



## **AUSFÜHRUNG UND QUALITÄTSSICHERUNG VON STAHLBAUTEN**

***- ein Überblick für Bauherrn, Planer und Hersteller  
über die neue Normensituation –***

*Juni 2010*

Autoren: Greiner, Feigl, Roller, Siokola, Stadler, Luza

Herausgeber:

Österreichischer Stahlbauverband

1045 Wien, Wiedner Hauptstraße 63, T +43(0) 1 503 94 74

E [info@stahlbauverband.at](mailto:info@stahlbauverband.at) | H [www.stahlbauverband.at](http://www.stahlbauverband.at)

Geschäftsführer: DI Georg Matzner

Haftungsausschluss:

Obwohl diese Richtlinie sorgfältig unter Beiziehung von Fachexperten nach dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik erstellt wurde, übernimmt der Österreichische Stahlbauverband (ÖSTV) keinerlei Haftung für die betreffenden Angaben.

Sollten Sie Fehler entdecken oder Verbesserungsvorschläge haben, so sind die Autoren bzw. der Herausgeber für Ihre Hinweise dankbar. Richten Sie diese bitte schriftlich an das Büro des ÖSTV.

Copyright

Nachdruck und Vervielfältigung ausschließlich mit schriftlicher Genehmigung des ÖSTV.

# AUSFÜHRUNG UND QUALITÄTSSICHERUNG VON STAHLBAUTEN

*- ein Überblick für Bauherrn, Planer und Hersteller  
über die neue Normensituation –*

## 1. EINLEITUNG

Die Ausführung und Qualitätssicherung ist – im Unterschied zu anderen Bauweisen – für Stahlbauten durch die EN 1090-2 sehr eingehend geregelt. Diese EN 1090-2 ist naturgemäß im Kontext mit der ebenfalls bereits erschienen EN 1090-1 zu sehen. Da die Erbringung der vereinbarten Ausführungsqualität für den Auftraggeber einen hohen Stellenwert hat, stellt dieser hohe Regelungszustand an sich einen wesentlichen Vorteil dar. Der Auftraggeber kann nämlich darauf vertrauen, dass durch die Standardanforderungen der Norm ausreichende Maßnahmen gesetzt werden, um ein qualitativ anspruchsvolles und sicheres Bauwerk zu erhalten.

Dabei ist jedoch zu bedenken, dass der teils industrielle, teils handwerkliche Prozess der Herstellung die klare Festlegung der durchzuführenden Qualitätskontrolle und der vorzulegenden Nachweisdokumentation bereits vor der Auftragsvergabe voraussetzt. Dies nämlich deshalb, da die Durchführung der eigentlichen Prüfmaßnahmen, der Kontrollen und deren Dokumentation einen erheblichen zeitlichen und kostenmäßigen Aufwand erfordern kann, sodass die über den normengemäß festgelegten Umfang hinausgehenden Anforderungen dem Hersteller bekannt sein müssen. Dieses Verständnis ist für ein reibungsloses Verhältnis zwischen Auftraggeber und Hersteller von großer Bedeutung. Es wird der Umfang von – allenfalls technisch nicht unbedingt erforderlichen – Zusatzanforderungen dann vielfach auch von Auftraggeberseite in Relation zu den entstehenden Kosten beurteilt und in entsprechenden Rahmen gesetzt werden können.

Wie bereits erwähnt, wird bei korrekter Umsetzung der EN 1090 ein sehr hohes Niveau hinsichtlich Einhaltung der wesentlichen Merkmale eines Stahltragwerkes sichergestellt. Es ergibt sich auch eine Vereinfachung der Qualitätssicherung dadurch, dass die Qualitätskontrolle, der Prüfumfang und die Abnahmekriterien weitgehend klar geregelt sind. Zusätzlich wird in der Norm auf sämtliche Punkte hingewiesen, die vor Beginn der Herstellung geregelt werden müssen oder gefordert werden können. Das ist auch als Hilfestellung für die Ausschreibung von Stahlbauarbeiten und als Hilfestellung für die vertraglich zu regelnden Punkte zu sehen.

Die EN 1090-2 gibt an sich umfangreiche und ausreichende Regelungen für die Anforderungen an die Ausführung. Dieser Bericht soll dazu dienen, den Zugang hierzu etwas zu erleichtern, indem die wesentlichen Punkte hier in einfacheren Worten erläutert werden. Bevor nun im Folgenden auf die einzelnen Aufgaben eingegangen wird, die bei der Ausführung und Qualitätskontrolle wahrzunehmen sind, wird überblicksartig der gegenwärtige neue Normenstand, die Frage der Bestimmung von Ausführungsklassen sowie jene der Herstellerqualifikation und Konformitätskennzeichnung (CE-Zeichen) von Bauteilen behandelt.

## 2. NORMENSTAND IM STAHLBAU NACH DEN (NEUEN) EUROPÄISCHEN NORMEN

Mit der Herausgabe der EN 1090 ist die Normung für den Stahlbau umfassend abgeschlossen worden. Sämtliche bauaufsichtlich relevanten Planungs- und Herstellungsschritte sind durch europäische Regelwerke beschrieben. Bild 1 gibt einen vereinfachten Überblick über diese Normensituation, die sich in die sog. **Produktnormen**, die **Berechnungsnormen** und die **Ausführungsnormen** gliedert. Erstere Normen umfassen die Konstruktionsmaterialien (in Form der EN-Normen für Erzeugnisse aus Baustahl, Schrauben etc.), zweitere die Bemessung im Stahlbau und Verbundbau durch die Reihe der Eurocodes und die drittgenannten Normen sind jene, die sich mit den Anforderungen an den Herstellerbetrieb, die Ausführung und die Qualitätskontrolle befassen.

Konstruktionsmaterial	Planung und Berechnung	Ausführung und Qualitätskontrolle
Erzeugnisse aus Baustahl: EN 10025 (S235-S690)	Grundkonzept: EN 1990 Belastungen: EN 1991	Herstellerqualifikation: EN 1090-1
Schrauben: EN14399 (HV,HR) EN15048 (SB)	Stahlbau: Eurocode 3 – EN 1993... Verbundbau: Eurocode 4 – EN 1994...	Ausführung, Prüfung: EN 1090-2

Bild 1: Die Europäischen Normen für den Stahlbau (Überblick)

Diese europäischen Normen sind seit Juli bzw. September 2009 in Österreich anzuwenden. Sie heißen in Österreich ÖNORM EN ..., zB ÖNORM EN 1090. Die Eurocodes heißen analog zB ÖNORM EN 1993-1-1 und haben zudem Nationale Anwendungsdokumente (NADs), welche als ÖNORM B ..., zB ÖNORM B 1993-1-1 gekennzeichnet sind. Nur die Berechnungsnormen werden als „Eurocodes“ bezeichnet, während die Produktnormen und die Ausführungsnorm nicht als solche zu bezeichnen sind; die beiden Letzteren haben auch keine Ergänzung der europäischen Norm durch ein NAD.

## 3. BESTIMMUNG DER AUSFÜHRUNGSKLASSEN

Durch die EN 1090-2 Anhang B sowie künftig durch den Eurocode 3 (EN 1993-1-1 Anhang X) wird eine Klasseneinteilung (*Ausführungsklassen*) für verschiedene Arten von Stahlkonstruktionen und deren Ausführungsbedingungen getroffen.

Diese Zuordnung erfolgt im Wege von „Ausführungsklassen“ (Execution Classes, abgekürzt EXC), bei denen EXC 1 für die einfachen Konstruktionen und EXC 4 für außergewöhnliche Konstruktionen mit extremen Schadensfolgen gilt. In einer künftigen, revidierten Fassung des Eurocodes wird die Klassenfestlegung im Rahmen der EN 1993-1-1 in Verantwortung der Planerseite durchzuführen sein. In Abhängigkeit dieser Klassen sind nun unterschiedliche Anforderungen an die Fertigung und Prüfung sowie an die Dokumentation der Qualitätssicherungsvorgänge einzuhalten. Es bedeutet dies aber nicht, dass es stets vorteilhaft wäre, eine höhere oder gar die höchste Stufe der EXC vorzuschreiben. In der Regel ist ein angemessener moderater Qualitätsstandard zu empfehlen, wozu nach Möglichkeit auch der Rat einer Stahlbaufirma berücksichtigt werden sollte. Es können dadurch nicht unerhebliche Kosten eingespart werden, die weder zur Verbesserung der Tragsicherheit oder Gebrauchstauglichkeit beitragen, noch einen Vorteil für den Auftraggeber oder den ausführenden

Betrieb darstellen. Viel wesentlicher ist dagegen, dass der festgelegte Qualitätssicherungsprozess auch wirklich gelebt wird, d.h. dass bei der Auswahl des ausführenden Stahlbaubetriebs dieser Aspekt eine nicht unwesentliche Rolle spielen sollte.

Für die Bestimmung der Ausführungsklasse einer Stahlkonstruktion werden Kriterien herangezogen, welche gemäß dem vorliegenden Anhang B in EN 1090-2 aus Einstufungen der Schadensfolgen, der Bauwerksbeanspruchung sowie der Herstellungs- bzw. Fertigungsweise bestehen. Die Einstufung in Schadensfolgeklassen erfolgt gemäß EN 1990 (siehe Bild 2), jene in Beanspruchungskategorien (siehe Bild 3) und in Fertigungskategorien (siehe Bild 4) ist jedoch in EN 1090-2 gegeben.

### Klassen für Schadensfolgen „Consequence Classes“

Schadensfolgeklassen	Merkmale	Beispiel im Hochbau oder bei sonstigen Ingenieurbauwerken
CC1 niedrig ≈ untergeordnet	Niedrige Folgen für Menschenleben und öffentliche, soziale Folgen	Landwirtschaftliche Gebäude ohne regelmäßigen Personenverkehr (zB Scheunen, Gewächshäuser)
CC2 mittel ≈ gewöhnliche Stahlkonstruktionen	Mittlere Folgen für Menschenleben und öffentliche, soziale Folgen	Mehrfamilienhäuser, öffentliche Gebäude, öffentlichen Versagensfolgen (zB ein Bürogebäude)
CC3 hoch ≈ außergewöhnliche Stahlkonstruktionen (zB Brücken, Stadien)	Hohhe Folgen für Menschenleben und öffentliche, soziale Folgen	Stadien, öffentliche Gebäude, Brücken

Bild 2: Tabelle aus EN 1990 – Eurocode, Grundlagen Tragwerksplanung

### Kriterien für Beanspruchungskategorien „Service Categories“

Kategorien	Merkmale
SC1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tragwerke und Bauteile, bemessen nur für vorwiegend ruhende Belastungen (Beispiel: Gebäude)</li> <li>Tragwerke in Regionen mit geringen dynamischen Einwirkungen in Verbindung mit hohen statischen Einwirkungen von Kranen</li> <li>Tragwerke (Klasse S<sub>0</sub>)**</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>= statisch, vorwiegend ruhend belastet → Hochbau</b></p>
SC2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tragwerke und Bauteile, bemessen für Ermüdungsbelastungen nach EN 1993. (Beispiele: Straßen- und Eisenbahnbrücken, Krane (Klasse S<sub>1</sub> bis S<sub>4</sub>)** Schwingungsempfindliche Maschinen)</li> <li>Tragwerke und Bauteile mit deren Verbindungen, bemessen für Erdbebeneinwirkungen in Regionen mit mittlerer oder starker Seismizität und in DCM* und DCH*</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>= dynamisch, Ermüdungsbelastung, Erdbeben → Brücken</b></p>

\* DCL, DCM, DCH: Duktilitätsklassen nach EN 1998-1  
 \*\* Zur Klassifizierung von Ermüdungseinwirkungen von Kranen siehe EN 1991-3 und EN 13001-1

Bild 3: Tabelle aus EN 1090-2, Anhang B

Es ist dies vom Konzept her insofern inkonsequent, als die Beanspruchungskategorien keine stahlbauspezifischen Kriterien darstellen, sondern diese in den allgemeinen Teil von EN 1990 gehören würden. Ebenso inkonsequent ist in der derzeitigen Normenfassung, dass die Ausführungsklassen in dieser Durchgängigkeit nur für Stahlbauten geregelt sind, während der Holzbau und Mauerwerksbau keinerlei Klassifizierung kennt und der Betonbau nur eine – vom Sicherheitskonzept unabhängige – Klasseneinteilung in 3 Ausführungsklassen hat. Insgesamt wird auch im Stahlbau die vorliegende Festlegung von Ausführungsklassen zu überdenken sein, da durch die derzeitigen Verknüpfungen verschiedene andere Sicherheits- und Ausföhrungsbewertungen (zB. Sicherheitsklassen, Ermüdungsklassen, Duktilitätsklassen) nicht konsequent berücksichtigt werden.

## Kriterien für Fertigungskategorien „Production Categories“

Kategorien	Merkmale
PC1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nicht geschweißt: alle Stahlgüten</li> <li>Geschweißt: &lt; S355 t=25 mm</li> </ul>
PC2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geschweißte Bauteile, hergestellt aus Stahlprodukten der Stahlsorten S355 und darüber</li> <li>Für die Standsicherheit wesentliche Bauteile, die auf der Baustelle miteinander verschweißt</li> <li>Bauteile, die auf Baustelle geschweißt: generell</li> <li>Bauteile aus Kreishohlprofil-Fachwerkträgern, die besonders geschnittene Endquerschnitte erfordern</li> </ul>

Bild 4: Tabelle aus EN 1090-2, Anhang B

Für das Verständnis von Ausführungsklassen ist auch wesentlich, dass diese nicht zwangsläufig für das gesamte Bauwerk gelten müssen oder sollen, sondern dass durchaus – je nach technisch sinnvoller Beurteilung – unterschiedliche Ausführungsklassen für einzelne Bauteile oder Konstruktionsdetails gelten können.

Die als „empfohlen“ vorgegebene Matrix in EN 1090-2 zur Bestimmung der Ausführungsklasse (siehe Bild 5) ist daher eher als Hinweis dafür anzusehen, wie eine solche Bestimmung vom Grundsätzlichen her vorgenommen werden sollte, und nicht als eine formelle Bestimmungsmatrix. (Diese Matrix ist daher derzeit in einem „informativen“ Anhang angeführt). Es wird derzeit von verschiedenen Ländern eine Vereinfachung dahingehend vorgenommen, dass

übliche Hochbauten in EXC2  
und Brücken in EXC3 eingeteilt werden.

EXC4 ist dann außergewöhnlichen Konstruktionen (zB Kraftwerken) oder bestimmten hochbeanspruchten Detailpunkten (zB Seileinleitungen bei Schrägseilbrücken) vorbehalten. Es ist dabei nämlich zu bedenken, dass in EXC4 höhere Anforderungen an Schweißarbeiten gestellt werden als sie bei der Qualifizierung der Schweißer gefordert werden. Allein daraus lässt sich ablesen, dass es sich bei EXC4 um eine gegenüber dem höchsten Qualitätsstandard bisheriger Bauwerke noch höhere Qualitätsstufe handelt.

### Bestimmung der Ausführungsklassen

Schadensfolgeklassen		CC1		CC2		CC3	
Beanspruchungskategorien		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Herstellungskategorien	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 <sup>a</sup>	EXC3 <sup>a</sup>
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 <sup>a</sup>	EXC4

<sup>a</sup> EXC4 sollte bei außergewöhnlichen Tragwerken oder bei Tragwerken mit hohen Versagensfolgen angewendet werden, entsprechend der nationalen Vorschriften

→ EXC2 ... Hochbau

→ EXC 3 ... Brückenbau

Bild 5: Tabelle aus EN 1090-2, Anhang B

#### 4. FESTLEGUNGEN ZUR HERSTELLERQUALIFIKATION UND ZUR KONFORMITÄTSKENNZEICHNUNG

Die neue EN 1090-1 (2009) „Konformitätsnachweisverfahren für tragende Bauteile“ enthält die Anforderungen, die ein Herstellungs- bzw. Fertigungsbetrieb zu erfüllen hat, um die Konformität der hergestellten Bauteile mit den geltenden EN-Normen zu erzielen. Demnach wird ein Hersteller von Stahlbauten (Fertigung und Montage) in Zukunft im Rahmen einer Erstinspektion gemäß EN 1090-1 den Nachweis erbringen müssen, die Ausführung von Stahlbauten gemäß EN 1090-2 zu beherrschen. Bei Schweißbetrieben ist die Basis dieses Nachweises die Erfüllung der jeweiligen Anforderungen gemäß EN ISO 3834 (siehe auch Abschnitt 7.1). Zusätzlich muss jedoch der Betrieb den Nachweis erbringen, eine werkseigene Produktionskontrolle (WPK) nicht nur für Schweißarbeiten eingerichtet zu haben, sondern ebenso für alle anderen qualitätsrelevanten Stahlbauarbeiten, wie die Herstellung von Schraubenverbindungen und für Korrosionsschutzarbeiten. Dieses Vorgehen entspricht im Wesentlichen jenem bei Erteilung der Herstellerqualifikation nach DIN 18800-7.

Einen groben Überblick über die durchzuführenden Maßnahmen gibt Bild 6.

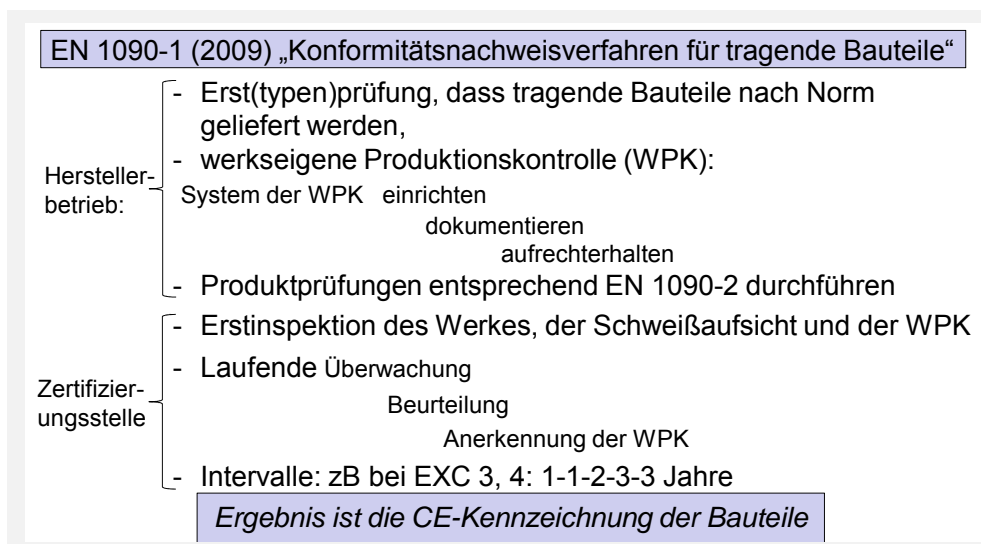


Bild 6: Tabelle aus EN 1090-1, Anhang ZA

Neu und zu beachten in der EN 1090-1 und 2 ist dabei vor allem die Regelung der Trennung zwischen Erst(typen)prüfung eines Bauproduktes durch den Herstellerbetrieb sowie dessen laufende Produktprüfung im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle und der Erstinspektion des Herstellerbetriebes sowie dessen intervallmäßige Überwachung durch eine Prüfstelle (siehe Bild 6).

Die Erstinspektion und Überwachung eines Herstellerbetriebes erfolgt im Regelfall durch eine bei der EU – gemäß Bauproduktenrichtlinie benannte – akkreditierte Zertifizierungsstelle. Sie mündet in eine Zertifizierung des Betriebes, dass dieser tragende Bauteile konform mit den Anforderungen der Norm herstellt und seine Produkte als Zeichen dieser Konformität CE-kennzeichnen darf. Diese Zertifizierung erfolgt für bestimmte Anforderungsstufen der Bauteile, die in Bezug zu den Ausführungsklassen stehen. Es sind hierfür Überwachungsintervalle im zeitlichen Abstand von 1-3 Jahren gemäß der Tabelle B3 in EN 1090-1 vorgegeben.

Die Erst(typen)prüfung durch den Hersteller teilt sich gemäß EN 1090-1, Punkt 6.2 in eine Erstberechnung für die konstruktive Bemessung - ITC (*initial type calculation*) und eine Erstprüfung zur Beurteilung des Herstellungsverfahrens - ITT (*initial type testing*). Erstere (ITC) ist nur erforderlich

wenn Eigenschaften, die durch die Bemessung beeinflusst werden, anzugeben sind. Für Herstellungsbetriebe ist bezüglich ITC keine Regelung bekannt; diese werden aber erforderlich, wenn der Stahlbaubetrieb die Planung und Berechnung der Stahlkonstruktion oder einen Teil derselben selbstständig übernimmt.

Die laufende **Produktprüfung im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle** ist - wenn das Herstellerwerk gemäß Erstinspektion und laufender Überwachung dafür die Voraussetzungen hat – Voraussetzung für die Konformitätserklärung des Herstellers (nämlich Übereinstimmung mit der Bauteilspezifikation). Der Umfang der **Produktprüfungen** ist in Punkt 12 der EN 1090-2 gegeben und ist zu dokumentieren. Diese Aufzeichnungen sollten im Regelfall dem Bauherrn als Teil der **Ausführungsdokumentation** übergeben werden.


In der Mehrzahl der Fälle des österreichischen Stahlbaus handelt es sich nicht um Serienprodukte (Bausätze), die als solche auf einen anonymen Markt kommen, sondern um **Einzelfertigungen von Bauteilen**, die vom Anbeginn für einen bestimmten Auftraggeber und ein bestimmtes ganz spezifisches Gebäude (Immobilie) hergestellt werden. In derartigen Fällen können diese Bauteile gemäß EN 1090-1 Punkt 6.1 (Konformitätsbewertung, Allgemeines) zu einer „Familie“ zusammengefasst werden. Eine Familie ist durch den Grundwerkstoff und das Schweißverfahren charakterisiert. Damit ist die Erst(typen)prüfung eines derartigen Bauteils einer Familie auf die der Ausführungsklasse entsprechende Betriebsprüfung des Herstellers mit zusätzlichen Verfahrensprüfungen für Schweißungen reduziert.

**Grundlage jeder Konformitätsbescheinigung** (siehe Beispiel in Bild 7) ist die **Bauteilspezifikation**. Sie hat alle wesentlichen Leistungsmerkmale, insbesondere jene hinsichtlich Standsicherheit, Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit, aber auch jene hinsichtlich Prüfanforderungen zu enthalten und muss vor Fertigungsbeginn vorliegen. Insbesondere müssen darin die Zusatzangaben aus der Tabelle A1 (erforderliche Zusatzangaben, wenn zutreffend), A2 (Auswahlmöglichkeiten) und A3 (Anforderungen gemäß den Ausführungsklassen) entsprechend EN 1090-2 definiert werden. Im Regelfall ist diese Bauteilspezifikation die **Stahlbau- Konstruktionszeichnung**. Die Spezifikationsmerkmale des Bauteiles sind entweder direkt auf dieser einzutragen oder durch taxative Verweise auf begleitende Dokumente auf dieser Konstruktionszeichnung.

Die Bauteilspezifikation kann durch den Auftraggeber (PPCS) oder durch den Hersteller (MPCS) gemäß Anhang A1 der EN 1090-1 erfolgen. Mischformen sind ausdrücklich vorgesehen und in Österreich stark vertreten. Sie sind auch durchwegs zu befürworten, da durch gemeinsam eingebrachtes Know-How von professionellen Bauplanern und Herstellern ökonomische Vorteile resultieren können. In diesem Zusammenhang wird auch auf die erforderliche Definition der Schnittstellen zwischen „Stabstatik“ und „Detailstatik“ einerseits sowie jener zwischen „Konstruktionszeichnung“ und „Werkstattzeichnung“ andererseits, wie sie in den ÖStV-Richtlinien für „Zeichnungen im Stahlbau“ behandelt werden, hingewiesen. Diese Mischform erfordert naturgemäß vertragliche Vereinbarungen zwischen Auftraggeber und Hersteller.



• **Beispiel für CE-Kennzeichnung**

 01234
AnyCo Ltd, PO Box 21, B-1050 08 01234-BPR-0234
<p style="text-align: center;"><b>EN 1090-1</b></p> <p>4 geschweißte Stahlträger für die neue Brücke in Bergen — M 314</p> <p>Geometrische Toleranzen: EN 1090-2          Schweißseignung: S235J0 nach EN 10025-2          Bruchzähigkeit: 27 J bei 0 °C          Brandverhalten: Material in Klasse A1 eingestuft          Freisetzung von Cadmium: KLF          Freisetzung von radioaktiver Strahlung: KLF          Dauerhaftigkeit: Oberflächenvorbereitung nach EN 1090-2, Vorbereitungsgrad P3. Oberflächenbeschichtung nach EN ISO 12944, Einzelheiten siehe Bauteilspezifikation.</p> <p><u>Für die Standsicherheit maßgebliche Eigenschaften:</u>  <u>Tragfähigkeit:</u> Bemessung nach NS 3472 und Spezifikation RW 302 der Bahnverwaltung, siehe beigefügte Bemessungsunterlagen und -berechnungen, DC 501/06  <u>Ermüdungsfestigkeit:</u> RW 302  <u>Feuerwiderstand:</u> KLF  <u>Herstellung:</u> Nach der Bauteilspezifikation CS-506/2006 und EN 1090-2, EXC3</p>

CE-Konformitätskennzeichnung, bestehend aus dem CE-Symbol nach der Richtlinie 93/68/EWG

Kennnummer der benannten Stelle  
 Name oder Bildzeichen und eingetragene Anschrift des Herstellers  
 Die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem die Kennzeichnung angebracht wurde  
 Nummer des Zertifikates  
 Nummer und Titel der Europäischen Norm  
 Beschreibung des Produktes  
 und  
 Angaben zu Eigenschaften, für die gesetzliche Bestimmungen gelten

KLF ... bedeutet „keine Leistung festgestellt“; englisch: NPD ... „no performance determined“

Bild 7: Beispiel aus EN 1090-1

## 5. REGELABLAUF BEI DER AUSFÜHRUNG VON STAHLBAUTEN

Die Kenntnis des Regelablaufs der Ausführungsarbeiten ist für die Wahrnehmung der einzelnen Aufgaben wesentlich. Es wird bei Einhaltung dieses Regelablaufs ein an sich einwandfrei planbarer Herstellungsvorgang ermöglicht, der sowohl für den ausführenden Betrieb als auch für die Auftraggeberseite Vorteile bringt. In diesem Regelablauf sind von Auftraggeberseite, d.h. auf Basis der Festlegungen des Planers – in vielen Fällen in Abstimmung mit dem Herstellerbetrieb – die in der nachfolgenden Tabelle angeführten Schritte wahrzunehmen:

bei Ausschreibung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorgabe der Ausführungspläne, Baumaßnahmen und Baubeschreibung</li> <li>• Angabe der Ausführungsklassen und damit Festlegung der Herstellerqualifikation</li> <li>• Angabe der Qualitätseigenschaften des zu verwendenden Materials</li> <li>• Angabe der Ausführungsqualität (geom. Toleranzen, Qualität der Schweißarbeiten, wenn von den Grundanforderungen der Ausführungsklasse abgewichen wird, Art der Verschraubung)</li> <li>• Art des Korrosionsschutzes und der Oberflächenvorbereitung</li> <li>• Angabe des Prüfumfangs und Prüfablaufs sowie der gewünschten Kontrollmessungen, wenn anders als in EN1090-2 gefordert</li> <li>• Art der Abrechnung der Stahlbauarbeiten</li> <li>• Angabe der Abnahmekriterien</li> </ul>
bei Auftragsvergabe:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontrolle der erforderlichen Herstellerqualifikation des Stahlbaubetriebes</li> <li>• Abklärung von Änderungen hinsichtlich der Bauteilspezifikation</li> <li>• Festlegungen zur Durchführung der Übernahme-Vermessung</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vereinbarung über bei Nichtkonformitäten zu treffende Maßnahmen</li> </ul>
bei Ausführung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontrolle der Abnahmeprüfzeugnisse für das Konstruktionsmaterial</li> <li>• Abstimmung des Arbeitsfortschritts mit der Durchführung der Prüfungen und Kontrollmessungen, falls Fremdüberwachung vereinbart</li> <li>• Kontrolle der Prüfergebnisse der Produktprüfungen (Abnahmen)</li> </ul>
bei Übernahme:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überprüfung der Einhaltung der Abnahmekriterien</li> <li>• Festlegung allfällig erforderlicher Nachbesserungsarbeiten</li> </ul>

## 6. ZUR AUSSCHREIBUNG

### 6.1 Vorgabe der Ausführungspläne, Baumaßnahmen und Baubeschreibung

Dieser Punkt erklärt sich weitgehend von selbst. Die planliche Angabe der konstruktiven Ausbildung ist die Stahlbau-Konstruktionszeichnung. Sie ist als Vertragsgrundlage anzusehen und ist für die Kalkulation des ausführenden Betriebes unbedingt erforderlich. Es sollte dabei von Bauherrnseite auch akzeptiert werden, wenn Ausführungsvarianten aus der Sicht des ausführenden Betriebes eingebracht werden, um fertigungstechnisch bessere oder kostengünstigere Lösungen zu ermöglichen. Wesentlich ist, dass in Fällen der Mitwirkung des Herstellers an der Planung vor Fertigungsbeginn eine Freigabe des Planers im Hinblick auf statische bzw. ermüdungsmäßige Anforderungen erfolgt. Zudem sind die Kriterien der Dauerhaftigkeit und Erhaltung zu beachten.

Die Vorgabe erforderlicher Baumaßnahmen spielt hier ebenfalls eine wesentliche Rolle. Gemeint sind dabei Vorspannmaßnahmen (zB durch Lagerpunktverschiebung) oder spezielle Betonierfolgen und/oder Hilfsunterstützungen bei Verbundkonstruktionen. Von Bedeutung ist auch die Angabe des Zeitpunkts, an dem bestimmte Einbauvorgänge (zB Verbände, Abstützungen) erfolgen oder abgeschlossen sein müssen, da diese die zeitliche Planung des Ausführenden mitbestimmen können.

### 6.2 Angabe der Ausführungsklassen und damit Festlegung der Herstellerqualifikation

Wie bereits erwähnt ist die Festlegung der Ausführungsklasse eine wesentliche Grundlage für eine Reihe von Qualitätsanforderungen an das Material, an die Ausführung und an die Überwachungsmaßnahmen. Darüber wird Näheres in den nachfolgenden Punkten ausgeführt werden. Es ist die Ausführungsklasse jedoch auch eine wesentliche Grundlage für die Herstellerqualifikation des Fertigungsbetriebes, welche dieser für die Ausführung der Arbeiten nachzuweisen hat (siehe hierzu auch Abschnitt 7.1). Wenn zur Ausführungsklasse nichts Näheres festgelegt ist, gilt die Ausführungsklasse 2.

### 6.3 Angabe der Qualitätseigenschaften des zu verwendenden Materials

Es ist hier in erster Linie der zu verwendende Baustahl gemeint. Dazu ist zu wissen, dass durch die Bestellung eine Reihe von Qualitätseigenschaften festgelegt werden, die dann für den Erzeuger und den Besteller bindend sind. Nach der Bestellung vorgebrachte Wünsche, zB nach bestimmten Abnahmeprüfzeugnissen oder zusätzlichen Prüfungen, sind in der Regel nicht erfüllbar.

Wesentlich ist auch zu verstehen, dass das Produkt „Baustahl“ nicht nur durch die Festigkeitsklasse (Fließgrenze) und Zähigkeitsstufe (zB. Gütegruppe JR bis J2) definiert ist, sondern eine ganze Reihe weiterer Qualitätsmerkmale festgelegt werden müssen oder bereits durch die Produktnorm für den vorgesehenen Verwendungszweck festgelegt wurden. Es betrifft dies im Wesentlichen den bzw. die

- Lieferzustand (normalisiert gewalzt „+N“ oder ohne besondere Bedingungen gewalzt „+AR“, d.h. „As Rolled“ oder thermomechanisch gewalzt „+M“)
- Durchführung spezifischer Prüfungen
- Verbesserten Eigenschaften bei Zugbeanspruchung senkrecht zur Blechebene (Z-Qualität)
- Oberflächenbeschaffenheit (Größe und Tiefe von Ungängen)
- Innere Beschaffenheit (frei von inneren Fehlern/Ultraschallprüfung)
- Toleranzen für die „Grenzabmaße“, wie zB bei Blechen die Blechdicke, die Blechbreite und die Formtoleranzen
- Ebenheitstoleranzen, d.h. Abweichungen von der Ebenflächigkeit
- Art der Prüfbescheinigung („Werkszeugnis“)
- Darüber hinaus gibt es Angaben zur Eignung für Schmelztauchverzinken und Umformbarkeit

Für einzelne Eigenschaften besteht eine Auswahl von Qualitätsstufen. Die Produktnorm für Baustähle EN 10025 definiert Grundanforderungen, die vom Erzeuger gewährleistet werden, falls nicht davon abweichende Anforderungen bei der Bestellung vorgegeben werden. Für solche Zusatzanforderungen ist ein System von „Optionen“ vorgesehen, welches die angebotenen Bestellmöglichkeiten definiert.

Für die Art der Prüfbescheinigung der zu verwendenden Materialien bestehen folgende Möglichkeiten:

Werksbescheinigung	2.1	Bescheinigung durch Hersteller
Werkszeugnis	2.2	Bestätigung durch Hersteller
Abnahmeprüfzeugnis	3.1 } 3.2 }	Bestätigung durch unabh. Sachverständigen

In EN 1090-2 sind in Tabelle 1 die jeweils erforderlichen Arten der Prüfbescheinigungen für die einzelnen Konstruktionsmaterialien angegeben.

*Ein Produkt aus Baustahl muss normkonform bei der Bestellung daher folgend bezeichnet werden:*

*Beispiel: Stahl EN 10025-2-S355 J0*

- *die Angabe des Lieferzustandes ist gemäß EN 1090-2 nicht erforderlich; sie wird vom Erzeuger jedoch in der Prüfbescheinigung angegeben,*
- *für die Grenzabmaße und Ebenheitstoleranzen werden die in EN 10025-2 dazu angegebenen Grundanforderungen gewährleistet,*
- *für die Oberflächenbeschaffenheit von Blechen gilt dann Klasse A1; nachdem in EN 1090-2 aber Klasse A2 gefordert wird, müsste mittels Option 15 die Klasse A2 bestellt werden,*
- *für die innere Fehlerfreiheit wird – ohne besondere Bestellung – keine spezifische Prüfung durchgeführt; nach EN 1090-2 würde für Kreuzstöße in EXC3 und 4 die Klasse S1 zu bestellen sein,*
- *falls planmäßige Zugbeanspruchung quer zur Blechebene übertragen werden soll, muss je nach rechnerischem Erfordernis (siehe EN 1993-1-10) mittels Option 4 eine entsprechende Z-Qualität bestellt werden,*
- *Zusätzlich muss bei der Bestellung angegeben werden, welche Prüfbescheinigung verlangt wird. Für den angeführten Stahl ist gemäß Tabelle B.1 in EN 10025-1 ein „Werkszeugnis“ 2.2. festgelegt. Nach EN 1090-2 ist jedoch ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 erforderlich (ausgenommen EXC1); es ist dies daher in der Bestellung anzugeben.*

- spezifische Prüfungen bedeutet, dass Schmelzenanalysen und Zugversuche bei allen Erzeugnissen sowie Kerbschlagbiegeversuche bei allen Erzeugnissen mit J0, J2, K2 durchgeführt werden. Stückanalysen können mit Option 2 und Kerbschlagbiegeversuche für Erzeugnisse JR mit Option 3 bestellt werden.

Analoges Vorgehen ist auch für andere Produkte, wie Schrauben, Bolzen u.dgl. anzuwenden.

#### 6.4 Angabe der Ausführungsqualität

Die Ausführungsqualität wird in EN 1090-2 in Form von Anforderungen an die geometrische Maßhaltigkeit, an die Schweißarbeiten, an die Schraubenverbindungen und an den Korrosionsschutz festgelegt. Wesentlich bestimmend für die Ausführungsqualität der Schweißarbeiten ist die Zuordnung zu einer Ausführungsklasse (EXC 1 bis 4). Diese hat unter Mitwirkung des Bauherrn bzw. Planers, aber jedenfalls auf Grundlage der normativen Festlegungen zu erfolgen.

- **Geometrische Toleranzen – zulässige Formabweichungen**

Formabweichungen der Konstruktion von der Sollform werden gemäß EN 1090-2 aus statischer Sicht durch die „grundlegenden Toleranzen“ begrenzt. Diese sind unabhängig von der Ausführungsklasse aus Gründen der Tragsicherheit in jedem Falle einzuhalten.

Die „ergänzenden Toleranzen“, die aus anderen Gründen, wie Aussehen oder Montage etc. bestimmt werden, sind den Anforderungen gemäß in Form der Klasse 1 oder Klasse 2 festzulegen (Klasse 2 ist die strengere Regelung). Für übliche Stahlhochbauten ist Klasse 1 als ausreichend anzusehen.

Als alternatives Kriterium für ergänzende Toleranzen gemäß D2 im Anhang der EN 1090-2 können alternative Regelungen (Klasse C und G gemäß EN ISO 13920 ) verwendet werden. Die grundlegenden Toleranzen bleiben davon unberührt.

Die Toleranzangaben gliedern sich in die Gruppe der Fertigungstoleranzen und jene der Montagetoleranzen (siehe beispielhaft Bild 8). Erstere unterliegen der Kontrolle im Fertigungsbetrieb, Letztere sind an der Baustelle bzw. am fertigen Bauwerk zu überprüfen.

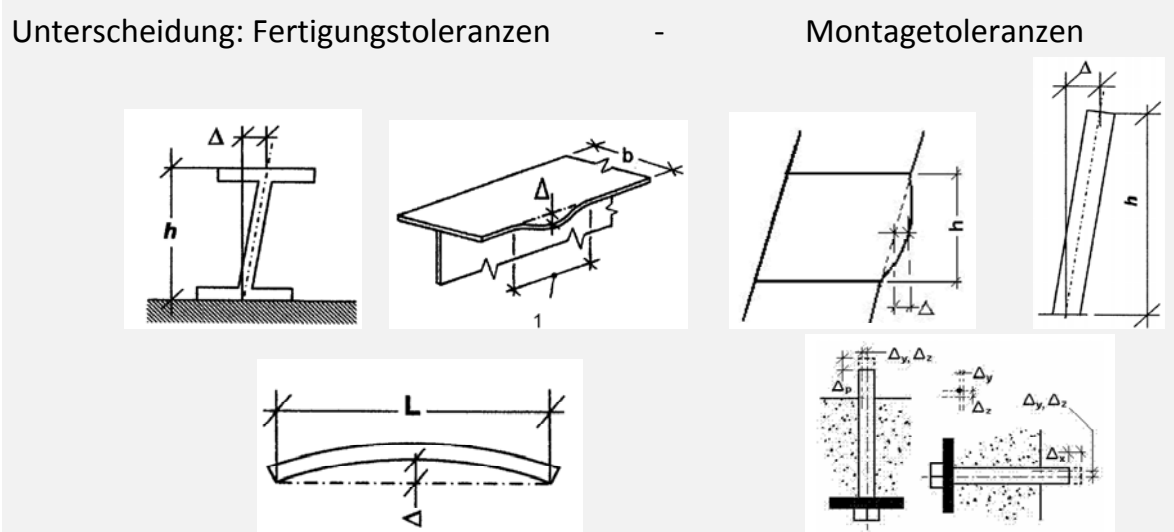


Bild 8: Beispiele für geom. Toleranzen aus EN 1090-2

- **Ausführungsqualität der Schweißarbeiten**

Die Ausführungsqualität der Schweißarbeiten stellt ein Kernthema im Qualitätssicherungsprozess von Stahlbauten dar. Es kann hier bereits vom Verständnis von Planern her u.U. zu erheblichen Missverständnissen kommen, da die Schweißtechnik ein eigenes umfangreiches Fachgebiet auf hohem spezifischen Wissensstand darstellt, das eigene Fachausbildungen, wie Schweißtechnologien u.a. erfordert. Zudem besteht gerade auf diesem Gebiet ein traditionell sehr eingehender Qualitätssicherungsprozess, der inzwischen bereits weltweit durch ISO-Normen geregelt ist.

Es wird darauf im Weiteren näher im Rahmen des Punktes (7.1) „Herstellerqualifikation“ und (6.6) „Schweißnahtprüfung“ eingegangen werden. An dieser Stelle wird nur über die Vorgaben der Qualitätsanforderungen gesprochen.

Die Qualität der Schweißnähte wird im Wege von „Bewertungsgruppen B, C oder D“ gemäß EN ISO 5817 festgelegt. (Die Bewertungsgruppe B stellt dort die höchste Qualitätsstufe dar; die EN 1090-2 gibt darüber hinaus jedoch noch die Bewertungsgruppe B+ vor). Diese Bewertungsgruppen stellen Abnahmekriterien dar, welche im Zuge der Schweißnahtprüfung überprüft werden. Inhaltlich sind diese Abnahmekriterien, d.h. die zulässigen äußeren oder inneren Unregelmäßigkeiten (man spricht fachlich nicht von „Fehlern“) der Schweißnaht, in der Norm EN ISO 5817 definiert. Es wird dabei zwischen dem „äußeren Befund“ und dem „inneren Befund“ unterschieden. Es handelt sich dabei um einen formellen Bewertungsmaßstab, der – neben vielen anderen Maßnahmen, die später noch behandelt werden, – den Maßstab für den Schweißer und den Prüfer zur Bewertung der Schweißnähte darstellt.

Die EN 1090-2 schreibt nun je nach Ausführungsklasse (EXC) die anzuwendenden Bewertungsgruppen vor, die im Bild 9 generell, d.h. ohne Details dargestellt sind:

Ausführungsklasse	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4
Bewertungsgruppe	D	C	B	B+

(B+ bedeutet Bewertungsgruppe B plus Zusatzanforderungen gemäß EN 1090-2)

*Bild 9: Anforderungen (Abnahmekriterien) für Schweißnähte*

- **Art der Verschraubung**

Für verschraubte Konstruktionen ist anzugeben, ob diese mit „nicht planmäßig vorgespannten“ Schrauben oder mit „planmäßig vorgespannten“ Schrauben ausgeführt werden sollen.

Gemäß EN 1090-2 sind für planmäßig vorgespannte Schraubenverbindungen Garnituren gemäß EN 14399 zu verwenden. Ohne auf Sonderformen einzugehen sind hierfür Schraubensysteme HR oder HV einzusetzen. Diese unterscheiden sich je nach dem Versagensmodus im Schraubenschaft oder im Gewinde. Ein Überblick hierzu ist im Bild 10 gegeben. Dort ist auch aufgelistet, zu welchen Zwecken die Schraubenvorspannung angewendet werden kann.

Für nicht planmäßig vorgespannte Schraubenverbindungen sind nach EN 1090-2 neuerdings nun auch ausschließlich Garnituren zu verwenden. Es gilt die EN 15048 (siehe Bild 11), in der festgelegt ist, dass Schrauben der Festigkeitsklassen 4.6 bis 10.9 eingesetzt werden können, für die vom Hersteller die Eignung für „tragende“ Schraubenverbindungen („Structural Bolts“) angegeben wird. Dies hat durch die Kennzeichnung „SB“ an Schraube und Mutter zu erfolgen.

**EN 14399-1 bis 10 (~2005): Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für den Metallbau**

System	Festigkeitsklasse Schraube/Mutter	Duktilität durch Verformung
HR	8.8/8 und 10.9/10	der Schraube
HV	10.9/10	der Gewinde

- Gleitfestigkeit
- Ermüdungsfestigkeit
- Steifigkeit
- Dauerhaftigkeit
- Sicherung für Erdbeben

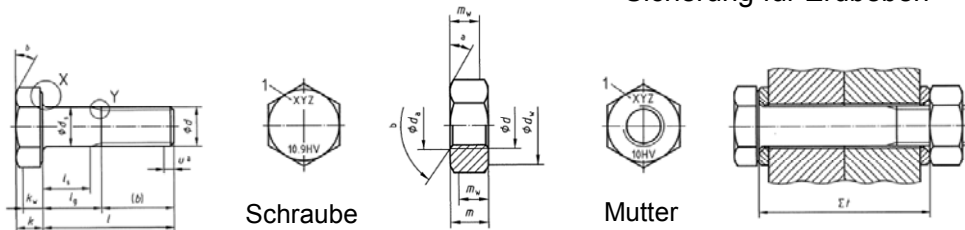


Bild 10: Planmäßig vorgespannte Schraubenverbindungen

Da Schrauben nach EN 15048 derzeit im Handel noch kaum beschaffbar sind, wird eine Übergangsregelung für die Anwendung in Österreich gegeben werden.

**EN 15048-1 bis 2 (~2007): Garnituren für nicht planmäßig vorgespannte Schraubenverbindungen für den Metallbau**

Schrauben 4.6 bis 10.9: *Kennzeichnung SB*

zB EN ISO 4017

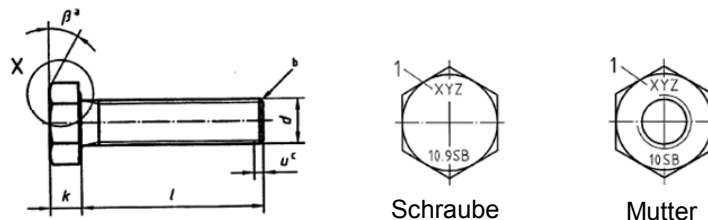


Bild 11: Nicht planmäßig vorgespannte Schraubenverbindungen

### 6.5 Art des Korrosionsschutzes und der Oberflächenvorbereitung

Es sind zumindest die **Schutzdauer** und die **Korrosivitätskategorie** je nach Anwendungsfall anzugeben. Hiefür gelten die Normen EN ISO 12944 für den Oberflächenschutz durch Beschichtungssysteme oder die EN ISO 14713 für Verzinken.

Zu den **Oberflächenvorbereitungen** bestehen Kriterien in der EN ISO 8501 (Teile 1-3) für den Vorbereitungsgrad. Die EN 1090-2 gibt die erforderlichen Vorbereitungsgrade P1 oder P2 je nach Schutzdauer und Korrosivitätskategorie an.

### 6.6 Angabe des Prüfumfanges, Prüfablaufs sowie der gewünschten Kontrollmessungen

Die Festlegung des erforderlichen Prüfumfanges, des Prüfablaufs und der Kontrollmessungen ist für die Kalkulation des Herstellerbetriebes sowohl vom Kostenaufwand als auch vom Zeitaufwand wesentlich. In EN 1090 sind die von Normenseite geforderten Prüfmaßnahmen der Bauteile aber auch jene für die Zulassung des Herstellerbetriebes bzw. dessen Sublieferanten angeführt. Wichtig ist

dabei, dass diese Anforderungen auch auf die von Subfirmen gelieferten Bauteile angewendet werden müssen.

Folgende Prüfmaßnahmen sind je nach Anwendungsfall in einen Prüfplan – als **Kontrollplan** bezeichnet - aufzunehmen:

- Kontrolle der Anforderung an das Produkt bzw. an das Konstruktionsmaterial (zB Festigkeitseigenschaften, Blechdicke, Oberflächenbeschaffenheit, etc.)
- Kontrolle der Einhaltung der Fertigungstoleranzen im Werk
- Schweißnahtprüfungen
- Kontrolle von Schraubenverbindungen
- Prüfung des Korrosionsschutzes
- Kontrolle der Einhaltung der Montagetoleranzen im Endzustand

Bleibt der gewünschte Prüfumfang im Rahmen der Festlegungen in EN 1090-2 Punkt 12, so genügt der Verweis auf die geltende Norm samt anzuwendender EXC. Andernfalls sind die zusätzlichen spezifischen Prüfanforderungen in der Ausschreibung festzulegen. Die Durchführung und die Ergebnisse der Produktprüfungen gemäß **Kontrollplan** sind durch **Qualitätsberichte** zu dokumentieren und sind als Teil der **Ausführungsdokumentation** anzusehen und im Regelfall dem Bauherrn zu übergeben.

Der Kontrollplan muss auch festlegen, ob besondere abschließende Prüfungen gefordert werden, wie zB eine Probelastung einer Brücke, eine Füllprobe eines Tanks oder eine Druckprobe einer Rohrleitung, und nach welchen Kriterien diese durchzuführen sind.

Hinzuweisen ist auch auf die **Vermessung der Konstruktion** während der Fertigung sowie jener im Endzustand (die unter **Eigengewicht** des Stahltragwerks durchzuführen ist). Die EN 1090-2 gibt im Anhang D die Art der durchzuführenden Kontrollmessungen an, nicht jedoch den Umfang der Messungen. Die Anzahl und die Stellen der Messungen sind im Kontrollplan festzulegen. Zu unterscheiden sind hier die Bauteilvermessungen während des Fertigungsvorgangs (Fertigungstoleranzen), welche im Werk durchzuführen sind, im Gegensatz zu den Montagetoleranzen, die durch Vermessung der montierten Konstruktion kontrolliert werden.

Zum Umfang der Messungen ist grundsätzlich anzuführen, dass Vermessungen der Konstruktion im Stahlbau einen integrierenden Bestandteil des Fertigungsvorgangs bzw. des Zusammenbaus darstellen. Es sind daher die im Kontrollplan festzulegenden Messungen als zusätzliche Kontrollen, d.h. zusätzlich zum Sorgfaltsmaßstab einer 100 %igen Kontrolle während des Herstellvorgangs anzusehen. Sie können demnach auf eine Stichprobenkontrolle begrenzt werden, welche nur wesentliche Kontrollmaße umfassen muss, - abgesehen von der Vermessung der Lage der Verbindungsknotenpunkte gemäß Punkt 12.7.3 in EN 1090-2. Wenn nichts anderes festgelegt ist, sind im Hochbau die Toleranzen für die Geradheit von unter Druck stehenden Bauteilen (L/750) und die Vorkrümmung von Flanschen und Stegblechen (b/100) als ausreichend anzusehen. Als Richtwerte des Stichprobenumfanges werden 5 % bei EXC 2, 10 % bei EXC 3 und 20 % bei EXC 4 als angemessen betrachtet.

Insbesondere gilt die Vorgabe eines Kontrollplans für die **Durchführung der Schweißnahtprüfungen**. Für die Art der Schweißnahtprüfung stehen die in Bild 12 angegebenen Verfahren zur Verfügung. Es sollte beachtet werden, dass für die Prüfung des inneren Befundes nach Möglichkeit UT- und nicht RT-Prüfung eingesetzt werden sollte, – dies gilt insbesondere für den Bereich des Hochbaus. Falls

zerstörungsfreie Prüfungen auch durch Dritte erfolgen sollen, erfordert dies – da über die Normenanforderungen hinausgehend – eine gesonderte vertragliche Regelung.

VT ... Visual Testing: Sichtprüfung (plankonforme Ausführung, Nahtdicke und Länge, äußeren Befund)

Ergänzende zerstörungsfreie Prüfungen (ZfP) :

MT ... Magnetic Particle Testing: Magnetpulverprüfung } auf Oberflächenrisse  
 PT ... Penetrant Testing: Farbeindringprüfung }  
 UT ... Ultrasonic Testing: Ultraschallprüfung } auf inneren Befund  
 RT ... Radiographic Testing: Röntgen bzw Durchstrahlungsprüfung }

Bild 12: Art der Schweißnahtprüfung

Der Umfang der über die 100%ige Sichtprüfung (VT) hinaus zusätzlich durchzuführenden zerstörungsfreien Prüfungen (ZfP) ist in EN 1090-2 zugeordnet zur EXC vorgegeben (siehe Bild 13).

Schweißnahtart	Werkstatt- und Baustellennähte		
	EXC2	EXC3	EXC4
Zugbeanspruchte querverlaufende Stumpfnähte und teilweise durchgeschweißte Nähte in zugbeanspruchten Stumpfstoßen: $U \geq 0,5$ $U < 0,5$	10 % 0 %	20 % 10 %	100 % 50 %
Querverlaufende Stumpfnähte und teilweise durchgeschweißte Nähte: in Kreuzstoßen in T-Stößen	10 % 5 %	20 % 10 %	100 % 50 %
Zug- oder scherbeanspruchte querverlaufende Kehlnähte: mit $a > 12$ mm oder $t > 20$ mm mit $a \leq 12$ mm und $t \leq 20$ mm	5 % 0 %	10 % 5 %	20 % 10 %
Längsnähte und Nähte angeschweißter Steifen	0 %	5 %	10 %
ANMERKUNG 1 Längsnähte verlaufen parallel zur Bauteilachse. Alle anderen Nähte werden als querverlaufende Nähte betrachtet.			
ANMERKUNG 2 $U$ = Ausnutzungsgrad von Schweißnähten unter quasi-statischen Einwirkungen. $U = E_d/R_d$ , wobei $E_d$ die größte Schweißnahtschnittgröße und $R_d$ die Schweißnahtbeanspruchbarkeit im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist.			
ANMERKUNG 3 Die Symbole $a$ und $t$ beziehen sich auf die Nahtdicken und den dicksten Grundwerkstoff im Anschluss.			

Bild 13: Umfang der ergänzenden ZfP (EN 1090-2, Tabelle 24)

Nicht zu vergessen ist auch die Prüfung der Bolzenschweißung wie sie bei Verbundkonstruktionen häufig eingesetzt wird. Es gilt hierfür die EN ISO 14555, in welcher die Anforderungen an die Schweißung und deren Überprüfung enthalten sind (siehe Bild 14).

**EN ISO 14555:** Bolzenschweißung

- Arbeitsprüfung: Sichtprüfung (Schweißwulst)  
Biegeprüfung (siehe Abbildung)  
Makroschliff
- vor Schichtbeginn: vereinfachte Arbeitsprüfung (3 Bolzen)
- laufende Überwachung: VT
- Fertigungsbuch

Bild 14: Qualitätssicherung von Bolzenschweißungen



Nachdem das Gebiet der Schweißtechnik, wie bereits angeführt, einen weiten Fachbereich darstellt, der vielfach über das Know-How von bautechnischen Planern hinausgeht, wird nachfolgend zum besseren Verständnis des Hintergrunds des Qualitätssicherungssystems ein kurzer Überblick über den Regelablauf von Schweißarbeiten gegeben:

*Das Qualitätssicherungssystem für Schweißarbeiten gehört zu den ältesten betrieblichen Überwachungssystemen überhaupt. Es beruht auf einer Kette von Prüfungen und Nachweisen, die auf die Erzielung der gewünschten Qualität während des Fertigungsvorgangs ausgerichtet sind. Es gilt der Grundsatz, dass die Schweißqualität nicht nachträglich in einen Bauteil „hineingeprüft“ werden kann, sondern „hergestellt“ werden muss!*

*Zur Erzielung der gewünschten Fertigungsqualität werden daher eine Reihe von Maßnahmen durch teils externe, teils interne Kontrollen durchgeführt. Zunächst muss der Schweißbetrieb durch die „Herstellerqualifikation“ entsprechend der Norm EN ISO 3834 die Befähigung für die vorgesehenen Arbeiten erlangen. Darauf aufbauend werden im Regelablauf folgende Nachweise erbracht,*

- *dass ein erprobtes Schweißverfahren verwendet wird (Verfahrensprüfung, Schweißanweisung),*
- *dass nur geprüfte Schweißzusatzwerkstoffe verwendet werden,*
- *dass Schweißer, die für diese Arbeiten geprüft und zertifiziert sind, eingesetzt werden,*
- *dass eine Schweißaufsicht zertifiziert ist und diese mit den entsprechenden Fachkenntnissen erfolgt,*
- *dass eine visuelle Beurteilung der Schweißnähte zu 100 % erfolgt.*

*Zusätzliche Nachweise können in Form von zerstörungsfreien Prüfungen (Durchstrahlungs- bzw. Ultraschallprüfungen für den inneren Befund oder Oberflächenrissprüfungen für den äußeren Befund) vereinbart werden. Art und Umfang dieser zusätzlichen Nachweise, d.h. Prüfverfahren und Prozentsatz der Überprüfung sind nach EN 1090-2 gemäß der anzuwendenden Ausführungsklasse festgelegt. Wenn von den Werten der EN 1090-2 abgewichen wird, muss dies vor Vertragsabschluss vereinbart werden.*

*Wenn dies so geschieht, ist das vereinbarte oder normenmäßig vorgegebene Prüfkonzept eine Planungsgrundlage für den Fertigungsablauf und ist hierfür auch sehr entscheidend. Dieses Prüfkonzept beeinflusst nämlich den Regelablauf der Arbeiten (Fertigen – Prüfen – Beurteilen – Ausbessern, wenn erforderlich – Korrosionsschutz aufbringen) sehr wesentlich. Es wirkt sich dies sowohl auf die Herstellungskosten (Kosten zB der Röntgenprüfung, allfällige Nachbesserungen) als auch auf die Herstellungszeit (Zeitaufwand für Prüfungen, Zeitverzug für nachfolgende Korrosionsschutzarbeiten) in erheblichem Maße aus, wobei Letzteres bei einem pönanalisierten Ausführungszeitraum von besonderer Bedeutung ist.*

*Ein Bauherr, der bei der Auftragsvergabe keine weiteren Prüfanforderungen als die Standardanforderungen der Norm verlangt, darf im Stahlbau bei ruhender Beanspruchung darauf vertrauen, dass die technischen Anforderungen erfüllt werden, die in aller Regel ausreichen, ein qualitativ anspruchsvolles und sicheres Bauwerk zu erhalten. Er muss dabei aber konzederen, dass an einzelnen Stellen durchaus Abweichungen von den Grenzwerten der Bewertungsgruppe auftreten können, welche sich auf die Trag- und Gebrauchsfähigkeit (wie auch Dauerhaftigkeit und Aussehen) nicht nennenswert auswirken. Es wird nämlich vom Grundsatz ausgegangen, dass bei positivem äußeren Befund der Schweißnähte (d.h. bei positivem Befund der Sichtprüfung) auch der innere Befund ausreichend hoch ist, dass „unzulässige“ innere Fehler nicht zu erwarten sind. Es reicht daher bei Schweißnähten, für die gemäß Ausführungsunterlagen eine ZfP nicht vorgesehen ist, im Allgemeinen die Überprüfung des äußeren Befunds (wie es bereits in DIN 18800-7 festgelegt ist). Daraus erklärt sich auch der – zur Kontrollzwecken festgelegte – Stichprobenumfang (prozentueller Umfang) der zusätzlichen zerstörungsfreien Prüfungen in EN 1090-2.*

*Für Konstruktionen, die nicht vorwiegend ruhenden Beanspruchungen unterworfen sind, d.h. unter Ermüdungsbeanspruchung stehen, werden die Prüfanforderungen in EN 1090-2 entsprechend strenger festgelegt. Es sei auch darauf verwiesen, dass die in EN 1090-2 angegebenen Umfänge der Prüfungen auf übliche*

*Stahlkonstruktionen ausgelegt wurden. Für Sonderkonstruktionen mit spezifischen schweißtechnischen Anforderungen, wie zB bei großen oberirdischen Lagertanks oder bei Druckrohrleitungen von Hochdruckanlagen sind diese Regelungen hinsichtlich des Prüfumfanges auf den jeweils vorliegenden Fall abzustimmen.*

## **6.7 Art der Abrechnung der Stahlbauarbeiten**

Die Abrechnung von Stahlbauarbeiten erfolgt in der Regel- von Sonderteilen wie Seilen, Zugstangen usw. abgesehen – nach dem „Gewicht“ der Stahlkonstruktion.

Unter „Gewicht“ wird nicht das tatsächliche gewogene oder berechnete Gewicht angesetzt, sondern das nach den festgelegten Regeln der ÖNORM B 2225 berechnete Gewicht. Es sind dort Regelungen gegeben, in welcher Art bei regelmäßig und unregelmäßig geformten Blechteilen das Flächenmaß zu bestimmen ist und wie bei Profilen und Rohren zu verfahren ist. Gleichermaßen ist die Flächenberechnung für beschichtete Bauteile angegeben.

Falls davon abweichende Abrechnungsregeln verwendet werden sollen, ist dies in der Ausschreibung entsprechend anzuführen.

## **6.8 Angabe der Abnahmekriterien**

Diese Vereinbarungen sollen der Sicherstellung dienen, dass Einigkeit über die Kriterien besteht, bei deren Einhaltung die Übernahme des Bauwerks durch den Auftraggeber erfolgt. (Es wird hier der Begriff *Abnahmekriterien* verwendet; unter *Abnahme* wird die abschließende Feststellung der Konformität mit den vorgegebenen Kriterien samt Dokumentation für einen bestimmten Fertigungsvorgang verstanden, zB Abnahme der Schweißnähte, des Korrosionsschutzes u.a.). Folgende Regelung wird hierfür vorgeschlagen:

### **a) Erfüllen des Prüfplans:**

Als Abnahmekriterium gilt die Erfüllung der im Prüfplan vereinbarten Prüf- und Kontrollmaßnahmen. Weitere nicht vereinbarte Prüfungen dürfen bei Erfüllung der Prüfkriterien nicht „nachgeschoben“ werden, d.h. dass bei positivem Ergebnis der vertraglich vereinbarten Prüfungen nicht nachträglich zusätzliche Prüfungen gefordert werden dürfen.

Insbesondere gilt dies für die Durchführung der Schweißnahtprüfungen, für die – wie in Abschnitt 6.6 ausgeführt – die Prüfanforderungen vorweg festgelegt werden. Diese Prüfungen sind im Zuge des Fertigungs- bzw. Montagevorgangs begleitend durchzuführen und werden durch einen Prüf- bzw. Qualitätsbericht dokumentiert. Zusätzliche zerstörungsfreie Prüfungen, über das vereinbarte Maß des Prüfkonzepts hinaus, sind bei Vorliegen eines positiven äußeren Befundes der Schweißnähte nachträglich nicht durchzuführen (dies entspricht der gegebenen Festlegung in DIN 18800-7).

### **b) vorzulegende Unterlagen (Dokumentation)**

Die bei der Übernahme vorzulegenden Unterlagen sollten ebenfalls bereits bei Auftragsvergabe vereinbart werden. Es können hier je nach Auftraggeber unterschiedliche Wünsche bzw. Anforderungen vorliegen, die in der Regel in eine gewisse Zuordnung zu den Ausführungsklassen gebracht werden könnten. Allgemeine Regelungen bestehen jedoch nicht, sodass folgender Standard an Unterlagen vorgeschlagen wird:

- Vorlage der Prüfzeugnisse für den Baustahl und des sonstigen Konstruktionsmaterials
- Vorlage der As-Built Pläne der Konstruktion mit Angabe des verwendeten Materials (Letztstand der tatsächlich ausgeführten Konstruktion)

- Vorlage der Prüfberichte (Qualitätsberichte) über die durchgeführten produktspezifischen Prüfungen (Produktprüfungen) der Schweißnähte, planmäßig vorgespannte Schraubenverbindungen, des Korrosionsschutzes sowie der Bauteil- und Montagevermessung.

Diese Unterlagen haben dann den Rang der in der ÖNORM B2110 angeführten „Unterlagen, die dem Auftraggeber vor der Übernahme zu übergeben sind“.

## 7. ZUR AUFTRAGSVERGABE

### 7.1 Herstellerqualifikation des Stahlbaubetriebes

Die Qualifikation eines Fertigungsbetriebes, der Schweißarbeiten im bauaufsichtlichen Bereich ausführt, wird bereits seit Langem im Rahmen einer „Betriebsprüfung“ (Audit) durch eine anerkannte Prüfstelle festgestellt. Der Betrieb erhält auf dieser Grundlage eine „Bescheinigung“ über die Herstellerqualifikation zum Schweißen von Stahlbauten nach EN ISO 3834 (früher Eignungsnachweis oder Befähigungsnachweis, allerdings auf anderen Normen beruhend, genannt).

Der Stahlbaubetrieb muss dazu über ein Qualitätsmanagementsystem verfügen, das sicherstellen soll, dass die Ausführung der Stahlbauarbeiten den Anforderungen dieser Norm entspricht. Zu dessen Nachweis muss er in regelmäßigen Abständen nachweisen, dass er die jeweils zutreffenden Anforderungen der Norm EN ISO 3834 „Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen metallischer Werkstoffe, Teile 1-4“ erfüllt. Es betrifft dies vor allem das notwendige schweißtechnische Personal; es sind dies Schweißer, die im Besitz eines gültigen Prüfzeugnisses sind, sowie Schweißaufsichtspersonal, das für die zu überwachenden Schweißarbeiten ausreichend qualifiziert ist.

Die EN 1090-2 unterscheidet mehrere Stufen der Herstellerqualifikation, die je nach den unterschiedlichen schweißtechnischen Anforderungen der vorliegenden Stahlkonstruktion den Ausführungsklassen EXC1 bis 4 zugeordnet sind (siehe Bild 15):

EXC1	EXC2	EXC3 und 4
Elementare Qualitätsanforderungen	Standard-Qualitätsanforderungen	Umfassende Qualitätsanforderungen
EN ISO 3834-4	EN ISO 3834-3	EN ISO 3834-2

Bild 15: Qualitätsanforderungen für Schweißarbeiten

*In Österreich war früher zu diesem Zwecke von der ÖNORM M7812 „Sicherung der Güte von Schweißarbeiten, Anforderungen an Betriebe, in denen Schweißarbeiten nach Güteklassen durchgeführt werden“ und parallel dazu der ÖNORM EN 729, Teile 1-4 „Schweißtechnische Qualitätsanforderungen, Schmelzschweißen metallischer Werkstoffe“ auszugehen (Die ÖNORM M7812 gibt es aber noch).*

Zum besseren Verständnis dieses Qualitätssicherungssystems sei angeführt, dass EN ISO 3834 einen sehr eingehenden Planungs-, Überwachungs- und Prüfvorgang für die Schweißarbeiten durch den Stahlbaubetrieb regelt, beginnend mit einer Prüfung der Anforderungen an die Schweißarbeiten, der Erstellung eines Schweißplans mit Schweißanweisungen (WPS) bis zur Dokumentation der Durchführung und Überwachung mittels Qualitätsberichten. Es gelten diese Anforderungen natürlich auch bei Untervergabe an einen Subhersteller.

Um einen Überblick über den Qualitätssicherungsprozess zu geben, ist eine Aufstellung der Qualitätsberichte nachfolgend angeführt:

- *Bericht über die Überprüfung der Anforderungen/technische Überprüfung;*
- *Werkstoffprüfbescheinigungen;(WZ2.2 oder APZ 3.1 oder 3.2 nach EN10204)*
- *Prüfbescheinigungen der Schweißzusätze;*
- *Schweißanweisungen (WPS);*
- *Bericht über die Instandhaltung der Einrichtungen;*
- *Bericht über die Qualifizierung der Schweißverfahren (WPQR);(EN 287-1)*
- *Prüfungsbescheinigungen der Schweißer oder Bediener;(EN 1418)*
- *Fertigungsplan, Schweißplan;*
- *Zertifikate des Personals für zerstörungsfreie Prüfungen mit Prüferautorisierung;*
- *Anweisungen und Berichte der Wärmebehandlungsverfahren;*
- *Berichte über die zerstörungsfreien und zerstörenden Prüfverfahren, inklusive VT-Prüfprotokoll;*
- *Berichte über die Abmessungen;*
- *Berichte über Reparaturen und mangelnde Übereinstimmung;*
- *andere Dokumente, falls gefordert, zB Kennzeichnung und Rückverfolgbarkeit*

*Qualitätsberichte müssen – sofern nicht andere Anforderungen festgelegt sind – mindestens für einen Zeitraum von 5 Jahren aufbewahrt werden.*

Dieses Qualitätssicherungssystem wird nun in Zukunft (wie in Abschnitt 4 erläutert) noch ergänzt durch eine Zertifizierung der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) gemäß EN 1090-1, welche für tragende Stahlkonstruktionen, d.h. sowohl für geschweißte als auch geschraubte Konstruktionen eine CE-Kennzeichnung erlaubt. Die bereits bestehende Zertifizierung nach EN ISO 3834 für die schweißtechnischen Arbeiten ist in dieses neue Qualitätssicherungssystem eingebettet.

Es versteht sich, dass der Umfang der betriebsinternen Qualitätssicherungsmaßnahmen und deren Dokumentation je nach Qualitätsstufe, d.h. in EXC 1 bis 4 unterschiedlich ist. Es handelt sich bei dieser Dokumentation zum einen Teil um eine **betriebsinterne Maßnahme der Qualitätssicherung (WPK)**, die aufzubewahren und der Prüf- bzw. Zertifizierungsstelle auf Verlangen vorzulegen ist. ( Sie kann auch dazu dienen, im Falle eines auftretenden Schadens oder grober Unzulänglichkeiten als Beweissicherung herangezogen zu werden). Zum anderen Teil handelt es sich um **produktspezifische Maßnahmen (Produktprüfung)** und deren Ergebnisse, welche als Teil der Ausführungsdokumentation anzusehen sind und dem Auftraggeber zu übergeben sind. Wünsche an die vorzulegende Dokumentation, die über die in EN 1090 angegebenen Ausmaße hinausgehen, sind von Auftraggeberseite entsprechend zu deklarieren; dies insbesondere dann, wenn sie als Unterlagen für die Übernahme relevant sind (siehe auch ÖNORM B 2110).

Aus all dem geht hervor, dass der **Nachweis der Herstellerqualifikation vor Auftragsvergabe** vom Bauherrn einzufordern ist, da es ansonsten in einem Schadensfall zu einer Mitwirkungshandlung des Bauherrn kommen kann.

## **7.2 Abklärung von Änderungen hinsichtlich der Bauteilspezifikation**

Dieser Punkt dient zum Hinweis, dass sich im Rahmen von Ausschreibungsunterlagen allenfalls eine Änderung/Verbesserung der konstruktiven Ausführung bzw. des Konstruktionsmaterials aus Gründen

der Fertigungsbedingungen (zB der schweißtechnischen Ausführbarkeit) als notwendig erweist. Solche Änderungen können auch aus transport- oder montagetechnischen Gründen erfolgen. Es sollte dies möglichst bereits bei der Auftragsvergabe abgeklärt bzw. vereinbart werden. Daraus folgt auch die Notwendigkeit, diese Änderungen der Ausführung planlich festzuhalten, um später eine Bauwerksdokumentation auf Basis der real ausgeführten Verhältnisse durchführen zu können (sog. As-Built-Pläne).

Es soll das Ziel dieser Abklärung sein, eine vollständige **Bauteilspezifikation** bei Auftragsvergabe vorliegen zu haben, auf welche die Ausführungsarbeiten aufbauen können. Hinweise zur Erstellung der Bauteilspezifikation werden in EN 1090-1, Anhang A gegeben.

### **7.3 Festlegungen zur Durchführung der Übernahme-Vermessung**

Bereits bei Auftragsvergabe sollte abgeklärt werden, in welcher Art die Übernahme-Vermessung für die Ausführung der Stahlbauarbeiten durchgeführt werden sollen. Besondere Bedeutung hat dies im Falle von Umbauten oder Erneuerungen im Bestand.

So wird bei größeren Bauvorhaben, wie zB im Brückenbau, abzuklären sein, ob dies von der Stahlbaufirma selbst oder von einem bauherrnseitig beauftragten Vermessungsbüro durchgeführt wird. Es wird auch festzulegen sein, zu welchem Zeitpunkt dies erfolgen soll; gemeint ist, dass zB beim Umbau von Verbundbauwerken die Vermessung des von der Betonplatte abgeräumten Stahltragwerks erforderlich sein wird (Stahlbau-Istgradienten) oder dass während des Betoniervorgangs begleitende Vermessungen erforderlich werden.

Bei Hochbauten sollte darauf geachtet werden, dass auch den Herstellerfirmen der Unterbauten, Fundamente etc. die Toleranzvorgaben der EN 1090-2 als Auflagen erteilt werden.

### **7.4 Vereinbarung über bei Nichtkonformitäten zu treffende Maßnahmen**

Gemeint ist hier eine Vereinbarung über die Vorgangsweise, wenn es im Zuge der Ausführungsarbeiten zu Überschreitungen vorgegebener Toleranzen (d.h. zu Nichtkonformitäten) kommen sollte. Ein gangbarer Weg wäre festzulegen, dass in Fällen, in denen es die Anforderungen an Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit, Dauerhaftigkeit und äußeres Erscheinungsbild erlauben, eine Beurteilung im Sinne einer „Fitness for Purpose“-Bewertung vorzunehmen ist. Hiefür könnten, wenn unterschiedliche Meinungen von Planer und Stahlbaufirma bestehen, ein von beiden Seiten anerkannter Sachverständiger vorweg benannt werden. Im Falle von Schweißnaht-Unregelmäßigkeiten und Abweichungen von den geometrischen Toleranzen sieht die EN 1090-2 ein solches Vorgehen in bestimmten Fällen direkt vor. Siehe hierzu das unter Punkt 8.3 Gesagte.

Dieser sicherheits- und funktional-bezogenen Vorgehensweise liegt keineswegs die Intention zugrunde, einen Weg zu einer Qualitätsverminderung der Ausführungsarbeit eröffnen zu wollen. Sie ist daher auch nicht auf den Regelvorgang der Produktüberprüfung während der Fertigung anzuwenden, bei welchem Nichtkonformitäten der Schweißnähte oder der Bauteilgeometrie korrigierbar sind und im Zuge der Überwachung entsprechend korrigiert werden müssen. Die Norm sieht die Vorgehensweise vielmehr für bestimmte Fälle vor, in denen Nichtkonformitäten zu einem späteren Zeitpunkt festgestellt werden, zu dem eine nachträgliche Korrektur mit hohem Kostenaufwand oder Zeitverzug verbunden sein kann, ohne dass eine Nachbesserung im technischen Sinne notwendig ist.

## **8. ZUR AUSFÜHRUNG**

### **8.1 Kontrolle der Prüfbescheinigungen für das Konstruktionsmaterial**

Die Prüfbescheinigungen (Werkszeugnisse) für das verwendete Material sollten im Zuge einer Werksabnahme oder spätestens vor Einbau der Konstruktionsteile dem Bauherrn vorgelegt werden. Die Verantwortung für deren qualitative und quantitative Richtigkeit bleibt beim Hersteller.

### **8.2 Abstimmung des Arbeitsfortschritts mit der Durchführung von Prüfungen und Kontrollmessungen**

Eine Mitwirkung des Bauherrn bei den verschiedenen Prüfmaßnahmen ist vertraglich zu vereinbaren. Die Durchführung der verschiedenen Prüfungen und Kontrollmessungen ist bei Fremdprüfung jedenfalls vor Fertigungsbeginn im Wesentlichen zu koordinieren. Da die Durchführung von Prüfungen vielfach den Zeitablauf der Ausführungsarbeiten unterbricht, ist eine möglichst effiziente Abstimmung durch den Bauherrn anzustreben. Es gilt dies im Falle einer Fremdüberwachung insbesondere für Schweißnahtprüfungen, die in einem geregelten Zeitraum nach dem Schweißen und vor Aufbringen des Korrosionsanstrichs erfolgen müssen. Es gilt auch für die Prüfung von planmäßig vorgespannten Schraubverbindungen, die eine Sichtprüfung vor dem Anziehen und das Prüfen nach Beendigung des Vorspannens, aber vor Aufbringen des Korrosionsanstrichs umfasst.

Auch das Abstimmen der Verformungsmessungen bei Ausführung von Verbundkonstruktionen in Zusammenhang mit den Betoniervorgängen fällt hier hinein.

### **8.3 Kontrolle der Prüfergebnisse**

Die Ergebnisse der Prüfungen können, wenn der Bauherr dies wünscht, bzw. dies vertraglich vorgesehen ist, bauherrnseitig begleitend mit den Ausführungsarbeiten einer Kontrolle unterzogen werden. Die Prüfungen sind von ihrer Natur her nämlich durchwegs als Qualitätssicherungsmaßnahme vorgesehen, sodass die Kontrolle ihrer Ergebnisse zeitlich gesehen eng mit der Ausführung der Arbeiten einhergehen sollte.

Insbesondere gilt dies für die **Ergebnisse der Schweißnahtprüfungen**, die einerseits Aufschluss für den Schweißer selbst und andererseits für die Qualitätskontrolle der betrieblichen Schweißaufsicht geben sollen. Für das Verständnis der bauherrnseitigen Kontrollorgane ist hierbei der Hintergrund der Beurteilung der Schweißnahtqualität mittels Bewertungsgruppe von großer Bedeutung. So ist zur Bedeutung von „äußeren oder inneren Unregelmäßigkeiten“ (umgangssprachlich oft Schweißnahtfehler genannt) anzuführen, dass sich die Bewertungsgruppe definitionsgemäß auf die **Fertigungsqualität** der Schweißnähte bezieht und nicht auf die Gebrauchseigenschaften (wie Festigkeit, Dauerhaftigkeit, Dichtheit) des gefertigten Erzeugnisses (siehe die Ausführungen in EN ISO 5817). Sie dient nämlich in erster Linie zur Sicherung des Fertigungsstandards der Schweißnähte und hängt nicht oder nur teilweise mit der Tragfähigkeit der Nähte zusammen. Dies bedeutet, dass eine Identifizierung einer nicht entsprechenden Unregelmäßigkeit an sich in der Regel keine nachteiligen Folgen auf die Tragwirkung – insbesondere bei ruhend beanspruchten Konstruktionen – haben muss. Die Anforderung der Bewertungsgruppe hat viel mehr den Zweck, zu gewährleisten, dass eine qualitätsgerecht gefertigte Naht von möglichst gleich bleibender Qualität an sich erzeugt wird. Es handelt sich bei den Bewertungsgruppen daher vor allem um die Vorgabe eines Standards für den Schweißer und um einen Beurteilungskatalog für den Schweißnahtprüfer. Die Frage, ob einzelne

Abweichungen von den tolerierbaren Unregelmäßigkeiten einen Einfluss auf die Festigkeitseigenschaften bzw. die Tragfähigkeit der Schweißnaht haben, ist gemäß EN 1090-2 durch spezifische Beurteilung der statischen bzw. ermüdungsmäßigen Beanspruchungen zu beantworten.

*Grundsätzlich würde der lückenlose Nachweis der Einhaltung aller Grenzwerte einer Bewertungsgruppe nach EN ISO 5817 eine 100%ige Prüfung auf innere und äußere Unregelmäßigkeiten erfordern. Um den damit verbundenen ungeheuren Prüfaufwand zu vermeiden, gestattet die EN 1090-2 unter den beschriebenen Voraussetzungen der Qualitätssicherung je nach EXC und Art der Schweißnahtbeanspruchung den Verzicht auf eine Prüfung auf innere Unregelmäßigkeiten bzw. die Begrenzung auf eine Stichprobenprüfung. Dies im ungeschriebenen, den Fachleuten wohlvertrauten Bewusstsein, dass in einer von Hand erzeugten Schweißnaht Abweichungen von den Grenzwerten der festgelegten Bewertungsgruppe nach EN ISO 5817 passieren können, denn Schweißen ist letztlich Handarbeit. Auch die sorgfältige Einhaltung der Voraussetzungen für den Prüfverzicht ist daher keine Garantie für die vollständige Vermeidbarkeit solcher Abweichungen. Werden solche Abweichungen im Zuge von zerstörungsfreien Prüfungen der fertiggestellten Konstruktion erkannt, dann sieht die Norm eine Bewertung der statischen (bzw. ermüdungsmäßigen) Funktion der betreffenden Schweißnaht vor (Fitness-for-Purpose-Beurteilung) und daraufhin die Entscheidungsfindung, ob die Naht belassen werden kann, auszubessern ist oder sonstige Maßnahmen getroffen werden. In Zweifelsfällen empfiehlt es sich, diese Beurteilung durch fachkompetente Vertreter von Auftraggeber und Hersteller gemeinsam vornehmen zu lassen.*

*Solche Abweichungen von den Grenzwerten der Bewertungsgruppen werden von Schweißnahtprüfern vielfach von vorne herein als „unzulässig“ erklärt, ohne auf die statische Funktion der Schweißnaht einzugehen. Es ist dies insofern verständlich, als es ihre primäre Aufgabe ist, diese Abweichungen formal festzustellen, oft ohne die eigentliche Beanspruchung des Bauwerks und seine Nutzungsart zu kennen. Dabei sind diese Prüfer in erster Linie im Gebiet des Maschinenbaus oder Druckbehälterbaus tätig, in denen wesentlich andere Verhältnisse hinsichtlich der Anforderungen bestehen als im Stahlbau. Es wird jedoch vergessen, dass eine Vielzahl von Bauwerken des Stahlbaus mit gewissen Abweichungen des inneren Befundes behaftet sind, alleine aus dem Grunde, dass bei ihnen keine oder nur stichprobenartig zerstörungsfreie Prüfungen durchgeführt wurden. Es war nämlich seit je her geübte Praxis und entsprach auch bereits den früheren Stahlbaunormen, nur einen begrenzten Umfang der Nähte auf innere Unregelmäßigkeiten zu überprüfen; - ganz unabhängig davon haben sie durch ihre Nutzungszeit anstandslos ihren Dienst erfüllt.*

Diese Erläuterungen dienen der Darstellung des grundsätzlichen Sachverhalts des Regelfalls im Stahlbau. Es versteht sich von selbst, dass es auch spezielle Fälle besonderer, hoch beanspruchter Bauteile gibt, in denen eine 100%ige Prüfung auf innere Unregelmäßigkeiten erfolgen muss. Es sollte jedoch auch bedacht werden, dass das unreflektierte „Ausbessern“ von unbedeutenden Anzeigen der Schweißnahtqualität mehr schadet als nützt. Insofern sollte nicht dahin tendiert werden, die für die einzelnen Ausführungsklassen festgelegten Prüfumfänge „überzuerfüllen“.

## **9. ZUR ÜBERNAHME**

Die Übernahme (die ÖNORM B 2110 verwendet diesen Begriff; *Übergabe* ist auch gebräuchlich; die deutsche VOB verwendet jedoch auch hier den Begriff *Abnahme*) der Stahlkonstruktion stellt sowohl für den Auftraggeber als auch für die ausführende Stahlbaufirma einen wesentlichen Akt in der Abwicklung des Bauauftrags dar. Es erfolgt der „Gefahrenübergang“ vom Hersteller zum

Auftraggeber. Es endet die Erfüllungsphase und es beginnt die Gewährleistungsphase. Für den Auftraggeber gehört die Übernahme zu einer seiner wesentlichsten Pflichten. Es kommt daher der sorgfältigen Vorbereitung dieses Übergabeaktes hohe Bedeutung zu und zwar seitens der Ausführenden als auch seitens des Auftraggebers. Dies besonders im Hinblick darauf, dass sämtliche Anforderungen an die Übernahme bereits bei Vertragsabschluss festliegen müssen (Abnahmekriterien) und die entsprechenden Nachweisunterlagen zeitgerecht erstellt und zur Überprüfung vorgelegt werden.

Die Übernahme ist in der ÖNORM B2110 im Einzelnen geregelt und sollte als Vertragsgrundlage vereinbart werden. Ohne hier auf die vertragsrechtlichen Zusammenhänge im Einzelnen einzugehen, seien die beiden Regelpunkte generell angeführt:

- Die Feststellung der Einhaltung der Abnahmekriterien stellt eine Aufgabe des Auftraggebers dar, welche auf der durch die Bauaufsicht bestätigten Feststellung der Fertigstellung der Bauleistung beruht sowie durch die Vorlage der vereinbarten Nachweise (Ausführungsdokumentation) abgeschlossen werden kann.
- Die Festlegung von Nachbesserungsarbeiten für allfällige Ausführungsmängel, die den Gebrauch des Bauwerks nicht wesentlich beeinträchtigen und unter Betrieb behoben werden können, wird in vielen Fällen aus baupraktischen Gründen ins Auge zu fassen sein. Die vorherige Vereinbarung über die Vorgehensweise sollte dabei auf die technischen Notwendigkeiten abgestimmt werden.

Die Verantwortlichkeit des Ausführenden der Stahlbauarbeiten gegenüber dem Auftraggeber bleibt – ob die Mängelfeststellung vor oder nach der Abnahme erfolgt – erhalten; es tritt jedoch an die Stelle der Erfüllungspflicht (Mängelbehebung) dann die Gewährleistungspflicht.

## **10. ZUSAMMENFASSUNG**

Die Ausführung von Bauwerken an sich stellt in vielen Fällen eine komplexe Aufgabe dar, die begleitet von vertraglichen Festlegungen zu nicht unerheblichen Unklarheiten und Schwierigkeiten führen kann. Dies insbesondere deshalb, da ein Trend zur formal-rechtlichen Sicht von bauvertraglichen Aufgaben stark zugenommen hat.

Die Normen EN 1090-1 und 2 sind aus dieser Sicht als grundsätzlich positive Grundlage für den Stahlbau anzusehen, da sie eine umfassende Regelung für den Gesamtbereich der Ausführungsarbeiten geben und damit die Schwierigkeiten zufolge unklarer Auslegungen zu vermeiden helfen.

Der Stahlbau hat in dieser Hinsicht eine positive Sonderstellung gegenüber anderen Bauweisen erlangt. Es folgen daraus Vorteile für den Qualitätssicherungsanspruch des Auftraggebers, andererseits folgt für den ausführenden Stahlbaubetrieb mehr Klarheit bzw. Sicherheit über die einzuhaltenden Anforderungen im jeweiligen Anwendungsfall. Es wird dieser Vorteil aber mit einem erhöhten Aufwand an Qualitätssicherungsmaßnahmen gekoppelt, sodass es wesentlich ist, Bedacht darauf zu nehmen, dass nicht eine Übererfüllung zum Beispiel durch Forderung höherer Ausführungsklassen (Execution-Classes) zu einem Kostenaufwand führt, der technisch gesehen ungerechtfertigt ist und für niemanden, auch nicht dem öffentlichen Sicherheitsinteresse dient.