

1 Blechzuschnitt mit dem Kurvenschneider

1.5.4 Kiemen, Schlitzen

1.5.4.1 Kiemen

Eine Kieme ist eine längliche, ausgeformte Öffnung im Blech. Anwendung z.B. Lüftungsschlitze in Maschinenverkleidungen oder Schränken.

Durch Kiemen werden durch einen kombinierten Scher- und Umformvorgang zunächst Bleche in vorbestimmter Länge mit einem Stanzwerkzeug eingeschnitten und im gleichen Arbeitshub mit diesem umgeformt (Bild 2 und 3).



2 Kiemen eines Verkleidungsbleches



3 90°-Kieme mit Werkzeug (Matrize)



4 Schlitzen einer Innenkontur



5 Gratfreies Schlitzen eines Blechringes

1.5.4.2 Schlitzen, Multishear

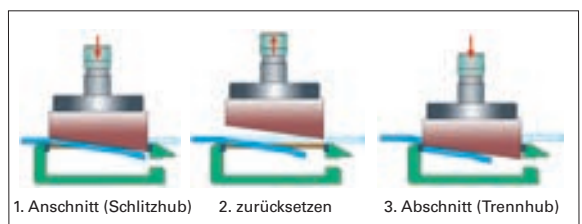
Mit Schlitzen wird ein doppelseitiges Scheren bezeichnet. Hierbei wird das Blech nicht verformt, es entsteht kein Grat an den Schnittkanten.

Gerade Kanten, insbesondere Sichtkanten, werden nicht genibbelt, sondern geschlitzt, da bei diesem Verfahren keine Ansätze zu sehen sind.

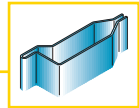
Die Schneidmesser bei handgeführten Schlitzscheren und die Stempel bei Schlitzmaschinen haben rechteckige Querschnitte. Die Schnittfläche ist angeschragt.

Eine besondere Form des Schlitzens ist das **Multi-shear**. Es wird dabei mit zwei Hüben, Schlitzhub und Trennhub, gearbeitet (siehe Bild 6).

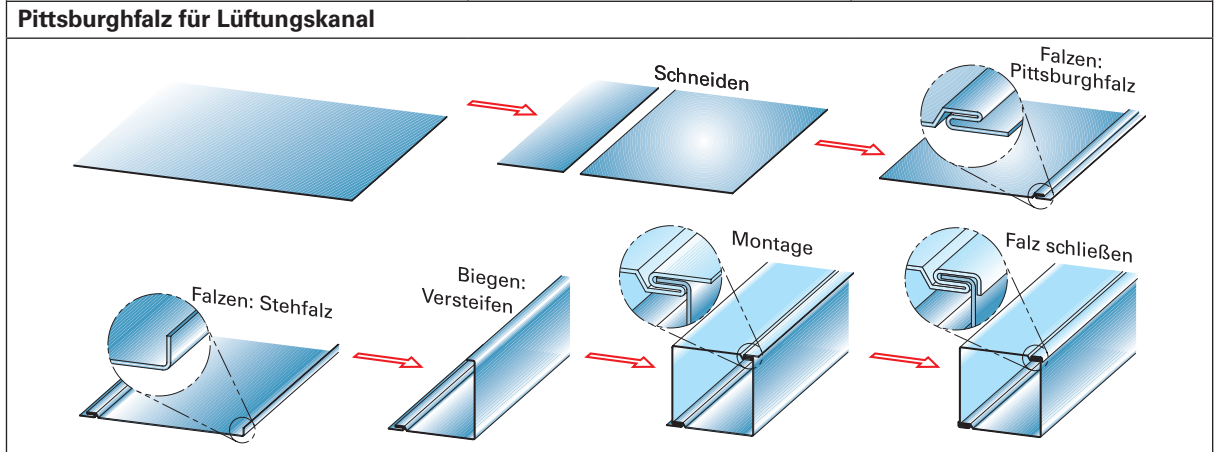
Die bleibende Schnittkante dient hierbei als Führung für den folgenden Schnitt. Es entstehen hochwertige Kanten. Das Verfahren lässt sich jedoch nur an geraden Konturen einsetzen.



6 Multishear



	<p>Zusammendrücken eines Stehfalzes an einem Lüftungsrohr mit elektrisch betriebener Handfalzschließmaschine.</p>	
--	---	--



Das Erzeugnis bestimmt die Falzart. Die Falze werden unterschieden:

- Nach der Art der Umschläge in
 - einfache und doppelte Falze.
- Nach der Lage in
 - Liege- und Stehfalze.
- Nach der Verwendung in
 - Rohr-, Längs- oder Zargenfalz,
 - Mantel-, Boden-, Eckfalz, amerikanische Falz (Spezialfalz) und
 - Schnappfalz

Falzbreiten für Längsfalze betragen je nach Werkstückgröße 5 bis 10 mm, bei Mantel-, Boden-, und Eckfalzen 4 bis 5 mm. Zu große Falzbreiten wirken unschön und erfordern breite Bördel- oder Schweifränder.

Falze für Lüftungskanäle, Fassadenelemente und Dacheindeckungen können wesentlich größer ausfallen.

An die Fassadenfalze lassen sich ohne Beschädigung gut Werbetafeln oder Lampen befestigen. An den Falzen von Dacheindeckungen können mit Klemmelementen z. B. Antennenhalterungen oder Solarelemente befestigt werden.

1.8.1.2 Falzarten

Die folgenden Darstellungen geben einen Überblick über die gebräuchlichen Falzarten.

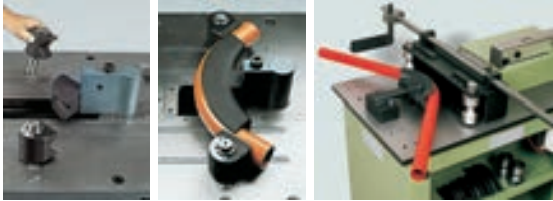
Stehender Zargenfalz	Liegender Zargenfalz nach außen durchgesetzt	Liegender Zargenfalz nach innen durchgesetzt
Stehende Falznaht	Flache Falznaht	Doppelfalznaht
Einfach stehender Mantelfalz	Einfach stehende Bodenfalznaht	Einfach liegender Bodenfalz
Doppelt liegender Mantelfalz	Doppelt stehende Bodenfalznaht	Sonderfalz für kunststoffbeschichtete Bleche
Gewöhnliche Winkelfalznaht	Amerikanische Winkelfalznaht (Pittsburgh)	Amerikanische Eckfalz nach innen durchgesetzt
Schieber (Stoßband) Werkstück Verbindung Schiebefalz (Stoßbandfalz)	Schnappfalze	
Boden + Zarge = Schnappfalz		



2.4.1.2 Rohrbiegemaschinen

Für das Kaltbiegen sind folgende Biegeverfahren üblich:

Pressbiegen



Für **starkwandige** Rohre mit **kleinem** bis **mittlerem Biegeradius**. Das Rohr wird mit einer Matrize, dem sogenannten Biegesegment, hydraulisch gegen zwei Gegenhalter gepresst und verformt. Das richtige Verhältnis von Rohrabmessung und Biegeradius muss gewährleistet sein. Für jedes Rohr und jeden Biegeradius muss einentsprechendes Biegewerkzeug vorhanden sein (vgl. Bild 1, Seite 64).

Dornbiegen (Rotationszubiegen)

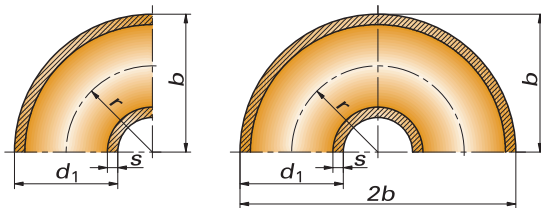


Dornbiegemaschine (vgl. Bild 5, Seite 63)

Biegekopf mit Biegerolle, Spannbacken, Dorn



Werkzeugsatz für das Rotationszubiegen, bestehend aus:
 1 Biegerolle
 2 Klemmstück
 3 Gleitschiene
 4 Dorn
 5 Faltenglätter



Radien mit dem Dornbiegeverfahren

Für **dünnwandige** Rohre mit **kleinem Biegeradius**. Ein wichtiges Biegeverfahren bei Rohren ist das Dorn- oder Ziehbiegen. Bei diesem Verfahren wird das Rohr gegen eine Biegescheibe mit dem zu biegenden Rohrdurchmesser geklemmt und dann um diese Biegescheibe gezogen. Im Rohr steckt ein an seinem Ende eingespannter Dorn, der das Innenrohr in der Biegezone ausfüllt und Faltenwurf verhindert.

Für jeden Biegedurchmesser ist eine entsprechende Biegescheibe notwendig. Es gibt manuell bediente und CNC-gesteuerte Biegemaschinen. Biegeradien von ca. 1 bis $5 \times D$ sind bei Dornbiegen möglich.

Walzen- oder Rollenbiegen



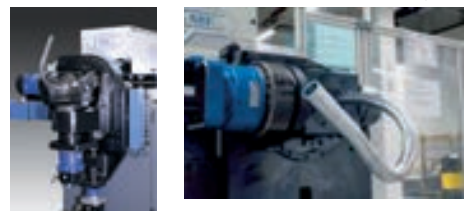
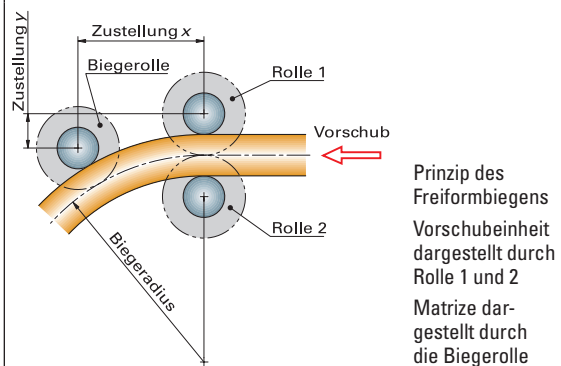
Diese Biegemaschinen gibt es in Horizontal- und Vertikalausführung.

Rohre mit sehr großem Biegeradius und Rohrschlangen werden mit diesem Verfahren hergestellt. Eine höhenverstellbare Biegewalze drückt das Rohr gegen zwei walzenförmige Gegenhalter. In alle Walzen ist der Rohrradius eingearbeitet. Es wird nicht in einem Durchlauf gearbeitet, sondern in mehrmaligem Vor- und Rücklauf bei gleichzeitiger Zustellung der Biegewalze. Höhenverstellbare Walzen ermöglichen die Fertigung von Rohrschlangen. Sehr große Rohre ab ca. 300 mm Durchmesser werden warm gebogen. Kaltverfestigung wird so vermieden, der Umformwiderstand ist geringer.

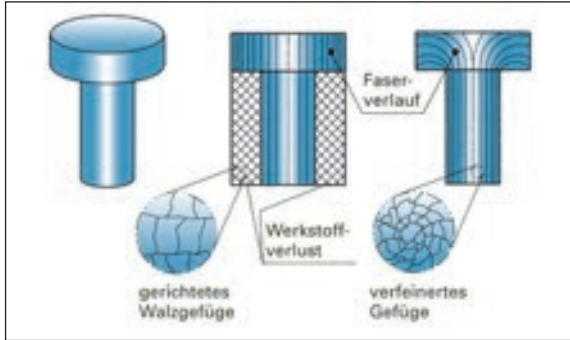
Kompressionsbiegen

Das Kompressionsbiegen (vgl. Bild 6, Seite 63) ist dem Rotationsbiegen bzw. dem Rotationszubiegen ähnlich. Bei diesem Verfahren wird jedoch das Rohr zwischen der stationären Biegerolle und einem Klemmstück eingeklemmt. Der Gleitschlitten rotiert um die Biegerolle und biegt das Rohr auf den Radius der Biegerolle.

Freiformbiegen



Freiformbiegen wird auch als Augen- oder Druckbiegen bezeichnet. Hierbei wird das Rohr von einer **Vorschubeinheit** durch eine **Führungshülse** und eine **Biegematrize** geschoben. Matrize und Hülse sind CNC-gesteuert in mehreren Achsen einstellbar. Die Lage von Hülse zur Matrize zueinander bestimmt die dreidimensionale Krümmung, das Rohr muss nicht unbedingt verdreht werden. Das Verfahren des Freiformbiegens ermöglicht es, dreidimensionale Kurven, mit Radien größer als $5 \times D$ (Rohrdurchmesser), deren Richtung sich an jedem Punkt ändern kann, herzustellen. Je nach Rohrdurchmesser und Werkstoff sind sogar Biegungen von $2,3 \times D$ möglich.



1 Schnitt durch ein Werkstück

den die Werkstofffasern werden nur umgelenkt und der Form des Werkstücks angepasst (Bild 1). Das ist besonders wichtig bei Bauteilen aus dem Großmaschinenbau wie Wellen und Kraftwerksturbinen. Sie werden hoch beansprucht, haben oft eine Masse von mehreren Tonnen und Abmessungen bis 10 m Länge und 2 m Durchmesser.

Geschmiedete Werkstücke zeichnen sich aus durch

- erhöhte Festigkeit und Zähigkeit,
- Gefügeverfeinerung durch intensives „Durchkneten“,
- gleichmäßige Struktur; die einseitige Ausrichtung des Werkstoffgitters (= Textur) durch das Walzen verschwindet.

So lässt sich allein durch Schmieden eine Steigerung der Festigkeit des Werkstoffs um bis zu 50 % erreichen. Das spart teure hochfeste Werkstoffe und verringert die Festigungszeit.

2.6.1 Werkstoffe und Temperaturen

Es lassen sich nur die Metalle und deren Legierungen schmieden, die vor dem Schmelzen einen plastischen Zustand einnehmen. Dies gilt für Stahl, viele Aluminium- und Kupferwerkstoffe, aber auch für Silber und Gold. Diese spielen aber in der Metallgestaltung nur als Überzüge eine Rolle. Die meisten Graugussarten sind nicht schmiedbar, da sie wegen des hohen Kohlenstoffgehaltes direkt vom festen in den flüssigen Zustand übergehen.

Bei Stahl ist die Schmiedbarkeit vor allem abhängig von:

- Kohlenstoffgehalt,
- Schmiedeanfangs- und Endtemperatur (Bild 2),
- Legierungsbestandteilen.

Stahl lässt sich schlecht schmieden, wenn

- der Kohlenstoffgehalt über 0,2 % ist,
- er z. B. mit Mangan legiert ist,
- die Schmiedetemperatur zu niedrig ist.

Schmiedetemperatur und Kohlenstoffgehalt von Stahl

Kohlenstoff %	Höchste Schmiedetemperatur °C	Kohlenstoff %	Höchste Schmiedetemperatur °C
0,1	1350	0,7	1170
0,2	1320	0,8	1150
0,3	1290	0,9	1120
0,4	1270	1,0	1100
0,5	1240	1,1	1080
0,6	1210	1,2	1050

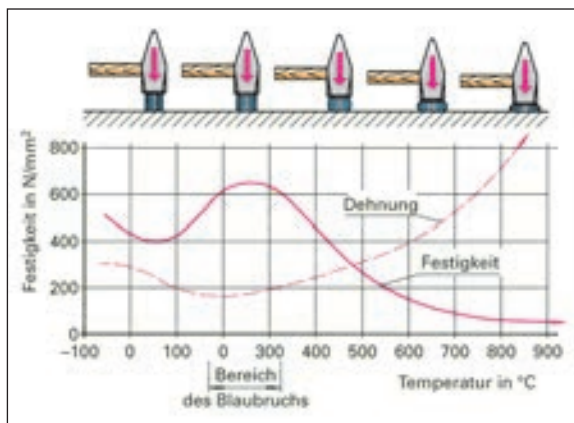
Schmiedebereich von Stählen

Werkstoff	Schmiedeanfangstemperatur °C	Schmiedendtemperatur °C
Unlegierter Stahl mit geringem C-Gehalt	1300	750
Unlegierter Stahl mit hohem C-Gehalt	1000	800
Ni- und Ni-Cr-Stähle mit hohem C-Gehalt	1300	900
Werkzeugstähle je nach Legierungsgehalt	1200	900

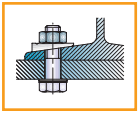
2 Schmiedetemperaturen und C-Gehalt von Stahl

Farbbezeichnung	Temperatur °C
Weiß	1250 ... 1350
Hellgelb	1150 ... 1250
Dunkelgelb	1050 ... 1150
Gelbrot	880 ... 1050
Hellrot	830 ... 880
Hellkirschrot	800 ... 830
Kirschrot	780 ... 800
Dunkelkirschrot	750 ... 780
Dunkelrot	650 ... 750
Braunrot	580 ... 650
Schwarzbraun	520 ... 580

3 Temperaturen und Glühfarben bei Stahl



4 Schmiedetemperatur bei Stahl und Einfluss auf die Formbarkeit



3 Herstellen von Konstruktionen aus Profilen

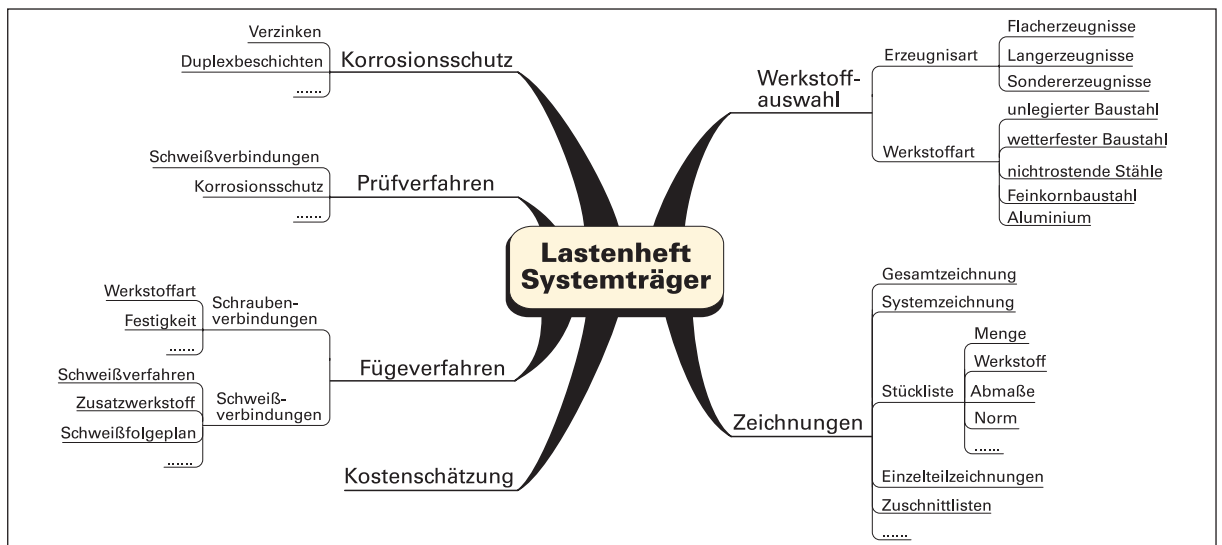
Der Systemträger (Bild 1) ist ein typisches Erzeugnis für den Stahlbau. Er kann in waagerechter oder senkrechter Lage eingebaut werden und die Fertigung ist bei entsprechender Stückzahl teilautomatisierbar. Die Fertigung des Systemträgers erfolgt als ganzes Stück, und er wird dann zum Einsatzort transportiert und montiert. Je nach Größe der einwirkenden Kräfte werden die Durchmesser/Wanddicken der Rohre und der Werkstoff angepasst.

3.1 Projekt Systemträger

Für die Ausgestaltung des Systemträgers erstellt der Auftragnehmer ein Lastenheft, in dem alle wichtigen Daten und Wünsche festgelegt werden. In einem Lastenheft für den Systemträger können folgende Festlegungen erfolgen (siehe Bild 2).



1 Systemträger



2 Übersicht Lastenheft Systemträger

3.2 Werkstoffe im Stahl- und Metallbau

Neben den gestalterischen Vorgaben müssen besonders die Belastungen bestimmt werden und dann Profil und Werkstoff ausgewählt werden. Im Stahlbau werden überwiegend Flach- und Langerzeugnisse verwendet, die auf die notwendigen Abmessungen getrennt werden und dann durch Schrauben oder Schweißen zum Enderzeugnis gefügt werden.

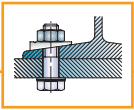
3.2.1 Stähle im Metallbau

3.2.1.1 Stahlwerkstoffe

In Werkstoffhandbüchern, z. B. dem „Stahlschlüssel“, sind eine Vielzahl von lieferbaren Stahlsorten aufgelistet. Sie unterscheiden sich in ihren Eigenschaften und in ihrer chemischen Zusammensetzung.

Steht die Verwendung im Vordergrund, so ordnet man im Metallbau nach (Bild 1, nächste Seite)

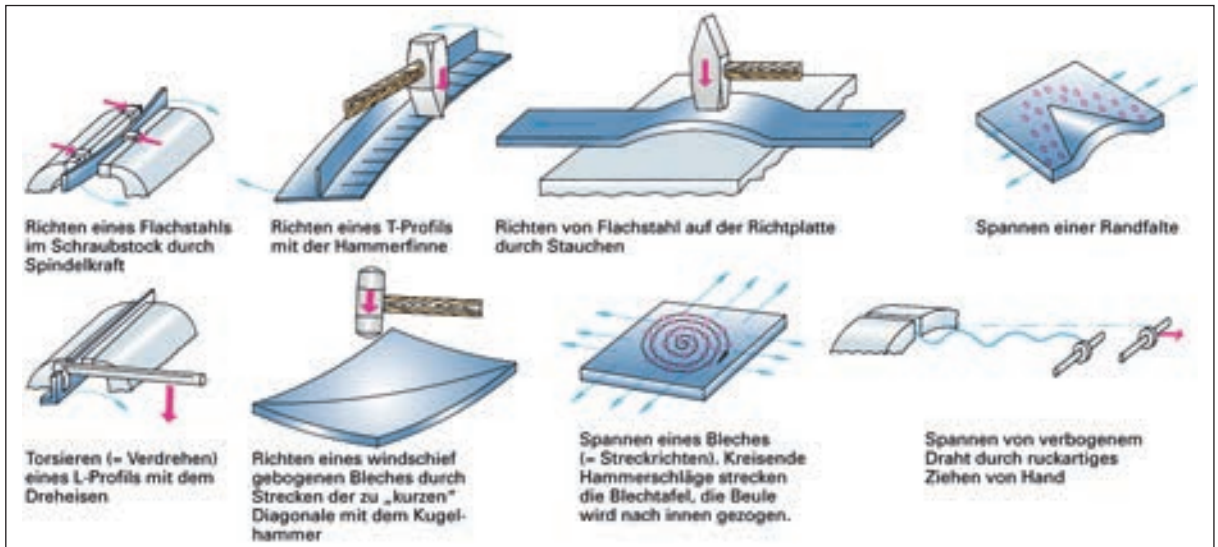
- Baustählen,
- Werkzeugstählen,
- Nichtrostenden Stählen.



3 Herstellen von Konstruktionen aus Profilen

Voraussetzung für das Kaltrichten ist, dass sich der Werkstoff im kalten Zustand verformen lässt. Er muss eine ausgeprägte Streckgrenze aufweisen, darf aber nicht zu weich sein, damit er nicht ohne Formänderung verdichtet wird. Baustahl und NE-Knetlegierungen lassen ein Kaltrichten zu, gehärtete Bauteile müssen erst weichgeglüht und nach dem erfolgreichen Richten wieder wärmebehandelt werden.

Dagegen lässt sich Grauguss mit Lamellengraphit z.B. EN-GJL-200 nicht richten – er würde sofort brechen. Mit Einschränkungen kann man auch Bauteile aus Temperguss richten, z.B. verbogene Buntbartschlüssel. Gearbeitet wird immer mit dem Schlosserhammer an der Richtplatte oder mit Hilfsmitteln, wie Beilagen, im Schraubstock (Bild 1).



1 Arbeitsbeispiele zum Kaltrichten

3.7.1.2 Kaltrichten mit Maschinen

Größere Profile ab ca. 50 mm Höhe lassen sich nicht mehr auf der Richtplatte manuell richten oder im Schraubstock gerade biegen, die dafür erforderlichen Kräfte wären zu groß. Dafür stehen hydraulische Pressen zur Verfügung, die nach dem Prinzip der Dreipunktauflage das Profil oder Rohr zwischen den beiden äußeren Richtklötzen gerade biegen (Bild 2).

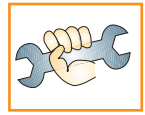
Unebene Blechtafeln werden auf Rollenrichtmaschinen wieder eben gezogen. Mehrere hintereinander angeordnete Rollen tiefen dabei die Beulen und Verwerfungen ein und ziehen das Blech wieder gerade (Bild 1, nächste Seite).

Mit einem Tastschalter wird die Durchbiegung eingestellt, der Rücklaufweg wird durch Endschalter begrenzt.



2 Richten einer Schiene

4 Montieren und Demontieren von Baugruppen



4.1 Übersicht Stahl- und Metallbaukonstruktionen

Baugruppen des Stahl- und Metallbaus unterscheiden sich hinsichtlich Einsatz und Baugröße. Bild 1 zeigt eine Produktionshalle, deren Dachkonstruktion aus Stahlstützen und Querträgern zusammengesetzt wird. Produkte des Stahlbaus sind meist Einzelkonstruktionen; allerdings wird aus Kostengründen versucht, Systeme zu entwickeln, die auf geänderte Anforderungen leicht anpassbar sind.



1 Stahlstützen

Tore (Bild 2), Türen, Fenster, Treppen u. a. m. sind typische Produkte des Metallbaus. In kleinen bis mittelständigen Betrieben werden Erzeugnisse in kleinen Serien oder als Einzelanfertigung hergestellt.

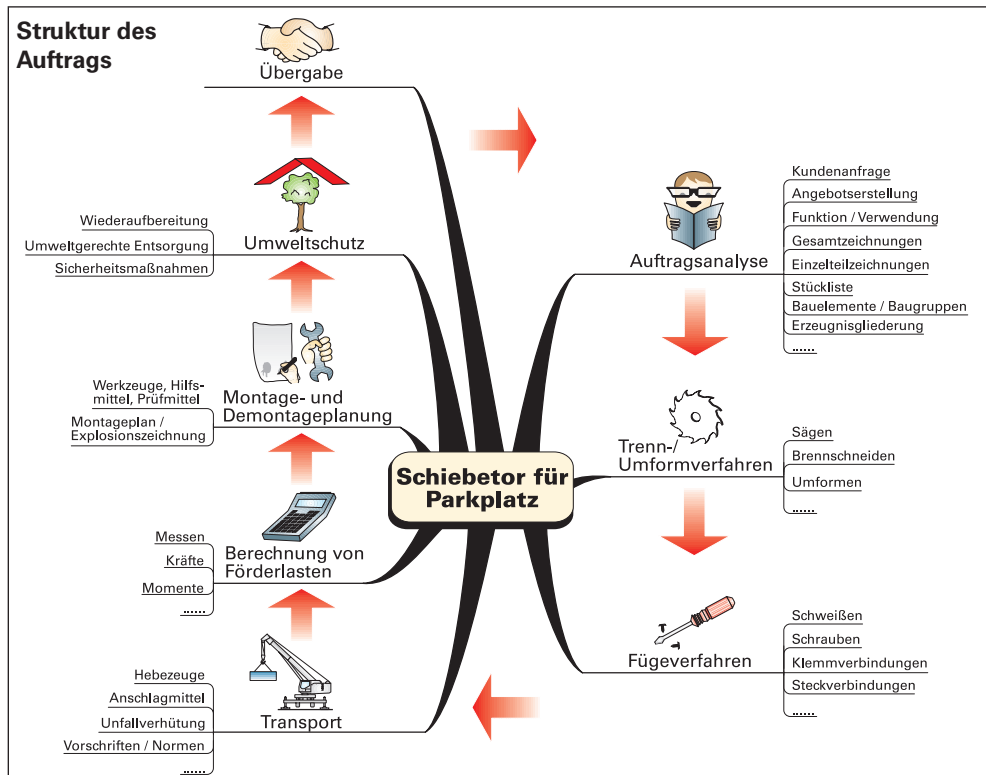
Alle Erzeugnisse des Metallbaus und Stahlbaus werden meist aus Stahl und/oder Aluminium gefertigt und setzen sich aus Blechen, Profilen und Rohren zusammen. Die auf Maß vorbereiteten Teile werden überwiegend durch Schweißen oder Verschrauben gefügt und dann beim Kunden endmontiert.

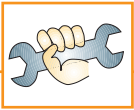


2 Schiebetor

4.2 Projekt Schiebetor

Eine Parkfläche soll nach Schließen des Ladenlokals durch ein Schiebetor gegen „wildes“ Parken und Vandalismus geschützt werden. Zu diesem Zweck sollen ein Schiebetor (s. Bild 2) aufgestellt werden. Nebenstehende Mindmap zeigt eine Struktur der Projektentwicklung.



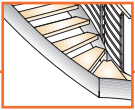


4 Montieren und Demontieren von Baugruppen

- Vor dem Transport Ablegestelle vorbereiten
 - Kleine, lose Teile in Körben transportieren
 - Verständigung mit dem Kranführer
 - Sichtverbindung sicherstellen oder Sprechfunkgeräte nutzen
 - Handzeichen unmissverständlich einsetzen
 - Geeignete Erkennungszeichen tragen, z. B. gelbe Weste, Schutzhelm ...
 - Abstimmung zwischen den Anschlägern und Kranführer herbeiführen, wer die Handzeichen gibt.
 - Nur eingeführte Handzeichen verwenden (siehe Bild 1)
- Personensicherung, Gerüste, Leitern und Arbeitsbühnen siehe geeignete Vorschriften der Berufsgenossenschaften: Stützgerüste.

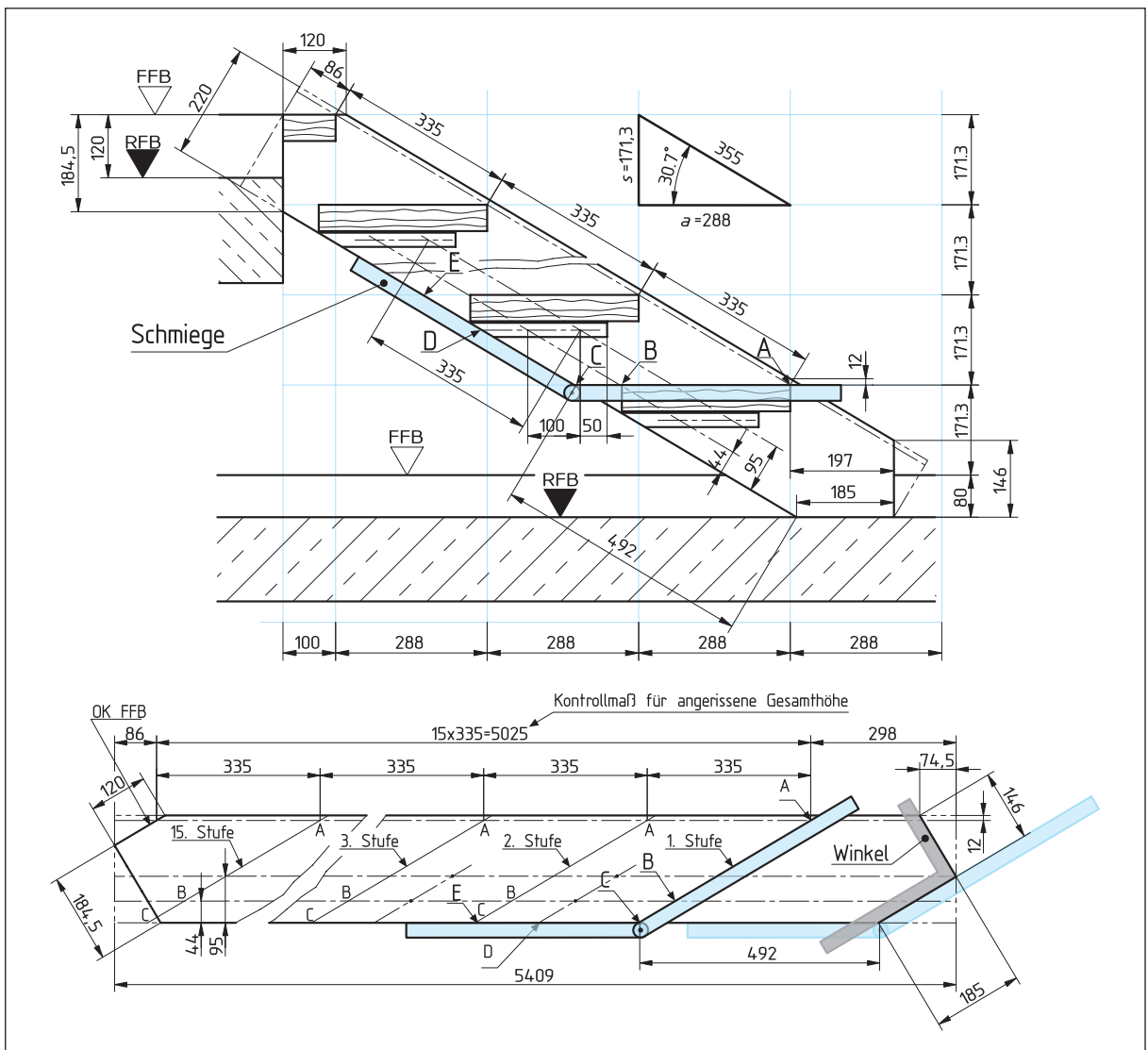
1. Allgemeine Handzeichen			
Bedeutung	Beschreibung	bildliche Darstellung	vereinfachte Darstellung
Achtung Anfang Vorsicht	Rechten Arm nach oben halten, Handfläche zeigt nach vorn.		
Halt Unterbrechung Bewegung nicht weiter ausführen	Beide Arme seitwärts waagrecht ausstrecken, Handflächen zeigen nach vorn und Arme abwechselnd anwinkeln und strecken.		
2. Handzeichen für horizontale Bewegungen			
Bedeutung	Beschreibung	bildliche Darstellung	vereinfachte Darstellung
Abfahren	Rechten Arm nach oben halten, Handfläche zeigt nach vorn und Arm seitlich hin- und herbewegen.		
Herkommen	Beide Arme beugen, Handflächen zeigen nach innen und mit den Unterarmen heranwinkeln.		
Entfernen	Beide Arme beugen, Handflächen zeigen nach außen und mit den Unterarmen wegwinkeln.		
Rechts fahren – vom Einweiser aus gesehen	Den rechten Arm in horizontaler Haltung anwinkeln und seitlich hin- und herbewegen.		
Links fahren – vom Einweiser aus gesehen	Den linken Arm in horizontaler Haltung anwinkeln und seitlich hin- und herbewegen.		
Anzeige einer Abstandsverringern	Beide Handflächen parallel halten und dem Abstand entsprechend zusammenführen.		
3. Handzeichen für vertikale Bewegungen			
Bedeutung	Beschreibung	bildliche Darstellung	vereinfachte Darstellung
Heben Auf	Rechten Arm nach oben halten, Handfläche zeigt nach vorn und macht eine langsame, kreisende Bewegung.		
Senken Ab	Rechten Arm nach unten halten, Handfläche zeigt nach innen und macht eine langsame, kreisende Bewegung.		
Langsam	Rechten Arm waagrecht ausstrecken, Handfläche zeigt nach unten und wird langsam auf- und abbewegt.		

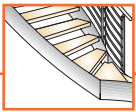
1 Handzeichen



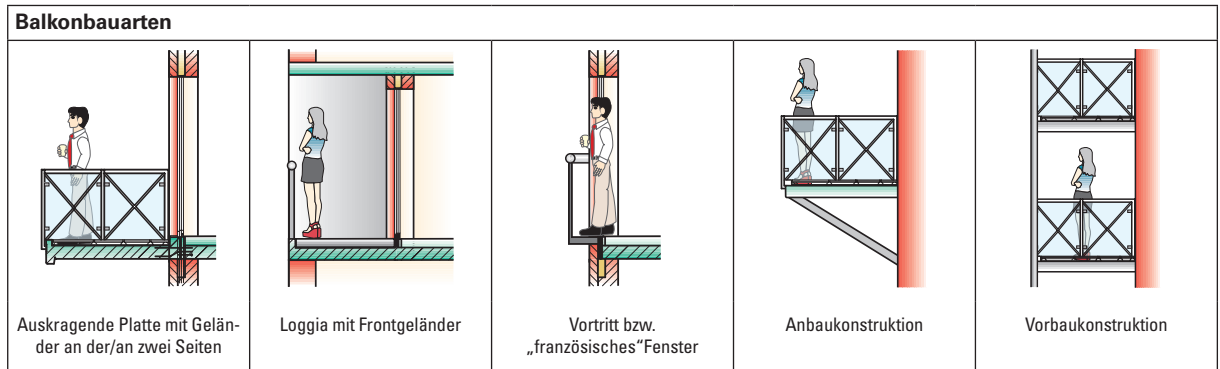
5 Konstruktionen des Metall- und Stahlbaus: Treppen und Geländer

10. Schmiege weiterschieben, bis der Punkt D an dem Breitflachstahl mit dem Punkt C an der Schmiege zusammenfällt → Abtragen der Schraubenrisse auf dem Breitflachstahl.
11. Schmiege weiterschieben, bis der Punkt E an dem Breitflachstahl mit dem Punkt C an der Schmiege zusammenfällt → Anreißen des zweiten waagrechten Auftritts.
12. Durch Übertragen der Schmiegepunkte A–E auf die Wange den nächsten waagrechten Auftritt vorbereiten und durch Verschieben der Schmiege fertig anreißen.
13. Wiederholen der Schritte 10 und 12 bis die notwendige Stufenzahl erreicht ist.
14. Gesamthöhe der angerissenen Auftritte an der Wange kontrollieren: Gesamthöhe = $15 \cdot 335 \text{ mm} = 5025 \text{ mm}$ (das Maß 335 mm ist die Hypotenuse zwischen Steigung $s = 171,3 \text{ mm}$ und dem Auftritt $a = 287,4 \text{ mm}$).
15. Anrisse kontrollieren: die Kontrolllinien als Verbindungslinien aller Punkte A und aller Punkte B müssen parallel zu den Wangenkanten verlaufen.
16. In den Punkten B mit einem rechten Winkel die Senkrechten (Steigungen) auf die Wange abtragen.
17. Oberen Wangenabschluss auf den Breitflachstahl übertragen.
18. Die Schraubenrislinien für die Befestigungsbohrungen der Stufenwinkel parallel zur Wangenunterkante mit einem Streichmaß anreißen (Maße 44 mm und 95 mm); die Schnittpunkte mit den Rislinien aus dem Schmiegepunkt D ergeben die Schraubenrisse!





Einfluss auf die Glandergestaltung haben auch die verschiedenen Arten von Balkonen (Bild 1).



1 Bauarten von Balkonen

5.8.2 Befestigungsarten – Anbindung des Glanders an den Baukörper

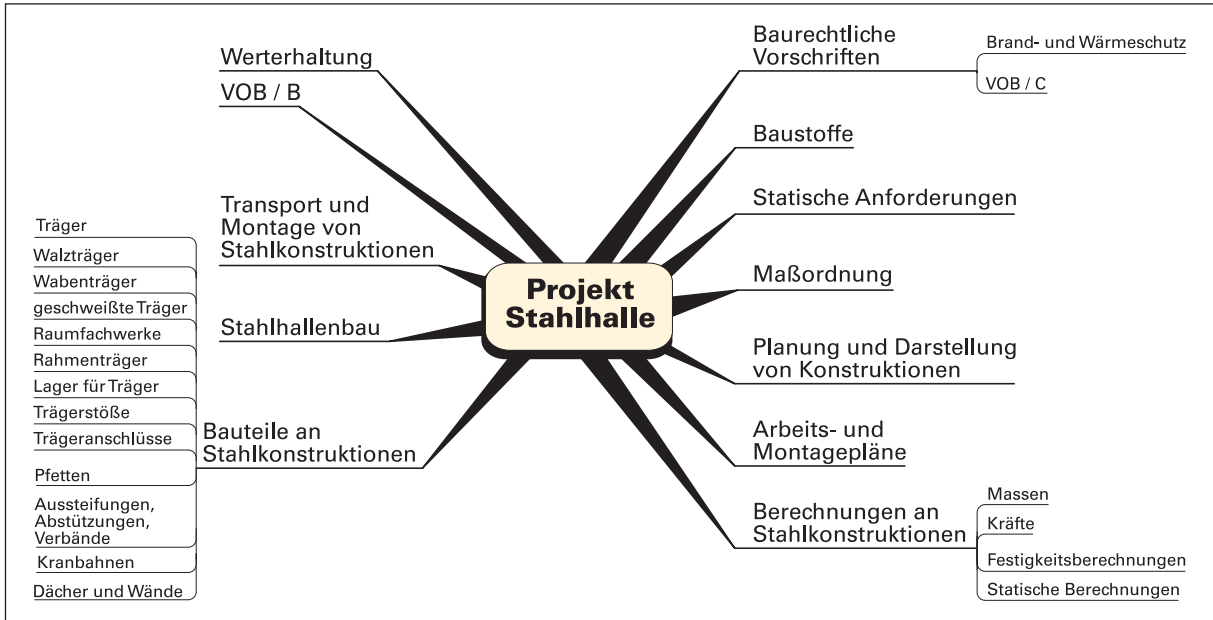
Eine weitere Variation der Gestaltung ist durch unterschiedliche Befestigungsarten an der Balkonplatte möglich. Das Glander bzw. die Glanderpfosten lassen sich verankern (Bild 2).

- auf der Oberseite der Platte (Fall A),
- an der Stirnseite der Platte (Fall B),
- unter der Balkonplatte (Fall C).

In der Regel erfolgt das Befestigen durch Dübel oder mithilfe von einbetonierten Ankerschienen. Die folgende Abbildung stellt die 3 Befestigungsarten mit ihren Vor- und Nachteilen gegenüber:

Fall A) Auf der Oberseite der Platte	Fall B) An der Stirnseite der Platte	Fall C) Unter der Balkonplatte			
Vorteile: <ul style="list-style-type: none"> • Günstiges statisches System (kurze Lasthebel, langer Gegenhebel möglich → Dubelauszugskrafte sind geringer) • Kein Gerüst zur Montage notwendig 	Nachteile: <ul style="list-style-type: none"> • Probleme mit Durchfeuchtung/Eindringen von Oberflächenwasser • Rissgefahr bei Pfostenbiegung • Befestigung nicht justierbar • Nutzbare Balkonfläche wird kleiner 	Vorteile: <ul style="list-style-type: none"> • Nutzbare Balkonfläche wird größer • Bei Anwendung von einbetonierten Ankerschienen (rechtzeitige Glanderplanung mit Lage der Pfosten notwendig): Befestigung ist justierbar • Keine Überbeanspruchung dünner Betonplatten 	Nachteile: <ul style="list-style-type: none"> • Evtl. Gerüst zur Montage notwendig • Ungünstiges statisches System (langer Lasthebel, kurzer Gegenhebel → große Dubelauszugskrafte) • Bei Dubelbefestigung: An dünnen Platten nicht anwendbar (Achsen- und Randabstände können selbst mit spreizdruckfreien Dübeln nur schwer eingehalten werden (Dubelplatte müsste größer als die Dicke der Betonplatte sein!)) 	Vorteile: <ul style="list-style-type: none"> • Kein Gerüst zur Montage notwendig • auch bei dünnen Platten mit Dubelbefestigung realisierbar • Keine Durchfeuchtungsgefahr für Dübel und Bewehrungsstahl • Der gesamte Balkonraum ist nutzbar 	Nachteile: <ul style="list-style-type: none"> • Statisches System schlechter als Fall A (längster Lasthebel, aber langer Gegenhebel möglich) • Optische Beeinträchtigung des darunter liegenden Balkons

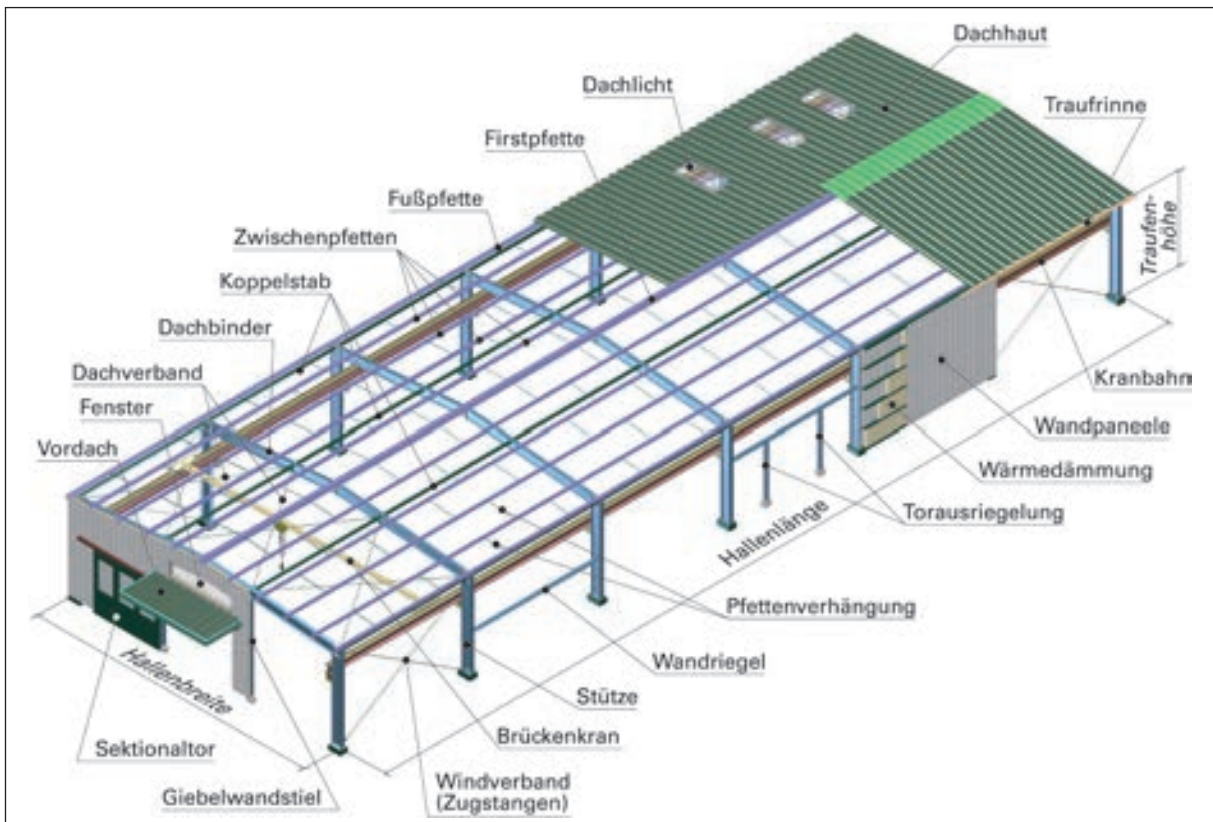
2 Befestigung von Glanderpfosten

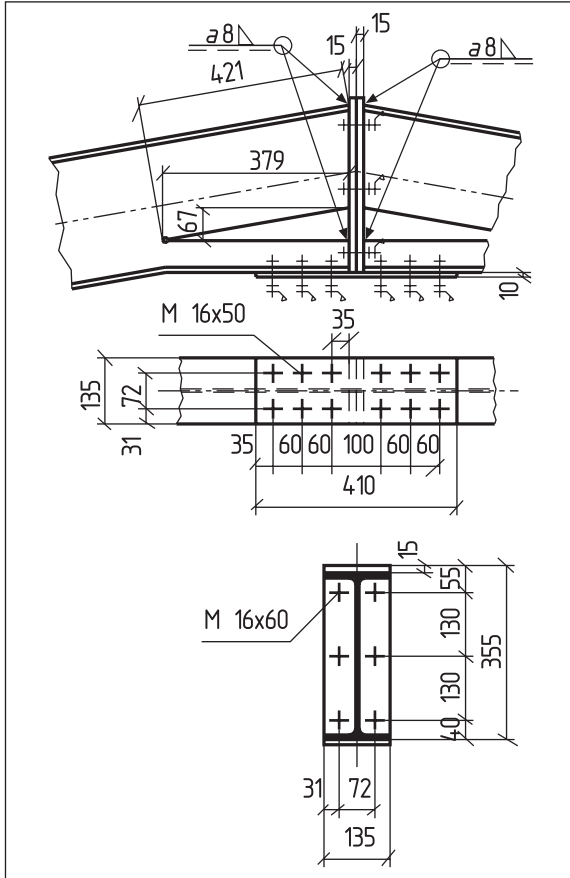


1 Entscheidungshilfe

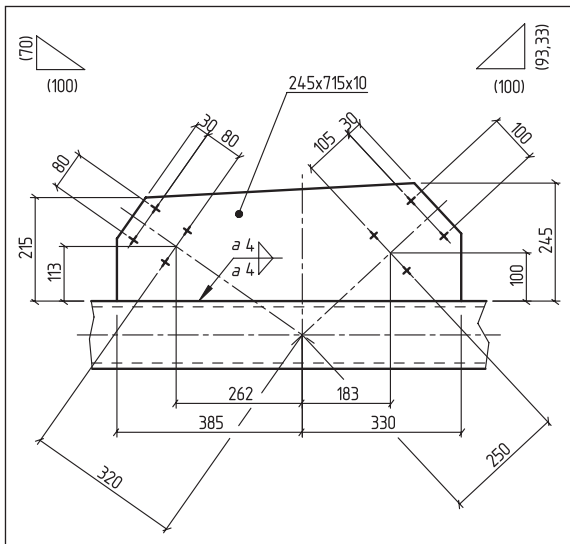
Als ein erster Schritt wird eine Übersichtszeichnung erstellt, die dem Kunden einen Eindruck seines Projektes vermittelt. Anschließend werden von der

Halle Ansichten und Schnitte erstellt, die für die Detailplanung und für die Montage genutzt werden.





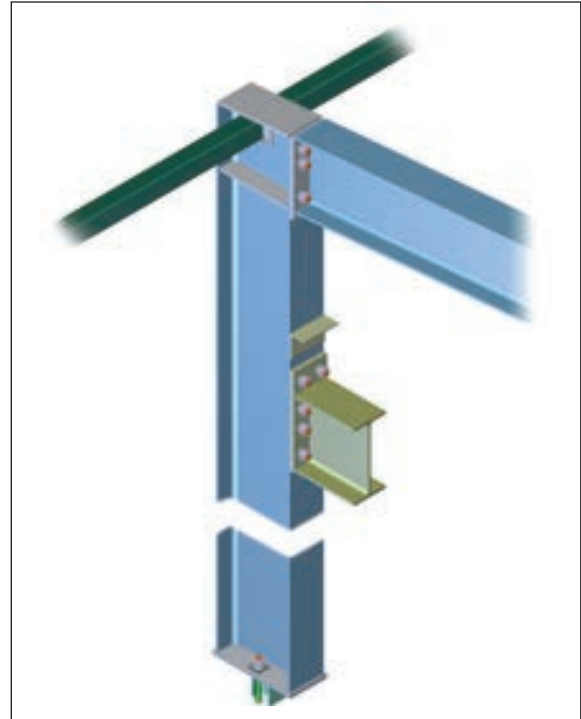
1 Einzelteilzeichnung Knoten 3



2 Einzelteilzeichnung für Knoten mit Knotenblech

Bei Knotenpunkten mit Knotenblechen und Schraubanschlüssen wird zusätzlich die Neigung der Schwerpunktlinien durch „Neigungsdreiecke“ angegeben. Die Maße auf den Neigungsdreiecken

entsprechen den Koordinatenabständen der Knotenpunkte oder können vereinfacht auf 100 bezogen eingetragen werden. Löcher werden durch Symbole dargestellt. Die Dicke des Knotenblechs sowie die Maße des umgebenden Rechtecks werden zusammenhängend mit einer Bezugslinie eingetragen. Ein Beispiel zeigt Bild 2.



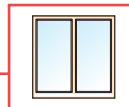
3 Raumbild eines Knotens

Für den Auftraggeber werden Zeichnungen als Raumbild der Baugruppe oder im eingebauten Zustand erstellt. Ein Beispiel zeigt Bild 3. Eine Stückliste wird nach der Konstruktion vor der Fertigstellung erstellt.

6.6 Arbeits- und Montagepläne

Damit der Rahmen (s. Kapitel 6.5) fach- und sachgerecht gefertigt und montiert werden kann, werden **Arbeitspläne** mit allen wichtigen Fertigungsangaben erstellt, z. B.:

- Profillängen und -schnitte
- Schweißpläne mit Schweißverfahren und -toleranzen
- Schweißüberwachung
- Anzugsmomente von Schrauben
- ...



- **Distanzklötze** halten den Abstand zwischen Scheibenkante und Falzgrund des Flügels. Sie verhindern ein Verrutschen der Scheibe.
- **Tragklötze** leiten das Scheibengewicht in den Flügelrahmen ein; bis auf Sonderformen gilt: Eine Scheibe ruht grundsätzlich auf zwei Tragklötzen. Würde eine Scheibe nicht verklotzt, dann würde das Scheibengewicht den Flügel an der Griffseite nach unten ziehen. Der Drehpunkt liegt dabei immer im unteren Ecklager.

Zu beachten ist, dass die Klötze den Dampfdruckausgleich nicht behindern und anfallendes Tauwasser und eindringendes Wasser aus Schlagregen ungehindert ablaufen kann.

7.3 Funktionsgläser an Metallbaukonstruktionen

Glas ist durch seine positiven Eigenschaften wie Lichtdurchlässigkeit und ausreichende Festigkeit für die Verglasung von Metallbaukonstruktionen und als raumabschließendes Element bestens geeignet. Es findet deshalb nicht nur im Fenster- sondern auch im Fassaden- und Geländerbau zunehmend Verwendung. Je nach Anforderung an ein Fenster oder ein Bauwerk aus Glas wählt man die dafür geeigneten Funktionsgläser. Man spricht von **Funktionsglas**, weil man durch Behandlung, Beschichtung und Kombination von Scheiben eine Verglasung mit genau definierte Eigenschaften versehen kann. Glas lässt sich unterscheiden:

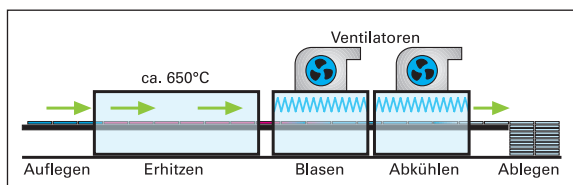
nach der Herstellung und Behandlung in	nach Aufgaben und Verwendung in	nach dem Aufbau der Verglasung in
Scheiben aus <ul style="list-style-type: none"> • Bauglas (Ziehglas) • Floatglas • ESG-Glas • TVG -Glas • Drahtglas 	<ul style="list-style-type: none"> • Mehrscheiben-Isolierglas (MIG), • Wärmefunktionsglas, • Sonnenschutzglas, • Schallschutzglas, • Brandschutzglas, • Verglasungen mit Sicherheitseigenschaften, • Selbstreinigendes Glas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Einfaches Bauglas • Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) • Verbund-Sicherheitsglas (VSG) • Brandschutzglas • Mehrscheiben-Glas (MSG)

7.3.1 Funktionsglas: Herstellung und Behandlung

Einfaches, durch Ziehen gewonnenes **Bauglas** wird nur noch im Gewächshausbau verwendet. Es wird in Dicken von 3–5 mm hergestellt, bricht leicht in langen Spitzen und ist an den Längsschlieren in der Glasfläche leicht erkennbar.

Floatglas ist ein klardurchsichtiges **Spiegelglas**, das als Endlosband hergestellt wird und abgelängt in Scheiben mit ca. 3 x 5 m zu den Glasveredlern kommt. Dort wird es je nach weiterer Verwendung

- beschichtet zu Sonnen- und Wärmedämmglas,
- chemisch im Gasbad oberflächengehärtet,
- durch Erwärmen und anschließendes Abkühlen in kühler Luft zu Einscheibensicherheitsglas (ESG),
- durch weitere Wärmebehandlung zu teilvorgespanntem Glas (TVG-Glas).



1 Herstellung von ESG-Glas

Unbehandeltes Spiegelglas wird im Wohnungsbau wegen seiner Bruchempfindlichkeit nicht mehr verwendet.

Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) nach DIN 12150-1 ist ein thermisch vorgespanntes Glas. Die Scheibe wird auf das Fertigmaß zugeschnitten, im Ofen auf ca. 600 °C erwärmt und anschließend in kalter Luft abgeschreckt. Die hohen Zugspannungen auf den Außenflächen machen ESG schlagfest und unempfindlich gegen Temperaturschwankungen. Es findet Verwendung in Geländerfüllungen, Ganzglas-türen, Fassaden und Sporthallen, wobei man mit einer Biegefestigkeit von 50 N/mm² rechnen kann. Bei Bruch zerfällt es schlagartig in zahllose kleine rundkantige Krümel.

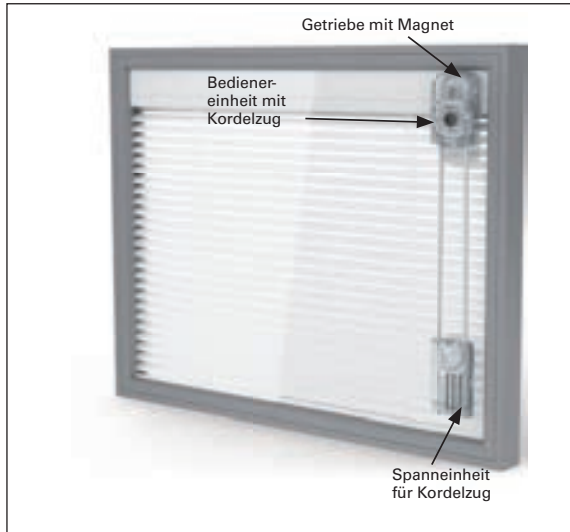


Bruchbild ESG-Glas

Im Gegensatz zu herkömmlichem Glas, das im Bruchfall scharfkantige, dolchartige Glassplitter und -scherben bildet, entsteht bei ESG durch Zerstörung des Spannungsgleichgewichts ein engmaschiges Netz von kleinen, meist stumpfkantigen Glaskrümeln, wodurch die Verletzungsgefahr erheblich gemindert wird.



Unproblematisch ist auch die Kraftübertragung über ein Getriebe mit einem berührungslos arbeitenden Magneten. Auch hier bleibt der Randverbund der Glasscheibe undurchdrungen und absolut gasdicht (Bild 1).



1 Sonnenschutz im Scheibenzwischenraum – Antriebssysteme

7.7.4.1 Starre Sonnenschutzanlagen

Starre Beschattungsanlagen

findet man häufig als Großlamellensysteme an der Südost- bis Südwestseite von Gebäuden mit großen Fensterflächen. Sie sind bei entsprechender Befestigung vollkommen windstabil und können auch an hohen Fassaden mit starker Windbelastung eingesetzt werden. Starre Lamellensysteme besitzen aufgrund ihrer feststehenden Konstruktion gegenüber beweglichen Sonnenschutzsystemen eine längere Lebensdauer, sind wartungsfrei und lassen sich schnell und einfach reinigen. Sie können allerdings nicht an die Sonneneinstrahlungsverhältnisse angepasst werden. Starre Lamellensysteme in Systembauweise werden sowohl in senkrechter als auch in waagerechter Ausführung angeboten und bieten kostengünstige Lösungen in den verschiedensten Materialien (Aluminium, Stahl, Glas). Je nach Größe der Abstände zwischen den einzelnen Lamellen kann die Transparenz des Sonnenschutzes stark variiert werden. Für die Befestigung an der Fassade werden entsprechende Zubehörteile von den Systemherstellern angeboten. Als außen liegende Sonnenschutzanlagen können auch Gitterroste eingesetzt werden. Neben dem



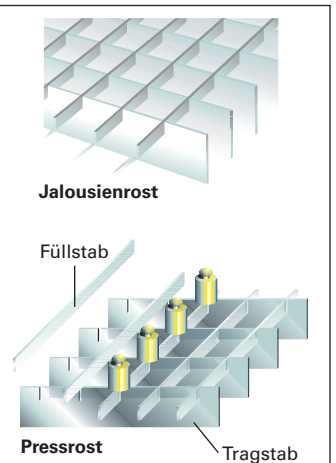
2 Starre Lamellenbeschattung



Befestigungsmöglichkeiten von Lamellen



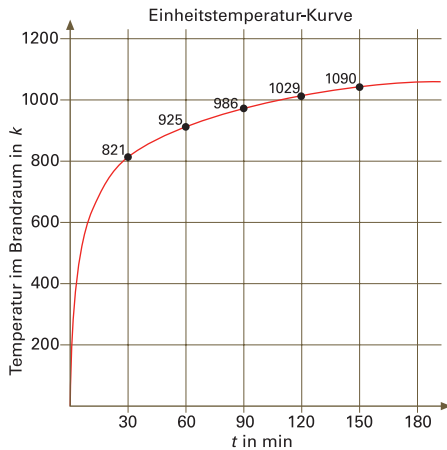
Fassadengitterroste als Sonnenschutz und Wartungsstege



3 Fassadengitterroste als Beschattung



ren. Anschließend wird das Türsystem in einem genormten Brandversuch auf seine Funktionstüchtigkeit (kein Feuerdurchbruch – begrenzter Temperaturanstieg am Türblatt) geprüft (siehe Bild 1).



Brandversuch

- Prüfung von drei Türen aus einer Bauserie
- nach einer genormten Einheitstemperaturkurve auf der Bandseite und Bandgegenseite
- auf der feuerabgewandten Seite darf
 - keine Temperaturerhöhung von mehr als 180 °C auftreten
 - ein angehaltener Wattlebausch sich nicht entzünden
 - keine Flamme durchschlagen
- während des Prüfzeitraums müssen alle Beschläge funktionsfähig bleiben

1 Brandversuch anhand der Einheitstemperaturkurve

Jede geprüfte Tür erhält eine CE-Kennzeichnung nach DIN EN 16034, aus der die Eigenschaften der Tür hervorgehen (siehe Bild 2):

CE		CE-Kennzeichen
Türenwerk Musterbau KG Musterstr. 246, D-35123 Musterstadt Deutschland		Name und Anschrift des Herstellers
2014		Jahr der Anbringung des Kennzeichens
Tür-Modell: Spessart 205 BS 130701/HM-4711/743		Angabe des Türmodells und der Produkttypnummer
LE/DoP-Nr. 008/CPR/2015-08-14		
EN 16034:2014 EN 14351-2:2014		Angewendete Europäische Normen
Innentüre mit Anforderungen an den Feuerschutz und/oder Rauchschutz		Verwendungszweck des Produkts
EN 16034		
Feuerwiderstand	E _l 30	Feuerschutz-Eigenschaften und Klassifizierung entsprechend der DIN EN 16034
Rauchschutz	S ₂₀₀	
Fähigkeit zur Freigabe	Freigegeben	
Dauerhaftigkeit der Fähigkeit zur Freigabe	Freigabe aufrechterhalten	
Selbstschließung	C	
Dauerhaftigkeit der Selbstschließung – gegenüber Qualitätsverlust (Dauerfunktionsprüfung) – gegenüber Alterung (Korrosion)	5 erzielt	

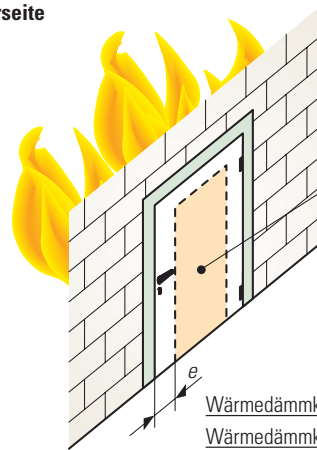
2 CE-Kennzeichen für Feuerschutztüren

Aus dem CE-Kennzeichen lassen sich die Feuerwiderstandseigenschaften der geprüften Tür ablesen: **E I₂ 30 S₂₀₀ C5**

Es bedeuten:

- E = fester Raumabschluss (Etancheite) – steht hier für Tür ((französische Schreibweise))
- I₂ = Wärmedämmung bei Brand – mit Angabe der Temperaturmessstellen am Türblatt (vgl. Bild 3)
- 30 = Feuerwiderstandsdauer in Minuten
- S₂₀₀ = Rauchschutz gewährleistet auch bei heißen Rauchgasen von 200 °C (vgl. Rauchschutztüren Seite 351)
- C5 = Selbstschließende Tür mit mindestens 200.000 Prüfzyklen

Feuerseite



feuerabgewandte Seite

Temperatur-Messstellen über das Türblatt verteilt, ausgenommen der Randbereich *e*.

Anforderungen:
mittlerer Temperaturanstieg ≤ 140° C
max. Temperaturanstieg ≤ 180° C

Wärmedämmklasse I1 ≥ e ≤ 25 mm
Wärmedämmklasse I2 ≥ e ≤ 100 mm

3 Temperaturmessstellen beim Brandversuch an Feuerschutztür

Allgemeine Anforderungen an Brandschutztüren

Alle Brandschutztüren müssen weitere Anforderungen erfüllen. Sie müssen

- aus jedem Öffnungswinkel selbst schließen
- in Fluchrichtung öffnen und
- eine Dauerfunktionsfähigkeit von 25 Jahre aufweisen.

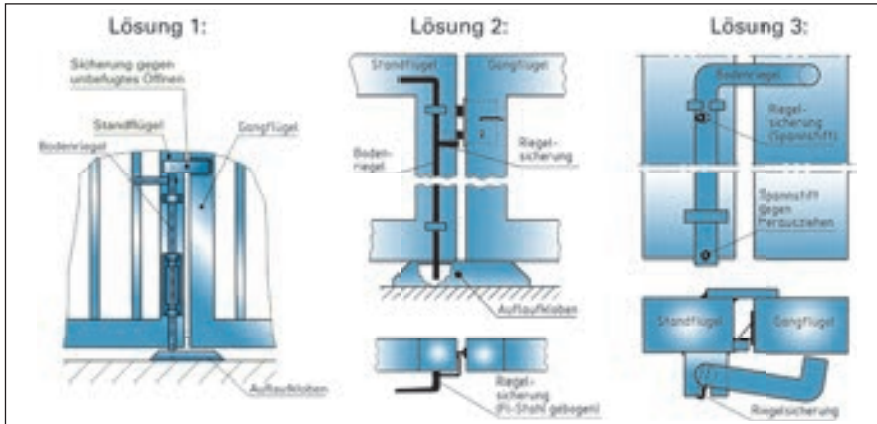
Je nach Bauart werden entweder Federbänder oder Türschließer benötigt. Türen, die in der Regel offen stehen sollen, brauchen außerdem eine Feststellanlage, einen oder mehrere Feuermelder und bei zweiflügeligen Anlagen zusätzlich einen Schließfolgeregler.

Aufbau von Feuerschutztüren

Feuerschutztüren werden in zweierlei Bauformen gefertigt:

- Türen aus Stahl- oder Aluminiumprofilsystemen
- Türen aus doppelwandigem Stahlblech

Stahlprofilüren werden aus dekorativen Gründen mit Aluminium-Deckprofilen verkleidet. Als Brandschutzisolierung fungieren spezielle Fiber-Silikat-Platten, welche die innere mit der äußeren Stahl-Halbschale des Flügel- und Zargenrahmens verbinden (thermische Trennung). Das tragende Element dieser Türen ist der Stahlrahmen; Stahl ist der für den Brandschutz geeignetste Werkstoff. Bild 1, Seite 348 zeigt eine zweiflügelige verglaste Feuerschutztür T90 in der Werkstoffkombination Stahl/Aluminium. Neben Rahmen und Verglasung müssen sämtliche Beschläge brandschutzgeeignet sein. Türen ab T90 benötigen ein sogenanntes Dreifallenschloss, damit die geforderte Flammendichtigkeit bei den hohen Temperaturen gewährleistet wird. Dreifallenschlösser ermöglichen einen 3-Punkt-Anschlag des Flügels in der Zarge und verhindern einen zu großen Verzug der Bauteile.



1 Riegelsicherungen gegen Hochziehen des Bodenriegels

Torfeststeller in verschiedenen Ausführungen sichern den Gehflügel in geöffnetem Zustand vor unbeabsichtigtem Zufallen (Bild 2). Sie können im Boden oder an einer seitlichen Wand befestigt werden. Der Standflügel wird am einfachsten mit dem Bodenriegel gesichert.



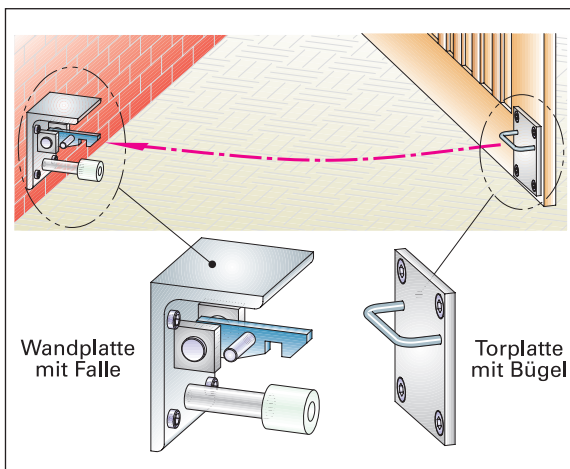
2 Torfeststeller

Zum „Anschlagen“ der Flügel an den Pfosten verwendet man meist zwei- oder dreiteilige Bänder, verstellbare Bänder oder die Lagerung mittels Hals-eisen und Pfanne.

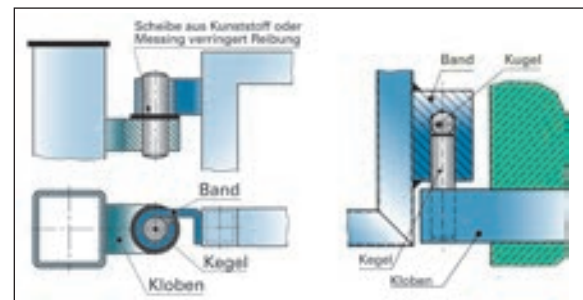
Bänder können selbst gefertigt oder als Zukaufteile im Beschlaggroßhandel bezogen werden.

Zweiteilige Bänder eignen sich für kleinere Tore. Eingerollte Bänder sind oben offen und korrodieren deshalb sehr leicht,

weshalb das Tor nach einiger Zeit nur mit größerem Kraftaufwand zu bewegen ist. Die Reibung zwischen Band und Kloben kann mit Einlegen einer Kunststoff oder Bronzescheibe verringert werden. Geschlossene Bänder sind vor Korrosion geschützt und leichtgängig. Das Bandteil läuft auf einer Kugel, die am Kegel aufliegt, geeignete Schmiermöglichkeiten (Fettschmierung evtl. mit Schmiernippel) vermindern weiterhin die Reibung.

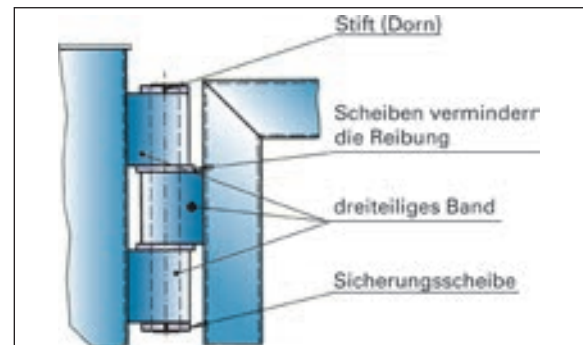


3 Sperrfalle für Drehflügel



4 Zweiteilige Bänder für Torlagerungen

Dreiteilige Bänder eignen sich vor allem für schwere Torflügel. Sie können im Gegensatz zu zweiteiligen Bändern nicht ausgehängt werden, wenn der herausnehmbare Dorn gesichert ist.



5 Dreiteiliges Band

Die Lagerung der Flügel – das Anschlagen am Torpfosten

Die Torlagerung erfüllt im wesentlichen folgende Aufgaben: Sie ermöglicht die Drehbewegung, trägt das Torgewicht und leitet die Kräfte in die Fundamente ab.