Qualitätssicherung und Sicherheitstechnik von heute im Vergleich zu Massnahmen vor 1850

Autor(en): **Stelling, H.A.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG**

Band (Jahr): **56 (1985)**

PDF erstellt am: **01.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-378175

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

dem hypothetisch der statistische Mittelwert einer Materialeigenschaft über grössere homogene Querschnitte als selbstverständlich angenommen wurde. Dass dies aber in einem realen festen Körper mit einer unregelmässigen Struktur realer Vielkristalle nie zutreffen kann, mag im Versagen einiger von der Elastizitätstheorie abgeleiteten Festigkeitshypothesen begründet sein. Timoshenko drückte das in seinem Lehrbuch «Theory of Elasticity» so aus: «Fortschritte in der Materialfestigkeit können nicht hinreichend befriedigend betrachtet werden ohne Einbezug der Elastizitätslehre *und* der Theorie des Materialgefüges (Struktur). Zwischen ihnen bestehen enge Zusammenhänge.» In keinem anderen Lehrbuch der Festigkeitsmechanik haben wir eine so eindeutige Erklärung der Zusammenhänge finden können. Sie unterstreicht auch die Tatsache, dass die mikromechanische Betrachtungsweise der Elastizitätstheorie von den damaligen Physikern vollkommen vernachlässigt worden ist. Ob es jemals gelingt, die Festigkeit eines Körpers mit realen Vielkristallen zuverlässig zu berechnen, muss bezweifelt werden.

Zum Schluss meiner Bemerkungen zum Tagungsthema sei mir gestattet, zwei berühmte Pioniere der Festigkeitsforschung zu erwähnen, die sich zum Begriff der Festigkeit äusserten:

- Für *August Thum* ist der Festigkeitsbegriff einer der wichtigsten Aufbauelemente unseres Verstandes und des Denkens überhaupt.
- Im Jahre 1877 fordert *August Wöhler* in seiner berühmten Denkschrift die Einführung einer staatlich anerkannten Klassifikation von Eisen und Stahl:
  «Die Festigkeit gegen das Zerreissen ist die einzige überhaupt existierende Festigkeit, indem alle anderen Arten von Widerständen fester Körper gegen Zerstörung lediglich
  aus der Zerreissfestigkeit,
  aus der Elastizität und
  aus der Zähigkeit einbegriffen,
  entspringen; daher gibt dieselbe den allein richtigen Anhalt für die hier in Frage stehende *Qualitätsbestimmung.*

Qualitätssicherung und Sicherheitstechnik von heute im Vergleich zu Massnahmen vor 1850

Dr. H.A. Stelling, Celle

Qualität und Sicherheit
Nach heutigem Sprachgebrauch hängen Qualität, Zuverlässigkeit, Sicherheit eng zusammen. Der Oberbegriff «Qualität» ist in der Regel als Beispiel DIN 55355 definiert als:

«Gesamtheit von Eigenschaften und Merkmalen eines Produktes oder einer Tätigkeit, die sich auf die Eignung zur Erfüllung gegebener Erfordernisse beziehen».

Wichtig ist in diesem Zusammenhang der Hinweis, dass sich die Erfordernisse aus dem Verwendungszweck bzw. Ziel der Tätigkeit ergeben, unter Berücksichtigung der Realisierungsmöglichkeit.

Die erforderliche Qualität sollte stets Sicherheit, Umweltschutz und angemessenen Mitteleinsatz einschliessen.

Bei einem Vergleich heutiger Massnahmen mit Tätigkeiten in der Vergangenheit müssen zwei Punkte besonders herausgestellt werden:

1. Wesentlicher Bereich der Qualitätssicherung ist die optimierte Organisation aller Tätigkeiten, Verantwortlichkeiten, vorgegebener Kommunikations-/Berichtswege zwischen den mit der Sicherstellung der Qualität befassten Personenkreise.
   Die Notwendigkeit einer sogenannten «Aufbauorganisation» ergibt sich aus der Komplexität moderner Herstellungsprozesse. In der Vergangenheit waren die Verhältnisse in Handwerksbetrieben überschaubar. In der Regel waren die meisten Personen an den Tätigkeiten vom Beginn bis zum Ende des Fertigungsprozesses beteiligt.

2. Ziel der Qualitätssicherung (QS) ist es, durch geeignete Massnahmen während der Planung, der Herstellung und des Betriebes sicherzustellen, dass das Teil für seinen Einsatzzweck geeignet ist und geeignet bleibt. Dieses Ziel kann unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte nicht durch eine Abnahmeprüfung am fertigen Produkt allein erreicht werden. Dieses würde einem im Normalfall sehr teuren Sortierprozess zwischen «Ausreichend»/«Nicht ausreichend» entsprechen.
   Moderne QS-Massnahmen zielen darauf ab, die Qualität eines Produktes durch geeignete Fertigungsprozesse zu gewährleisten. Die Qualität muss erzeugt werden, die Prüfungen dienen gegebenenfalls zum Nachweis der Qualität. Qualitätssichernde Tätigkeiten sind sowohl in der Planungsphase wie auch später bei der Herstellung erforderlich.

Im folgenden soll untersucht werden, ob in der Vergangenheit vergleichbare Vorgehensweisen üblich waren. An Beispielen wird gezeigt, dass wesentliche Elemente heutiger QS-Massnahmen auch früher üblich waren. Zunächst ein Blick auf die Situation in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts.

Ein zeitgemässer Rückblick?
«Die grossen Fortschritte auf dem Gebiet der Inspektion von Bauteilen mit dem Ziel ausreichender Bauteilsicherheit und Bauteilzuverlässigkeit wurden in der Vergangenheit vorzugsweise in England und auf dem Kontinent, weniger in den USA, erreicht. Hier legte man meist grösseren Wert auf die schnelle Realisierung technischer Entwicklungen, dabei aber weniger Wert auf technische Zuverlässigkeit und Haltbarkeit. Zwischenzeitlich hat man diese

Vorgehensweise auch in den USA als leichtfertig erkannt. Seit einiger Zeit werden nicht nur die Werkstoffe sorgfältig überprüft. Die Inspektionen erstrecken sich nunmehr auch auf die gesamte Fertigung. Spezifikationen verpflichten den Hersteller zu einwandfreier Qualität. Erst nach der Fertigstellung erfolgt eine Abnahme durch den Kunden. Das Risiko einer möglichen Zurückweisung liegt beim Hersteller.
In der Vergangenheit traten bei der Abnahme oft Schwierigkeiten dadurch auf, dass als Inspektoren meist junge Leute - besonders bei einigen grossen Eisenbahngesellschaften war das der Fall - in die Betriebe geschickt wurden. Ihre Tätigkeit war durch ihre Ignoranz geprägt. Sie verfügten weder über ausreichende Werkstoffkenntnisse noch kannten sie den Inhalt der Abnahmespezifikationen. Dadurch verursachten sie im wesentlichen nur «trouble».
Erst mit steigender Erfahrung und zunehmender Einsicht in die speziellen Probleme der betrieblichen Abläufe wurde dieser Zustand verbessert.»
Ende des Zitats.

Diese kritische Meinungsäusserung eines amerikanischen Kollegen, zu lesen im «Journal of the Iron and Steel Institute», New York, um 1890, erinnert möglicherweise auch an Ihre täglichen Probleme der Qualitätssicherung. Hervorzuheben sind m.E. die folgenden grundsätzlichen Problempunkte:

1. Unbestritten ist die Notwendigkeit, gezielte Prüfungen und Kontrollen durchzuführen, wenn Bauteilsicherheit und Verfügbarkeit sichergestellt werden sollen.
2. Im Rahmen der Wechselbeziehungen zwischen Hersteller und Kunden sind eindeutige Vereinbarungen in Form von Spezifikationen unerlässlich.
3. Die Abnahmetätigkeit muss unbedingt mit der nötigen Erfahrung und Sachkenntnis ausgeführt werden. Aus der Position sich ergebende Ignoranz führt nur zu Schwierigkeiten, verbessert sachlich nichts, verursacht nur zusätzliche Probleme.

Planung am Beispiel des Transportes des Vatikanischen Obelisken
Ein klassisches Beispiel ingenieurmässiger Leistungen, die bezüglich Neuartigkeit und technischen Aufwandes beeindruckend sind, ist der Transport des Vatikanischen Obelisken im Jahre 1587 (s. Titelbild).

Die Obelisken, ägyptische Denksteine, sind grosse säulenartige Blöcke mit quadratischem Querschnitt, nach oben verjüngt in eine Pyramide auslaufend.
Ein Teil der Obelisken war von den Römern nach Rom geschafft worden. Einer dieser Obelisken stand an einer wenig zugänglichen Stelle hinter der alten Sakristei von St. Peter. Papst Sixtus trug sich mit dem Gedanken, die Säule in der Mitte des Petersplatzes aufstellen zu lassen, eine Aufgabe, die schliesslich von Domenico Fontana übernommen und beschrieben wurde.

Seine Beschreibung lässt viele Grundelemente auch heutiger QS-Massnahmen erkennen. Die sorgfältige Planung und Erprobung am Modell hat einen hohen Stellenwert.

1. Planung der Konstruktion/Vorgehensweise beim Transport
Der Obelisk hat nach Fontana's Angabe eine Höhe von 23,22 m, am Fuss eine Dicke von 2,71 m, am oberen Schaftende eine Dicke von 1,75 m, die Spitze war 1,30 m hoch. Fontana bestimmte zunächst anhand des Gewichtes eines Probewürfels und der Abmessungen des Obelisken dessen Gewicht.
«Ehe ich mich zu dem Unternehmen des Transportes anschickte, wollte ich mich vergewissern, wieviel der Obelisk wiegt. Ich liess 1 palmo von derselben Steinart würfelförmig behauen und fand, dass dieser Würfel 85 Pfund wog».
Er ermittelte ein Gewicht von 963 537 damalige Pfund, das heisst etwa 321 180 kg.
Der nächste Schritt bestand in der Abschätzung der Kräfte, die zum Transport erforderlich waren.

«Ich überlegte nun, dass ein Göpel mit guten Seilen und Flaschenzügen etwa 20 000 Pfund hebt, und dass daher 40 Göpel 800 000 Pfund heben würden. Für den Rest (von 163 537 Pfund) dachte ich 5 Hebel aus starken Balken anzuwenden, jeder 13 m lang, so dass ich nicht nur genug Kraft, sondern noch einen Überschuss hätte. Auch konnte man bei meiner Anordnung immer leicht Maschinen hinzufügen, wenn die ersten nicht genügen sollten.
Als meine Erfindung an die Öffentlichkeit kam, zeigte sich, dass fast alle Sachverständige bezweifelten, dass man so viele Göpel so in Übereinstimmung bringen könnte, dass sie mit vereinter Kraft wirkten, um ein so grosses Gewicht zu heben. Ich aber, obgleich ich noch nie so viele Kräfte hatte zusammenwirken lassen, fühlte mich doch sicher, dass ich es tun könnte, weil ich wusste, dass vier Pferde, die an einem jener Seile ziehen, wie ich sie angeordnet hatte, wenn sie sich auch noch so sehr anstrengten, doch niemals imstande sein würden, es zu zerreissen, sondern wenn irgend ein Göpel zuviel von der Last zu tragen bekommen würde, könnte er sich nicht mehr drehen, aber ebenso wenig, wie gesagt, das Seil zerreissen; die anderen, zurückgebliebenen Göpel würden inzwischen gedreht werden, bis jeder wieder seinen richtigen Teil von der Last auf sich genommen habe.»

2. Demonstration am Modell
Bei der Optimierung komplizierter Vorgänge, Konstruktionen ist es auch heute üblich, mit Modellen zu arbeiten und am massstabgerechten Modell die Wirkungsweise zu erproben und die Vorgehensweise zu trainieren.

Fontana schreibt:
«Ich trug mein Modell von Holz bei mir mit einem Obelisken von Blei darin, im richtigen Verhältnis zu den Seilen, Rollen und kleinen Maschinen des Modells, die ihn heben sollten. In Gegenwart der versammelten Herren und versammelten Meister hob ich den Obelisken auf und legte ihn nieder und erklärte jede einzelne Bewegung so, wie ich sie später ausführte, mit Worten. Nachdem man die Zeichnungen und Pläne eines jeden von uns gehörig betrachtet und alles erwogen hatte, kam man zu dem Schluss, dass die von mir gefundene Art, den Obelisken zu heben und zu transportieren, die sicherste sei und besser geeignet, zu dem gewünschten Ziele zu führen, als irgend eine der anderen, die vorgebracht worden waren.»

3. Verantwortlichkeiten/Vollmachten
Wesentlich auch bei heutigen qualitätssichernden Massnahmen ist, dass bei allen Tätigkeiten Verantwortlichkeiten festgelegt, die Personen hierfür mit ausreichenden Vollmachten ausgestattet sein müssen.

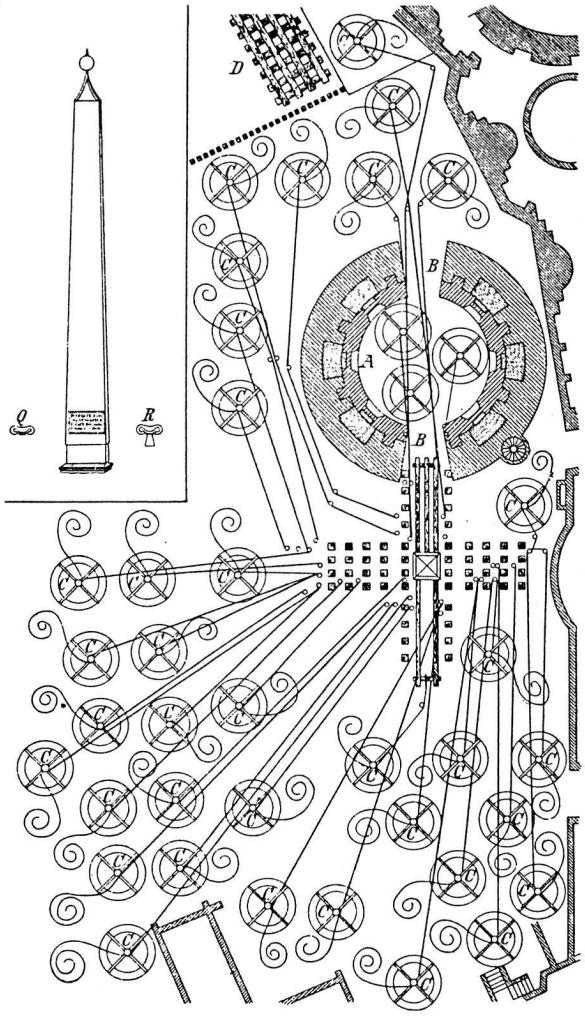


Bild 1

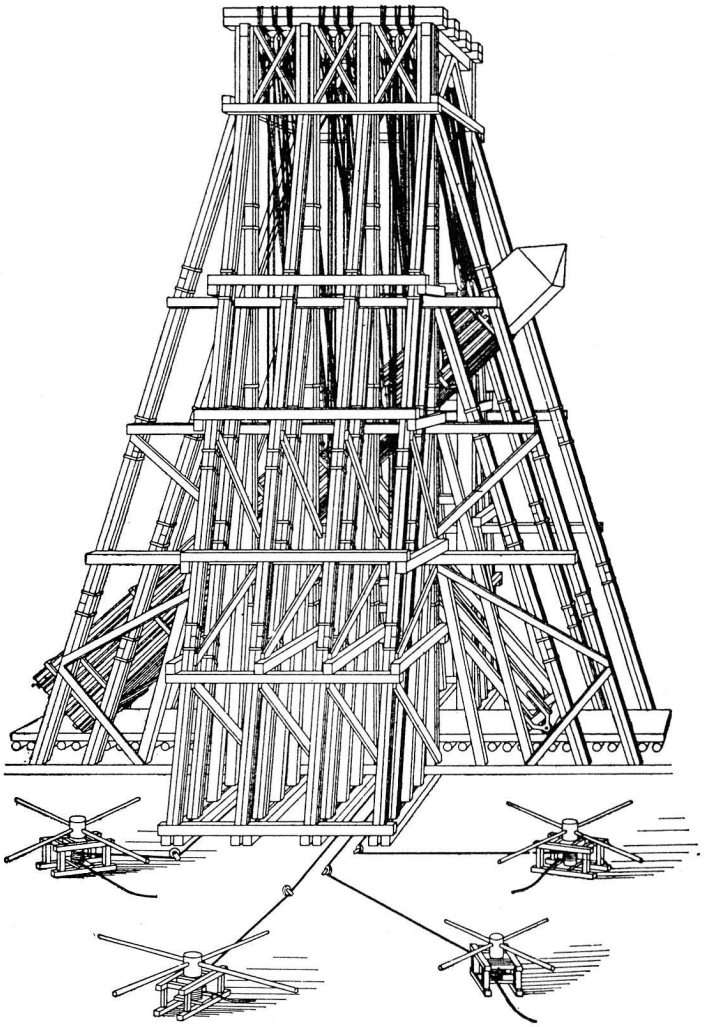


Bild 2

«Wir, Sixtus V., verleihen dem Domenico Fontana, Architekten des heiligen Apostolischen Palastes, damit er den Transport des Vatikanischen Obelisken auf den Platz von St. Peter leichter und schneller bewirken kann, Vollmacht und Autorität, während der Dauer dieses Transportes sich der Dienste jedes beliebigen Handwerkers oder Arbeiters zu bedienen, sowie ihrer Sachen, welcher Art sie auch seien, und sie nötigenfalls zu zwingen, sie ihm zu leihen oder zu verkaufen, wobei er sie jedoch durch gebührenden Lohn zu befriedigen hat.»

4. Ausführung
Die von Fontana gewählte Anordnung ist in Bild 1 dargestellt.

Eine Darstellung des Gerüstes ist in Bild 2 wiedergegeben.

Auf weitere Details soll verzichtet werden. Hervorzuheben ist, dass nach derart sorgfältiger Planung auch bei der späteren Durchführung des Transportes keine nennenswerten Schwierigkeiten auftraten.
Das Beispiel zeigt, dass in den Anfängen der neuzeitlichen Ingenieurwissenschaften das planvolle Experimentieren im Vordergrund stand.

Bestimmung von Werkstoffeigenschaften für die Bauteildimensionierung
In der weiteren Entwicklung versuchte man speziell bei der Auslegung Belastungen und Werkstoffeigenschaften zahlenmässig zu erfassen und zu berücksichtigen. Wie detailliert die Betrachtungen, Untersuchungen und Ergebnisse waren, lässt eine Vielzahl von Untersuchungen im 17. und 18. Jahrhundert erkennen.

Werkstoff, vor allem Holz, Metalle wie Eisen, Blei u.a., aber auch Seilwerkstoffe wie Hanf usw. spielten eine wesentliche Rolle. Dementsprechend beschäftigte man sich auch intensiv mit den Werkstoffeigenschaften.

Zu den Untersuchungen an Holz einige Beispiele:

- Musschenbroeck (1692–1761) untersuchte in seiner 1729 erschienenen Dissertation «Cohärenz der Körper» die Festigkeitseigenschaften von Holz, stellte unter anderem fest, dass
  - die Festigkeit über den Querschnitt betrachtet am Übergang von der Rinde zum Kern ein Maximum erreicht;
  - die Festigkeit auf der Ostseite am grössten, auf der Nordseite am geringsten ist;
  - Stamm und Äste gleiche Festigkeit hatten;
  - die Baumhöhe keinen Einfluss ausübte.

Die Werte wurden experimentell aus Biegeversuchen ermittelt. In gleiche Richtung zielten Untersuchungen von

- Duhamel du Monceau (1700–1782), der unter anderem den Einfluss des

Flössens auf die Festigkeit von Eichenholz untersuchte
- Buffon (1707–1788) ermittelte die Festigkeitsunterschiede in Abhängigkeit der Feuchtigkeit, des Alters usw.

Die Arbeiten lassen sich weiterverfolgen bis zur Erstellung auch formelmässiger Zusammenhänge.

Parallel zu derartigen Entwicklungsrichtungen nahm die Bedeutung des Eisens als Konstruktionswerkstoff immer mehr zu. Die Möglichkeit, Gusseisen in grösserem Umfang herzustellen – 1735 setzte Darby erstmals Koks als Brennstoff ein, um schmiedbares Eisen im Puddelofen herzustellen – beeinflusste die technische Entwicklung bis heute.

Von technischem Interesse sind vor allem der Brückenbau und der Eisenbahnbau.

Eisenwerkstoffe wurden erstmals 1776 in Form von Gusseisen eingesetzt. Das erste auch nach heutigen Massstäben beeindruckende Bauwerk ist die Severn Bridge aus dem Jahre 1776–1779. Der Erbauer war einer der grössten Ingenieure seiner Zeit, der Engländer Telford. Die Spannweite betrug etwa 31 m. Die Tragkonstruktion besteht aus gusseisernen Profilen. Es folgen Brückenkonstruktionen wie die Menai-Bridge und die Britannia and Conway Bridge (um 1850), erbaut von Fairbairn. Kennzeichnend für den Brückenbau um 1860 ist, dass derartige Konstruktionen bereits genaue Kenntnisse über die Eigenschaften der verwendeten Werkstoffe verlangten. Material- und Konstruktionsprüfungen waren unerlässlich. Zur Qualitätssicherung wurden gezielte Untersuchungen vorgenommen. Bild 3 zeigt von Fairbairn durchgeführte Belastungsversuche.

Die Bestimmung der Festigkeit, des E-Moduls und der Durchbiegung sind üblich geworden. Im Rahmen derartiger Messungen wurde zum Beispiel im Jahre 1812 beim Bau einer Brücke über die Dordogne der E-Modul bestimmt mit Werten zwischen $1 \cdot 10^6$ bis $2{,}5 \cdot 10^6$ kp/cm².
Der Konstrukteur, ein Franzose namens Dulceau, berechnete hierbei, das sei am Rande vermerkt, auch die Schallgeschwindigkeit. Er kam auf einen Wert von 5,018 m/s.

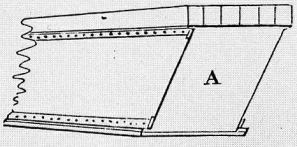
No. of experiments.	Weight in lbs.	Deflection in inches.	Deflection, load removed.	Remarks.
1	2,050	0·30		
2	13,707	0·40		
3	17,470	0·53		Fig. 69. 
4	21,258	0·74		
5	24,595	0·90	0·14	
6	27,211	1·01	0·14	
7	29,837	1·12	0·16	
8	32,431	1·22		
9	34,985	1·32		
10	37,571	1·43		
11	40,157	1·54		
12	42,757	1·63		
13	45,337	1·73	.....	This weight, 45,337 lbs., was left suspended upon the tube for sixteen hours, when the deflection was again taken, and found still the same, viz. 1·73. From this it appears, that all the parts of the tube under strain had become permanent as regards their power of resistance to the load.
14	48,383	1·82		
15	50,945	1·89		
16	53,501	1·98		
17	56,083	2·08		
18	58,746	2·18		
19	61,316	2·28		
20	63,917	2·37		
21	66,518	2·46		
22	69,141	2·56		
23	71,821	2·65		
24	74,366	2·79		
25	76,951	2·86		
26	79,979	2·99		
27	82,544	3·09	.....	With this weight (82,554 lbs.) the deflection increased in forty-five minutes from 3·09 to 3·22.
28	85,026	3·31		
29	87,510	3·39		
30	89,844	3·50		
31	92,113	3·62		
32	93,769	3·76		
33	95,432	3·93		
34	97,102	.....	.....	The tube gave way at one end by twisting out of the perpendicular, as shown in sketch at A, after sustaining the load 97,102 lbs. a few seconds.
∴ Ultimate deflection = 0·4.				Plates XVIII. and XIX. figs. 36, 37, 38, 39 and 40.

Bild 3

Qualitätssicherung als sinnvolle Koordinierung von Einzelaufgaben
Ein kennzeichnendes Beispiel für die Beachtung und sinnvolle Koordinierung aller qualitätssichernden Teiltätigkeiten ist die Fertigung von Geschützrohren, wie sie von Michael Miether 1693 beschrieben wurde.

1. Anforderungen an die Qualität
Typisch auch für andere Autoren ist das Bewusstsein, dass für Kriegswaffen das Beste und Teuerste gerade gut genug ist. In diesem Sinne schreibt Miether:
«Wass Formen des Gussstückes betreffend, muss auf dasselbe mehr Fleiss verwendet werden, als auf einige Sache in der Welt, so von Metall gegossen wird, dann wo in dieser der geringste Mangel erscheinet, kann solcher zwar, in etwas vertuschet werden, das Pulver aber entdecket selbigen bald, und leidet keine Flickerey wie bei andern Sachen, als Statuen und dergleichen.»

2. Bauteilgestaltung
Miether weist deutlich auf die Notwendigkeit hin, vor der Fertigung eindeutige Konstruktionsunterlagen, das heisst einen «Riss», anzufertigen. Gleichzeitig ist er sich der Problematik bewusst, dass eine Masskontrolle unerlässlich ist, da man in der Fertigung aus manchen, nicht immer technisch motivierten Gründen, davon abweicht. Auch zu seiner Zeit neigte man «zum Mogeln.»

«Die Stärck oder Dicke der Gestalt / soll dem Riss ganz gleich kommen / zwar die Stückgüsser geben lieber zu / als dass sie abbrechen sollten / weilen ihnen dreierlei Nutzen zuwächst, erstlich werden die Stück höher ins Gewicht / und folglich auch ins Güsserlohn, zum andern sind sie sicherer bei der Prob, zum andern können sie durch etwas schlecht Metall vor besseres austauschen.»

3. Fertigung – Fertigungsüberwachung
Verständlicherweise erwachsen aus den mit der Qualitätssicherung verbundenen Überwachungsaufgaben langwierige Diskussionen, da der Hersteller nicht unbedingt seine Absichten entdeckt sehen möchte. «Wofern man aber solche / desthalben /, dass sie die Stück stärker machen als der gegebene Riss gewe-

sen, zur Rede stellt, heisset es wohl, das Metall habe sich in die Form gefressen / und also die Stücke wieder ihren Willen wichtiger geworden / obgleich solche auf das schönste glatt / als von der Feilen / abgefallen.»

Unter dem Aspekt, dass man wegen der hohen Materialkosten die Gestaltung der Angüsse knapp zu bemessen geneigt ist und damit Fehler im Bauteil verursacht, wird eindeutig gefordert:
«Der verlohrene Kopf soll vor allen Dingen gross genug mitgeformt werden / die Ursachen werden hinten angezeiget.»

Mit der Fertigung ist eine begleitende Kontrolle verbunden. Der erfahrene Giesser erkennt an der Flammenverfärbung der Schmelzprobe, ob die Materialzusammensetzung geeignet ist.

«Werkstoffanalyse
Man siehet an den Giessöfen in wehrenden Schmeltzen eine grüne, rothe, blaue und graue Farbe
- Der Schwefel gibt die blaue
- Das Saltz die grüne
- Der Mercurius aber die graue, braune und rothe Farb.»

Die Eigenschaften der verschiedenen Elemente und ihre Auswirkungen auf das Gussstück werden detailliert beschrieben.

Nach dem Abguss erfolgt das Aufbohren des Rohres und anschliessend ein Belastungsversuch in Form von Probeschüssen.

«Fehlerart / -ursache, Fehlerzulässigkeit
Nach gethanen Schüssen kann man auch in den Köpfen sehen, ob sie Gruben haben, zuweilen es zeigen sich Spünd, welche eingeflickt wurden.
Alle Gruben und Sachen kommen auf drei Ursachen, erstlich, wann der verlorne Kopf oder Überguss nicht gross genug gemacht worden, indem man das Metall hat sparen wollen, zum anderen das Metall im Ofen teils sitzenbleibet, drittens, wenn es bei schwachem Feuer erkaltet und nur gemach aufeinander tröpfelt.»

4. Sonstige begleitende Massnahmen
Wesentlich für die Sicherstellung der Qualität ist – in früheren Handwerksbetrieben in gleicher Weise wie heute – die Eignung und Erfahrung des Personals:

«Personalqualifikation
An sich wird aus allen, so ich vom Güsswesen gemeldet, ersehen können, was bei denselben zu beachten, und wie genau alles, da es sich glücklich vonstatten gehen soll, müsset untersucht werden.
Hierzu wird nun erfordert ein fleissiger, unverzagter und gescheider Mann, welcher wohl prakticiert ist, damit er seine Principalen mit taurhaftem Geschütz versehen kann.»

Die Motivation wurde auch damals deutlich durch entsprechenden finanziellen Anreiz gefördert:

«Leistungsgerechte Bezahlung
Man soll ihn aber so halten, dass er sambt den Seinen honorable leben kann, dann ein guter fleissiger Stückgüsser kann nicht zu teuer bezahlt werden, weil er alles zehentfach mit seinem Fleiss einbringen kann. Dasjenige, was man an einem Stümpler und Lumpenhund ersparen will, verlieret man gemeiniglich dreydoppelt an der Güte des Geschütz, bei welchem Gebrauch die menagierten Früchte stark hervorkommen.»

Umgekehrt musste der Handwerker in gleicher Weise wie heute jedem Hersteller konsequent für die gelieferte Qualität haften:

«Produkthaftung
Die Mängel, so bei den Grentzeisen sich ergeben, wie auch an den Köpfen, sind bloss den Stückgüssern und ihrem Unfleiss zuzurechnen, welche auch billig den Schaden tragen sollen.»

Schlussbemerkung
In der modernen Technik spielt die Materialprüfung eine zentrale Rolle in der Qualitätskontrolle. Trotz zunehmender Detailkenntnis auf diesem Gebiet steigt jedoch auch das Bewusstsein, dass die Qualität nicht nur durch Kontrollen gewährleistet, sondern zusätzlich durch andere Massnahmen sichergestellt werden muss. Wesentliche Punkte sind das sinnvolle Planen und die Optimierung der Fertigung anhand von bei Kontrollen ermittelten Abweichungen. Geeignete Koordinierung der Einzeltätigkeiten und Motivation der Beteiligten sind wesentliche Elemente der Qualitätssicherung. Das gilt in gleicher Weise für die handwerklichen Tätigkeiten wie für die industrielle Fertigung. Bei zunehmend komplexeren Abläufen steigert sich nur der Aufwand, den Gesamtüberblick zu behalten.
Es wurde anhand von Beispielen versucht zu verdeutlichen, dass diese Gesamtzusammenhänge auch bei Beginn der industriellen Entwicklung die Tätigkeiten geprägt haben, selbst wenn viele Detailkenntnisse und Erfahrungen fehlten.

Technische Sicherheit und Unfallgesetzgebung in der deutschen Industrialisierung.

Prof. Dr. Wolfhard Weber, Bochum

Sicherheit ist zwar ein Grundbedürfnis unserer Gesellschaft, doch gehört Sicherheit, auch technische Sicherheit, nicht zu den höchstrangigen Zielen: Für den Politiker rangieren hier Demokratie und die Wahrung der Grundrechte, während für den Ingenieur die grundsätzliche Realisierung des angestrebten Verfahrens Vorrang vor der sicheren Ausgestaltung hat. Mit der zunehmend komplexeren modernen Welt und mit einem Blick auf die Betroffenen – Wähler wie Techniknutzer – wird die Frage nach mehr Sicherheit jedoch immer häufiger gestellt.[1]

Der Begriff der technischen Sicherheit ist unter den Fittichen von Technik und Industrie herangewachsen. Neben den älteren Begriffen der öffentlichen Sicherheit trat im 18.