

1 Abwicklungskonstruktion einer kegeligen Haube

4. Ein Kreis um M mit Radius l_s ergibt die Form der Abwicklung
5. Punkt 6 auf der Mittellinie festlegen
6. Vom Punkt 6 aus jeweils sechs mal Umfangsabschnitte aus der halben Draufsicht abtragen, dies ergibt die Punkte 5,...0 und 7,...0.
8. An den senkrechten Seitenkanten sind noch die Zugaben für das Fügeverfahren zu ergänzen.

Die für den Zuschnitt notwendige rechteckige Tafelgröße wird berechnet oder der Zeichnung entnommen.

1.5 Trennen von Blechen

Im Metallbau werden Bleche und Profile und Fertigteile zur Herstellung von Konstruktionen eingesetzt. Für die Modellanlage (Bild 1, Seite 1) aus 1 mm Kupferblech und die Originalanlage muss zunächst die Kontur auf das Blech übertragen werden.

Die benötigten Umrisse können:

- mit Anreißwerkzeugen und Schablonen (Naturgrößen) auf die Bleche übertragen werden,
- mittels Maschinenanschlügen, ohne Anriss gefertigt,
- an einer CNC-Maschine gefertigt,
- mittels Maßstabschablone und Abtaststeuerung auf das Werkstück übertragen oder gefertigt werden.

Die Fertigung, der Anriss und der Zuschnitt benötigter Bauteile richtet sich nach der geforderten Genauigkeit, Anzahl der Werkstücke und der vorhandenen Maschinenausstattung.

Für die Modellanlage aus Kupfer bieten sich überwiegend handgeführte Schneidwerkzeuge an wie z.B. Handblechscheren, als Durchlaufschere oder als gerade Schere für Außenradien.

Bei der Verwendung von beispielsweise X5CrNi18-10 (austenitischer, nichtrostender Stahl) und bei der Originalanlage werden wegen des höheren Kraftaufwandes Maschinen eingesetzt (Hebelscheren u.a.).

1.5.1 Trennen von Flacherzeugnissen

Maschinen zum Zerteilen, Scheren oder Schneiden arbeiten nach dem gleichen Prinzip:

Zwei Messer,

- Ober- und Untermesser,
 - beide parallel zueinander, oder Obermesser geneigt,
 - mit geraden oder gekrümmten Schneiden,
 - mit gradliniger oder rotierender Bewegung,
 - mit einem zuvor bestimmten Schneidspalt,
- werden aneinander vorbei geführt und trennen das Werkstück.

Ein Niederhalter verhindert das Kippen des Bleches beim Schneidvorgang.

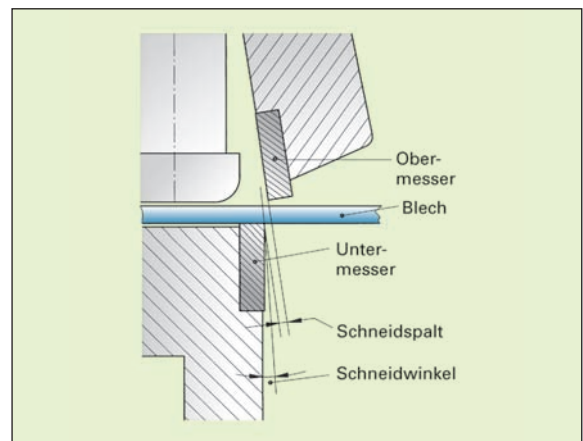
Bei nichtrostendem Stahl wird zum Schutz der Oberfläche ein Oberflächenschutz (Folie) aufgebracht, oder am Niederhalter ein Belag aus Gummi oder ähnlichem Material befestigt.

Die Trennverfahren werden wie folgt unterschieden:

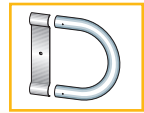
- **Ziehender (gleitender) Schnitt**
Fortlaufendes Schneiden mit schräger, gerader oder gekrümmter Schneide
- **Trennschnitt**
Paralleler, schlagartiger Schnitt
- **kontinuierlicher Schnitt**
Fortlaufender Schnitt längs einer Schnittlinie

Die Güte der Schnittkante wird mit kleinerem Schneidspalt besser, jedoch nimmt die aufzubringende Trennkraft zu.

Faustformel: Spaltbreite $s \approx 10...20\%$ Blechdicke
Bei nicht rostendem Stahl soll die Spaltbreite etwa 5 % der Blechdicke betragen.



2 Scheren mit einer Tafelschere



2 Herstellen von Umformteilen

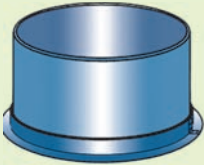

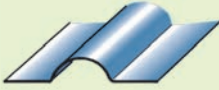
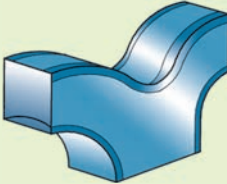

Die im Metallbau bevorzugten Umformverfahren Biegen, Kanten, Runden, Schmieden und Richten haben den Vorteil, dass bei der Formgebung kein Werkstoff ungenutzt verloren geht. Metallbauarbeiten, wie z.B. Tore, Geländer, Gitter, Treppen, Handläufe, Blech- und Profilformteile, lassen sich überwiegend ohne große spanende Bearbeitung – mit Ausnahme des Zuschnittes, der Bohrungen und den Schweißnahtvorbereitungen – herstellen.

Vorteile des Umformens:

- geringe Fertigungszeit,
- wenig Werkstoffverlust,
- Gefügeverbesserung,
- mögliche Anpassung der Gestalt an die Belastung,
- Anpassung der Gestalt an angrenzende Bauteile.

2.1 Umformteile: Übersicht

Die nachfolgenden Bilder zeigen Umformarbeiten mit Arbeitsbeispielen.

Biegeumformen	Druckumformen	Zugumformen	Zugdruckumformen	Schubumformen
<p>Biegen von Profilen in kaltem und warmem Zustand Kanten von Blechen Biegen von Rohren Runden von Blechen zu Formteilen</p>  <p>Behälter mit Verstärkungsring aus L-Profil</p>	<p>Schmieden: Freiform am Amboss oder Lufthammer industriell mit Pressen in Gesenken</p>  <p>geschmiedete Rahmenecke mit angenietetem Diagonalstab</p>	<p>z.B. Streckziehen (Tiefen)</p>  <p>Ein Stempel drückt sich in ein Blech, es nimmt dessen Form an.</p>	<p>Techniken zur Herstellung von Blechformteilen wie</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Schweißen ● Treiben ● Bördeln <p>von Hand oder mit Maschinen</p>  <p>T-förmiger Rohrabzweig</p>	<p>z.B. Verdrehen, Verdrillen</p>  <p>Ein Stab wird um seine Achse verdreht.</p>

2.2 Projekt Gartentor



1 Tor aus Profilen

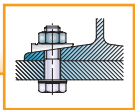
Das Tor (Bild 1) setzt sich zusammen aus

- einem Blechrahmen,
- Füllstäben,
- Zierelementen,
- Schloss und
- Bändern.

Aufbau: In den Blechrahmen sind die ausschließlich durch Biegen hergestellte Füllstäbe eingeschweißt. Die aufgeschweißten Zierelemente, das Schloss und die Bänder sind Fertigteile, die nicht vom Metallbauer hergestellt sind.

Die Formgebung durch Umformen, wie z.B. Sicken, hat den Vorteil, dass flächige Bauelemente versteift, Blechtafeln und Ronden an den Rändern steifer und formstabiler werden. Zudem besitzen geschmiedete Bauteile eine höhere Gestaltfestigkeit als spanend hergestellte Bauteile.

Durch geschickte Auswahl der Umformverfahren kann das Aussehen und die Wirkung einer Metall-

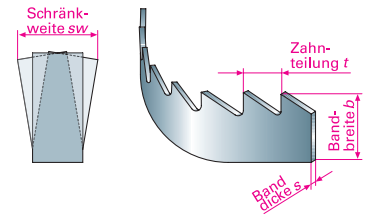


Sägebänder

Sägebänder für Metallbandsägen unterscheiden sich im Aufbau durch unterschiedliche Werkstoffe der Schneiden und der Schneidengeometrie. Hersteller bieten eine Vielzahl von verschiedenen Sägeblättern an. Form und Aussehen orientieren sich an der Sägeaufgabe und dem Werkstoff.

Schneidengeometrie

- Bandbreite b
- Banddicke s
- Zahnteilung t
- Schränkungsweite sw



Zahnformen

Zahnform	Einsatz	Zahnteilung
	Standardzahn (S) <ul style="list-style-type: none"> • Spanwinkel $\gamma = 0^\circ$ • kurzspanige Werkstoffe und Stähle mit einem hohen Kohlenstoffgehalt; vorzugsweise Werkzeugstahl und Gusseisen. • kleine Querschnitte. • dünnwandige Profile. 	konstante Zahnteilung
	Klauenzahn (k) <ul style="list-style-type: none"> • Positiver Spanwinkel ist für langspanigen, zähen Werkstoff – vorzugsweise NE-Metalle und Stähle mit einem Kohlenstoffgehalt $< 0,5\%$ geeignet; z. B. Baustähle, Tiefziehstähle, Vergütungsstähle, rost- und säurebeständige Stähle und exotische Legierungen. • Bevorzugt bei großen Querschnitten. 	variable Zahnteilung
	Lückenzahn (L) <ul style="list-style-type: none"> • $\gamma > 0^\circ$ • spröde Werkstoffe mit größeren Querschnitten. 	Verzahnungsintervall 1 Zoll (inch) = 25,4mm

Zahnteilung

Die Zahnteilung ermittelt sich aus der Zähnezahl/Zoll (inch).

Die zu wählende Zähnezahl ist vom Profil und der Werkstückdicke abhängig.

Merke

Kleine Werkstückdicke \rightarrow hohe Zähnezahl
 Große Werkstückdicke \rightarrow niedrige Zähnezahl

den, müsste das Band ständig an die Werkstückdicke angepasst, d.h. ausgewechselt werden. Aus diesem Grund bieten Hersteller Sägebänder mit variablen Teilungen an, damit entfällt ein Bandwechsel.

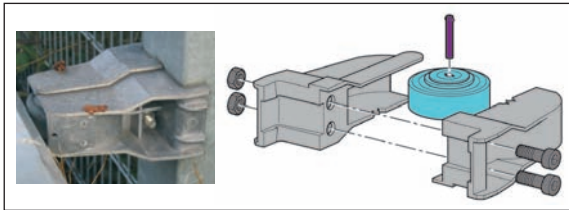
Schränkung der Zähne

Schränkungen von Sägezähnen sind notwendig, damit das Sägeblatt eine breitere Schnittfuge als die Banddicke erzeugt und damit sich nicht verklemmt.

Da an Bandsägen verschiedenste Werkstücke mit unterschiedlichen Werkstückdicken verarbeitet wer-



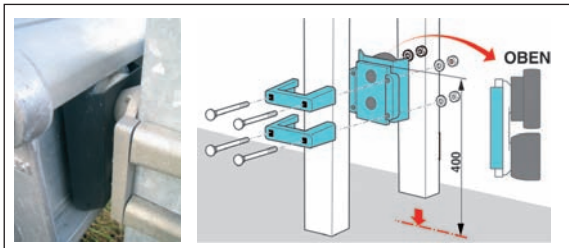
Bild 1 eingesetzt. Die Lagerung der Führungsrolle kann als Gleitlager oder Wälzroller ausgeführt werden.



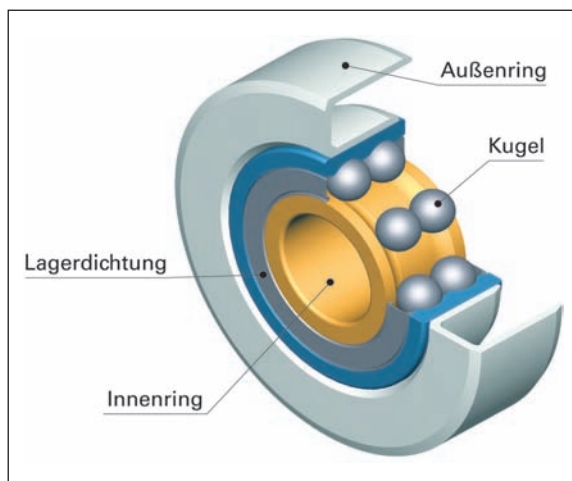
1 Lagerung der Führungsrolle

Gleitlager beanspruchen weniger Platz, müssen aber geschmiert werden. Um diesen Nachteil zu vermeiden, werden Buchsen aus Kupferlegierungen oder Kunststoff verwendet. Die Buchsen werden in die Bohrungen eingepresst.

Wälzroller verringern die Reibung durch Abrollen der Wälzkörper im Lager. Sie werden in die Rollen für die untere Torlagerung Bild 2 eingesetzt. Eine einmalige Fettpackung verringert die Reibung. Hersteller bieten abgedichtete Wälzroller (Bild 3) an, somit entfällt eine Wartung. Die Lebensdauer entspricht der Nutzungsdauer des Tores.



2 Untere Torlagerung

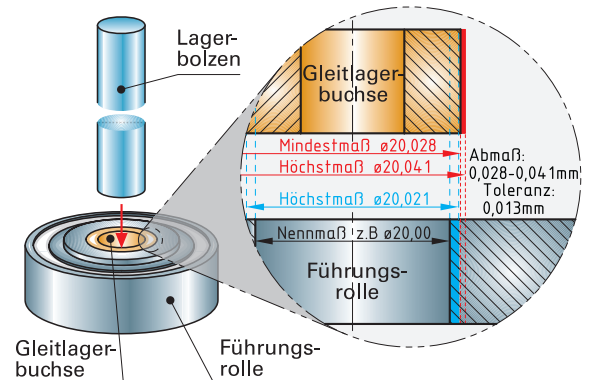


3 Abgedichtetes Wälzroller

Montage/Demontage von Gleitlagern und Wälzroller

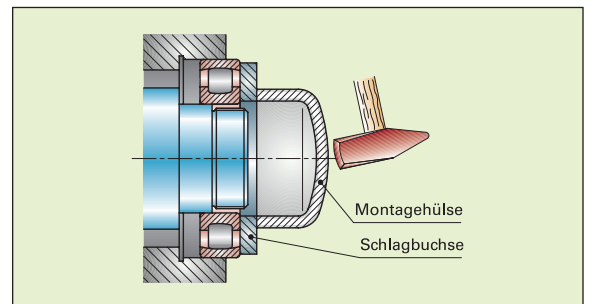
Im Gleitlager muss die Lagerbuchse so eingebaut werden, dass sie sich nicht verdreht, denn die Gleitbewegung soll zwischen der Lagerbuchse und Lagerbolzen erfolgen. Dies wird durch eine Übermaßpassung erreicht; die Bohrung ist kleiner als die Welle. Die Auswahl der Passungen kann dem Tabellenbuch entnommen werden.

Beispiel: Übermaßpassung für $\varnothing 20H7/r6$

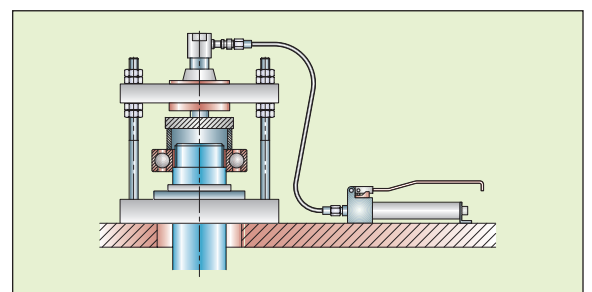


Die Lagerbuchse wird in die Rolle mit einem Einpressdorn eingepresst. Beim Einpressen muss ein Verkanten unbedingt vermieden werden. Leichtes Einfetten oder Einölen verringert die Reibung und damit die Einpresskraft.

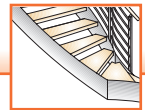
Wälzroller werden mit Schlagbuchsen, mechanischen oder hydraulischen Pressen montiert (Bild 4 und 5).



4 Wälzrollermontage mit Schlagbuchse und Montagegering



5 Wälzroller einbau mit hydraulischer Presse



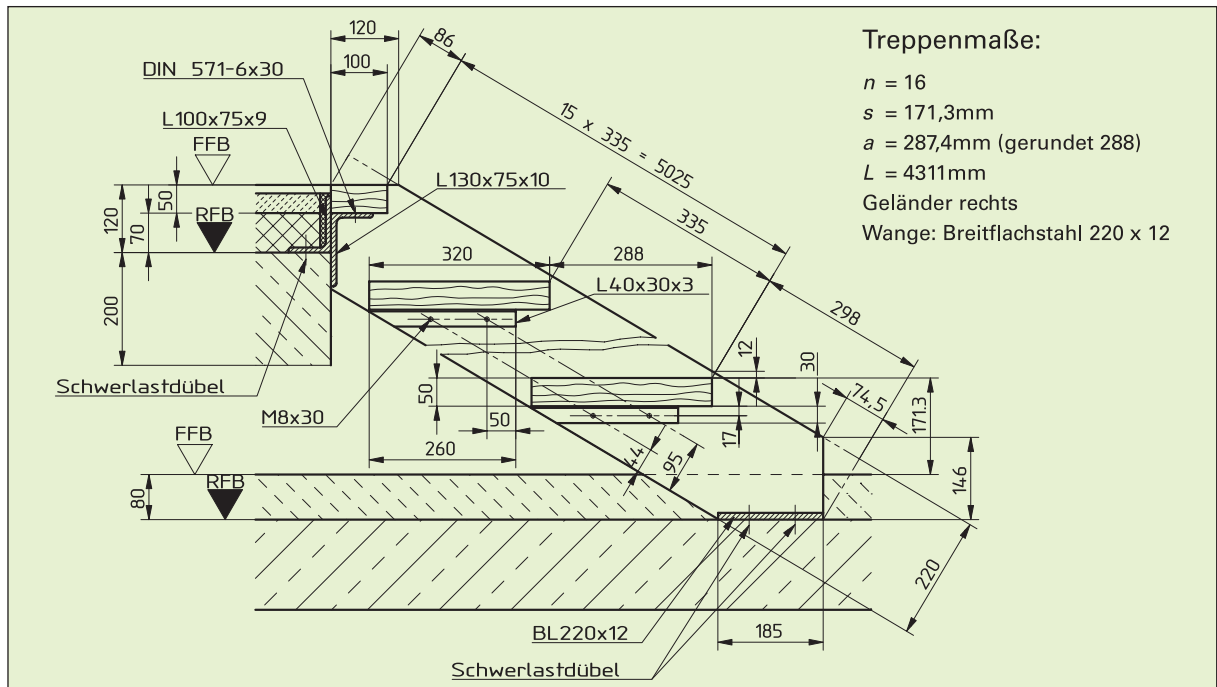
5.4.6 Aufriss der Treppenanschlüsse

Für die Fertigung der Wohnhaustreppe aus Stahl macht es Sinn, die Bauwerksanschlüsse oben und unten als Naturgrößen aufzureißen. Dazu zeichnet man die Antrittsstufe, eine Zwischenstufe und den Treppenaustritt im Maßstab 1:1 auf speziellem Zeichenkarton oder direkt auf den Werkstattboden. Aus diesem Aufriss können alle notwendigen Maße für die Material- und Zuschnittliste bestimmt und für die Fertigung auf die Treppenbauteile übertragen werden. Aus dem Aufriss können folgende für die Planung, Kalkulation und Ferti-

gung wichtige Maße und Informationen entnommen werden:

- Zuschnitt für die Wangen, die Treppenstufen, die Stufenbefestigungswinkel und die Wangenbefestigungselemente oben und unten
- Anreißmaße für sämtliche Bohrungen an den Wangenwinkeln und den Wangen

Die Naturgröße ist somit die Grundlage für die Maßübertragung und Fertigung der Treppenbauteile (Bild 1). Alternativ kann diese Zeichnung selbstverständlich auf gängigen CAD-Programmen erstellt werden.



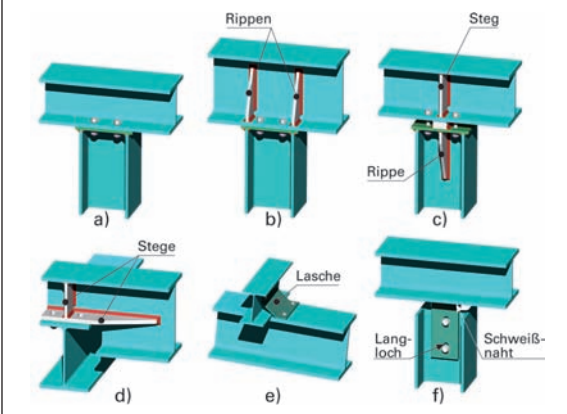
1 Aufriss Treppenanschlüsse M 1:1

Folgende Arbeitsschritte zeigen die Herstellung und Verwendung des Aufrisses als Naturgröße für die Fertigung der Treppenwangen (Bild 1, nächste Seite):

1. Aufreißen von 3 Aufritten auf dem Reißboden: Antrittsstufe – weitere Stufe – Austrittsstufe in ein Netzdiagramm ausgehend von OKFFB (senkrecht 3 · Steigung – waagrecht 2 · Auftrittsweite); anschließend die Fußbodenaufbauten im Erd- und Obergeschoss von 80 mm und 120 mm abtragen (Geschossdecke einzeichnen – wichtig für Gestaltung des Treppenanschlusses).
2. Wangenverlauf einzeichnen: Wangenüberstand und Wangenbreite (12 mm und 220 mm).
3. Wangenanschlüsse oben und unten entwerfen und einzeichnen (mit notwendigen Befestigungselementen und Bohrungen).
4. Holzaufritte mit Trittstufenwinkel und Bohrungslöcher einzeichnen (Bohrungen für alle Stufen gleich).
5. Schmiege auf Winkel zwischen Auftritt und Wangenunterkante einstellen (Bild 2, S. 162).
6. Auf der Schmiege die Punkte A–D und E anreißen.
7. Unteres Wangenende auf die Wange (Breitflachstahl 220) mit der Schmiege und einem rechten Winkel (Maße 146 mm/185 mm) laut Aufriss übertragen.
8. Antrittsstufe (1. Stufe) ausgehend von der Wangenunterkante (185 mm) durch Verschieben der Schmiege (Punkt C) im Abstand von 492 mm auf dem Breitflachstahl abtragen.
9. Die Punkte A–E der Schmiege auf den Breitflachstahl übertragen.



Beispiele für Lastaufnahmen von Stahlträgern auf Stahlbauteilen



6.8.5 Trägerstöße

Sind größere Spannweiten zu überbrücken und reicht die Profillänge nicht aus, müssen Träger verlängert werden. Die Verbindungsstellen, an denen die Stirnseiten zusammenstoßen, nennt man **Trägerstöße** (Bild 3). Üblich sind geschraubte Trägerstöße mit Stirnplatten. Sie haben sich wegen folgender Vorteile im Stahlbau durchgesetzt:

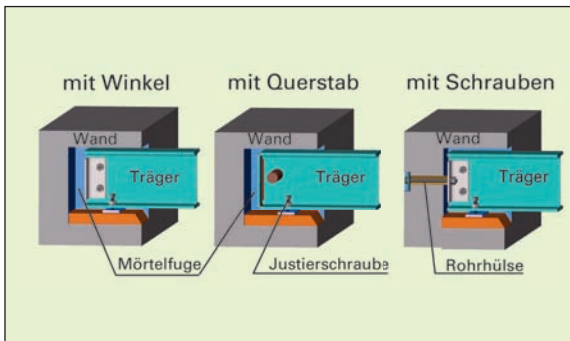
- Sie sind typisiert.
- Sie gestatten die Verbindung von Profilen, die in Größe und Art verschieden sind.
- Sie können Biegemomente übertragen.

Die Maße der Stirnplatten sowie Größe und Anzahl der Schrauben hängen von den zu übertragenden Kräften ab und können Tabellen entnommen werden.

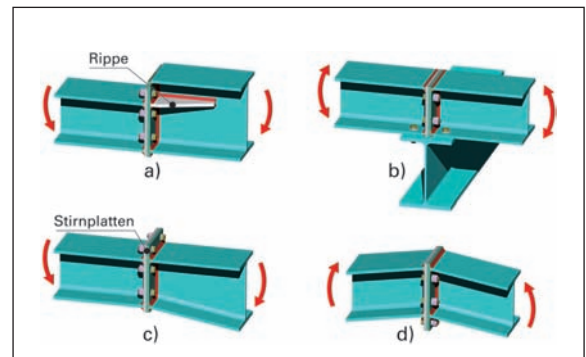
Seltener sind geschraubte Laschenverbindungen. Sie können Biegemomente nur dann aufnehmen, wenn sie mit zusätzlichen Gurtplatten versehen werden. Das ist aufwendig und kostenintensiv. Geschweißte Trägerstöße hätten zwar weniger Massen, sind aber selten, weil auf der Baustelle üblicherweise nicht geschweißt wird. Bild 2 (nächste Seite) zeigt einen Hauptträger mit zwei geschweißten Trägerstößen und Verstärkungen durch Gurtplatten. Für die Fertigung ist ein aufwändiger Schweißplan notwendig.

Trägerverankerung

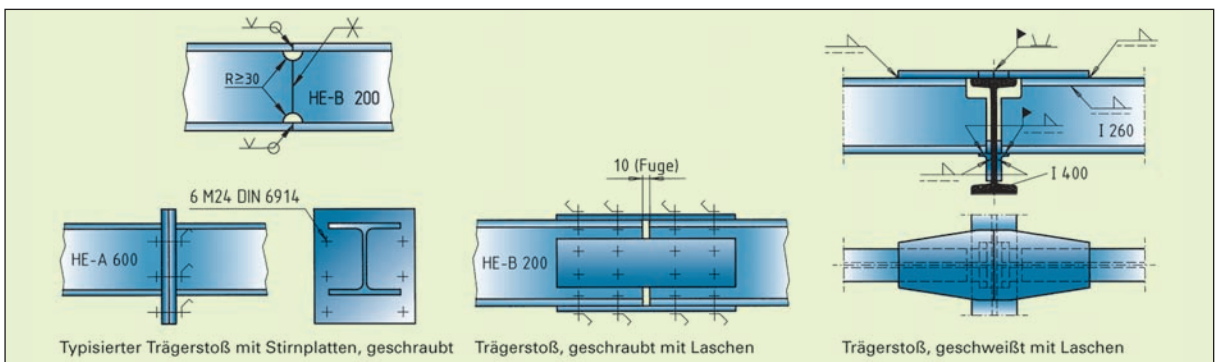
Damit die Lage der Träger im Mauerwerk sich nicht verändert, besteht die Möglichkeit, diese mit angeschraubten Winkeln oder Schrauben zu verankern.



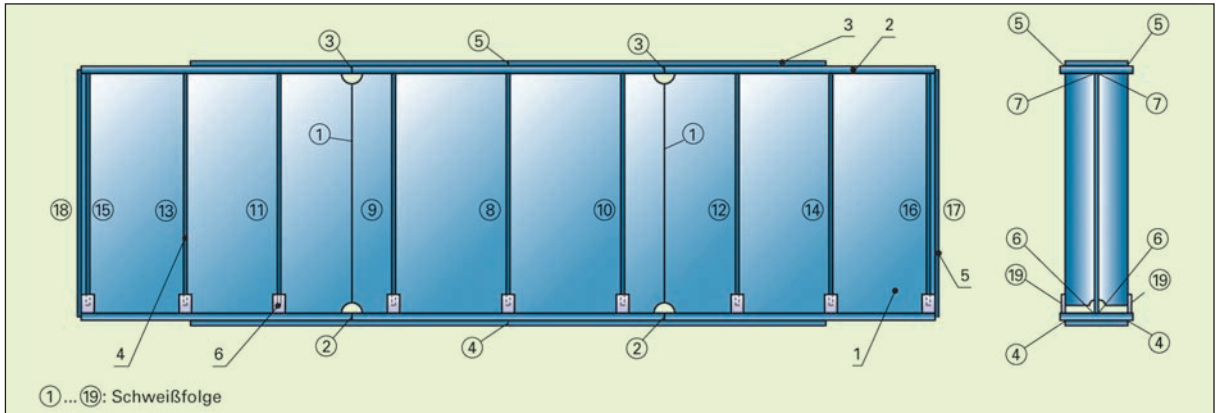
1 Trägerverankerung



2 Geschraubte Laschenverbindungen



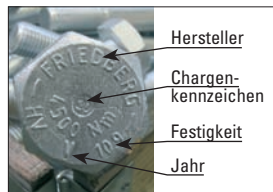
3 Trägerstöße



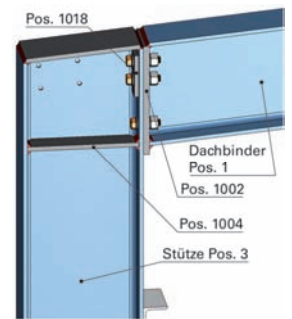
1 Hauptträger, geschweißt

6.8.6 Trägeranschlüsse, geschraubt

Die Dachbinder der Stahlhalle (Seiten 212, 213) werden an die Stützen (Seite 214) angeschraubt. Die Schraubverbindung wird wegen der geringen Blechdicken als Durchsteckverbindung ausgeführt. Die zu verwendenden Schrauben müssen wie im Bild unten dargestellt gekennzeichnet sein. Die Auswahl der Schraube ist von der Belastung abhängig. **Rohe Schrauben** (DIN 7990) werden bei vorwiegend ruhender Belastung eingesetzt; **Sechskant-Passschrauben** (DIN 9768) werden bei vorwiegend **nicht** ruhender Belastung verwendet. **Hochfeste Sechskantschrauben** (FK 10.9, EN 14399) werden bei großen Kräften und besonderen Anforderungen z. B. gleitfeste Verbindungen eingebaut. Beim Dachbinder der Stahlhalle erwartet man vorwiegend ruhende Belastung. Folgende Verbindungselemente werden für den Knoten Dachbinder Pos. 1002 mit Anschluss Stütze Pos. 3 ausgewählt: Garnitur Schraube/Mutter EN 14399-4 – M20 × 75 – 10.9/10 – HV, Scheibe EN 14399-6-20. Die Rand-, Loch- und



Randabstände in der Kopfplatte Pos. 1002 sind nach DIN 18800 festzulegen; im Dachbinder IPE 400 Pos. 3 gelten die „Wurzelmaße“ in dem entsprechenden Profilknoten (Werte sind dem Tab. zu entnehmen).



Die überwiegend ruhende Belastung in der Fertigungshalle (Seite 213) lässt eine Scher-Lochleibungsverbindung (SL-Verbindung) zu. Bei hochbeanspruchten Bauteilen wie z. B. Brücken (Bild 2) werden Gleitfeste Verbindungen (GV-Verbindungen) eingesetzt.

Vorspannen von Schraubverbindungen

Die Güte der Schraubverbindung hängt ab von der Qualität der eingesetzten Bauelemente und deren fachmännische Montage. Für das Vorspannen von Schraubverbindungen haben sich folgende Verfahren (siehe Tab.) durchgesetzt:

- Drehmomentenverfahren
- Drehimpulsverfahren

Scher- und Lochleibungsverbindungen		
<p>SL-Verbindung</p>	<p>SLP-Verbindung</p>	<p>SLV-Verbindung</p>
<p>Scher-Lochleibungsverbindungen (SL-Verbindung)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Rohe Sechskantschraube ● Spiel ≤ 2 mm ● verschiebbar ● Scherspannung 	<p>Lochleibungs-Passschrauben-Verbindungen (SLP-Verbindung)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Passschraube ● Spiel ≤ 0,3 mm ● wenig verschiebbar ● Bohrung aufreiben 	<p>Scher-Lochleibungsverbindung mit Vorspannung und Passschraube (SLV-Verbindung)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Passschraube ● Spiel ≤ 0,3 mm ● Vorspannung ● Bohrung aufreiben



- Drehwinkelverfahren
- Kombiniertes Verfahren

Für eine sachgerechte Montage einer gleitfesten Verbindung müssen die Oberflächen metallisch rein und durch Strahlen ($\mu \leq 0,5$) angeraut sein. Nach der Montage sind 5 % der Schrauben bei vorwiegend ruhender Belastung und 10 % der Schrauben zu prüfen bei vorwiegend **nicht** ruhender Belastung.

Eine Übersicht über Trägeranschlüsse und deren Verbindungsart gibt folgende Tabelle:

Gleitfeste Verbindungen	
<p>GV-Verbindung</p>	<p>GVP-Verbindung</p>
<p>Gleitfeste planmäßig vorgespannte Verbindung (GV-Verbindung)</p> <ul style="list-style-type: none"> • HV-Schraube • Festigkeitsklasse 10.9 • Spiel ≤ 2 mm <p>Einsatz: Für statische und dynamische Belastungen.</p>	<p>Gleitfeste planmäßig vorgespannte Verbindung mit Passschrauben (GVP-Verbindung)</p> <ul style="list-style-type: none"> • HV-Schraube • FK 10.9 • Spiel $\leq 0,3$ mm <p>Einsatz: Für statische und dynamische Belastungen; durch die Passschrauben verbesserte Passgenauigkeit nach der Montage</p>

Anschlussart	Schraubenverbindung	Eigenschaften
<p>Doppelwinkelanschluss</p>	<p>SL-Verbindung</p> <ul style="list-style-type: none"> • sehr verformungsanfällige Verbindung • hauptsächlich bei statisch bestimmten Systemen • mehrschnittig <p>SLP-Verbindung selten, da teuer Meist rohe Schrauben</p>	<ul style="list-style-type: none"> • schwierige und aufwändige Montage • besonders biegeweicher Anschluss • keine Schweißnähte notwendig
<p>Fahnenblechanschluss</p>	<p>SL-Verbindung</p> <ul style="list-style-type: none"> • sehr verformungsanfällig • einschnittig • hauptsächlich bei statisch bestimmten Systemen <p>SLP-Verbindung selten, da teuer Meist rohe Schrauben</p>	<ul style="list-style-type: none"> • sehr montagefreundlich (Deckenträger einschwenkbar) • teilgeschweißter Anschluss • für kleine bis mittlere Querkraft • zusätzlich Momente bei Anschluss eines Trägers für Schrauben
<p>Stirnplattenanschluss</p>	<p>SL-Verbindung</p> <ul style="list-style-type: none"> • ohne Außermittigkeiten • nur bis zu einer bestimmten Querkraft, dann SLP-Verbindung besser • teuer bei großen Querkraften <p>Rohe und hochfeste Schrauben und Passschrauben</p>	<ul style="list-style-type: none"> • sehr montagefreundlich • große Querkraften übertragbar • weniger verformungsanfällig

Prüfvorgang

Handangezogene Schrauben mit dem Handschlüssel und maschinenangezogene Schrauben mit dem maschinellen Anziehgerät prüfen. Markieren der Ausgangsstellung. Den handbetätigten Drehmomentenschlüssel weiter anziehen mit einem 10% höheren Drehmoment (siehe Tab.); bei Verwendung eines maschinellen Anziehgeräts mit dem in der Tabelle vorgeschriebenen Wert weiterziehen. Bewerten des Weiterdrehwinkels gemäß Übersicht. Hinweis: DIN 18800 verweist auf DIN 69146916 für HV-Schrauben; eine verbindliche Verwendung von HV-Schrauben nach DIN EN 14399 wird erfolgen, wenn die Normenreihe nach „Eurocode 3“ komplett erschienen ist und mit nationalen Anwendungsdokumenten in den einzelnen Bundesländern baurechtlich eingeführt ist.

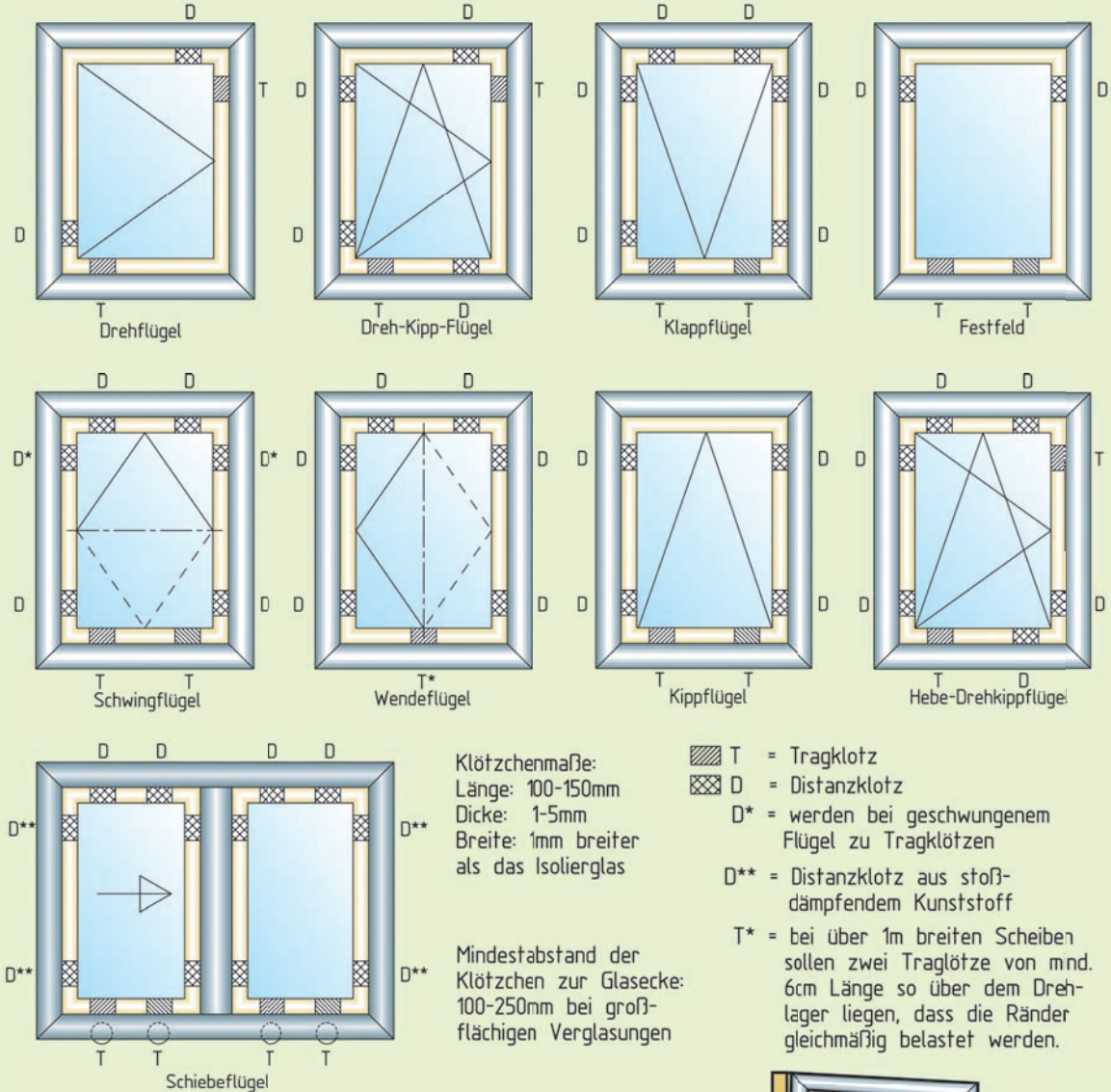
Weiterdrehwinkel δ	Bewertung – Auswirkung
$< 30^\circ$	Vorspannung ausreichend
$30^\circ \dots 60^\circ$	Vorspannung bedingt ausreichend; zwei zusätzliche Schraubengarnituren im selben Anschluss prüfen.
$> 60^\circ$	Schraubengarnitur auswechseln; zwei zusätzliche Schraubengarnituren im selben Anschluss prüfen

vorher nachher



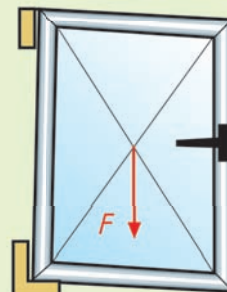
Aufgaben der Verklotzung:

- Die Tragklötze (T) leiten das Scheibengewicht in den Flügel und sorgen für eine gleichmäßige Gewichtsverteilung.
- Die Distanzklötze (D) sichern die Glasscheibe im richtigen Abstand zum Flügel (Gangbarkeit ist gewährleistet).
- Die Scheibenkante liegt an keiner Stelle auf dem Flügelrahmen auf, die Belüftung des Glasrandverbundes ist gewährleistet.



Der Flügel kann durch eine geeignete Wahl der Klötzchendicke (1-5mm) gehoben oder gesenkt werden (gleichmäßige Fugenbreite zwischen Flügel- und Blendrahmen).

Wird die Glasscheibe nicht verklotzt, so verformt das Scheibengewicht den Flügelrahmen, die Griffseite wird nach unten gezogen (der Drehpunkt liegt dabei im Ecklager).





3. Die **Beschläge** umfassen alle Ausrüstungsgegenstände der Tür, die die Funktion der Tür sicherstellen (Bewegung, Verschießen und Absperren, u. a.). Man unterscheidet daher auch

- 3.a **Verschlussbeschläge:** Schloss, Schließblech, Drückergarnitur, Zusatzverriegelungen
- 3.b **Bewegungsbeschläge:** Bänder, Türschließer und Türantriebe
- 3.c **Zusatzbeschläge:** Türstopper, Spion, Türfeststeller, elektrischer Türöffner, Briefschlitz mit Kasten u. a.
- 3.d **Dekorationsbeschläge**

Die Beschläge haben aber neben ihrer funktionalen Aufgabe auch eine dekorative Bestimmung. Sie müssen zum Stil und zur Nutzung der gesamten Türanlage passen (Bild 1).

4. Die **Dichtungen** (Anschlagdichtung, Türschwelldichtung) verringern die Fugendurchlässigkeit (Zugluft; Lärm- und Wärmeschutz) und dämpfen den Anschlag.

5. Die **Türschwelle** bildet den unteren Anschlag für das Türblatt. Das Schwellenprofil wird nur bei Außentüren benötigt (Abdichtung, Wärme- und Schallisolierung).



1 Türbeschläge: historisch – modern; Renaissance-Beschlag (links) Moderner Türbeschlag (rechts)

rechts angebracht, spricht man von einer rechten Tür. Eine linke Tür erfordert demzufolge auch ein linkes Schloss und umgekehrt. Die Öffnungsrichtung (links oder rechts) einer Anschlagtür wird in der Ansichtszeichnung der Tür mithilfe eines „Öffnungsdreiecks“ gekennzeichnet (Bild 2).

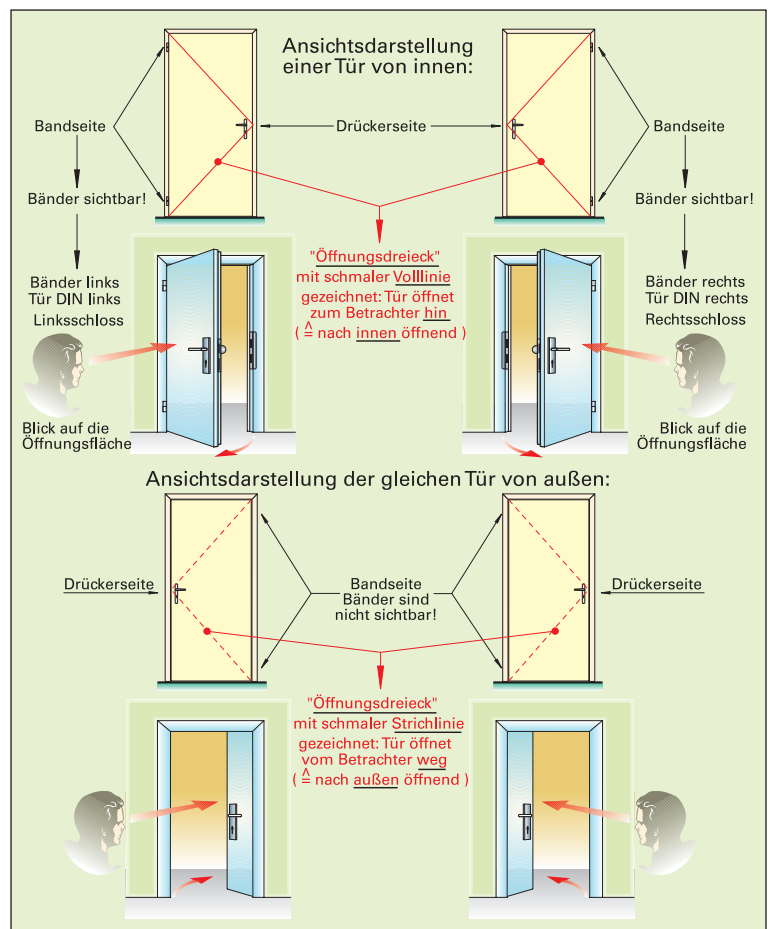
Drehflügeltüren werden auch als Anschlagtüren bezeichnet, weil das Türblatt (Türflügel) beim Schließen an mindestens drei Seiten auf die Zarge (Türrahmen) schlägt und abdichtet. Die Drehachse, also die Mittelachse der Verbindungslinie zwischen den beiden Bändern, muss genau senkrecht und parallel zum Türrahmen verlaufen, um einen rundherum gleichmäßigen Anschlag des Flügels sicher zu stellen und ein selbständiges Öffnen oder Zufallen des Flügels zu verhindern.

8.1.5 Bau- und Öffnungsarten von Türen

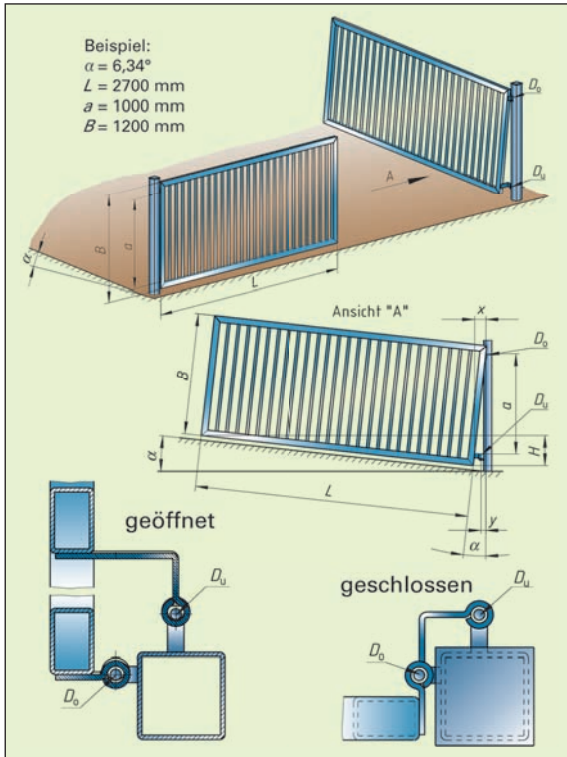
Türen werden nach ihrer Öffnungsweise eingeteilt in Anschlag-(Dreh-)türen, Falttüren, Schiebetüren, Hebetüren, Pendeltüren und Karussell-drehtüren, Stulptüren.

8.1.5.1 Anschlagtüren

werden nach DIN 107 als linke oder rechte Drehflügeltür gefertigt. Die Öffnungsrichtung (links oder rechts) wird durch die Lage der **sichtbaren** Bänder bestimmt. Sind die Bänder links angebracht, so handelt es sich um eine linke Tür; sind die Bänder

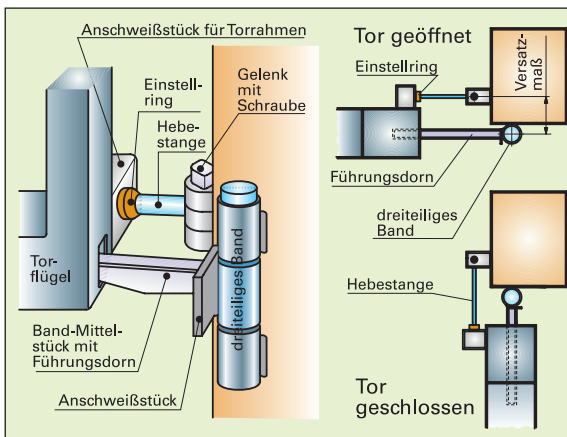


2 Linke und rechte Anschlagtür



1 Ansteigendes Tor mit versetzten Drehpunkten

3. Verwendung von speziellen Steigungsändern: Das Tor wird mit einem herkömmlichen Band für die obere Torlagerung und einem speziellen Steigungsband für die untere Lagerung an den Pfosten angeschlagen. Durch Öffnen des Tores wird die Steigung ermittelt. Der Einstellring, der mit dem Torrahmen-Anschweißstück fest verbunden ist, wird an die Hebestange angeschweißt und damit die Steigung fixiert.



2 Steigungsband

8.4.2.2 Bestimmung des Drehpunktes an Drehtoren

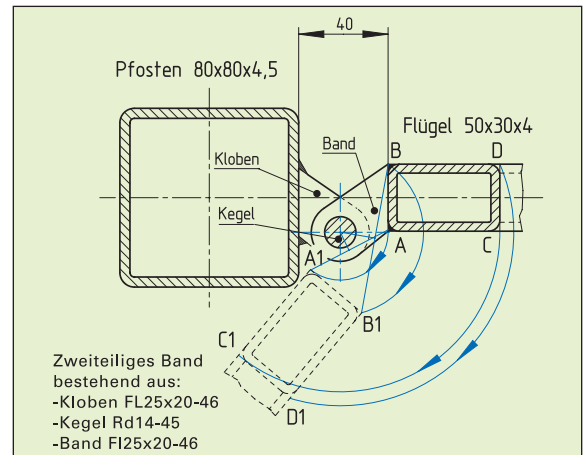
Damit Tore einwandfrei öffnen, müssen sie richtig angeschlagen werden; die beiden Bänder sind so zu befestigen, dass ihre Drehpunkte fluchten. Unter bestimmten Bedingungen kann es notwendig sein, die Lage der Drehpunkte zu konstruieren, wenn:

- eine besondere Flügellage im geöffneten Zustand erwünscht ist,
- das Tor in einer ansteigenden Einfahrt steht.

Die Konstruktion erfolgt als Naturgröße in M1:1. Von der Drehpunktlage aus wird anschließend das Bandoberteil mit dem Kegel und dem Bandunterteil (Kloben) gezeichnet. Die für die Fertigung benötigten Maße können der Zeichnung direkt entnommen werden. Die erforderlichen Halbzeuge für die Bandteile werden dabei in die Zeichnung eingetragen (Beschlagliste).

Drehpunktbestimmung an ebenen Einfahrten

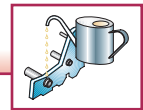
Beispiel 1: Der geöffnete Flügel soll noch innerhalb der lichten Durchfahrt stehen.



3 Drehflügel steht innerhalb der lichten Toröffnung

Konstruktionsbeschreibung:

1. Den Torflügel im geschlossenen und geöffneten Zustand zeichnen.
2. Die Ecken des Flügelprofils mit den Buchstaben A–D für den geschlossenen Flügel und A1–D1 für den geöffneten Flügel kennzeichnen.
3. Die Punkte A und A1 sowie B und B1 verbinden, es können auch zwei andere Punktpaare gewählt werden.
4. Auf die Strecken A–A1 und B–B1 die Mittellote konstruieren.
5. Der Schnittpunkt der Mittellote ist der gesuchte Drehpunkt.



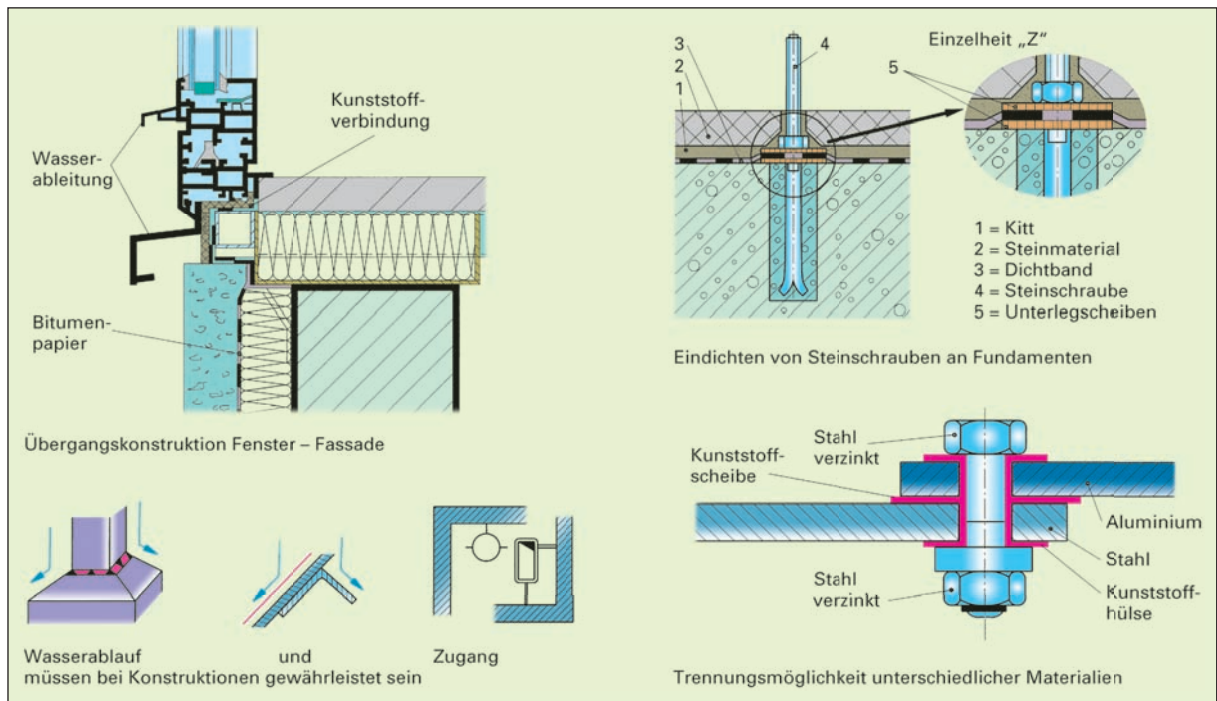
Um die Lebensdauer von Metallbaukonstruktionen zu verlängern, wird bereits in der Konstruktionsphase der Korrosionsschutz berücksichtigt. Das optimale Korrosionsschutzsystem orientiert sich dabei an folgenden Kriterien:

- Schutz der Gesundheit und Sicherheit des Menschen,
- ökologische Belastung der Umwelt,
- Aufgabe und Funktion der Konstruktion,
- geforderte bzw. zu erwartende Nutzungsdauer und Güteanforderung der Konstruktion,
- Umwelteinflüsse am vorgesehenen Einsatzort,
- Wirtschaftlichkeit des Korrosionsschutzes:
 1. Kosten für den Erstschutz und
 2. Folgekosten, sowie Betriebsunterbrechungen bei Instandhaltungsarbeiten,

3. Schutzdauer des Überzuges bzw. des Beschichtungssystems und
4. Zuverlässigkeitsgrad, mit dem das System aufgebracht werden kann.

Ein wirksamer Korrosionsschutz kann erreicht werden, wenn folgende Kriterien beachtet werden:

- Auswahl geeigneter Werkstoffe,
- sachgerechte Oberflächenvorbereitung,
- richtige Wahl der Beschichtungsstoffe,
- richtige Wahl der Überzüge,
- fachgerechte Ausführung des Korrosionsschutzes,
- Korrosionsschutzgerechte Gestaltung (Bild 1).



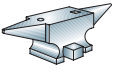
1 Korrosionsschutzgerechte Gestaltung

Wetterfester Baustahl

Eine Besonderheit ist der sogenannte Cor-Ten Stahl (Werkstoffnummer 1.8962 Güte: 9 CrNiCuP 3 24 und 1.8963 Güte: S235J0W.). Er ist mit Kupfer, Phosphor, Silizium, Nickel und Chrom legiert. Chrom und Kupfer diffundieren aus und bilden eine dichte korrosionsbeständige Schutzschicht. Er ist gut einsetzbar im Stahlhoch- und Brückenbau, Behälterbau, bei Abgasanlagen sowie im Fahrzeug- und Gerätebau. Cor-Ten Stahl ist gut schweißbar und schmiedbar. Die 1865 gebaute Griethausener Eisenbahnbrücke (Bild 2) bei Kleve zeigt keine Korrosionsschäden, obwohl kein Korrosionsschutz aufgetragen wurde.



2 Griethausener Eisenbahnbrücke bei Kleve



10.6.4 Freihandzeichnung: Gittertür

Gestaltungslösungen bei Ergänzungen oder Renovierungen müssen sich immer auch am Stil des Bauwerks orientieren. Am Beispiel der Türöffnung an einem ehemaligen Kloster aus der Spätgotik (Kloster Paradies, Schaffhausen, um 1400) sind zwei Lösungen dargestellt

- Zeitgemäße Lösung mit einer verglasten Tür aus Systemprofilen (Bild 1),
- angepasste Lösung in gotischem Stil, mit einer Gittertür aus Profilen (Bild 2).

Beide Lösungen sind akzeptabel, eine Gittertür mit Stilelementen einer anderen Epoche wäre es nicht.



1 Gittertür, verglast



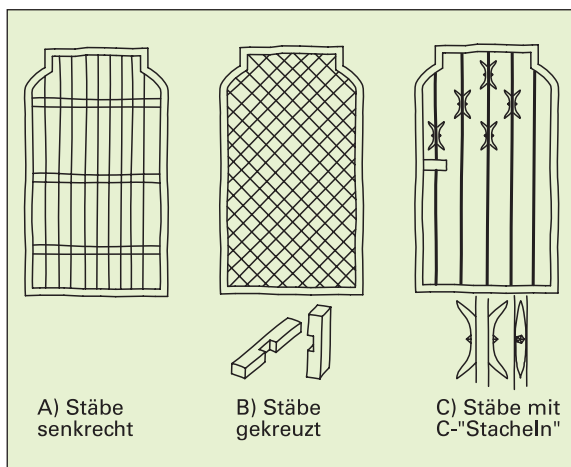
2 Gittertür aus Profilen



3 Einzelheiten: Gittertür

Meist findet man bei Türen, die mit einem Gitter zu verschließen sind, schon den Mauerdurchbruch vor. Auf der Baustelle sind

- zuerst die Maße zu nehmen
- dann Gestaltungsvarianten zu entwickeln (Bild 4)



4 Gestaltungsvarianten

An diesem Beispiel wird gezeigt, wie sich eine Freihandzeichnung entwickelt.

1. Lösungsvarianten entwerfen.
2. Lösung auswählen.
3. Einzelheiten, soweit für die Fertigung notwendig, herauszeichnen.
4. Maße eintragen.
5. Naturgrößen zeichnen, soweit sie für die Fertigung gebraucht werden.
6. Profilmaße, -längen und Materialbedarf für die Fertigung bestimmen.

Da das Werk bereits vorhanden ist, geben die hier abgebildeten Einzelheiten einen sehr realistischen Eindruck des Werkes ebenso wie Handskizzen wider. Die Gittertür ist zum Korrosionsschutz feuerverzinkt (Bild 3).

Übungen

1. Erstellen eine Freihandzeichnung der Variante B in Bild 4.
2. Skizzieren und detaillieren Sie eine zeitgemäße Alternative zum Türfüllungsgitter in Bild 2.



11.4 Denkmalpflege von Metallarbeiten

Am Beispiel eines Metallzauns vor einer Villa aus der Gründerzeit sollen die Abläufe und notwendigen Arbeiten bei Maßnahmen der Denkmalpflege dargestellt werden.

1. Bestandsaufnahme: Die noch vorhandenen Zaunteile werden vor Ort erfasst und der Erhaltungszustand geprüft. Der Erhaltungszustand und das gewünschte Ziel bestimmen die Maßnahme.
2. Dokumentation. Das Werk wird an seinem Standort einschließlich seinem Umfeld festgehalten durch Beschreibung, Zeichnungen, Fotos und evtl. Abdrücke, sogenannte Naturgrößen.
3. Entwurf. Die noch vorhandenen Reste werden in Skizzen und Zeichnungen zum ursprünglichen Gesamtwerk ergänzt. Dazu behilft man sich heute mit CAD-Software.
4. Entscheidung. Nach einer Kostenschätzung wird die Maßnahme festgelegt und in einer beschränkten Vergabe nach geeigneten Werkstätten gesucht, die die Renovierung des Zauns zu den vorhandenen finanziellen Mitteln ausführen können.
5. Auftragsvergabe. Der beauftragte Metallbaubetrieb stellt nach der gewählten Maßnahme den Zaun wieder her.

Im gezeigten Beispiel wurde keine Maßnahme durchgeführt, da die Bauherrenschaft gegen die Auflage „Renovierung“ der Denkmalschutzbehörde Widerspruch eingelegt hat. Das trifft oft für Denkmale der Metallkunst zu, sie korrodieren dann vollständig und werden meist nicht wiederhergestellt, da dann die Kosten oft in keinem Verhältnis mehr zum Wert des Denkmals stehen.

Ein gelungenes Beispiel einer Restaurierung ist ein Portal am Bayerischen Nationalmuseum. Es befand

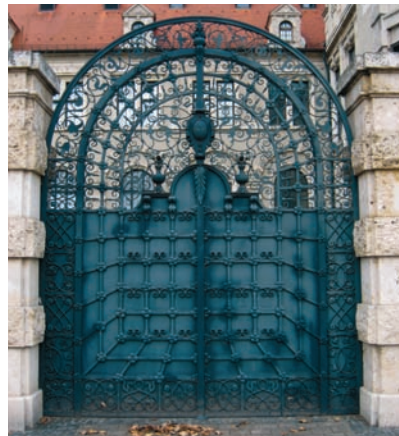


1 Metallzaun der Gründerzeit



2 Details Metallzaun

sich ursprünglich nicht an diesem Standort, war fast vollständig zerstört, wurde restauriert und dem Museum als Musterbeispiel eines Barockgitters übergeben. Damit erfüllt es den Auftrag dieses Museum, eine Sammlung für das Studium von Formen und Arbeitstechniken des Kunsthandwerks zu sein.

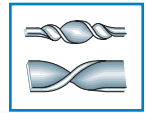


3 Barockgitter Bayerisches Nationalmuseum München



4 Zeichnung des Gitters (Kunstschmiede Bergmeister Ebersberg)

13 Metallgestaltung: Tore, Geländer und Gitter



Erzeugnisse des Metall- und Stahlbaus werden erst in einem mehrstufigen Prozess zu „Gestalteten Metallarbeiten“. Es wäre zu hoch gegriffen, wenn Sie schon in Ihrer beruflichen Erstausbildung gut gestaltete Metallbaukonstruktionen aus-

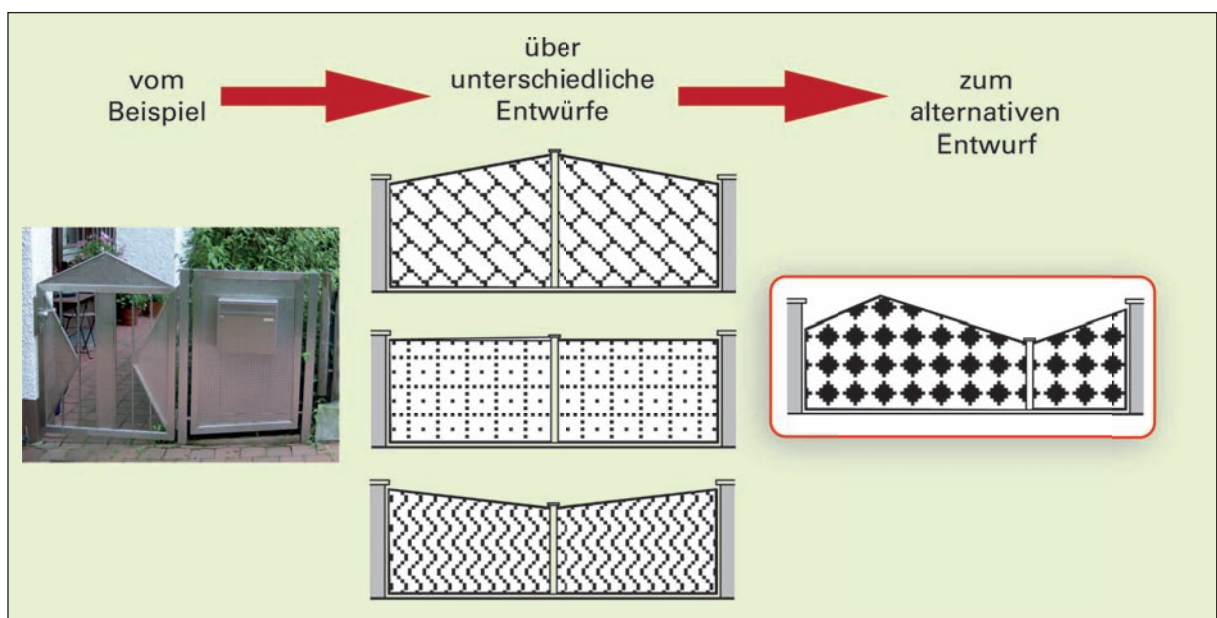
führen könnten, der dafür notwendige Lernprozess erstreckt sich über viele Jahre und wird Ihre Berufspraxis immer begleiten.

Bewährt hat sich folgender mehrstufiger Weg, der Sie allmählich zu eigenen Entwürfen führen wird:

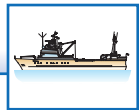
Analyse ausgeführter Arbeiten	erleichtert die	Schritte zu eigenen Entwürfen
<ol style="list-style-type: none"> 1. Suche nach ausgeführten Beispielen 2. Analyse von vorhandenen Metallarbeiten nach einem Raster 3. Ermitteln der Epoche, in der ein Werk entstanden ist oder sein könnte 4. Funktion der Metallbaukonstruktion 5. Erkennbare Gestaltung der Form und der Funktion 6. Verwendete Werkstoffe, Profile, Beschläge 7. Technische Ausführung der Metallkonstruktion 8. Erfassen und Auswerten der kennzeichnenden Merkmale 9. Zusammenwirken von Gestalt, Form, Funktion und Merkmalen 10. Erkennen von Schwächen und Fehlern an der Konstruktion und ihren Einzelteilen 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Ideensammlung: welche Metallkonstruktion lässt sich wie mit ersten Einblicken in die Regeln der Gestaltung verbessern (z. B. ein Tor)? 2. Entwurf der äußeren Erscheinung: z. B. einladend – abwehrend 3. Weiterentwicklung des Entwurfs: z. B. Anordnung und Wirkung von Profilen 4. Suche nach Varianten, z. B. für Toroberkante, Füllung 5. Vergleich der Varianten, z. B. nach Wirkung, Kosten 6. Festlegen von Gestalt und Proportionen 7. Detaillieren der Einzelheiten, z. B. Stab-/Rahmenverbindungen, Beschläge

Ihr Suchen und Erarbeiten einer guten Form muss immer vom Skizzieren begleitet sein. Dazu sollten Sie sich ein Skizzenbuch – keine fliegenden Blätter – anschaffen und die Skizzen mit Datum und Ort festhalten. Mit den Zeitläuften werden Sie erkennen, dass sich nicht nur Ihre Fertigkeit im Skizzieren steigert, sie werden auch gewandter im Umsetzen ihrer Entwürfe in Konstruktionen und diese

gewinnen auch an guter Form. Beschränken Sie ihre Analysen und Entwürfe aber nicht auf Schmiedearbeiten, der größte Teil der zeitgenössischen Metallbaukonstruktionen sind aus Walz-, Kalt- und Systemprofilen sowie aus Blechen gefertigt. Auch sie müssen „gestaltet“ sein um für das Auge gefällig zu wirken.



1 Vom ausgeführten Beispiel zum eigenen Entwurf



14.2 Schiffsentwurf

Schiffe werden nach den Bedürfnissen der Besteller entworfen. Dabei sind jedoch die naturwissenschaftlichen Gesetzmäßigkeiten zu beachten, dies sind vor allem:

Stabilitätsgrundlagen

Stabilität ist die Fähigkeit eines Wasserfahrzeuges, sich aus einer geneigten Lage nach Wegfall der neigenden Kraft wieder selbstständig aufzurichten.

Die Stabilität hängt vor allem von der Form des Fahrzeuges und der Lage des Gewichtsschwerpunktes ab. Berechnungen werden nicht nur für den normalen Betriebszustand durchgeführt, sondern auch für Leckfälle, wenn eine oder zwei Abteilungen des Schiffes nach einer Kollision oder Bodenberührung vollgelaufen sind.

Schiffswiderstand und Vortrieb

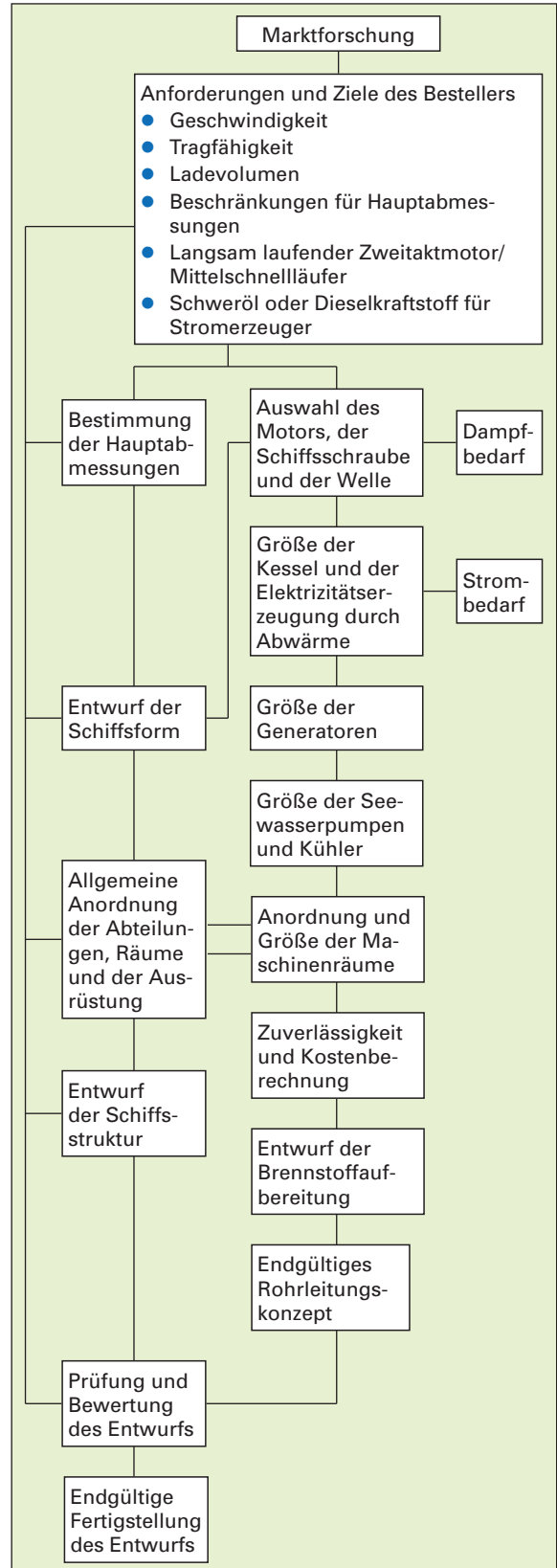
Schiffe sollen ihre geforderte Dienstgeschwindigkeit mit einer möglichst geringen Maschinenleistung erreichen und den Vortriebskräften, die durch die Schiffsschraube hervorgerufen werden, einen möglichst geringen Widerstand entgegensetzen. Dieser setzt sich hauptsächlich aus dem **Wellenwiderstand** und dem **Reibungswiderstand** zusammen.

Der Widerstand einer gegebenen Schiffsförm kann heute schon ziemlich gut mithilfe von Computerprogrammen bestimmt werden. Für genauere Ergebnisse ist man jedoch immer noch auf Modellversuche in Schiffbauversuchsanstalten angewiesen. Generell kann man sagen, dass schlanke, fischähnliche Schiffsförm günstigere Widerstandswerte aufweisen als gedrungene Formen (vgl. z.B. die Rumpfförm einer Fregatte mit der eines Massengutfrachters).

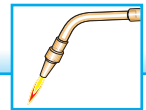
Auch das Verhalten eines Schiffes im Seegang ist in hohem Maße von der Schiffsförm abhängig. Schließlich wird die Gestaltung des einzelnen Propellers mit dem Ziel, die Maschinenleistung möglichst gut in Vortrieb umzusetzen, von Spezialisten in Schiffbauversuchsanstalten ermittelt.

Tragfähigkeit

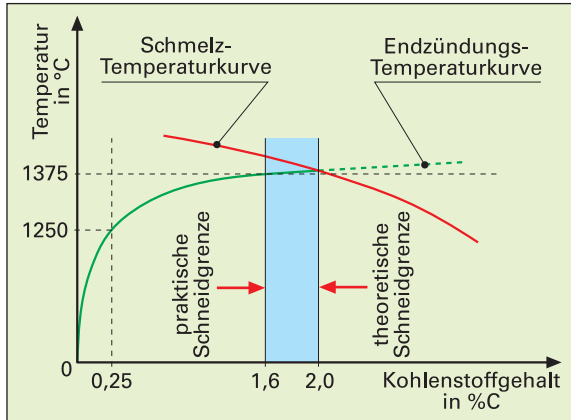
Die Beförderung von Gütern oder Personen ist die Aufgabe von Handelsschiffen. Ein wesentliches Ziel des Schiffsentwurfs ist deshalb eine hohe Tragfähigkeit des Schiffes. Je nach Transportgut steht entweder der verfügbare Frachtraum oder das Gewicht der Güter im Vordergrund. Auch die Tragfähigkeit ist formabhängig. In diesem Zusammenhang werden folgende Begriffe gebraucht:



1 Schiffsentwurfsprozess



- Die aus der Verbrennung entstehenden Oxide müssen eine niedrigere Schmelztemperatur haben als die des Werkstoffs.
- Die Schlacke muss dünnflüssig sein.
- Die Wärmeleitfähigkeit soll gering sein.



1 Schmelz- und Zündtemperaturen von Eisenwerkstoffen

Hauptinflussgröße für die Brennschneideignung ist der Kohlenstoffanteil, der die Zündtemperatur mit zunehmenden Anteil heraufsetzt, sodass ab ca. 1,6 % Kohlenstoffgehalt ein Brennschneiden praktisch nicht mehr möglich ist. Weitere Legierungselemente wie Chrom, Nickel und Wolfram beeinflussen die Schmelztemperatur der Oxide (siehe Bild 2).

Legierungsmetall	Obergrenze
Chrom (Cr)	1,5 %
Kohlenstoff (C)	1,6 %
Kupfer (Cu)	0,7 %
Mangan (Mn)	1,2 %
Molybdän (Mo)	0,8 %
Nickel (Ni)	7 %
Silizium (Si)	2,4 %
Wolfram (Wo)	10 %

2 Einfluss von Legierungsmetallen beim thermischen Trennen

Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Brennschneideignung von häufig eingesetzten Werkstoffen.

Zum Brennschneiden geeignet	Zum Brennschneiden NICHT geeignet
Baustähle z.B. S235JR	Legierter Stahl $\geq 1,5\%$ Cr (erfüllt Bedingungen 3 und 4 nicht)
Legierte Stähle $\leq 1,5\%$ Cr	Grauguss (erfüllt Bedingung 2 nicht)
Stahlguss	Kupfer (erfüllt Bedingungen 2 und 4 nicht)
Titan trotz Schmelzpunkt von Titanoxiden (1850–2000 °C) > Titan (1660 °C)	Aluminium (erfüllt Bedingungen 2,3 und 4 nicht)

Durch die Wärmeeinbringung können härtbare Stähle ($C > 0,3\%$) Risse, Spannungen und Aufhärtungen zeigen. Vor- und nachlaufende Anwärm-brenner können die Erscheinungen verringern, da die Abkühlgeschwindigkeit kleiner wird.

15.2.3 Brennschneidegräte (Schneidbrenner)

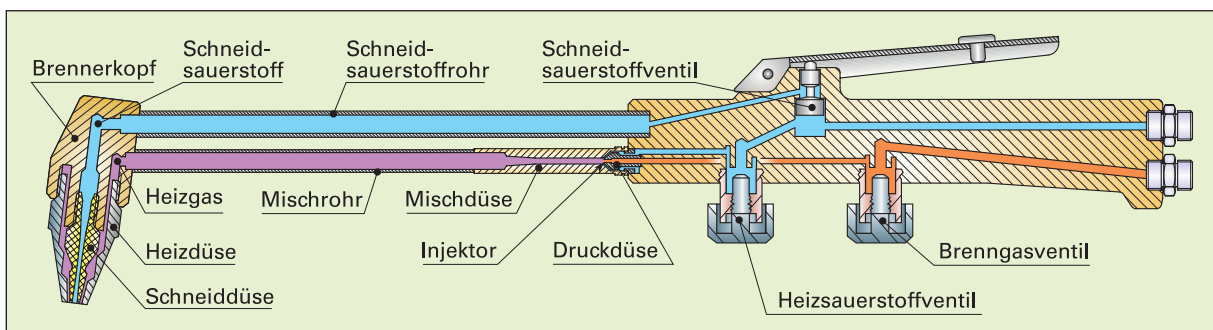
Die Auswahl der Brennschneideinrichtung richtet sich nach der Form und der Stückzahl der auszu-

scheidenden Werkstücke. Der Brennschnitt erfolgt

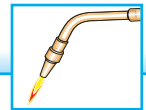
- von Hand mit Vorrichtungen und Steuerungen
- teilautomatisiert
- vollautomatisiert

mit

- Handschneidbrennern oder
- Maschinenbrennern.



3 Einzelschneidbrenner mit Schnittbild



Veränderung des Drahtvorschubs (Kennlinie konstant)	
Erhöhen ↑	Verringern ↓
<ul style="list-style-type: none"> • kürzerer Lichtbogen • höhere Stromstärke • höhere Abschmelzleistung 	<ul style="list-style-type: none"> • längerer Lichtbogen • niedrigere Stromstärke • niedrigere Abschmelzleistung
Schweißgeschwindigkeit	
Erhöhen ↑	Verringern ↓
<ul style="list-style-type: none"> • Geringerer Einbrand • Schmalere Naht • Stärkere Überhöhung 	<ul style="list-style-type: none"> • Stärkerer Einbrand • Breitere Naht • Geringere Überhöhung <p>Bei zu geringer Schweißgeschwindigkeit treten u. U. Bundefehler, Badüberhitzung und Porosität auf.</p>

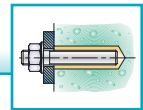
Einfluss von Schweißparametern auf den Lichtbogen beim MIG/MAG-Schweißen – Fortsetzung

Neben den Einstellparametern kann der Schweißer durch die Haltung des Brenners das Schweißergebnis beeinflussen; der Brenner kann in Schweißrich-

tung oder quer zur Schweißrichtung in unterschiedlichen Positionen geführt werden (siehe Bild 1).

Brennerneigung in Schweißrichtung		
<p>stechend</p> <ul style="list-style-type: none"> - Naht wird breiter, Einbrand flacher - Spaltüberbrückbarkeit besser - Lichtbogen weniger stabil - mehr Spritzer 	<p>neutral</p>	<p>schleppend</p> <ul style="list-style-type: none"> - Naht wird schmaler, höher, Einbrand tiefer - Spaltüberbrückbarkeit schlechter - Lichtbogen stabiler - weniger Spritzer
Brennerneigung quer zur Schweißrichtung		
<p>Richtig: Schweißnaht erfasst symmetrisch beide Bleche am Nahtstoß</p>	<p>Falsch: Brennerneigung zu steil, Naht "fällt" nach unten</p>	
<p>Richtig: Sicheres Aufschmelzen der Nahtflanken</p>	<p>Falsch: Mögliche Bundefehler an den Nahtflanken</p>	
<p>Richtig: Brenner steht unter 90° zur Werkstückoberfläche</p>	<p>Falsch: Brennerneigung führt zu einseitiger Naht.</p>	

1 Einfluss der Brennerneigung



Arten von Schwerlastdübeln

Die Befestigung von Metallbaukonstruktionen erfolgt mit Schwerlastdübeln, die eine bauaufsichtliche Zulassung aufweisen müssen. Sinnvollerweise sollte diese auch für die „gerissene Zugzone“ (vgl. Seite 614) gelten. Andernfalls müsste ausdrücklich statisch nachgewiesen werden, dass im Befestigungsuntergrund nur Druckspannungsbereiche herrschen. Zugzonentaugliche Dübel gleichen die durch Risse auftretende Vergrößerung des Bohrloches in der Zugzone des Befestigungsgrundes und die damit verbundene Minderung der Tragfähigkeit wieder aus.

Metallspreizdübel aus galvanisch verzinktem Stahl (Innenräume) oder nichtrostendem Stahl A4 (Feuchträume, Außenbereich) dürfen aufgrund ihrer großen Spreizkräfte nur in Beton oder Naturstein verankert werden. Man unterscheidet zwischen

- Kraftkontrollierten Spreizdübeln und
- Wegkontrollierten Spreizdübeln.

Kraftkontrollierte Dübel leiten die äußeren Zugkräfte durch Reibung zwischen Spreizhülse und Bohrlochwand in den Verankerungsgrund ein. Übersteigen die äußeren Kräfte die Reibkräfte, so spreizt der Konus die Spreizhülse weiter auf. Dadurch wird die Haltekraft des Dübels aufrecht erhalten. Dies nennt man **Nachspreizen**. Diese Dübel sind **zugzonentauglich** und werden meist in Durchsteckmontage gesetzt (Bild 1).

Wegkontrollierte Spreizdübel, auch **Einschlaganker** genannt, sind Innengewindedübel, die nur in Vorsteckmontage gesetzt werden können. Der in der Dübelhülse befindliche Konus wird mit einem speziellen Setzwerkzeug eingeschlagen und die Hülse damit gespreizt.

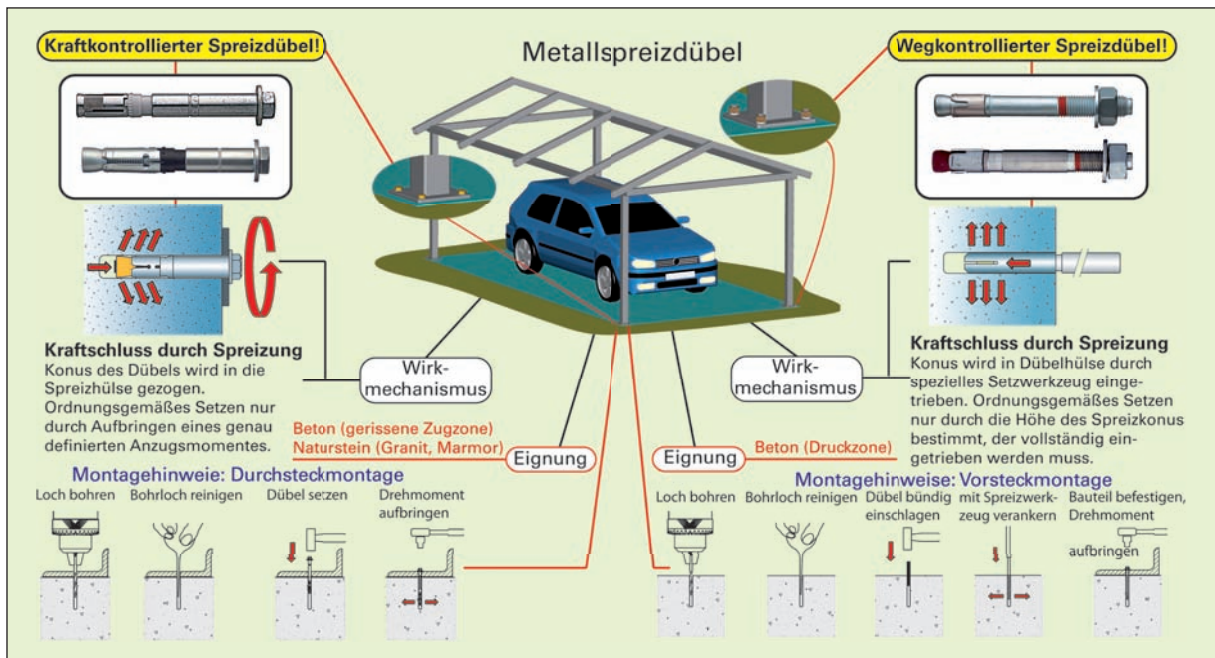
Die Spreizwirkung ist auf die Höhe des Konus beschränkt. Wegkontrollierte Dübel können daher nicht nachspreizen und sind auch **nicht zugzonentauglich**.

Aufgrund der Schlagspreizung sind die Spreizkräfte auf den Untergrund wesentlich größer als bei kraftkontrollierten Dübeln. Dies bedingt entsprechend größere Rand- und Achsabstände. Einschlagdübel sind empfindlich gegenüber Bohrlochtoleranzen und ungenauer Bohrlochtiefen, weil sie eine ordnungsgemäße Spreizung verhindern.

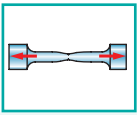
Spreizdruckfreie Dübel werden vorwiegend dort gesetzt, wo kleine Rand- und Achsabstände benötigt werden. Hierbei wird der Untergrund durch keine oder nur geringe Spreizkräfte belastet. Man unterscheidet dabei:

- Verbunddübel – stoffschlüssig wirkend
- Schraubanker (Betonerschraube) – formschlüssig wirkend

Verbunddübel sind Verankerungen von Gewindestangen mit oder ohne Konusbolzen (Verbundankern) oder Innengewindehülsen mit einem Ver-



1 Metallspreizdübel



17.1 Stoffeigenschaften ändern

Eigenschaften von Stählen, wie Härte, Dehnung oder Verschleißfestigkeit, können verändert werden durch:

- die Änderung der **chemischen Zusammensetzung** (= Legieren mit anderen Metallen),
- **Wärmebehandlung** (= gezieltes Einbringen von Wärme).

Die wichtigsten Wärmebehandlungsverfahren sind:

Glühen und Härten

Solide Kenntnisse von Vorgängen im Stahlgefüge erleichtern die fach- und sachgerechte Durchführung von Wärmebehandlungen in der Werkstatt, z. B.:

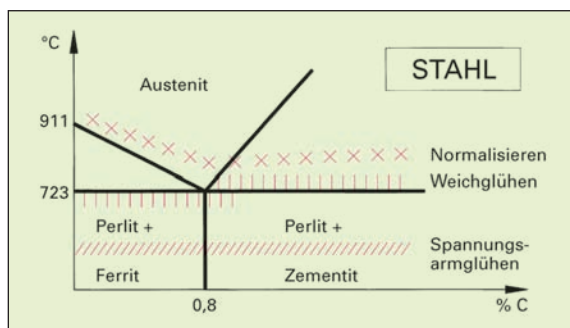
- Die Gefügeverfestigung nach dem Schmieden muss in manchen Fällen beseitigt werden,
- selbstgefertigte Werkzeuge wie Hilfsämmer und Gesenke können nur im gehärteten Zustand ihre Funktion erfüllen,
- Konstruktionsteile, die aufeinander gleiten oder rollen, sollen eine verschleißfeste Oberfläche bei zähem Kern besitzen.

17.1.1 Glühen

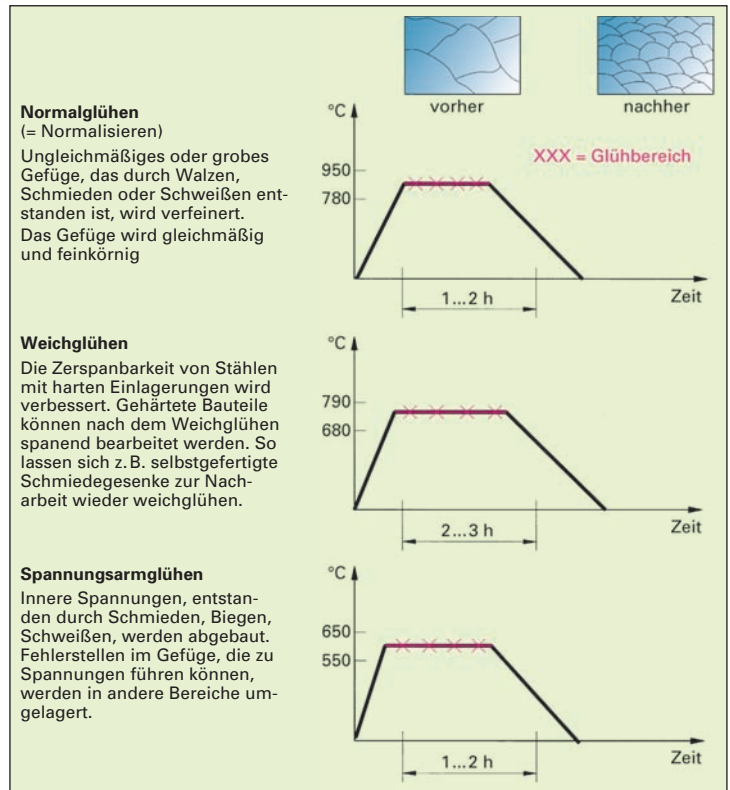
Glühen hat die Aufgabe, das Stahlgefüge zu verfeinern, in einen gleichmäßigen und weniger dichten Zustand zu bringen und Spannungen abzubauen.

Für alle Glühverfahren gilt:

- langsames Erwärmen,
- Halten auf Temperatur (abhängig vom C-Gehalt),
- langsames Abkühlen.



2 C-Gehalt, Glühverfahren und -temperaturen

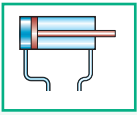


1 Glühverfahren

Im einzelnen unterscheidet man je nach Zweck **Normal-, Weich- und Spannungsarmglühen** (Bild 1).

Ein besonderes Problem im Metallbau ist die beim Treiben oder Bördeln zu beobachtende **Kaltverfestigung** von Stahl, Kupfer und Aluminium. Sie macht eine weitere Bearbeitung unmöglich, der Werkstoff bricht. Diese Erscheinung kann durch **Rekristallisationsglühen** beseitigt werden:

- Stahlteile werden langsam auf 500 ... 600 °C erwärmt und ebenso abgekühlt.
- Werkstücke aus Kupfer und Aluminium müssen nach dem Erwärmen auf ca. 400 °C noch in Wasser abgeschreckt werden.



18 Steuerungs- und Regelungstechnik

Bei der Fertigung von Metall- und Stahlbaubaukonstruktionen werden wo immer möglich Maschinen und Anlagen mit Steuerungs- und Regelungsprozessen eingesetzt, die die Mitarbeiter von schwerer körperlicher Arbeit entlasten, die Fertigungszeiten verringern und eine gleichbleibende Produktqualität garantieren. So findet man verschiedene Steuerungs- und Regelungsvorgänge an allen für den Metallbau wichtigen Arbeitsmaschinen wie CNC-gesteuerten Brennschneidanlagen, Schweißgleichrichtern, Gesenkbiegepressen, Profilstahlscheren, Bohranlagen usw.. Die Bedienung, Wartung und Pflege dieser Anlagen erfordern auch Kenntnisse in der Steuerungs- und Regelungstechnik.

Nicht nur bei der Fertigung von Konstruktionen kommt der Metallbauer und Konstruktionsmechaniker mit gesteuerten Systemen in Berührung, sondern auch die Montage gesteuerter Anlagen gehört zu seinem Aufgabenbereich, sei es die

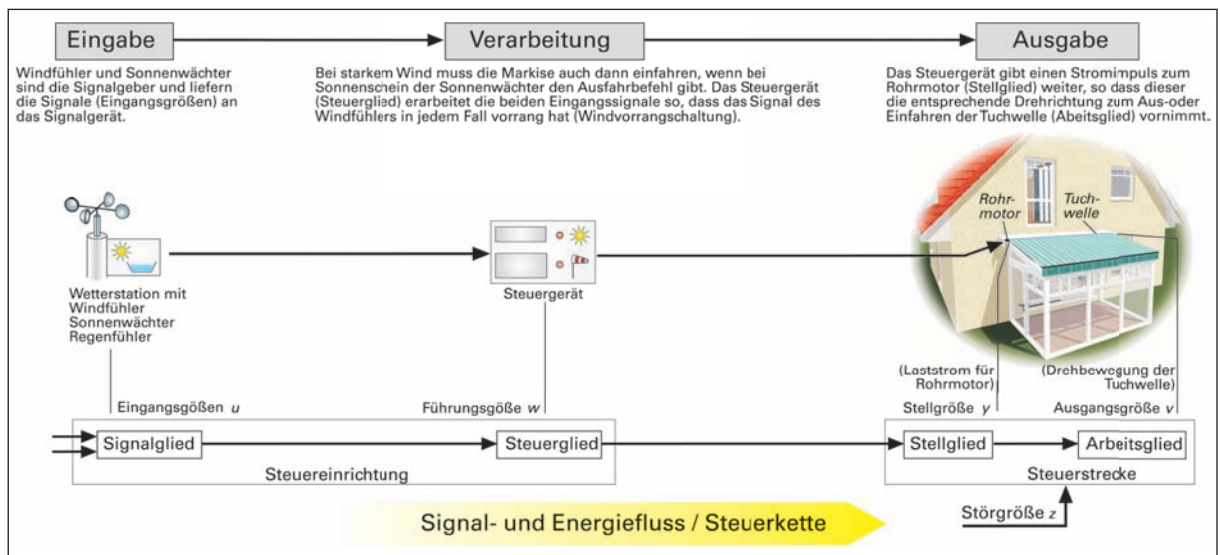
Montage gesteuerter Türelemente, kompletter Sonnenschutzeinrichtungen für Wintergärten oder Fassadenkonstruktionen oder die Montage angetriebener Hallentore oder Einfahrtstore.

18.1 Steuern und Regeln – zwei unterschiedliche Vorgänge

Wintergärten benötigen für die Sommermonate in jedem Fall eine Beschattungseinrichtung, die eine unzulässige Aufheizung des Wintergartens verhindert. Eine mögliche Beschattung liefert beispielsweise eine automatisierte Markisensteuerung.

Steuerung der Wintergartenbeschattung

Jede Steuerung funktioniert nach dem sogenannten **EVA-Prinzip** (Bild 1):



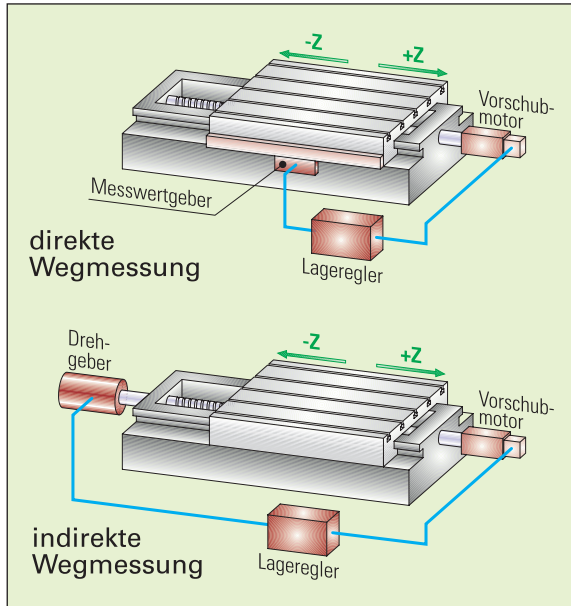
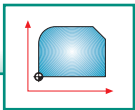
1 Steuerung am Beispiel einer Wintergartenbeschattung

Dieser Wirkungszusammenhang zwischen den Eingangsgrößen (Signale von Wind- und Sonnenfühler) und der Ausgangsgröße (Drehbewegung der Tuchwelle) wird Steuern genannt. Störeinflüsse (Störgrößen) können von der Steuerung nicht erfasst werden und bleiben unberücksichtigt. So bleibt beispielsweise ein in der Tuchwelle durchrutschender Rohrmotor von der Steuerung selbst unentdeckt und die Markise fährt nicht vollständig aus. Nur der Bediener kann diese Störung erkennen und beheben.

In einer Steuerung hat die Ausgangsgröße **keine** Rückwirkung auf die Eingangsgröße. Der Signalfluss läuft stets nur in einer Richtung, der Steuerkette. Der Wirkungsablauf ist offen.

Regelung des Raumklimas

Mit obiger Steuerung wird der Wintergarten zwar beschattet und die größte Wärmeentwicklung vermieden, jedoch eine angenehme Raumtemperatur auch an heißen Sommertagen lässt sich mit einer Steuerung dieser Art nicht erzielen. Hierzu benö-

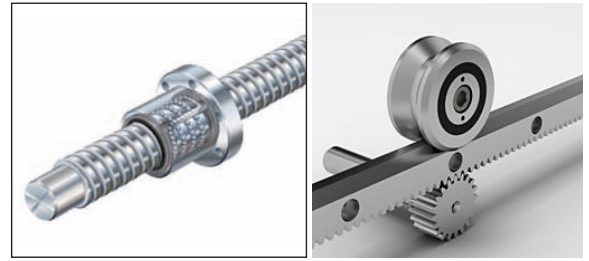


1 Direkte und indirekte Wegmessung

Umdrehungen und der Steigung der Antriebsspindel berechnet (Bild 1). Indirekte Wegmesssysteme sind bei großen Verfahrestrecken vergleichsweise billig und platzsparend.

19.2.4 Vorschubantriebe, Führungen und Spindeln

Die Vorschubantriebe müssen die Stellbefehle schnell und sehr genau in einem großen Drehzahl-



2 Kugelumlaufspindel und Präzisionsführung

bereich ausführen. Neben einer langen Lebensdauer sollen sie auch wartungsfrei sein. Für eine genaue Positionierung müssen die Führungen und Spindeln an den Antriebseinheiten von CNC-Maschinen möglichst spielfrei und reibungsarm sein. Wegen der Gleitreibung und ihres Spieles sind früher übliche Trapezgewindespindeln ungeeignet. Vorgespannte Kugelgewindetriebe und Präzisionsführungsrollen an den Laufwägen von Brennschneidanlagen erfüllen die geforderten Bedingungen (Bild 2).

19.2.5 Steuerungsarten

An CNC-Maschinen sind die Verfahwege der Werkzeuge oder Werkstücke durch programmierte Weganweisungen vorgegeben. Je nach Art und Weise des Zustandekommens der Verfahwege unterscheidet man Punkt-, Strecken- und Bahnsteuerungen.

Punktsteuerung oder Positioniersteuerung	Streckensteuerung	Bahnsteuerung
<ul style="list-style-type: none"> • Einfach, kostengünstig • Werkzeug beim Verfahren nicht im Eingriff und alle Achsantriebe laufen im Eilgang (Positionieren) • Für Bohr- und Punktschweißautomaten 	<ul style="list-style-type: none"> • Nur achsparallele Verfahwege möglich (nur jeweils ein Achsantrieb in Betrieb), • Einfachste Dreh- und Fräsmaschinen 	<ul style="list-style-type: none"> • Gleichzeitige Bewegung aller Achsantriebe ermöglicht beliebige Bahnen in der Ebene (2D-Steuerung) oder im Raum (3D-Steuerung) • Dreh-, Fräs-, Brennschneidmaschinen usw.

Wie Vieles in Staat und Gesellschaft, so ist auch das Bauen in Gesetzen und Verordnungen geregelt. Erhält z. B. ein Metallbaubetrieb den Auftrag für einen Anbaubalkon, so muss er erst prüfen, ob der örtlich gültige Bebauungsplan überhaupt Anbaubalkone zulässt (Bild 1). Es ist evtl. sogar eine Baugenehmigung notwendig.

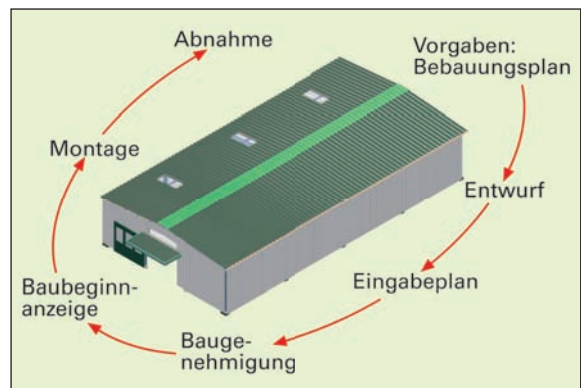
Ein Stahlbaubetrieb, der von einer Stadtverwaltung einen Auftrag über eine Stahlhalle erhalten möchte,

- muss sich an einer öffentlichen Ausschreibung beteiligen,
- ein Leistungsverzeichnis ausfüllen,
- hoffen, dass er als günstigster Bieter den Zuschlag erhält,
- mit den Werkplänen auch eine prüffähige statische Berechnung, eine „Statik“, vorlegen (Bild 2).

Im Rahmen Ihrer Berufsaus- und Weiterbildung sollen Sie einen kleinen Einblick in das Baurecht erhalten, dann werden viele Beziehungen zwischen Ihrem Ausbildungsbetrieb, und den Kunden bzw. zu den Behörden verständlicher.



1 Anbaubalkon



2 Stahlhalle

20.1 Übersicht: Baurecht

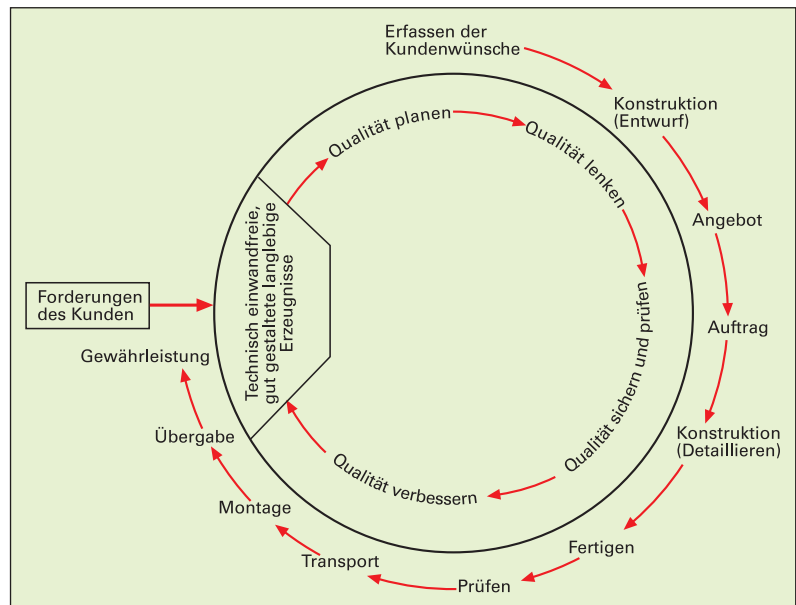
Das Baurecht hat sich über viele Jahrzehnte entwickelt und gliedert sich in zwei große Rechtsbereiche (Bild 3). Dazu kommt noch das Gewohnheitsrecht, das stillschweigend respektiert wird, ohne dass es in Gesetzen und Verordnungen fest geschrieben ist.

Baurecht		Privates Baurecht	Gewohnheitsrecht
Öffentliches Baurecht			
Bauplanungsrecht	Bauordnungsrecht		
Alle Gesetze und Verordnungen, die die örtliche und überörtliche Nutzung und Bebauung von Grundstücken regeln		Alle Rechtsbeziehungen zwischen den am Bauen Beteiligten	Konventionen, die sich oft über Jahrhunderte zwischen den am Bau Beteiligten entwickelt haben
Bebauungspläne, Planfeststellungsverfahren, u. a.	Musterbauordnung, Landesbauordnungen, Denkmalschutzgesetze, allgemein anerkannte Regeln der Technik wie TRAV, u. a.	Bürgerliches Gesetzbuch (BGB), VOB A/B/C, u. a.	Richtfest, Betretungsrecht von Nachbargrundstücken während der Montage u. a.

3 Rechtsbereiche im Baurecht

Kunden verlangen von einem Metall- oder Stahlbaubetrieb technisch einwandfreie, langlebige und funktionsgerecht gestaltete Erzeugnisse und sind dann auch bereit, angemessene Preise dafür zu bezahlen. Damit ein Betrieb das auch leisten kann, muss er nicht nur in der Fertigung auf Qualität und Genauigkeit seiner Erzeugnisse achten, sondern auch in seinen internen Abläufen auf Qualitätsstandards achten. Dabei ist ein Qualitätsmanagement-System nach DIN ISO 9001:2008 sehr hilfreich.

Mit Anleitung dieser Norm lassen sich alle Prozesse (= Abläufe) im Betrieb planen, kostengünstig gestalten und dann von einem externen Fachmann überprüfen.



1 Qualitätsregelkreis

Dieser Vorgang läuft in mehreren Stufen ab:

1. das Unternehmen in einem Qualitätsmanagement-Handbuch (QMH) beschreiben;
2. alle Abläufe im Betrieb untersuchen und in Verfahrens- und Arbeitsanweisungen beschreiben,
3. die schriftlich oder in Dateien festgehaltenen Abläufe selbst überprüfen (= auditieren);
4. die Übereinstimmung der im Qualitätsmanagement-Handbuch beschriebenen Abläufe mit der Realität im Betrieb durch einen externen Fachmann überprüfen lassen (= zertifizieren).

Es gilt der Grundsatz:

Ein Qualitätsmanagementsystem in einem Betrieb funktioniert dann, wenn die Kunden wiederkommen und nicht das Erzeugnis.

Ein Betrieb, der den Anforderungen der Norm DIN ISO 9001:2008 erfüllen will, muss für alle seine Abläufe einen Regelkreis einhalten:

Qualität planen – Qualität lenken – Qualität sichern – Qualität prüfen – Qualität ständig verbessern

Das lässt sich nicht allein durch Erzeugnisse erreichen, die am Markt nachgefragt sind, dazu müssen auch alle internen Abläufe auf Qualität ausgerichtet sein.

21.1 Qualitätsmaßnahmen

Ein Qualitätsmanagement-System (QM-System) unterstützt den Betrieb, sich gezielt auf die Wünsche der Kunden einzustellen und sie auch erfüllen zu können. Ehe es in einem Handbuch schriftlich fixiert wird, sind aber eine Reihe von aufeinander abgestimmten Maßnahmen zum Leiten und Lenken des Betriebs und des Auftragsdurchlaufs notwendig. Sie sind eine Präzisierung und Verfeinerung des Qualitätsregelkreises und müssen in konkrete Aussagen umgesetzt werden. Am Beispiel des Muster-Metallbaubetriebs „Windows and more“ sind dazu folgende Aufgaben zu lösen:

1. Definition einer Qualitätspolitik:

Beispiel: *Die Fa. Windows and more ist der führende Anbieter von Fenstern und Türen aus Aluminium und EDELSTAHL Rostfrei®.*

2. Definition von Qualitätszielen

Beispiel: *Die Fa. Windows and more entwickelt in den nächsten fünf Jahren Metallfenster mit einem u-Wert 1,0 W/m² K.*

3. Durchführen einer Qualitätsplanung

Beispiel: *Die Fa. Windows and more führt für alle Mitarbeiter zweimal jährlich eine Schulung Umgang mit Kunden durch.*

4. Lenkung der Qualität während der Fertigung und Montage