

Hochhaus RWE AG, Essen, Ingenhoven Overdiek Kahlen und Partner, Düsseldorf

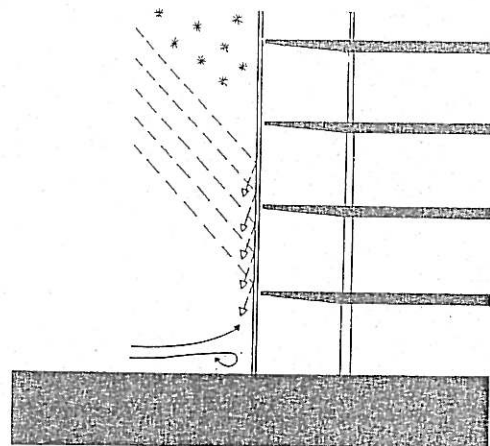
Herausgeber	Lehrstuhl für Baukonstruktion II der Rheinisch - Westfälischen Technischen Hochschule Aachen Prof. Hartwig N. Schneider Schinkelstraße 1 - Reiffmuseum 52056 Aachen Telefon: 0241 - 803894 Telefax: 0241 - 8888315 Internet: www.architektur.rwth-aachen.de
Aktualisierung 09/99	Dirk Lüderwaldt, Dipl.-Ing. Architekt Nathalie Ness
Verantwortlich für die Kapitel Ordnungssysteme	Dirk Lüderwaldt, Dipl.-Ing. Architekt
Bauwerksgefüge	Dirk Lüderwaldt, Dipl.-Ing. Architekt
Erdreich	Ulla Cornelius, Dipl.-Ing. Architektin Dirk Lüderwaldt, Dipl.-Ing. Architekt Martin Sting, Dipl.-Ing. Architekt
Mauerwerk	Susanne Schmidt, Dipl.-Ing. Architektin
Beton	Martin Sting, Dipl.-Ing. Architekt
Holzbau	Hans-Jürgen Meschke, Dr.-Ing. Architekt
Stahlbau	Hans-Jürgen Meschke, Dr.-Ing. Architekt
Fassaden	Franz Stadler, Dipl.-Ing. Architekt
Dach	Olaf Allstedt, Dipl.-Ing. Architekt Roland Lelke, Dipl.-Ing. Architekt
Treppen	Ulla Cornelius, Dipl.-Ing. Architektin
Aufzüge + Fahrtreppen	Georg Giebeler, Dipl.-Ing. Architekt
Garagen + Technik	Georg Giebeler, Dipl.-Ing. Architekt
Fenster	Brigitte Meier, Dipl.-Ing. Architektin
Türen	Jörg Ziolkowski, Dipl.-Ing. Architekt
Bauzeichnungen	Brigitte Meier, Dipl.-Ing. Architektin
Mitarbeiter	Roland Burlaga René Clasen Marius Ditttrich Nathalie Ness
Lehrstuhl für Baukonstruktion und Entwerfen Arbeitsblätter zur Baukonstruktion	7. verbesserte Auflage Aachen : Verlag der Augustinus Buchhandlung, 1999
ISBN 3-89653-698-2	© 1999 Lehrstuhl für Baukonstruktion und Entwerfen Verlag Mainz Süsterfeldstraße 83 52072 Aachen Telefon / Telefax 0241-8734 / 875577

Schutz vor Witterung

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen zwei Fassadensystemen.

1. Kaltfassade – Die Kaltfassade ist eine zweischalige Außenwandkonstruktion mit einem belüfteten Zwischenraum. Die äußere dient dem Wetterschutz und der architektonischen Gestaltung. Die innere Schale ist das tragende Element für die Fassadenplatten, bildet den Raumabschluss und übernimmt die thermische Isolation. Der Zwischenraum zwischen beiden Schalen muß immer belüftet werden, damit anfallende Feuchtigkeit zügig abgeführt werden kann.

2. Warmfassade – Hier können die Fassadenplatten zusammen mit einer dahinter angebrachten Isolierung und einer raumseitigen Dampfsperre zu einem Fassadenelement verarbeitet werden. Dieses Element wird dann als Ausfachung in die tragende Konstruktion eingebaut. Die Fassadenelemente übernehmen die Funktion des Raumabschlusses, des Witterungsschutzes sowie der thermischen Isolation.

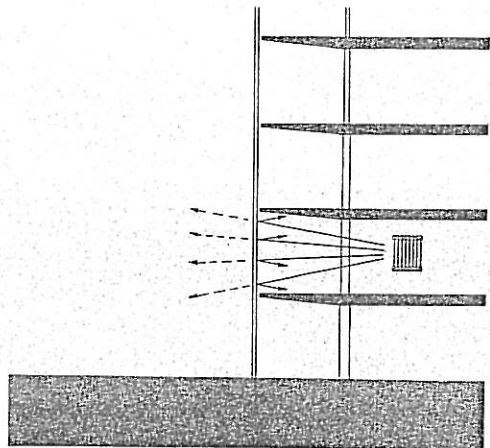


Wärmeschutz

Die Wärmeverluste einer einfachen Verglasung können mit dem Einsatz von Isoliergläsern mindestens halbiert werden.

Ein Isolierglas ist eine Verbundkonstruktion aus zwei oder mehreren Glasscheiben, die am äußeren Rand durch ein oder mehrere Abstandsprofile schubfest und gasdicht verbunden sind. Damit entsteht ein Scheibenzwischenraum von 8 - 20 mm Tiefe, der mit einer Füllung aus trockener Luft oder Edelgas als Wärmepuffer wirkt. Der Wärmetransport von der Warmseite zur Kaltseite erfolgt über vier Wege: durch Strahlungsaustausch zwischen den gegenüberliegenden Glasoberflächen, durch Wärmeleitung über die Füllung oder über den Randverbund.

Die Wärmeleitung über den üblichen Abstandhalter läßt sich nur begrenzt beeinflussen, weil dort Druck-, Zug- und Schubkräfte aufgenommen werden müssen. Eine Reduktion der Wärmeverluste kann durch die Veränderung der anderen drei Parameter erzielt werden.

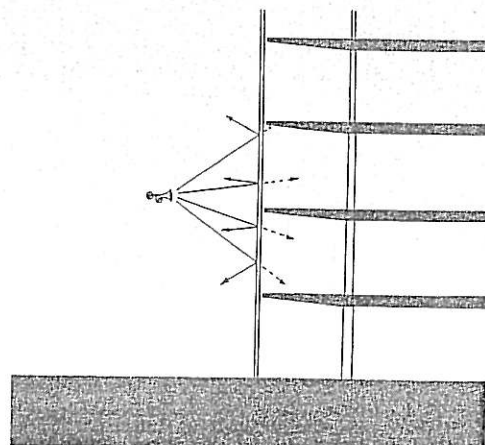


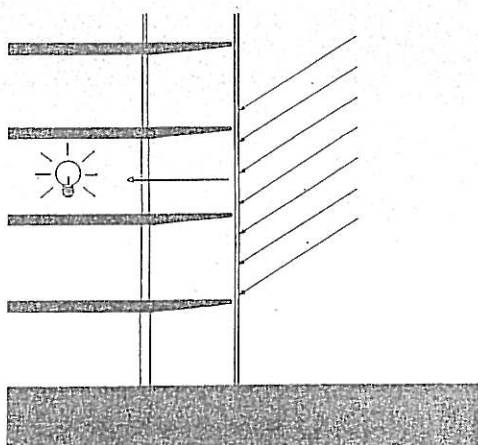
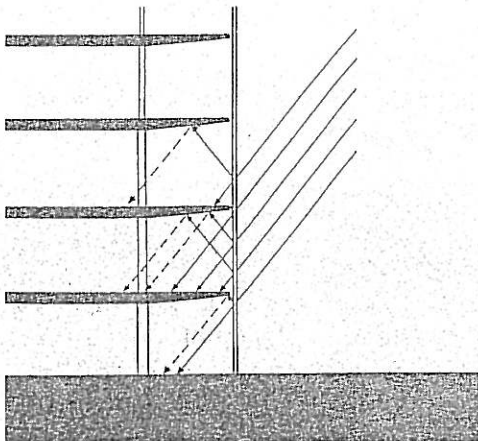
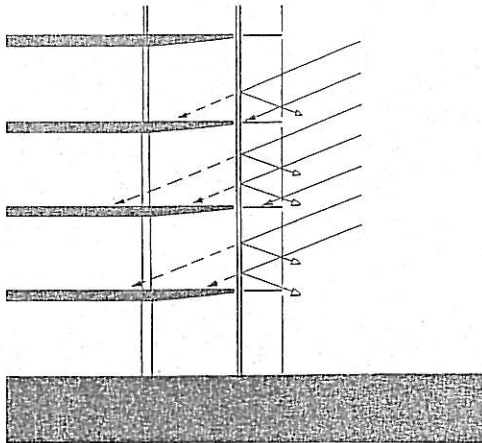
Schallschutz

Moderne Schallschutz-Isoliergläser sind nach dem Prinzip ungleicher Scheibendicken, elastischer Scheibenkombinationen und dämpfender Scheibenzwischenräume konzipiert. Wichtig ist, daß auch auf eine entsprechend gute Ausbildung des Fensterrahmens, der Dichtigkeit der Fugen und aller angrenzenden Bauteile geachtet wird.

Eine hohe Schalldämmwirkung wird durch folgende Maßnahmen erreicht :

- mindestens eine Scheibe mit hohem Flächengewicht (Glasdicke mindestens 6 mm)
- unterschiedlich dicke Scheiben
- vergrößerter Scheibenabstand (bis 24 mm)
- Verwendung von Spezialgasen im Scheibenzwischenraum
- Entkoppelung der Glasmasse und Dämpfung des Schwingverhaltens durch Verwendung von speziellem Verbundglas mit Gießharz





Sonnenschutz / Blendschutz

Es gibt einschalige Fassaden mit außenliegendem, innenliegendem oder im Luftzwischenraum der Verglasung integriertem Sonnenschutz. Bei den mehrschaligen Fassaden, z. B. Abluft oder „Zweite Haut -Fassaden“, ist der Sonnenschutz meistens zwischen den Verglasungsebenen angeordnet.

Eine Glasfassade erhält einen gewissen Sonnenschutz durch IR-reflektierende oder auch im sichtbaren Bereich absorbierende und reflektierende Beschichtungen. Da deren Eigenschaften nicht veränderbar sind, werden sowohl die Energiegewinne in kälteren Jahreszeiten verhindert als auch der Tageslichteinfall herabgesetzt. Darum ist das Anbringen von zusätzlichen, variablen Sonnenschutzmaßnahmen bei Gebäuden mit großflächiger Verglasung und hohen Klimaanforderungen unerlässlich. Ein außenliegender Sonnenschutz erweist sich hier überaus vorteilhaft und verhilft zu einem hohen Wirkungsgrad, weil die durch direkte Sonneneinstrahlung auf dem Sonnenschutz entstehende sekundäre Wärmeabgabe außerhalb der Gebäudehülle bleibt.

Belichtung und Lichtlenkung

Die Umlenkung von diffuser Lichtstrahlung erfolgt durch Prismenplatten aus Acrylglas (PMMA). Diese lenken das diffuse Tageslicht an die Decke des Raumes, wo eine gleichmäßige Lichtverteilung durch eine reflektierende Ausgestaltung der Deckenuntersicht erzielt werden kann. Die Ausrichtung der Prismenplatten muß der Fassadenorientierung und der geographischen Lage des Gebäudes entsprechen und wird vom Computer errechnet. Fest eingebaute Spiegelprofile im Scheibenzwischenraum von Isoliergläsern übernehmen zusätzlich die Funktion des Sonnenschutzes je nach dem Stand der Sonne. Das System besteht aus speziell geformten Spiegellamellen, deren Profil nach den verschiedenen Einfallswinkeln der Sonnenstrahlung ausgelegt ist. Damit wird die steil einfallende direkte Lichtstrahlung im Sommer nach außen reflektiert, während die tiefliegende Strahlung im Winter durchgelassen und in die Raumtiefe umgelenkt wird.

Sonnenenergienutzung

Licht aus diffuser oder direkter Solarstrahlung setzt in Solarzellen unter normalen Bedingungen elektrische Ladungen frei, die eine elektrische Spannung zur Folge haben. Als Rohstoff für die Solarzellen wird vorwiegend Silizium verwendet, neben Sauerstoff das häufigste Element auf der Erde. Eine typische 10 auf 10 cm große Solarzelle erbringt bei voller Strahlung 1,5 Watt (Spannung: 0,5 Volt; Strom: 3 Ampère).

Die ideal positionierte Solarzelle entspricht in der Neigung in etwa dem Breitengrad des Standortes und ist nach Süden orientiert. Aufgrund der Sonnenbahn sind große Neigungen, wie etwa an Fassaden, im Winter einträglicher als flache Installationen auf Dächern.

Die bauphysikalischen Eigenschaften von Solarmodulen entsprechen denjenigen einer dunklen Glasscheibe. Besonders zu beachten sind die temperaturbedingten Ausdehnungen, die Wasserdampfkondensation auf Außen- und Innenseiten von Modulen und der Korrosion von Verbindungsteilen.

Spiegelglas

Das Rohstoffgemenge aus Quarzsand, Kalkstein und Soda wird bei einer Temperatur von ca. 1.560 Grad Celsius erschmolzen. Dann fließt die Glasmasse auf ein flüssiges Metallbad in einer reduzierend eingestellten Schutzgasatmosphäre zu einem endlosen Glasband. Viskosität, Bandgeschwindigkeit und einlaufende Dicke bestimmen seine Dicke und Breite. Anschließend wird das endlose Glasband vom Metallbad abgehoben und in einen Kühl-ofen geführt. Hier durchläuft das Glasband seinen Erstarungsbereich mit einer möglichst gleichmäßigen Temperaturabsenkung, damit sich das für die weitere Bearbeitung, wie z. B. Schneiden, Bohren und Schleifen, notwendige Spannungsgleichgewicht einstellt.

Die Dichte von Spiegelglas beträgt $2,5 \text{ g / cm}^3$. Eine Glasscheibe von 1 mm Dicke und 1 m^2 wiegt 2,5 kg.

Spiegelglas ist heute überwiegend das Basisprodukt für die Weiterverarbeitung zu Funktionsgläsern.

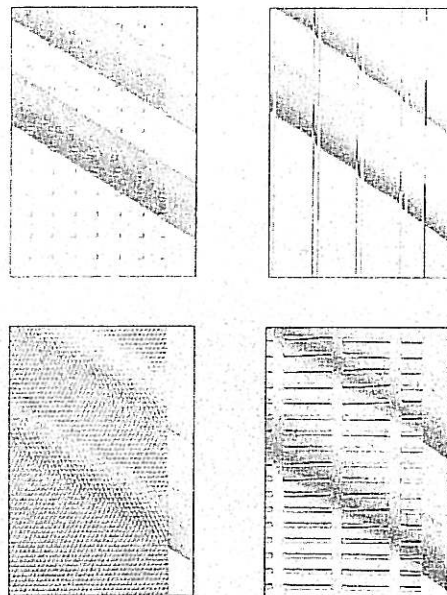
Die Maximalabmessungen von Spiegelglas betragen $321 \times 600 \text{ cm}$

Gußglas

Gußglas wird aus Sand, Soda und Sulfat, Kalkstein und Kalkspat und mit geringen Anteilen anderer Rohstoffe hergestellt. Die Schmelze arbeitet nach dem Prinzip der überlaufenden Wanne. Die Formgebung (Struktur, Dicke, Breite) des flüssigen Glases erfolgt zwischen einem und mehreren Walzenpaaren. Je nach Oberflächenbeschaffenheit der Walzen und des Tisches kann Gußglas mit zwei glatten Oberflächen hergestellt werden. Soll das Glas eine Drahteinlage bekommen, wird diese in die flüssige Glasmasse eingewalzt.

Gußglas wird überall dort eingesetzt, wo die klare Durchsicht gemindert werden soll, ohne auf die Lichtdurchlässigkeit zu verzichten. Genau berechnete geometrische Abmessungen von Wellen, Rippen, Prismen und anderen Prägeformen der Gußglasoberfläche bewirken eine Lichtstreuung und Lichtlenkung.

Die Maximalabmessungen von Gußglas betragen $252 \times 450 \text{ cm}$



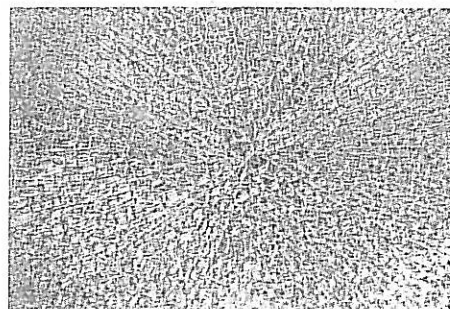
verschieden strukturierte Gußgläser

Einscheibensicherheitsglas ESG

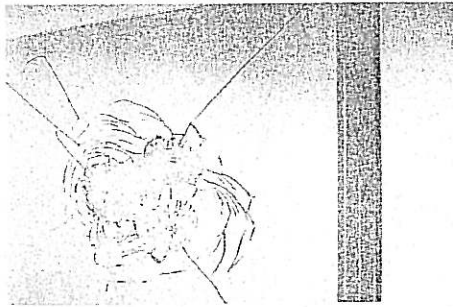
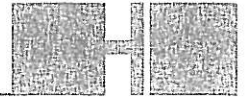
Einscheibensicherheitsglas ist Float- oder Gußglas, das erhöhte Temperaturwechselbeständigkeit, erhöhte Schlag- und Stoßfestigkeit und erhöht Biegebruchfestigkeit aufweist. Aus diesem Grund kann es auch als Konstruktionselement verwendet werden. Bei Scheibenbruch löst sich die gesamte Scheibe in ein Netz von Bruchstücken auf, die überwiegend stumpfkantig sind und untereinander lose zusammenhängen. Dadurch werden ernsthafte Verletzungen weitgehend vermieden. Diese Eigenschaften des Glases beruhen auf seiner Vorspannung.

ESG wird nach dem Zuschneiden und der eventuell erforderlichen Bearbeitung, wie Kantenbearbeitung, Glasaus-schnitte, Bohrungen usw., gleichmäßig auf ca. $600 \text{ }^\circ\text{C}$ erhitzt und anschließend mit Kaltluft konvektiv abgeblasen. Beim Abkühlen bleibt die Kernzone im Glasquerschnitt warm, während die Oberflächen schnell erkalten. Da-durch entstehen dort Druckspannungen, während sich im Inneren eine hohe Zugspannung einstellt.

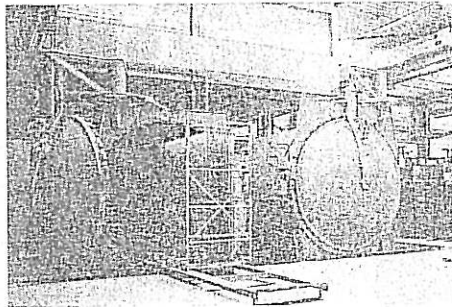
Die Maximalabmessungen von ESG betragen $240 \times 450 \text{ cm}$



Bruchmuster von
Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG)



Bruchmuster von Verbund-Sicherheitsglas (VSG)



Autoklav zur Herstellung von Verbundglas

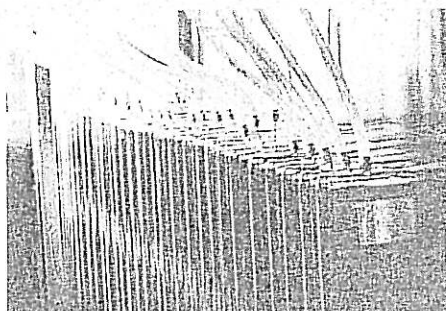
Verbund-Sicherheitsglas VSG

Verbund-Sicherheitsglas besteht aus zwei oder mehreren Floatglasscheiben, die durch zähelastische, hochreißfeste Polyvinyl-Butyral-Folien (PVB) fest zu einer Einheit verbunden sind. Die Sicherheitswirkung von VSG beruht auf der hohen Reißfestigkeit der PVB-Zwischenschicht und ihrer großen Haftung zu Glas. Bei mechanischer Überlastung durch Stoß oder Schlag bricht das Glas zwar an, aber die Bruchstücke haften an der unverletzten PVB-Schicht. Hierdurch wird die Verletzungsgefahr vermindert und die verglaste Öffnung bleibt geschlossen. Durch die Kombination unterschiedlicher dicker Glas- und Folien-schichten lassen sich Sicherheitseigenschaften gegen Durchbruch, Beschuß und Explosion schaffen. Grundsätzlich können bei VSG statt Einzelscheiben auch Funktionsgläser wie Sonnenschutz- und Sichtschutzgläser eingesetzt werden. Grundsätzlich können sämtliche VSG-Einheiten als Isolierglas mit der Funktion für Sonnen- und Wärme-, Schall- sowie Brandschutz ausgestattet werden. Entsprechend der gewünschten Funktion und der sich daraus ergebenden Kombination werden zwischen die einzelnen Glasscheiben eine oder mehrere PVB-Zwischenschichten gelegt und in einem Walzverfahren mit dem Glas verbunden. Danach kommt die gepreßte Kombination in einen Autoklaven, wo Glas und Zwischenschichten unter Hitze und Druck fest miteinander zu einer Einheit von hoher Festigkeit und klarer, verzerrungsfreier Durchsicht verbunden werden.

Die Maximalabmessungen von VSG betragen 230x540 cm

Isolierglas

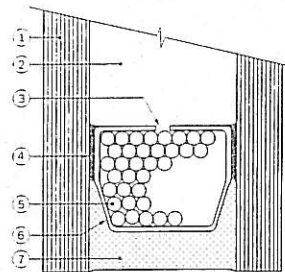
Bei Isolierglas handelt es sich um die Zusammenstellung von zwei oder mehreren Glasscheiben mit luft- oder gasgefüllten Zwischenräumen. Die Glasscheiben werden durch einen Abstandshalter getrennt, der gleichzeitig ein Trockenmittel enthält. Dieses Material absorbiert Feuchtigkeit und verhindert dadurch die Kondensatbildung im Inneren des Zwischenraums. Durch diesen Zwischenraum wird der Wärmewiderstand nahezu verdoppelt. Ungefähr 50% des gesamten Wärmewiderstands der Glaseinheit werden durch den Luftraum erzeugt. Dieser Wert bestimmt sich zu einem Drittel aus Konvektion und Leitung und zu zwei Dritteln aus der Strahlung. Durch Beeinflussung dieser drei physikalischen Erscheinungen läßt sich der Wärmewiderstand eines Glaselementes weiter erhöhen.



Füllen des Scheibenzwischenraums mit Argongas

1. Gasfüllung im Zwischenraum - Der K-Wert läßt sich verbessern, wenn man den Scheibenzwischenraum mit einem Gas füllt, das Wärme weniger gut leitet als Luft. Solche Gase sind z. B. Argon, Krypton und vielleicht auch Xenon. Auf Grund des Selbstkostenpreises verwendet man heute in erster Linie Argon.

2. Low-E-Beschichtung - Nach den Gesetzen der Physik emittiert ein Material genausoviel Wärme, wie es absorbieren kann. Indem man die Absorption des Materials reduziert, wird auch die Menge der emittierten Strahlung gesenkt. Auf diesem Prinzip baut die Low-E-Beschichtung auf. Glas absorbiert nur einen kleinen Teil der kurzwelligigen Strahlung (Licht) und nahezu alle langwelligigen Strahlen. Diese langwelligigen Strahlen werden nach außen abgeleitet. Durch das Auftragen einer Low-E-Beschichtung auf Metallbasis reduziert sich die Wärmeabsorption. Die Beschichtung läßt kurzwellige Strahlung durch, langwellige Wärmestrahlen werden reflektiert. Der Strahlungsaustausch zwischen der wärmeren Innenseite und der kälteren Außenseite wird auf ein Minimum zurückgeführt und der Wärmewiderstand nahezu verdoppelt. Die Maximalabmessungen von Wärmeschutzisolierverglas betragen 300x500 cm



Prinzip des Aufbaus einer Isolierverglasung

- | | |
|---|--|
| 1 | Glasscheiben |
| 2 | Zwischenraum |
| 3 | Naht oder Öffnungen für den Feuchtigkeitsaustausch |
| 4 | Seitenfugendichtstoff (Hauptbarriere für Wasserdampf) |
| 5 | Trocknungsmittel |
| 6 | Abstandhalter |
| 7 | Außenfugendichtstoff (Verbindung der Glasscheiben und Barriere gegen äußere Einflüsse) |

Sonnenschutzglas

Sonnenschutzgläser erhalten ihre Wirkung durch Einfärbung oder Beschichtung. Die Art der Einfärbung bzw. Beschichtung bestimmt den farblichen Eindruck, die Durchsicht, Reflexion und funktionellen Eigenschaften. Die Beschichtung kann sowohl auf der Außenseite als auch zum Scheibenzwischenraum hin verwendet werden. Noch während des Glasproduktionsprozesses wird eine reflektierende Metalloxydschicht auf die heiße Glasoberfläche aufgebracht. Danach erfolgt eine spannungsfreie Abkühlung. Anschließend ist diese Schicht fest mit der Glasoberfläche verbunden. Die Maximalabmessungen von Sonnenschutzisolierverglas betragen 260x500 cm

Schallschutzglas

Nach dem Gesetz der Masse ist die Dicke des Glases für den Schallschutz entscheidend. Dieses Gesetz besagt, daß theoretisch bei einer Verdoppelung der Masse eine Verbesserung von 6 dB auftritt.

Eine Möglichkeit der Verbesserung des Schalldämmmaßes liegt in der Laminierung der Glasscheibe mit Zwischenschichten (VSG), die einen Teil der Schallenergie absorbieren. Bei der Verwendung von Isolierglas mit Glasscheiben von unterschiedlicher Dicke, gibt es Schalltechnische Vorteile, da die eine Scheibe rasoniert, während die andere nicht in Schwingung gerät und dadurch einen Puffer bildet. Hohe akustische Dämmung wird erreicht, indem man gleichzeitig Verbundglas und eine asymmetrische Konstruktion verwendet. Hierbei spielt es keine Rolle, wie die Glasscheiben hinsichtlich der Schallquelle angeordnet sind.

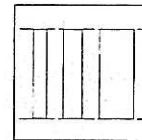
Eine andere Art den Schallschutz von Doppelglas zu verbessern, ist die Verwendung eines speziellen Gases im Zwischenraum. Ein solches Gas ist z. B. das schwere Schwefelhexafluorid.

Die effektivste Schalldämmung die möglich ist, läßt sich durch Vergrößerung des Scheibenzwischenraumes erreichen. In einer Doppelfassade mit Einfachglas an der Außenseite, einem sehr breiten Zwischenraum und Isolierglas an der Innenseite erreicht man die höchsten Schallschutzwerte.

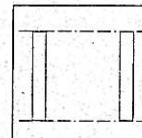
Die Maximalabmessungen von Schallschutzisolierverglas betragen 200x300 cm

Maßnahmen

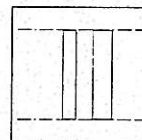
Verwendung dickerer Glasscheiben



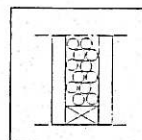
Verbreiterung des Zwischenraums



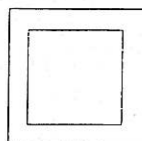
Verwendung von Glasscheiben unterschiedlicher Dicke



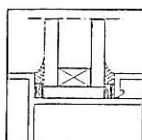
Füllen des Zwischenraums mit schwerem Gas



Verwendung von quadratischen Glasscheiben, wenn möglich



Elastische Befestigung der Verglasungselemente



Gründe

Mehr Masse führt zu größerer Trägheit und zu höherem Biegezugwiderstand

Ein dickeres 'Luftkissen' reduziert die Schallübertragung

Unterschiedliche Frequenzresonanz

Mehr Masse reduziert die Schallübertragung

Reduktion der Schwingungsleistung

Reduktion der Schallübertragung

Maßnahmen zur Förderung der Schallschutzeigenschaften von Glas



Brandschutzglas

Normales Floatglas ist nicht feuerbeständig. Durch die hohen Temperaturen im Brandfall springt das Glas, fällt aus dem Glasfalz und läßt Flammen und Rauchgase durchtreten.

Nicht alle Gläser zeigen das gleiche Brandverhalten. Einige bilden lediglich einen Flammenschirm, andere wirken brandisolierend und werden auch Brandschutzglas genannt. Glas läßt Wärmestrahlung sehr gut durchtreten. Das führt nicht nur auf den Fluchtwegen zu einer unsicheren Situation, da Personen in ihrer Bewegung durch die hohen Temperaturen beeinträchtigt werden. Das Glas kann auch so viel Wärme durchlassen und abstrahlen, daß sich Materialien auf der dem Feuer abgewandten Seite entzünden können. Es ist wichtig, die Temperatur auf dieser Seite so niedrig wie möglich zu halten. Wenn wir von diesen Kriterien ausgehen, lassen sich zwei Arten von Brandschutzgläsern unterscheiden.

- wärmedurchlässiges Brandschutzglas der G-Klasse
- wärmedämmendes Brandschutzglas der F-Klasse

Brandschutzverglas der G-Klasse

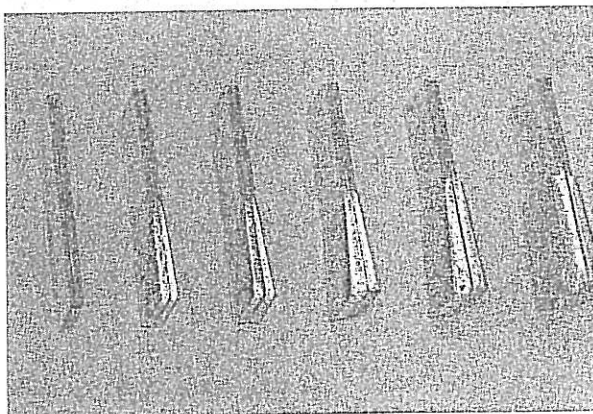
Hierbei handelt es sich meist um Borsilikatglas, Glas mit einem sehr niedrigem Ausdehnungskoeffizienten (ca. 3 mal kleiner als bei üblichen Floatglas) und niedriger Viskosität. Durch diese Eigenschaften ist es in der Lage, der kritischen Erhitzungsphase bei Brand standzuhalten. Neben diesen Eigenschaften hat das Borsilikatglas eine hohe Schmelztemperatur. Es wird erst bei 1000 °C weich, während dieser Wert bei Floatglas 600 bis 700 °C beträgt. Bauaufsichtlich zugelassene Maximalabmessungen von Brandschutzglas der G-Klasse betragen 180 x 280 cm

Brandschutzglas der F-Klasse

Glas mit aufschäumenden Schichten - Dieses Glas besteht aus drei oder mehreren Glasschichten. Zwischen diesen Schichten befinden sich durchsichtige Schichten eines brandhemmenden Materials. Bei Erhitzung schäumen diese Zwischenschichten auf und bilden einen feuerfesten und isolierenden Schaum. Dieser Schaum ist undurchsichtig, so daß die flüchtenden Personen den Feuerherd nicht sehen können und Panikreaktionen vermieden werden. Bricht das Glas, wird es durch die Schaumschicht zusammengehalten. Die brandschützende Eigenschaft hängt von der Zahl der Schichten ab.

Glas mit Gel - Brandschutzglas mit Gel ist wie übliches Doppelglas aufgebaut. Zwischen zwei thermisch gehärteten Scheiben mit einem 18 mm breiten Zwischenraum wird ein klares gelartiges Material eingebracht. Dann wird der Zwischenraum mit einem rostfreien Randprofil aus Stahl abgeschlossen. Die Dicke der Gelschicht bestimmt dabei die Brandschutzleistung. Wird das Gel Hitze ausgesetzt, verdampft das Wasser aus dem Gel und absorbiert damit einen großen Teil der Wärme. Das Gel verwandelt sich in eine harte Schicht, die zu einem brandschützenden Schirm wird.

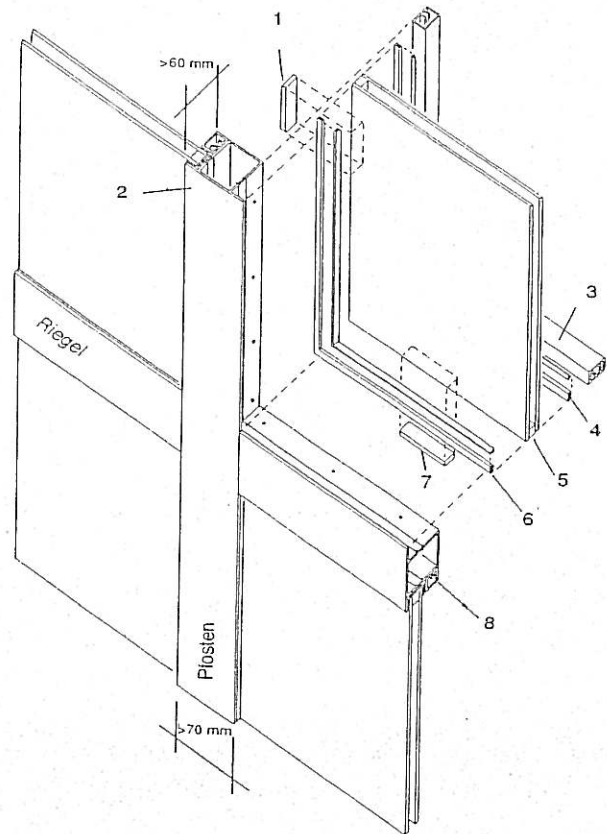
Bauaufsichtlich zugelassene Maximalabmessungen von Brandschutzglas der F-Klasse betragen 120 x 200 cm



Brandschutzglas mit aufschäumenden Schichten

Traditionelle Fassade

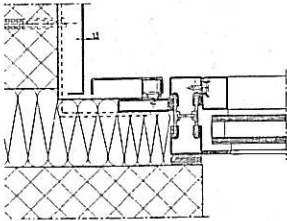
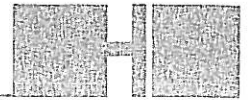
Die Grundkonstruktion besteht in der Regel aus thermisch getrennten Aluminium- oder Stahlprofilen, die als Pfosten und Riegel zu geschoßhohen Ein- oder Mehrfeld-elementen in der Werkstatt zusammengesetzt werden; Füllelemente wie Festverglasung, Flügel und Sandwich-Paneele können entweder bereits in der Werkstatt oder nach der Montage auf der Baustelle eingesetzt werden. Eine äußere und eine innere, in den Ecken vulkanisierte EPDM-Dichtung umschließen die Einstellränder der Füllelemente. Die Verklotzungen dienen als Abstandhalter für den Belüftungsraum rund um den Randverbund der Füllelemente. Die Halteprofile werden entweder auf die Pfosten und Riegel geschraubt oder geklippt. Bedingt durch die Mindesteinstelltiefe der Füllelemente von 20 mm inklusive Verklotzung und des statischen Profilwiderstandes gegen Winddruck und Eigengewicht der Füllelemente beträgt die Profilansichtsbreite der Pfosten und Riegel >70 mm und die konstruktiv erforderliche Profildicke >60 mm. Zum Oberflächenschutz und aus gestalterischer Erwägung werden die Profile zunehmend farblich thermo-lackiert oder die Stahlprofile können verzinkt und die Aluminiumprofile eloxiert werden.



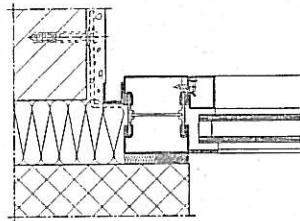
Legende:

- 1) Seitliche Verklotzung
- 2) Thermisch getrenntes Pfostenprofil
- 3) Glashalteprofil
- 4) EPDM*-Dichtung
- 5) Isolierglas
- 6) EPDM*-Dichtung
- 7) Untere Verklotzung
- 8) Thermisch getrenntes Riegelprofil

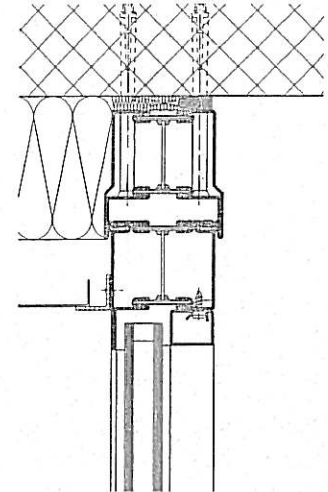
*EPDM = Ethylen-Propylen-Dien-Monomer
= Synthetischer Kautschuk



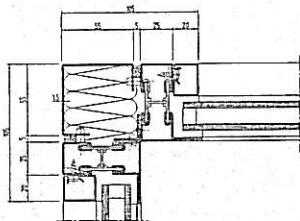
Anschluss-Detail seitlich mittels Innenausbildung an Zweischalen-Mauerwerk und innerer Blechverkleidung



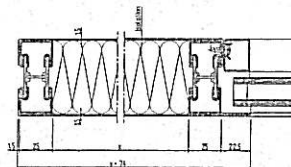
Anschluss-Detail seitlich mittels Innenanschlag an Zweischalen-Mauerwerk und Schattenfugen-Ausbildung innen



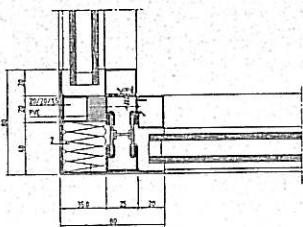
Detail Deckenanschluss mit Deckenisolation aussenseitig



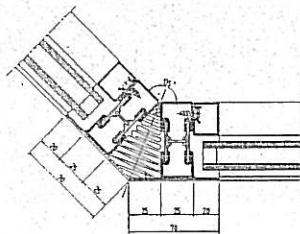
Detail Innenecke-Pfosten 90°



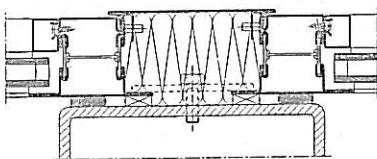
Rahmenverbreiterung mit Profil und Abkantblech



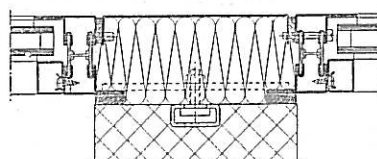
Detail Aussenecke-Pfosten 90°



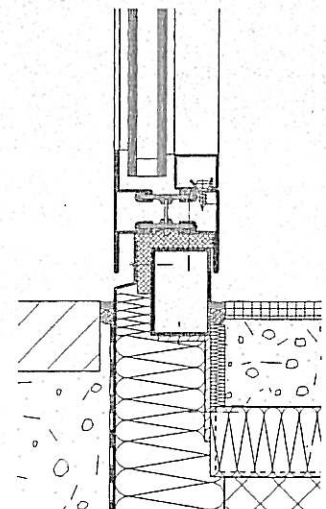
Detail Aussenecke-Pfosten 135°



Detail Anschluss an RHS-Stütze mit innerer Blechverkleidung



Detail Anschluss an Betontütze mit äußerer Blechverkleidung

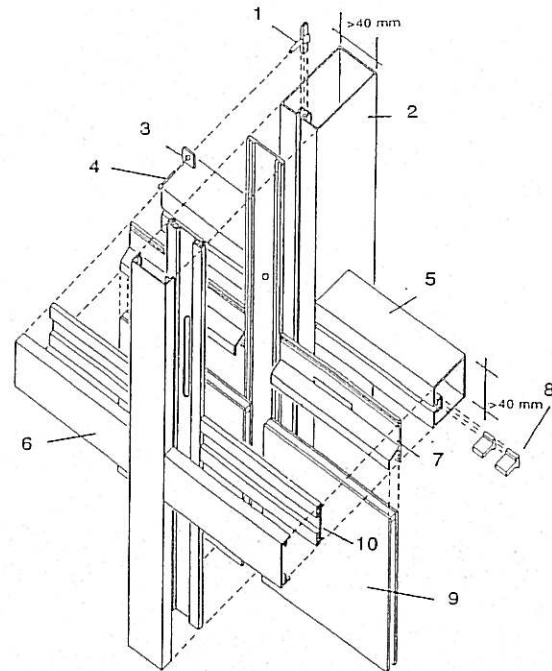


Detail Fußpunkt-Ausbildung

Klemmfassade

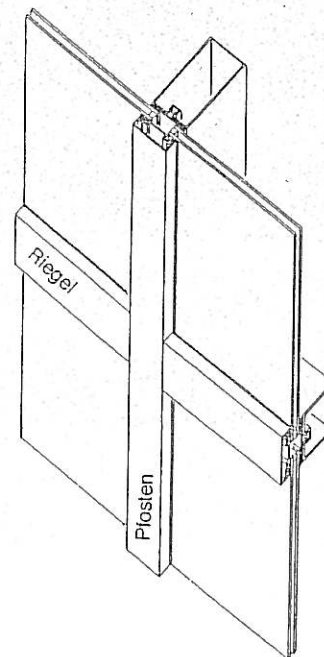
Die Verglasung wird auf einer Pfosten-Riegel-Unterkonstruktion festgeklemmt. Werkstattmäßig zu Großelementen aus Stahl oder Aluminiumprofilen zusammengesetzt, wird die Unterkonstruktion an den Geschoßdecken des Rohbaus befestigt. Das Neoprene-Bett nimmt den Anpreßdruck der Verglasung auf und stellt die innere Fassadendichtung dar. Sie wird punktwise von den Gewindehülsen und Auflagerkonsolen der Glasscheiben an den Riegeln durchstoßen.

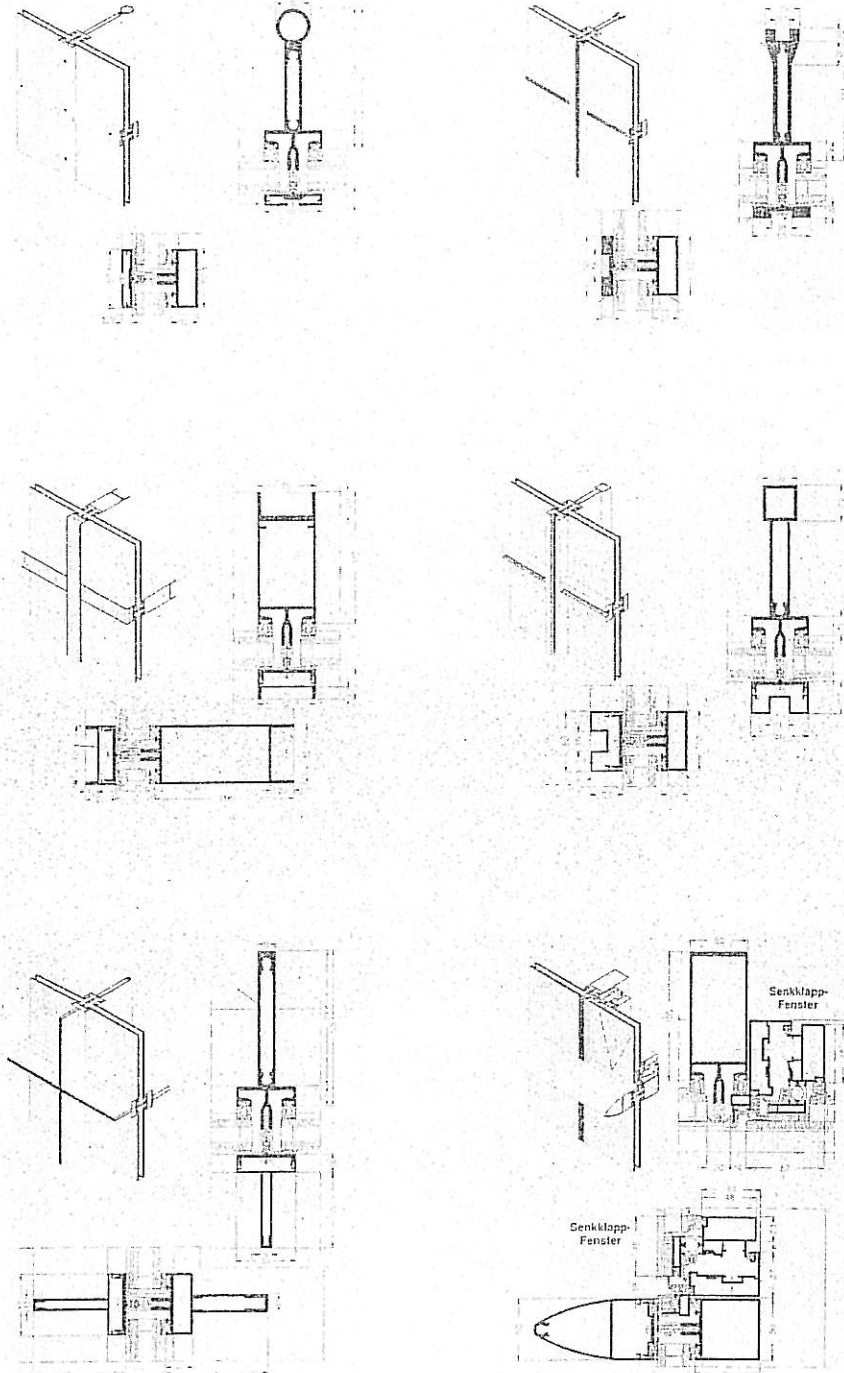
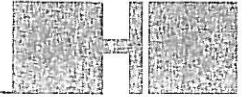
Nachdem die Glasscheiben oder Sandwichelemente aufgestellt und justiert sind, erfolgt das Anschrauben der Anpreßprofile mit den Lippendichtungen zur äußeren Fassadendichtung. Entweder bleiben die Anpreßprofile sichtbar und die punktwisen Befestigungen treten im 20 cm-Abstand über das gesamte Fassadenraster in Erscheinung oder sie werden durch aufgeklippte Abdeckprofile kaschiert. Die konstruktiv erforderliche Profilansichtsbreite beträgt in horizontaler und vertikaler Richtung, >50mm.



Legende:

- 1) Gewindehülse auf gleitendem Paßstück
- 2) Statischer Pfosten
- 3) Vierkantscheibe
- 4) Schraube
- 5) Statischer Riegel
- 6) Aufgeklippte Abdeckprofile
- 7) Neoprene-Bett
- 8) Auflagerkonsolen für Glasscheiben
- 9) Isolierglasscheiben
- 10) Anpressprofil





Varianten zur Ausformung der Pfosten-, Riegel- und Abdeckprofile

Geklebte Fassade

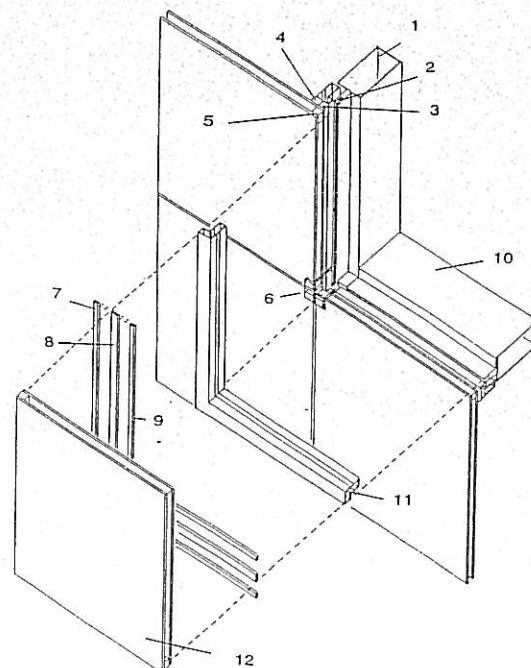
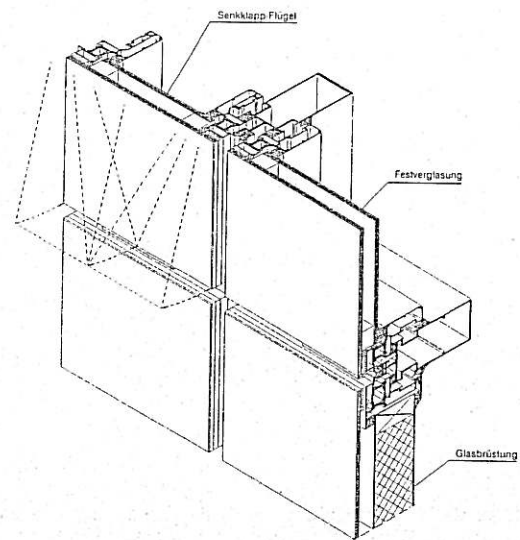
Sie wurde erstmals 1963 in den USA realisiert und wird seit 1985 zunehmend in Europa angewendet. Isolier-, Verbund- und Einscheibensicherheitsgläser werden mittels Silikonkleber auf Rahmen aus thermisch getrennten Aluminiumprofilen mit anodisierter Einlage geklebt. Die verglasten Rahmen werden auf der statisch beanspruchten Pfosten-Riegel-Konstruktion befestigt. Mit entsprechenden Beschlügen ausgestattet funktionieren sie vornehmlich als nach außen zu öffnende Senk-Klapp-Flügel mit einem maximalen Öffnungswinkel von 30°. Dieser Flügeltyp gestattet eine völlige visuelle Integration in den Fassadenspiegel.

Die Verklebung darf nur in amtlich zugelassenen, kontrollierten Werkstätten erfolgen. Nach intensiver Säuberung werden die zu verklebenden Flächen mit Primer konditioniert.

Bei Isolierglas erfolgt die Verklebung der Innenscheibe mit dem Rahmenprofil so, daß entweder der Randverbund allein den Schub der äußeren Scheibe aufnimmt oder diese punktwise von kleinen Konsolen am unteren Rand gestützt wird.

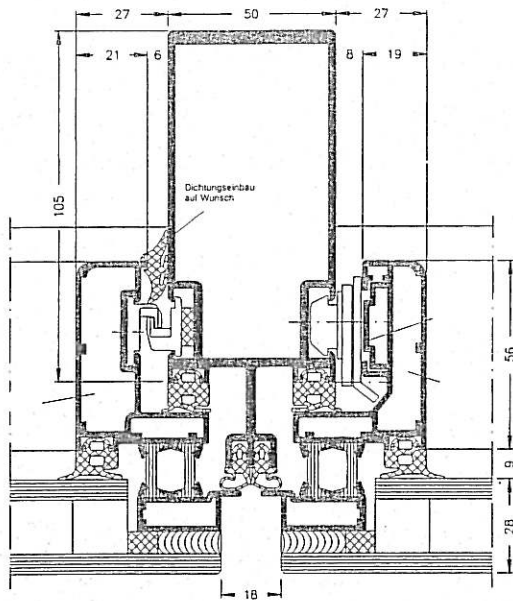
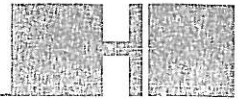
In Deutschland ist die Ausführung der geklebten Fassade bisher ohne Haltevorrichtung bis 8 m und mit Haltevorrichtung in den Eckpunkten bis 20 m Gebäudehöhe erlaubt.

Aufgrund der berechtigten Sorge um das alterungsbedingte Versagen des Klebers in zunehmender Gebäudehöhe, wie amerikanische Bauten belegen, lehnen die Aufsichtsbehörden diesen Konstruktionstyp über 20 m Höhe ab.

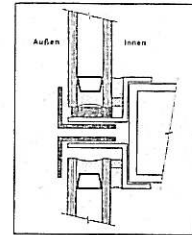


Legende:

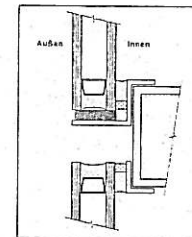
- 1) Pfosten
- 2) Pfostendichtung
- 3) tragende Silikonverklebung
- 4) EPDM-Dichtung
- 5) Isolierscheiben-Randverbund
- 6) Haltevorrichtung für den Versagensfall
- 7) Lippendichtung im Rahmenprofil
- 8) Silikonkleber
- 9) EPDM-Dichtung
- 10) Riegel
- 11) thermisch getrenntes Rahmenprofil
- 12) (unlabeled in legend)



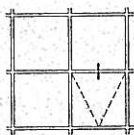
Horizontalschnitt Fassadenprofil



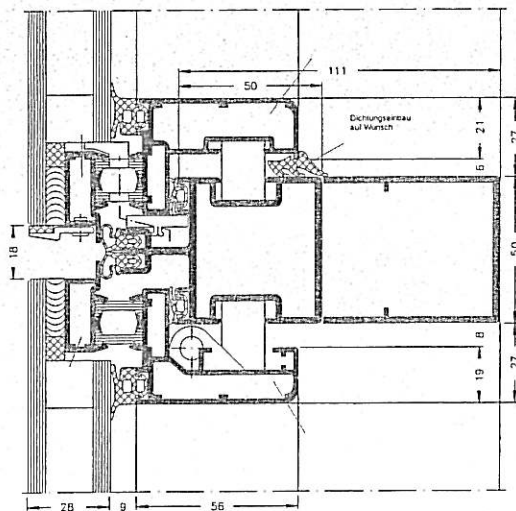
System mit Glasragklötzen und zusätzlicher Absturzsicherung



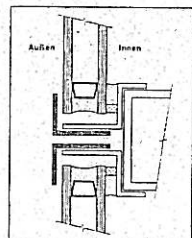
System mit Glasragklötzen



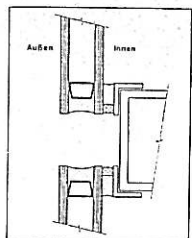
Beispiel, Glasstöße



Horizontalschnitt Fassadenprofil



System mit nur einer zusätzlicher Absturzsicherung



System ohne Glasragklötze und ohne zusätzlicher Absturzsicherung

Punktgehaltene Glasfassade

Die punktgehaltene Glasfassade besteht aus drei Elementen : den Glaspaneelen, den Punkthaltern und der stabilisierenden Unterkonstruktion.

Das Glaspaneel kann auf vielfältige Weise zusammengesetzt werden. Allerdings gibt es einige Restriktionen : Wenn Bohrungen nötig sind, muß das Glas vollständig vorgespannt sein und den Heißlagerungs -Test (heat-soak) bestanden haben. Falls die Punkthalter verklebt werden, gibt es Einschränkungen bei der Glasoberfläche wegen der Haftung.

Bei der mechanischen Verbindung wird das Glaspaneel mit durch das Glas führenden Stiftschrauben befestigt. Abhängig vom Typ der mechanischen Verbindung handelt es sich hier um gerade, zylindrische oder teilweise konische Bohrungen. Für die Festigkeit ist es wichtig, daß die Kanten der Bohrung sauber gearbeitet sind, Mikroschädigungen sind potentielle Bruchstellen. Sämtliche Bohrungen müssen vor dem Vorspannen ausgeführt werden. In den meisten Fällen hat ein Glaspaneel vier Bohrungen in kurzem Abstand von den Ecken. Der Mindestabstand zwischen der Glaskante und der Bohrung hängt von der Glasdicke ab; bei 8 mm Glasdicke beträgt er ca. 85 mm und bei 10 mm Glasdicke ca. 100 mm.

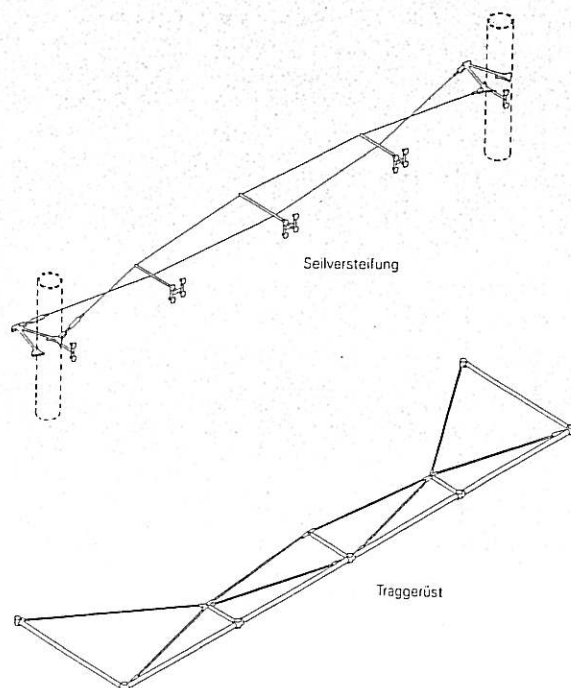
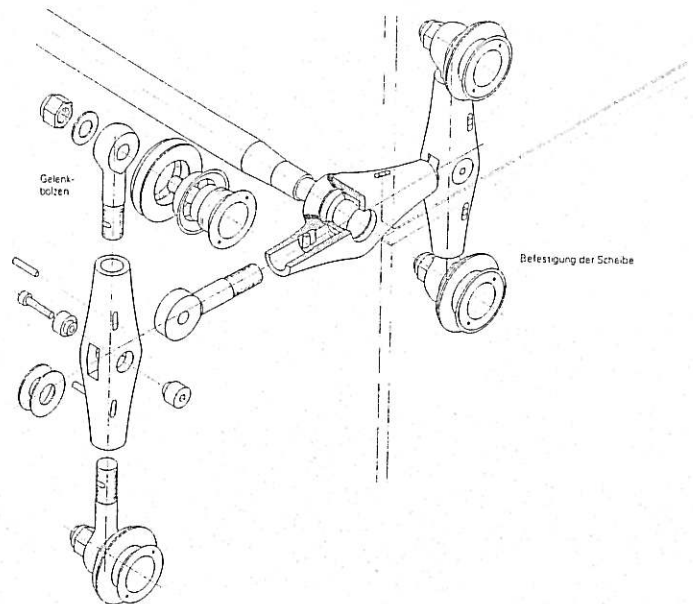
Bei der mechanischen Verbindung werden die Kräfte im Glas durch Preßdruck von einer gegen den Lochrand angedrehten Stiftschraube auf den Punkthalter übertragen. Dabei lassen sich die auf Reibung basierenden Systeme bezüglich auftretender Spannungen besser kontrollieren, weil die spannungsempfindlichen Glaskanten um die zylindrische Bohrung nicht durch Zugspannungen belastet werden.

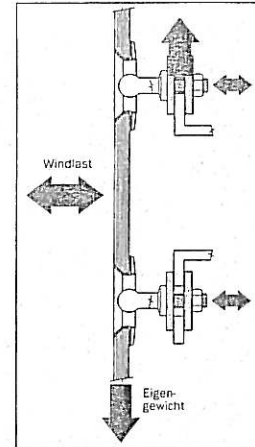
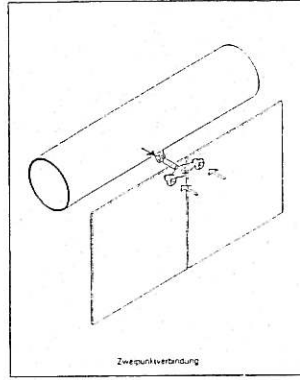
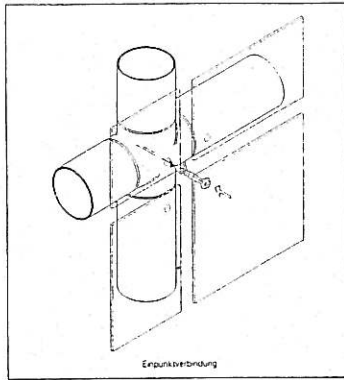
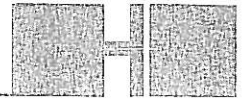
Bei der chemischen Verbindung zwischen dem Glaspaneel und dem Punkthalter sind keine Bohrungen erforderlich. Diese Art der Befestigung ist jedoch nur bei Dachverglasungen möglich, da bei vertikalen Glasfassaden die Schubspannungen zu groß würden.

Das Auftreten hoher Spannungen um die Bohrungen bzw. der Glasverbindung muß immer vermieden werden. Diese Spannungen können durch Verkleben, unter Einfluß von Winddruck oder Windsog, thermischer Dehnung, Eigengewicht, Anordnung der Unterkonstruktion und durch Schnee- und Stoßbelastungen entstehen. Durch eine flexible Verbindung zwischen dem Glas und dem Punkthalter kann dieses Verkleben vermieden werden. Die flexible Verbindung kann mit Hilfe von Gelenken oder elastischem Material realisiert werden.

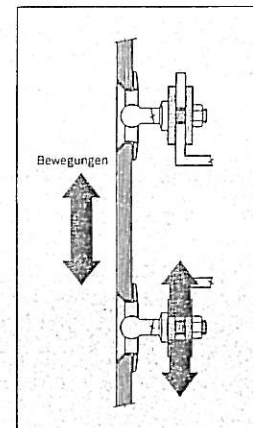
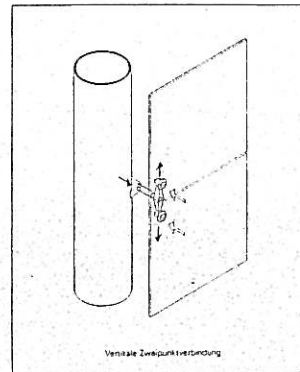
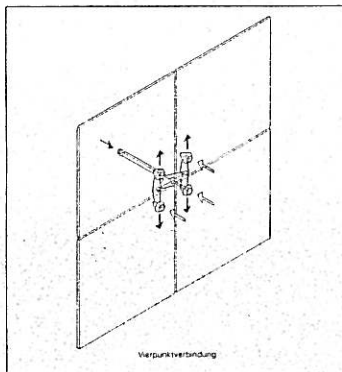
Die Unterkonstruktion hat, abhängig vom Glasfassadentyp, eine tragende und / oder stabilisierende Funktion. Massive Zugstäbe, Drahtseilkonstruktionen oder Glasstützen bieten sich hierbei an.

Der Vorteil einer Unterkonstruktion aus Glas besteht darin, daß unter Temperatureinfluß keine unterschiedlichen Ausdehnungen auftreten. Dies gilt nicht für Metallkonstruktionen, deren Ausdehnungskoeffizient immer höher ist als der von Glas. Ein Nachteil ist jedoch, daß durch zahlreiche Glasstützen in einer Reihe eine grüne Farbe entsteht, wodurch die Transparenz in seitlicher Richtung stark abnimmt.

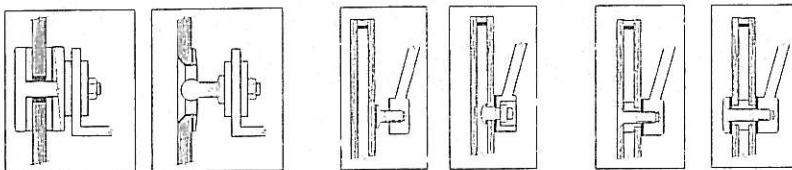




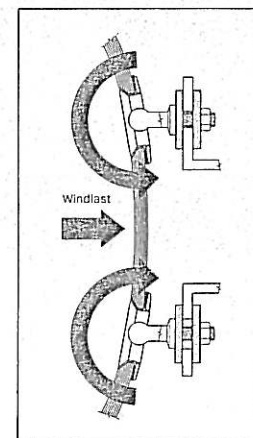
Belastung



Bewegungen als Folge unterschiedlicher thermischer Dehnungen



Beispiele für Glasbefestigungen



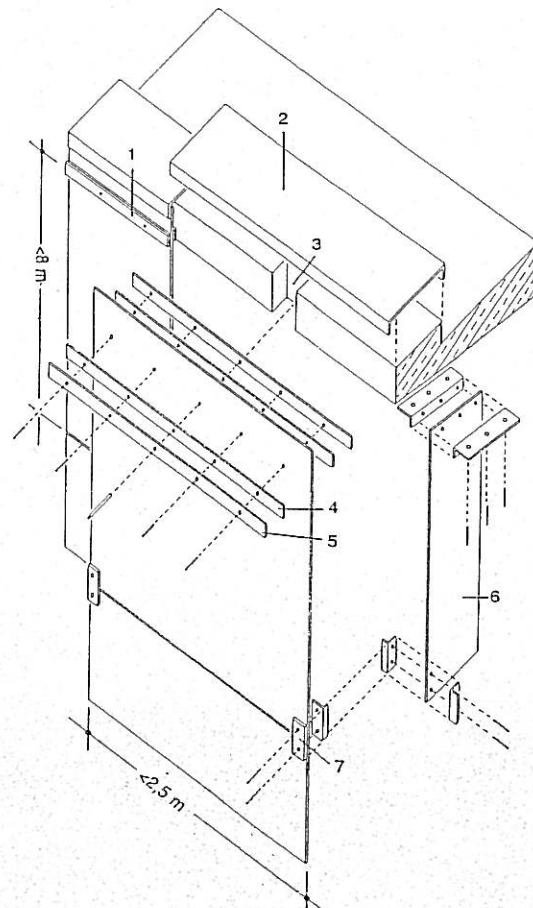
Rotierende Bewegungen unter Einsatz von Windlast

Hängende Verglasung

Es handelt sich um die entmaterialisierteste Lösung der Glasfassaden, die für mehrgeschossige Hallen oder Geschosßbauten mit zurücktretenden Decken in Frage kommt. Die Glasscheiben sind im oberen Randbereich an einen Waagebalken angehängt, der das Gewicht über eine justierbare Konsole an den Rohbau weitergibt. Für die gesamte Hängevorrichtung ist bei der Gestaltung eine Mindesthöhe von 30 cm anzusetzen. Im Gegensatz zur stehenden Verglasung beult die hängende Verglasung nicht aus. Das freie Auspendeln ermöglicht eine zwangsfreie Lagerung.

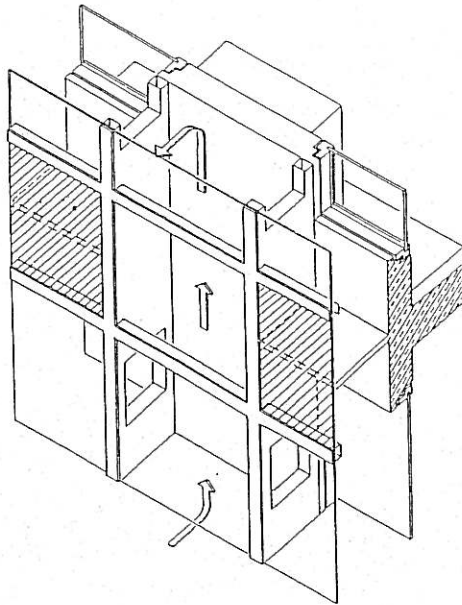
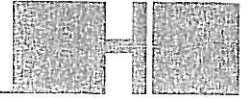
Rippenartig hinter der Glashaut angeordnete Glasschwerter behindern die Durchbiegung bei Wind.

Ab 8 m Fassadenhöhe werden die Glasschwerter mit Metall-Profilen verstärkt. Sämtliche Stöße sind mit Silikon gedichtet. Die Scheiben bestehen bei kleinen Fassadenhöhen entweder aus einfachem, nicht vorgespanntem Floatglas oder aus Verbundscheiben-Sicherheitsglas, mit dem im Fall von 2 x 12 mm dicken Gläsern bereits hängende Fassaden bis 13 m Höhe realisiert wurden.



Legende:

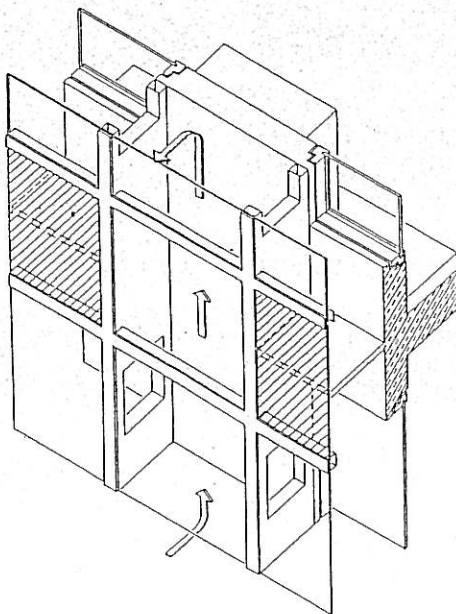
- 1) Glasabhängung mittels zentriertem Waagebalken
- 2) Attika-Überdeckung
- 3) Aussparung für Tragkonsole des Waagebalkens
- 4) EPDM-Dichtung
- 5) Klammerleisten als Waagebalken
- 6) Aussteifendes Glasschwert



Atmende Fassade

Belüftung aus dem Gebäude

Bisher gibt es nur einige Prototypen dieser Bauart, wie z.B. die Fassade des ITN-Fernsehsenders in London. Die Fassade setzt sich aus zwei Glashäuten mit einem Hohlraum von ≥ 10 cm zusammen. Die inneren Glaselemente sind verschieblich oder drehbar, so daß die Sonnenschutzvorkehrungen und die Glasflächen zum Hohlraum gereinigt werden können. Über dem Fußboden strömt die Zuluft aus dem Büro in den Hohlraum, steigt auf und leitet je nach Witterung erwärmte bzw. gekühlte Luft aus dem Hohlraum ins Abluftsystem in der abgehängten Decke. So wird die Sonnenwärme im Sommer, bevor sie in den Büroraum gelangt, abgeführt und im Winter dem Zuluftsystem als Energieeinsparung zugeführt. Unter diesem Aspekt kann die Innenschale aus Ein- oder Verbundscheiben-Sicherheitsglas und die Außenschale aus Einfachglas hergestellt werden.



Zweite-Haut-Fassade

Belüftung von außen

Die innere und die äußere Fassade sind soweit voneinander entfernt, daß ein begehbare Fassadenkorridor > 60 cm entsteht. Er nimmt die Sonnenschutzanlagen und begehbare Roste zu Wartungs- und Reinigungszwecken auf. Um die Kaminwirkung zu vermeiden, wird der Korridor abschnittsweise alle 2-3 Geschosse horizontal abgeschoftet, von außen belüftet und nach außen entlüftet. Energetisch günstig ist die Verwendung einer Einfachverglasung außen und einer Isolierverglasung innen. Es besteht jedoch Tauwassergefahr auf der Innenseite der Außenschale bei $< +5^{\circ}\text{C}$ Außentemperatur. Nachteilig ist die dadurch bedingte temporäre Trübung der Durchsicht und die schnellere Verschmutzung. Insbesondere bei Hochhäusern ist diese Bauart von Vorteil, da Fenster der inneren Fassade auch in großen Höhen geöffnet werden können. Weder vom Winddruck noch vom Windsog beeinträchtigt gelangt dadurch wohltemperierte Außenluft aus dem Korridor ins Gebäudeinnere und erhöht den Nutzer-Komfort.

Fassadenverkleidungen aus Blechtafeln müssen gut hinterlüftet vorgehängt werden, damit infolge von Dampfdiffusion Feuchtestau nicht das Wärmedämmvermögen der hinteren Wand gemindert wird und Kondenswasser zu Schäden auf der Rückseite der Blechverkleidung oder ihrer Verankerung führen kann. Deshalb und wegen des besonderen Problems elektrolytisch bedingter Korrosion bei Berührungen verschiedener Metalle sollte für die Verankerungselemente einer Metallverkleidung möglichst nur gleiches Metall bzw. nur korrosionssicheres Material Verwendung finden.

Für Außenwandverkleidungen in Metall kommen folgende Materialien in Frage :

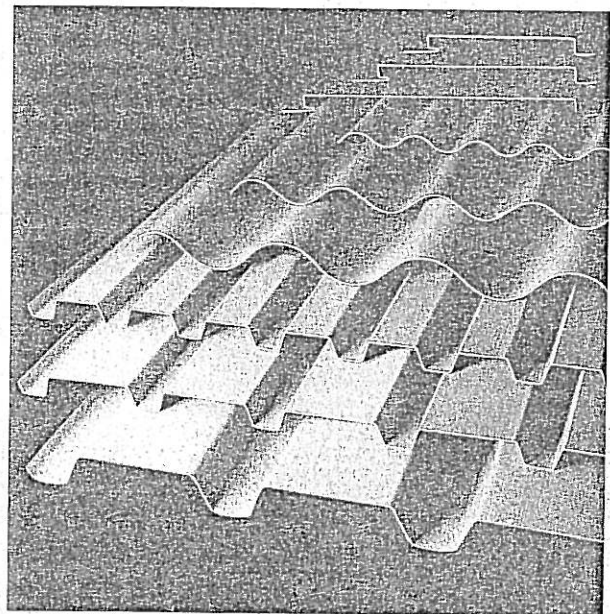
Zinkblech

An der Luft überzieht sich Zinkblech mit einer weißlich-grauen Schicht aus kohlensaurem Zinkoxyd, die wasserunlöslich ist und das Metall vor weiteren Oxydationen schützt. Dem Wetter ausgesetzt, verändert es mit der Zeit seine ganze Struktur und wird stark kristallin und brüchig. Während in ländlichen Gegenden das Zinkblech eine Lebensdauer von ca. 40 Jahren erreicht, sinkt diese in den Städten unter Einwirkung aggressiver Atmosphärien auf 20 bis 30 Jahre.

Um eine elektrolytische Korrosion auszuschließen, darf Zinkblech nicht mit fremden Metallen zusammen verarbeitet und eingebaut werden. Ohne größere Probleme kann Zink z. B. mit Aluminium, Blei, Edelstahl und feuerverzinktem Stahl kombiniert werden, auf keinen Fall jedoch mit Kupfer oder ungeschütztem Stahl.

Die Wärmeausdehnungszahl von Zink liegt mit 0,00003 sehr hoch. Bei 50 °C Temperaturdifferenz wächst oder schwindet ein Blechstreifen von 1,00m Länge um 1,47mm

Handelsübliche Tafelgrößen sind 0,65 / 2,00 m;
0,80 / 2,00 m; 1,00 / 2,00 m; 1,00 / 2,50 m



Kupferblech

Kupferblech ist fast unbegrenzt haltbar. An der Luft oxydiert Kupfer allmählich und erhält einen Überzug, die sogenannte „Patina“ (Grünspan) von zunächst brauner, später blaugrüner Färbung. Heutzutage jedoch oxydiert Kupfer ausschließlich braun, was durch die Luftverschmutzung (saurer Regen usw.) verursacht wird.

Die Berührung mit anderen Metallen, mit Ausnahme von Bronzeteilen und Kupferpanzerteilen, ist zu vermeiden. Kupferbleche nach DIN 1752 werden durch Walzen in Dicken von 0,1mm bis 5 mm hergestellt. Sie sind in Breiten von 30 bis 100 cm und Längen von 100 bis 300 cm im Handel (vorzugsweise 100 x 200 cm).



Aluminiumblech

Bei der Berührung von Aluminium mit Mauerwerk greifen die alkalischen Abbindestoffe von Zement, Mörtel und Beton unter Einwirkung von Feuchtigkeit das Aluminium an. Auch Berührung mit unbehandeltem Stahl und Metallen auf Kupfergrundlage muß verhindert werden. Alle Berührungsstellen sind deshalb durch einen Anstrich mit Zinkchromat oder Asphaltbitumen (keine Bleimennige) oder besser durch Unterlegen von Kunststofffolien oder ähnlichen Dichtungstoffen abzusperrern. Eine Berührung mit Aluminiumlegierungen und verzinkten oder cadmierten Stählen ist unbedenklich. Bei rostfreien und phosphatisierten Stählen empfiehlt sich ein einfacher Anstrich.

Feuchtigkeitsaufnahme aus Hölzern ist durch Anstrich des Aluminiums zu verhindern. Auch bei einer Verbindung mit Hölzern, die mit Imprägnierungen behandelt wurden, ist in jedem Falle ein Anstrich oder eine Zwischenlage zu empfehlen, wenn die direkte Verträglichkeit von Imprägnierung und Aluminium nicht gesichert ist. Bleche kalt gewalzt aus Reinaluminium und Aluminium-Knetlegierungen werden in Dicken von 0,4 mm bis 15 mm hergestellt.

Stahlblech

Stahlblech in verzinktem, verkupferten oder verbleitem Zustand besitzt nur eine verhältnismäßig geringe Lebensdauer. Beim Falzen wird der Überzug oft beschädigt und dadurch die Rostgefahr vergrößert.

Beim Falzen wird an der Außenkante der Blechtafel die metallische Schutzschicht gedehnt und an der Innenkante gestaucht. Dadurch entstehen feine Haarrisse, von denen eine erhöhte Rostgefahr ausgeht. Durch Verwitterung der metallischen Schutzschicht wird diese auch nach und nach abgetragen und das Stahlblech freigelegt, welches ungehindert rostet. Aus diesen Gründen werden verzinkte Stahlbleche nur noch in Gehenden mit wenig aggressiver Atmosphäre verwendet.

möglicher Zusammenbau von Metallen am Bau

	AL	Pb	Cu	Zn	NRS	St
AL	+	+	-	+	+	+
Pb	+	+	+	+	+	+
Cu	-	+	+	-	+	-
Zn	+	+	-	+	+	+
NRS	+	+	+	+	+	+
St	+	+	-	+	+	+

Al Aluminium
 Pb Blei
 Cu Kupfer, Kupferlegierung
 Zn Titanzink
 NRS nichtrostender Stahl
 St feuerverzinkter Stahl

Die Ausgestaltung der Details prägt die Fassade nachhaltig:
Für die meisten Ecken, Laibungen, An- und Abschlüsse werden Bauprofile benötigt. Diese müssen bei der Ausarbeitung des Detailkonzeptes aufeinander abgestimmt werden.

Ansichtsbreite der Bauprofile

Das Spektrum reicht von scharfkantigen bis zu mehreren Zentimeter breiten Profilen. Eine exakte Planung ermöglicht, die Breite aller Abschluß- und Rahmenprofile gleich zu gestalten oder in einem gewünschten Verhältnis zu variieren.

Ausladung der Bauprofile

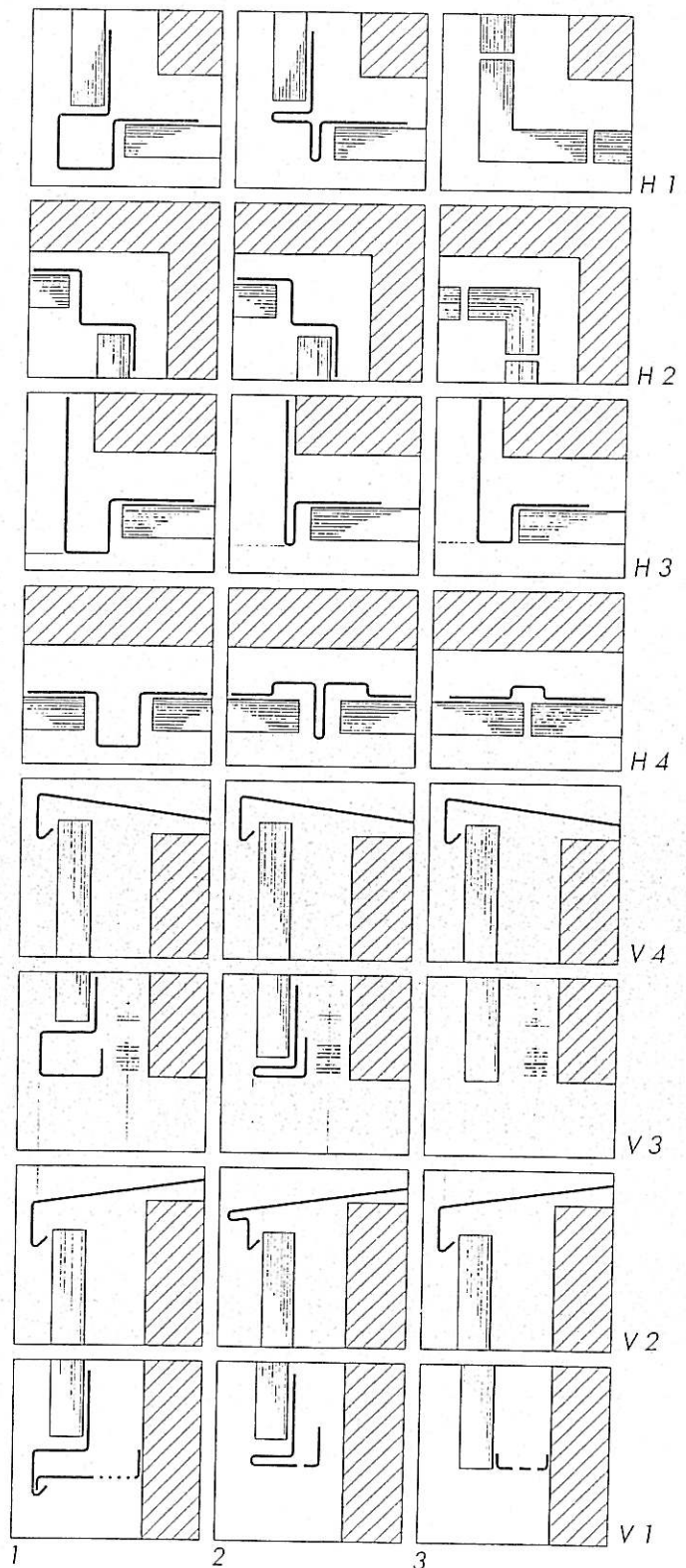
Je nach Detailkonzept werden weit aus der Fassadenebene auskragende oder flächenbündige Profile ersetzt.

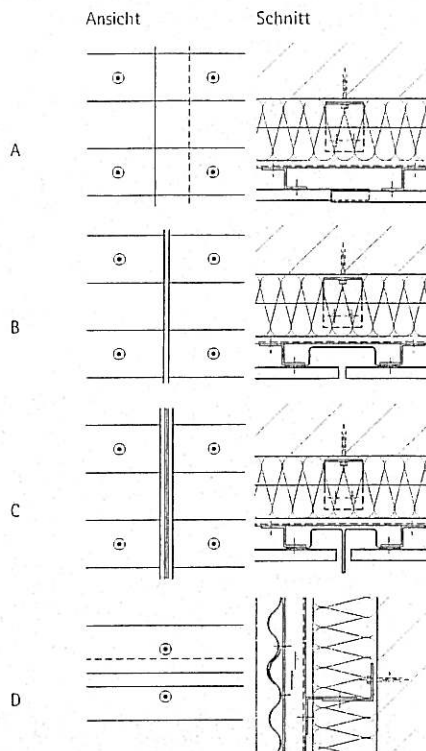
Die nebenstehende Übersicht stellt drei mögliche Prinzipien dar:

Kolonne 1:
Als Bauprofil wird ein relativ breites Rahmenprofil gewählt, das um ein bestimmtes Maß über die Fassadenebene auskragen kann.

Kolonne 2:
Ein schmales Profil wird, soweit wie möglich, fassadenbündig eingesetzt.

Kolonne 3:
Verschiedene Fassadensysteme wie z.B. Kassetten und Paneele können selbst die Gebäudeecke oder den unteren Abschluß bilden.





Fugenausbildung bei horizontaler Anwendung des Profils

Vertikalfuge

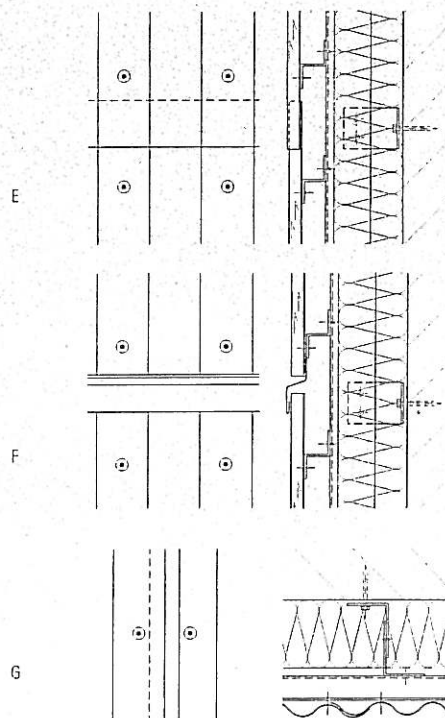
A: Überlappung
(in Profil-Längsrichtung)
Ästhetisch sehr zurückhaltende Fugenausbildung, je nach Lichteinfall ist der Stoß kaum sichtbar.

B: Offener Stoß
Sowohl Fugenbreite als auch Tiefe können variiert werden (Schattenwirkung)

C: Lisene
Mit einer aus der Fassadenfläche vorspringenden Lisene wird die Vertikalfuge betont.

Horizontalfuge

D: Überlappung
(in Profil-Querrichtung)
In der Regel werden die Profile um eine Welle überlappen.



Fugenausbildung bei vertikaler Anwendung des Profils

Horizontalfuge

E: Überlappung
(in Profil-Längsrichtung)
Der fast nahtlose Übergang von einem Profilblech zum anderen betont die Vertikale der Fassade sehr stark. Diese Art der Fugenbildung engt den Hinterlüftungsraum nicht ein.

F: Gesimsblech
Mit verschiedenen breiten Bauprofilen kann die Horizontale Fuge betont werden. Es ist darauf zu achten, daß der Hinterlüftungsraum nicht unterbrochen oder geschlossen wird.

Vertikalfuge

G: Überlappung
(in Profil-Querrichtung)
Ästhetisch sehr zurückhaltende Fugenausbildung. Bei sauberer Montage ist der Stoß kaum sichtbar.

Primäre Funktionen der Unterkonstruktion

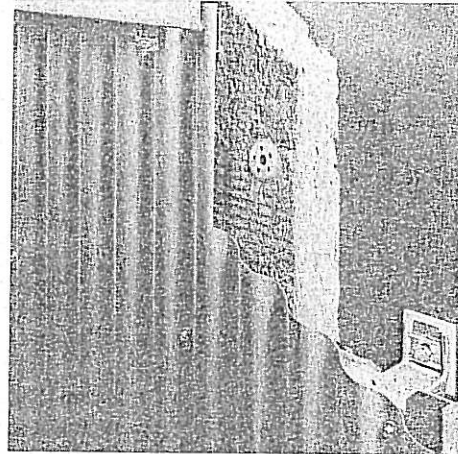
- Tragen der Bekleidung
- Ableiten der auf die Fassade einwirkenden Kräfte in die Tragkonstruktion

Untergeordnete Aufgaben

- Ausgleichen von Rohbautoleranzen
- Bildung einer vertikalen, planen Null-Ebene

An die Unterkonstruktion werden verschiedene technische Anforderungen gestellt:

- Verstellbarkeit zur Anpassung der Schienenabstände bzw. Toleranzausgleich
- geringere Wärmebrückenbildung
- Langlebigkeit durch die Verwendung korrosionsfreier Profile und Befestigungsmittel



Werkstoffe für die Unterkonstruktion

Holz

Tanne und Fichte (luft- oder ofengetrocknet), mit oder ohne Imprägnierung, sind gebräuchliche Holzsorten. Für anspruchsvolle Fassadenunterkonstruktionen hat Holz jedoch einige unerwünschte Eigenschaften:

Wird Holz mit einem zu hohen Feuchtigkeitsgehalt eingebaut, können später Verwerfungen auftreten. Unter Sonneneinwirkung trocknet Holz aus und schwindet. Dieses im Vergleich zur Metallbekleidung gegensätzliche Verhalten kann zu Spannungswellen in der Fassadenbekleidung führen.

Für kleinflächige Anwendungen wie Gaupen, Blenden und Giebelwände ist eine getrocknete Holzunterkonstruktion durchaus geeignet. Eine Verwendung bei größeren Fassadenflächen wird nicht empfohlen.

Metall

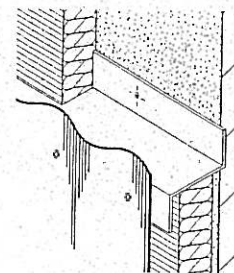
Folgende Materialien werden in der Regel verwendet :

- aluverzinkte (z.B. Galvalume) Stahlprofile
- stranggepreßte oder gekantete Aluman-Profile
- gekantete Edelstahlprofile

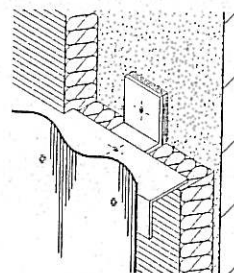
Bei Metallfassaden werden ein-, zwei- oder mehrteilige Metallunterkonstruktionen verwendet.

Vorteile der Metall-Unterkonstruktion sind

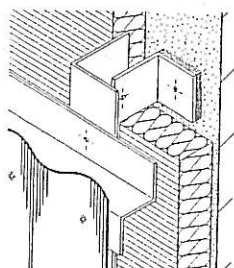
- einfacher Ausgleich von Bautoleranzen
- problemlose Bildung einer vertikalen Null-Ebene
- Kontrolle und Steuerung des Schraubenbildes
- schnelle Montage, günstige Einstandskosten
- Erfüllung der Brandschutzvorschriften



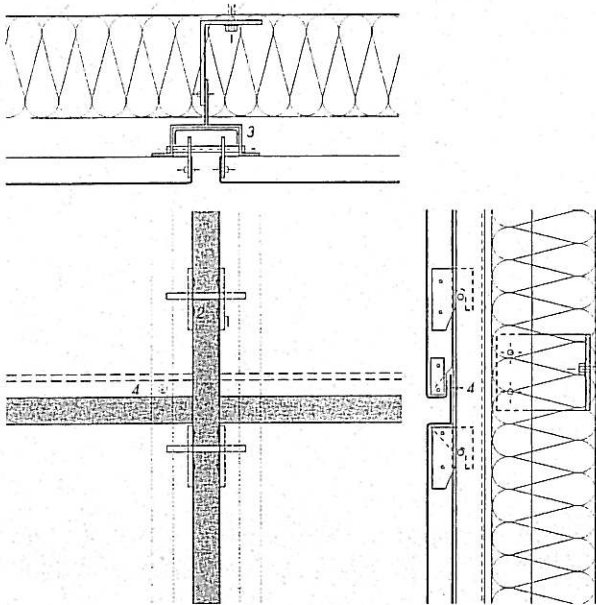
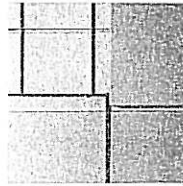
einteilige Metallunterkonstruktion



zweiteilige Metallunterkonstruktion

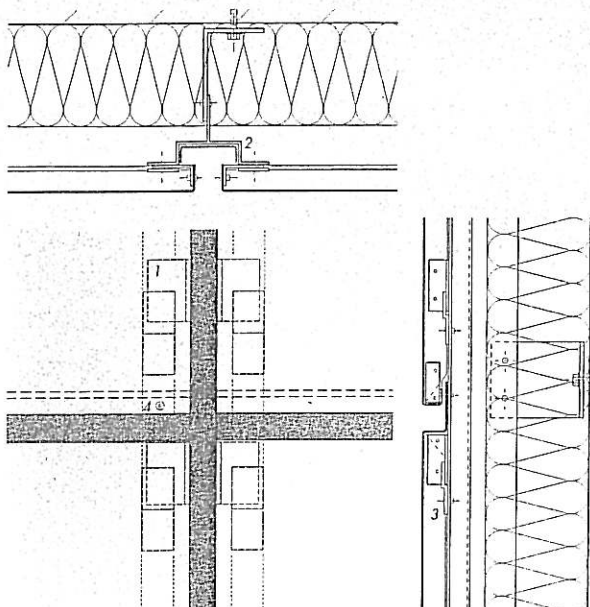


dreiteilige Metallunterkonstruktion



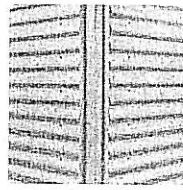
Sichtbare Befestigung

An den seitlichen Abkantungen der Kassetten werden Agraffen mit Ausfräsungen (1) angenietet. Über diese Teile wird die Kassette auf die Balzen (2) der Unterkonstruktionsschiene (3) gehängt. Jede Kassette ist mit einer Niete (4) direkt auf der Unterkonstruktionsschiene gegen Verschiebung durch Windbelastungen zu sichern.



Unsichtbare Befestigung

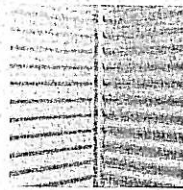
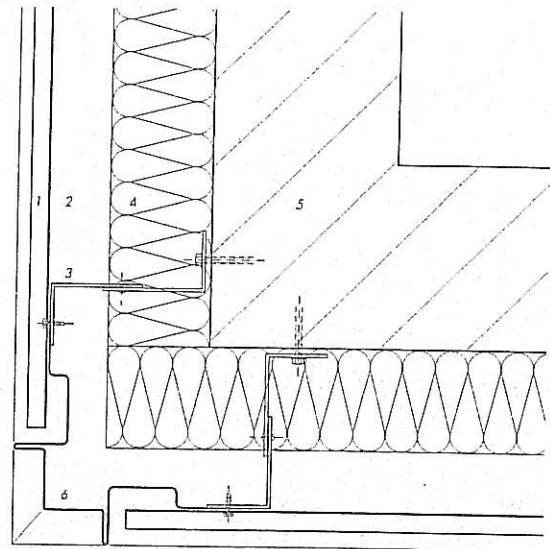
Die Kassette ist am Befestigungswinkel aus Korrosionsfreiem Metall (1) aufgehängt. Dieser ist an die seitliche Abkantung genietet und dient gleichzeitig der Eckverstärkung der Kassette. Auf dem Tragprofil der Unterkonstruktion (2) sind Z-förmige Halter (3) angebracht. Darin werden die Kassetten eingehängt. Jede Kassette ist mit einer Niete (4) direkt auf der Unterkonstruktionsschiene gegen seitliche Verschiebung durch Windbelastungen zu sichern.



Außenecke

Konstruktion

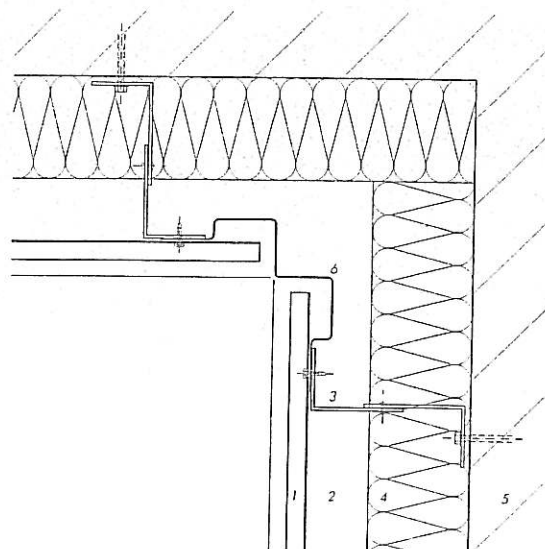
- 1 Profilblech
- 2 Hinterlüftungsraum
- 3 2-teilige Unterkonstruktion
L-Profil vertikal
Wandkonsole mit Thermostop-Unterlage
- 4 Wärmedämmung
- 5 Tragende Wand
- 6 Eckprofil

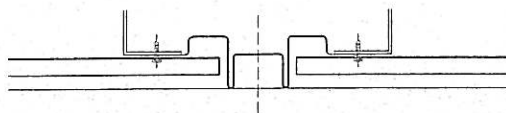
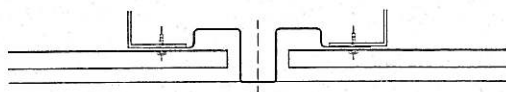
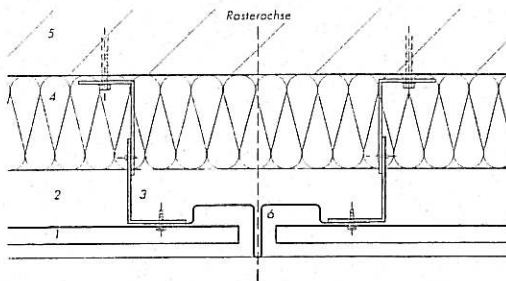
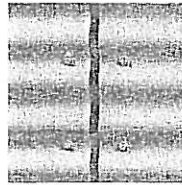
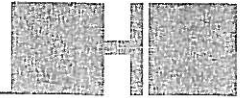


Innenecke

Konstruktion

- 1 Profilblech
- 2 Hinterlüftungsraum
- 3 2-teilige Unterkonstruktion
L-Profil vertikal
Wandkonsole mit Thermostop-Unterlage
- 4 Wärmedämmung
- 5 Tragende Wand
- 6 Eckprofil

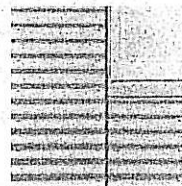




Vertikale Fugenprofile

Konstruktion

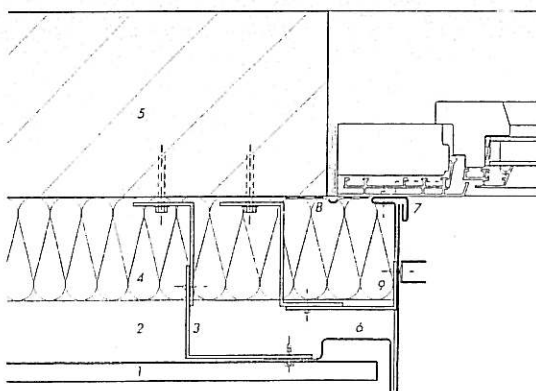
- 1 Profilblech
- 2 Hinterlüftungsraum
- 3 2-teilige Unterkonstruktion
L-Profil vertikal
Wandkonsole mit Thermostop-Unterlage
- 4 Wärmedämmung
- 5 Tragende Wand
- 6 Linsenprofil
- 7 Dehnungs-/ Ausgleichsfuge



Fensterleibung

Konstruktion

- 1 Profilblech
- 2 Hinterlüftungsraum
- 3 2-teilige Unterkonstruktion
L-Profil vertikal
Wandkonsolen mit
Thermostop-Unterlage
- 4 Wörmiedämmung
- 5 Tragende Wand
- 6 Gekantetes Leibungsprofil
- 7 Taschenprofil
- 8 Winddichtung
- 9 Haltewinkel für Führungs-schiene des Sonnen-schutzes



Wird ein Sonnenschutz eingebaut, ist die Leibung für die Montage einer Führungsschiene mit einem verdeckt eingebauten Stützprofil zu verstärken.

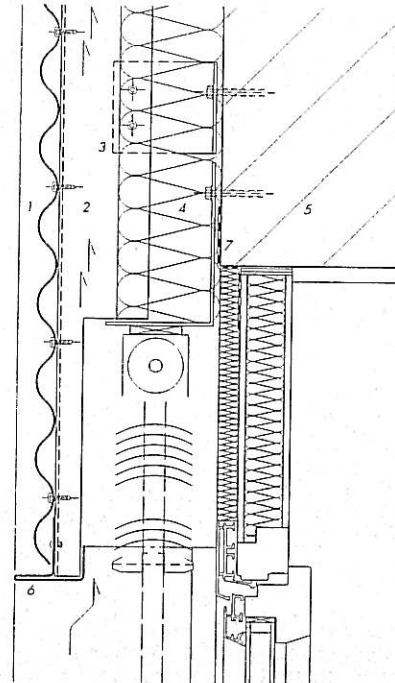


Fenstersturz

Konstruktion

- 1 Profilblech
- 2 Hinterlüftungsraum
- 3 2-teilige Unterkonstruktion
 - L-Profil vertikal
 - Wandkonsolen mit
 - Thermostop-Unterlage
- 4 Wärmedämmung
- 5 Tragende Wand
- 6 Sturzprofil

Je nach Leibungstiefe muß die Unterkonstruktion im Bereich des Sonnenschutzes ausgeklinkt werden.



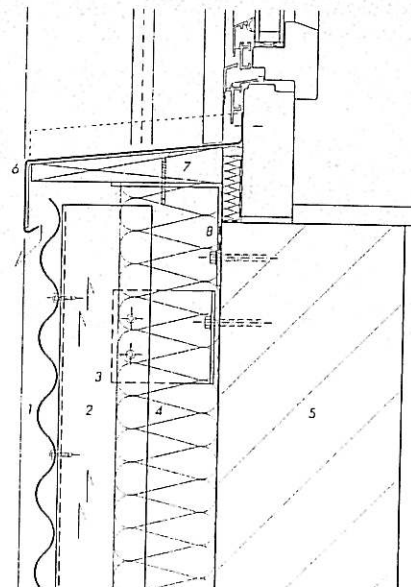
Fensterbrüstung

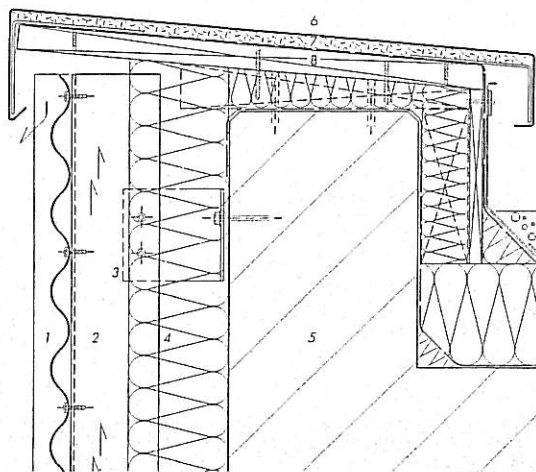
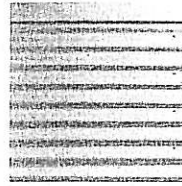
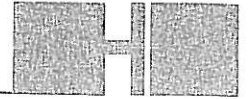
Konstruktion

- 1 Profilblech
- 2 Hinterlüftungsraum
- 3 2-teilige Unterkonstruktion
 - L-Profil vertikal
 - Wandkonsolen mit
 - Thermostop-Unterlage
- 4 Wärmedämmung
- 5 Tragende Wand
- 6 Fensterbank-Abdeckung
- 7 Holzunterlage
- 8 Winddichtung

Fensterbank

Die Befestigung der Fensterbank ist mittels Einhängestreifen möglich.
Als Alternative ist auch die vollflächige Verklebung der Fensterbank auf die Unterlage zu empfehlen.



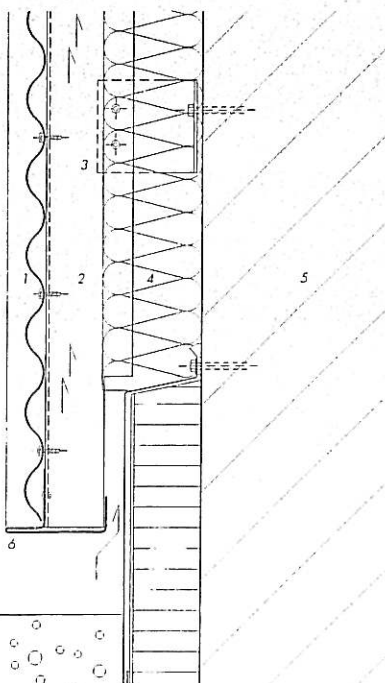
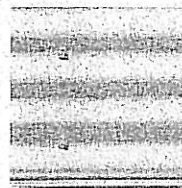


Attika

Konstruktion

- 1 Profilblech
- 2 Hinterlüftungsraum
- 3 2-teilige Unterkonstruktion, L-Profil vertikal
Wandkonsolen mit Thermostop-Unterlage
- 4 Wärmedämmung
- 5 Tragende Wand
- 6 Dachrandabdeckung
- 7 Trennlage
- 8 Holzunterlage auf Keil

Die Trennlage ermöglicht das Abfließen von unter das Abdeckblech eingedrungener Feuchtigkeit. Als Alternative ist die vollflächige Verklebung des Abdeckblechs auf die Unterlage zu empfehlen.



Sockel

Konstruktion

- 1 Profilblech
- 2 Hinterlüftungsraum
- 3 2-teilige Unterkonstruktion
L-Profil vertikal
Wandkonsolen mit
Thermostop-Unterlage
- 4 Wärmedämmung
- 5 Tragende Wand
- 6 Gekantetes Sockelprofil

Das Sockelprofil ist so auszubilden, daß der Lufteintritt sichergestellt ist und das Eindringen von Kleintieren verhindert wird. In der Regel wird zusätzlich ein Lochblech oder ein perforiertes Bauprofil verwendet.

Oberflächenbearbeitung

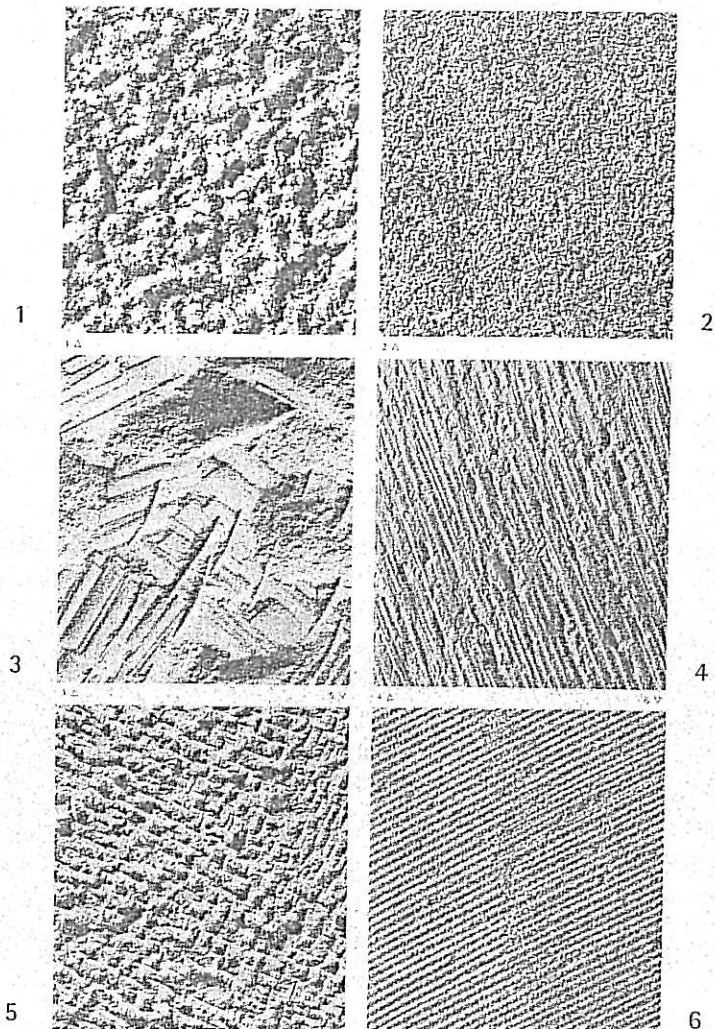
Die unterschiedlichen Bearbeitungsarten werden in der VOB DIN 18332 genannt. Üblich sind poliert, geschliffen, gesägt, beflammt, gestockt, spaltrauh. Mit Ausnahme der Politur und Beflammung sind diese bei nahezu allen Gesteinen möglich. Polierfähig sind nur die dichten und festen Gesteine, wie Granit, viele Kalksteine und Marmor. Heute gängige Oberflächenbehandlungen sind :

- *Spaltrauh* : Einige Natursteine lassen sich mehr oder weniger ebenflächig spalten.
- *Gesägt* : Mitunter werden die Platten für das gewünschte Fassadenbild sägerauh belassen.
- Für den *Schliff* bis hin zur *Politur* kommen die Platten aus dem Zwischenlager auf eine Schleifstraße, auf der die verschiedenen Schleifgrade nacheinander durch Naßbearbeitung erzeugt werden.
- Zu den durch Stoßwerkzeuge entstehenden Oberflächen gehören z. B. *gestockte* Oberflächen (mit dem Stockhammer), *gespitzte* Oberflächen (mit dem Spitzstein), *scharrierte* Oberflächen (mit dem Scharriereisen), *gezahnte* Oberflächen, Oberflächen *frei vom Hieb*, *gebeilte* Oberflächen, *gefächte* Oberflächen, *gekrönelte* Oberflächen, *geprellte* Oberflächen, *bosierte* Oberflächen. Diese Oberflächenbearbeitungen werden auch heute noch in der Regel steinmetzmäßig von Hand ausgeführt.
- Zu den durch Sonderbearbeitung entstehenden Oberflächen gehören *beflammte* Oberflächen (kurzzeitig mit einer heißen Flamme bestrichen), *sandgestrahlte* Oberflächen (in speziellen Kammern ausgeführt), *abgeriebene* Oberflächen und *gesandelte* Oberflächen.

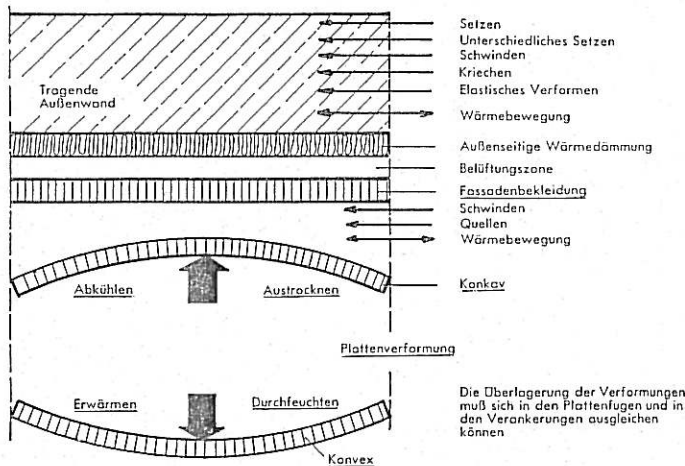
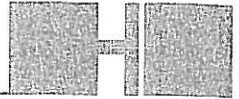
Grundlage für das Ausführen von Naturwerkstein-Fassadenbekleidungen sind :

- DIN 18515 Fassadenbekleidungen aus Naturstein, Betonwerkstein und keramischen Baustoffen vom 1. Juli 1970
- DIN 18332 Naturwerksteinarbeiten ATV der VOB
- Richtlinien für das Versetzen und Verlegen von Naturwerksteinen, Ausgabe 1972. Herausgegeben vom Deutschen Naturwerksteinverband

Naturwerkstein-Fassadenbekleidungen sollen grundsätzlich nur als hinterlüftete Fassade ausgebildet werden. Besonders stoß- und schlaggefährdete Fassadenteile, Natursteinplatten in der Regel kleiner als 0,10 m², -Mosaiken und Riemchen werden am Untergrund angemörtelt. Die unterschiedlichen Stoffeigenschaften von Bekleidung und Untergrund, sowie das in feuchtigkeitstechnischer und thermischer Hinsicht unterschiedliche Verhalten bekleideter Wände mit und ohne Hinterlüftung, müssen bei der Art der Anbringung entsprechend berücksichtigt werden.



- 1 grob gestockt
- 2 fein gestockt
- 3 bossiert
- 4 glatt gefächert
- 5 gekrönelte
- 6 scharriert



Fassadenbekleidungen unterliegen im Wechsel der Tages- und Jahreszeiten in der Regel stärkeren Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen als die dahinterliegende Wand. Durch das hierdurch bedingte unterschiedliche Verformungsbestreben von Bekleidung und Unterkonstruktion entstehen Spannungen. Infolge dieser Verformung der Natursteinplatten und Ausgleich dieser Bewegungen in den Fugen kann keine Fuge mehr vermörtelt werden. Sie säße sowieso hohl zwischen den Platten und würde zerbröckeln. Die Plattenfugen sind mit 4 mm Minstdicke entweder hohl oder entsprechend der Steinmaterialdehnung und der Dauerbelastbarkeit des Fugenmaterials mit dauerelastischen Dichtungsmassen zu schließen (dann mindestens 5 mm breit)

1 Gesteinsgruppen	2 Quellung und Kontraktion	3 Thermische Dehnung bei 100°C Temperaturdifferenz		
			Dimension	mm/m
A. Erstarrungsgesteine				
1. Granit, Syenit	0,04 bis 0,18	0,60		
2. Diorit, Gabbro	0,12 bis 0,13	0,68		
3. Quarzporphyr Keratophyr Porphyrit Andesit Trachyt Phonalyth	0,08 bis 0,10	0,53 1,00 1,25		
4. Basalt, Melaphyr	—	—		
Basallava	—	—		
5. Diabas	0,10	0,75		
B. Schichtgesteine				
6. Kieselige Gesteine				
a) Gangquarz, Quarzit, Grauwacke				
b) Quarzilitische Sandsteine	0,30 bis 0,70	1,20		
c) Sensitige Quarzsandsteine				
7. Kalksteine				
a) Dichte (Feste Kalke und Dolomite) (einschl. Marmore)	0,10	0,75		
b) Sonstige Kalksteine (einschl. Kalkkonglomerate)	0,10 bis 0,16	0,70		
c) Travertin	0,10 bis 0,12	0,68		
B. Vulkanische Tuffsteine				
C. Metamorphe Gesteine				
9.				
a) Gneise, Granulit				
b) Amphibolit	0,10 bis 0,13			
c) Serpentine				
d) Dachschiefer				

Die Minstdicke der Platten richtet sich nach der Plattengröße, der Bruchfestigkeit, insbesondere im Bereich der Ankerdornlöcher und den äußeren Lasten, wie Winddruck und Windsog. Die Dicke einer Natursteinplatte bis etwa ein Quadratmeter Fläche muß mindestens betragen bei harten Gesteinen = 30 mm bei weicheren Gesteinen = 40 - 50 mm

Verankerung

Die Platten werden bei hinterlüfteten Bekleidungen in der Regel durch im Untergrund befestigte Trage- bzw. Halteanker mit Ankerdornen, die in die Dornlöcher der Platten eingreifen, gehalten. Jede Platte soll an mindestens vier Punkten befestigt sein. Sie muß auf zwei Trageankern und von zwei Halteankern gegen die auftretenden Beanspruchungen gesichert sein.

Die Anker müssen aus geeignetem nicht rostenden Stahl bestehen.

Durch die vorhandenen Plattendehnungen dürfen die Anker nicht unzulässig beansprucht werden. Deshalb wurden für die hochgestellte und die langgestreckte Platte maximale Ankerabstände je nach Materialkonstante der Steingruppen festgelegt.

Verankerung in der Horizontalfuge

Diese Art der Verankerung kann besonders bei schmalen Wandscheiben, Pfeilern, Lisenen vorkommen. Das Plattengewicht wird hier jeweils auf zwei Trageanker abgelagert.

Diese müssen mit Haltedornen vorne in die Plattenfuge eingreifen, im Mauereinband aber das erforderliche Widerstandsmoment erbringen. Sie würden das nicht, wenn sie nicht unmittelbar hinter der Plattenrückkante gedreht wären. Bei schmalen Ankerstegen sorgt eine angeschweißte Druckverteilplatte für die Kräfteinleitung in den Versetzgrund.

Da hier nur mit Trageankern gearbeitet wird, werden diese durch die thermische Plattenbewegung horizontal beansprucht. Deshalb wurde je nach Steingruppen-Dehnwert der zulässige Maximalabstand L_h festgelegt. Dieser beträgt immer $3/5$ der Plattenlänge, weil man infolge der Windbiegebeanspruchung über den Stützen als auch im Feld etwa gleiche Momente erzielen will. Die zulässigen Plattenlängen können dann jeweils leicht ermittelt werden.

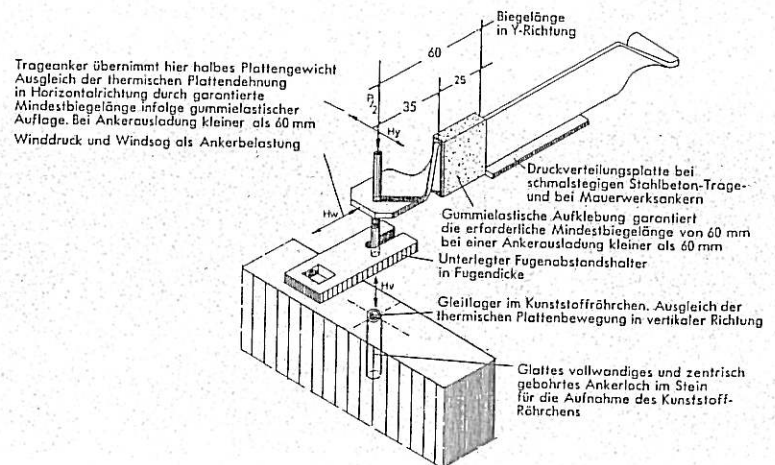
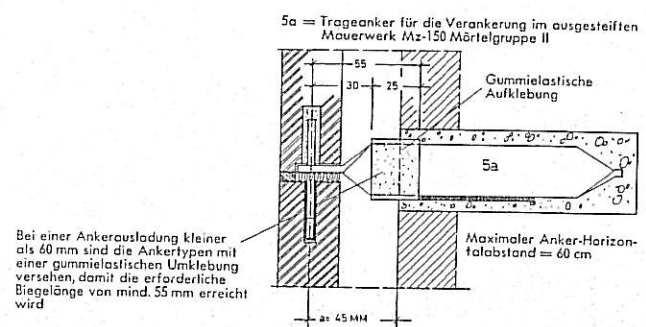
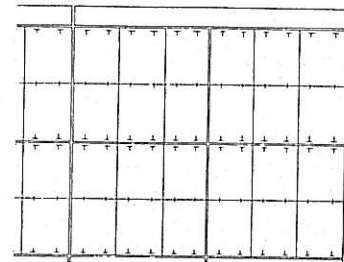
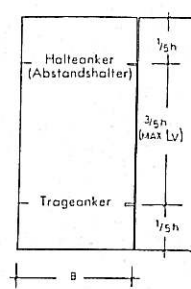
Der Anker selbst benötigt eine Mindestbiegelänge von 60 mm. Bei Ankerausladungen unter diesem Maß wird hier der Anker mit gummielastischer Umklebung versehen. Die Fugenabstandshalter garantieren nur den Ankerabstand, damit die darunter befindliche Platte Bewegungsmöglichkeit hat. Diese Abstandshalter werden nach dem Einmörteln der Anker wieder entfernt. Die Fugenabstände werden nach wie vor durch Versetzkeile hergestellt. Es darf keine kraftschlüssige Verbindung zu den Natursteinplatten mehr bestehen.

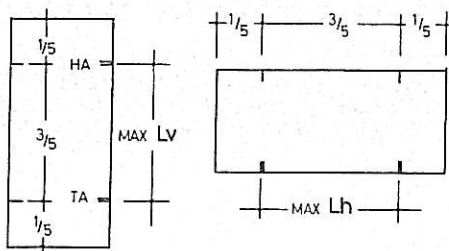
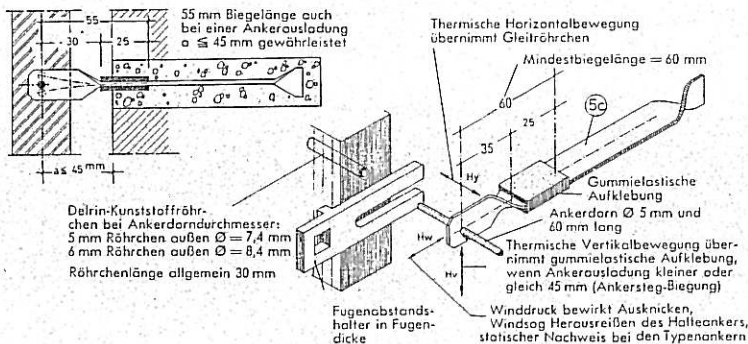
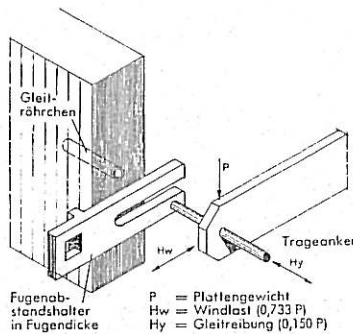
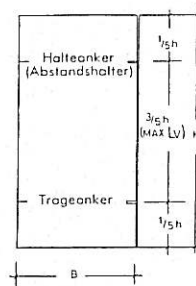
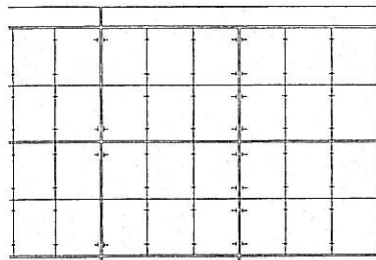
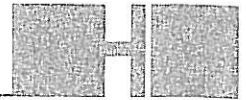
Versetzfolge:

Anker im Verankerungsgrund (Bohrloch) fixieren und untere Dornhälfte in das Gleitröhrchen einführen. Fugenabstandshalter unter Ankerkopf über Dorn schieben. Fugenabstandshalter hat Fugendicke

Anker im Verankerungsgrund kraftschlüssig einmörteln, abbinden und erhärten lassen. Bohrlöcher der nächstfolgenden Platte mit weichem, feinsandigen Mörtel füllen. Platte auf nun belastbare Anker versetzen.

Fugenabstandshalter nach dem Versetzen entfernen.





Verankerung in der Vertikalfuge

Für das Versetzen von Fassadenplatten in Wandscheiben und Brüstungen ist die Ankerordnung hier die günstigste :

- Der Trageanker unten übernimmt die Last des Platten-gewichtes, die Windlast und Gleitreibung.
 - Der Halteanker wird aus Windlast und durch die thermische Vertikalbewegung der Platten beansprucht. Damit sein Widerstandsmoment gegenüber dieser Beanspruchung klein ist, wird er durch Drehung unmittelbar hinter der Steinplatte biegeweich gemacht. Der statisch festgelegte Maximalabstand „Lv“ garantiert die zulässige Belastung.
- Damit dieser Anker auch seine statisch erforderliche Biegelänge behält, erhält er bei Ankerausladungen unter 60 mm eine gummielastische Umklebung.

Versetzfolge:

Trageanker in Bohrloch des Verankerungsgrundes einführen und Ankerdornende in Gleitröhrrchen der versetzten Platte einführen. Zuvor Fugenabstandshalter über Dornende schieben. Anker im Verankerungsgrund kraftschlüssig einmörteln. Anschließend Platte mit mörtel-gefülltem Bohrloch heranschieben, Fugenabstandshalter entfernen.

Steingruppe 1

mat. Dehnwert bis 0,75 mm/m
 $L_h = 80 \text{ cm}$ $L_v = 160 \text{ cm}$
 Marmore, dichte Kalksteine, Dolomite und Diabase, sonstige Kalksteine, Travertine

Steingruppe 2

mat. Dehnwert bis 1,00 mm/m
 $L_h = 60 \text{ cm}$ $L_v = 120 \text{ cm}$
 Trachyte (Stahlbeton nach DIN 1045, Zementmörtel)
 Gabbros und Diorite, Granite und Syenite

Steingruppe 3

mat. Dehnwert bis 1,25 mm/m
 $L_h = 48 \text{ cm}$ $L_v = 96 \text{ cm}$
 Quarzite, Porphyrite und Quarzporphyre, Sandsteine
 (Beton, Betonwerkstein)