

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

**Herausgeber:** Eisenbibliothek

**Band:** 68 (1996)

**Artikel:** Erfahrungswissen in der deutschen Eisen- und Stahlerzeugung/-verarbeitung des 19. Jahrhunderts

**Autor:** Wessel, Horst A.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-378316>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 23.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Erfahrungswissen in der deutschen Eisen- und Stahlerzeugung/-verarbeitung des 19. Jahrhunderts

## 1. Methodisches Vorgehen

So klar das Thema inhaltlich umschrieben ist, so schwierig stellt sich die Quellenlage. Zeitzeugen, die befragt werden könnten, gibt es nicht; desgleichen fehlen schriftliche Zeugnisse, die direkte Aussagen enthalten. So sind wir auf die Fachliteratur zum Eisenhüttenwesen, insbesondere die Zeitschrift «Stahl und Eisen», und auf die vom Verein deutscher Eisenhüttenleute herausgegebenen «Gemeinfasslichen Darstellungen», auf Lehrbücher und unternehmensgeschichtliche Darstellungen angewiesen. Wir werden das Thema in drei Teilschritten bearbeiten.

Zunächst werden wir untersuchen, wie die Ausbildung der Eisenhüttenleute zum Beginn des 19. Jahrhunderts aussah und wie sie sich im Laufe der folgenden rund hundert Jahre veränderte. Dabei werden auch die Verteilung von Theorie und Praxis sowie die Diskussion um die Anforderungen an die jeweils zeitgemäße Ausbildung und die beste Art der Aneignung der Kenntnisse Gegenstand der Betrachtung sein.

Der zweite Teil befasst sich zunächst mit dem Erfahrungswissen im Betriebsalltag der Eisenhüttenleute im allgemeinen. Materialprüfungen und die verschiedenen Herstellungsprozesse stehen im Spannungsverhältnis zwischen Erfahrungswissen und Wissenschaft. Der dritte und letzte Teil präsentiert drei Fallbeispiele. Betrachtet werden die drei Pionierunternehmen Krupp, Feltén & Guilleaume und Mannesmann. Von besonderem Interesse ist dabei die Antwort auf die Frage: Wie wurden die Kenntnisse für ein neues Verfahren erworben und wie wurden diese auf die Mitarbeiter und die nachfolgende Unternehmertypen übertragen?

Auf diesem Wege erhoffen wir, Aufschluss darüber zu erhalten, wie Erfah-

rungswissen entstand und wie es tradiert wurde, zum anderen, welchen Stellenwert das Erfahrungswissen im Eisenhüttenwesen des vorigen Jahrhunderts gehabt hat. Um Missverständnissen vorzubeugen, sei klargestellt, dass unter «Erfahrungswissen» das in der Praxis ohne theoretische Grundlage erworbenen Wissen verstanden wird. Erfahrungen kann man selbst oder durch Dritte vermittelt machen. Die auf diese Weise gewonnenen Ergebnisse sind abzugrenzen von denen, die man durch theoriegeleitete, analytische Forschung erhält – dabei soll keineswegs bestritten werden, dass auch beim Forschen Erfahrungswissen erworben wird.

**Dr. Horst A. Wessel**

Mannesmann-Archiv  
D-40213 Düsseldorf

## 2. Erfahrungswissen in der Ausbildung der Eisenhüttenleute

Obwohl das Eisen unter allen Metallen am frühesten bekannt und genutzt worden ist, wurde es erst spät Gegenstand einer sorgfältigen chemischen Untersuchung; und ungeachtet der zahlreichen und mannigfaltigen Versuche, die bedeutende Chemiker damit angestellt haben, bot das Eisen, wie ein Konversations-Lexikon 1832 urteilte, «noch manches unaufgeklärte Problem dar ...»<sup>1</sup> Dabei hatten die Schmiede bereits im Altertum in hohem Ansehen gestanden; man sah sie in einer engen Beziehung zu den Göttern und traute ihnen besondere Heilkräfte zu. Ihre Kenntnisse blieben auf einen besonderen, kleinen Kreis beschränkt. Sie konnten nur in der Praxis erworben und durch praktische Tätigkeit erweitert werden.

Im Wettbewerb mit der ausländischen, vor allem mit der überlegenen englischen Eisenindustrie beschränkte man sich zunächst darauf, den Vorsprung dadurch aufholen zu wollen, dass man sich die fehlenden Kenntnisse vor Ort,

1 Rheinisches Conversations-Lexikon oder encyclopädisches Handwörterbuch für gebildete Stände, 4. Band, Köln 1832, S. 483.

- 2 Vgl. dazu Martin Schumacher: Auslandreisen deutscher Unternehmer 1750-1851 unter besonderer Berücksichtigung von Rheinland und Westfalen (Schriften zur Rheinisch-Westfälischen Wirtschaftsgeschichte, 17), Köln 1968.
- 3 Conrad Matschoss: Ein Jahrhundert deutscher Maschinenbau. Von der Mechanischen Werkstätte bis zur Deutschen Maschinenfabrik 1819-1919, Berlin 1919, S. 25.
- 4 Ebd., S. 4; Wilhelm Treue: Wirtschafts- und Technikgeschichte Preussens (Veröffentlichungen der Hist. Kommission zu Berlin, Bd. 56) Berlin - New York 1984, S. 330 ff.
- 5 Über die geistige Ausbildung unserer Arbeiterbevölkerung, in: Stahl und Eisen (1882), Nr. 2, S. 71.
- 6 Stahl und Eisen (1885) Nr. 8, S. 425.
- 7 Ebd., S. 428.

meist durch praktische Tätigkeit, aneignete oder jemanden engagierte, der über das benötigte Erfahrungswissen verfügte.<sup>2</sup> Auf diese Weise fanden in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts moderne Methoden der Eisen- und Stahlerzeugung sowie deren Verarbeitung Eingang in deutschen Hüttenwerken. Da man jedoch nicht nur die technologische Lücke schliessen, sondern eine Spitzenstellung erringen wollte, versuchte man, die Voraussetzungen dafür zu schaffen bzw. zu verbessern. Dabei setzte man bei der Ausbildung, der schulischen und betrieblichen Ausbildung, an. Die Vermittlung des Erfahrungswissens sollte systematisiert und durch theoretische Kenntnisse vertieft werden.

Bereits der überragende Industrie- und Sozialpionier Friedrich Harkort hatte auf die Bedeutung des Studiums der ausländischen technischen Literatur hingewiesen und beachtliche Anstrengungen unternommen, die englischen Fachleute durch deutsche technische Kräfte zu ersetzen. Dazu förderte er die Schulbildung und liess schon Anfang der 1820er Jahre seinen jungen Arbeitern Unterricht, u.a. in Mathematik und technischem Zeichnen, erteilen.<sup>3</sup> Auch von staatlicher Seite wurde zur Problemlösung tatkräftig beigetragen. In Preussen entstanden auf Veranlassung des Industrieförderers Christoph Wilhelm Beuth die ersten grossen technischen Schulen. 1820 gründete er, in der Erkenntnis, dass die gewünschten technischen Fortschritte nur durch die Kooperation von Industrie und Technik erzielt werden konnten, den Verein zur Beförderung des Gewerbfleisses.<sup>4</sup>

Da dies als bei weitem nicht ausreichend empfunden wurde, begann man – verstärkt zu Beginn der 1880er Jahre, – die schulische Ausbildung zu reformieren und in ihrer Wissensvermittlung auf die Anforderungen der Wirtschaft, insbesondere der Industrie, auszurichten. Über das, was und in welchem Umfang vermittelt werden sollte, darüber gab es – nicht zuletzt auch branchenbezogen – unterschiedliche Auffassungen. Nachdem der Verein deutscher Eisenhüttenleute zunächst in der Kölnischen Zeitung einige Aufsätze über die körperliche und geistige Entwicklung der Arbeiter veröffentlicht hatte, äusserten sich Vereinsmitglieder zu diesem Thema

in «Stahl und Eisen». Manche sahen in der gesteigerten Volksbildung das alleinige Heil der Zukunft, andere befürchteten eine schädliche Belastung der Auszubildenden. Letztere glaubten, dass «dem auf körperliche Handleistung angewiesenen, gemeinen Manne eine höhere Schulbildung keineswegs» nutze.<sup>5</sup>

Grössere Zustimmung fand die berufliche Ausbildung unter Einschaltung der grundlegenden Fachschulen. «Diese sollen die Meisterlehre ersetzen und die Ausbildung dem besser bildenden praktischen Leben überlassen».<sup>6</sup> Man verwies dabei auf Lehrwerkstätten mit und ohne theoretischen Unterricht in Frankreich, Österreich, Russland und auch in Süddeutschland – die «Industrieschulen» in München, Nürnberg und Kaiserslautern. Während die bayerischen Schulen vorwiegend Polytechniker ausbildeten, vermittelten Fachschulen wie die der 1882 gegründeten Stahlwaren- und Kleineisenindustrie in Remscheid auf breiter Grundlage handwerkliche Fertigkeiten, ohne den theoretischen Unterricht zu vernachlässigen; die Schüler wurden «wissenschaftlich» und praktisch unterrichtet – vormittags fanden theoretische, nachmittags praktische Übungen statt.

Der Stundenplan sah für den ersten Kurs u. a. je zwei Wochenstunden Physik, Chemie und Maschinenlehre vor; im zweiten kamen Mechanik und Mechanische Technologie hinzu. Das zuletzt genannte Fach berücksichtigte u. a. «Die Fabrication des Eisens und Stahls», den «Einfluss fremder Beimengungen», «Das Schweißen», «Die Werkzeuge der Metallbearbeitung». Alles sollte fortgelassen werden, «was über den Horizont eines tüchtigen Handwerkers hinausgeht .... Die Schüler sollen aber wissen, was Stahl und was Eisen ist, welche Vorgänge beim Schweißen und Löthen stattfinden und welche Wirkung die Behandlung und angewendeten Mittel haben». Konstruieren sollten sie nicht auf der Fachschule lernen. Das gehöre ins Konstruktionsbüro, «nachdem recht tüchtig praktisch gearbeitet, detailliert und an ausgeführten Gegenständen gelernt worden ist ... die Fachschule bildet nicht aus, sondern sie bildet nur vor».<sup>7</sup>

Die Fachschule sollte keineswegs die praktische Ausbildung ersetzen, sondern theoretische Kenntnisse zusätzlich ver-

mitteln. Im Gegenteil, es wurde auch praktisch ausgebildet; allerdings nicht in der im jeweiligen Beruf erforderlichen Intensivität. Das wurde besonders beim Feilenhauen deutlich, «da zum wirklich guten Feilenhauen eine ganz ausserordentliche Übung gehört... Der Knabe, welcher Schmieden und Gussauen kann – und beides lernen sie recht gründlich, bevor sie zum Feilenhauen kommen –, ist vollkommen Herr des Meissels und des Hammers. Er hat für das Feilenhauen nur die eigenthümliche Haltung des Schlägels und das Ansetzen des Meissels zu erlernen, und das geschieht in ganz kurzer Zeit... Nun fehlt noch die ausserordentliche Feinfähigkeit des geübten Feilenhauers... Das erfordert längere Zeit, als der Schule zu Gebote steht, ... die wirkliche Übung (bleibt) der eigentlichen Lehre überlassen».

Ein anschauliches Beispiel für eine erfolgreiche Ausbildung wird für einen Absolventen der Remscheider Fachschule überliefert. Dieser war aus der Prima einer Oberrealschule übergetreten und machte auf der Fachschule nach einem Jahr sein Abiturientenexamen; er blieb noch ein halbes Jahr in den Lehrwerkstätten und ging dann zu einer grösseren Werkzeugmaschinenfabrik in Chemnitz, wo er auf Lohn arbeitete. Diese verliess er später wieder und durchwanderte, damaligem Brauch gemäss, eine Reihe von Werkstätten. Dabei verdiente er sich seinen Lebensunterhalt durch praktische Arbeit. Eine längere Tätigkeit auf einem technischen Büro bildete den Abschluss seiner Ausbildung. Auf diesem Wege der praktischen Ausbildung erwarb er Wissen und machte Erfahrungen, die ihm dann als tüchtigem Gesellen, Meister, mittlerem Techniker und Selbständiger von grossem Nutzen waren. Auf jeden Fall sollte der Maschinentechniker eine gründliche praktische Ausbildung erhalten. Gleichermaßen wurde für die Absolventen der Technischen Hochschule gefordert. Um in allen Provinzen des Landes den angehenden Technikern die als notwendig angesehene systematische praktische Ausbildung ermöglichen zu können, sollten mehr Fachschulen mit Lehrwerkstätten geschaffen werden.<sup>8</sup>

Die Rhein.-Westfälische Hüttenschule in Bochum, später Duisburg, qualifizierte

das mittlere technische Personal; hier wurden insbesondere Vorarbeiter zu Meistern der Hüttenindustrie und des Maschinenbaus ausgebildet. Es war in den 1880er Jahren die einzige Art.<sup>9</sup> Die Schule sollte eines der grössten Hindernisse für die weitere Aufwärtsentwicklung der deutschen Eisenindustrie beseitigen, nämlich den Mangel an technisch-theoretisch gebildeten Meistern und Vorarbeitern. Das Personal aus dem Arbeiterstand, so klagte 1874 ein Fachverband, benötige zur Erreichung einer entsprechenden Qualifikation lange Jahre beruflicher Erfahrung, in deren Verlauf es ihm an der Zeit und an der Gelegenheit fehle, sich die notwendigen Kenntnisse anzueignen.<sup>10</sup>

Die Ausbildung sollte «keine zu theoretische sein...», Voraussetzung für die Aufnahme waren eine mindestens vierjährige Betriebszugehörigkeit zu einer Eisenhütte oder Maschinenfabrik und «die dabei gezeigte Ausdauer und Anstelligkeit...»<sup>11</sup> Bei der Lehrplangestaltung achtete die Industrie darauf, dass dieser sich an dem tatsächlichen Bedarf der gewerblichen Wirtschaft orientierte. Proteste hagelte es gegen den ausgiebigen Zeichenunterricht. Nicht die Zeichenfertigkeit sollte gefördert werden, sondern das «konstruktiv-funktionale» Verständnis. Die ursprünglich vorgesehene halbtägige – praktische – Arbeit der Schüler in ihrem Beruf liess sich nicht realisieren, weil das die Arbeitsorganisation in den Hüttenwerken und Maschinenfabriken nicht zuließ.<sup>12</sup> Häufiges Fabrikbesichtigen sollte zur Erweiterung der praktischen Kenntnisse beitragen.<sup>13</sup> Die Prüfung erstreckte sich auf die Fächer bürgerliches Rechnen, Allgemeine Hüttenkunde, Physik und Chemie.<sup>14</sup>

Es kann nicht verwundern, dass man bei der Ausbildung von Facharbeitern und Meistern das Schwergewicht auf die praktische Tätigkeit, auf die systematische Aneignung von Erfahrungswissen legte. Die Hochschätzung der Praxis finden wir jedoch auch bei der Ausbildung von Technikern und Ingenieuren. Als zweckmäßigste Schule für den Zugang zur Technischen Hochschule wurde die Realschule 1. Ordnung – jedenfalls solange Latein als unabdingbar galt – angesehen. Fremdsprachenkenntnisse hatten «unmittelbaren Nutzen fürs praktische Leben» zum Studium der auslän-

8 Stahl und Eisen (1885) Nr. 8, S. 433; vgl. a. ebd. (1889) Nr. 6, S. 525; (1885) Nr. 8, S. 423 f.

9 Die Eröffnung der Rheinisch-Westfälischen Hüttenschule, in: Stahl und Eisen (1882) Nr. 8, S. 351.

10 Wolfram Bongartz: Grossindustrie und Berufsqualifikation des mittleren Technischen Personals. Das Beispiel «Gutehoffnungshütte» (1882-1914), in: Zeitschrift für Unternehmensgeschichte (1979) H. 2, S. 31.

11 Ebd., S. 37 f.

12 Ebd., S. 39.

13 Stahl und Eisen (1885) Nr. 4, S. 229.

- 14 Ebd. (1883), Nr. 2, S. 50.
- 15 Allgemeine Schulvorbildung künftiger Techniker, in: Stahl & Eisen (1882) Nr. 3, S. 112 f. Zur Schulfrage, ebd. (1885) Nr. 11, S. 640 ff.
- 16 Über die Schulvorbildung der Techniker, in: Stahl und Eisen (1886) Nr. 5, S. 342 ff, Zitat: S. 343.
- 17 Dr. C. W. Siemens über technische Ausbildung, in: ebd. (1882) Nr. 2, S. 51 ff, Zitat: S. 51.
- 18 Über die technische Ausbildung künftiger Hüttenleute, in: ebd. (1882) Nr. 2, S. 86 ff.
- 19 J. Schlink: Über die Schulvorbildung der Techniker, in: Stahl und Eisen (1886) Nr. 5, S. 345.
- 20 Max Kraft: Über die Schulvorbildung der Techniker, in: ebd. (1886) Nr. 7, S. 488; vgl. a. Technische Erziehung und ausländischer Wettbewerb, in: ebd. (1885) Nr. 11, S. 674-677, bes. S. 676.
- 21 Gemeinfassliche Darstellung des Eisenhüttenwesens, hrsg. v. Verein Deutscher Eisenhüttenleute, 11. Aufl., Düsseldorf 1921, S. 234 ff.

dischen Fachliteratur und für den Umgang mit der Kundschaft jenseits der Grenzen.<sup>15</sup> Das Bildungsangebot musste einerseits den angehenden Walzwerksingenieuren gerecht werden, die Kenntnisse des Bau- und Maschinenwesens verlangten, und andererseits den Anforderungen der Hüttenleute entsprechen, die einige Vertrautheit mit der Chemie zu erlangen trachteten.

Die Auffassung vom Wert der stark theoriebestimmten Ausbildung an den Technischen Hochschulen war nicht übereinstimmend positiv. Denjenigen, die davon überzeugt waren, dass vor allem durch bessere schulische Ausbildung die deutsche Industrie im Wettbewerb bestehen könne, hielten andere entgegen, dass man auch ohne theoretische Kenntnisse ein guter Techniker werden könne. Es gelte immer noch: «Probiert geht über studiert. Nicht nur verdanken wir reinen Empirikern die wichtigsten Erfindungen und Fortschritte, sondern auch höchst bedeutende Industriezweige beruhen lediglich auf nach und nach ausgebildeter Erfahrung. Es ist dies sogar Regel und das Entgegenseztes Ausnahme».<sup>16</sup> Für eine grosse Zahl von Technikern wurde die Hochschule als ganz entbehrlich angesehen, für manche galt die Studienzeit als zulang bemessen und nur für den Rest wurde der damals übliche vierjährige Besuch als unbedingt erforderlich betrachtet.

Zu denjenigen, die die praktische Lehrzeit nicht gegen Vorträge in den Hörsälen eingetauscht wissen wollten, gehörten gestandene «Praktiker» der ersten Phase der Industrialisierung wie Wilhelm (William) Siemens. «Der junge polytechnische Student verstand zu theoretisieren, ein umfangreiches Examen mit Auszeichnung zu bestehen und war hinreichend befähigt, einen guten Verwaltungsbeamten abzugeben, aber höchst unfähig, den Grundgesetzen der Natur eine neue Seite abzulau- schen, wie dies nötig ist, um eine Vervoll- kommunung zu erzielen, wodurch allein es einem Watt, Crompton, Bessemer möglich war, die Welt mit Fortschritten zu beschenken».<sup>17</sup> Dabei huldigte Siemens keineswegs der bloss praktischen Ausbildung. Im Gegenteil. Der Vorschlag des Hüttenmannes Schlink, praktische Ausbildung und Selbststudium jeder Hochschulausbildung vorzuziehen, war

ihm zu rigoros.<sup>18</sup> Praxis und Theorie gehörten für ihn zusammen; sie mussten sich ergänzen. Er begrüsste es, dass «die Herrschaft dieses ausschliesslich praktischen Mannes sich... ihrem Ende zuneigte». Nun sollte in den Hochschulen «an die Stelle der blosen Lehre der Naturgesetze die exakte Wissenschaft und unabhängige Nachforschung» treten.

Zwar glaubten nur wenige, dass der wissenschaftlich ausgebildete Konstrukteur nicht mehr «mühsam pröbeln» und auch «die Literatur nach dem gemünzten Kleingeld würde durchstöbern müssen, um eine Maschine zu bauen. Aber dass das theoretische Wissen – durch Selbststudium erworben – nur insoweit zur Geltung kommen sollte, als es das praktische Können unterstütze, das wurde Ende der 1880er Jahre noch häufig vertreten».<sup>19</sup> Im übrigen gewann die Überzeugung immer mehr an Geltung, dass nicht nur die chemische Richtung der technischen Wissenschaften auf den theoretischen, an den Hochschulen gepflegten Grundlagen beruhte. Es wurde anerkannt, dass selbst dort, wo wie im Hüttenwesen der praktische Versuch bahnbrechend geworden war, die Theorie auf die spätere, insbesondere die wirtschaftliche Entwicklung der Prozesse und Verfahren, z.B. in der Wärmewirtschaft, einen bedeutenden Einfluss ausgeübt hat. Um die Jahrhundertwende war fast unbestritten, dass auf technischem Gebiet kaum ein Schritt ohne Theorie gemacht werden konnte, «wenn nicht ungeheure Quantitäten an Arbeit und Material verlorengehen sollten, dass Industrie und Gewerbe nur dort am besten gedeihen ... (konnten - d. V.), wo höchstes theoretisches Wissen mit höchstem praktischen Können» sich verband.<sup>20</sup>

In einem vom Deutschen Ausschuss für technisches Schulwesen herausgegebenen Ratgeber formulierte die Eisen- und Stahlindustrie um 1920 ihre Vorstellungen von der «zweckmässigen Ausbildung des Hütteningenieurs im Betriebe und auf der Hochschule».<sup>21</sup> Für den Zugang zur Technischen Hochschule wurde der Nachweis einer mindestens einjährigen praktischen Tätigkeit verlangt. Das praktische Jahr wurde als «für die Vorbildung des jungen Hüttenmannes von grosser Wichtigkeit» bezeichnet. «Die

gute Ausnutzung dieser Zeit ist für jeden einzelnen dringend nötig». Der erste Teil der Tätigkeit sollte hauptsächlich der handwerklichen Ausbildung in den einfachsten technischen Arbeitsverfahren dienen. Empfohlen wurde ausserdem die Tätigkeit im Laboratorium und auf dem Büro, «um auch einen praktischen Einblick in die Handhabung der Lohnrechnung und Durchführung berufsgenossenschaftlicher und kaufmännischer Aufgaben zu ermöglichen».

Die praktische Ausbildung erstreckte sich im ersten Halbjahr auf die Betriebszweige Schlosserei, Mechanische Werkstätten, Giesserei und Modelltischlerei; im zweiten Halbjahr auf Hochofenwerk, ggf. Kokerei, Stahlwerk und Walzwerk. Die theoretische Ausbildung umfasste neben Mathematik und Mechanik in der Hauptsache Chemie, Physik und physikalische Chemie, Eisenhüttenkunde, Metallhüttenkunde, Giesserei, Verarbeitung des schmiedbaren Eisens, Hüttenmaschinenkunde einschl. Elektrotechnik, Feuerungskunde, Wärme- und Kraftwirtschaft und Übungen in den physikalisch-chemischen und metallurgischen, elektrotechnischen Maschinen-Laboratorien. Im Betriebsalltag galt es, Störungen zu vermeiden bzw. schnell zu beheben, und dazu benötigte der Techniker neben raschem Überlegen und Entschlussfähigkeit vor allem Kenntnisse und Erfahrung.

Inaugenscheinnahme der Oberfläche der Fabrikate und ggf. eine Belastungsprobe.<sup>22</sup>

Die Prüfung, die dann allgemeine Verbreitung gefunden und lange Zeit eine unberechtigt grosse Rolle gespielt hat, war der Zerreissversuch. Er wurde, nicht zuletzt wegen seiner angeblichen Wissenschaftlichkeit – zum Schaden der Hersteller und auch der Abnehmer –, auch dort angewendet, wo die Materialien nicht auf Zug beansprucht wurden. Man behalf sich schliesslich damit, dass die Bruchfestigkeit und die Streckgrenze bei einiger Erfahrung Anhaltspunkte geben. Ausserdem kamen andere, auch zerstörungsfreie, Proben hinzu. Grosse Bedeutung erlangte im Laufe der Zeit ein Sondergebiet, die metallurgische Untersuchung. Bei dem Ausbruch des Ersten Weltkrieges besass nicht nur jedes grössere Eisen- und Metallhüttenwerk, sondern auch jede grosse Maschinenfabrik und Giesserei ein metallurgisches Laboratorium.<sup>23</sup>

Bezeichnend dafür, wie wenig man noch in den 1890er Jahren die hüttentechnischen Vorgänge wissenschaftlich zu erklären vermochte, ist die Verwendung von Bildern, die den Organismus des Menschen zur Erklärung bemühen: «Für eine sehr grosse Zahl von Krankheiten bilden Verdauungsbeschwerden und Erkältung die Ursache; auf eben dieselben ist in den meisten Fällen der Rohgang zurückzuführen. Entweder hat der Ofen zu schwer verdauliche oder zu reichliche Kost...»<sup>24</sup> Im übrigen kam es durchaus nicht selten vor, dass die Praktiker den Wissenschaftlern widersprachen – in einem nachweisbaren Falle mit der Begründung, er sei Chemiker und versteunde nichts von der Metallurgie des Eisens. Immer wieder findet man Formulierungen wie, «man habe durch Erfahrung festgestellt», «in der Praxis unseres Betriebes» oder «diese Veränderungen lassen sich mit Hilfe einiger Voraussetzungen, die durch die Erfahrung bekräftigt zu werden scheinen, leicht erklären». Durch die chemische Analyse liess man sich bestätigen. Da erregte ein Verfahren deshalb Interesse, dass es «abgesehen von aller Theorie, nur auf eine ganz ausserordentlich grosse Erfahrung ge gründet ist, infolgedessen es sozusagen die Richtigkeit der auf Grund viel geringerer Erfahrungen aufgestellten Theorien besiegt». Die experimentelle Methode galt als die «keinzig stichhaltige».<sup>25</sup>

22 Stahl und Eisen (1883) Nr. 1, S. 3 ff, Nr. 2, S. 112, 115.

23 Bernhard Osann: Lehrbuch der Eisenhüttenkunde, verfasst für den Unterricht, den Betrieb und das Entwerfen von Eisenhüttenanlagen, 2. Bd.; Erzeugung und Eigenschaften des schmiedbaren Eisens, Leipzig 1921, S. 71; Stahl und Eisen (1883) Nr. 8, S. 487 f; Nr. 9, S. 539 ff.

24 Gemeinfassliche Darstellung des Eisenhüttenwesens, hrsg. v. Verein deutscher Eisenhüttenleute, Düsseldorf 1889, S. 21.

25 In Sachen: Gasausscheidungen in Stahlblöcken, in: Stahl und Eisen (1882) Nr. 1, S. 48 f; (1883) Nr. 2, S. 76; R. Akerman: Betrachtungen, veranlasst durch das Bessemer-Schema des Herrn Casperson, in: ebd. (1883) Nr. 1, S. 55, Nr. 2, S. 74.

### 3. Erfahrungswissen im betrieblichen Alltag

#### 3.1. Allgemein

Werkstoffprüfungen, die unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte eine sachgemässen Durchführung der Herstellungsverfahren und eine zuverlässige Beurteilung der hüttenmännischen Erzeugnisse und ihrer Verwendungsmöglichkeiten gewährleisten, haben sich in der Montanindustrie erst im letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts herausgebildet. Dazu bedurfte es physikalischer und chemischer Laboratorien und eines entsprechend ausgebildeten Personals. Vorher berücksichtigte man angemessene Sicherheiten und setzte mehr Material ein, als vom Kunden verlangt worden war. Die Abnahmeprüfungen beschränkten sich auf die

26 B. Osann: Lehrbuch, S. 39.

27 Zur Theorie des Tiegelgussstahl-Prozesses, in: Stahl und Eisen (1883) Nr. 11, S. 603.

28 B. Osann: Lehrbuch, S. 651.

29 Niederrheinische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde, in: Stahl und Eisen (1889) Nr. 7, S. 627; B. Osann: Lehrbuch, S. 167 ff; Gemeinfassliche Darstellung, 11. Auflage (1921), S. 8 ff.

30 Gemeinfassliche Darstellung, 11. Auflage, S. 205 f.

31 Hedwig Behrens: Mechanikus Franz Dinnendahl (1775-1826). Erbauer der ersten Dampfmaschinen an der Ruhr. Leben und Wirken aus zeitgenössischen Quellen (Schriften zur Rhein.-Westf. Wirtschaftsgeschichte, Bd. 22), Köln 1970, S. 44 f, 48-50, 142 f; Conrad Matschoss: Grosse Ingenieure. Lebensbeschreibungen aus der Geschichte der Technik, 4. verb. Aufl., München 1954, S. 102. Ernst Schröder: Krupp, Geschichte einer Unternehmerfamilie (Persönlichkeit und Geschichte, Bd. 5), 2. Aufl. Göttingen 1968, S. 23.

Die bei der Erzeugung von Roheisen und Stahl eingesetzten Prozesse konnten zunächst nur im praktischen Betrieb erfahren und weitergegeben werden. Selbst wenn man wusste, wie das Puddelverfahren ablief, beherrschte man es noch lange nicht. Der zweite und dritte Puddler lernte vom ersten das richtige Einsetzen, den Zeitpunkt für das Aufstechen, das Zusetzen von Schlacke und das Schummeln, d. h. das Arbeiten mit der Kratze, das Umsetzen und schliesslich das Einteilen der Luppen. Bezeichnend scheint mir, dass man die chemische Zusammensetzung des Roheisens mittelbar dadurch kennzeichnete, wie viele Kratzen – 1, 2, 3 Kratzen – ausgetauscht werden mussten. Viele Jahre dauerte es, bis man die Geheimnisse dieses schwierigen Prozesses kennengelernt hatte und anzuwenden wusste.<sup>26</sup>

Der Tiegelgussstahl-Prozess hat kaum wissenschaftliche Beachtung gefunden. Noch in den 1880er Jahren führten viele kleinere Werke ihren Betrieb ganz empirisch und kümmerten sich weder um die chemische Zusammensetzung des Einsatzes, noch um die des fertigen Gussstahls. Grosse Werke, die inzwischen ihren Betrieb auf chemische Untersuchungen stützten, behandelten gerade die Tiegelschmelzerei als Geheimnis.<sup>27</sup> Das Pakettieren war eine besondere Kunst, die damals nur noch wenigen Walzwerken aus eigener Erfahrung bekannt war.<sup>28</sup>

Die Mannschaft am Konverter reagierte auf die Mündungsflamme und das Blasengeräusch. Dem Blasmeister sagten sie alles, ohne dass er darüber Rechenschaft zu geben vermochte. Sehr oft arbeiteten sie nur nach dem Gehör. Die Temperatur erkannten die Schmelzer an der Zeit, die bis zur richtigen Flammenbildung verstrich, an dem Aussehen der Flamme und der herausfliegenden Eisenreste – selbst auf den Spektralapparat verzichteten viele. Beim Härteten von Stahl, von Flussschmiedeeisen und von Roheisen nutzte man das Erscheinen der sogenannten Anlauffarben. Da das menschliche Auge nicht ganz zuverlässig ist, mussten Geschicklichkeit und Erfahrung hinzukommen, um die gewünschte Qualität zu erhalten.<sup>29</sup>

Das Messwesen hielt zwar nach und nach auch im Hüttenwesen Einzug, aber eine verstärkte Verwendung zur Über-

wachung, Kontrolle und Steuerung von Prozessen fand es erst nach der Jahrhundertwende, als im verschärften internationalen Wettbewerb, z.B. die Wärmeökonomie, wachsende Bedeutung erlangte.<sup>30</sup> Dennoch spielten Auge und Gehör noch lange eine überragende Rolle im Hüttenwesen; wo sie nicht mehr gefordert wurden, gingen die Fähigkeiten schnell verloren.

### 3.2. Das Fallbeispiel Krupp

Friedrich Krupp hatte nach dem Willen seiner Grossmutter eine kaufmännische Ausbildung erhalten und war 1805 zu der im Familienbesitz befindlichen Gutehoffnungshütte nach Oberhausen gekommen. Er begnügte sich nicht mit der geschäftlichen Leitung, sondern griff mit wachsendem Interesse auch in technische Arbeiten der Hütte ein. Es war die Zeit, in der Franz Dinnendahl die Gussstücke für die ersten im Westen Deutschlands gefertigten Dampfmaschinen hier in Oberhausen herstellen liess. Da es an Erfahrung und technischen Einrichtungen fehlte, musste der Zylinder für die 40-Zoll grosse Maschine fünfmal neu und schliesslich in drei Stücken gegossen werden; elf Monate wurden dafür benötigt.<sup>31</sup>

Erste Fachkenntnisse vermittelte ihm der Faktor Linnhoff, ein erfahrener Hüttenmann, ausserdem erhielt er Anregungen und Hinweise von Gottlob Jacobi, der auf der Hütte Neu-Essen gleichfalls und

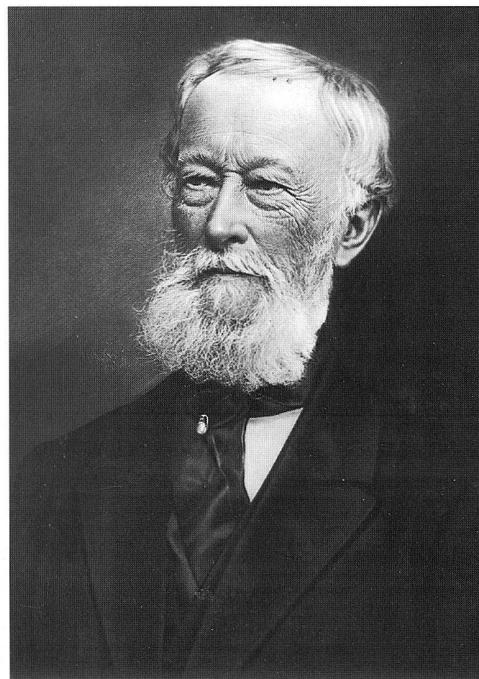


Friedrich Krupp (1787-1826)

überdies mit mehr Erfolg als die Konkurrenz in Oberhausen Dampfmaschinen- teile für Franz Dinnendahl herstellte.

Nach dem Verkauf der Hütte und einer vorübergehenden Tätigkeit im Kolonial- warenhandel nahm Friedrich Krupp im Jahre 1812 Experimente auf, Gussstahl herzustellen, der so gut wie der englische Stahl sein sollte. Dabei setzte er auf die Hilfe von zwei ehemaligen Offizieren, die sich als «Stahlfabrikanten» ausgegeben und behauptet hatten, im Besitz des Flussmittels zu sein, von dem man die Herstellung des Gussstahls abhängig glaubte. In Wirklichkeit be- schränkten sich deren Kenntnisse auf Gehörtes und Angeleenes. Was nach vielen Versuchen im kleinen gelang, das scheiterte, wenn diese auf praktisch brauchbare grössere Verhältnisse über- tragen wurden. Wichtiger als die Fluss- mittel, auf die, wie die meisten der Gussstahlerfinder auch seine Mitarbeiter schworen, waren – wie Friedrich Krupp – bald erkannte, die Tiegel. Bei deren Herstellung hörte er auf den Rat des erfahrenen Leiters der Glashütte in König- steele bei Essen; und es glückte ihm, Tiegel zu fertigen, die noch besser waren als die Passauer Graphittiegel, die gemeinhin als die besten galten.

1815 gaben die beiden Stahlfabrikanten auf, und Krupp versuchte es mit einem neuen Partner, der sogar über ein Patent zur Herstellung von Gussstahl und einen ansehnlichen Vorschuss verfügte. Dieser hatte zeitweise im Bergischen gelebt und sich im Textilmaschinenbau betätigt, dann war er unter die Leute gegangen, die sich vorgenommen hatten, den Gussstahl zu erfinden. Die praktischen Kenntnisse waren jedoch noch weit ge- ringer als seine theoretischen. Es gelang kein brauchbarer Guss, die Schmelzme- thode versagte völlig. Friedrich Krupp hatte inzwischen schon so viel eigene Erfahrungen gesammelt, dass es ihm schliesslich 1816 – nach fast fünf langen Jahren kostspieliger Versuche, die sein nicht unbeträchtliches Vermögen auf- gezehrt hatten – glückte, brauchbaren Gussstahl zu angemessenen, jedoch vergleichsweise zu hohen Gestehungs- kosten herzustellen.<sup>32</sup> Es bedurfte noch vieler weiterer Versuche, um die noch vorhandenen Mängel zu beseitigen. Dazu fehlten ihm die Ausdauer und vor allem das Geld. Bei den Arbeitern, die



Alfred Krupp (1812-1887)

32 Lars U. Scholl: Ingenieure in der Frühindustrialisierung. Staatliche und pri- vate Techniker im König- reich Hannover und an der Ruhr (1815-1873) (Studien zu Naturwissen- schaft, Technik und Wirt- schaft, Bd. 19), Göttingen 1978, S. 307 f.

33 Krupp 1812-1912. Zum hun- dertjährigen Bestehen der Firma Krupp und der Gussstahlfabrik zu Essen- Ruhr, Essen 1912, S. 46 ff.

34 Ebd., S. 308.

ihm beim Schmelzen und Beschicken der Tiegel zur Hand gingen, handelte es sich meist um ungelernte Leute, ländliche Ta- gelöhner, die die Arbeiten am Schmelz- ofen und an der Tiegelpresse nur auf Anweisung auszuführen verstanden.

Friedrich Krupp hat die Aufgabe, an der schon so viele Erfinder gescheitert waren, gereizt. Er besass viel Selbstver- trauen, und die ihm fehlenden praktisch- technischen Erfahrungen – theoretische Kenntnisse fehlten völlig – glaubte er, sich rasch aneignen zu können. Immerhin ist im persönlich die fabrikmässige Her- stellung des Gussstahls gelungen. Aller- dings hat er es nicht geschafft, das tech- nisch Erreichte zum praktischen Erfolg zu bringen.<sup>33</sup>

Alfred, der Nachfolger, hat keine abge- schlossene schulische und technische Ausbildung erhalten. Der kranke und be- reits resignierende Vater hatte ihn Ostern 1826 aus der siebten Klasse des Gymnasiums genommen und zu sich in die Fabrik geholt.<sup>34</sup> In der kurzen Frist bis zu seinem Tode führte er ihn in die Ar- beit am Schmelzofen und im Hammer- werk ein, er unterwies ihn in der Tiegel- herstellung und dessen Beschickung; außerdem teilte er ihm seine Erfahrun- gen mit. Allerdings reichte die Zeit bei weittem nicht. Als der Vater im Herbst des genannten Jahres starb, musste sich der 14jährige Sohn Alfred als Autodi- dakt wie sein Vater technische Fähigkei-

- 35 Krupp 1812-1912, S. 69.
- 36 Krupp 1812-1912, S. 283.
- 37 L. U. Scholl: Ingenieure, S. 336 ff.
- 38 E. Schröder: Alfred Krupp, in: Rhein.-Westf. Wirtschaftsbiographien, Bd. 5, Münster 1953, S. 56; L. U. Scholl: Ingenieure, S. 309.

ten erst erwerben. Es waren harte Lehrjahre, in denen auch aus Fehlern gelernt wurde, in denen ihm Hilfe seitens der noch verbliebenen Arbeiter und vor allem durch Freunde der Familie zuteil wurde. Dabei erwarb sich Alfred Krupp eine genaue Kenntnis von den Eigenschaften des Eisens sowie der übrigen Einsatzmaterialien. Durch verbesserte Schmiedegeräte, die er den erfahrenen Praktikern der Umgebung absah, und eine neue Organisation versuchte er mit Erfolg, die Produktion schneller und billiger zu machen.

Nach wenigen Jahren zeichneten sich Krupp und seine Arbeiter durch ausserordentliche Erfahrung und Gewandtheit in der Herstellung und im Schmieden von Gussstahl aus. Eine kleine Drehbank und eine einfache Schleifmaschine baute sich Krupp selbst. Als letztere schlechte Arbeit leistete, studierte er die Fehler, baute eine neue, bessere. 1830 lieferte er die ersten selbst geschliffenen und gehärteten Walzen aus Gussstahl; er war aus eigener Kraft durch unablässiges, systematisches Probieren zum Ziel gelangt. Gleiches gilt für die wenige Jahre später mit Erfolg abgeschlossenen Versuche, Stahlformguss herzustellen – Alfred Krupp war der erste, dem dies gelang. Mit diesen Erfahrungen wurde eine Grundlage geschaffen, auf der die späteren Neuerungen und wichtigen Erfindungen, die schliesslich dem Unternehmen Krupp Weltgeltung brachten, aufbauten. Im welchem Umfang sich Alfred Krupp die technischen Fertigkeiten angeeignet hatte, das führt eine Veröffentlichung des Unternehmens aus. Dort hiess es: «Neben ... dem Entwerfen der eigenen Geräte und Maschinen, dem Sinnen, Planen und Zeichnen für die verschiedenen Betriebsverbesserungen musste er die Tiegelfabrikation, das Schmelzen, das Recken, die Anfertigung der Gerberwerkzeuge, das Drehen und Schleifen der Walzen beaufsichtigen. Ja noch immer musste er selbst Hand anlegen, wenn nicht durch Unachtsamkeit grosser Schaden entstehen sollte. Zum Schleifen und Drehen lernte er selbst seine ersten Leute an. Das Härteln der Walzen besorgte er viele Jahre hindurch mit eigener Hand».<sup>35</sup> Seine Erfahrungen als Konstrukteur und Hüttenmann waren allgemein anerkannt. Das Stadium des Experimentierens und der Zufallstreffer hatte er überwunden und zu wirklicher

Sicherheit gefunden. Auch Friedrich Krupp hatte zuweilen Gussstahl von bester Beschaffenheit erzeugt, aber ohne die Sicherheit, dasselbe gute Produkt immer wieder herstellen zu können. Erst Alfred Krupp ermittelte und entwickelte von der Tiegelfabrikation bis zum Schmelzprozess diejenigen Rohstoffe und Methoden, die das Gelingen für die Dauer verbürgten. «Jahrzehntelang wurde er dabei durch keine chemische Analyse, kein mechanisches Probierverfahren unterstützt; alles war Sache der Erfahrung, des sicheren Auges und einer unentwegten Gewissenhaftigkeit...»<sup>36</sup>

1829 war der erste gelernte Mechaniker eingetreten. Von Krupp selbst unterwiesen, war er anfangs der einzige und lange Zeit der beste Walzenschleifer der Fabrik. Einen im Jahr darauf eingetretenen Arbeiter hat Krupp selbst zum Dreher ausgebildet. Der jüngere Bruder, Hermann Krupp, hatte, bevor er in das Unternehmen eintrat, eine zweijährige Ausbildung in Solingen absolviert. Die Walzenschleiferei wurden den Blicken Unberufener entzogen; zweitweise hat Alfred Krupp erwogen, seine Arbeiter auf Geheimhaltung ihrer Kenntnisse vereidigen zu lassen. In den 1830er Jahren hörte er auf, sich allein auf seine eigenen Erfahrungen und Erkundigungen zu verlassen. Der bisher nur sein eigener und einziger Ingenieur gewesen war, zog Fachleute für den Bau und den Betrieb der neuen modernen Anlagen heran. Für die Aufstellung der Dampfmaschine und die Einrichtung der mechanischen Werkstatt wurde – mit Einwilligung des Bergamtes – ein «Maschineneleve und Bergbeflissener» als erster technischer Gehilfe Krupps engagiert. Bewährten älteren Arbeitern wurden bestimmte Funktionen übertragen. Auch seine Erfahrungen übertrug Alfred Krupp auf seine Arbeiter. Während seiner Geschäftsreisen liess es eine Fülle niedergeschriebener Anweisungen für die verschiedensten Arbeiten zurück.<sup>37</sup>

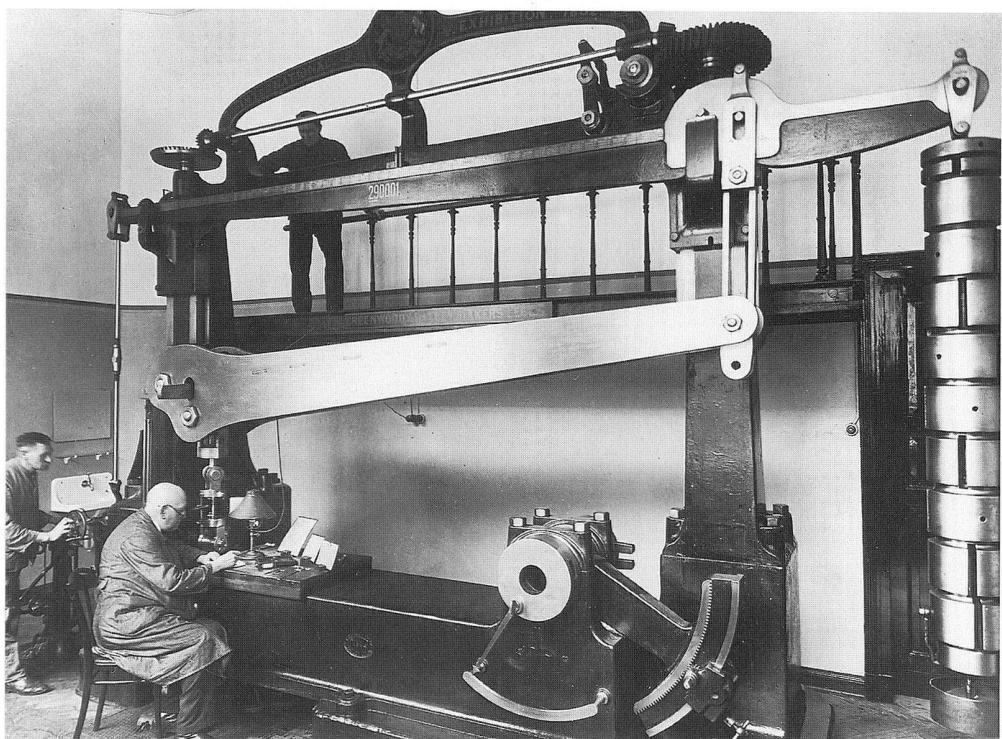
Im Herbst 1838 reiste Alfred Krupp nach England, um von den grossen Konkurrenten im eigenen Land zu lernen. Es gelang ihm der Zugang zu vielen industriellen Werken, und er sammelte dabei unter dem Namen A. Schropp wertvolle Erkenntnisse, die er in Essen auswerte.<sup>38</sup> U.a. lernte er, Risse im Stangenstahl

zu vermeiden, und er erkannte, dass die Stahlqualität nur von der Güte des Eisens abhängt. Den Übergang vom Zementierprozess zum schnelleren und billigeren Puddelverfahren vollzog Krupp erst 1855, relativ spät. Die Erfindung eines Verfahrens zur Herstellung nahtloser Stahlreifen, die Produktion von stählernen Achsen, Wagenfedern, Schiffswellen und Kanonen waren Ergebnisse der gemachten Erfahrungen sowie der mit Sicherheit und gewachsenem Selbstvertrauen genutzten Kenntnisse – und dies nicht mehr allein beim Inhaber und wenigen Mitarbeitern, sondern bei immer mehr der in Produktion, Vertrieb und Verwaltung Beschäftigten. Die fortschreitende Arbeitsteilung und damit die Verteilung der Verantwortung durch Einrichtung einer Kollektivprokura zeigen das sehr anschaulich.

Allmählich waren einige Techniker eingestellt worden; es war ein anfänglich sehr bescheidenes Zeichenbüro entstanden, das sich bis 1852 in zwei kleinen Räumen im Wohnhaus befand. Dann entstand auf dem Fabrikgelände ein «Technisches Bureau», das 1856 vier Mitarbeiter zählte und drei Jahre später der Leitung eines Oberingenieurs unterstellt wurde. Seit Einführung des Puddel- und Bessemerbetriebs traten exakte Unter-

suchungen an die Stelle der früheren Stahlbeurteilung nach dem Bruchaussehen und dem Verhalten bei einfachen Biege-, Schmiede- und Härteproben. Im Puddelwerk entstand ein kleines physikalisches Laboratorium; 1863 wurde der erste Chemiker eingestellt. 1864 wurden in der Gussstahlfabrik zwei «Probierhäuser» eingerichtet, in denen, abgeschieden vom laufenden Fabrikbetrieb, junge Chemiker und akademisch gebildete Hüttenleute ihre theoretischen Kenntnisse in die Praxis umsetzten. Gleichfalls 1864 kam ein chemisches Laboratorium hinzu. Daraus ist 1909 die chemisch-physikalische Versuchsanstalt hervorgegangen. 1889 sind 12'000, im Jahre 1911 rund 500'000 Analysen durchgeführt worden – ausserdem 108'000 Festigkeitsproben; damit war 1862 unter Einsatz einer Prüfmaschine begonnen worden.

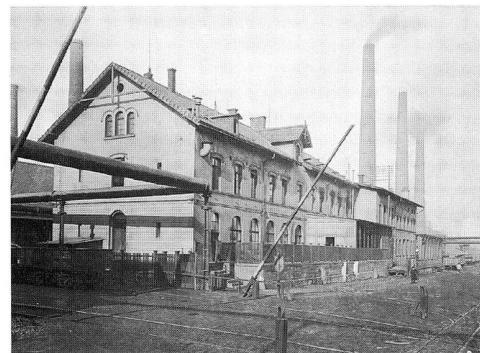
Wenn auch ganz ohne Zweifel die «Rezepte und Kunstgriffe» der alten Praktiker noch lange in Ehren blieben, so gewann doch die wissenschaftliche Metallurgie allmählich an Geltung. Um die technische Durchbildung des Siemens-Martin-Verfahrens zur Erzeugung von Qualitätsstahl hat sich vorrangig der Chemiker Dr. Bender Verdienste erworben. Dazu trug die Einstellung von Alfred Krupp gegenüber Neuerungen,



Zerreissmaschine für die mechanische Werkstoffprüfung. Alfred Krupp hat diese Universalprüfmaschine 1862 auf der Londoner Weltausstellung erworben.

39 Krupp 1812-1912, S. 172 f,  
192, 328.

40 Ebd., S. 330.



Chemisches Laboratorium (1863-1909)

z. B. bei den Produktionsmethoden, wesentlich bei. Im Gegensatz zu den meisten Empirikern war er der Einführung neuer Hilfsmittel gegenüber nicht nur aufgeschlossen, sondern er war meist fest entschlossen, sie als erster anzuwenden.<sup>39</sup>

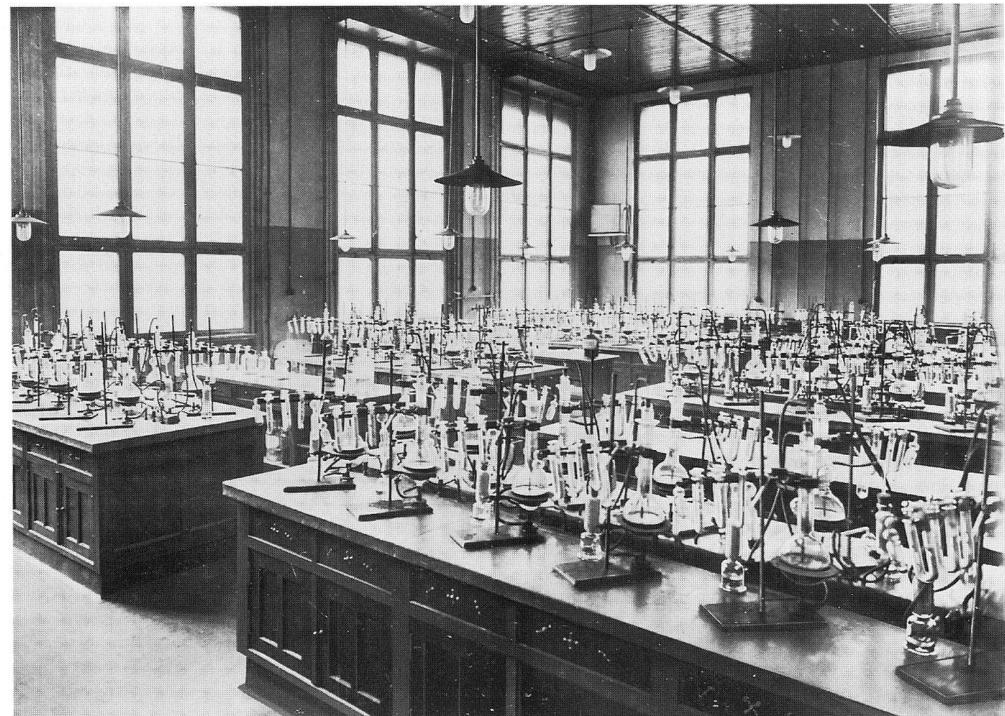
Unter der Leitung seines Nachfolgers Friedrich Krupp, der selbst wissenschaftlich tätig war und fachliche Probleme mit Wissenschaftlern erörterte, wurden die wissenschaftlichen Grundlagen der Produktionsbetriebe wesentlich erweitert. 1883 entstand ein zweites chemisches Laboratorium für rein wissenschaftliche Forschung. Sein Zweck war die Vervollkommnung der bekannten Stahlarten, die Prüfung neuer Stähle, umfassende Studien über Eigenschaften und Natur



Friedrich Alfred Krupp (1854-1902)

des Stahls, überhaupt die Förderung der Forschung auf dem Gebiet der Stahlerzeugung. Schon wenige Jahre später wurde es erweitert, um v.a. auch die physikalischen Eigenschaften des Stahls genauer untersuchen zu können. Schon 1883 wurde die Methode der mikroskopischen Untersuchung von Stahlschliffen angewandt.<sup>40</sup>

Kohlenstoffbestimmung in der Abteilung Stahlanalysen der Chemisch-Physikalischen Versuchsanstalt, um 1909



### 3.2.1. Das Fallbeispiel Felten & Guilleaume

Franz Carl Guilleaume war Apotheker.<sup>41</sup> Bevor er sich im Seilergeschäft seines Schwiegervaters Felten, eines handwerklich ausgebildeten Herstellers von Seilen aus textilen Fasern<sup>42</sup>, betätigte, hatte er Landwirtschaft betrieben und – das legte seine Ausbildung nahe – Pottasche hergestellt. Mehr als ein Jahrzehnt blieben ihm, um sich unter Aufsicht seines Schwiegervater in die Geheimnisse der Seilfabrikation einzuarbeiten. Außerdem gab es im Betrieb Fachpersonal. Das Verfahren für die erste von ihm verantwortete Produktinnovation, die dann 1831 dem Unternehmen patentrechtlich geschützt wurde, hatte Franz Carl Guilleaume anlässlich seiner Studienreise durch die Niederlande kennengelernt.

Um das neue Verfahren zur maschinellen Herstellung im «Patentschlag» in seinem Betrieb einzuführen, bediente er sich einer damals auch noch Jahrzehnte später üblichen Methode. Er warb zwei Arbeiter aus den südlichen Niederlanden an, und bereits vierzehn Tage später fertigte die Seilerei der Firma Felten & Guilleaume selbstständig nach diesem Verfahren.<sup>43</sup> Die Gründung einer Weizenstärkefabrik im Jahre 1835 und deren erfolgreicher Betrieb fanden eine tragbare Grundlage in den chemischen Kenntnissen, über die er als Apotheker in ausreichendem Masse verfügte. Gleiches gilt für die Erweiterung der Produktion durch Drahtseile, die er als erster Unternehmer auf dem Kontinent bald darauf vornahm; hier war das Know how der Verseilung, die bei Textil- wie Drahtseilen die gleiche ist, ausschlaggebend. Den entscheidenden Durchbruch auf diesem Gebiet verwehrte ihm ein früher Tod.

Sein Nachfolger Theodor Guilleaume hatte eine kaufmännische Ausbildung erhalten, ehe er 1830 mit 18 Jahren in das Unternehmen eintrat und vom Vater in Produktion von Stärke und Seilwaren eingewiesen wurde. Mit sicherem Griff für das Wesentliche und Machbare griff er fremde Ideen auf und setzte sie produktionstechnisch um. Dabei wurden die aufgrund seiner nur unzureichenden Schulbildung vorhandenen Lücken im technologischen Wissen durch seine



Theodor Guilleaume (1812-1879)

praktische Begabung ausgeliessen. Die Lösung der anstehenden Probleme, z.B. bei der Konstruktion und Herstellung von Telegrafenkabeln, fand er auf dem – damals üblichen – Weg intensiver Versuche.

Mit der Aufstellung einer Dampfmaschine setzte er konsequent den Weg von der überkommenen handwerklich orientierten zur modernen industriellen Produktion fort. In der Drahtseilfabrikation setzte er Flechtmaschinen ein. Vorausgegangen waren umfangreiche Versuche zur Bestimmung der jeweils günstigsten Schlaglängen sowie zur Verbesserung der Geschmeidigkeit durch das Einlegen einer textilen Faser in das Innere der Litzen sowie der Drahtseile. 1853 wurden die ersten Drahtseilmaschinen beschafft und in Betrieb genommen. Außerdem liess er als erster in Deutschland eine Verzinkerei für Gussachen und Eisen draht nach belgischen Verfahren einrichten. Die Besichtigung von in Betrieb befindlichen Anlagen sowie der auf anderen Gebieten erworbene Erfahrungsschatz reichten aus, um dieses für ihn völlig neue Verfahren einzuführen.<sup>44</sup>

Bei der Fabrikation von mit Eisendraht bewährten Telegrafenkabeln, den ersten auf dem Kontinent, war erneut das beim Verseilen von Textilfasern bzw. Eisen drähten gewonnene Know how und die praktische Veranlagung ausschlaggebend: In die Eisendrahtarmatur wurde

41 Günther Schulz: Die Arbeiter und Angestellten bei Felten & Guilleaume. Sozialgeschichtliche Untersuchung eines Kölner Industrieunternehmens (Beihet zu der Zeitschrift für Unternehmensgeschichte, Nr. 13), Wiesbaden 1979, S. 27; Karl Wülfraht: 125 Jahre Felten & Guilleaume. Unternehmerleistung in fünf Generationen, Köln und Opladen 1951, S. 36, 44 und 49.

42 Horst A. Wessel: Die Unternehmerfamilie Felten & Guilleaume (1747 bis 1939), in: Rhein.-Westf. Wirtschaftsbiographien, Bd. 13), Münster 1986, S. 3-6 (Theodor Felten).

43 Horst A. Wessel: Die Entwicklung des elektrischen Nachrichtenwesens in Deutschland und die rheinische Industrie (Beihet zu der Zeitschrift für Unternehmensgeschichte, Nr. 25), Wiesbaden 1983, S. 228; C. Wülfraht: 125 Jahre, S. 54; G. Schulz: Arbeiter, S. 29.

44 C. Wülfraht: 125 Jahre, S. 95-98 und 103; G. Schulz: Arbeiter, S. 39; H. A. Wessel: Entwicklung, S. 229.

45 Vgl. dazu H. A. Wessel: Die Unternehmerfamilie, S. 15-26.

46 Horst A. Wessel: Verzinkter Telegraphendraht. Ein Preisauftschreiben aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts, in: Galvano-technik 73 (1983), S. 750-752.

47 Franz Brill, Franz Carl Guilleaume: in: Rhein.-Westf. Wirtschaftsbiographien, Bd. 7, Münster 1960, S. 29 und 32; C. Wülfraeth: 125, S. 162.

48 G. Schulz: Arbeiter, S. 33.

49 C. Wülfraeth: 125 Jahre, S. 163, H. A. Wessel: Entwicklung, S. 242; Felten & Guilleaume, 75 Jahre Carlswerk, Köln 1949, S. 5 (Zitat); G. Schulz: S. 84.

statt der Hanfseile eine aus England bezogene isolierte Kupferader eingelegt. Auch hier gelang es ihm, über unablässiges «Probieren» die Qualität zu steigern. Der Mangel an theoretischem Rüstzeug war ihm bewusst; nicht zuletzt wirkte er mit Nachdruck darauf hin, dass sein Nachfolger eine fundierte, praktische und theoretische Ausbildung erhielt. Da er einen klaren Blick für die technischen Möglichkeiten und die Marktchancen seiner Fabrikate hatte und darüber hinaus – wie sein Vater und später auch sein Sohn – immer bereit war, von anderen zu lernen und das Erlernte in die Praxis umzusetzen, war sein unternehmerisches Wirken von Erfolg begleitet.<sup>45</sup>

Als einer der ersten stellte Theodor Guilleaume seine Verzinkerei auf ein neues Verfahren, die sogenannte belgische Methode, um und lieferte einen verzinkten Draht, der als einziger die Bedingungen einer vom Preussischen Verein zur Förderung des Gewerbfleisses ausgeschriebenen Preisaufgabe erfüllte.<sup>46</sup> Wenige Monate später hatte man soviel Erfahrungen gewonnen, dass man einem fremden Unternehmen eine derartige Anlage baute und dafür eine Vergütung in Höhe von 10'000 Talern erhielt.

Bei der Errichtung einer Drahtzieherei und eines Drahtwalzwerkes stiess auch der so praktisch veranlagte und mit einer schnellen Auffassungsgabe ausgestattete Theodor Guilleaume an Grenzen. Hier sprang sein Sohn und späterer Nachfolger, Franz Carl d. J., ein. Ausgestattet mit den neuesten technischen Erkenntnissen, die er während eines längeren Aufenthalts in England erworben hatte, offenbarte er eine technisch-experimentelle Begabung.<sup>47</sup> Außerdem wurden weitere Facharbeiter eingestellt, die neben den Unternehmerreisen und den Maschinenimporten, eine der Voraussetzungen zum Erwerb und Nutzen technischer Kenntnisse bildeten. Sie kamen vorwiegend aus Belgien und England.<sup>48</sup>

Da in jenen Jahren technisches Know how mehr und mehr Einfluss auf die Entwicklung der Geschäfte gewann und Theodor Guilleaume sich immer wieder seiner mangelnden Vorbildung in dieser Hinsicht bewusst wurde, beschloss er, seinen Sohn Franz Carl, der auf dem



Franz Carl Guilleaume (1834-1887)

Gebiete der Metallverarbeitung alle Neuheiten kannte und über ungleich mehr Wissen – allerdings auch praxisorientiert – verfügte, am Geschäft zu beteiligen und sich selbst nach und nach zurückzuziehen. Bezeichnend für ihn und sein Arbeiten ist eine Stelle aus einem Schreiben an seinen Sohn. Dort heisst es: «Nur Ausdauer führt zum Ziel in allen Teilen; doch muss alles gut überlegt sein». Der handwerklich-technische Praxisbezug blieb bei den Guilleaumes bis in die Hochindustrialisierung hinein erhalten.<sup>49</sup>

Franz Carl Guilleaume hatte die Provinzial-Gewerbeschule besucht und dabei besonderes Interesse an Mathematik, Mechanik und Physik gezeigt. Allerdings hatten immer wieder auftretende Krankheiten ihm den regelmässigen Schulbesuch verwehrt und ihn schliesslich zum Abbruch der Schulausbildung gezwungen. Nun lernte er unter Anleitung des Vaters die Herstellung von Seilen aus textilen Fasern und aus Eisendraht sowie der übrigen Fabrikate gründlich kennen. Der Vater wusste jedoch, dass eine noch so gute praktische Ausbildung allein keine Gewähr für eine erfolgreiche Nachfolge in der Unternehmensleitung bot. Dazu gehörte auf jeden Fall ein längerer Aufenthalt im Ausland, insbesondere in den industriell weiter entwickelten Ländern Westeuropas, allen voran England. Und neben der Produktions-

praxis, das hatte Theodor Guilleaume wiederholt erfahren, gehörte eine kaufmännische Ausbildung; auch die erworbenen Sprachkenntnisse liessen sich gut verwerten – im Umgang mit der Kundenschaft und bei der Aneignung neuer Kenntnisse. Bei Franz Carl Guilleaume zeigte sich erstmals eine wissenschaftstheoretische Beschäftigung mit dem Produktionsgegenstand. «Allerdings hatten theoretische Studien nie zentrale Bedeutung, sondern dienten lediglich der Erweiterung der handwerklich-technischen Kenntnisse».<sup>50</sup>

Im ersten Jahr seines Aufenthalts in England las und exzerpierte Franz Carl Guilleaume englische Fachzeitschriften, pflegte bestehende Geschäftsbeziehungen, vor allem mit den Lieferanten von Rohstoffen und Halbzeugen, und knüpfte neue Verbindungen; er studierte die Marktlage und besuchte Konkurrenzunternehmen. Die gewonnenen Ergebnisse reichte er in Wort und Bild nach Köln weiter; mehr als eine Maschine ist dort nach seinen Anweisungen umgebaut bzw. neu konstruiert und in Betrieb gesetzt worden. Dabei manifestierte sich mitunter das technische Verständnis Franz Carls in recht selbstbewusstem Ton. Seine Berichte zeugen von einem bemerkenswert guten Sachverstand für technische Verbesserungen. Der Vater muss dies erkannt haben, denn er unterrichtete ihn über Fabrikationsprobleme und gab ihm Gelegenheit, brauchbare Vorschläge zur Lösung zu unterbreiten. Da ihn die vom Vater dringend empfohlene kaufmännische Ausbildung nicht ausfüllte, befasste er sich mit technischer Literatur. Allerdings konnte auch dies ihn nicht für die «Entbehrung eines praktischen Schaffens» entschädigen.

Nach zweijährigem Aufenthalt kehrte er nach Köln zurück und beteiligte sich massgeblich an der Errichtung einer Drahtseilerei und der Aufstellung einer neuen Dampfmaschine. Darauf besichtigte er in Belgien technisch besonders fortschrittliche Unternehmen der Eisen- und Stahlindustrie. Bei Orban Frères bei Lüttich gewann er neue Kenntnisse in der Eisendrahterzeugung, die er wenige Monate später beim Aufbau eines Drahtschnellwalzwerks im väterlichen Werk nutzte. Während der Genesung von einer Krankheit verfasste er mehrere technische Abhandlungen, von denen

50 G. Schulz: Arbeiter, S. 91.



Theodor von Guilleaume (1861-1933)

eine in einem angesehenen Handbuch veröffentlicht wurde. Theodor Guilleaume erkannte die Überlegenheit des Sohnes auf diesem Felde an und überliess ihm 1865 die alleinige Leitung des Unternehmens.

Franz Carl Guilleaume baute das Unternehmen aus und modernisierte die Produktion. Für die Errichtung einer neuen Verzinkerei, nun nach dem rationelleren englischen Verfahren, schickte ihm sein Vetter Emil Guilleaume die Konstruktionsanweisungen und einen Facharbeiter aus England. Dieser verwertete nach seiner Rückkehr die mitgebrachten Kenntnisse zur Herstellung von gehärtetem Gussstahldrähten. Es bedurfte jedoch jahrelanger, geheimgehaltener Bemühungen – und letztlich auch der Unterstützung durch eine englische Fachkraft –, die letzten Geheimnisse dieses Verfahrens zu entschlüsseln.

Die räumliche Erweiterung, vor allem jedoch die Ausdehnung der Produktion auf neue, technisch anspruchsvolle Erzeugnisse, machten das Engagement von speziell ausgebildeten Fachleuten, unter denen die Praktiker noch lange überwogen, unbedingt erforderlich. 1882 hielt mit der Einrichtung eines Laboratoriums für anorganische Chemie auch die Wissenschaft Einzug ins Werk. Eine englische Fachzeitschrift stellte 1885 unter der Überschrift «Engineering and Mining

- 51 Invention, Sp. 1183-1192.
- 52 H. A. Wessel: Die Unternehmerfamilie, S. 97 ff (Emil Guilleaume).
- 53 Stahl und Eisen (1883) Nr. 20, S. 875-880.
- 54 Denkschrift zur Erinnerung an die Feier der fünfundzwanzigjährigen Tätigkeit des Herrn Kommerzienrates Theodor von Guilleaume in der Firma Felten & Guilleaume später Felten & Guilleaume Carlswerk Actien-Gesellschaft und jetzt Felten & Guilleaume-Lahmeyerwerke Actien-Gesellschaft, Mülheim am Rhein und Frankfurt am Main, 1908, S. 66 ff, G. Schulz: Arbeiter, S. 123.

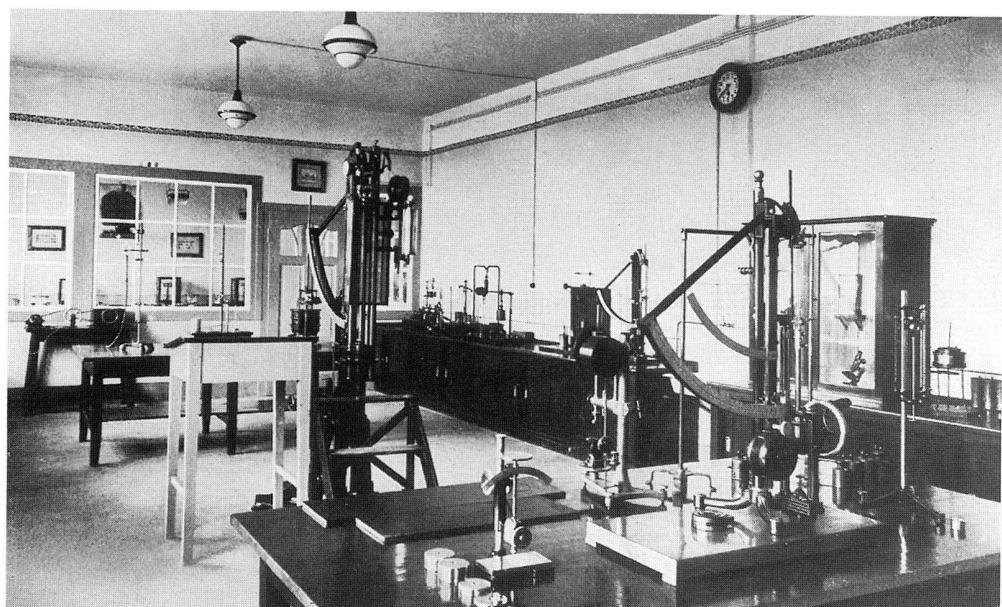
Pioneers. Biographies» 42 Persönlichkeiten in Wort und Bild vor, unter diesen als einzigen Deutschen Franz Carl Guilleaume.<sup>51</sup>

Sein Vetter Emil Guilleaume<sup>52</sup>, der ebenfalls nur eine praktische Ausbildung erhalten und dann eine ausgedehnte Besichtigungsreise durch Westeuropa gemacht hatte, galt als Fachmann auf dem Gebiet nicht nur der patentierten Gusstahldrähte, sondern auch der elektrotechnischen Kabel. Auf dem Meeting der American Society of Mechanical Engineers, gleichzeitig Abteilung des Internationalen Ingenieurkongresses, hielt er 1893 in Chicago einen vielbeachteten Vortrag über die Neuerungen in der Kabelfabrikation.<sup>53</sup> Die TH in Karlsruhe hat ihm, der u.a. auch ein Unternehmen zur Herstellung von Dampfkesseln, Apparaten und Hebezeugen gegründet und betrieben hat, «in Anerkennung seines hervorragenden Anteils an der Förderung der elektrotechnischen Industrie, insbesondere der Kabeltechnik», die Ehrendoktorwürde (Dr.-Ing. E. h.) verliehen.

Theodor Guilleaume d. J. übernahm die Leitung eines Unternehmens, das mehr als 1000 Mitarbeiter beschäftigte und dessen Abteilungen von Fachleuten geführt wurden. Dennoch hatte der Vater darauf bestanden, dass sich der Sohn nach der mit dem Zeugnis der Reife abgeschlossenen Realschule mit der praktischen Arbeit in allen Abteilungen systematisch vertraut mache. Dabei wohnte

er zeitweise bei einem Meister, ausgestattet mit der üblichen Arbeitskleidung. Ausserdem absolvierte er ein Volontariat in einem Hüttenwerk und besuchte Unternehmen in Westeuropa und in den USA. Dort entdeckte er ein aus reinem Manilahaf hergestelltes sehr zähes Papier mit hoher Isolierfähigkeit und erkannte dessen Bedeutung für die Fabrikation von Kabeln eines völlig neuen Typs. Die Fragen der Betriebsorganisation überliess er seinen Betriebs- und Werksleitern. Er legte jedoch Wert darauf, dass es Kräfte waren, die den ständig wachsenden Anforderungen gerecht wurden, 1892 wurde das bereits zu Franz Carl Guilleaumes Zeiten eingerichtete «Messzimmer» (Prüffeld), das von einem akademisch ausgebildeten Ingenieur geleitet wurde, wesentlich erweitert. Die Versuchsanstalten, die früher mit anderen Abteilungen verbunden gewesen waren, wurden 1901 in ein besonderes Gebäude verlegt, in dem eine mit allen erforderlichen Apparaten und Instrumenten ausgerüstete Versuchsanstalt für kabelwissenschaftliche Arbeiten eingerichtet wurde. 1904 folgte ein Laboratorium für organische Chemie. Das seit 1882 bestehende anorganische Labor wurde nach und nach vergrössert und 1906 mit Instrumenten für Mikrophotographie versehen, die es gestatteten, die in den Materialien enthaltenen Beimischungen zu ermitteln und deren Einfluss auf die Verwendbarkeit der Metalle festzustellen.<sup>54</sup>

Organisches Labor, um 1900





Anorganisches Labor, um 1900

Andererseits wurden altgediente, aus der betrieblichen Praxis hervorgegangene Mitarbeiter in Führungspositionen berufen – bei der Umwandlung der ehemals offenen Handelsgesellschaft in eine Aktiengesellschaft sogar in den Vorstand. Heinrich Capito, bei dem Theodor Guilleaume und sein Bruder Max während ihrer praktischen Ausbildung gewohnt hatten, war als junger Mann bei Felten & Guilleaume eingetreten; er hatte es zum Leiter der Draht- und Kabelfabrikation gebracht und war nach 33 Dienstjahren zum Prokuristen ernannt worden. 1885 wurde ein Feinmechaniker für die Elektrotechnische Abteilung gesucht; er sollte über praktische Erfahrungen als Mechaniker, theoretisches Wissen sowie über Englisch- und Französisch-Kenntnisse verfügen.

Als Aufgabengebiet waren die Leitung der Mechanischen Werkstatt, die Überwachung der Fabrikation sowie das Verlegen und Messen der Kabel vorgesehen. Die Techniker sollten wissenschaftlich wie praktisch ausgebildet sein und über Sprachkenntnisse verfügen, um die ausländische Fachliteratur verfolgen und auswerten zu können. Ein Techniker überwachte als Maschinenmeister die Energieversorgung des Werkes, ein anderer die Eisen- und Stahldrahtzieherei.

Seit den 1880er Jahren wurden mehr und mehr höhere Angestellte mit polytechnischer oder akademischer Vorbil-

dung eingestellt. Der erste akademisch gebildete, promovierte Elektrotechniker wurde Ende 1887 engagiert, und zwar als Leiter des «Messzimmers» (hier wurden die elektrischen Werte der Kabel geprüft). Allgemein war für die technischen Angestellten einschlägige Berufserfahrung eine wichtige Einstellungsvoraussetzung. Selbst bei den Korrespondenten wurde mitunter eine technische Vorbildung vorausgesetzt. Grundsätzlich wurde die praktische Berufserfahrung – neben der persönlichen Eignung – höher bewertet als die formale Qualifikation.<sup>55</sup>

Das galt in noch grösserer Masse für die Arbeiter der mittleren und unteren Führungsebene, die Vorarbeiter und Meister. Sie waren anfangs überwiegend aus der eigenen Arbeiterschaft aufgestiegen. «Nicht der betriebsfremde Handwerksmeister wurde Werkmeister, sondern der Arbeiter, der sich in langer Betriebszugehörigkeit Kenntnisse und Fertigkeiten erworben hatte». <sup>56</sup> Seit dem Ende der 1870er Jahre gewannen ausserbetrieblich erworbbene Kenntnisse an Bedeutung. Dennoch waren auch bei Ausbruch des Ersten Weltkrieges weit aus die meisten Meister als Jugendliche im Werk eingetreten und hatten dort Jahrzehntelang Erfahrungswissen gesammelt. Es war ein spezielles Wissen, das den innerbetrieblichen Wechsel in andere Abteilungen erschwerte.

55 G. Schulz: Arbeiter, S. 129 ff

56 Ebd., S. 212.

57 Horst A. Wessel: Kontinuität im Wandel. 100 Jahre Mannesmann 1890-1990, Düsseldorf, S. 14 ff.

### 3.2.3. Das Fallbeispiel Mannesmann

Im dritten und letzten Fallbeispiel ist nicht nur das Unternehmen – wie bei Felten & Guilleaume – aus dem Handwerk hervorgegangen, sondern auch die Inhaber haben die handwerkliche Kontinuität gewahrt. Der erste der Mannesmänner, der 1770 nach Remscheid kam und bei einem Feilenschmied Arbeit fand, hatte das Schmiedehandwerk erlernt.<sup>57</sup>

Wenige Jahre später machte er sich als Feilenschmied selbstständig. Er verkaufte die in der eigenen Werkstatt sowie die von anderen Feilenhauern gefertigten Produkte. Das Geschäft ist von seinen Söhnen und deren Nachkommen gemeinsam weiter betrieben worden.

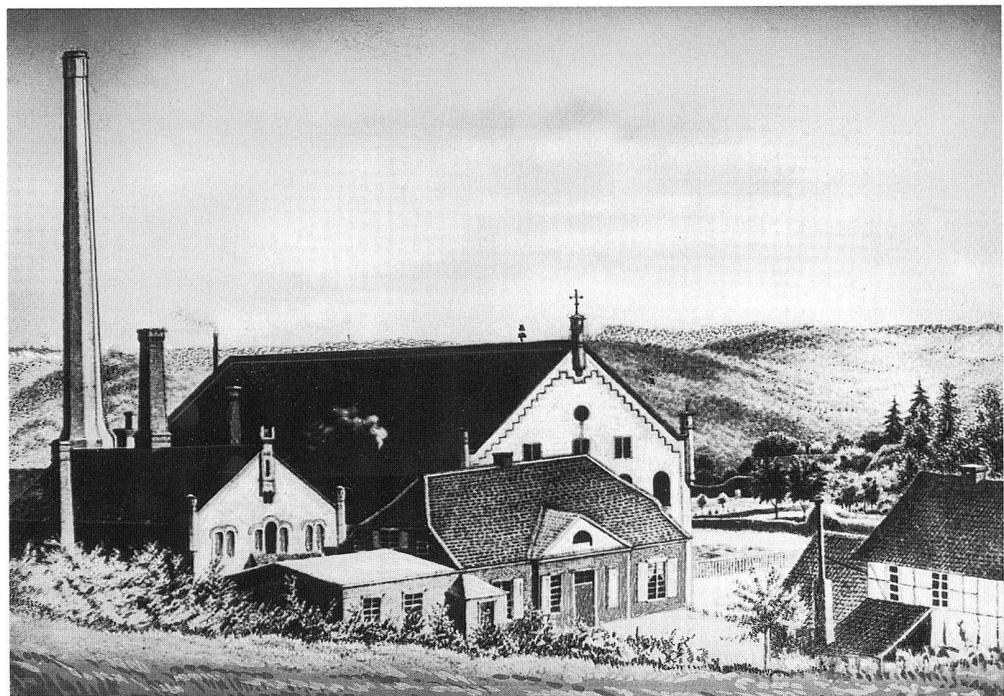
Seine Enkel entwickelten das inzwischen unter A. Mannesmann firmierende Unternehmen zu einem der bedeutendsten in Remscheid. Daran hatten von den vier Brüdern die beiden ältesten besonderen Anteil. Während der älteste und die beiden jüngsten sich vornehmlich dem Absatz der Produkte widmeten und regelmäßig die Kundschaft bis hin nach Lissabon und Riga besuchten, kümmerte sich der zweite, Reinhard Mannesmann, bereits mit 26 Jahren um die technische Leitung. Alle vier hatten eine handwerkliche und – in Luxemburg – eine kaufmännische Ausbildung erhalten.



Reinhard Mannesmann sen. (1814-1894)

Nachdem er die Gründe für das schlechte Abschneiden der Remscheider Feilen auf dem Weltmarkt erkannt hatte, begann Reinhard Mannesmann deren Herstellung neu zu organisieren. Qualitätsarbeit wurde oberstes Gebot. Erstmalig fasste er alle mit der Herstellung von Feilen zusammenhängenden Arbeitsgänge unter seiner Aufsicht und Leitung zusammen. Seine Arbeiter lernte

Feilenschmiede A. Mannesmann, um 1886



er persönlich an und wies sie in die von ihm verbesserten Verfahren zum Glühen und Härteln der Feilen ein. Auf den ersten Weltausstellungen, 1861 in London und 1856 in Paris, wurden die Fabrikate mit Preismaillen ausgezeichnet – es waren die einzigen Feilen, die die Jury aus dem Bereich des deutschen Zollvereins berücksichtigte. Reinhart Mannesmann hat die Teilnahme an der Weltausstellung in London genutzt, um die englische Feilenindustrie, insbesondere die Fabriken in Sheffield, zu besuchen. Er kaufte Feilenhaumaschinen und engagierte einen englischen Meister. In einem Brief an seinen Schwager vom 4. Dezember 1851 heißt es: «Diese Reise ist mir von besonderem Nutzen gewesen, weil ich mir die ganze Fabrik etc. genau ansehen konnte und namentlich in der Behandlung der Feilen manches gelernt habe. So z.B. machen wir seitdem sämtliche Feilen gerade und haben das Härteln genau nach englischer Methode eingerichtet, was sich vorzüglich bewährt ...»<sup>58</sup>

Die seit 1847 durchgeführten Versuche zur Herstellung von Tiegelgussstahl wurden 1853 erfolgreich abgeschlossen. Schon wenige Jahre später konnte das eigene Stahlwerk den gesamten Stahlbedarf für die Feilenproduktion decken. Dieser Tiegel-Gussstahl ist unter der Marke «Diamantstahl» berühmt geworden. Das Unternehmen firmierte fortan unter «Feilen- und Guss-Stahl-Fabrik». Mit der Aufstellung von Dampfmaschinen erfolgte Anfang der 1860er Jahre der Übergang zur industriellen Fabrikation. Reinhart Mannesmann war ein tüchtiger Techniker-Unternehmer, dem auf der tragfähigen Grundlage einer soliden handwerklichen Ausbildung und dank seiner praktischen Veranlagung vieles gelang, was andere schon lange vergeblich versucht hatten. Jedoch ist auch er an Grenzen gestossen. Wie viele andere vor und mit ihm ist es ihm nicht gelungen, ein wirtschaftliches Verfahren zur Herstellung nahtloser Stahlrohre zu erfinden. Zuverlässige preiswerte Rohre fehlten nicht nur im Maschinen- und Anlagenbau. Reinhart Mannesmann hat seine beiden ältesten Söhne, Reinhart und Max, mit dem Problem und mit seinen Versuchen vertraut gemacht. Und er hat ihnen eine Ausbildung ermöglicht, die ihm die Tradition teilweise verwehrt hatte. Die Ausbildung, die Reinhart und



Reinhart Mannesmann jun. (1856-1922)

58 Zitiert von Ruthild Brandt-Mannesmann: Dokumente aus dem Leben der Erfinder, Remscheid (1965), S. 23.

Max – und dann auch die übrigen vier Söhne – erhielten, sollte sich in der Folgezeit als ausschlaggebend für die technischen Pionierleistungen der Söhne auf vielen Gebieten erweisen.

Gegen alle Gewohnheit bergischer Kaufmanns- und Fabrikantenfamilien besuchten sie Technische Hochschulen und wurden Ingenieure. Außerdem erhielten sie im väterlichen Betrieb eine Ausbildung als Feilenhauer. Reinhart Mannesmann sen. hatte richtig erkannt, dass die Wege des unablässigen «Probierens», die ihn selbst lange Zeit immer wieder zum Erfolg und schliesslich auch an Grenzen geführt hatten, für die Zukunft keine ausreichenden Perspektiven mehr versprachen. Die grossen technischen Entwicklungen, die zur Lösung anstanden, erforderten neben allem anderen ein die solide Praxis ergänzendes Ingenieurwissen.

Reinhart Mannesmann jun. studierte nach dem Besuch des Realgymnasiums an der Polytechnischen Hochschule zu Hannover und an der Universität zu Heidelberg Maschinenbau und Chemie sowie an der Berg-Akademie und Universität zu Berlin Hüttenkunde und Bergbau. Obwohl er als Fabrikantensohn keinen amtlichen Abschluss benötigte – der war damals nur für die Übernahme in den Staatsdienst Voraussetzung –, absolvierte er vier Jahre später, erst 21 Jahre alt, die Abschlussprüfung mit einer Arbeit über «Das Verhalten des reinen Kohlenstoffs zum reinen Eisen bei stei-

59 R. Brandt-Mannesmann:  
Dokumente, S. 28.

gender Temperatur». Er wies nach, dass man, zum Beispiel mit dem in der väterlichen Fabrik betriebenen Zementierofen, jeden Kohlenstoffgehalt auf jede gewünschte Tiefe in das Eisen einführen kann. Diese Einsicht war damals neu; sie war wissenschaftlich – nicht durch Probieren gewonnen, und ihre Gültigkeit ist unbestritten. Die Abhandlung war den üblichen Prüfungsarbeiten weit überlegen; sie war theoretisch und praktisch gleich wertvoll und schuf die wissenschaftliche Grundlage zur Herstellung von Einsatzstahl.<sup>59</sup> Vor allem beweist sie, dass Reinhard über Werkstoffkenntnisse verfügte, die seine Erfinder-Konkurrenten um ein Verfahren zur Herstellung nahtloser Stahlrohre in dieser spezifischen Weise nicht besessen haben.

Max Mannesmann hat wie sein Bruder das Realgymnasium besucht, das auf Griechisch verzichtete und stattdessen die naturwissenschaftlichen Fächer bevorzugte. Anschliessend studierte er an der Technischen Hochschule zu Charlottenburg Maschinenbau und an der Universität zu Bonn Physik. Während der akademischen Ferien mussten die beiden angehenden Ingenieure in der väterlichen Fabrik arbeiten, um die Tätigkeiten der Feilenfertigung in allen Stadien zu erlernen. Dabei hat sich insbesondere Max Mannesmann ausgezeichnet; keiner hat beim Feilenhauen die 1000 Hiebe so exakt gesetzt wie er. Die beiden Erfinder wuchsen also im Eisen-Milieu auf, verfügten über grosse praktische und auch theoretische Kennt-

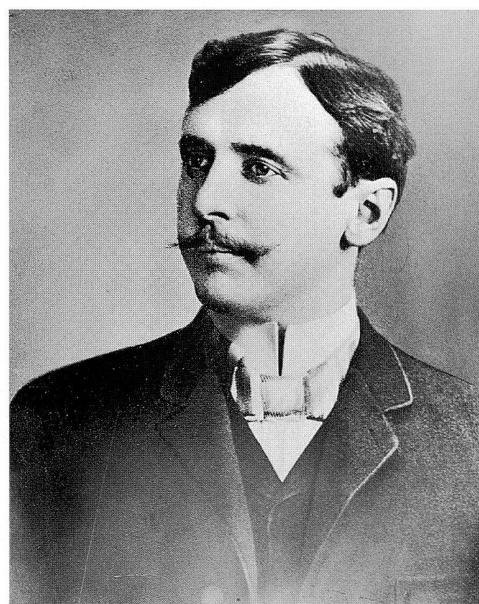
nisse; hinzu kamen Fleiss, Ausdauer und Mut sowie die Fähigkeit zum Träumen, zur Illusion.

Wann die Brüder Mannesmann ihre Überlegungen und praktischen Versuche zur Erfindung ihres genialen Röhrenwalzverfahrens aufgenommen haben, wissen wir nicht. Es liegt nahe, dass die vergeblichen Versuche des Vaters ihren Blick für das Problem und für mögliche Wege zu seiner Lösung geschärft hatten. Fest steht, dass diese nicht dem Zufall zu verdanken ist. Reinhard und Max haben Jahre intensiver Versuche benötigt, bis eine Lösung sich abzuzeichnen begann. Anlass für die Versuche könnten Fehler geboten haben, wie sie im praktischen Betrieb bei der Bearbeitung von Rundstäben auf der mit schrägstehenden Walzen arbeitenden Glättwalze auftraten. Sie waren allgemein bekannt und führten zu einem die Gestehungskosten erhöhenden Ausschuss.

Reinhard und Max sahen sich die Hohlräume in den Rundstäben genauer an und fragten nach den Ursachen für diese Wirkung. Sie führten sie auf das Schrägwälzen zurück und setzten gezielt hier an. Wenn auch der Ansatz zur Lösung gefunden war und theoretisch realisiert werden konnte, so war es von dieser Erkenntnis bis zum Auswalzen des ersten Hohlkörpers sowie zur brauchbaren industriellen Umsetzung ein langer Weg. Neben der überragenden technischen Begabung, über die die Brüder Mannesmann in reichem Masse verfügten, bedurfte es eines besonderen Fleisses.

Die Versuche wurden aufgrund der zuvor angestellten Überlegungen systematisch durchgeführt. Insofern ist im Vergleich zu den vorher betrachteten Fallbeispielen ein wesentlicher, qualitativer Unterschied festzustellen. Allerdings war eine geistige Durchdringung und ein Verständnis der Zusammenhänge späteren Generationen vorbehalten. Da die Erfinder weder die richtige Schrägstellung der Walzen noch deren Profilierung und Umlaufgeschwindigkeit zu berechnen vermochten, blieb ihnen nur ein planvolles Probieren – ein damals, wie wir wiederholt gesehen haben, weitverbreitetes Verfahren. Mit der ihnen eigenen Initiative und Gründlichkeit haben sie ein grosses, weitgespanntes

Max Mannesmann  
(1857-1915)



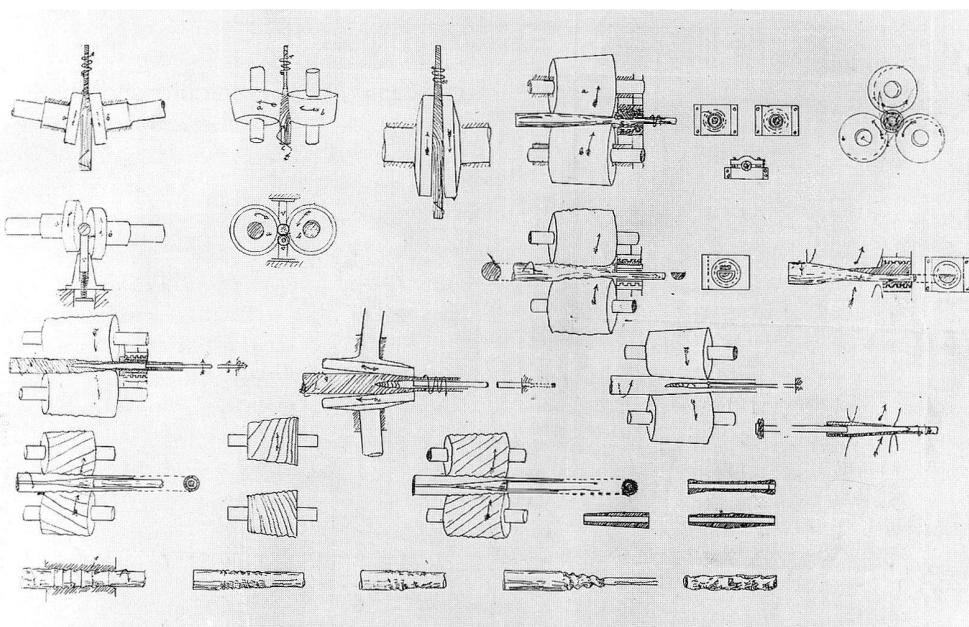
Versuchsprogramm entworfen und durchgeführt. Dabei halfen neben den Familienmitgliedern einige wenige Arbeiter und Meister aus der Feilenfabrik, die über grosse Erfahrungen in der Eisenbearbeitung und im Maschinenbau verfügten. Und die waren gefragt, denn dieses revolutionierende Walzverfahren erforderte Konstruktionen, für die es damals keine Vorbilder gab; nicht nur das Schwungrad der Dampfmaschine, auch die Kupplungen der Zahnräder und vieles andere mehr erforderten Sonderentwicklungen.<sup>60</sup>

Über die Zusammenarbeit zwischen den Erfindern und ihren Mitarbeitern gibt ein Schreiben des Veters Fritz Koegel Auskunft: «... Bei der jetzigen Arbeitsteilung hat Max die theoretische Ausarbeitung der für die verschiedenen Werke nötigen Maschinen und die rein technischen Patentskizzen ... Jetzt haben sie einen Ingenieur (den Konstrukteur Rudolf Bungeroth – d. Verf.) noch im Hause ... Reinhard macht die anderen, mehr kaufmännischen Verträge, diplomatische Briefwechsel, Unterhandlungen, Patentausschreibungen und die praktische Leitung der Versuchswalzerei unten in der Fabrik. Dabei machen sie, was nötig ist, zusammen. Bei wichtigen Maschinensachen holt Max Reinhards Rat und Meinung, bei wichtigen Briefen wird Maxens Ansicht, bei den grossen Vorbereitungen sitzt Onkel Reinhard mit uns drei Jungen zusammen».<sup>61</sup>

Es stellte sich dann jedoch heraus, dass – entgegen der ursprünglichen Erwartung – auf der Schrägwalze allein keine dünnwandigen Stahlrohre hergestellt werden können. In wirtschaftlich grosser Bedrängnis machte Max Mannesmann mit dem Pilgerschritt-Verfahren eine zweite grosse Erfindung. Die Idee, die auf der Schrägwalze erzeugten Hohlkörper absatzweise auszustrecken, ist im 1889 während einer Reise durch Westfalen gekommen; ein in der Landwirtschaft verbreitetes Hackenwalzwerk hatte ihn zu diesem Gedanken inspiriert. Obwohl dieses schrittweise Walzen neu und von den üblichen Walzverfahren verschieden war, sagte ihm seine Erfahrung, dass unter Anwendung dieser Methode die dickwandigen Hohlkörper ausgestreckt werden könnten. Der Konstrukteur Bungeroth wurde ins Werk Komotau gerufen, wo entsprechende Versuche durchgeführt wurden. Auch in diesem Falle bedurfte es umfangreicher Versuche. Den entscheidenden Durchbruch brachte der Vorschlag eines erfahrenen Walzmeisters. Zwar war ihm dies bei Mannesmann praktizierte Walzen völlig neu, aber nachdem er dessen Bedeutung für die Existenz des Unternehmens erkannt hatte, ging er trotz aller Fehlschläge mit Eifer ans Werk. Er fand bald heraus, dass es für die Arbeiter viel leichter und auch für die Walzarbeit zuverlässiger war, in umgekehrter Richtung, auf den Arbeiter zu, zu walzen – auf ähnliche Weise hatte er zuvor in Westfalen Draht gewalzt. Damit war das Mannesmann-

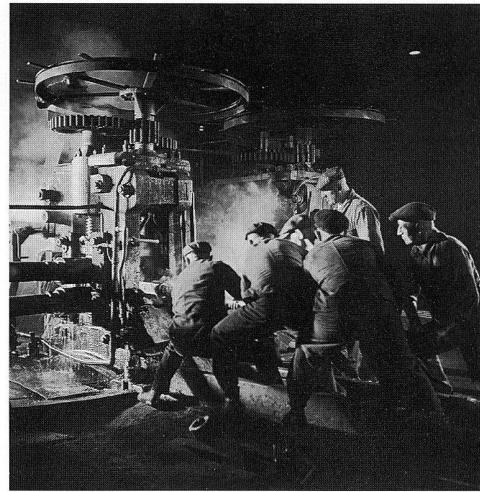
60 Rudolf Bungeroth: 50 Jahre Mannesmannröhren 1884/1934. Erinnerungen und Erlebnisse, Berlin 1934, S. 37 ff.

61 Zit. von R. Brandt-Mannesmann: Dokumente, S. 39.



Aus dem Tagebuch der Erfinder, die Herstellung nahtloser Stahlrohre betreffend, ca. 1884

Handpilgern, wie es um 1895 erforderlich war



62 R. Bungeroth: 50 Jahre, S. 54

63 Rudolf Bungeroth: 50 Jahre Mannesmannröhren 1884/1934, S. 80 f.

Verfahren komplett; endlich konnten dünnwandige Stahlrohre zu marktfähigen Preisen hergestellt werden<sup>62</sup>

Das Walzen von Mannesmannröhren konnte man auf keiner Technischen Hochschule, sondern nur im Mannesmannröhren-Werk selbst lernen. Um das Verfahren besser geheimhalten zu können, wurden zunächst Familienangehörige als Werksleiter eingesetzt. Dann wurden auch einige Schlosser und Ingenieure sowie erfahrene Walzwerker engagiert. Mit Ausnahme der Familienangehörigen, die an den Walzversuchen beteiligt gewesen waren und daher entsprechendes Erfahrungswissen besaßen, war den übrigen die Röhrenherstellung völlig neu. Der Ingenieur Richard Mühe nahm dazu in seinem späteren Lebenslauf wie folgt Stellung: «Ich bin am 1. Mai 1899 bei den Deutsch-Österreichischen Mannesmannröhren-Werken A.G., Abteilung Remscheid, als Oberingenieur eingetreten ... Von der Fabrikation von nahtlosen Rohren hatte ich keine Ahnung, noch nicht einmal eine gelesene, das war aber gerade das, was mein Vertrag und alle Mannesmannröhren-Werke-Verträge von ihren Technikern verlangten. Ich muss sagen, solch eine Jungfräulichkeit in einer Fabrikation hat viel für sich, namentlich für einen Direktionsanwärter, dem sie, vertraglich festgelegt, klarmacht, dass er von der zu leitenden Sache nichts zu verstehen braucht; und es bewahrheitet sich immer im Leben, dass die grösste Dummheit auch die grösste Sicherheit gibt...». Ich habe vom 1. Mai 1899 bis 1. Oktober 1904 mich mit und in der Abteilung Remscheid beschäftigt und eine

sehr eingehende Fühlung mit der Arbeiterschaft genommen, habe aber nirgends bisher und auch nicht nachher auf den anderen Mannesmannröhren-Werken eine so an der Arbeit selbst – an ihrer Arbeit – interessierte Belegschaft gesehen, wie in Remscheid, die geradezu mit der Arbeit spielte».<sup>63</sup>

Die Arbeiter hörten am Gang der Walzen, am Geräusch, das beim Einziehen des Blockes oder beim Einfädeln in die Pilgerwalze entstand und sie spürten am Vibrieren der Hebel und Stellräder, ob der Produktionsablauf geregelt vonstatten ging oder ob eine Störung sich ankündigte. Das war ein Erfahrungswissen, das von der einen Generation von Röhrenwalzwerken an die nächste weitergegeben wurde und dass in grossen Teilen auch heute noch vorhanden ist und eingesetzt wird. Letzteres dürfte ganz massgeblich dazu beigetragen haben, dass es auch nach mehr als 100 Jahren noch verfügbar ist; denn das meiste von dem, was die Eisenhüttenleute ehemals an Erfahrung besessen und verwendet haben, ist bald, nachdem Instrumente ihnen die Arbeit abgenommen haben, für immer verloren gegangen.

#### 4. Zusammenfassung

In allen drei Teilabschnitten, insbesondere in den letzten beiden, konnte die grosse Bedeutung des Erfahrungswissens für den Beginn und die Durchsetzung der Industrialisierung im Eisenhüttenwesen nachgewiesen werden. In den meisten Fällen gab es keine Ausbildungsstätten, in denen man sich die theoretischen Grundlagen hätte aneignen können. Im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts änderten sich nach und nach die Voraussetzungen. Die Empiriker, die Tüftler und Pröbler, die bis dahin das Feld der industriellen Praxis unangefochten behauptet hatten, stiessen an Grenzen. Der Mangel an theoretischen Kenntnissen wurde als für die Weiterentwicklung des Unternehmens hemmend empfunden. Entgegen Tradition und Ansehen liessen Pionierunternehmer wie Reinhard Mannesmann ihren Söhnen eine Ausbildung an Technischen Hochschulen zuteil werden. Gleichzeitig legten sie – hier durchaus im Einverständnis mit der Mehrheit der Unternehmerkolle-

gen – Wert auch auf die praktische Ausbildung der angehenden Ingenieure und Techniker.

Die Verwissenschaftlichung der Technik und die zunehmende Differenzierung und Spezialisierung in Ausbildung und Beruf entsprach dem Bedarf, insbesondere der Grossunternehmen. Es entstanden wissenschaftliche Laboratorien mit entsprechend ausgebildetem Personal; leitende Funktionen im Betrieb wurden mit systematisch ausgebildeten Hochschulabsolventen, die dann im wachsenden Umfang auch Abschlusszeugnisse vorweisen konnten, besetzt. Auch die Angestellten in den mittleren Führungspositionen und sogar die gewerblich-technischen Mitarbeiter erhielten eine Ausbildung, in der neben der Aneignung technisch-praktischer Fertigkeiten mehr und mehr Wert auf das ergänzende theoretische Rüstzeug gelegt wurde. Die schulische Ausbildung wurde auf allen Ebenen systematisiert; Lehrmittel und Handbücher erleichterten die Vermittlung.

Dennoch blieb das Erfahrungswissen – unabhängig von der Unternehmenshierarchie – von grosser Bedeutung. Trotz der Sonderstellung, die die Ingenieure gegenüber den übrigen Arbeitnehmern errangen, war den Meistern und den anderen technischen Versierten in der Wirtschaft – im Unterschied zum Staatsdienst – der Aufstieg auch in die oberen Führungspositionen offen. In manchen Fällen konnten bedeutende Erfindungen, z.B. das Mannesmann-Verfahren zur Herstellung nahtloser Stahlrohre aus dem massiven Stahlblock allein durch Walzen, trotz bester wissenschaftlicher Ausbildung der Erfinder nur mit massgeblicher Unterstützung durch das zuvor selbst erworbene oder von Mitarbeitern eingebrachte Erfahrungswissen umgesetzt und industriell nutzbar gemacht werden. Insgesamt gesehen hat die Zahl derer, die über derartiges Wissen verfügten, im Betrachtungszeitraum um ein Vielfaches zugenommen. Erfahrungswissen hat damals überragende Bedeutung gehabt, und es wird nach wie vor in allen Bereichen des praktischen Betriebs – und auch in der Forschung – erworben.

Andererseits ist nicht zu übersehen, dass immer mehr Erfahrungswissen durch den Einsatz von Technik im Betriebsablauf substituiert wurde; und wo dies der Fall war, da ging dieses Wissen sehr schnell verloren – meist für immer.