

5.3 Fertigungsgerechtes Konstruieren

Die folgenden Empfehlungen wurden innerhalb des Deutschen Stahlbau-Verbandes DSTV im Arbeitsausschuss „Fertigung“ erarbeitet. Es handelt sich hier um Idealforderungen seitens der Fertigung an die Konstruktion. Sie müssen nicht allgemein verbindlich sein. Im Einzelfall kann es durchaus wirtschaftlicher sein, Kosten in andere Bereiche zu verlagern (siehe auch Stahlbau Arbeitshilfe 5.1).

Grundlagen

Grundlagen für das Erstellen der bautechnischen Unterlagen zum Fertigen in den einzelnen Anwendungsbereichen Stahlbau, Maschinenbau, Behälterbau, Rohrleitungsbau usw. sind die einschlägigen technischen Vorschriften, insbesondere DIN-Normen.

Ein Katalog sämtlicher für die Stahlbaufertigung wichtigen Normen – bei Auslandsaufträgen auch solcher aus dem Ausland – ist deshalb zu erstellen und muss für das Technische Büro (TB) verfügbar sein.

Fertigungsmöglichkeiten

Das Konstruieren beginnt beim Verkauf. Zuerst muss deshalb der Verkäufer wissen, was in seinem Unternehmen gefertigt werden kann.

Die zu entwerfende Konstruktion muss den Fertigungsmöglichkeiten des eigenen Betriebes angepasst sein, damit sie mit den vorhandenen Bearbeitungsmaschinen so wirtschaftlich wie möglich hergestellt werden kann. Diese Möglichkeiten können jedoch in verschiedenen Unternehmen unterschiedlich sein. Deshalb ist für das TB ein werksinterner Katalog mit allen verfügbaren Betriebseinrichtungen zu erstellen, damit es über die vorhandenen Fertigungsmöglichkeiten vor Beginn der Konstruktionsarbeiten unterrichtet ist. Eine mündliche Unterrichtung des TB mit Erläuterungen an Hand von Beispielen ist zusätzlich zu empfehlen.

Dieser Katalog sollte auch Angaben enthalten über:

- Konservierungsmöglichkeiten,
- vorhandene Hubkapazitäten,
- maximal bearbeitbare Abmessungen an Fertigungsmaschinen,
- maximale Konstruktionsabmessungen,
- Gewichte für Transporte innerhalb der Werkstatt und von dort zur Baustelle.

Bewährt hat sich auch eine Aussprache zwischen TB und Werkstatt über die zu fertigende Konstruktion, sobald die ersten Entwürfe im TB dazu vorliegen. Je früher der Betrieb auf die Konstruktion Einfluss nehmen kann, desto wirtschaftlicher ist das Ergebnis.

Materialdisposition

Bereits bei Beginn der Konstruktionsarbeiten im TB ist die richtige Auswahl des erforderlichen Walzmaterials und ggf. der Zuliefererteile unter Berücksichtigung der technischen Anforderungen und firmenspezifischen Fertigungsmöglichkeiten zu treffen.

Bei der Materialdisposition ist insbesondere folgendes zu beachten:

- Anzahl unterschiedlicher Profile und Bleche auf ein Minimum reduzieren
- Lager für Walzmaterial möglichst klein halten, Anschlussmaterial (Bleche, Winkel) ebenfalls auf wenige Abmessungen beschränken und übriges Material kommissionsgebunden bestellen
- Walztermine der Hersteller (Walzwerke) nutzen
- Möglichst Lagerlängen verwenden und Übergroßen vermeiden
- Maximal-Abmessungen in der Fertigung beachten
- Ausreichende Materialzugaben für Zuschnitte für die Bearbeitung (Brennen, Scheren, Biegen, Kanten, Fräsen) vorsehen
- Zuschnittplan bereits bei der Materialdisposition auf den Fertigungsablauf abstimmen.

Bautechnische Unterlagen Angaben

Aus den für die Fertigung erforderlichen bautechnischen Unterlagen müssen neben den üblichen Angaben gemäß DIN 18800 Teil 1, Ausgabe 11/90, Abschnitt 1.2 folgende Zusatzinformationen ersichtlich sein:

- Anzahl der Ausführung,
- zugehörige Zeichnungen, z. B. Zuschnittpläne usw.
- zugehörige Schweißpläne,
- zugehörige Prüfpläne,
- zugrundeliegende DIN-Normen, z. B. für Fertigungstoleranzen,
- Kennzeichnung des dargestellten Bauteils.

Darstellung

Bei der Darstellung aller für die Fertigung notwendigen Angaben in den bautechnischen Unterlagen ist folgendes zu beachten:

- Für den Betrieb leicht lesbare Zeichnungen mit allen für die Fertigung notwendigen Angaben erstellen
- Spiegelbildliche Darstellungen und Klammermaße vermeiden
- Für Konstruktionsvarianten Mutterpausen und Aufkleber verwenden
- Positionsnummern grundsätzlich in die Hauptdarstellung des betreffenden Bauteils eintragen (Aus der Hauptdarstellung soll das Bauteil möglichst komplett ersichtlich sein. Angaben in Schnitten und Ansichten sind unzureichend.)
- Sind Angaben zu einzelnen Positionen in der Hauptdarstellung auf mehrere Zeichnungen verteilt, ist in den zugehörigen Schnitten und Ansichten auf die entsprechende Zeichnungs-Nr. zu verweisen.
- Erforderliche Schnitte und Ansichten unmittelbar neben der Hauptdarstellung platzieren
- Abmessungs- und Werkstoffangaben sowie Hinweise auf Naturgrößen und Aufmaße unmittelbar neben der Positionsnummer eintragen
- Bauteile mit gleichen Abmessungen, jedoch unterschiedlicher Ausführung (z. B. zusätzliche Bohrung) mit gesonderter Positionsnummer versehen
- Konstruktionsdetails und wichtige Fertigungshinweise, z. B. Angaben über die mechanische Bearbeitung, in angemessenem Maßstab (häufig zu klein) und an richtiger Stelle angeben.

Vermaßung

Die fertigungsgerechte Vermaßung der einzelnen Konstruktionsteile auf der Zeichnung ist besonders wichtig. Dabei sind folgende Hinweise zu beachten:

- Vermaßung im rechtwinkligen x-y-Koordinatensystem vornehmen
- Teile funktionsgerecht vermaßen
- Maßangaben für eine in sich geschlossene Baueinheit möglichst nicht über mehrere Zeichnungsblätter verteilen
- Gesamtmaße und durchgehende Maßketten eintragen; keine Teilvermaßung über Systemachsen

- Bei Kettenvermaßung letztes Maß als Freimaß kennzeichnen; bei Bühnenkonstruktionen immer von O.K.-Bühne ausgehen
- Berücksichtigung handelsüblicher Walztoleranzen bei Festlegung der Bauwerkstoleranz unter gleichzeitiger Beachtung des möglichen Schweißverzugs
- Einzelposition weitgehend an der Hauptdarstellung vermaßen
- Bei zu kantenden Teilen neben Fertigmaßen auch Knicklinien am abgewinkelten Bauteil vermaßen
- Funktions- und Kontrollmaße durch Einrahmen besonders hervorheben
- Eindeutige Lochbilder verwenden; z. B. gering voneinander abweichende Streichmaße vermeiden
- Hinweise auf mechanische Bearbeitungsvorgänge in Zeichnung deutlich hervorheben und Bearbeitungszugaben berücksichtigen
- Hinweise auf Ein- und Anbauteile in Zeichnung aufnehmen
- Auf ausreichende Dimensionierung von Öffnungen an Schweißkonstruktionen achten, und zwar für den späteren Einbau von Maschinenteilen unter Berücksichtigung von Verzug und Schrumpfungen

Vermaßung von Schweißnähten

- Schweißzeichen auf Zeichnungen einheitlich nach Norm handhaben
- Pauschale Schweißnahtangaben auf Zeichnungen vermeiden
- Angabe der rechnerisch erforderlichen Mindestnahtdicken durch TB, Festlegung der fertigungstechnisch notwendigen Maße unter Berücksichtigung der zu verschweißenden Materialstärken, Verzug, Schrumpfung usw. durch Arbeitsvorbereitung. (Keine erhöhten Forderungen durch TB)
- Sämtliche Schweißnahtangaben (Nahtstärke, Form, Länge und evtl. Unterbrechungen, ggf. Schweißverfahren) in die Hauptdarstellung des Bauteils eintragen
- Ergänzende Verarbeitungsvorschriften und Hinweise in den bautechnischen Unterlagen vermerken

Allgemeine Hinweise

- Anhängervorrichtungen und Anschlagmöglichkeiten für Transport der Bauteile in der Werkstatt bzw. bei der Montage in Zeichnung vermerken

- Zeichnungen erst nach Einarbeitung aller für die Fertigung notwendigen Daten über die AV an den Betrieb weiterleiten. Unvollständige Fertigungsunterlagen erfordern Mehraufwand in AV und Betrieb
- Zeichnungen rechtzeitig erstellen und auf den Fertigungsablauf im Betrieb sowie den Montagebedarf abstimmen
- Fertigungsunterlagen für zusammengehörige Bauteile gleichzeitig in den Betrieb geben, damit Zusammenhänge erkannt werden können.
- Nachträge vermeiden, mögliche Folgen bedenken
- Änderungen so vornehmen, dass sie mit möglichst geringem Aufwand machbar sind
- Änderungen an Bauteilen, die sich bereits in der Fertigung befinden, vom TB sofort der AV mitteilen, damit sie in die laufende Fertigung eingreifen kann
- Angaben für die Fertigung müssen ausnahmslos in den Zeichnungen enthalten sein. Begleitende Anweisungen sind umständlich zu handhaben, kostenaufwendig und häufig fehlerhaft
- Versandmaße in Versandliste aufnehmen (mit Versandskizze, ggf. auch Colli-Liste.)

Empfehlungen an das Technische Büro

- Sämtliche in der Werkstatt ausführbare Arbeiten nicht auf die Baustelle verlegen, Tendenz: Fertigung großer Teile
- Werksnormen schaffen und Standardbauteile, wie z. B. Typisierte Anschlüsse nach DSTV-Ringbuch verwenden sowie auftragsübergreifende Teilefamilien schaffen, um Zusammenbau zu vereinfachen und CAD/CAM anwenden zu können
- Treppen, Bühnen, Geländer sowohl innerhalb eines Auftrags als auch auftragsübergreifend möglichst baugleich ausführen
- Lochbilder in Laschen, Stirnplatten und Knotenblechen möglichst symmetrisch ausführen
- In einer Ebene möglichst gleiche Lochdurchmesser verwenden, da nicht immer mit Revolverkopf ausgerüstete NC-gesteuerte Bohrmaschinen vorhanden sind
- Rechtzeitig klären, ob Verbindungen geschraubt oder geschweißt werden sollen
- Bauteilverbindungen (Anschlüsse, Stöße) entweder nur schrauben oder nur schweißen, um unnötige Transportwege im Betrieb zu vermeiden
- Korrosionsschutzgerecht konstruieren, siehe Stahlbau Arbeitshilfe 1.1

Empfehlungen an den Betrieb

- Möglichst große Teile fertigen, um die Montagearbeiten gering zu halten
- Maximal mögliche Abmessungen und Gewichte der zu fertigenden Teile dem TB bekanntgeben
- Werksmontagen (Vormontagen) vorher mit dem TB abklären
- Auf Begrenzung durch Bearbeitungsmaschinen, Hebezeug, Strahlanlage, Transportmöglichkeiten achten (Sondertransporte nur in Ausnahmefällen, da teuer)
- Eindeutige und leicht auffindbare Positionierung der auf die Baustelle zu versendenden Teile vorsehen
- Versand der Konstruktion entsprechend dem festgelegten Montageablauf

Literatur

- Ringbuch „Typisierte Anschlüsse im Stahlhochbau“*
- Bemessungshilfen für profilorientiertes Konstruieren*
- Stahlbau-Handbuch für Studium und Praxis, Band 1 und 2*
- Stahlbau Arbeitshilfen
 - 1.1 Korrosionsschutzgerechte Gestaltung
 - 9 Werkstoff Stahl

Sicherheit: ausgereifte Technik und qualifizierte Beratung

Wünschen Sie, z. B. im frühen Entwurfsstadium, eine firmenneutrale Beratung, steht Ihnen BAUEN MIT STAHL gern mit Rat und Information zur Verfügung.

* Stahlbau Verlags- und Service GmbH
Postfach 10 51 45
D-40042 Düsseldorf



Sohnstraße 65 · 40237 Düsseldorf
Postfach 10 48 42 · 40039 Düsseldorf
Telefon (02 11) 67 07-828
Telefax (02 11) 67 07-829
Internet: www.bauen-mit-stahl.de
E-Mail: zentrale@bauen-mit-stahl.de