

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 83/84 (1924)  
**Heft:** 22

**Artikel:** Ueber die Entwicklung der Gusseisensorten für den Maschinenbau  
**Autor:** Koch, Hellmuth  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-82800>

### **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:** 22.02.2026

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

INHALT: Ueber die Entwicklung von Gusseisensorten für den Maschinenbau. — Haus und Garten. — † Charles E. L. Brown. — Zur Frage des Schubmittelpunktes. — Vergleich des Eisenbahn-Güterverkehrs in verschiedenen Staaten. — Miscellanea: Verlegung der Mainbrücke Viereth unterhalb Bamberg. Bund Schweizerischer Architekten.

Internationaler Strassenbahn- und Kleinbahnverein. Kanalbagger ungewöhnlicher Abmessungen. Schweizer Azetylen-Verein. Elektrifikation der Vorortbahnen von Antwerpen. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Sektion Bern des S. I. A. S. T. S.

## Band 83.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur auf Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

## Nr. 22.

## Ueber die Entwicklung der Gusseisensorten für den Maschinenbau.

Von Dr. Ing. Hellmuth Kech, Zürich.

Die ausserordentlich mannigfachen Gusseisensorten lassen sich im allgemeinen in zwei Hauptkategorien einteilen, nämlich in Gusseisen, das keiner weiteren nachträglichen Bearbeitung unterliegt, wie z. B. Guss für Kanalisationen, Feuerungen usw., kurz Handelsguss, oder in solches, das einer nachträglichen Bearbeitung unterzogen wird, d. h. Guss, wie er vornehmlich für den Maschinenbau Verwendung findet. Es soll nun im folgenden der Versuch gemacht werden, insbesondere dem Konstrukteur zu veranschaulichen, welche Entwicklung der Maschinenguss, dieses für ihn so wichtige Konstruktionsmaterial, in den letzten Jahren durchlaufen hat, und wie die einzelnen Sorten wiederum gekennzeichnet sind.

Während man an die Stücke, die unter die Kategorie Handelsguss fallen, weniger Wert auf Qualität verwendet, liegen beim Maschinenguss die Verhältnisse gerade umgekehrt. Hier achtet man nicht nur rein äusserlich auf korrekte Ausführung, sondern richtet sein Augenmerk besonders auf Qualität des Gefüges. Die Stücke müssen ein solches Material aufweisen, dass sie sich mit den üblichen Werkzeugen mühelos bearbeiten lassen und zugleich glatte porenfreie Bearbeitungsflächen liefern. Hierzu gesellen sich noch bestimmte Anforderungen an die Festigkeit, die je nach dem Verwendungszwecke stark variieren und, wie wir weiter unten sehen werden, den zuerst gestellten Anforderungen zuwiderlaufen können. Es ist daher der Giesserei keine leichte Aufgabe übergeben, diesen Anforderungen gerecht zu werden, da das Gelingen eines Gusstückes von einer Reihe veränderlicher Faktoren, wie in erster Linie von der Geschicklichkeit und Zuverlässigkeit des Formers, dann von der Legierung, Giesstemperatur, dem Schmelzprozess usw. abhängt.

Gusseisen stellt wie bekannt eine Legierung von Eisen mit Kohlenstoff, Silizium, Mangan, Phosphor, Schwefel und einigen anderen Elementen dar, die aber, da sie in so kleinen Mengen auftreten, ohne die Eigenschaften des Gusseisens nennenswert zu beeinflussen, vernachlässigt werden können. Die wichtigste Legierungskomponente bleibt jedoch der Kohlenstoff, denn nur dessen Menge und dessen Zustandsform bedingt die Eigenschaft des Gusseisens. Er ist auch quantitativ, mit wenigen Ausnahmen, der bedeutendste Legierungsbestandteil. Alle übrigen, wie Si, Mn, P und S beeinflussen weniger direkt die Eigenschaften des Eisens, als vielmehr indirekt die Zustandsform des Kohlenstoffes, der in zwei Modifikationen, nämlich in der stabilen Form als Graphit (im elementaren Zustand) und in der metastabilen Form als Eisenkarbid ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ) im gebundenen Zustand auftritt.

Verfolgen wir an Hand des Schmelzdiagrammes Abb. 1 zunächst einmal den Erstarrungsvorgang der reinen Eisen-Kohlenstoff-Legierungen, so sehen wir, dass bei Gehalten bis 1,7% C (Punkt C) zuerst Mischkristalle ausgeschieden werden, die aber im Verlauf der weiteren Abkühlung, also bereits im festen Zustande, Veränderungen erleiden. Bei Gehalten bis zu 0,9% C (Punkt F) scheidet sich aus den Mischkristallen Ferrit, das ist reines Eisen, der Linie DF nach aus. Ist der Punkt F im Laufe der Abkühlung erreicht, so zerfallen die Mischkristalle in Perlit, ein eutektoides Gemisch von Ferrit und Zementit (Eisenkarbid  $\text{Fe}_3\text{C}$ ), meist in lamellarer Anordnung. Bei Gehalten von 0,9% C besteht das Gefüge lediglich aus Perlit, und es zeichnet sich dieser Eisen-Kohlenstoff-Stahl von allen anderen durch seine hervorragenden Festigkeitseigenschaften aus. Seine Zugfestig-

keit beträgt rd. 70 kg/mm<sup>2</sup>. Bei höheren Kohlenstoffgehalten von 0,9% bis 1,7% C scheidet sich gemäss der Linie CF Zementit in Gemeinschaft mit Perlit aus. Zementit allein, der infolge seiner grossen Härte unbearbeitbar ist, verleiht dem Eisen wohl anfänglich bessere Festigkeitseigenschaften, macht es aber mit zunehmendem Gehalte an Kohlenstoff sehr spröde. Bei höheren Kohlenstoffgehalten, 1,7 bis 4,2% C, tritt neben den Mischkristallen (C) noch Ledeburit auf, ein eutektisches Gemisch (Punkt B) von primären Zementit und Mischkristallen. Dieser Gefügebestandteil ist charakteristisch für weisserstarrtes Gusseisen.

Wir sehen, dass bis dahin der Kohlenstoff nur in gelöster Form und zwar als Eisenkarbid (metastabil) erschienen ist. Ganz andere Verhältnisse treten nun auf, sobald die Abkühlung wesentlich verlangsamt wird oder aber andere Legierungsbestandteile hinzukommen. Kühlt man nämlich eine Eisen-Kohlenstoff-Legierung mit einem Gehalte von beispielsweise 3,5% C langsam ab, so scheiden sich zunächst wie oben erwähnt die Mischkristalle (C) mit Ledeburit (B) ab, wobei jedoch der Zementit sich kurz nach dem Erstarren in seine Elemente Kohlenstoff, und zwar jetzt in Form von Graphit und Eisen, zersetzt. Dasselbe wiederholt sich bei dem sekundär ausgeschiedenen Zementit (Linie CF) und der ganze Zersetzungsprozess spielt sich nach folgender chemischen Gleichung ab:



Der ganze Vorgang dauert bis zur Erreichung des Perlitpunktes, woselbst kein weiterer Zerfall des Zementitbestandteiles eintritt. Das Gefüge besteht nun im allgemeinen aus langen Graphitadern, die meist von einem ferritischen Hof umgeben sind, wobei das Ganze in eine perlitische Grundmasse eingebettet ist. Das makroskopische Gefüge ist nicht mehr silberweiss, sondern durch die Graphitausscheidung grau geworden und charakterisiert dadurch den Grauguss. Mit sinkendem Kohlenstoffgehalt wird die Graphitbildung erschwert, doch bilden für uns die Legierungen unter 3% C

kein besonderes Interesse, da Grauguss meist nur Gehalte über 3% C aufweist.

Durch die Graphit-Ausscheidung verändert sich nun mit einem Male der ganze Charakter des Eisens. Anstatt des ursprünglich durch seine grosse Härte und Sprödigkeit gekennzeichneten Zementites, erhalten wir eine Ausscheidung

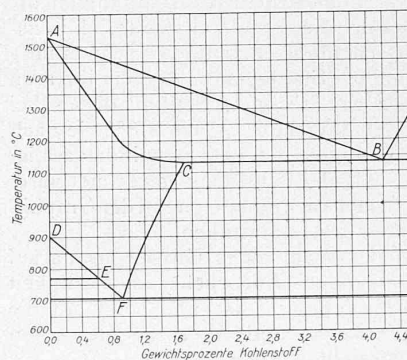


Abb. 1. Schmelzdiagramm, System Eisen-Kohlenstoff.

von Ferrit, also weichstes Eisen, neben Graphit, der auf die Härte des Materials keinen Einfluss ausübt. Während schon Ferrit keine sonderlichen Festigkeitseigenschaften aufweist, so übt besonders der Graphit einen sehr ungünstigen Einfluss auf diese aus, da er aus der Grundmasse als selbständiger Körper ausscheidet und somit das Gefüge in seiner Homogenität unterbricht. Ueber die Festigkeit der einzelnen Gefügebestandteile orientiert folgende Zusammenstellung:

	Ferrit	Perlit	Grauguss
Zugfestigkeit:	30	70	15 kg/mm <sup>2</sup>

Nicht nur durch thermische Einwirkung, sondern vielmehr noch durch Hinzutreten von weiteren Legierungs-

Bestandteilen, wie hauptsächlich durch Silizium, wird die Graphitausscheidung, selbst bei beschleunigter Abkühlung, wesentlich gefördert. Die Legierungsbestandteile, also Si, Mn, P und S selber sind in den üblichen Konzentrationen, wie sie im Grauguss vorkommen, im Schliffbilde meist nicht wahrnehmbar, da sie sich mit dem Eisen in Mischkristallen legieren.

Da Mangan auch Kohlenstoff löst, wirkt sein Zusatz zum Eisen gegen eine Graphitausscheidung, was bei Gehalten bis ungefähr 1,5% Mn deutlich durch eine Erhöhung der Festigkeit des Graugusses zum Ausdruck kommt.

Phosphor in den üblichen Mengen von etwa 0,8% übt keine merklichen Einflüsse auf die Festigkeit aus, besitzt aber die sehr geschätzte Eigenschaft, die Dünnschmelzbarkeit des Eisens schon durch geringe Zusätze wesentlich zu erhöhen.

Im umgekehrten Sinne verhält sich der Schwefel, der schon bei einem Gehalte von 0,1% die Dickflüssigkeit des Gusseisens beträchtlich fördert. Mit steigender Viskosität des Eisens werden nämlich den bei der Erstarrung sich aus dem Eisen ausscheidenden Gasen vorzeitig die Wege abgesperrt. Die Gase bleiben alsdann im Innern des Stückes zurück und machen es unbrauchbar. Die Festigkeit wird im allgemeinen bei geringen Schwefelgehalten etwas erhöht, indem der Schwefel die Eigenschaft besitzt, die Graphitausscheidung zu unterdrücken. Doch sind die erst angeführten Eigenschaften von solch ausschlaggebender Bedeutung, dass jeder Giesser einen möglichst geringen Schwefelgehalt im Gusseisen anstrebt. Da jedoch beim Niederschmelzen im Kupolofen Schwefel aus dem Koks vom Eisen aufgenommen wird, so lässt sich diese Aufgabe nicht immer einwandfrei ausführen.

Aus den erwähnten Eigenschaften der verschiedenen Legierungskomponenten ersieht man, dass man es in der Hand hat, durch geeignete Zusätze und durch Ueberwachung der Abkühlungs-Geschwindigkeit die Graphitmenge und dadurch die Eigenschaften des Gusseisens einigermassen zu regulieren. Ferner lehrt uns die Metallographie, dass je homogener und je feinkörniger das Gefüge ausgebildet ist, um so höhere Festigkeitswerte zu erwarten sind. Das reine Perlitgefüge liefert uns hierzu den schlagenden Beweis.

Ein besonderes Augenmerk hat man auch auf die Einwirkung der Legierungsbestandteile in bezug auf die Schwindung zu richten, da die verschiedenen Stoffe in dieser Beziehung verschiedene Eigenschaften aufweisen. Von der Grösse der Schwindung hängen die Eigenspannungen ab, und von diesen wiederum die Festigkeitswerte. Mit zunehmender Graphit-Ausscheidung nimmt die Schwindung stark ab. Während man bei Stahlguss mit einem linearen Schwindmaass von etwa 2% rechnet, beträgt dieses bei weiss erstarrtem Gusseisen ungefähr 1,5 bis 1,8%, je nach Kohlenstoffgehalt. Bei Grauguss ist das Schwindmaass im Mittel 1%, eine Grösse, mit der allgemein gerechnet wird. Die Werte können jedoch auch hier entsprechend der Graphitmenge zwischen 0,8 und 1,2% schwanken.

Man hat auch bei der Wahl eines Gusseisens darauf zu achten, dass mit steigendem Ansprüche auf Festigkeit eine Zunahme der Härte verknüpft ist und somit an die Beanspruchung von Werkzeug und Werkzeugmaschinen höhere Anforderungen gestellt werden.

\*

Aus den erwähnten Ausführungen erkennen wir, dass je nach Menge der einzelnen Legierungsbestandteile, der Art der Abkühlungsverhältnisse und entsprechend dem Gefüge, Gusseisen mit sehr verschiedenen Eigenschaften hergestellt werden kann. Die Gusseisensorten lassen sich gemäss ihren mannigfachen Anforderungen in folgende drei Kategorien einteilen, die wir der Reihe nach näher betrachten wollen: 1. Gewöhnlicher Maschinenguss; 2. Zylinderguss; 3. Perlitguss.

Die einzelnen Sorten, mit Ausnahme der letzterwähnten bilden nicht streng umschriebene Legierungen, sondern sie bewegen sich in gewissen, mehr oder weniger willkürlichen Grenzen.

### Gewöhnlicher Maschinenguss.

Gewöhnlicher Maschinenguss findet überall dort Verwendung, wo an die Festigkeit des Gusseisens keine besonderen Anforderungen gestellt werden, wie z. B. für Lager, Zahnräder, Hebel, Teile von Werkzeugmaschinen, usw., also im allgemeinen Stücke, bei denen man neben korrekter Ausführung in erster Linie auf gute Bearbeitbarkeit sieht.

Bei geeigneter Zusammensetzung des Roheisens und des Altmaterials ist der gewöhnliche Maschinenguss ein Produkt, das ohne Schwierigkeiten und mit gleichmässiger Zusammensetzung aus dem Kupolofen erschmolzen werden kann. Die einzelnen Legierungsbestandteile treten durchschnittlich in folgenden Mengen auf:

Gesamt-Kohlenstoff: 3,3 bis 3,5% Mangan: etwa 0,5%  
Graphit: 2,8 bis 3,0% Phosphor: etwa 0,8%  
Silizium: 2,0 bis 2,5% Schwefel: etwa 0,07%

Das Gefüge, das sich je nach der Wandstärke bzw. der Abkühlungsgeschwindigkeit richtet, ist mannigfach, besteht aber bei normalen Abkühlungsverhältnissen, wie Abb. 2<sup>1)</sup> zeigt, aus Graphit, teils in groben, teils in feinen Adern, vielfach mit einem Ferrithof umgeben, dann mitunter Ueberreste von Zementit (helle Stellen), ferner Eisenphosphid-Eutektikum besonders bei höheren Phosphorgehalten. Das Ganze nun liegt eingebettet in einer Grundmasse aus Perlit in lamellarer Form (dunkle Grundmasse).

Die Zugfestigkeit von gewöhnlichem Maschinenguss variiert sehr stark und ändert sich mit dem Gefügebild. In erster Linie hängt die Festigkeit von der Qualität des ausgeschiedenen Graphites ab, oder mit andern Worten je kleiner der Gehalt an gebundenem Kohlenstoff und je grösser derjenige an Graphit ist, desto niedriger fallen die Festigkeitswerte aus. Allerdings kommt es dabei nicht nur rein auf die quantitativen Verhältnisse, sondern vielmehr auch auf die Form an, in der sich der Graphit ausscheidet, ob in groben und langen oder in feinen und kurzen Adern. Wie bereits schon weiter oben angedeutet, begünstigt die langsame Abkühlung die Graphitbildung und Menge. In welcher Weise die thermischen Einflüsse bei sonst absolut gleichen Verhältnissen auf die Festigkeiten einwirken, zeigt folgende Versuchsanordnung:<sup>2)</sup>

Aus einem Gusseisen von der Zusammensetzung:

Gesamt-Kohlenstoff: 3,38% Phosphor: 0,56%  
Silizium: 2,51% Schwefel: 0,095%  
Mangan: 0,81%

wurden Stäbe von verschiedenem quadratischem Querschnitt (12 × 12 mm bis 155 × 155 mm, bei gleicher Länge von 1200 mm) in einem Guss hergestellt. Die Abhängigkeit der Zugfestigkeit vom Stabquerschnitt und somit von der Abkühlungsgeschwindigkeit bzw. der Graphitausscheidung ist in der graphischen Aufzeichnung Abb. 3 dargestellt. Die

Festigkeit nimmt demnach mit zunehmendem Querschnitt stark ab. Es resultiert aus diesem Ergebnis, dass in ein und demselben Gusstück, sofern grosse Unterschiede in den Wandstärken auftreten, die Festigkeitswerte weitauseinandergehend schwanken können. Da jedoch die Wandstärken, wie sie im Maschinenbau Verwendung finden, sich im allgemeinen zwischen 10 und

30 mm bewegen, können wir im Durchschnitt bei gewöhnlichem Maschinenguss mit einer Zugfestigkeit von 12 bis 15 kg/mm<sup>2</sup> rechnen. Bei grösseren Wandstärken kann hingegen die Festigkeit beispielsweise bis auf 8 kg/mm<sup>2</sup> und darunter sinken. Mit einer Zugfestigkeit von 15 kg/mm<sup>2</sup> jedoch dürfte wohl das Maximum dieser Gusseisensorte erreicht sein.

<sup>1)</sup> Die Mikrophotographien sind mir in freundlicher Weise vom Laboratorium der Fa. Escher Wyss & Cie. zur Verfügung gestellt worden.

<sup>2)</sup> C. Geiger, „Handbuch der Eisen- und Stahlgiesserei“, I, 1911, S. 80.

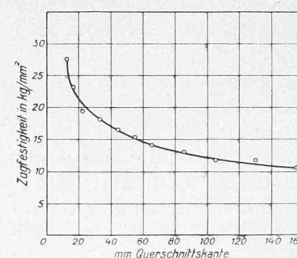


Abb. 3.



## Ueber die Entwicklung der Gusseisensorten für den Maschinenbau.

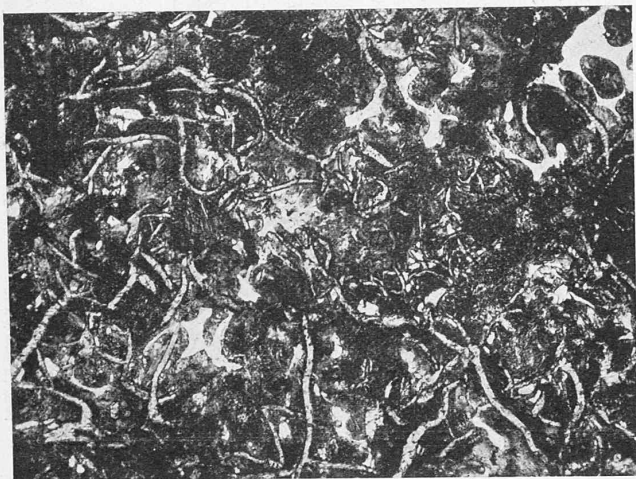


Abb. 2. Gewöhnlicher Maschinenguss. 150-fache Vergrößerung.

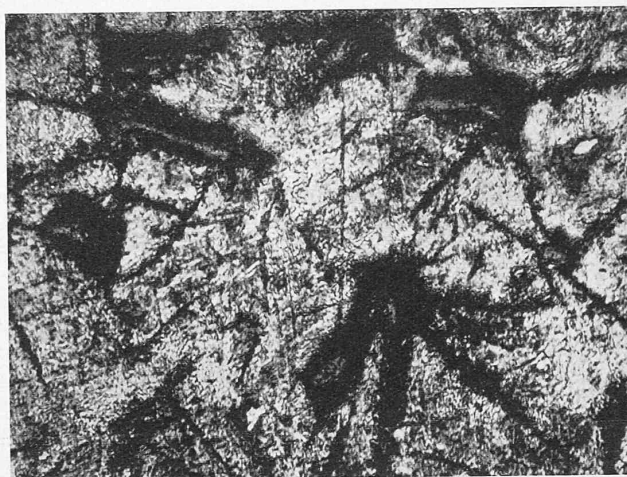


Abb. 4. Zylinderguss. 150-fache Vergrößerung.

*Zylinderguss.*

Mit den wachsenden Anforderungen der Technik an die sie verwendenden Materialien, besonders auch mit dem Aufschwung der kalorischen Maschinen und dem damit Hand in Hand gehenden Wunsche nach Gewichtersparnis pro Leistung bei nicht ortsfesten Maschinen jeder Art, drängte sich die Frage nach einem widerstandsfähigeren Gusseisen auf. Die ersten Anfänge zur Lösung dieser Aufgabe reichen schon bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts zurück. Man hatte damals schon erkannt, ohne aber eigentlich über die innern Vorgänge völlig im Klaren zu sein, dass ein geringer Stahlzusatz zur Gattierung des Gusseisens dessen Festigkeit wesentlich erhöht. Erst mit dem Beginn der metallographischen Wissenschaften um die letzte Jahrhundertwende, vorab aber mit der metallographischen Erforschung des Gusseisens, die etwas später einsetzte, erkannte man, dass bei besonders zurücktretender Graphit-Ausscheidung und ausgeprägter Perlitgrundmasse, bei gleichzeitiger Verminderung der anderen Gefügebestandteile, wie Zementit und Ferrit, ganz wesentlich bessere Festigkeitseigenschaften des Gusseisens erzielt werden können. Da dieses Eisen in der Hauptsache seine Verwendung für den Guss von Zylindern für Dampfmaschinen, Gasmotoren, Oelmotoren, Kolbenkompressoren usw. fand, bürgerte sich im Laufe der Zeit für diese Gusseisensorte die Bezeichnung „Zylinderguss“ ein. Es sind besonders im Auslande auch andere Bezeichnungen, wie „Niedriggekohltes Gusseisen“ oder „Halbstahl“ hierfür im Gebrauch, wobei diese letzte zu einer Begriffsverwirrung führen mag, da dieses Material mit Stahl gar nichts zu tun hat. Bei uns in der Schweiz ist die Bezeichnung Zylinderguss allgemein als ein Gusseisen mit höheren Festigkeitseigenschaften bekannt.

Soll in der Giesserei Zylindergusseisen erzeugt werden, so hat man darnach zu trachten, eine Legierung mit möglichst niedrigen Gehalten an Kohlenstoff und Silizium zu erhalten. Auf diese Weise wird die Graphitausscheidung verringert, die Perlitbildung dagegen gefördert. Das Gefüge von Zylinderguss lässt sich nicht ganz eindeutig beschreiben, besteht aber in der Hauptsache aus einer perlitischen Grundmasse, durchzogen von meist feineren Graphitadern, als wie beim Maschinenguss, daneben können sich auch noch gewisse Mengen Zementit und vereinzelte Ferrithöfe vorfinden. Ein typisches Gefügebild sehen wir in Abb. 4, und man erkennt sofort im Vergleiche zum Maschinenguss, dass wir es mit einem viel homogenen und mehr feinkörnigen Material zu tun haben.

Besonders in den Festigkeitswerten treten die besseren Eigenschaften des Zylindergusses deutlich zu Tage; können wir doch im allgemeinen mit mittleren Werten von

18 bis 20 kg/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit rechnen. Es muss jedoch auch hier gleich betont werden, dass beim Zylinderguss, je nach der Legierung und den Abkühlungsverhältnissen, die Festigkeitswerte schwanken. So gehören Werte von 22 bis 25 kg/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit nicht zu den Seltenheiten, während Werte unter 18 kg/mm<sup>2</sup> unter Umständen, wie z. B. bei hohen Wandstärken oder bei Störungen im Ofengang, auch auftreten. Je mehr jedoch das Gefüge zur reinen Perlit-Graphitbildung übergeht, um so bessere Festigkeitseigenschaften werden erzielt.

Die Legierungsbestandteile des Zylindergusses treten ungefähr in folgenden Mengen auf:

Gesamt-Kohlenstoff:	3,1 bis 3,5%	Mangan:	0,5 bis 0,8%
Graphit:	2,3 bis 2,8%	Phosphor:	etwa 0,6%
Silizium:	1,5 bis 1,8%	Schwefel:	etwa 0,08%

Die Zusammensetzung unterscheidet sich vom gewöhnlichen Maschinenguss hauptsächlich durch geringere Gehalte an Kohlenstoff und Silizium.

Wie weiter oben bereits erwähnt, eignet sich der Zylinderguss besonders gut zur Herstellung von Zylindern aller Art, daneben lässt er sich überall verwenden, wo besondere Festigkeitseigenschaften verlangt werden, wie z. B. für stark beanspruchte Teile von Werkzeugmaschinen, Walzenständer, Zahnräder usw.

*Perlitguss.*

Die fortschreitende Entwicklung der Gusseisenforschung auf metallographischem Gebiete brachte A. Diefenthaler um das Jahr 1916 auf den Gedanken, dass ein Gusseisen, das in seinem Gefüge Perlit nur in möglichst feiner lamellarer Anordnung und Graphit in feinen Adern, dieser quantitativ nicht sehr hervortretend, aufweist, m. a. W. ein Gusseisen mit einem Gehalte an gebundenem Kohlenstoff von möglichst 0,9% (Perlitpunkt) und fein verteiltem Graphit, auf jeden Fall ein Material mit ausserordentlich hohen Festigkeitseigenschaften sein müsse. Wir sahen schon zu Beginn, dass ein rein perlitischer Stahl (0,9 % C) unter den Eisen-Kohlenstoff-Legierungen die höchsten Zugfestigkeiten aufweist und müssen also bei einem Perlitgusseisen diese Werte nur durch den Graphit, der den Zusammenhang des Eisens unterbricht, notgedrungen vermindert sein. Diefenthaler sah sich denn in seiner Vermutung nicht getäuscht und nahm bald darauf ein Patent<sup>1)</sup> auf Herstellung von „Perlitguss“, wie er diese spezielle Gusseisensorte benannte.

<sup>1)</sup> D. R. P. Nr. 301913, „Verfahren zur Erzielung von Perlitguss mit hoher Widerstandsfähigkeit gegen gleitende Reibung“, 10. Mai 1916; von A. Diefenthaler, Heidelberg.

Nach den vorangegangenen Erläuterungen, wonach das Gefüge von Gusseisen sich durch verschiedene Faktoren beeinflussen lässt, ist zu schliessen, dass auch die Darstellung von Perlitguss, also ein Gusseisen mit ganz eindeutigem Gefüge, etwelche Schwierigkeiten bieten muss. Sie geschieht dadurch, dass man ein Gusseisen der Hauptsache nach mit möglichst niedrigen Gehalten an Kohlenstoff, Silizium und Phosphor erschmilzt. Dieses Ziel kann aber mit Sicherheit nur im Flammofen oder Tiegel erreicht werden. Die Unregelmässigkeiten des Kuppelofenbetriebes und besonders die Aufkohlung, die das Schmelzgut beim Durchgang durch den Ofen erfährt, schliessen diesen für das Verfahren aus, obgleich man auch schon Versuche in dieser Richtung ausgeführt haben will.

Würde man nun ein, wie eben angegeben legiertes Gusseisen ohne weiteres vergiessen, so würde das Eisen nicht mehr grau, sondern weiss erstarren. Um dies nun zu verhindern, wärmt man die Giessform entsprechend vor, wobei eine verlangsamte Abkühlung und damit der Anstoss zur Graphitausscheidung erreicht wird. Das auf diese Weise behandelte Eisen besitzt dann tatsächlich Perlit-Graphitgefüge, wie es in Abb. 5 dargestellt ist.

Viel einfacher lässt sich der Perlitguss mit Hilfe des Elektro-Ofens darstellen, wie dies bereits mit Erfolg in der Giesserei der A.-G. Brown Boveri & Cie. ausgeführt wird. Kein Schmelzofen eignet sich für die Einhaltung einer bestimmten Legierung besser, als der Elektro-Ofen, der ausserdem noch den Vorzug gegenüber allen übrigen Ofenarten besitzt, die Schmelze beliebig zu überhitzen. Bei diesem Verfahren wählt man wiederum, wie bei der Methode von Diefenthaler, eine geeignete Legierung und vergiesst diese ohne weiteres im überhitzten Zustande. Auf diese Weise erzielt man indirekt auch eine Erwärmung der Form, bzw. eine langsame Abkühlung und damit Graphitbildung.

Die Eigenschaften des Perlitgusses sind fast in jeder Beziehung hervorragende, besonders aber was die Festigkeitswerte anbelangt. Hier werden für die Zugfestigkeit Werte von durchschnittlich 28 bis 32 kg/mm<sup>2</sup> erreicht, also gut das Doppelte wie bei Maschinenguss. Während die Brinellhärte bei gewöhnlichem Grauguss 120 bis 130, bei Zylinderguss ungefähr 150 Einheiten beträgt, steigt sie bei Perlitguss auf rd. 180 Einheiten, ohne die Bearbeitbarkeit irgendwie zu gefährden. Besonders beim Wechsellagsversuch, als Kennzeichen für stossweise Beanspruchung und Zähigkeit, treten die vorzüglichen Eigenschaften des Perlitgusses deutlich zu Tage, wie dies auch aus der am Schlusse der Abhandlung befindlichen Zusammenstellung hervorgeht.

Da, wie wir sahen, die Abkühlung während der Erstarrung möglichst langsam vor sich gehen soll, so wird auch hierdurch indirekt ein günstiger Einfluss auf die Eigenspannungen ausgeübt. Die Gusstücke sind tatsächlich weitgehend spannungsfrei. Sehr gute Eigenschaften weist der Perlitguss auch gegen gleitende Reibung auf, da die Abnutzung dieses Materials im Vergleiche mit andern Graugussorten eine wesentlich kleinere ist. Dies gestattet natürlich, den Perlitguss überall dort anzuwenden, wo solche gleitende Reibung vorliegt, also vornehmlich bei Zylindern, Kolben, Kolbenringen, Schlitten usw. Es sind auch bei diesen Anwendungen ausgezeichnete Ergebnisse erzielt worden.

Immerhin darf nicht verschwiegen werden, dass die Herstellung von Perlitguss in bezug auf die Treffsicherheit des reinen Perlit-Graphitgefüges noch mit einigen Schwierigkeiten zu rechnen hat. Sind jedoch diese einmal überwunden, was nur eine Frage der Zeit ist, so wird sich der Perlitguss bei seinen ausserordentlichen Eigenschaften gewiss rasch als Konstruktionsmaterial einbürgern.

Zur Uebersicht diene noch folgende Anordnung über die Mengenverhältnisse der einzelnen Legierungsbestandteile im Perlitguss:

Gesamt-Kohlenstoff: 3,1 bis 3,2% Mangan: 0,5 bis 0,7%  
Graphit: 2,2 bis 2,3% Phosphor: etwa 0,5%  
Silizium: 1,1 bis 1,2% Schwefel: etwa 0,08%

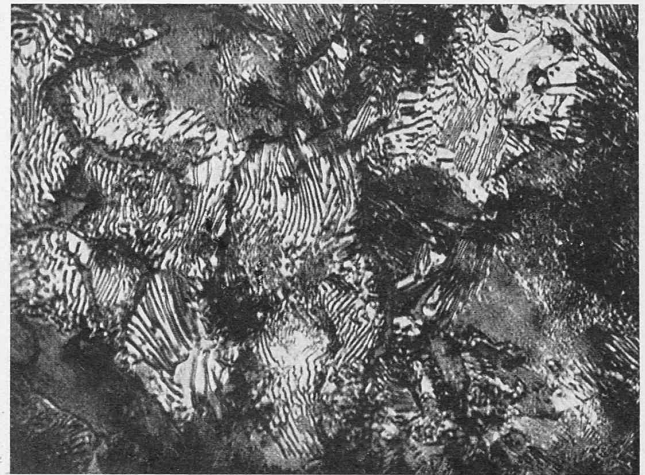


Abb. 5. Perlitguss. 150-fache Vergrösserung.

Charakteristisch für den Perlitguss ist der Gehalt an gebundenem Kohlenstoff, der möglichst dem Perlitpunkt entsprechen, also 0,9% betragen soll. Im Vergleich zu den anderen Gusseisensorten ist ferner hier der geringe Gehalt an Silizium hervorzuheben.

\*

Einen allgemeinen, zusammenfassenden Ueberblick von den hier erwogenen Gusseisensorten soll folgende Aufstellung zeigen, die wir den sehr interessanten Ausführungen von O. Bauer<sup>1)</sup> entnehmen. Setzen wir die betreffenden Werte für Grauguss gleich 1, so erhalten wir folgende Verhältniszahlen (aus Mittelwerten errechnet):

	Gewöhnlicher Grauguss	Zylinderguss	Perlitguss
Biegefestigkeit . . . . .	1	1,41	1,78
Durchbiegung . . . . .	1	1,24	1,65
Zugfestigkeit . . . . .	1	1,45	1,92
Kugeldruckhärte . . . . .	1	1,18	1,28
Wechsellagsversuch . . . . .	1	4,18	14,7
Schlagbiegeversuch . . . . .	1	1,43	1,93

Mit dem Perlitguss scheint gewissermassen die letzte Entwicklungsstufe des Gusseisens erreicht zu sein; die Zukunft wird lehren, ob noch weitere Fortschritte in Bezug auf Vergütung des Gusseisens zu erwarten sind.

## Haus und Garten.

II. (Fortsetzung von Seite 88).

Lassen sich also die inneren Kräfte und Voraussetzungen vergangener Stile aus unserer zeitlichen und räumlichen Distanz ziemlich genau erkennen, wie das gegenüber der Architektur des XVIII. Jahrhunderts im ersten Abschnitt dieses Aufsatzes versucht wurde, so sind wir unserer eigenen Zeit gegenüber nicht in gleich günstiger Lage, eben weil uns diese Distanz fehlt. Wir verzichten darum von vornherein auf Programme und Weissagungen des zukünftigen Stils, um uns an das von Jedem handgreiflich Kontrollierbare zu halten, so beschränkt dies auch sein mag, auf die Aufzählung derjenigen Punkte, in denen unsere Gegensätzlichkeit zum Stil Blondel-Ostendorf offen zu Tage tritt. Mit anderen Worten, es sollen im folgenden diejenigen Einzelzüge hervorgehoben werden, die uns an alten Bauten ehrwürdig-unzeitgemäss, an neuen aber, die sie nachahmen, talmihaft-verlogen vorkommen.

<sup>1)</sup> O. Bauer, „Das Perlitgusseisen, seine Herstellung, Festigkeits-eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten.“ Giesserei-Zeitung 1923, Nr. 17, S. 317.