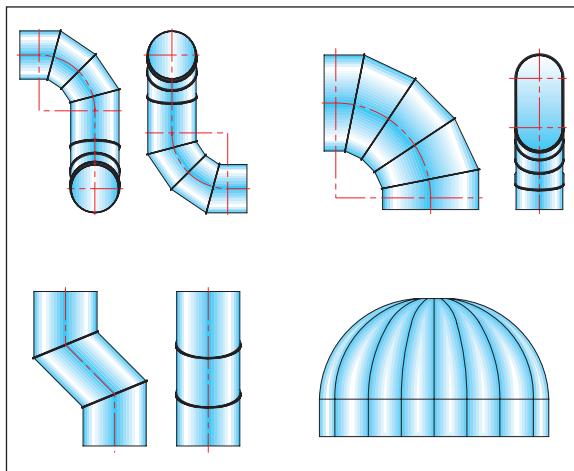
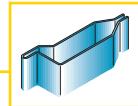


1.5 Trennen von Blechen



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. Lüftungsschlitz 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 Blechrings

1.5.4.2 Schlitzen, Multishear

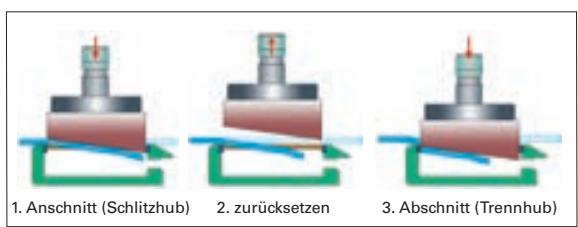
Mit Schlitzen wird ein doppelseitiges Scheren bezeichnet. Hierbei wird das Blech nicht verformt, es entsteht kein Grat an den Schnittkanten.

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

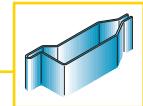
Die Schneidmesser bei handgeführten Schlitzscheren und die Stempel bei Schlitzmaschinen haben rechteckige Querschnitte. Die Schnittfläche ist angeschrägt.

Eine besondere Form des Schlitzens ist das **Multishear**. 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.

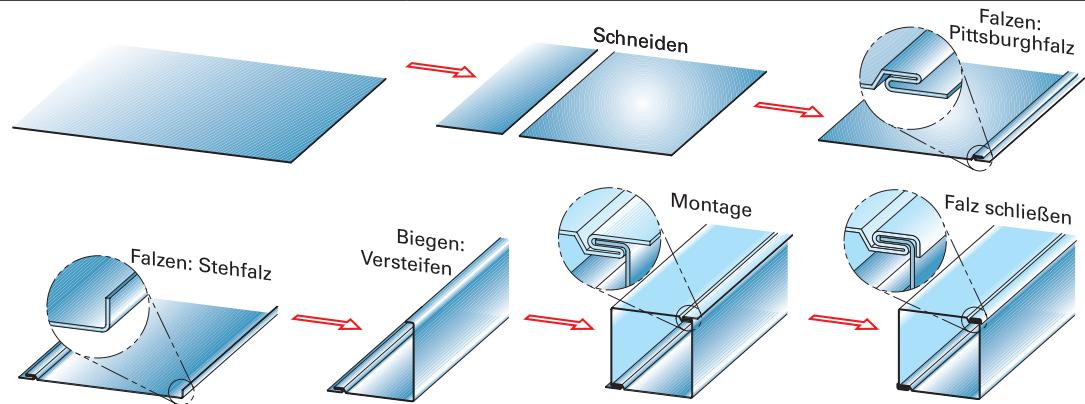


6 Multishear



	Zusammendrücken eines Stehfalzes an einem Lüftungsrohr mit elektrisch betriebener Handfalzschießmaschine.	
--	---	--

Pittsburghfalz für Lüftungskanal



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.

Schieber (Stoßband) Werkstück Verbindung Schiebefalz (Stoßbandfalz)		
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)

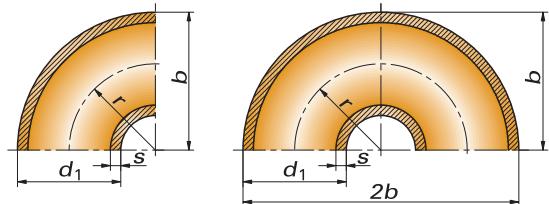


Dornbiegemaschine
(vgl. Bild 5, Seite 63)

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 Biegeschibe mit dem zu biegenden Rohrdurchmesser geklemmt und dann um diese Biegeschibe gezogen.

Im Rohr steckt ein an seinem Ende eingespannter Dorn, der das Innenrohr in der Biegezone ausfüllt und Faltenwurf verhindert.

Für jeden Biegendurchmesser ist eine entsprechende Biegeschibe notwendig. Es gibt manuell bediente und CNC-gesteuerte Biegemaschinen.

Biegeradien von ca. 1 bis $5 \times D$ sind bei Dornbiegen möglich.

Walzen- oder Rollenbiegen



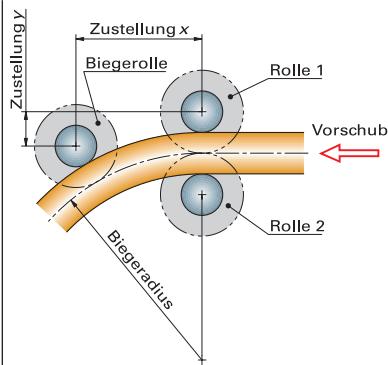
Diese Biegemaschinen gibt es in Horizontal- und Vertikalausführung.

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.

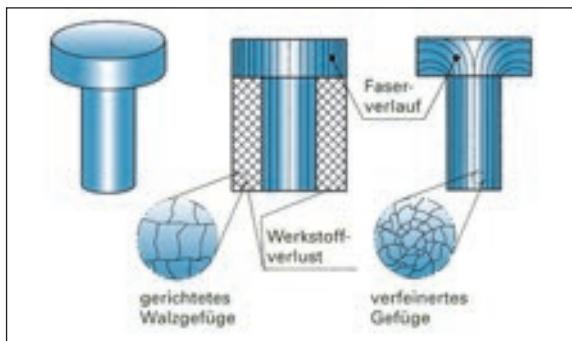
Freiformbiegen



Prinzip des Freiformbiegens
Vorschubeinheit dargestellt durch Rolle 1 und 2
Matrize dargestellt durch die Biegerolle



Freiformbiegen wird auch als Augen- oder Druckbiegen bezeichnet. Hierbei wird das Rohr von einer **Vorschubeinheit** durch eine **Führungshülse** und eine **Biegematrise** 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

dern 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 Fertigungszeit.

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

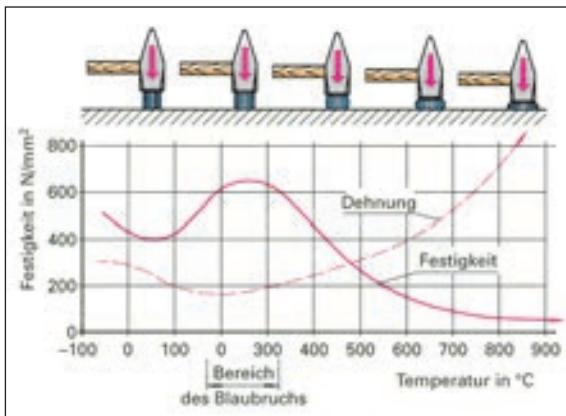
Schmiedebereich von Stählen

Werkstoff	Schmiedeanfangstemperatur °C	Schmiedeendtemperatur °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

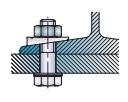
2 Schmiedetemperaturen und C-Gehalt von Stahl

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

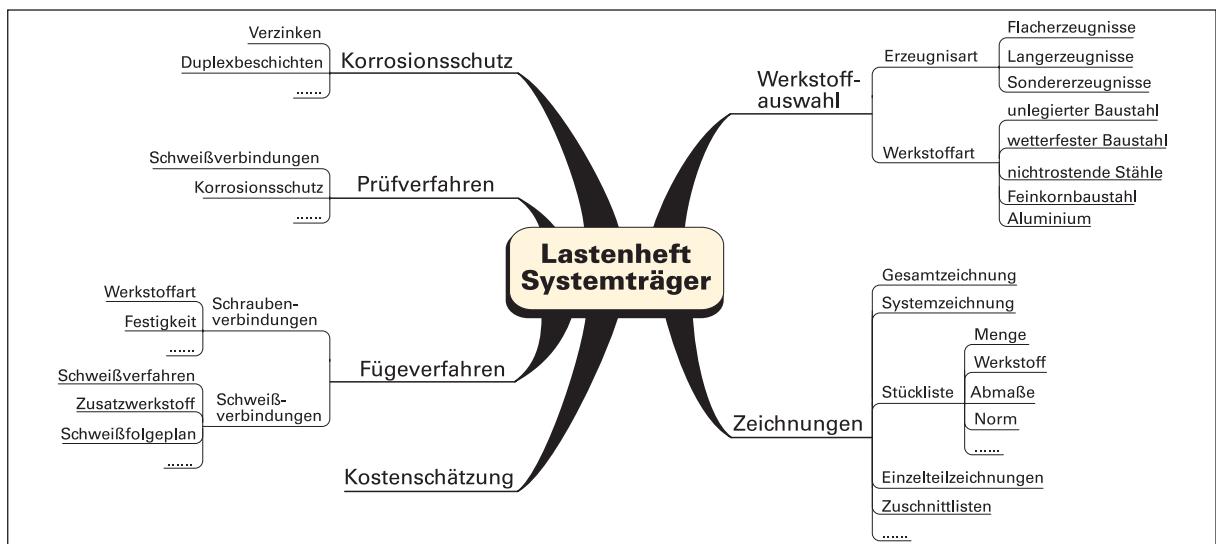
Der Systemträger (Bild 1) ist ein typisches Erzeugnis für den Stahlbau. Er kann in waagerechter oder senkrechter Lage eingebaut werden und die Fertigung ist bei entsprechender Stückzahl teilautomatisierbar. Die Fertigung des Systemträgers erfolgt als ganzes Stück, und er wird dann zum Einsatzort transportiert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



1 Systemträger

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).



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.

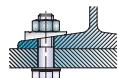
3.2.1 Stähle im Metallbau

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)

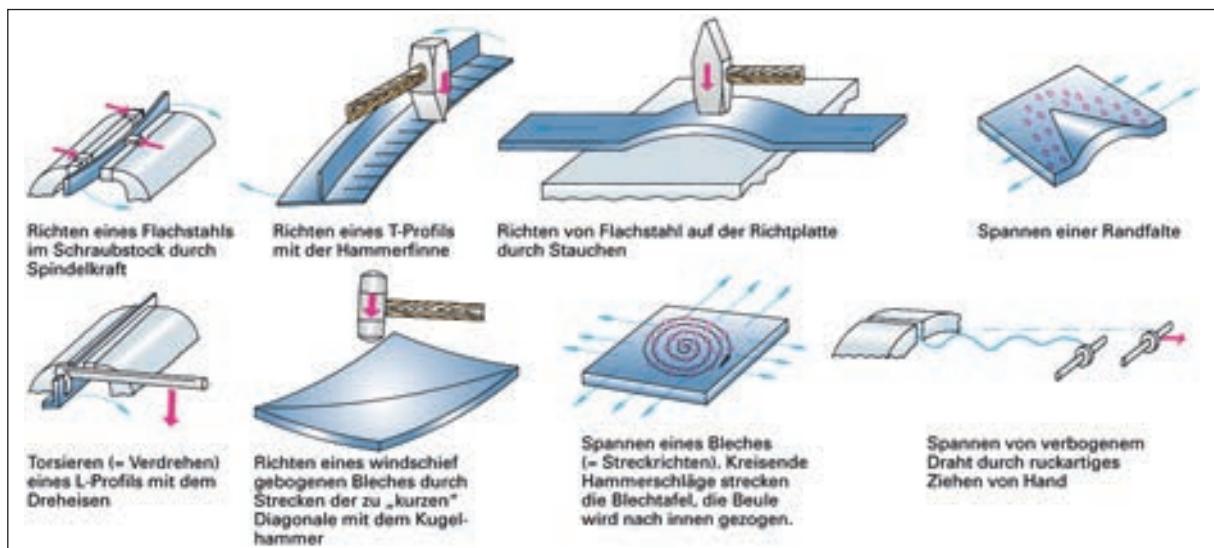
- Baustählen,
- Werkzeugstählen,
- Nichtrostenden Stählen.



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 wärmebehan-

delt 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.

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.



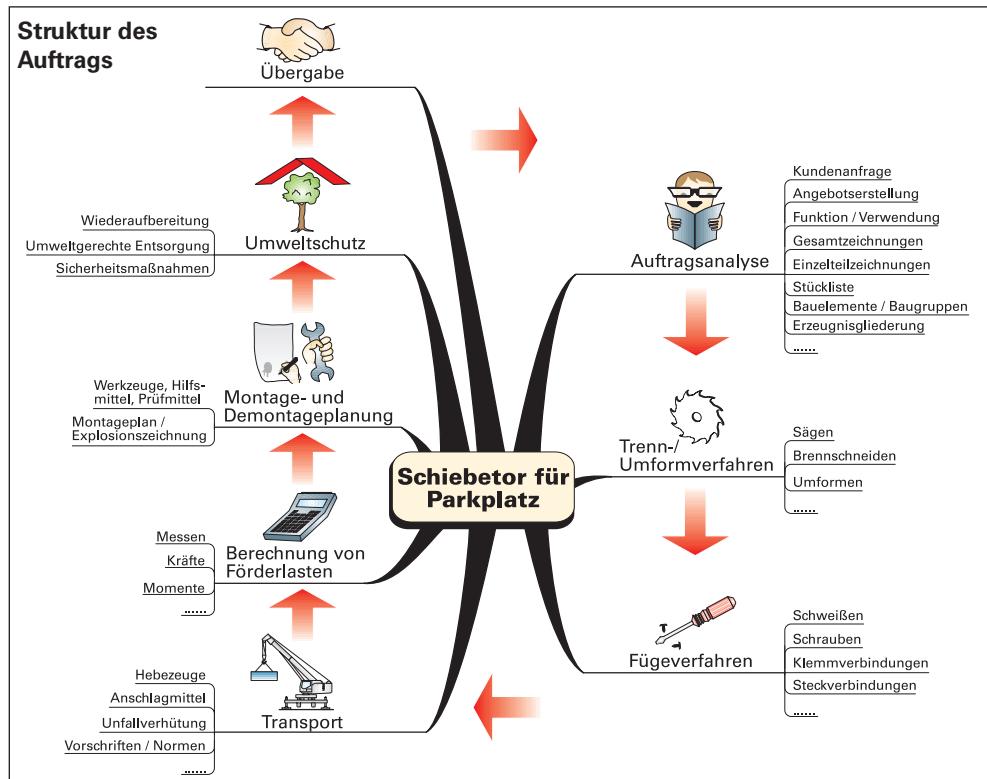
1 Stahlstützen



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 Projektabwicklung.





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 waagerecht 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 Abstandsverringerung	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 waagerecht ausstrecken, Handfläche zeigt nach unten und wird langsam auf- und abbewegt.		

1 Handzeichen