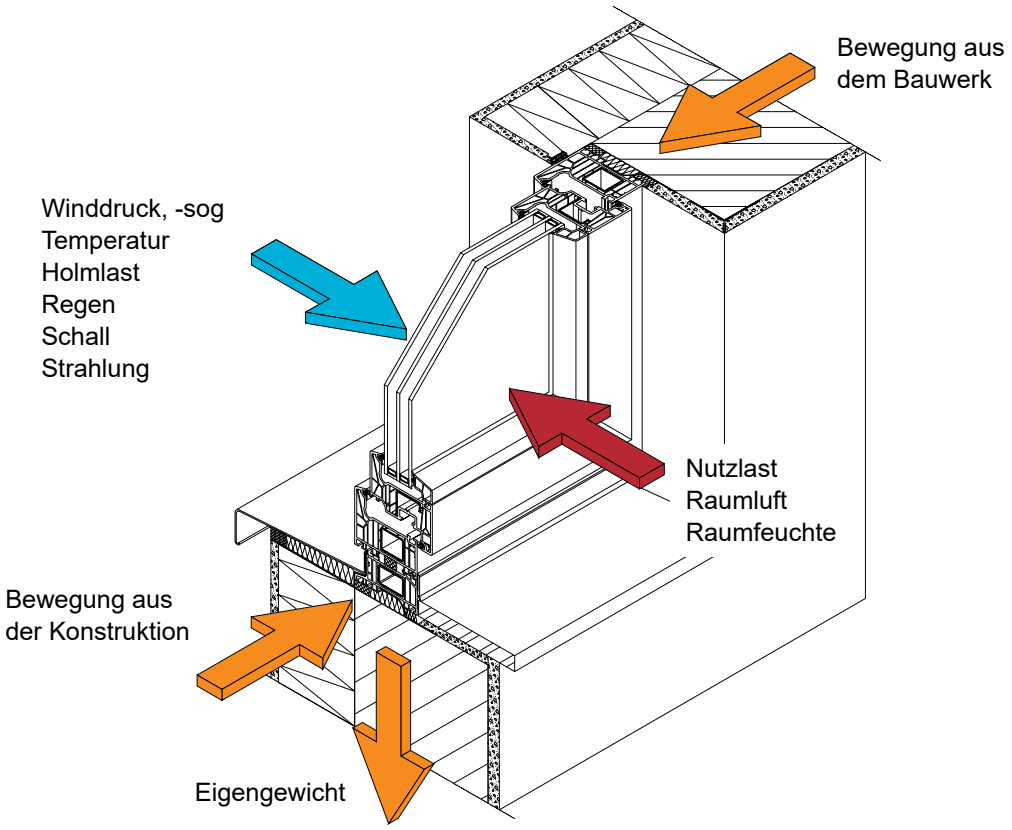


Bild E1.1 Anforderungen an Fensterelemente

Tabelle E1.1 Allgemeine Anforderungen

Einwirkung	Einwirkungsformen
von der Außenseite	Regen, Wind, UV-Beanspruchung, Schall
von der Raumseite	Raumlufttemperatur, Raumluftfeuchte
aus dem Bauwerk	Bauwerksbewegungen, Toleranzen
aus dem Bauteil	Längenänderungen, Formänderungen, Kräfte aus dem Eigengewicht
aus der Nutzung	Kräfte aus der Benutzung

Alle auf das Fenster einwirkenden Kräfte müssen von der Befestigung und unter Berücksichtigung der im Anschlussbereich auftretenden Bewegungen in den Baukörper abgeleitet werden. Die Gebrauchstauglichkeit und die Standsicherheit müssen dabei dauerhaft gewährleistet sein. Die Vorbereitung der Montage liegt zunächst in der Planung, in der Punkte wie z. B.

- Lage und Position der Fenster im Baukörper,
- Anforderungen an die Anschlussfugen,
- Größe der Elemente usw.

mit dem Auftraggeber geklärt und schriftlich vereinbart sein müssen.

Befestigung und Lastabtragung zum Baukörper

Die Befestigung muss mechanisch erfolgen. Schäume, Klebstoffe o. Ä. sind nach heutigem Stand der Technik als Befestigungsmittel nicht zulässig.

Bei der Befestigung muss die Ausdehnung der Profile durch Temperaturänderungen dauerhaft gewährleistet sein. Es muss „zwängungsfrei“ eingebaut werden. Die Außentemperatur zum Zeitpunkt der Montage muss ggf. berücksichtigt werden.

Kräfte aus dem Bauwerk dürfen nicht auf das Fenster übertragen werden.

Für die Auswahl der richtigen Befestigungsmittel ist die jeweilige Bausituation maßgebend. Das Mauerwerk und die Befestigungsmittel müssen aufeinander abgestimmt sein. Rand- und Schraubabstände sind einzuhalten. Insbesondere bei Einbruchhemmung (RC1, RC2 oder höher) oder erhöhten Schallschutzanforderungen muss der Einbau in der Planung berücksichtigt werden. Herstellerangaben sind zu beachten und in besonderen Fällen beim Lieferanten einzufordern.

Eine umlaufende Befestigung ist generell anzustreben.

Bei einer Befestigung mit Rahmendübeln im unteren, horizontalen Bereich (oder in wasserführenden Ebenen) ist der Dübelkopf anschließend dauerhaft abzudichten.

Bei Elementen, die vor dem Mauerwerk sitzen, müssen z. B. entsprechend ausgelegte Stahlwinkel/Konsolen usw. eingesetzt werden.

Schrauben sind gleichmäßig und in Bezug auf den Rahmen spannungsfrei anzuziehen.

Unter Beachtung der aktuellen Montagerichtlinien sind alle auftretenden Kräfte und Lasten gemäß DIN EN 1991(Eurocode 1) und deren nationalen Anhängen NA zu ermitteln und gemäß DIN EN 1990 zu überlagern. Die jeweiligen Landesbauordnungen können weitere Anforderungen enthalten.

Befestigungsabstände

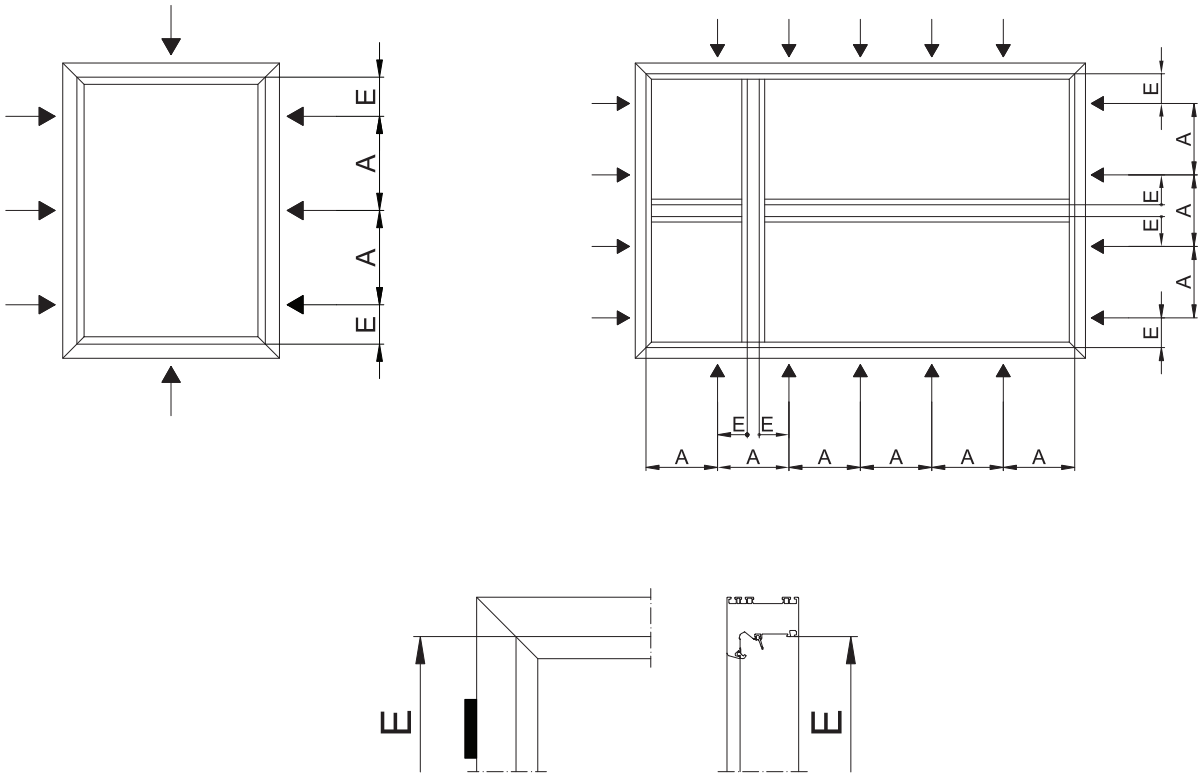


Bild E2.1 Befestigungsabstände

A Befestigungsabstand
bei weißen KS-Fenstern max. 700 mm
bei farbigen, folierten oder TopAlu-Fenstern max. 600 mm

E Abstand Innenecke des Profils
bei weißen KS-Fenstern max. 150 mm
bei Pfosten und Riegeln max. 150 mm
bei farbigen, folierten oder TopAlu max. 150–200 mm

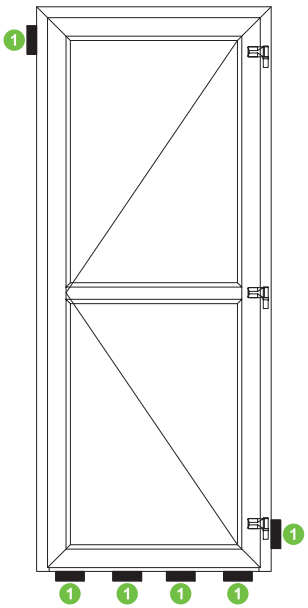
Lastabtragung

Die Klötze müssen aus einem geeigneten Material bestehen (z. B. PVC-U). Eine Kombination von Tragklotz und Befestigungsmittel ist anzustreben.

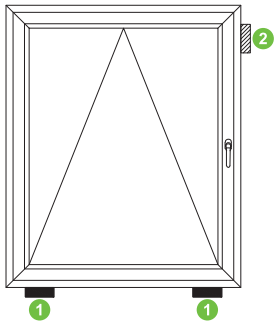
Die Anordnung der Klötze darf die Dehnung der Elemente nicht negativ beeinflussen. Man unterscheidet zwischen Trag- und Distanzklotz. Die Klötze müssen in der Baufuge zur dauerhaften Lastabtragung verbleiben und dürfen die nachfolgenden Arbeiten und die Abdichtung nicht beeinträchtigen. Montagehilfen wie z. B. Keile müssen nach der Befestigung entfernt werden.

Tabelle E2.1 Anordnung und Ausbildung von Trag- und Distanzklötzen

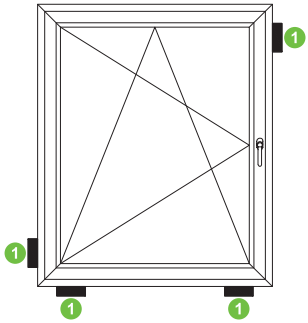
Außentür



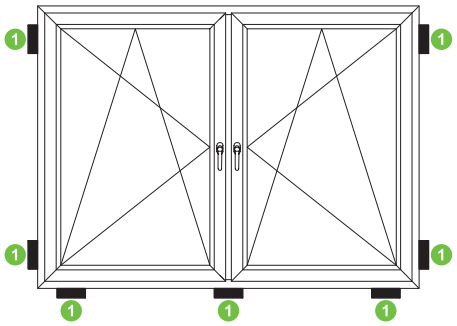
Kippfenster



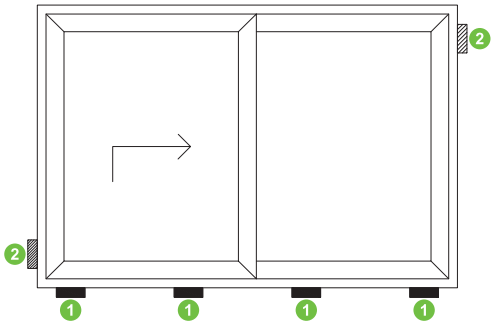
Drehkippfenster



Zweiflügeliges DK-Fenster mit Setzpfosten



Hebe-Schiebetür



Eine vollflächige Unterfütterung ist anzustreben.

1 Tragklotz
2 Distanzklotz

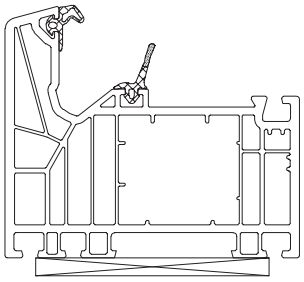


Bild E2.2 Beispielhaftes Unterklotzen

Absturzsicherung

Als rechtliche Grundlage sind die Anforderungen der jeweiligen Landesbauordnungen und der aktuelle Stand der RAL-Montagerichtlinien zu beachten.

Schüco bietet eine geprüfte Lösung für absturzsichere Elemente an. Für ergänzende Informationen fordern Sie den Katalog „Schüco Absturzsicherungssysteme“ an oder setzen sich mit dem technischen Innendienst in Kontakt.

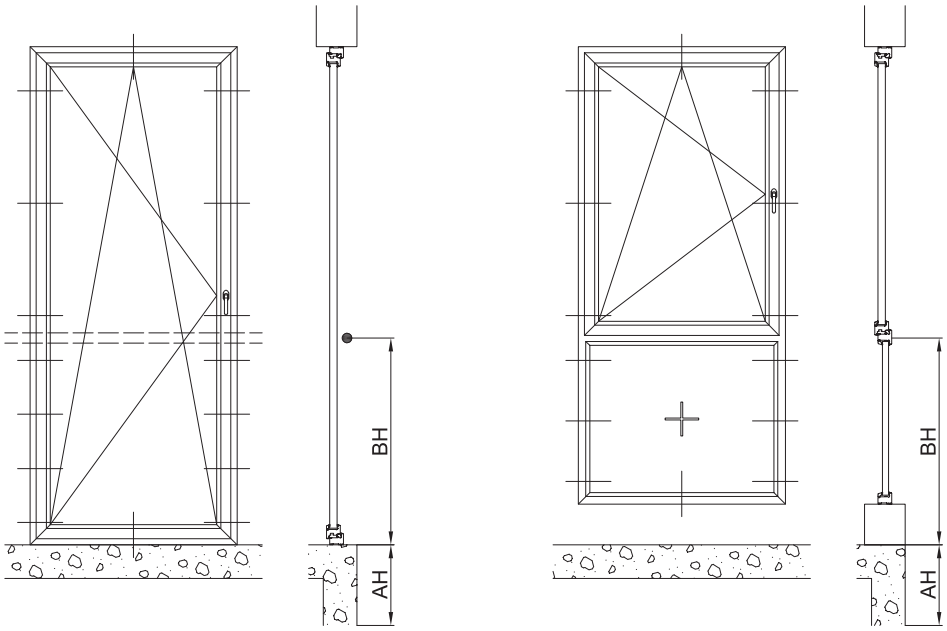


Bild E3.1 Darstellung der Absturzhöhe (AH) und Brüstungshöhe (BH)

Abdichtung

Die Abdichtung soll die Bauanschlussfuge vor einem Feuchtigkeitseintritt schützen. Dies gilt sowohl für den Schlagregen der Außenseite als auch für die Raumluft-Feuchtigkeit der Innenseite. Sie muss, je nach Anforderung, winddicht, schall- und wärmedämmend sein. Des Weiteren muss die Abdichtung durch Wärme bedingte Längenänderungen aufnehmen können und alterungsbeständig sein.

Die Dichtebene ist auch im Bereich von Zusatz- oder Anschlussprofilen fortzuführen, wie z. B. bei Rollladenführungen im unteren oder bei Fensterbankanschlüssen im unteren und seitlichen Bereich (Wannenausbildung). Geeignete Dichtungsmaterialien sind im Fachhandel erhältlich.

Fugenaufbau

Es gilt grundsätzlich das Prinzip: „Innen dichter als außen“.

Der Fugenverlauf sollte umlaufend geschlossen und möglichst in einer Ebene sein.

Die Dichtmittel sollten für den jeweiligen Anwendungszweck abgestimmt und untereinander (auch mit allen angrenzenden Fensterkomponenten) verträglich sein. Angaben und Empfehlungen der Hersteller sind zu beachten. Eine Vielzahl an Vorgaben und Ausführungsbeispielen sind dem RAL-Montageleitfaden zu entnehmen. Ergänzende und detailliertere Information finden Sie ebenfalls im Abschnitt „Allgemeine Hinweise zur Bauphysik“.

Offene Profilquerschnitte, wie z. B. bei Zusatzprofilen, sind bei der Montage zur Raumseite zu schließen, um die Trennung von Raum- und Außenklima nicht zu unterbrechen.

Die schematische Darstellung soll den Verlauf der Dichtungsebenen anhand des 3-Ebenen-Modells veranschaulichen.

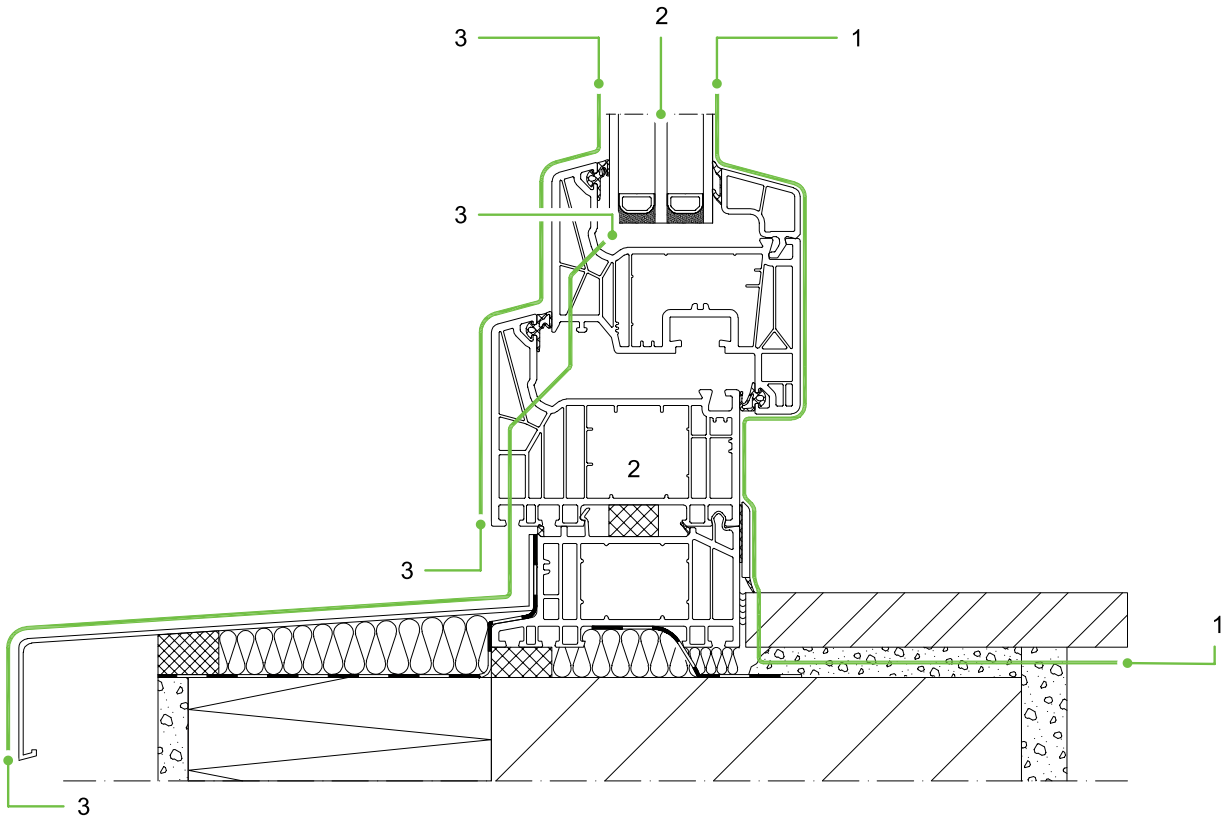


Bild E5.1 3-Ebenen-Modell

Funktionsebene 1
Trennung von Raum- und Außenklima luftdicht, dampfdiffusionsdichter als der Wetterschutz

Funktionsebene 2
Sitz der Befestigung an dem Baukörper; Dämmebene mit wärme- und schalldämmenden Material.

Funktionsebene 3
Äußere Abdichtung dauerhaft schlagregendicht, dampfdiffusionsoffen, UV-beständiges Material.

Schüco Polymer
Technologies KG
Selauer Str. 155
06667 Weißenfels
Tel. +49 3443 342-0
Fax +49 3443 342-299
www.schueco.de

SCHÜCO