Das Phänomen technischer Erfindungen durch "Laien"

Autor(en): **Köstler, Jörg**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **55 (1984)**

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-378161

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

Materialien und Kräfte für die natürliche und technische Welt genommen sind. An der Kreuzungsstelle mit der Spalte Technik wird hieraus die Zusammensetzung nach einem überkommenen Stand der Technik, dem im Gegensatz zu den neuen Erfindungen und Innovationen etwas Statisches anhaftet, und der ohne Neuerungen nur zum Ersatz des Verbrauchs und zur Aufrechterhaltung des bestehenden Instrumentariums der Technik führen würde. In der Naturwelt bezeichnet man einen solchen Vorgang als Regeneration; in der künstlichen Welt der Technik würde es aber eine Stagnation trotz Regeneration bedeuten, während die Natur mittels Fortpflanzung und Regeneration über lange Zeiträume freilich zu einer Evolution fortwährend fähig ist.

Der sog. Stand der Technik dient auch der Realisation neuer Erfindungen, die auf den Mitteln und Verfahren der bestehenden Technik aufbauen. Sind Neuerungen weithin eingeführt, so gehen auch sie in den Stand der Technik über, was mittels der unteren Schleife des Schemas angedeutet wird.

Das Beziehungsgefüge von Abb. 2 gibt also einen Zusammenhang der hauptsächlichen Einflussfaktoren und Vorgänge, die beim Erfinden und Erneuern im Wechselspiel stehen. Es kann bei einzelnen Erfindungsgeschichten dazu verhelfen, wichtige Fragen zu stellen und aufschlussreich zu beantworten.

Von der Bedeutung, welche die Technikgeschichte nicht nur für die Geschichtswissenschaft im allgemeinen, sondern auch für die Ausbildung und Tätigkeit der Ingenieure haben kann, ist an dieser Stelle und in der Zeitschrift FERRUM bereits 1979 die Rede gewesen.[8]

An dem schematischen Beziehungsgefüge lassen sich auch die drei wesentlichen Etappen einer Erfindung ablesen: erstens die Entstehung der Idee, zweitens ihre Ausführung, drittens ihre Einführung als Neuerung (Innovation). Rudolf Diesel hat diesen Dreischritt aus eigener Erfahrung so treffend beschrieben, dass ich hier mit seinen Worten von 1913 schliessen möchte:[9]

«Immer liegt zwischen der Idee und der fertigen Erfindung die eigentliche Arbeits- und Leidenszeit des Erfindens...

Die Entstehung der Idee ist die freudige Zeit der schöpferischen Gedankenarbeit, da alles möglich scheint, weil es noch nichts mit der Wirklichkeit zu tun hat.

Die Ausführung ist die Zeit der Schaffung aller Hilfsmittel zur Verwirklichung der Idee, immer noch schöpferisch, immer noch freudig, die Zeit der Überwindung der Naturwiderstände, aus der man gestählt und erhöht hervorgeht, auch wenn man unterliegt.

Die Einführung ist eine Zeit des Kampfes mit Dummheit und Neid, Trägheit und Bosheit, heimlichem Widerstand und offenem Kampf der Interessen, die entsetzliche Zeit des Kampfes mit Menschen, ein Martyrium, auch wenn man Erfolg hat.

Erfinden heisst demnach, einen aus einer grossen Reihe von Irrtümern herausgeschälten, richtigen Grundgedanken durch zahlreiche Misserfolge und Kompromisse hindurch zum praktischen Erfolg führen.»

Möge auch dieser Tagung wiederum Erfolg beschieden sein.

1 *Josef A. Schumpeter, Business Cycles. Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process. 2 Bde. New York und London 1939. Hier Bd. 1, S. 84ff.*

2 *Knut Borchardt, Europas Wirtschaftsgeschichte – ein Modell für Entwicklungsländer? In: R. Braun u. a. (Hrsg.), Gesellschaft in der industriellen Revolution. Köln 1973. S. 347. Zitiert bei Friedrich Rapp, Determinanten der technischen Entwicklung. Strukturmodelle in der Geschichtsschreibung über die Industrialisierung in Europa. Berlin 1980. S. 34f.*

3 *Ebenda. Fussnote S. 360.*

4 *Winfried Vogt, Theorie des wirtschaftlichen Wachstums. Berlin und Frankfurt a. M. 1968, S. 65.*

5 *Rapp Anm. 2, S. 21. Vgl. allg. Ludolf v. Makkensen, Bedingungen für den technischen Fortschritt. Dargestellt anhand der Entwicklung und ersten Verwertung der Rechenmaschinenerfindung im 19. Jahrhundert. In: Technikgeschichte Bd. 36, 1969, S. 89–102.*

6 *Rapp Anm. 2, S. 23.*

7 *Für kritische und anregende Gespräche zu diesem Ordnungsschema eines Beziehungsgefüges danke ich meinem Kollegen Gerhard Zweckbronner.*

8 *Lothar Suhling, Technikgeschichte als Rückkopplung im Forschungs- und Entwicklungsprozess der Gegenwart. In: Ferrum Nr. 50, S. 15–17. Gerhard Zweckbronner, Die Bedeutung der Technikgeschichte für die Ingenieurerziehung um die Jahrhundertwende und heute. Ebenda S. 18–24. Ludolf v. Mackensen, Was bedeutet die Technikgeschichte für die moderne Forschung und Entwicklung? Ebenda S. 10–14.*

9 *Rudolf Diesel, Die Entstehung des Dieselmotors. Berlin 1913, S. 151f.*

Das Phänomen technischer Erfindungen durch «Laien»

Dargestellt an den Nicht-Hüttenleuten B. Huntsman, H. Bessemer und S. G. Thomas

Dr. Hans Jörg Köstler, Fohnsdorf (Österreich)

Ein Uhrmacher, ein Schriftgießer und ein Gerichtsschreiber gelten nach weitverbreiteter Ansicht[1] als jene Männer, denen das Eisenhüttenwesen grundlegend neue Erkenntnisse und praktisch verwertbare Erfindungen größter Tragweite in der Stahlmetallurgie verdankt. Aber es ergibt sich logischerweise sofort die Frage, ob diese «Erfinder» mit dem Wissen ihres jeweiligen Berufsstandes tatsächlich in der Lage waren, so bedeutende Zäsuren zu schaffen, wie sie

- die Einführung des Tiegelgußstahles,
- der Beginn des Flußstahl-Zeitalters und
- die Verarbeitbarkeit phosphorreichen Roheisens

darstellen. Im folgenden wird nun versucht, diese Frage anhand von Le-

benslauf und Erfindung zu beantworten, wobei allerdings nur die wichtigsten Tatsachen zur Sprache kommen können.

Benjamin Huntsman und der Tiegelgußstahl

Die im 18. Jahrhundert manchenorts aufstrebende Maschinen- und Werkzeugfertigung sowie die damit verbundene Feinmechanik brauchten für stark beanspruchte Teile einen Stahl mit möglichst hohem Kohlenstoffgehalt, der sich auch durch Homogenität und Dichtheit auszeichnete. Diesen Anforderungen entsprach der im Stuckofen erschmolzene und anschließend «ausgeheizte» Stahl[2] nur ungenügend; sogar der aus Roheisen im Frischherd erzeugte Frischherdstahl bzw. der daraus raffinierte Gärbstahl wies nicht selten Qualitätsmängel auf, die ihn von der Verwendung vor allem für statisch und/oder dynamisch dauerbelastete Werkstücke ausschlossen. Auch der von R.-A. Ferchault de Réaumur in den zwanziger Jahren des 18. Jahrhunderts vorgeschlagene Brenn-, Zement- oder Blasenstahl (mit hohem Kohlenstoffgehalt) stellte sich als unbefriedigender Werkstoff hinsichtlich Homogenität heraus. Abb. 1 veranschaulicht die Herstellung eines hochgekohlten, einigermaßen homogenen Stahles ohne den Weg über die Flüssigphase.

Weicher Stahl wurde durch Glühen in Kohlenstoff abgebenden Mitteln zu Zementstahl aufgekohlt und anschließend dem Gärben unterzogen, das aus Paketieren (zu einer Garbe), Ausschmieden, Paketieren usw. bestand. Auch Frischherdstahl bildete (ohne spätere Aufkohlung) das Ausgangsmaterial für Gärbstahl; namentlich der Innerberger Gärbstahl aus der Steiermark[3] galt bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts herein als weltweit geschätztes Produkt, dessen Herstellung oft von ausländischen Fachleuten studiert und beschrieben wurde[4].

Bedauerlicherweise sind die näheren Umstände bis heute nicht genau bekannt, wann und wie der 1704 in Lincolnshire (England) geborene, deutschstämmige Uhrmacher Benjamin Huntsman[5] auf die Idee gekommen ist, hochgekohlten Stahl nachträglich zu schmelzen; als verbürgt gilt jedenfalls seine Suche nach einem für Uhrfedern geeigneten Stahl. Im Verlauf von Schmelzen und Abstehen

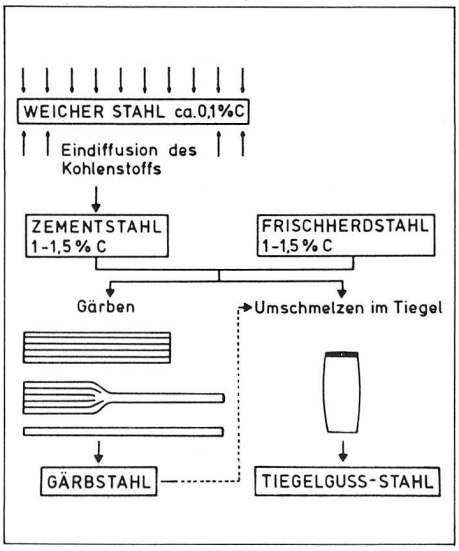

Abb. 1: Herstellung von Zement-, Gärb- und Tiegelgußstahl (schematisch).

geht nicht nur eine Homogenisierung, sondern auch eine teilweise Abscheidung nichtmetallischer Einschlüsse (Schlacken) vor sich, wodurch sich die mechanisch-technologischen Eigenschaften des Werkstoffes merkbar verbessern. B. Huntsman vermochte mit seiner Erfindung, die ihm um 1740 gelungen sein dürfte, das Vorurteil, nur Roheisen sei schmelzbar, zu überwinden und darüber hinaus der Eisenmetallurgie einen völlig neuen, bislang gar nicht in Erwägung gezogenen Weg zu zeigen. L. Beck vertritt in diesem Zusammenhang die Ansicht, daß «... ein Fachmann in seiner zünftigen Beschränktheit die Idee Huntsmans wahrscheinlich von vornherein verworfen haben würde, da für ihn Stahl unschmelzbar war»[6].

Beim Tiegelstahlgußverfahren wurde – wie aus Abb. 1 hervorgeht – Frischherd-, Zement- oder Gärbstahl, später auch Puddel-, Bessemer- oder Siemens-Martin-Stahl (mit Kohlenstoffträgern) in einem feuerfesten Tiegel geschmolzen, wobei sich die Möglichkeit bot, Legierungselemente in Form von Roheisen, Reinmetallen, legiertem Schrott oder Ferrolegierungen einzubringen. Nach Verflüssigung des Einsatzes ließ man den Tiegel im Ofen abstehen und goß sodann die Stahlschmelze zu einem Block («König») ab; die weitere Verarbeitung erfolgte durch Schmieden zu Stabstahl bzw. Formstücken.

Die heute nicht bestrittene Genialität

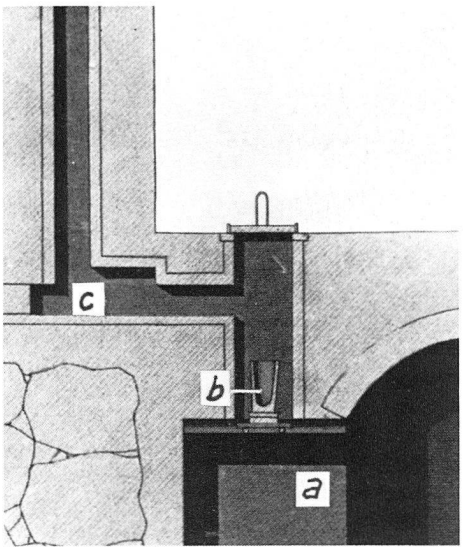

Abb. 2: Tiegelstahlofen älterer Bauart[7] (1808).
a Feuerung
b Tiegel (mit umzuschmelzendem Einsatz)
c Esse

B. Huntsmans kam nicht nur durch die Erfindung des Tiegelgußstahles als Werkstoff, sondern auch in der Herstellung geeigneter Tiegel sowie im Bau von Öfen und Feuerungen (Abb. 2)[7] zum Ausdruck; das dafür verwendete feuerfeste Material mußte bis zu Temperaturen um 1600 °C beständig sein. Wissen und Können für die Entwicklung des betriebsreifen Tiegelstahlverfahrens[8], das als sekundärmetallurgischer Prozeß[9] kein Stahlerzeugungsverfahren darstellt, erwarb sich B. Huntsman in zahlreichen Versuchen, die ihn, den vorerst metallurgisch Ahnungslosen, zum erfahrenen Kenner von Stahl und feuerfesten Baustoffen werden ließen. Es scheint demnach so zu sein, daß die Tiegelgußstahl-Idee noch von einem denkenden, suchenden Laien stammt, ihre Verwirklichung aber bereits von einem Experten der Stahltechnologie.

Henry Bessemer und das Bessemerverfahren

H. Bessemer (Abb. 3)[10], geboren 1813 in Charlton (England), gilt als der Erfinder des nach ihm benannten Windfrischverfahrens zur Stahlerzeugung, das trotz heutiger Bedeutungslosigkeit zu den wichtigsten Erfindungen der Technik überhaupt gezählt werden muß. Zuvor widmete sich H. Bessemer[11] aber vielen anderen Problemen, die er mit meist bewundernswerten Ideen gelöst und zu verwertbaren Technologien ausgestaltet hat. Als geistige Basis dieser Erfolge ist sicher die väterliche Schriftgießerei zu be-

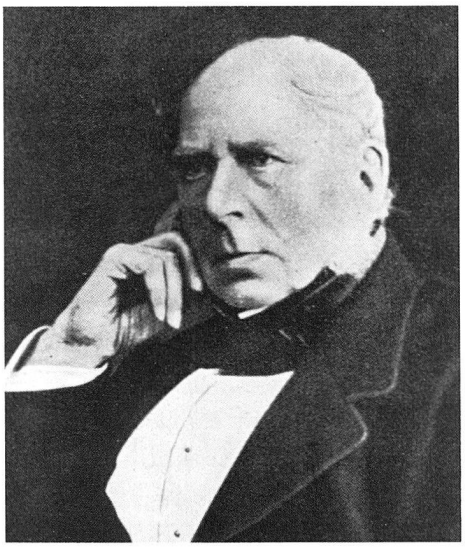

Abb. 3: Henry Bessemer[10] (1813–1898)

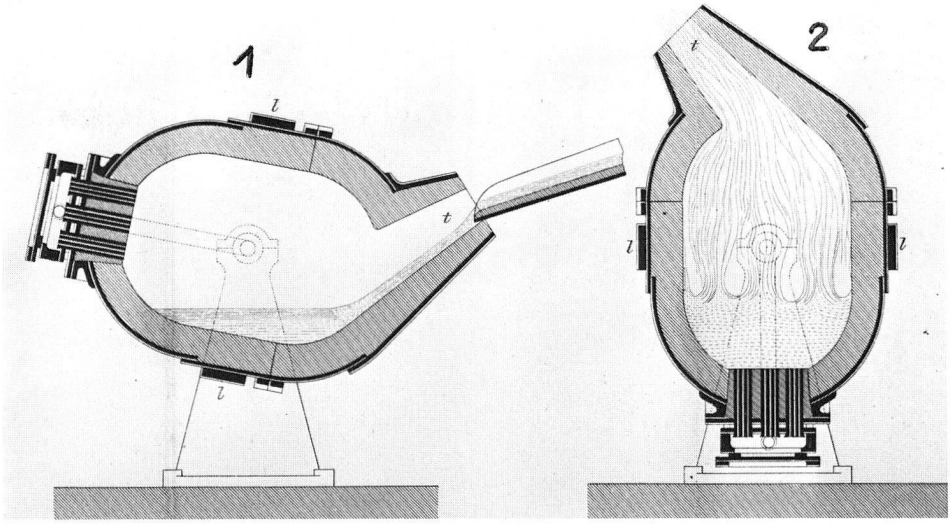

Abb. 4: Kippbarer («Englischer») Konverter.[18]
1 in Kippstellung zum Einfüllen des Roheisens
2 in Blasestellung; durch die Düsen im Boden strömt Druckluft in das Roheisenbad und bewirkt hier die Frischreaktionen.

trachten – sie dürfte H. Bessemers Intelligenz und Erfindergeist geweckt haben. Aus den zahlreichen Erfindungen seien herausgegriffen: galvanische Überzüge auf Medaillons, ein gegen Fälschung sicheres Stempelverfahren, das Pressen von Graphitstaub zu Bleistiftminen, eine Zeilensetzmaschine, eine Letterngießmaschine und eine Zuckerrohrpreßmaschine.

Angeblich soll der Krimkrieg (1853–1856) H. Bessemer, der einen Beruf im üblichen Sinne nie erlernt hatte, zu wehrtechnischen Erfindungen angeregt haben; jedenfalls gilt es als sicher, daß der Geschoßdrall auf ihn zurückgeht. Derartige Geschosse erforderten aber stärkere Treibladungen, denen nach Meinung damaliger Waffenexperten die Bronzekanonenrohre nicht standhalten würden. Die Suche nach einem geeigneten, kostengünstigen Rohrwerkstoff führte H. Bessemer zum Bau eines Flammofens (1855), der mit Ausnahme der Regenerativfeuerung bereits alle Kennzeichen eines Siemens-Martin-Ofens aufwies. Bei Schmelzversuchen in diesem Ofen fiel H. Bessemer auf, daß sich Roheisenstücke durch Berührung mit Luft und/oder oxydierenden Gasen entkohlten, d.h. zu Stahl umgewandelt wurden – eine an sich bekannte Tatsache, denn das «Glühfrischen»[12] zählte zum Stand der Technik.

H. Bessemer[13] ging diesen Weg jedoch nicht weiter, sondern versuchte, durch ein Rohr Druckluft in ein Roheisenbad, das ein kleiner Tiegel enthielt, zu blasen, wodurch Frischreaktionen bewirkt werden sollten. Bald stellte sich die äußere Zusatzheizung als überflüssig heraus, weil die teilweise Verbrennung der Roheisenbegleitelemente die notwendige Prozeßwärme lieferte[14]. Im Jahre 1856 konstruierte H. Bessemer ein neues – später als «Schwedischer» Konverter bezeichnetes – Frischgefäß, das als typisches Merkmal des Windfrischens die unten angeordneten Winddüsen zeigt. Wie weit dieser Entwurf tatsächlich H. Bessemers geistiges Eigentum bildet, sei dahingestellt, denn es ist nicht von der Hand zu weisen, daß er hier eine damals fast sechs Jahrzehnte alte, schriftlich festgehaltene Idee aufgegriffen hat.[15]

Im Jahre 1797 erhielt u.a. der in Schwarzenbergischen Hammerwerken bei Murau (Steiermark) beschäftigte Karl Schindler[16] einen Preis für die Beantwortung der Frage nach dem Unterschied zwischen Roheisen und Stahl bzw. nach der zweckmäßigsten Frischmethode. K. Schindler schrieb damals: «Die Luft würde durch kleine Bälge, durch Röhren von Thon, welche an der Seite des Roheisenbettes eingesenket wären, am besten unter dasselbe gebracht werden. So wie das Roheisen aus dem Schmelzofen abgestochen oder ausgeschöpfet würde, müßte es in das Roheisenbette des erhitzten Flammofens oder Frischherdes flüssig eingetragen werden. ... Sodann würde dem aufgetragenen Roheisen eine stärkere Hitze gegeben und gleich mit dem Einströmen der Luft angefangen.»[17]

Es gelang aber H. Bessemer zunächst nicht, «Windfrischstahl» zu erzeugen; dieses Verdienst erwarb sich der Schwede Göran Frederik Göransson, der 1858 erstmals brauchbaren Stahl in einem «Schwedischen» Konverter erblasen konnte. Der entscheidende Durchbruch des Windfrischverfahrens geht jedoch wieder auf H. Bessemer zurück, denn 1859 stellte er den kippbaren, bodenblasenden («Englischen») Konverter vor (Abb. 4[18]), an dessen Prinzip sich bis heute nichts geändert hat. Gerade wegen der Einfachheit und praktischen Verwendbarkeit dieser Anlage darf man ihrem Schöpfer einen genialen Zug nicht absprechen, und das saure, d.h. im wesentlichen auf Oxydation des Siliziums zu Kieselsäure beruhende Windfrischen trägt gerechterweise die Bezeichnung «Bessemerverfahren». Dem Verfahren haftet allerdings ein schwerwiegender Nachteil an: das zu verblasende Roheisen darf nur wenig Phosphor enthalten, weil sich der daraus hergestellte Stahl sonst als kaltbrüchig erweist. H. Bessemer hat diese Hürde weder theoretisch noch praktisch übersprungen.

Im Hinblick auf seine technisch-metallurgischen Erfindungen und seine grundlegenden Arbeiten über das Windfrischen darf H. Bessemer auf

keinen Fall als hüttenmännischer Laie bezeichnet werden; in seinen Entwicklungen und Erkenntnissen liegt viel mehr tiefes Wissen über Chemie, Physik und Werkstoffkunde. Aber er hatte auch das Glück, über die finanziellen Mittel für die Durchführung von Versuchen im kleinen wie im großen zu verfügen, und es stand ihm sogar die Möglichkeit offen, die von ihm vorgeschlagene Methode der Stahlerzeugung im Produktionsbetrieb zu verwirklichen.

Sidney G. Thomas und das Thomasverfahren

Die erwartete Ausbreitung des Bessemerverfahrens scheiterte zunächst am hohen Phosphorgehalt vieler Roheisensorten, denn es ist nicht möglich, Phosphor bei saurer Schlackenführung aus dem Roheisen bzw. Stahl zu entfernen. Man gewinnt überhaupt den Eindruck, daß die Frage der Entphosphorung nach Erfindung des Bessemerverfahrens gar nicht im Mittelpunkt der Eisenforschung gestanden ist und daß nur wenige Stahlwerke bzw. Fachleute sich dieses Problems annahmen; seine Lösung kam schließlich auch nicht aus den Reihen der Metallurgen, sondern von S. G. Thomas[11], einem anfangs ignorierten «Laien».

S. G. Thomas (Abb. 5)[19], geboren 1850 in der Nähe von London, nahm nach kurzer Tätigkeit als Lehrer 1867 eine subalterne Schreiberstelle an einem Londoner Polizeigericht an, die ihn zwar nicht befriedigte – aber seinen Lebensunterhalt sicherte. Bald wechselte er zu einer andern Dienststelle und konnte nun Vorlesungen über Chemie bei George Chaloner belegen, der ihn auf die Phosphorfrage im Bessemerprozeß eher beiläufig aufmerksam machte. Der Gerichtsschreiber S. G. Thomas widmete sich fortan diesem Problem und vermochte schon 1875 – als Fünfundzwanzigjähriger und auf beachtliche Kenntnisse in Chemie aufbauend – eine zunächst theoretische Lösung anzugeben: Phosphorpentoxyd wird von kieselsäurereicher Schlacke im Bessemerkonverter nicht abgebunden, so daß ein hoher Phosphorgehalt im Stahl verbleibt; es müßte daher in einem basisch zugestellten Frischgefäß (Dolomit, Magnesit oder Kalk) mit basischer Schlacke gearbeitet werden.
Zur Bestätigung seiner Theorie durch großtechnische Versuche wandte sich

Abb. 5: Sidney G. Thomas[19] (1850–1885).

S. G. Thomas an seinen Vetter Percy Carlyle Gilchrist, einen Chemiker in einem Eisenwerk in Süd-Wales, der es nicht nur verstand, patentrechtliche Fragen ins reine zu bringen, sondern auch einen einflußreichen Werksdirektor dazu zu bewegen, im Hüttenwerk Dowlais Frischversuche mit phosphorreichem Roheisen durchführen zu lassen. Schon Anfang des Jahres 1879 hatten S. G. Thomas und seine Mitarbeiter das betriebsreife «Thomasverfahren» der Fachwelt vorstellen können, aber die etablierten Eisenhüttenleute – voran J. Lowthian Bell und H. Wedding – hielten die Entphosphorung für unmöglich, und so war es S. G. Thomas nicht einmal möglich, seine Arbeiten in einem entsprechenden Gremium zu erörtern. Erst im Mai 1879 fand er Gehör – das er gar nicht mehr brauchte, denn das basische Windfrischen war technologisch und bald darauf auch patentrechtlich abgesichert.

Als persönlichen Triumph durfte der inzwischen schwer erkrankte S. G. Thomas die Einladung zu einem Vortrag «Über die Herstellung von Stahl und Weicheisen aus phosphorhaltigem Roheisen» bei der Society of Arts 1882 werten, wobei er u. a. sagte: «Phosphor (im Roheisen) oxydiert mit dem Sauerstoff der durchgeblasenen Luft zu Phosphorsäure. Diese befindet sich in Gegenwart der Basen Kalk und Eisenoxyd; sie verbindet sich zu Kalkphosphat, das aus der Schmelze in die Schlacke übergeht.»[20]

Im Jahre 1885 starb S. G. Thomas, dessen Erfindung erst vor etwas mehr als zwei Jahrzehnten durch ein modifiziertes Sauerstoffaufblaseverfahren seine Bedeutung verloren hat[21].

* * *

B. Huntsman, H. Bessemer und S. G. Thomas – ursprünglich nicht im mindesten mit metallurgischen Fragen befaßt – erwarben sich während der «Reifezeit» ihres jeweiligen Verfahrens ein tiefes Wissen über Chemie, Stahlerzeugung und Werkstoffkunde, das sie befähigte, Erfindungen von enormer Tragweite zu einem erfolgreichen Abschluß zu bringen. Man darf sie Nicht-Hüttenleute, aber keinesfalls Laien – daher auch die Anführungszeichen im Titel – nennen, sondern mit Fug und Recht hervorragende Fachleute. Freilich hatten alle drei auch das Glück, ihre Ideen und Vorschläge in Versuchs- bzw. Produktionsanlagen verwirklichen zu können. Es darf aber auch nicht übersehen werden, daß die sich entwickelnde Technik und die Industrie derartige Erfindungen aufgenommen haben, weil dem Bedarf an hochbeanspruchbarem Stahl und an Massenstahl mit dem Frischherd- bzw. Puddelverfahren nicht mehr nachzukommen war, sondern nur mit grundlegend neuen Technologien.

Anmerkungen:

1 *Volkmar Muthesius: Du und der Stahl. Werdegang und Weltgeltung der Eisenindustrie. Berlin 1941. S. 179.*

2 *Nochmaliges Erwärmen des Schmelzproduktes und der bereits geschmiedeten Zwischenprodukte.*

3 *Hans Jörg Köstler: Die Herstellung von Gärbstahl aus Frischherdstahl in den ehemaligen Innerberger Hammerwerken. In: Radex-Rundschau 1976, S. 814–827.*

4 *Quellenangabe in 3.*

5 *Ludwig Beck: Die Geschichte des Eisens. 3. Bd. Braunschweig 1897. S. 271–281.*

6 *Ludwig Beck: Die Geschichte ... S. 271.*

7 *Otto Johannsen: Geschichte des Eisens. Düsseldorf [3]1953. S. 294.*

8 *Bis zur Einführung der Elektrostahlerzeugung Anfang des 20. Jahrhunderts wurde hochbeanspruchter, legierter Werkzeug- und Baustahl ausschließlich nach dem Tiegelstahlverfahren hergestellt. Vgl. Adolf Ledebur: Über Darstellung von Werkzeugstahl auf steirischen und niederösterreichischen Werken. In: Stahl u. Eisen 15 (1895), S. 1–12.*

9 *Unter Sekundärmetallurgie versteht man metallurgische Verfahren, «... die sich sinnvoll an die klassischen Stahlherstellungsprozesse an-*

schließen, diese ergänzen bzw. völlig neue Wege zu qualitativ höchstwertigen Erzeugnissen erschließen, um den ständig steigenden Anforderungen an den Werkstoff Stahl, insbesondere den Qualitäts- und Edelstählen, gerecht zu werden». Nach Erwin Plöckinger: Die Sekundärmetallurgie des Stahles. In: Berg- u. Hüttenmänn. Monatshefte 121 (1976), S. 340–349.

10 *Otto Johannsen: Geschichte ... S. 376.*

11 *Hanns Richter-Meinhold: Henry Bessemer – Sidney Gilchrist Thomas. Biogr. hervorrag. Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner Bd. 51. Leipzig 1981.*

12 *Peter Tunner: Zur Geschichte der Glühstahlerzeugung. In: Polytechn. Journal 142 (1856), S. 231–233.*

13 *Eberhard Schürmann: Der Metallurge Henry Bessemer. In: Stahl u. Eisen 76 (1956), S. 1013–1019.*

14 *Bessemer's Fabrikation von Stabeisen und Stahl aus flüssigem Roheisen ohne Anwendung von Brennmaterial. In: Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 4 (1856), S. 347–348 und S. 358–359.*

15 *Hans Jörg Köstler: Einführung und Beginn der Stahlerzeugung nach dem Bessemerverfahren in Österreich. In: Berg- u. Hüttenmänn. Monatshefte 122 (1977), S. 194–206.*

16 *Ivo Krulis-Randa: Neue Bewertung der «Drei Abhandlungen über die Preisfrage ...» zur Ermittlung der besten Eisenfrischmethode mit besonderer Rücksicht auf Karl Schindlers Beitrag. In: Blätter f. Technikgesch. 25 (1963), S. 31–49.*

17 *Wilhelm Anton Lampadius, Benedikt Franz Johann Hermann und Karl Schindler: Drei Abhandlungen über die Preisfrage: Worin besteht der Unterschied zwischen Roheisen aus Hochöfen und geschmeidigem Eisen aus Frischherden? ... Leipzig 1799. S. 262.*

18 *Peter Tunner: Das Bessemern in England. In: Bericht über jene Gegenstände der Londoner Weltindustrie-Ausstellung von 1862, die den metallurgischen Prozessen angehören. Wien 1863. S. 126–136.*

19 *Otto Johannsen: Geschichte ... S. 469.*

20 *Nach Ludwig Beck: Die Geschichte des Eisens. 5. Bd. Braunschweig 1903. S. 640, «... gebührt Josef Gängl von Ehrenwerth, damals Adjunkt an der Bergakademie Leoben, der Ruhm, der erste gewesen zu sein, der in lichtvoller Weise die Theorie des basischen (Windfrisch-) Prozesses entwickelte». Vgl. Hans Jörg Köstler: Josef Gängl von Ehrenwerth und seine Arbeiten über das Thomasverfahren in den Jahren 1879–1881. In: Berg- u. Hüttenmänn. Monatshefte 125 (1980), S. 60–62.*

21 *Paul Metz, Alfred Decker und Joseph Nepper: Herstellung von Stahl aus phosphorreichem Roheisen durch Aufblasen von Sauerstoff zusammen mit Kalkstaub. In: Stahl u. Eisen 80 (1960), S. 20–27*

Die Pionierleistungen von Vater und Sohn Brunel

Dr. phil.
Jürg Zimmermann,
Schaffhausen

Isambard Kingdom Brunel (1806–1859) erdachte, berechnete, erbaute in Grossbritannien und vielen anderen Ländern Eisenbahnen verschiedenen Systems, Brücken, Schiffe und vieles andere mehr. War er ein Erfinder? Worin bestehen, wenn er als Pionier zu bezeichnen ist, seine Pionierleistungen?

Der Vater, Marc Isambard Brunel, erfand einen Regulator für Dampfmaschinen, vor allem aber den Bohrschild, mit dessen Hilfe schliesslich der Themsetunnel erbaut wurde.

Die Karriere des Sohnes begann auf dem Bauplatz eben dieses Themsetunnels, wo er sich seit 1825 als Bauführer nützlich machte. Schon 1833 wurde Brunel Sohn zum leitenden Ingenieur der zwischen Bristol und London zu erbauenden Great Western Railway (GWR) ernannt. Im Juni 1841 war die Strecke vollendet, «the finest work in England». Um alles hatte sich ihr Erbauer gekümmert, angefangen bei den geeignetsten Grassorten, mit denen die Dämme bepflanzt werden sollten, bis hin zu den Hochbauten, deren funktioneller und ästhetischer Gestaltung Brunel grösste Sorgfalt angedeihen liess. Das Ergebnis seiner Bemühungen war die frappierende Ästhetik sämtlicher Anlagen, die uns heute noch unweigerlich in ihren Bann zieht. Professor Ernst Leisi hat denn auch Brunel als «das letzte Universalgenie» bezeichnet, «weil er mit dem Technischen auch immer das Künstlerische verband».

Die Great Western Railway wurde als Breitspur-Bahn mit einer Spurbreite von 7 Fuss erbaut. Das ist eine Pionierleistung Brunels, auch wenn die Great Western den Kampf um die Spurweiten schliesslich verlor und ihre Strecken bis 1892 umgespurt werden mussten.

Unter den Brücken verdienen die epochemachende Clifton Bridge (Hängebrücke bei Bristol) und die Brücke über den River Tamar bei Saltash (einspurige Eisenbahnbrücke) besondere Erwähnung. Bei der Tamar Bridge besteht die Pionierleistung weder im Einschwimmen noch im hydraulischen Hochheben der Träger – beides war von R. Stephenson bei der Britannia- und der Conway-Brücke bereits praktiziert worden –, sondern einmal mehr in der Ästhetik und in der Fundierung des mittleren Pfeilers als Auflager für die beiden Träger mit einer Spannweite von je 465 Fuss.

Parallel zu seiner hektischen Tätigkeit als Eisenbahningenieur und Brückenbauer brachte Brunel es fertig, drei epochemachende Dampfschiffe zu konzipieren und zu erbauen. Mit der «Great Western» erbrachte er den Beweis, dass eine Ozean-Überquerung mittels konstanter Anwendung der Dampfkraft möglich sei. Die «Great Britain» erhielt eine schweisseiserne Hülle und einen Schraubenantrieb. Dank den soliden Konstruktionsprinzipien des Erbauers erwies sich der Rumpf der «Great Britain» als praktisch unzerstörbar, so dass das Schiff erhalten geblieben ist.

Strength and Safety – unter diesem Leitstern erdachte und erbaute Brunel auch sein letztes und grösstes Schiff, die legendenumwobene «Great Eastern». In diesem Fall erwies sich Brunel überdies als Pionier der Standardisierung: Es gelangten nur zwei Arten von Winkeleisen und nur zwei Dicken der auch in den Abmessungen normierten schweisseisernen Platten zur Verwendung. Das Riesenschiff wurde durch eine Schiffsschraube *und*