

# Qualitätsmanagement im Stahlbau basierend auf der Norm SIA 161/1

Autor(en): **Gemperle, Christoph**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **113 (1995)**

Heft 40

PDF erstellt am: **23.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-78784>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Christoph Gemperle, Wil

## Qualitätsmanagement im Stahlbau basierend auf der Norm SIA 161/1

**Qualitätsmanagement im Bauwesen ist in der schweizerischen Bauwirtschaft seit Jahren ein Thema, das immer wieder Anlass zu Fachartikeln, Empfehlungen oder gar Vorschriften gab. Auch in den SIA-Tragwerksnormen wurde dieser Problemkreis wiederholt angesprochen und behandelt. Im Januar 1994 wurde dazu das Merkblatt 2007 «Qualitätssicherung im Bauwesen» [1] mit dem Ziel publiziert, einen Beitrag zur Sprachregelung und Interpretation der ISO-Normen 9000-9004 (SN EN ISO 9000-9004) [3-6] zu leisten.**

Die Norm SIA 161 «Stahlbauten» [2] hat in ihrer Überarbeitung von 1990 dem Qualitätsmanagement eine besondere Bedeutung zukommen lassen, indem sie, basierend auf den erwähnten ISO-Normen sowie den ergänzenden fachspezifischen europäischen Normen, diesem Thema den Zusatz SIA 161/1 anfügte. Die in der Zwischenzeit vorangetriebene Weiterentwicklung der europäischen Grundlagen hat dazu geführt, dass die in den erwähnten SIA-Publikationen verwendeten Ausdrücke und Bezeichnungen bereits wieder überholt sind. Dies hat die SIA-Kommission 161 dazu veranlasst, den Teil 161/1 «Qualitätssicherung» zu überarbeiten und an die neuesten Erkenntnisse anzupassen.

Der folgende Artikel soll dazu beitragen, Klarheit in der Verwendung der neuen Fachausdrücke zu vermitteln und gleichzeitig den hohen Stand des Qualitätsmanagements im Stahlbau in Erinnerung zu rufen.

### Qualität und Qualitätsanforderungen

Gemäss ISO 8402 [8] ist Qualität definiert als «Gesamtheit von Eigenschaften und Merkmalen eines Produktes oder einer Dienstleistung, die sich auf deren Eignung zur Erfüllung festgelegter oder vorausgesetzter Bedürfnisse beziehen». Die dabei massgebenden Bedürfnisse werden einerseits individuell und produktbezogen festgelegt, andererseits wird der heutige Stand des Wissens und der Technik vorausgesetzt. Dabei haben alle an der Realisierung eines Bauwerkes Beteiligten ihren Beitrag zur Formulierung der Bedürfnisse bzw. der Qualitätsanforderungen zu leisten (Bild 1).

Der Bauherr wird die Qualität seines Bauwerkes in erster Linie am Erfüllungsgrad seiner Anforderungen beurteilen, die er im Pflichtenheft zuhanden des Bauplaners formuliert hat. Die Bauplaner werden zusätzliche Kriterien aus ihrer beruflichen Verantwortung und dem Stand der Technik einfließen lassen. So wird der Architekt insbesondere die Bedürfnisse der soziologischen und raumplanerischen Aspekte, der Ästhetik und des Komforts einbringen, wogegen der Ingenieur insbesondere die Bedürfnisse der Tragsicherheit, der Dauerhaftigkeit und der Gebrauchstauglichkeit berücksichtigt. Schliesslich wird auch der ausführende Unternehmer zusätzliche Anforderungen formulieren, um den Bedürfnissen bezüglich Kosten/Nutzen, Terminen, Toleranzen und anderen ausführungstechnischen Besonderheiten Rechnung zu tragen. Der Bauplaner trägt jedoch die volle Verantwortung für die zweckgebundenen und ausführungskompatiblen Qualitätsanforderungen. Insbesondere müssen diese den geltenden Gesetzen, Normen und Regelwerken Rechnung tragen und fertigungs- und prüfgerecht formuliert werden. Dabei ist dem Bauplaner eine enge Zusammenarbeit mit fachkompetenten Unternehmern zu empfehlen. Da alle Beteiligten die verschiedenen Kriterien unterschiedlich gewichten, kann es vorkommen, dass stark abweichende Beurteilungen der Qualität des Bauwerkes entstehen. Entscheidend ist jedoch das Urteil des Bauherrn.

Das Kriterium der Unternehmerqualifikation ist beispielsweise vor allem für den Ingenieur von Bedeutung. Für den Bauherrn spielt dieses Kriterium leider meistens eine untergeordnete Rolle, weshalb bei der Wahl des Unternehmers immer wieder lediglich aufgrund des Angebotspreises

entschieden wird, ungeachtet der unterschiedlichen Ausführungsqualitäten, die zu erwarten sind. Diese Erkenntnis hat die Normenkommission SIA 161 dazu bewogen, in ihrer Norm konkrete, messbare Anforderungen und Merkmale aufzuführen, die es dem Bauherrn und dem Planer erlauben, aufgrund festgelegter Qualitätsstufen zumindest die Ausführungsqualität zu beschreiben und zu beurteilen.

### Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement

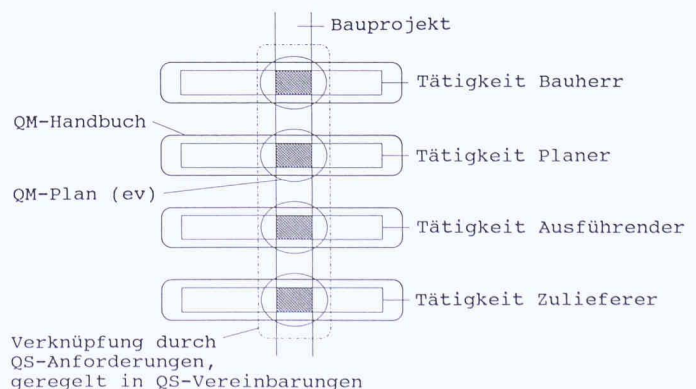
Der Begriff Qualitätssicherung wurde im deutschen Sprachraum bisher meistens als Oberbegriff verwendet, welcher - der internationalen Entwicklung folgend - nunmehr Qualitätsmanagement genannt wird. Gemäss ISO 8402 umfasst die Qualitätssicherung sämtliche geplanten und systematischen Tätigkeiten, die notwendig sind, um ein hinreichendes Vertrauen zu schaffen, dass ein Produkt oder eine Dienstleistung die festgelegten Qualitätsanforderungen erfüllen wird.

Qualitätsmanagement umfasst gemäss ISO 8402 alle Tätigkeiten der Gesamtführungsaufgabe, welche die Qualitätspolitik, Ziele und Verantwortung festlegen, sowie diese durch Mittel wie Qualitätsplanung, Qualitätslenkung, Qualitätssicherung und Qualitätsverbesserung im Rahmen des Qualitätsmanagementsystems verwirklichen.

Die Begriffsbezeichnungen in Anhang B, Merkblatt 2007, sind somit bereits überholt und müssen gelegentlich angepasst werden. Insbesondere muss dabei darauf hingewiesen werden, dass nach neuester Definition Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement zwei verschiedene Dinge sind. In der SN EN ISO 9001, Ausgabe 8/1994, wird daher nicht mehr von QS-Systemen, sondern von QM-Systemen gesprochen.

Der in der Norm SIA 161/1 verwendete Ausdruck «Qualitätssystem» ist jedoch weiterhin korrekt, ist er doch die direkte deutsche Übersetzung von «Quality Sy-

Bild 1.  
Zusammenhang zwischen unternehmensumfassendem und projektspezifischem QM-System



stem», was in der englischen Originalfassung von ISO 8402 der Definition des Qualitätsmanagementsystems entspricht.

Dass die Tätigkeiten und Massnahmen im Rahmen des Qualitätsmanagements kostenwirksam sind, ist unbestritten, weshalb die Qualitätsanforderungen in den Ausschreibungsunterlagen festzulegen sind. An dieser Stelle muss darauf hingewiesen werden, dass Qualität ihren Preis hat und gerade deshalb im heutigen Konkurrenzkampf immer mehr dem Grundsatz nachgelebt wird, «so gut wie nötig» und nicht «so gut wie möglich». Die Beziehung zwischen Qualitätsstufen und Kosten für Schweissarbeiten ist in der Norm SIA 161/1, Tabelle 5 (Bild 2) dargestellt und soll dem Ingenieur erlauben, die Qualitätsanforderungen angemessen festzulegen und damit dem Bauherrn unnötige Kosten zu ersparen. Um sicherzustellen, dass die Anforderungen an die Herstellung einer Stahlkonstruktion auch erkannt werden, hat die Norm SIA 161 eine Grobeinteilung in Bauteil-Zuordnungs-Bereiche S1 und S2 eingeführt. Sie weist damit auf die Anforderungen an die Qualifikation der Stahlbaubetriebe hin und empfiehlt (Ziff. 2.2.4), diese Qualifikation durch einen Betriebsausweis, ebenfalls S1 und S2 genannt, bestätigen zu lassen. Nun zeigt die Praxis, dass leider auch bei öffentlichen Bauherren die Forderung nach Betriebsausweisen als Wettbewerbseinschränkung empfunden wird.

Es scheint wohl möglich, einen Unternehmer ohne den erforderlichen Betriebsausweis zum Angebot zuzulassen; die Sicherstellung der betrieblichen Voraussetzung gemäss Norm SIA 161/1, Ziff. 2.3 und 2.4, ist dann jedoch durch externe Stellen überprüfen und überwachen zu lassen. Diese Kosten müssen beim Angebot mitberücksichtigt werden, andernfalls werden die Anforderungen an die Ausführungsqualität in Frage gestellt und Qualitätseinbussen infolge unqualifizierter Ausführung in Kauf genommen.

Die von der Norm SIA 161 empfohlenen Betriebsausweise beschränken sich im wesentlichen auf die Anforderungen an Anlagen, Ausrüstung und Personalqualifikation, mit spezieller Ausrichtung auf Schweissarbeiten. Sie basiert auf der europäischen Norm EN 729-1 bis -4 [9]. Diese anwendungsbezogene Norm über das QM bei Schweissarbeiten regelt nach den Kriterien der SN EN ISO 9000-9004 die speziellen Anforderungen und Verfahren betreffend Planung, Herstellung, Schweiss- und Prüfpersonal sowie deren Ausrüstung und der Prüfungen (vgl. Tabelle in Bild 3). In EN 729-3 werden dabei Standard Qualitätsanforderungen beschrieben, wie sie analog für unseren Betriebsausweis S1 verlangt werden, in EN 729-4 sind es elementare

	Handgeschweisst				Maschinell geschweisst			
	QA	QB	QC	QD	QA	QB	QC	QD
Nahtherstellung	280	250	100	70	180	150	100	90
Prüfung (ohne VT)	140	50	-	-	60	20	-	-
Dokumentation	20	10	-	-	10	10	-	-
Total	440	310	100	70	250	180	100	90

Bild 2.

SIA 161/1, Tabelle 5: Relativkosten von Schweissnähten (in % der Totalkosten von QC)

### Annex B (informative)

Summary comparison of welding quality requirements with regard to prEN 729-2, prEN 729-3 and prEN 729-4

Table 8.1: Summary comparison

parts of prEN 729 elements	prEN 729-2 (comprehensive quality requirements)	prEN 729-3 (standard quality requirements)	prEN 729-4 (elementary quality requirements)
contract review	full documented review	less extensive review	establish that capability and information is available
design review	design for welding to be confirmed		information is available
sub-contractor	treat like a main fabricator		must comply to standard
welders / operators	approved to EN 287		
welding coordination	welding coordination personnel with appropriate technical knowledge according to prEN 719, or persons with similar knowledge		not demanded but personal responsibility of manufacturer
inspection personnel	sufficient and competent personnel to be available		sufficient and competent, access for external inspectors, as needed
production equipment	required to prepare, cut, weld, transport, to lift, together with safety equipment and protective clothes		no specific demands
equipment maintenance	has to be carried out, maintenance plan necessary	no specific demands, must be adequate	no demands
production plan	necessary	more restricted plan necessary	no demands
welding procedure specification (WPS)	Instructions to be available to welder (EN 288-2)		no demands
welding procedure approval	to EN 288 series, approved as application standard or contract demands		no specific demands
work instructions	welding specification or dedicated instructions to be available (WPS)		no demands
documentation	necessary	not specified	no demands
batch testing of consumables	only if specified in contract	not specified	no demands
storage and treatment of welding consumables	as per supplier recommended as minimum		
storage of parent materials	protection required from influence by the environment		no demands
post-weld heat treatment	specification and complete record necessary	confirmation to specification necessary	no demands
inspection before, during, after welding	as required for specified operations		responsibilities as specified in contract

Bild 3.

Übersicht der Anforderungen in EN 729

Objekt: <b>Selbstprüfung der Schweissnähte</b>								Prüfanweisungsnummer <b>03.10.43</b>	Auftragsnummer <b>Allgemein</b>
								Qualitätsstufe <b>QC</b>	Ziehungsnummer
N°	Merkmal	Soll-Werte mit Toleranz	MK	Prüfstelle	Q-Nachw.	Prüfumfang	Prüfmittel	Spezifikation	Bemerkungen
1.	<b>Aeusseres Erscheinungsbild</b> – Sichtprüfung, Porosität, Länge, Finish, Schaden			SP	AK	100%		04.04.01	GG 24000 SIA 161/1
3.	<b>Vollständigkeit</b> – Sind alle Schweissnähte gemacht worden ?			SP	AK	100%		Zeichnungen	
2.	<b>Masshaltigkeit</b> – Dicke der Schweissnähte, ev. Länge			SP	AK	25%	Lehre	Zeichnungen 04.04.01	
4.	<b>Temperaturkontrolle</b>			SP	AK	100%	Thermometer	WPS 03.09.20 – 03.09.27	Thermometer bei dem Meister
5.	<b>Arbeitszettelkarte stempeln</b>			SP	AK				Stempel AC
Verteller : Selbstprüfer vom Zusammenbau und Schweissen		SP = Selbstprüfung, ME = Meister, QP = Qualitätsprüfung, AK = Arbeitszettelkarte							
Entscheid: 1 Ware angenommen, 2 Sonderfreigabe, 3 Sortieren, 4 Nacharbeit, 5 Ausschuss									
Ausgabe-Nr	1	2	3	4	5	6	OD-Teil 03 Systemelement 10 Systemelement-Teil 43		
Datum	10.06.92	05.01.93	10.03.93	21.07.93					
Freigabe/Visum							Seite 1 von 1		

Bild 4.  
Beispiel einer Prüfanweisung aus einem  
QM-System

Qualitätsanforderungen analog unseres Betriebsausweises S2.

Trotz dieser speziellen europäischen Regelung für Schweissbetriebe interessieren sich immer mehr Schweizer Stahlbauunternehmungen für eine umfassende Zertifizierung aufgrund eines QM-Systems nach SN EN ISO 9000-9004. Solche QM-Systeme regeln neben den Verfahren und Mitteln zur Ausführung auch Aufbauorganisation, Verantwortlichkeiten und Abläufe des Qualitätsmanagements. - QM-Systeme haben den Vorteil, dass sie von europäisch anerkannten Instituten zertifiziert werden können und dass damit die Unternehmung die Zulassung zum europäischen Binnenmarkt erhält.

#### QM-Plan und Qualitäts-Plan

Da im QM-System die Organisationsstruktur, Verantwortlichkeiten, Abläufe und Produktionsmittel des Unternehmers allgemein für seine Produktion festgelegt sind, ist es unumgänglich, für ein bestimmtes Bauvorhaben zusätzliche, projektspezifische Angaben zum Qualitätsmanagement zu machen. Zu diesem Zweck wird vom Unternehmer ein QM-Plan erstellt, der es ihm erlaubt, sein Unternehmens-QM-System für ein bestimmtes Projekt zu ergänzen.

Entsprechend der Unterscheidung zwischen Qualitätsmanagement und Qualitätssicherung, darf QM-Plan nicht mit QS-Plan gleichgestellt werden. Der Ausdruck QS-Plan gemäss Merkblatt 2007 existiert in der SN EN ISO 9001 (1994) bereits nicht mehr und sollte daher auch nicht mehr verwendet werden. Es geht in dieser Planung nicht nur um das Erlangen eines Vertrauens (Qualitätssicherung), sondern um die Erreichung einer Übereinstimmung von Anforderungen und Ergebnissen (Qualitätsmanagement). Der in der Norm SIA 161/1 verwendete Ausdruck «Qualitätsplan» ist jedoch weiterhin korrekt, da ISO 8402 diesen Begriff ausdrücklich als Kurzform vom QM-Plan anführt.

In Betrieben mit funktionierendem QM-System genügt es sehr oft, die Qualitätsanforderungen generell zu formulieren, um standardisierte Abläufe und Tätigkeiten projektgerecht zu initialisieren. So werden zum Beispiel im Stahlbau durch Festlegen des Oberflächenschutzsystems, der Schweissnahtqualitäten und der einzuhaltenen Toleranzen ganze Fabrikationsprozesse inklusive der erforderlichen Prüfungen und Überwachungen ausgelöst. Dies führte wohl dazu, dass man im Merkblatt 2007 darauf hinweist, dass nicht immer ein QM-Plan erforderlich sei. Wenn man jedoch den QM-Plan so interpretiert, dass

darin auch die für den ausführenden Unternehmer massgebenden Qualitätsanforderungen eines bestimmten Bauvorhabens aufgeführt sind, so kann wohl nie auf einen QM-Plan verzichtet werden. Es stellt sich lediglich die Frage, in welcher Form dieser Plan erstellt werden muss.

Im einfachsten Falle genügt ein vollständiges Leistungsverzeichnis, gemäss NPK, um zusammen mit dem QM-System des Unternehmers einen qualitätsgerechten Ablauf sicherzustellen. Bei besonderen Anforderungen, Abläufen und Qualitätspraktiken, die zusätzliche Massnahmen zum QM-System des Unternehmers erfordern, sind diese im QM-Plan detailliert festzulegen. Als Beispiel sei hier die Prüfung der Schweissnähte aufgeführt, die - falls die übliche Qualitätsstufe QC gefordert wird - mit einer im QM-System festgelegten Standardarbeitsbeziehungswise Prüfanweisung durchgeführt wird (Bild 4). Für eine Schweissnaht der Qualitätsstufe QB sind spezielle Arbeits- und Prüfanweisungen zu erstellen.

#### Kontrollplan

Die deutschsprachige Übersetzung der ISO-Norm 9000-9004 verwendet den Ausdruck «Kontrolle» bewusst nicht mehr, sondern benutzt ausschliesslich das Wort

«Prüfung». Der Grund liegt in der Ähnlichkeit mit dem englischen «to control», das «steuern, lenken beherrschen» heisst und somit über die Feststellung der Konformität durch Prüfung hinausgeht. Leider konnte man sich in der Schweiz nicht zu einer konsequenten Anwendung der europäischen Regeln durchringen, weshalb die Bezeichnung «Kontrollplan» - gemäss SIA-Tragwerksnormen - weiterhin verwendet wird.

Bei der Interpretation dieses Begriffes tritt aber ein Widerspruch zwischen Merkblatt 2007 und Norm SIA 161 auf. Im Merkblatt 2007 wird der Begriff «Kontrollplan» im QM-Element 9 «Lenkung der Herstellung im Werk und auf der Baustelle» erklärt. Dabei könnte man zur Auffassung gelangen, dass im Kontrollplan nur die aus Planersicht zwingend durchzuführenden Prüfungen festgelegt werden. In der Norm SIA 161, Ziff. 2 33 1 wird der Begriff jedoch eher im Sinne der Prozesslenkung gemäss QM-Element 9 definiert, in dem der Kontrollplan als Hilfsmittel zur Überwachung durch die Bauleitung definiert wird. Überwachung beschränkt sich jedoch nicht auf Prüfungen, sondern umfasst gemäss ISO 8402 «die fortwährende Verfolgung und Verifizierung des Status von Abläufen, Methoden, Rahmenbedingungen, Verfahren, Produkten und Dienstleistungen sowie Analysen von Aufzeichnungen hinsichtlich festgesetzter Bezugsgrössen ...».

Aus dieser Definition kann sich ein Kontrollplan nicht auf die «zwingend durchzuführenden Prüfungen aus Planersicht» beschränken, sondern berücksichtigt die gesamte Bauüberwachung durch die Bauleitung. Der Kontrollplan ist darum weniger eine Voraussetzung für den Prüfplan des Unternehmers als vielmehr das komplementäre Instrument der Bauleitung. Damit entspricht der Kontrollplan dem «Prüfplan» des Planers und sollte auch als solcher bezeichnet werden. Aufgrund der europäischen Entwicklung im Normwesen und der daraus sich ergebenden Konsequenzen für die Schweiz wird der Ausdruck «Kontrollplan» aus dem Schweizer Vokabular des Qualitätsmanagements früher oder später verschwinden.

Enthält der Kontrollplan Forderungen an den Unternehmer, welche die Herstellungskosten beeinflussen, so sind diese bereits in den Ausschreibungsunterlagen aufzuführen, andernfalls ist mit Nachforderungen des Unternehmers zu rechnen. Aus dem gleichen Grund wird in der Norm SIA 161, Ziff. 2 64 2 empfohlen, dass der Kontrollplan auf das QM-System und den QM-Plan des Stahlbauunternehmers abgestimmt wird. Es muss vermieden werden, dass im Stahlbau weniger erfahrene Planer unnötige Kosten infolge unverhältnismässiger Prüfungen provozieren.

Prüfverfahren (1)	QA (2)	QB (2)	QC (1)	QD
UT	100% (4)	50% (4)	20% (3)	-
RT	25% (4)	10% (4)	10% (3)	-
MT	nach Vereinbarung			-
PT	nach Vereinbarung			-
VT	äusseres Erscheinungsbild und Vollständigkeit: 100%			
	Masshaltigkeit: 100%	50%	Stichproben	
Massnahmen bei unzulässigen Fehlern	schrittweise Verdoppelung des Prüfumfanges (bis 100%) bzw. Beizug weiterer Prüfverfahren			
Nachprüfung bei Reparaturen	100% für die festgelegten Prüfverfahren an der Reparaturstelle			

- (1) Die englischen Kurzzeichen sind allgemeingültig.
- (2) Der Einsatz der Prüfverfahren ist im Rahmen des Qualitätsplans zu vereinbaren. Bei der Festlegung des Prüfumfanges ist die Bezugsgrösse anzugeben. Mögliche Bezugsgrössen sind:
  - gesamte Nahtlängen der Bauteile
  - Anzahl Stösse
  - Anzahl Prüfstellen.
- (3) nur bei auf Ermüdung beanspruchten Bauteilen
- (4) Wahl von einem oder beiden Prüfverfahren je nach Geometrie und Beanspruchung des Bauteiles
- (5) Bei Kehlnähten treten Arbeits- und Verfahrensprüfungen an die Stelle der Prüfverfahren RT und UT.

Bild 5.

SIA 161/1, Tabelle 10: Prüfverfahren und Prüfumfang für Schweissnähte (bereinigter Nachdruck 1994)

## Prüfplan

Durch das QM-System und den QM-Plan ist aus Unternehmersicht die Qualitätssicherung für ein bestimmtes Objekt festgelegt. Der Planer wird sich in den meisten Fällen mit einer Endprüfung des gelieferten oder erstellten Produktes begnügen, während der Unternehmer mit einer ganzen Reihe von Prüfungen sicherstellen muss, dass die Qualitätsanforderungen erreicht werden. Alle diese Prüfungen und die dazugehörigen Kriterien werden im Prüfplan zusammengestellt.

Im Stahlbau erfolgt die Prüfplanung aufgrund der Normen SIA 161 und 161/1 sowie der Ausschreibungsunterlagen. Oft ist es sinnvoll, den Kontrollplan der Bauleitung und den Prüfplan des Unternehmers in bestimmten Punkten zu koordinieren, vertraglich sollte der Zusammenhang jedoch über den Werkvertrag hergestellt werden.

Bei Unternehmungen mit QM-System ist die Prüfplanung durch eine Richtlinie geregelt, in der mit Prüfanweisungen (Beispiel siehe Bild 4) alle Angaben, die zur korrekten Durchführung von Qualitätsprüfungen erforderlich sind, dem Mitarbeiter in der Werkstatt weitergegeben werden.

Da im Stahlbau die Schweissarbeiten eine massgebende Rolle in der Verbindungstechnik spielen, wurden in der Norm SIA 161/1 unter Ziff. 4 die minimalen Anforderungen an den Prüfumfang festgelegt. Diese Angaben dienen auch als Planungshilfen und erlauben es dem projektierenden Ingenieur, die vom Unternehmer vorgesehenen Prüfungen zu beurteilen. Insbeson-

dere bei der Berücksichtigung von Unternehmern ohne Betriebsausweis sollte zumindest eine Überwachung der Herstellung aufgrund der Tabelle 10 (Bild 5) durchgeführt werden.

Aber nicht nur die Schweissarbeiten sind einer systematischen Prüfung zu unterziehen. Auch Materialqualitäten, Ausführungstoleranzen, Oberflächenschutz und vieles mehr muss geprüft und protokolliert werden. Die Norm SIA 161/1, Ziff. 4 23, gibt zudem einen Hinweis, wie der projektierende Ingenieur die Qualitätsnachweise des Unternehmers für die Schweissarbeiten kontrollieren kann. Bereits für Qualitätsstufe QB wird eine Überprüfung der Dokumente empfohlen, wobei der Unternehmer neben Werkstoffzeugnissen, Verfahrens- und Schweissnahtprüfberichten auch die Ausbildungsurkunden des Schweiss- und Prüfpersonals vorzuweisen hat.

## Schlussbemerkungen

Mit der europäischen Entwicklung von technischen Regelungen und Vorschriften sowie der Einführung der Produkthaftung erhält das Qualitätsmanagement im Bauwesen immer grösseres Gewicht. Das Merkblatt SIA 2007 gibt in kurzer, übersichtlicher und verständlicher Art einen Überblick über Umfang und Anforderung an ein QM-System. Leider haben sich die europäischen Grundlagen in der Zwischenzeit derart weiterentwickelt, dass eine Überarbeitung dieses Merkblattes ins Auge gefasst wird. Die Norm SIA 161/1 hat diese

Anpassungen bereits vorgenommen, wobei weniger die verwendeten Definitionen und Begriffe als vielmehr Bezeichnungen und Tabellen geändert werden mussten. Die überarbeitete Ausgabe kann seit Frühjahr 1995 beim SIA bezogen werden.

Zurzeit haben erst wenige Unternehmungen oder Planungsbüros im Bauwesen ein QM-System aufgrund SN EN ISO 9000-9004 eingeführt und auch zertifiziert. Das soll nicht heissen, dass Qualität und Qualitätsmanagement im Schweizer Bauwesen eine geringe Bedeutung haben. Im Gegenteil, viele Elemente des Qualitätsmanagements sind seit Jahrzehnten in den bewährten Normen und Ordnungen des SIA eingeführt und werden auch angewandt. Insbesondere die Stahlbaunorm SIA 161 hat mit der Revision 1990 dem verstärkten Qualitätsempfinden seitens der Bauherren und Planer Rechnung getragen und konkrete Regelungen und Planungshilfen für den Stahlbau bereitgestellt. Gerade im anspruchsvollen Bereich der Schweissverbindungen werden neben den Qualitätsanforderungen auch Hinweise zur Prüfung und Überwachung der Schweissarbeiten gemacht. Es wäre unsinnig und unwirtschaftlich, für jeden Bauteil das gleiche Qualitätsniveau zu verlangen. Die Norm SIA 161 definiert daher Schweissnaht-Qualitätsstufen QA-QD, die eine Anpassung der Qua-

litätsanforderungen an Beanspruchung, Ausnutzung und Gefährdungsrisiko des Bauteils erlauben. Die finanziellen Konsequenzen aus der Wahl der Qualitätsstufe sind übersichtlich dargestellt und machen den Planer darauf aufmerksam, dass ungerechtfertigte Qualitätsanforderungen unnötige Kostensteigerungen zur Folge haben.

Die Bedeutung des Qualitätsmanagements ist baustoffunabhängig. Es ist jedoch festzustellen, dass konkrete Planungshilfen mit Abstufung der Qualitätsanforderungen in den anderen SIA-Tragwerksnormen weitgehend fehlen. In der europäischen Normung existieren jedoch bereits Vorschläge, die für alle Bauweisen eine Qualitätsabstufung vorsehen.

Qualitätsmanagement ist eine Führungsaufgabe, die neben Gewinnoptimierung, Kostenkontrolle, Risk-Management und Ökologie immer mehr zu einer der wichtigsten Tätigkeiten aller am Bau Beteiligten wird. Die Norm SIA 161 hat dieser Erkenntnis rechtzeitig Rechnung getragen und unseren Ingenieuren ein praxisgerechtes und vertrauensförderndes Instrument zur Verfügung gestellt.

Adresse des Verfassers:

Christoph Gemperle, dipl. Bauing. ETH/SIA, Ingenieurbüro Huber + Gemperle, 9500 Wil

## Literatur

- [1] SIA-Merkblatt 2007 «Qualitätssicherung im Bauwesen», Ausgabe 1994
- [2] SIA 161 «Stahlbauten», Ausgabe 1990
- [3] ISO 9000-1: 1994, Normen zum Qualitätsmanagement und zur Qualitätssicherung, QM-Darlegung - Teil 1: Leitfaden zur Auswahl und Anwendung
- [4] ISO 9001: 1994 Qualitätsmanagementsysteme - Modell zur Qualitätssicherung, QM-Darlegung, in Design, Entwicklung, Produktion, Montage und Wartung
- [5] ISO 9002: 1994, Qualitätsmanagementsysteme - Modell zur Qualitätssicherung/QM-Darlegung in Produktion, Montage und Wartung
- [6] ISO 9003: 1994, Qualitätsmanagementsysteme - Modell zur Qualitätssicherung/QM-Darlegung bei der Endprüfung.
- [7] ISO 9004: 1994, Qualitätsmanagement und Elemente eines Qualitätsmanagementsystems
- [8] ISO 8402: 1992, Qualitätsmanagement und Qualitätssicherung, Begriffe
- [9] prEN 729: 1993, Schweisstechnische Qualitätsanforderungen, Teil 1: Richtlinien zur Auswahl und Verwendung, Teil 2: Umfassende Qualitätsanforderungen, Teil 3: Standard-Qualitätsanforderungen, Teil 4: Elementar-Qualitätsanforderungen

Dieter Frei, Seuzach

## Wachstum in einem beschränkten Markt

**Die wirtschaftliche Talfahrt der letzten Jahre hat in besonderem Masse auch die Bauwirtschaft in Mitleidenenschaft gezogen. Im Wechselbad der Konjunktur ist diese Branche besonders exponiert. Andererseits gilt das stetige Umsatzwachstum eines Unternehmens, insbesondere über eine Periode von mehreren Jahren, allgemein als Massstab des Erfolges. Theorien und Hypothesen über Erfolgsfaktoren füllen ganze Bibliotheken. Es mag deshalb reizvoll sein, der klassischen Betrachtungsweise einen rein mathematischen Ansatz gegenüberzustellen, dessen Leistungsfähigkeit sich insbesondere auf Aussagen über die Grenzen des Wachstums in einem beschränkten Markt konzentriert. Dabei ergeben sich überraschende Ergebnisse.**

### Das Modell

Das mathematische Modell des gehemmten Wachstums ist weder neu noch anspruchsvoll. Es stammt aus der Welt der «Fraktale», - ein Begriff, der 1975 vom französischen Mathematiker *Benoit Mandelbrot* geprägt wurde. Er konnte zeigen, dass Systeme mit selbstähnlichen Elementen (Fraktalen) ein reiches Spektrum von Möglichkeiten bereitstellen, nicht nur für die Beschreibung von Selbstorganisation, sondern ebenso für eine auf paradoxe Weise vorhersagbare Zufälligkeit, das sogenannte «deterministische Chaos». Die seither erfolgreiche Ausdehnung des fraktalen Ansatzes auf Systeme biologischer, neuronaler, soziologischer oder gar politischer Art unterstreicht dessen Leistungsfähigkeit. Es scheint, dass die uns bekannten Erscheinungsformen der belebten und unbelebten Natur auf diesem

Konzept beruhen. Ein bekanntes Beispiel ist die Entwicklung der Population einer bestimmten Tierart im Wettbewerb mit anderen Futterkonkurrenten bei einem beschränkten Nahrungsangebot. Mit einem kühnen Sprung in die Welt der Wirtschaft gehen wir von einer Analogie zwischen der Situation dieser Tierart und jener eines Unternehmens in einem Markt mit beschränkter Nachfrage aus.

Das mathematische Modell kann grundsätzlich auf einem programmierbaren Taschenrechner angewendet werden. Bequemer und anschaulicher erweist sich indessen ein Personalcomputer mit Grafikfähigkeit.

Das Modell für ungehemmtes Wachstum lautet einfach  $x_{n+1} = a \cdot x_n$ . Die Grösse  $x$  möge für den momentanen Umsatz des Unternehmens stehen, gemessen an der gesamten Nachfrage des Marktes.  $x$  steht also für den Marktanteil unseres Unternehmens und liegt zwischen 0 und 1. Mit  $x = 1$  würde unser Unternehmen konkurrenzlos 100% der Marktnachfrage abdecken. Mit  $x_n$  wollen wir den effektiven Marktanteil im Jahre  $n$  bezeichnen. Die Mathematik hätte nichts gegen kürzer aufeinanderfolgende Zeitperioden, doch wollen wir die Unterneh-