

Zeitschrift: Die Eisenbahn = Le chemin de fer
Herausgeber: A. Waldner
Band: 8/9 (1878)
Heft: 11

Artikel: Der Hartguss und seine zunehmende Bedeutung für die Eisenindustrie
Autor: Schütz, Julius von
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-6837>

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: 11.07.2025

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

Durchmesser der Rohre	Länge	Blechstärke
		26 Versuche mit 1,09 $\frac{m}{m}$
102 $\frac{m}{m}$ bis 476 $\frac{m}{m}$	380 $\frac{m}{m}$ bis 1550 $\frac{m}{m}$	1 " " 3,56 "
		" " " 6,85 "

Zu bemerken ist, dass keines der Rohre nur angenähert die Dimensionen eines Feuerrohres hatte.

Die Ergebnisse dieser Versuche drückt Fairbairn durch folgende Formel aus:

$$A = 53753 \frac{\delta^{2,19}}{l \cdot d} \text{ englisches Mass.}$$

$$A = 348,86 \frac{\delta^{2,19}}{l \cdot d} \text{ Meter-Mass.}$$

wobei

A = Druck in Atmosphären, bei dem *Zusammendrücken* stattfindet.

δ = Blechstärke in Zollen respective $\frac{m}{m}$.

l = Länge des Rohres in Fuss resp. $\frac{m}{m}$.

d = Durchmesser des Rohres in Zollen resp. $\frac{m}{m}$.

Obgleich diese Formel nur innerhalb den Grenzen der Versuche richtige Werthe geben kann, wird sie in Ermangelung einer Besseren zur Berechnung von Feuerröhren doch viel (in England allgemein) angewandt.

In Folge Unzuverlässigkeit der Fairbairn'schen Formel, sah sich die Leeds Forge Comp. veranlasst, zur richtigen Vergleichung ihrer patentirten Feuerrohre gegenüber glatten, geschweissten Rohren, mit beiden Arten directe Wasserdruckproben vorzunehmen und sind diese Versuche daher von ganz besonderem Interesse.

Die erste Probe wurde in der Greenock Foundry Greenock im December 1877, die zweite in der Leeds Forge letzten März angestellt.

Fig. 12–15 stellen die vier Rohre vor und nach dem Zerdrücken dar.

Als Apparat diente ein schmiedeiserner Presscylinder, Fig. 14, von 29 $\frac{m}{m}$ Wandstärke, verstärkt durch fünf schmiedeiserne Ringe, 127 $\frac{m}{m} \times 50 \frac{m}{m}$, warm aufgezogen. Ueber die Enden desselben sind schwere gusseiserne Flanschenringe gesteckt, die durch Gummiringe abgedichtet und mittelst Schrauben gegeneinander gezogen werden. Diese Ringe sind inwendig ausgedreht und mit Nuthen zur Aufnahme von Lederstulpen versehen.

Die Rohre waren von gewöhnlicher Weite, 940 $\frac{m}{m}$ inwendig, 9 $\frac{1}{2}$ $\frac{m}{m}$ Wandstärke und 2134 $\frac{m}{m}$ Länge. An die Enden waren noch Verstärkungsringe von circa 180 $\frac{m}{m} \times 19 \frac{m}{m}$ geschweisst, die dann auswendig genau auf den innern Durchmesser der Flanschenringe abgedreht wurden.

Der Druck war hervorgebracht durch Einpumpen von Wasser in den Raum zwischen Rohr und Presscylinder.

Bei der Probe verfuhr man wie folgt:

Der Druck wurde jeweilen um 25 Pfd. per 1 $\square''$ englisch, oder $1 \frac{2}{3}$ Atmosphären gesteigert und jedesmal wieder ganz abgenommen. In dem Rohre hatte man ferner zwei Querschnitte gewählt und notirte jedesmal deren Durchmesser horizontal und vertical, wenn das Rohr unter Druck war und nachher, so dass sich daraus die permanente Einsenkung ergab.

Das *glatte Rohr* Fig. 14, das der Länge und Quere nach geschweisst war, zeigte bei 12 Atmosphären Druck noch keine Schwäche; vertical betrug die Einsenkung nur 1,2 $\frac{m}{m}$ und verschwand wieder mit dem Drucke.

Bei 13 $\frac{1}{3}$ Atmosphären jedoch gab das Rohr plötzlich nach, und zwar in der Nähe einer Schweisstelle; es bildete sich eine Ausbauchung von circa 100 $\frac{m}{m}$ Durchmesser, die sich langsam vergrösserte bis der Druck auf drei Atmosphären gesunken war, dann aber rasch zunahm.

Nach Fairbairn's Formel hätte das Rohr erst bei 24,3 Atmosphären nachgeben sollen.

Nimmt man die Zerdrückungsfestigkeit des Bleches zu

$$K_1 = 21 \frac{h}{g} \text{ per } 1 \frac{m}{m}^2$$

an, so wäre für ein *vollkommen cylindrisches* Rohr erst bei 40,53 Atmosph. Bruch erfolgt. In Folge Unrundsein und schwacher Schweisstelle gingen also $\frac{2}{3}$ der Festigkeit verloren. Uebrigens zeigte das Rohr einen Grad von Rundheit wie er in der Praxis wohl nicht grösser erreicht wird. Bei dem einen der angenommenen Querschnitte war die Rohrweite vertical um 14 $\frac{m}{m}$, beim andern um 3,8 $\frac{m}{m}$ grösser als horizontal.

Das „*gewellte*“ Rohr, Fig. 15, wurde hierauf eingesetzt. Den Druck steigerte man je um $3 \frac{1}{3}$ Atmosphären und notirte ihn von 13 Atmosphären an. Es waren wieder zwei Querschnitte zur Beobachtung gewählt, und ergaben sich die Durchmesser zu Anfang des Versuches zu:

Querschnitt 1: Vertical um 10,70 $\frac{m}{m}$ grösser als horizontal

" 2: " " 1,52 " kleiner " "

Bei 26 $\frac{2}{3}$ Atmosphären war die Einbiegung des Querschnittes 2:

Horizontal 0,51 $\frac{m}{m}$

Vertical 2,54 $\frac{m}{m}$

Nach Entfernung des Druckes zeigte sich horizontal eine *permanente* Durchbiegung von 1,016 $\frac{m}{m}$, im Uebrigen aber keine Anzeichen von Schwäche. Als der Druck jedoch sich 30 Atmosphären näherte, gab das Rohr plötzlich nach, der Durchmesser vertical nahm ab und zwar erstreckte sich die Deformation auf eine ziemliche Länge des Rohres.

Bei nachheriger Untersuchung fand man, dass die Schweissung längsweise unvollkommen ausgeführt war, und dass das Blech an dieser Stelle nicht die normale Dicke hatte, woraus sich das frühe Nachgeben genügend erklärte.

Das „*gewellte*“ Rohr ergab sich also $2 \frac{1}{4}$ mal stärker als das glatte Rohr, ein Resultat, das freilich der Erwartung nicht entspricht, indem durch das „Wellen“ das Trägheitsmoment des Querschnittes circa 25mal vergrössert wurde. Immerhin ist der Gewinn an Festigkeit bedeutend genug.

Bei den Versuchen in Greenock deformirte sich das gewellte Rohr erst bei 68 Atmosphären Druck, war also 4,533mal stärker als das glatte Rohr.

Durch weitere Erfahrung und vervollkommnete Herstellung hofft die Leeds Forge Comp. bald dazu zu gelangen, bedeutend bessere Resultate zu erzielen.

Diese gewellten Rohre fanden schon ziemliche Verwendung in England besonders für Schiffskessel, ob sie sich in allen Beziehungen bewähren werden, kann nur längerer Betrieb zeigen. —

* * *

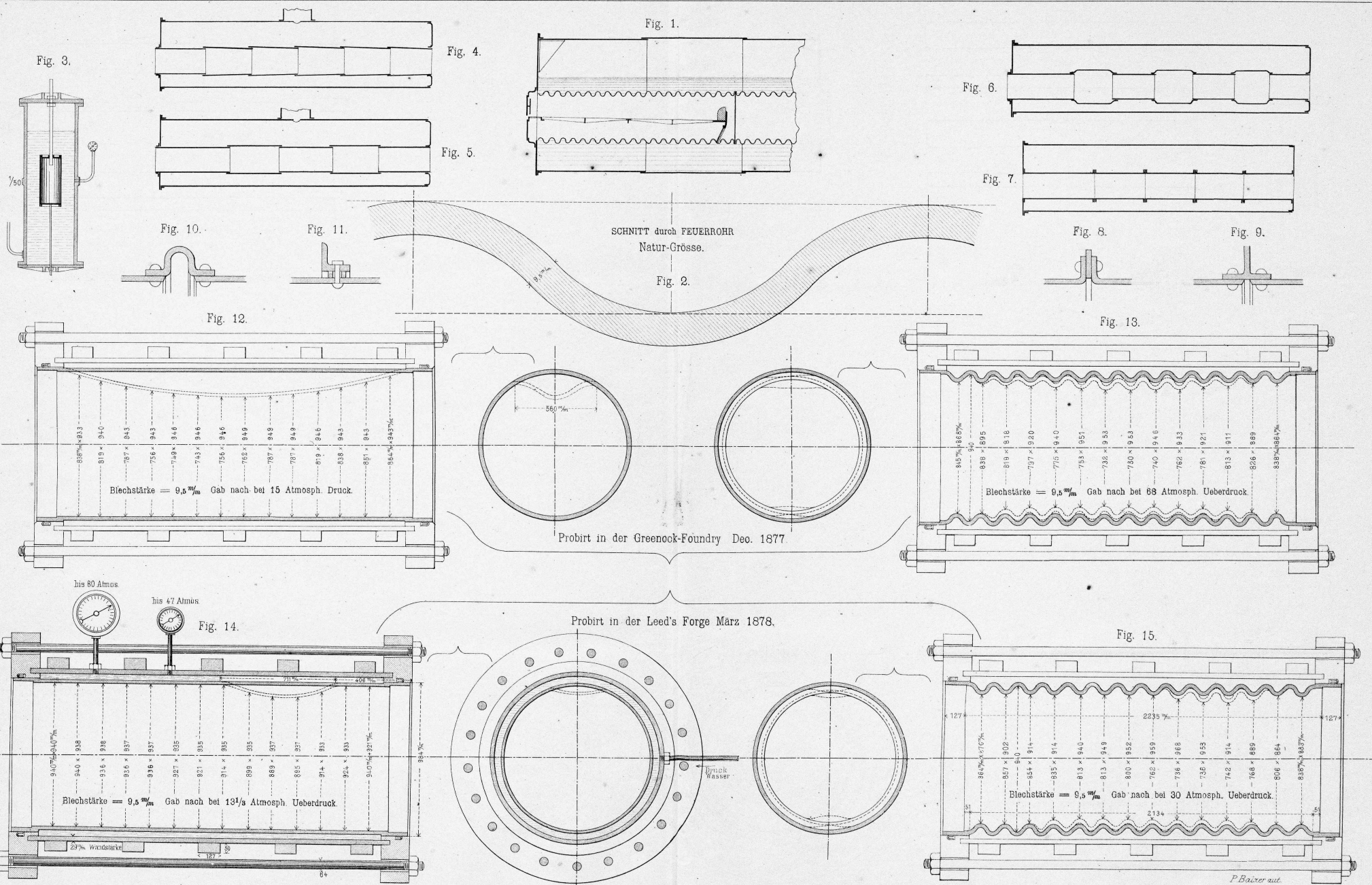
Der Hartguss und seine zunehmende Bedeutung für die Eisenindustrie,

von

Julius von Schütz, Ingenieur.

I. Fabrication des Hartgusses.

Infolge der geringen Schwierigkeiten, welche die Verarbeitung des Gusseisens bietet, gingen schon seit verschiedenen Jahrzehnten die Bestrebungen, namentlich amerikanischer Ingenieure dahin, die verhältnissmässig engen Grenzen, welche die unvollkommenen Eigenschaften dieses Materials seiner Anwendung im Maschinenbau ziehen, durch Vervollkommenung derselben zu erweitern. Besonders ist es bekanntlich die geringe absolute Festigkeit des gewöhnlichen Gusseisens, welche seine Verwendung zu einer grossen Zahl von Maschinenteilen entweder vollständig ausschliesst oder mit anderweitigen Nachtheilen verknüpft, indem sie unverhältnissmässig schwere Constructionen bedingt, und man bemühte sich daher, diesem Mangel des im Uebrigen so vortrefflichen Materials durch die verschiedenartigsten Gussverfahren, namentlich durch sorgfältige Auswahl und Mischung der besseren Roheisensorten abzuheilen. Hierdurch entstand eine grosse Zahl von Modificationen mit zum



Seite / page

leer / vide /
blank

Theil chemisch und mechanisch, zum Theil hauptsächlich mechanisch gebundenem Kohlenstoff, unter denen neuerdings das sogenannte *Hartgusseisen* allgemeinere Aufmerksamkeit erregt, indem es sich durch seine werthvollen Eigenschaften Verwendung in den verschiedensten Zweigen der Industrie verschafft hat.

Wie schon angedeutet, waren es anfänglich ausschliesslich amerikanische Ingenieure, welche sich durch derartige Versuche verdient machten, und infolge dessen war auch Amerika in der Verwendung des Hartgusseisens der übrigen industriellen Welt um eine geraume Zeit voraus. In Deutschland speciell beschränkte sich anfangs die Industrie auf vereinzelte Versuche in der Herstellung von Hartgusswalzen, bis es Mitte der fünfziger Jahre, unabhängig von einander ziemlich gleichzeitig zwei Maschinenfabrikanten, den Herren *Ganz & Co.* in Ofen und *H. Gruson* in Buckau nach jahrelangen Bemühungen gelang, den Hartguss auf eine solche Stufe der Vollendung zu bringen, dass seine allgemeine Verwendung in den verschiedensten Industriezweigen, wie sie heute stattfindet, schon damals nur als eine Frage der Zeit betrachtet werden konnte.

Nichtsdestoweniger stösst man über den Begriff „Hartguss“, selbst in technischen Kreisen häufig auf ziemlich unrichtige oder unklare Ansichten, was freilich natürlich ist, da einerseits der sogenannte Hartguss sich überhaupt nicht als eine unter festen Procentsätzen aus bestimmten Grundstoffen bestehende Mischung definiren lässt; andererseits aber manche Fabricanten, welche Hartguss zu produciren vorgeben, Fabricate mit diesem Namen bezeichnen, die denselben ihren Eigenschaften nach gar nicht verdienen und nur im Stande sind, ihn in Misscredit zu bringen.

Besondere Verwirrung in die Begriffe musste speciell der Umstand bringen, dass man in der Militärsprache unter Hartguss lediglich das in eiserner Form, der Coquille, gegossene Material versteht, während die Hauptvertreterin der Hartgussfabrication in Deutschland, die *Gruson'sche* Fabrik, noch verschiedene andere vervollkommnete Gusseisensorten unter diesen Namen begreift und generell zwischen „in Coquille gegossenem“ und „nicht in Coquille gegossenem“ Hartguss unterscheidet.

Schon aus dem Gesagten erhellt, dass es unmöglich sein würde, in einem kurzen Aufsätze Alles dasjenige erschöpfend zu behandeln, was man unter Hartguss versteht, ganz abgesehen davon, dass infolge der Geheimhaltung der verschiedenen Fabricationsmethoden absolut sichere Quellen fehlen und es geht daher unsere Absicht nur dahin, irthümlichen Auffassungen zu begegnen und den weiten Kreis, in welchem sich bisher die Ideen bewegten, etwas zu verengern.

a) Die Grundstoffe des Hartgusses und ihre Mischung.

Die Bestrebungen hinsichtlich der Herstellung von Hartgusseisen sehen wir von Anfang an in zwei verschiedene Richtungen auseinander gehen. Einerseits versuchte man durch directes Verfahren mit verschiedenen Eisenerzen, besonders manganhaltigem Brauneisenstein unter Anwendung von Holzkohlen bei der Verhüttung zum Ziele zu gelangen, andererseits beschränkte man sich auf ein Zusammenschmelzen verschiedener Roheisensorten, welches letztere Verfahren als das am meisten verbreitete zu bezeichnen ist.

Entsprechend den fast entgegengesetzten Eigenschaften des auf Coquille gegossenen Hartgusses, der bedeutenden Härte auf der Oberfläche und der ausserordentlichen Zähigkeit in den inneren Schichten, ging man bei der Herstellung desselben von zwei Roheisensorten aus, welche einzeln diese Eigenschaften besitzen, dem stahlharten weissen Roheisen und dem tiefgrauen weichen Roheisen. Diese beiden Sorten repräsentiren die reinsten Gattungen, welche überhaupt erblasen werden, und unterscheiden sich bekanntlich nicht nur durch ihre physikalischen Eigenschaften, sondern vor allen Dingen durch ihre chemische Zusammensetzung.

Das weisse, überaus kohlenstoffreiche Roheisen enthält fast den ganzen Kohlenstoffgehalt chemisch gebunden, während in dem grauen Roheisen über 50% mechanisch in Graphitausscheidungen gelagert sind. Gehen wir nun von der Annahme aus, dass eine Hartgussmasse hauptsächlich aus einer Mischung dieser beiden Materialien besteht, so ist es klar, dass sich ihre

Eigenschaften nicht nur durch die Procentsätze der Mischung, sondern auch wesentlich dadurch modificiren lassen, dass man der stets beim Erstarren vorhandenen Neigung zu Kohlenstoffausscheidungen mehr oder weniger vorbeugt. Letzteres wird vorzüglich durch eine Beschleunigung der Erstarrung erreicht, welche sich durch schnelle Wärmeentziehung mittelst gusseiserner Formen leicht bewirken lässt. Die Fabrication des Hartgusses erscheint hiernach verhältnissmässig einfach und würde dies in der That auch sein, wenn nicht unzählige andere, manchmal scheinbar geringfügige äussere Umstände dabei von Einfluss wären. Zunächst muss erwähnt werden, dass die Mischung allerdings meistens vorzüglich aus den beiden oben genannten Roheisensorten bestehen wird, dass sie sich aber im Uebrigen durchaus nicht darauf beschränkt, indem unter Umständen erfahrungsgemäss verschiedene Zusätze zum Beispiel von Mangan oder auch von Schmiedeeisen und Stahl vorthellhaft für die Eigenschaften der Gussmasse sind.

Eine Hauptschwierigkeit aber ergibt sich für den Fabricanten aus dem Umstande, dass es unmöglich ist, fortdauernd Roheisenlieferungen von absolut gleicher Qualität zu beziehen, und da ist es nun lediglich der Erfahrung des Hüttenmeisters anheim gegeben, durch entsprechende Aenderung der Procentsätze das für den bestimmten Zweck als normal festgesetzte Mischungsverhältniss dennoch zu erreichen.

Das Niederschmelzen selbst geschieht in grossen Flammöfen oder auch in Coaks-Cupolöfen.

Besonders begünstigt sind übrigens in Bezug auf die Beschaffenheit der Grundstoffe des Hartgusses die deutschen Fabricanten, da der Holzkohlenreichtum Deutschland's und die Qualität seiner Eisenerze das Erblasen jener mehrfach genannten Roheisensorten in einem Grade der Vorzüglichkeit gestatten, welcher in wenigen andern europäischen Staaten zu erreichen sein dürfte.

b) Hartguss in Coquille.

Von dem Einfluss der Coquille auf den Guss ist bereits oben gesagt worden, dass dieselbe durch schnelle Abkühlung ein chemisches Binden des Kohlenstoffs in den äusseren Schichten des Gusstückes bezweckt. Hierdurch entsteht an der Oberfläche eine Schicht weissen Eisens, welche allmähig nach dem Innern zu in eine aus grauem Eisen bestehende übergeht. Den Uebergang zwischen beiden bildet eine Schicht von halbirtem Eisen. Wie schon früher erwähnt, kommt das weisse Eisen an Härte gehärtetem Gusstahle gleich, während das graue ausserordentlich zähe ist. Man löste also das Problem der Vervollkommnung des Gusseisens in der Weise, dass man eine stahlharte Schicht auf weicher zäher Unterlage bildete, wobei es hauptsächlich darauf ankommt, beide Schichten ohne merkbare Grenze ineinander überzuführen, indem sonst die Festigkeit des Materials überhaupt nicht zur Ausnutzung kommen könnte, da die Grenzfläche nach den gewöhnlichen physikalischen Gesetzen zugleich bei starker Inanspruchnahme zur Bruchfläche werden würde. Hier ist es nun *Gruson*, welchem das Verdienst gebührt, das Problem durch richtige Wahl der Mischungsverhältnisse und Coquillenstärken zuerst allseitig in der vollkommensten Weise gelöst zu haben, wie es ihm ja auch zuerst gelang, seinen Hartguss nicht nur für allgemein technische Zwecke, sondern auch für Geschosse und Panzerungen Verwendung zu schaffen, in welchem letzteren Fabricationszweige er bis jetzt als alleiniger Producent dasteht.

Die Bruchfläche eines in Coquille gegossenen Hartgusstückes bringt übrigens auch dem Laien die Eigenschaften desselben sofort zur Anschauung und gewährt sogar dem mit der Fabrication Vertrauten einen ziemlich sicheren Rückschluss auf die gewählten Grundstoffe.

Die harte, aus weissem Eisen bestehende Schicht zeigt ein regulär krystallinisches Gefüge feiner Fasern, welche strahlenartig von der Oberfläche ausgehen und in einer Schicht halbirtens Eisens allmähig verlaufen. Abermals in unmerklicher Weise geht alsdann die letztere in das feinkörnige Gefüge der grauen Eisenschicht über.

Endigt dagegen die Faserschicht in einer sichtbaren Grenzlinie, wie dies bei vielen schlechten Hartgussfabricaten der Fall ist, so kann mit vollkommener Sicherheit daraus geschlossen

werden, dass der Guss misslungen ist, und dass das betreffende Stück keine der gewünschten Eigenschaften besitzt.

Die verschiedenen Schichten selbst können nun dem Zwecke des Gussstückes entsprechend genau in ihrer Stärke regulirt werden und zwar abermals zunächst durch die Procentsätze der Grundstoffe, sodann aber vor Allem durch die gehörigen Dimensionen und die richtige Vorwärmung der Coquille. Beides ist von besonderem Belang für den Härtegrad, da zu grosse Härte infolge zu niedriger Temperatur der Coquille oder zu hoher Temperatur der Gussmasse in Sprödigkeit übergeht und alle Vorzüge einbüsst.

Uebrigens sind des Interesses halber auch mannigfache Versuche hinsichtlich des Verhaltens von gewöhnlichem Gusseisen bei Anwendung der Coquille gemacht worden, und zwar speciell mit dem gewöhnlichen schottischen Coakseisen. Auch bei diesem macht sich der Einfluss der Coquille auf das chemische Binden des Kohlenstoffs bemerkbar und zwar in einer dünnen harten Schicht, während das übrige Eisen ein sehr feines Korn und eine erhöhte Festigkeit zeigt.

Bezüglich der Fabrication des Hartgusseisens muss endlich noch erwähnt werden, dass von jedem Gusse Abstichproben genommen und in entsprechende Coquillen gegossen werden, um nachher zu Festigkeitsversuchen zu dienen, und es ist bekannt, dass in den bedeutenderen Etablissements die Praxis herrscht, äusserlich ganz vollkommene Gussstücke nichtsdestoweniger rücksichtslos zu zerschlagen, wenn die Probestücke irgend welche Fehler im Gefüge oder in ihren Leistungen zeigen.

Die Bearbeitung der auf Coquille gegossenen Flächen, bietet naturgemäss grosse Schwierigkeiten und man lässt daher die Coquille sich nur auf diejenigen Theile des Gussstückes erstrecken, welche eine harte Oberfläche erfordern. Erst nach langen Bemühungen ist es gelungen, mit Anwendung von besonders construirten und gehärteten Schleifsteinen und Schmirgelscheiben eine practisch brauchbare Bearbeitungsmethode für die harten Flächen zu finden.

Fabricirt wird unter Anwendung der Coquille das Hartgusseisen in der *Gruson'schen* Fabrik besonders in fünf Qualitäten, welche sich, ihrem Zwecke entsprechend, durch ihre Härtegrade unterscheiden: *Herzstück-, Räder-, Geschoss-, Walzen- und Panzereisen*, und zwar ist die erste Sorte die weichste, die letztere dagegen die härteste.

Diese Rubricirung hat jedoch nur den Zweck den Consumenten die Bestellung hinsichtlich des nöthigen Härtegrades zu erleichtern, da selbstverständlich einer grossen Anzahl von Fabricaten Härtegrade gegeben werden, welche mit keiner der obengenannten fünf Qualitäten genau übereinstimmen, sondern Mittelclassen zwischen ihnen bilden.

c) Hartguss ohne Anwendung der Coquille.

Kaum geringere Bedeutung als die in Coquille gegossenen haben für den Maschinenbau die ohne Anwendung derselben erzeugten Hartgussfabricate.

Es ist schon erwähnt, dass die geringe absolute Festigkeit des gewöhnlichen Gusseisens seiner ausgedehnten Anwendung für den Maschinenbau hindernd in den Weg tritt und namentlich verhältnissmässig schwere Constructionen erfordert, die besonders bei schwingenden Theilen von beträchtlichem Einfluss auf den leichten Gang der Maschine sind. Da nun für derartige Maschinentheile die äussere Härte ohne Werth ist, und nur die Bearbeitung erschwert, so strebte man in zweiter Linie danach, das Metall in der Weise zu modificiren, dass es ohne zu grosse äussere Härte dieselbe Widerstandsfähigkeit gegen Stösse und Durchbiegungen behielte. Man abstrahirte daher von der Anwendung der Coquille und beschränkte sich lediglich auf sorgfältige Auswahl und Mischung der Grundstoffe, welche letztere im Wesentlichen, höchstens unter etwas veränderten Procentsätzen, dieselben sind wie die des Coquillengusses. Je nach ihrer Bestimmung werden solche Stücke in nassem Sande oder in getrockneten Masse beziehungsweise Lehmformen gegossen, und ergibt naturgemäss das erstere Verfahren ein härteres, das letztere ein weiches Material.

Der Bruch beider Arten von Gussstücken zeigt ein sehr feinkörniges Gefüge, während die Farbe bei dem härteren in einem helleren, bei den weicheren in dunklerem Grau besteht.

Die mit Stäben aus diesem Material angestellten zahlreichen Festigkeitsproben ergaben bei entsprechend normaler Inanspruchnahme im Vergleich mit anderen die Durchschnittsresultate, welche in nachstehender Tabelle zusammengestellt sind. Die Proben hatten 26,15 $\frac{m}{m}$ im Quadrat-Querschnitt und waren in 942 $\frac{m}{m}$ Entfernung unterstützt.

Material	Trug Belastung kilogr.	Beanspruchung pro Quadratmilli- meter
Bestes schottisches Roheisen	300 bis 375	23,7 bis 29,6
Bestes graues Holzkohleneisen	400 bis 450	31,6 bis 35,5
Hartguss	550 bis 600	43,4 bis 47,4

Hierbei zeigte sich bei den Hartgussstäben eine Durchbiegung von 16 bis 25 $\frac{m}{m}$, welche nach Wegnahme der Belastung fast ganz wieder verschwand und die grosse Elasticität des Materials bewies.

Um auch genaue Auskunft über den Bruchmodul des Materials zu erhalten, wurden mit Hilfe eines hydraulischen Druckapparates zahlreiche Bruchversuche mit Hartgussstäben angestellt, deren Durchschnittsresultate für Stäbe von 50 $\frac{m}{m}$ im Quadrat bei 1000 $\frac{m}{m}$ Stützweite die folgenden sind:

Material	Bruch unter einer	
	Durchbiegung Millim.	Beanspruchung pro Quadratmilli- meter kilogr.
Gutes Cokeisen	9	23,5
Herzstückeisen	13	31,6
Rädereisen	12	36,6
Panzereisen	10	38,5
Geschosseisen	11	39,0

Der scheinbare Widerspruch beider Tabellen hinsichtlich der Beanspruchung pro Querschnittseinheit erklärt sich daraus, dass ohne Anwendung der Coquille Gussstücke von grösserem Querschnitt stets ein weniger feinkörniges Gefüge erhalten als solche von geringerem Querschnitt und daher in Bezug auf absolute Festigkeit niedrigere Resultate geben als letztere.

Aber auch abgesehen von der ersten Tabelle sprechen die Resultate der zweiten an und für sich besser als alle Worte für die Verwendbarkeit des Hartgusses im Maschinenbau, und in der That hat die Erfahrung bereits gelehrt, dass zahlreiche Maschinentheile, welche man früher mit grossen Kosten aus Schmiedeeisen herstellte, ohne irgend welche Gefahr und Nachtheile aus Hartguss angefertigt werden können, dessen Bearbeitung ausserdem keinerlei Schwierigkeiten bietet.

Wie wir im folgendem Abschnitt sehen werden, ist die Bedeutung des Hartgusses für die Eisenindustrie trotz der Kürze der Zeit bereits allgemein anerkannt, und auch die Fabrication würde bereits weit mehr verbreitet sein, wenn sie nicht mit grossen Schwierigkeiten verknüpft wäre, die in der That einen interessanten Rückschluss auf die bedeutenden Opfer gestatten, welche die ersten Forscher auf diesem Gebiete aufwenden mussten, um zum Ziele zu gelangen. Und auch heute noch, wo der Gegenstand bereits anfängt bekannter zu werden, wird wohl jeder Anfänger in dieser Fabrication sich auf eine verhältnissmässig grosse Anzahl von Misserfolgen gefasst machen müssen, da es bis jetzt an Literatur über den Gegenstand fehlt und jeder Einzelne darauf angewiesen ist, die lange Bahn mühseligen Experimentirens, welche die ersten Forscher zum Ziele führte, von Neuem zu betreten; denn so leicht, wie die Erzeugung von mittelmässigen Hartgussfabricaten ist, so schwierig ist es, dieselben mit Sicherheit in solcher Güte herzustellen, wie sie jetzt von den mit langjähriger Erfahrung ausgerüsteten Giessereien geliefert werden.

II. Zunehmende Bedeutung des Hartgusses für die gesammte Eisenindustrie.

Um den einheitlichen Gang der Entwicklung nicht zu stören, haben wir es in den vorigen Abschnitten unterlassen, auf die verschiedenen Arten der Verwendung, welche der Hartguss gefunden, näher einzugehen und es vorgezogen, dieselben in einem besonderen Theile möglichst in derselben chronologischen Reihenfolge zu behandeln, in welcher sie in der Industrie Eingang finden, und zwar führt uns dieselbe in erster Linie auf das Gebiet der Eisenbahnen.

a) Verwendung des Hartgusses im Eisenbahnbetrieb.

Schon in der Einleitung haben wir darauf hingewiesen, dass Jahre hindurch die Hartgussindustrie in Deutschland sich auf die vereinzelte Herstellung von Walzen beschränkte, während auffallender Weise in derselben Zeit die Amerikaner bedeutende Erfolge darin erzielten. Es erklärt sich diese Erscheinung dadurch, dass in Amerika eine grosse Zahl von Eisensorten so, wie sie aus den Erzen gewonnen werden, zu einem vorzüglichen Hartgussmaterial verwandt werden können, während die in Deutschland erblasenen erst nach sorgfältiger Auswahl und Mischung hierzu geeignet sind.

Die Schwierigkeit des Verfahrens und der ausserordentlich zweifelhafte Erfolg hatten daher naturgemäss eine grosse Zahl von Forschern auf diesem Gebiete von weiteren Versuchen zurückgeschreckt, so dass der Gegenstand bereits mehr und mehr in den Hintergrund trat, als plötzlich ein unerwarteter Fortschritt auf's Neue die allgemeine Aufmerksamkeit auf ihn richtete, die Fabrication der *Hartguss-Herzstücke*, welche Ende der fünfziger Jahre zuerst von *Gruson* angefertigt wurden und sich durch ihr vorzügliches Verhalten sofort die Gunst der Eisenbahningenieure erwarben.

Die damals üblichsten und auch heute noch vielfach angewendeten Herzstücke, sind aus Stuhl- oder Fusschienen zusammengesetzt, welche im Winkel gegeneinander stossend, die Spitze bilden, wobei die seitliche Führung der Räder ebenfalls durch zwei gebogene Schienenstücke bewirkt wird. Das ganze System ist auf eine starke Blechplatte geschraubt beziehungsweise genietet, oder es ruht, wenn Stuhlschienen verwendet sind, in langen Stühlen, welche letztere direct auf die Schwellen geschraubt werden. Diese Herzstücke tragen jedoch verschiedene empfindliche Mängel. Zunächst setzte die grosse Zahl einzelner, durch Nieten oder Schrauben mit einander verbundener Theile den gewaltigen Stössen der über die geschwächte Stelle fort-eilenden Massen zu wenig Widerstand entgegen, so dass infolge der ungleichen Belastung entweder die Spitze oder die Zwangsschienen sich lockerten und schliesslich lostrennten, obgleich man die später angewandte verbindende Unterplatte, von Jahr zu Jahr verstärkte. Andererseits aber lag ein grosser Fehler in dem ausserordentlichen Verschleiss, welchem die Spitze des Herzstückes ausgesetzt war, da man dieselbe weder durch allmähliges Verlaufen in die Unterlagsplatte noch durch Ueberhöhung der Zwangsschienen entlasten konnte. So entstanden ein Zerdrücken der Spitze und ein Abbrechen der Zwangsschienen, und selbst die Anwendung des besten Materials, des Stahles und der schärfsten Beobachtung, konnten häufige Unglücksfälle, welche aus den Mängeln dieser Herzstücke entstanden, nicht verhüten.

Aus diesen Gründen wurden früher bei einzelnen Bahnen gusseiserne Herzstücke versucht, doch zeigten sich diese zu weich und bedurften zu häufiger betriebstörender Auswechselungen.

Allen diesen Uebelständen halfen die Herzstücke aus Hartguss in glücklichster Weise ab. Die zahlreichen Theile wurden zu einem Stücke verbunden; die Oberflächen, welche nach einander von dem darüber rollenden Rade berührt wurden, konnten der Conicität desselben entsprechend construirt werden, die Spitze wurde entlastet, so dass sie nur als Zwangsschiene diente; die Oberflächen der Schienen endlich wurden durch die Härte, welche der Coquillenguss erzeugt, gegen Abnutzung geschützt.

Selbstverständlich werden aber durch diese Construction nicht nur die Herzstücke selbst, sondern auch die Räder und

Federn der Locomotiven und Wagen vor übergrossem Verschleiss bewahrt, da die Stösse zum grössten Theil wegfallen oder doch bedeutend abgeschwächt werden.

Endlich verdient hervorgehoben zu werden, dass diese Herzstücke das Anlegen jeder beliebigen Schiene gestatten, ohne dass letztere besonders bearbeitet zu werden braucht. Die Verbindungen geschehen auf die verschiedenste Weise, deren detaillirte Beschreibung zu weit führen würde; die gewöhnlichste wird mit Hilfe eines an die Sohle des Herzstückes angegossenen Ansatzes, des sogenannten Kopfes bewirkt, an dessen beiden äusseren Flächen die inneren Schienenprofile sich genau anschliessen und vermittelt durchgehender Schraubenbolzen fest angepresst werden.

Natürlich wurden diese Vorzüge vom ersten Augenblick an in allen betheiligten Kreisen vollkommen erkannt und gewürdigt, und da die Hartguss-Herzstücke hinsichtlich ihrer Dauerhaftigkeit das in sie gesetzte Vertrauen vollständig rechtfertigten, indem sie über zehn Jahre den Betrieb aushielten, ohne einer Auswechslung zu bedürfen, so sehen wir sie heute in deutschen und ausserdeutschen Staaten ausserordentlich verbreitet.

Nicht minder günstige Aufnahme wie die Herzstücke fanden einige Zeit nachher auch Kreuzungsstücke und Zwangsschienen, sowie Schienen für Wegeübergänge, deren Anfertigung aus Hartguss man nach dem ersten Erfolge sofort in Angriff genommen hatte.

Zu erwähnen ist endlich noch, dass auch bei Gruben- und Pferdebahnen der Hartguss für Herzstücke und Kreuzungen, ebenso wie die Curvenschienen und Weichen sich im Laufe der Zeit mehr und mehr eingebürgert hat.

Dem Beispiele der Amerikaner folgend, versuchte man nunmehr auch in Deutschland die Fabrication der *Hartgussräder für Eisenbahnen*. Die Hauptschwierigkeit lag hier in der Vermeidung von Spannungen in den schwächeren Theilen, d. h. den Scheiben und Armen des Rades, welche stets Veranlassung zu Brüchen gaben. Indessen wurden diese Uebelstände in verhältnissmässig kurzer Zeit beseitigt, worauf angestellte officiële Versuche so günstige Resultate lieferten, dass die preussische Regierung keinen Anstand nahm, die Hartgussräder für sämtliche Eisenbahnen zu concessioniren.

Obgleich nun in der Folge Parallelversuche, welche im Jahre 1864 die Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn mit den Rädern verschiedener deutscher und ausserdeutscher Fabriken anstellte, entschieden zu Gunsten des deutschen Materials ausfielen, und ferner eine Versammlung von Eisenbahntechnikern in München im Jahre 1868 die Verwendung der Hartgussräder von erprobten Lieferanten unter Güterwagen ohne Bremse für statthaft erklärte, so sind sie doch seitdem in Deutschland aus dem Eisenbahnbetriebe durch Gussstahl wieder vollständig verdrängt, beziehungsweise in ihrer Verwendung auf Drehscheiben, Schiebebühnen und Bahnmeisterwagen reducirt worden, während sie in Oesterreich und Amerika fast ausschliesslich verwendet werden. Bei *Pferdebahnen* dagegen, *Strassenbahnwaggons* sowie *Transportwagen für Handbetrieb* und *Erz- und Kohlenwagen für Bergwerke* haben sie sich mehr und mehr eingebürgert, um voraussichtlich nie verdrängt zu werden.

Uebrigens öffnet sich den Hartgussrädern auch im Eisenbahnbetriebe in jüngster Zeit wieder ein neuer Zweig der Verwendung und zwar durch den Bau von *Secundärbahnen*, bei denen es hauptsächlich darauf ankommt, ein billiges Betriebsmaterial zu beschaffen.

Naturgemäss ist man hierbei auf die Hartgussräder zurückgekommen und verwendet sie sogar für Locomotiven, ohne dass sich bis jetzt irgend welche Nachtheile daraus ergeben hätten.

Ziemlich allgemeine, wenngleich weniger ins Auge fallende Verwendung wie für Herzstücke und Räder hat der Hartguss (ohne Coquille) im Eisenbahnbau für *Bremsklötze* gefunden, welche infolge ihrer grossen Festigkeit kleine Dimensionen gestatten und sich weder selbst besonders abnutzen, noch auch die Bandagen der Räder übermässig angreifen.

Schliesslich ist noch eines eigenthümlichen Fabricationszweiges zu gedenken, in welchem der Hartguss Verwendung gefunden hat, nämlich der Fabrication von *Signalglocken*. Seine grosse Festigkeit und Härte, lässt ihn den Stössen des An-

schlaghammers mit Leichtigkeit widerstehen, während sein feines und festes Gefüge den Glocken einen reinen und hellen Klang verleiht.

b) Verwendung des Hartgusses in der Maschinenindustrie.

Schon im ersten Abschnitt haben wir erwähnt, dass die Hartgussmischungen ihren Bestimmungen nach verschiedenen Modificationen unterliegen, während nämlich im Eisenbahnbetriebe die beiden weichsten Sorten verwendet werden, erfordert die Maschinenindustrie wesentlich härtere.

Speciell Hauptbedingung ist eine möglichst grosse Härte der Oberfläche für denjenigen Theil der Maschinenindustrie, in welchem der Hartguss die verbreitetste Anwendung gefunden hat, für die Fabrication der *Walzen*.

In der That erscheint der Coquillenguss mehr als irgend ein anderes Material geeignet für diesen Fabricationszweig, da ohne besondere Härtung eine harte Oberfläche aus der Form hervorgeht, während der zähe Kern die Walze vor Brüchen bewahrt.

Natürlicherweise sind derartige Vorzüge in allen technischen Kreisen vom ersten Augenblick an, wo der Hartguss bekannt wurde, richtig gewürdigt worden, und wir sehen daher nicht nur in Amerika, wo man von vorn herein die Sache energischer angefasst hatte, sondern auch in England und Deutschland die Bestrebungen sich hauptsächlich auf diesen Fabricationszweig concentriren.

Die Hauptschwierigkeit, welche früher die meisten deutschen Ingenieure abgeschreckt und bewogen hatte, die Sache wieder aufzugeben, das Auffinden einer richtigen Mischung, konnte allerdings als überwunden betrachtet werden, nachdem infolge der ausgedehnten Hartgussproduction aus deutschen Roheisensorten hinreichende Erfahrungsregeln bekannter geworden waren, dagegen zeigte sich eine andere kaum geringere in der ausserordentlichen Härte des Materials, welche einer Bearbeitung mit gewöhnlichen Hilfsmitteln spottete.

Die Fabrication beschränkte sich daher Anfangs auf solche Walzen, welche keiner Bearbeitung bedurften, wie z. B. rohe Quetschwalzen, ferner glatte und geriffelte Walzen und Walzenringe für Erz-, Thon-, Quarz-, Schmirgel- und Schamottmühlen. Namentlich für geriffelte Walzen zeigte sich der Hartguss schon damals ausserordentlich geeignet, da die Riffeln vollkommen exact aus dem Gusse hervorgingen und keiner Bearbeitung bedurften.

Ferner können wir an dieser Stelle zugleich einiger anderer Artikel Erwähnung thun, welche ebenfalls schon in den ersten Jahren fabricirt wurden und gleich den Walzen die Bestimmung des Zerkleinerns haben, z. B. Läufersteine und Bahnen für Thon- und Schamottmühlen, sowie namentlich auch für Giesereizwecke, Brechbacken für Stein- und Erzbrecher, Brechschnecken für Cementmühlen, Mahlkränze für Salz- und Kohlenmühlen, geriffelte Conen für Hanfbrecher, Stempel, Roste für Pochwerke, Hämmer zum Zerschlagen von Steinen, Erzen und so weiter, Rammhäute zum Zerkleinern von Gusstücken, Stopfhacken für die Schwellenlegung beim Eisenbahnbau, Bohr- und Treibfäustel für Bergwerke a. A. m.

Indessen liessen die erhöhten Anforderungen der Industrie die Nachfrage nach vollkommen bearbeiteten Walzen in den letzten zehn Jahren bedeutend steigen. Namentlich die Papierfabrication erheischt Walzen, deren Oberflächen nicht nur vollkommen cylindrisch, sondern auch so fein geschliffen sein müssen, dass sie fast hermetisch aneinander schliessen und z. B. aufgegoßenes Wasser nicht hindurch lassen, da die geringste Ungenauigkeit einen durch vier oder fünf Paare sich hindurch windenden Papierstreifen unfehlbar zerreißen würde.

Für eine derartige Genauigkeit erwies sich selbst die Fertigkeit der geschicktesten Arbeiter als unzureichend, und man versuchte daher die Construction von Schleifbänken, welche selbstthätig eine mathematisch genaue cylindrische Oberfläche der Walzen herstellen, ein Problem, welches heute auch in Deutschland als vollkommen gelöst betrachtet werden darf.

Wenn wir bei Behandlung der geschliffenen und polirten Hartgusswalzen die zur Papierfabrication dienenden besonders herausgriffen, so geschah dies weniger der allgemein verbreiteten Anwendung wegen, welche sie in diesem Zweige gefunden

haben, sondern hauptsächlich aus dem Grunde, weil diese eine sorgfältigere Bearbeitung als alle andern erfordern, denn auch für die Silberdraht-, Kupfer-, Messing-, Blech- und Gummipplatten-Fabrication ist die Nachfrage nach vollständig bearbeiteten Hartgusswalzen in den letzten fünf Jahren ausserordentlich gestiegen, und in der Mehlfabrication scheinen sie neuerdings die übrigen Systeme (Bisquitwalzen u. s. w.) zu verdrängen.

Auch für die Herstellung der *Kaliberwalzen* eignet sich das Hartgusseisen, indem sich nach den Urtheilen zahlreicher Walzwerkbesitzer die Härte derselben vorzüglich bewährt.

Selbstverständlich hat der Hartguss in demselben Grade wie für die Walzenfabrication auch für andere Werkzeugmaschinen Verwendung gefunden, für Ambosse, Gesenke, Dampfhämmer-Einsätze, Matrizen und Patrizen für Schrauben und Mutternfabrication, Lochplatten für Schmiedezwecke und Zieheisen für Röhren u. s. w.

Wurde in dieser Weise ursprünglich der Hartguss (Coquillen-Hartguss) für solche Maschinentheile verwendet, deren Bedingung es ist, Eisen oder sonstige harte Materialien umzuformen oder zu zerstückeln, so führte die grosse Festigkeit von Hartgussbarren, welche die Versuche ergaben, sehr bald zu seiner weiteren Verwendung für den Maschinenbau.

Mit einer Leichtigkeit, wie bei keinem andern Metall, lässt sich auf Hartgussstücken eine partielle Härtung der Oberfläche herstellen, wie sie manche Maschinentheile erfordern, während man im Uebrigen dieselben weich giesst, so dass sie der Bearbeitung keinerlei Hindernisse bieten.

Es bedarf wohl kaum des Hinweises darauf, welche Erleichterung diese Eigenschaften des Hartgusses in Verbindung mit einer Festigkeit, welche beinahe derjenigen des Schmiedeeisens gleichkommt, für die Construction vieler Maschinentheile bietet, die früher mit grossen Kosten aus Stahl angefertigt oder mit demselben ausgelegt werden mussten. Insbesondere sind alle diejenigen Maschinentheile, welche bei ihrer Kraftübertragung eine gleitende Bewegung annehmen müssen, in diese Kategorie zu zählen, wie z. B. Geradföhrungen, Kreuzkopfschuhe für Locomotiven, Hebdaumen, Excentrics, Führungsrollen für Seile und Ketten, Kettentrommeln für Schleppschiffe.

Nicht weniger wichtig sind die Anwendungen, welche der Hartguss im Bau der landwirthschaftlichen Maschinen gefunden hat, wo er meistens zu solchen Theilen verwendet wird, welche früher aus Stahl verfertigt wurden, wie z. B. die Pflugschare an Säemaschinen, die Finger an Mähmaschinen, die Schrammschuhe an Strassenreinigungsmaschinen, oder auch die Steinsetzrammen zum Einrammen von Pflastersteinen, die Mäntel für Chaussée-walzen.

Der Uebersicht wegen haben wir uns bis hierher nur mit der Verwendung des Coquillenhartgusses beschäftigt und wollen nunmehr zu der andern für den Maschinenbau nicht weniger wichtigen Gattung übergehen.

Anwendung des ohne Coquille erzeugten Hartgusses im Maschinenbau.

Ein Blick auf die im ersten Abschnitt aufgestellten Tabellen genügt, um uns die Gewissheit zu geben, dass eine grosse Zahl von Maschinentheilen, welche man früher mit grossen Kosten aus Schmiedeeisen herstellte, nunmehr billiger aus Hartguss angefertigt werden können, dessen Festigkeit der des Schmiedeeisens ja nur wenig nachgibt. Hierher gehören insbesondere alle diejenigen Maschinentheile, deren complicirte Form oder grosse Dimensionen das Schmieden erschweren, während das gewöhnliche Gusseisen schwere Constructionen erfordern würde, wie z. B. Balanciers, gekröpfte Wellen, Traversen, Kurbeln, Pleuelstangen, Dampfkolben und Kolbenringe, ferner alle Arten von Trägern und Säulen u. s. w.

Für die Construction der *Dampfkolben* ist die Festigkeit des Hartgusses, welche die Wahl leichter Dimensionsverhältnisse gestattet, von ganz besonderer Wichtigkeit, da bei grossen Umdrehungszahlen ein schwerer Kolben vom störendsten Einfluss auf den Nutzeffect einer Maschine ist. Die ausgedehnteste Anwendung haben die Hartgusskolben im Locomotivbau gefunden, wo es ganz besonders auf den leichten Gang der schwingenden Theile ankommt, indessen können diese Vorzüge auch

bei stabilen Maschinen unter Umständen von grosser Bedeutung sein.

In welch' überraschender Weise übrigens häufig der Hartguss schwierige Probleme einer Construction zu lösen und kostspielige Anlagen zu reduciren im Stande ist, lehrt der folgende Fall:

Eine grosse Wasserhaltungsmaschine von 1046 $\frac{m}{m}$ Kolbendurchmesser mit gusseisernen Kolben, war auf Glockenventil construirt, doch traten infolge zu kleiner Durchlassöffnungen in dem Kolben unleidliche Stösse ein, welche das ganze Gebäude erschütterten und nicht nur den Gang der Maschine störten, sondern auch den Kolben der Gefahr des Zerbrechens aussetzten. —

Behufs Erweiterung der Durchlassöffnungen aber, musste man aus räumlichen Rücksichten überhaupt von dem Glockensystem absehen und entschloss sich zur Anlage eines Ringventils mit vier concentrischen Durchlässen, nach englischem Modell. Dieses ergab jedoch für den Kolben so dünne Wandstärken, dass an eine Herstellung aus gewöhnlichem Gusseisen nicht zu denken war und man sich wohl oder übel zu dem theuersten Material, dem Rothguss, entschloss, was bei den bedeutenden Dimensionen des Kolbens, 1046 $\frac{m}{m}$ Durchmesser und 315 $\frac{m}{m}$ Höhe, bezüglich der Kosten empfindlich ins Gewicht fiel. Da erbot sich *Gruson* nach derselben Zeichnung einen Kolben aus Hartguss zu giessen und für dessen Haltbarkeit zu garantiren. In der That erfüllt der letztere seine Functionen vollkommen und ist nicht nur heute, nach mehreren Jahren, ohne die geringste Spur von Abnutzung noch im Betriebe, sondern wird auch nach dem Urtheile Sachverständiger vermuthlich ebenso lange seine Dienste verrichten wie die Maschine selbst. Der Kolben selbst würde aus Rothguss 15 $\frac{1}{2}$ Centner gewogen haben, aus Hartguss 13 Centner, woraus sich ein Preisverhältniss von 2080 : 200 Mark beziehungsweise von 8320 : 800 Mark ergibt, da es sich um vier Kolben von gleichem Durchmesser handelte (es kostet der Centner Rothguss 135 Mark, der Centner Hartguss 15 Mark).

Hauptsächlich in Bergwerken empfiehlt es sich, die Pumpenkolben aus Hartguss herzustellen, da derselbe dem zersetzenden Einfluss der unterirdischen Gase weit besser widersteht, als das gewöhnliche Gusseisen, Thatsachen, die auch seine Verwendung zu Pumpencylindern und ganzen Drucksätzen herbeiführten.

Die grösste Bedeutung aber hat der Hartguss für die Construction solcher Maschinentheile gewonnen, welche einem bedeutenden Druck ausgesetzt sind, da es für diese in ganz besonderem Maasse auf ein dichtes Gefüge und grosse Festigkeit ankommt. Hierzu gehören in erster Linie die *hydraulischen Cylinder*.

Der Natur der Sache gemäss, war man bei der Fabrication der hydraulischen Cylinder nur auf Gusseisen angewiesen, dessen lockeres Gefüge aber nicht nur zu häufigen Brüchen führte, sondern auch von vornherein dem Constructeur unleidliche Rücksichten auferlegte. Wollte man bei hohen Drucken einermassen sicher construiren, so musste man sich zur Wahl von bedeutenden Dimensionen entschliessen, die ausserdem häufig durch locale Verhältnisse verboten waren und bei der Natur des gewöhnlichen Gusseisens schliesslich doch keine absolute Sicherheit boten. Die natürliche Folge dieser Uebelstände war, dass man von höheren Drucken Abstand nahm oder sie durch Combination mehrerer Kolben zu erreichen suchte, wodurch wiederum die betreffenden Anlagen bedeutend vertheuert wurden.

Ganz besonders auf diesem Gebiete ist der Hartguss dem Constructeur in glücklichster Weise zur Hilfe gekommen, indem er die Druckgrössen, welche man in Rechnung ziehen darf, bedeutend erhöht hat, so dass sich z. B. Cylinder von 40 bis 50 $\frac{c}{m}$ Durchmesser und 150 $\frac{c}{m}$ Länge bei 18 $\frac{c}{m}$ Wandstärke einem Drucke von 500 Atmosphären vollkommen gewachsen zeigten.

Es bedarf wohl nicht erst einer Auseinandersetzung, welche Vortheile solche Spielräume bei der Construction von hydraulischen Hebezeugen bieten, da die Festigkeit des Materials dem Constructeur gestattet, vorzüglich die lokalen Verhältnisse und den Zweck, welchem die Maschine dienen soll, sowie unter Umständen auch die architectonische Schönheit derselben im Auge zu behalten.

Zum Schlusse müssen wir noch einer eigenthümlichen Verwendung des Hartgusses Erwähnung thun, welche weniger auf seiner Festigkeit als vielmehr auf der Dichtigkeit seines Gefüges beruht.

Die letztere Eigenschaft befähigt nämlich den Hartguss in einem höheren Grade als anderes Gusseisen den zerstörenden Wirkungen des Feuers, der Salze und Säuren zu widerstehen, wesshalb er besonders in *chemischen Fabriken*, für alle Arten von Gefässen und Retorten verwendet wird. Hierher gehören unter andern die Schmelzgefässe für Blei, Zink und andere Metalle, ferner die Kessel zum Kochen von Salzlösungen und Säuren, Härtetöpfe in Feilen-Fabriken, Schlackenstein-Formen u. s. w.

Wie aus dem Gesagten erhellt, hat der Hartguss trotz der verhältnissmässig kurzen Dauer seines Bekanntseins in Deutschland bereits ein reiches Feld der Verwendung in allen Industriezweigen gefunden.

Selbstverständlich war es unmöglich in den Spalten eines kurzen Aufsatzes alle die Maschinentheile zu behandeln, zu welchen er bereits verwendet worden ist, und aus denselben Gründen haben wir uns aller Vermuthungen über anderweitige noch mögliche Verwendungsarten enthalten, da wir Vermuthungen und Behauptungen durch Gründe weitläufig hätten belegen müssen, während Thatsachen ohne Motivirung selbst für sich sprechen.

Ist es uns aber gelungen, auch solchen Ingenieuren, welche bisher der Sache ferner standen, die grosse Bedeutung, welche dieses Metall in Zukunft noch gewinnen wird, zur Anschauung zu bringen, so wird sicherlich die Behauptung nicht ungerechtfertigt erscheinen, dass die Verbreitung desselben mindestens ebenso sehr im Interesse der Consumenten, als in demjenigen der Fabricanten liegt. Wenngleich nun letztere seit mehr als einem Decennium unausgesetzt bemüht waren, dem Hartguss durch Versuche auch in der Privatindustrie neue Bahnen zu eröffnen, so liegt es doch auf der Hand, dass bei einem so umfangreichen Gebiete die Kräfte Einzelner nicht ausreichen, und deshalb sollte das eigene Interesse Maschinenfabricanten darauf hinweisen, auch ihrerseits Versuche anzustellen, da die Reihe derjenigen Maschinentheile, in welchen der Hartguss das Schmiedeisen, den Stahl oder den Rothguss ersetzen kann, sicherlich noch lange nicht als geschlossen zu betrachten ist.

Z. d. V. D. I.

* * *

Kleine Mittheilungen.

Entfernung des Phosphors aus dem Eisen. — J. Lowthian Bell in New-York (englisches Patent) sucht durch folgende Erfindung die oft ventilirte Frage der Entfernung des Phosphors aus dem Eisen zu lösen. Das vom Hochofen kommende Flusseisen wird mit Eisenoxyd behandelt — natürlichem Erz oder in Form von Schlacken und Nebenproducten vom Puddelprocess. Das Eisenoxyd darf natürlich keinen oder wenig Schwefel und Phosphor enthalten. Das Eisenoxyd wird in einem Cupolofen geschmolzen, wobei die Temperatur nicht so hoch steigen darf, dass dasselbe zu Metall reducirt wird. Sollte es so rein sein, dass es leicht reducirt ist, so sind Kieselsäure oder Silicate hinzuzusetzen, um die richtige Temperatur inne zu halten. Diese sollte die Schmelzhitze des Flusseisens nicht übersteigen. Dieses wird dann mit dem geschmolzenen Eisenoxyd in einem Danks'schen oder Crampton'schen revolvirenden Ofen zusammengebracht. Die Hitze darf nicht so hoch steigen, dass der Kohlenstoff aus dem Eisen schnell abgeschieden wird. Es ist wesentlich für den Erfolg, dass der Phosphor möglichst vollständig oxydirt werde, ehe der Kohlenstoff angegriffen wird. Mit dem Phosphor wird auch der grösste Theil Silicium und Schwefel abgeschieden. Die Menge Eisenoxyd soll so gross sein, dass wenn es allen Phosphor aufgenommen hat, dasselbe nicht über 7% davon enthält. Nach 5—10 Minuten ist die Abscheidung des Phosphors vollendet und das Eisen wird abgelassen u. z. direct in den Ofen, in welchem es in Schmiedeisen oder Stahl umgewandelt wird. Bleibt das Oxyd so lange mit dem Eisen in