

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298312

BENENNUNG DER MIKROSKOPISCHEN  
BESTANDTHEILE UND DER GEWÖHNL.  
ELEMENTE VON EISEN UND STAHL  
UND EINIGER TECHNISCHE BEGRIFFE



XXX  
778





## INHALTSVERZEICHNIS.

	Seite
Benennung der mikroskopischen Bestandteile und der Gefüge- elemente von Eisen und Stahl . . . . .	1
Vorwort . . . . .	3
I. Liste der Mikroskopischen Substanzen . . . . .	7
II. Definitionen und Beschreibungen . . . . .	9
Benennung einiger technischer Begriffe . . . . .	25

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW  
1131463

Akc. Nr. \_\_\_\_\_

79 1,50

## VORWORT.

---

Auf dem Kopenhagener Kongresse im Jahre 1909 hat die Kommission 24, welche unter der Leitung des Herrn Prof. Henry M. Howe in New York mit der Aufstellung einheitlicher Benennungen für Eisen und Stahl betraut war, außer einer Liste von Definitionen und einer mehrsprachigen Tabelle der für Eisen und Stahl im allgemeinen Handelsgebrauch üblichen Benennungen einen Vorschlag für die Definitionen der mikroskopischen Gefügebestandteile vorgelegt. Demselben Kongresse wurde außerdem von mehreren Forschern als Ergebnis einer ungezwungenen Besprechung ein Vorschlag für eine Benennung solcher mikroskopischer Gefügebestandteile unterbreitet.

Auf Grund dessen hat der Vorstand in seiner XXI. Tagung zu Brüssel am 13. August 1910 über Antrag des Herrn Prof. Howe beschlossen, die vereinheitlichte Benennung der mikroskopischen Gefügebestandteile von Eisen und Stahl als eine gesonderte Aufgabe aufzustellen und hiefür eine neue Kommission unter dem Vorsitze des Herrn Prof. Henry M. Howe zu ernennen, welche zum Schlusse in folgender Weise zusammengesetzt war:

Obmann: Prof. Henry M. Howe, New York.

Schriftführer: Prof. A. Sauveur, Cambridge, Mass.

Mitglieder: Prof. C. Benedicks, Stockholm, Dr. H. C. H. Carpenter, Manchester, Prof. W. Campbell, New York, Prof. L. Guillet, Paris, Prof. E. Heyn, Berlin, F. Osmond, Paris<sup>1)</sup>, Dr. W. Rosenhain in Teddington, Prof. A. Stansfield, Montreal, Dr. J. E. Stead, Middlesbrough, Prof. F. Wüst, Aachen.

Diese Kommission arbeitete eine Nomenklatur der mikroskopischen Bestandteile und der Gefügeelemente von Eisen und Stahl

---

<sup>1)</sup> Herr F. Osmond war leider vor dem Kongresse verschieden. Er hatte dem Wesentlichen des Berichtes in dessen letzter Fassung seine Zustimmung gegeben.

für den VI. Kongreß in New York 1912 aus, welche Nomenklatur von dem Kongresse einstimmig angenommen wurde.

Da mit dieser Annahme die Aufgabe der Kommission erledigt war, so hat der Vorstand in seiner XXV. Tagung in Amsterdam am 15. März 1913 diese Kommission unter Ausdruck des wärmsten Dankes aufgelöst.

In seiner XXVI. Tagung in Turin am 4. April 1914 hat der Vorstand beschlossen, die vom Kongresse empfohlene Nomenklatur in einer Sonderausgabe zu veröffentlichen.

Diesem Beschlusse wird im folgenden entsprochen. Davor seien jedoch die Gesichtspunkte, welche die Kommission bei der Aufstellung der Nomenklatur leiteten, und welche sie in einer allgemeinen Übersicht niedergelegt hatte, im folgenden wiedergegeben.

„Die Aufgaben, welche wir erfüllen sollen, sind: 1. Daß wir Definitionen feststellen, denen jedermann zustimmen kann; das schließt ein, daß sie frei von allen umstrittenen Einzelheiten sein müssen und auf Grundlagen beruhen, welche jedermann als richtig anerkennt. 2. Daß der Leser die gebräuchlichen Theorien über die Zusammensetzung dieser Stoffe kennen lernen soll, und zwar Theorien, die notgedrungen noch umstritten sind. Wir erfüllen diese Aufgaben dadurch, daß wir 1. die Namen, welche wir zum allgemeinen Gebrauch empfehlen, angeben, zwischen Klammern von denjenigen Namen gefolgt, welche derzeit hinreichend im Gebrauch sind, um ihre Berücksichtigung zu rechtfertigen, 2. daß wir die eigentliche Definition angeben, die auf einer unbestrittenen Eigenschaft beruht, z. B. die Definition von Austenit, welche wir dahin geben, daß er eine feste Lösung von Eisen und Kohlenstoff ist, wobei wir absichtlich alle Erläuterungen über das Wesen des Lösungsmittels und gelösten Körpers weglassen; und 3. daß wir die Zusammensetzung usw. usw. angeben, wobei wir die geläufigen Theorien über das Wesen der Lösungsmittel und gelösten Stoffe nebst entsprechender Beschreibung beifügen.

Diese Dreiteilung ist, wie folgt, aufzufassen: 1. Die derzeit gebräuchlichen Namen sind Urkunden, die feststehen und daher nicht zu diskutieren sind. 2. Die Definitionen sind eine Angelegenheit der Übereinkunft oder des Vertrages (wobei die vertragschließenden Teile an deren Gebrauch, wenn auch nur bis auf Widerruf, gebunden sind) vornehmlich, auf irgend einer bestimmbaren Eigenschaft des definierten Gegenstandes beruhend und dem Wesen nach von den theoretischen Betrachtungen frei. Wenn sie gleichwohl auf irgendeiner

Theorie fußen muß, so sollte dies eine Theorie sein, welche allgemein anerkannt ist. Es ist einzig und allein die Sache der Übereinkunft und der allgemeinen Zweckmäßigkeit, welche individuelle Eigenschaft des Gegenstandes die Grundlage der Definition bilden soll. Name und Definition sollten dauernd im Gebrauch bleiben, ausgenommen der Fall, daß die Definition auf einer noch nicht feststehenden Theorie beruht, die ungeändert werden muß, sobald die Theorie widerlegt werden sollte. 3. Theorien und Beschreibungen sind nicht Gegenstand des Vertrages oder der Übereinkunft, sondern hängen von Beobachtungen ab und sind daher bei neuen Entdeckungen stets einer Abänderung ausgesetzt. Sie sind nur vorübergehender Natur und dadurch sowohl von den Namen und Definitionen unterschieden, welche — wenigstens verhältnismäßig — etwas Bleibendes sein sollten.

Der vorbesprochene Fall des Austenits erhellt den Vorteil nicht beschreibender Namen. Die Benennungen, welche wir zu ersetzen vorschlagen: „Gamma-Eisen“ und „Mischkristalle“ setzen bestimmte Theorien über die Natur des Austenits voraus und müßten daher verlassen werden, falls jene Theorien späterhin widerlegt werden sollten. Der Name „Austenit“ setzt (wie ein mineralogischer Namen) im allgemeinen nichts voraus und ist daher als solcher beständig. Unser junger Zweig der Wissenschaft darf wohl etwas von seiner älteren Schwester lernen, welche den Vorteil dieser nicht beschreibenden Benennungen erprobt und bewiesen hat.

Wenn ein Name in mehr als einem Sinne gebraucht worden ist, empfehlen wir seine Beibehaltung in einem der Fälle und seine Verwerfung in allen übrigen Fällen, sofern wir es erreichen können, daß diejenigen, die die Namen vorgeschlagen haben, mit ihrer Verwerfung einverstanden sind.

Viele, deren Urteil wir hochachten, werfen unserer Zusammenstellung die Einführung weniger gebrauchter Namen vor, und zwar sind dies die Namen von „i“ bis „n“ in unserer Liste, die sie entweder als verwirrend oder als unnötig ansehen.

Es ist wahr, daß mehrere Namen (Hardenit, Martensit, Sorbit usw.) in verschiedenem Sinne gebraucht werden und daher verwirrend wirken; trotzdem sollten die meisten von ihnen mit einer einzigen, scharf gefaßten Definition beibehalten werden, da sie so nützlich sind.

Was die behauptete Überflüssigkeit gewisser Namen betrifft, so bleibt es jedem Autor überlassen, zu entscheiden, ob er Namen mit einem Schatten eines selbständigen Begriffes, wie Osmondit oder

Troosto-Sorbit verwenden muß oder nicht. Jene, welche nur nach allgemeinen Umrissen und nicht nach den Details sehen, haben kein Recht, den Detailarbeitern zu verbieten, Wörter, welche sich ihren Arbeiten anpassen, zu besitzen und zu benutzen.

Geradesowenig haben diejenigen, deren Bedürfnisse durch die drei ursprünglichen Farbennamen befriedigt werden, ein Recht, den Malern, Färbern, Webern und anderen zu verbieten, die vielen Farbenschattierungen, mit denen sie es zu tun haben, zu benennen. Gleich den Lexikologen müssen wir dem Leser durch Erklärung der Wörter, welchen er begegnen wird, dienen, unabhängig davon, ob wir persönlich dieselben gebrauchen oder verwerfen. Wir glauben unser Recht erschöpft zu haben, wenn wir die Autoren aufmerksam machen, daß gewisse Ausdrücke selten sind und schwerlich von den meisten Lesern verstanden werden dürften oder daß sie aus irgendeinem Grunde ungeeignet sind oder wenn wir die vollständige Streichung solcher Namen anregen, welche von ihren Autoren zurückgezogen worden sind.

Unnötige Ausdrücke werden eines natürlichen Todes sterben; solche, die benötigt werden, können wir nicht umbringen. Das Gute, das wir tun könnten, wenn wir den Tod der Sterbenden dadurch beschleunigen, daß wir sie in diesem Bericht nicht aufnehmen, ist geringer als das Gute, das wir stiften, wenn wir ihre Bedeutung denjenigen lehren, welche dieselben vor ihrem Ende noch in Druckschriften finden. Diese Leser besitzen Rechte. Wir dienen keiner Klasse, sondern der Allgemeinheit.

Der theoretische Teil in diesem Berichte wird nur als Erläuterungsmittel vorgeführt, ohne daß die Kommission damit irgendwie die Absicht verbindet, für ihn eine Zustimmung zu verlangen. Der Bericht wird daher nur mit diesem Vorbehalt zur Annahme empfohlen, da ja naturgemäß die Annahme oder Ablehnung einer theoretischen Erörterung nicht Gegenstand eines Kongreßbeschlusses sein kann.

Zum Schlusse der zahlreichen Beschreibungen sei auf die guten Abbildungen in dem Werke „Microscopic Analysis of Metals“ von Osmond und Stead, Griffin & Co., London 1904, aufmerksam gemacht.“

# DIE BENENNUNG DER MIKROSKOPISCHEN BESTANDTEILE UND DER GEFÜGEELEMENTE VON EISEN UND STAHL\*).

Empfohlen vom VI. Kongreß des Internationalen Verbandes für  
Materialprüfungen der Technik, abgehalten zu New York, Sept. 1912.

## I. Liste der mikroskopischen Substanzen.

Die hier beschriebenen mikroskopischen Substanzen bestehen:

1. In Metaralien, d. h. richtige Phasen, wie die Mineralien der Natur. Diese sind entweder Elemente, bestimmte chemische Verbindungen oder feste Lösungen und bestehen daher aus bestimmten Stoffen in veränderlichen Mengenverhältnissen. Dieselben umfassen Austenit, Ferrit, Cementit und Graphit.

2. Aggregate, ähnlich den petrographischen Einheiten, welche von den eigentlichen Mineralien verschieden sind. Diese Mischungen können ein bestimmtes Mischungsverhältnis besitzen, wie die eutektischen oder eutektoïdischen Mischungen (Ledeburit, Perlit, Steadit) oder unbestimmte Mischungsverhältnisse aufweisen (Troostit, Sorbit). Diejenigen Aggregate, welche aus irgendeinem Grunde Wichtigkeit besitzen, werden hier beschrieben.

(Viele reine Mineralien, wie Glimmer, Feldspat und Hornblende können in verschiedene Arten eingeteilt werden, so daß diese richtigen Mineraliennamen entweder generelle oder spezifische (individuelle) sein können. Diese Gattungen und Species sind bestimmte chemische Verbindungen, in welchen ein Element das andere ersetzen kann. Andere Mineralien, wie Obsidian, sind feste Lösungen veränder-

---

\*) Der theoretische Teil dieser Nomenklatur wird nur als Erläuterungsmittel vorgeführt, ohne daß die mit dieser Arbeit betraut gewesene Kommission damit irgendwie die Absicht verband, für ihn eine Zustimmung des Kongresses zu verlangen. Diese Nomenklatur wurde daher nur mit diesem Vorbehalt zur Annahme empfohlen, da ja naturgemäß die Annahme oder Ablehnung einer theoretischen Erörterung nicht Gegenstand eines Kongreßbeschlusses sein kann.

licher Zusammensetzung; in diesen vermag auch ein Element das andere zu ersetzen. Metarialien wie Mineralien sind von den Aggregaten darin verschieden, daß sie größtenteils chemisch homogen sind.)

Diese beiden Klassen können durchgängig eingeteilt werden in:

A. Die Eisen-Kohlenstoff-Reihen, welche durch Abkühlung oder Erhitzung entstehen.

B. Die wichtigen Verunreinigungen, wie Schwefelmangan, Schwefeleisen, Schlacke usw.

C. Andere Stoffe.

Die hervorragendsten Glieder der Eisen-Kohlenstoff-Reihen sind:

I. Flüssiges Eisen, Metaral, flüssige Lösung, jedoch kaum ein mikroskopischer Bestandteil.

II. Die Komponenten, welche bei dessen Erstarrung entstehen:

a) Austenit, feste Lösung von Kohlenstoff oder Eisenkarbid im Eisen, Metaral.

b) Cementit, das bestimmte Metaral  $\text{Fe}_3\text{C}$ .

c) Graphit, das bestimmte Metaral C.

III. Die Übergangssubstanzen, welche bei der Umwandlung des Austenits während der Abkühlung entstehen.

d) Martensit, Metaral veränderlicher Zusammensetzung; seine Natur wird bestritten.

e) Troostit, unbestimmtes Aggregat, unkoagulierte Mischung.

f) Sorbit. Unbestimmtes Aggregat, größtenteils aus unkoaguliertem Perlit mit Ferrit oder Cementit.

IV. Umwandlungsprodukte<sup>1)</sup> des Austenits.

g) Ferrit.

h) Perlit.

Diese Umwandlung dürfte auch Cementit und Graphit als Endprodukte hervorbringen, die sich den unter b) und c) genannten anschließen.

Außer den vorstehenden Namen, die allgemein anerkannt und allgemein im Gebrauch sind, sind die folgenden Namen mehr oder weniger angewandt worden:

<sup>1)</sup> In hypoeutektoïdischen Stählen spielen diese gewöhnlich die Rolle der Endprodukte, obschon nach allgemeiner Annahme das wahre Ende der Umwandlung nicht eher erreicht ist, als bis sich das Ganze in ein Konglomerat von Ferrit + Graphit verwandelt hat.

i) Ledeburit (Wüst), ein bestimmtes Aggregat, die eutektische Lösung von Austenit-Cementit.

j) Ferronit (Benedicks), ein hypothetisch definiertes Metaral, Betaeisen mit ungefähr 0·27 von Hundert Kohlenstoff.

k) Steadit (Sauveur), bestimmtes Aggregat, das Eisen-Phosphor-Eutektikum (selten).

Dann die drei Übergangsstadien der Umwandlung des Austenits, nämlich

l) Hardenit (Arnold), allgemeiner Name für Austenit und Martensit in eutektoïdischer Zusammensetzung.

m) Osmondit (Heyn), Verbindungsstufe zwischen Troostit und Sorbit.

n) Troosto-Sorbit (Kurbatoff), ein unbestimmtes Aggregat von Troostit und Sorbit, nahe an der Grenze, welche diese beiden Aggregate trennt (gerät schon außer Gebrauch).

## II. Definitionen und Beschreibungen.

Kohlenstoff-Eisen-Gleichgewichtsdiagramm (carbon iron equilibrium diagram). Fig. 1. Unter den Angaben, die über die zu beschreibenden Stoffe gemacht werden, ist auch eine darüber aufgenommen, welchem Teile des Kohlenstoff-Eisen-Gleichgewichtsdiagramms (Fig. 1) diese Stoffe im allgemeinen angehören.

**Austenit.** Osmond, fr. Austénite, engl. Austenite (auch Mischkristalle [mixed crystals] und Gammaeisen genannt. Bis zum Jahre 1900 oft Martensit benannt und jetzt nur noch manchmal unrichtigerweise so bezeichnet). Metaral veränderlicher Zusammensetzung.

Definition. Die feste Lösung von Eisen-Kohlenstoff, wie sie entweder oberhalb der Reihe der Umwandlungen (Transformationszone) besteht oder wie sie auch bei niederen Temperaturen mit nur geringer Veränderung erhalten bleibt, z. B. durch rasche Abkühlung oder durch die Gegenwart verzögernder Elemente (Mn, Ni usw.), wie in 12% Manganstahl oder 25% Nickelstahl.

Aufbau (Konstitution) und Zusammensetzung. Eine feste Lösung von Kohlenstoff oder Eisenkarbid (wahrscheinlich  $\text{Fe}_3\text{C}$ ) in Gamma-Eisen, gewöhnlich nur oberhalb der Linie  $A_1$  (PSK) des Kohlenstoffeisen-Diagrammes beständig (stabil). Dieselbe kann einen Kohlenstoffgehalt besitzen bis zur Sättigung, wie er durch die Linie SE an-

gezeigt wird; so z. B. 0.90% bei S (gegen 725°) bis 1.7% bei E (gegen 1100°). Die Theorie, daß das Eisen und das Karbid, bzw. der Kohlenstoff, anstatt gegenseitig ineinander gelöst zu sein, in einer dritten Substanz, in der Lösung eutektischer Zusammensetzung ( $\text{Fe}_{24}\text{C}$ , Hardenit genannt) gelöst wären, stimmt nicht mit der allgemein angenommenen Theorie der Konstitution der Lösungen überein und wird nicht ernstlich unterstützt oder wenigstens von keinem Mitglied der Kommission.

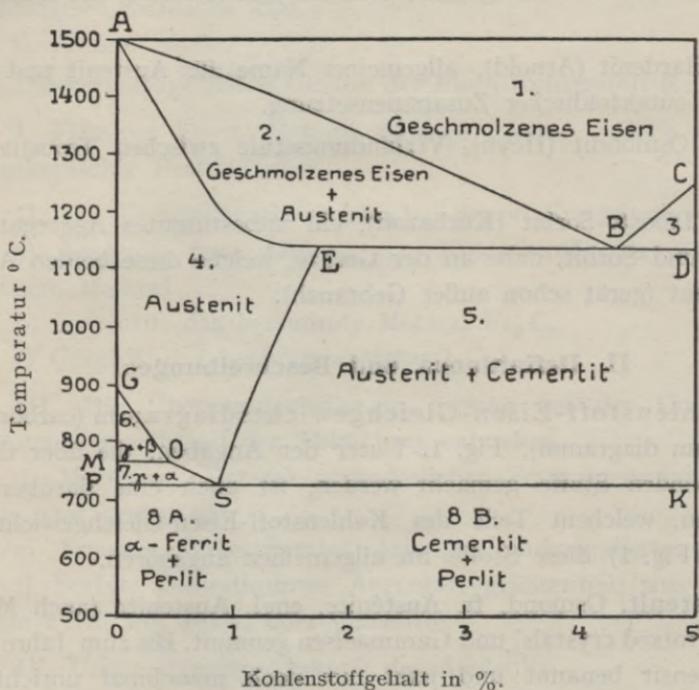


Fig. 1.

Die Linie PSK wird oft als Linie „ $A_1$ “ bezeichnet.

Die Linie GOS wird oft als Linie „ $A_3$ “ bezeichnet; zuweilen wird die Linie SE auch so bezeichnet.

Kristallisation. Sie erfolgt im regulären (isometrischen) System. Die idiomorphen großen Kristalle sind oktaedrisch, durch paralleles Wachstum stark in die Länge gezogen. Die geätzten Querschnitte zeigen viele Zwillingskristalle. (Nach Osmond und den meisten Autoritäten.) Le Chatelier hält die Kristallisation für rhomboedrisch. Spaltbarkeit nach Oktaeder.

Verschiedene Arten und Entstehung. 1. Primärer Austenit, bei der Erstarrung des Kohlenstoffstahles und des hypoeutektischen

Roheisens gebildet. 2. Eutektischer Austenit, welcher, abwechselnd mit eutektischem Cementit geschichtet, das zu Ende der Erstarrung der Stähle mit mehr als 1·7% Kohlenstoffgehalt und aller Roheisen gebildete Eutektikum aufbaut.

Gleichgewicht. Austenit tritt normal auf und befindet sich im Gleichgewicht im Feld 4, außerdem tritt er neben Beta-Eisen im Feld 6, neben Alpha-Eisen im Feld 7 und neben Cementit im Feld 5 auf. Er sollte sich normalerweise durch Abkühlung über  $A_1$  im Feld 8 in Perlit nebst Ferrit oder Cementit umwandeln.

Umwandlung (Transformation). Bei langsamer Abkühlung über die Zone der Umwandlungen  $Ar_3 - Ar_1$ , verändert der Austenit von selbst seinen Kohlenstoffgehalt bis zur Erreichung des eutektoïdischen Gehaltes (d. i. gegen 0·9%), u. zw. unter Bildung von vor-eutektischem Ferrit oder Cementit, und wandelt sich dann bei  $Ar_1$  unter Volumenvergrößerung in Perlit um, mit welchem der ausgeschiedene Ferrit oder Cementit vermischt bleibt. Rasche Abkühlung und die Gegenwart von Kohlenstoff, Mangan und Nickel stören diese Umwandlung, indem sie 1. dieselbe verzögern und 2. die Temperatur erniedrigen, bei welcher sie gewöhnlich stattfindet; und indem 3. außerdem Mangan und Nickel die Temperatur herabsetzt, bei welcher die Umwandlung den Gleichgewichtsbedingungen entspricht. Es kann demnach die Umwandlung durch Kombination dieser vier störenden Faktoren in geeigneten Proportionen bei einem der Zwischenstadien, Martensit, Troostit oder Sorbit<sup>1)</sup>, gehemmt werden; und wenn die Hemmung bereits in einem früheren Stadium als gewünscht erfolgt ist, kann das gewünschte Stadium durch geregeltcs Wiedererhitzen oder Anlassen wieder erreicht werden.

Obschon z. B. eine sehr schnelle Abkühlung bei Nichtvorhandensein der drei störenden Elemente die Umwandlung nur wenig und nur zeitweilig behindert, hemmt dieselbe, insbesondere durch die Gegenwart einer geringen Menge Kohlenstoff unterstützt, die Umwandlung gänzlich im Bildungsstadium des Martensits; in Gegenwart von un-

<sup>1)</sup> Obschon die Umwandlung auf solche Weise gehemmt werden kann, daß der ganze Stahl im martensitischen Zustande verbleibt, wird es jedoch von einigen bezweifelt, ob die Hemmung auch solcherart sein kann, daß das Ganze in irgendeinem der beiden anderen Zwischenstadien festgehalten wird. Troostit und Sorbit, welche durch solche Hemmungen hervorgebracht wurden, sind vermengt, u. zw. Troostit mit Martensit oder Sorbit oder mit beiden gleichzeitig und Sorbit mit Perlit oder Troostit oder mit beiden gleichzeitig.

gefähr 1·5% Kohlenstoff hält eine solche Abkühlung fast die Hälfte des Austenits fest, welcher so wenig verändert ist, daß er „beträchtlich“ weicher ist als die gewöhnlich dunkleren Nadeln des umgebenden Martensits, von welchem er sehr scharf absticht. Ebenso schwächen und stören a) über 12% Mangan plus 1% Kohlenstoff oder b) 25% Nickel die Umwandlung in solchem Grade, daß Austenit auch in der Kälte augenscheinlich unverändert verbleibt, sogar bei langsamer Abkühlung. (Hadfields Manganstahl und 25% Nickelstahl, resp. Mangan- und Nickelaustenit.)

Vorkommen. Wenn allein (wie im 12% Mangan- und 25% Nickelstahl sowie in Maurers Austenit von 2% Kohlenstoff und 2% Mangan) polyedrisch, oft derb, vielfach zu Zwillingen verwachsen, wenigstens in Gegenwart von Martensit, und leicht bandartige Bildungen zeigend. In gehärteten Stählen hohen Kohlenstoffgehaltes bildet er eine von zickzackförmigen Nadeln und Lanzetten von Martensit durchdrungene Grundmasse.

Ätzung. Alle gebräuchlichen Reagenzien färben ihn dunkler als Cementit, heller als Troostit oder Sorbit und gewöhnlich heller, manchmal aber auch dunkler als Martensit, welcher letzterer an seinem zickzackartigen Aussehen erkannt wird. Mit Ferrit und Perlit ist er nie verbunden.

Physikalische Eigenschaften. Maurers Austenit von 2% Mangan und 2% Kohlenstoff ist nur wenig härter als weiches Eisen; 25% Nickelstahl und Hadfields Manganstahl sind nur mäßig hart. Jedoch gewöhnlich, in dem gehärteten, hoch kohlenstoffhaltigen Stahl geschützt vorkommend, ist seine Härte nicht viel verschieden von derjenigen des ihn begleitenden Martensits, wahrscheinlich, weil er infolge der Abkühlung teilweise umgewandelt ist. (Osmonds Worte sind, daß er „beträchtlich“ weicher als Martensit ist.)

Sein spezifischer Magnetismus ist sehr gering, ausgenommen vielleicht bei sehr großen Feldstärken. In Hadfields Manganstahl und 25% Nickelstahl zeigt sich Austenit sehr dehnbar.

Abbildungen. „Microscopic Analysis of Metals“ Fig. 20, 50 und 51, auf S. 39, 100 und 101.

**Cementit.** Nach Sorby sehr harter Bestandteil („intensely hard compound“). Französisch: Cémentite; englisch: Cementite. Nach Arnold kristallisiertes, normales Karbid. Bestimmtes Metaral.

1. Definition. Triisenkarbid  $\text{Fe}_3\text{C}$ . Der Name wird von einigen Autoren in dem Sinne ausgedehnt, daß er auch alle Trikarbide einschließt, in welchen ein Teil des Eisens durch Mangan oder andere Elemente ersetzt wird. Solche Karbide können „Mangacementit“ usw. genannt werden.

2. Vorkommen. a) Perlitischer Cementit als Nebenbestandteil des Perlits; b) eutektischer; c) primärer oder voreutektischer; d) voreutektoïdischer Cementit; e) derjenige, welcher durch Abspaltung aus dem Eutektikum oder Perlit frei wird; und f) unkoaguliert im Sorbit, Troostit und vielleicht im Martensit. Die Arten c), d) und e) sind „frei“ oder „massig“ gruppiert.

Primärer Cementit entsteht bei Abkühlung im Gebiete 3; eutektischer Cementit bei der Abkühlung über die Linie EBD hinaus; voreutektoïdischer Cementit bei Abkühlung durch das Gebiet 5 hindurch; perlitischer Cementit bei der Abkühlung über die Linie PSK hinaus. Obschon die zahlreichen Cementitvarietäten alle als metastabil gehalten werden, da sie dazu neigen, sich in Graphit und Austenit (oberhalb  $A_1$ ) oder Ferrit (unterhalb  $A_1$ ) zu zersetzen, besitzen sie zuweilen einen bedeutenden und oft sogar sehr großen Grad von Stabilität. Die Neigung, Graphit zu bilden, wird vollständig durch Kälte gehemmt, vermehrt sich jedoch mit der Temperatur und mit der Menge des anwesenden Kohlenstoffes oder Siliziums und wird durch die Anwesenheit von Mangan vermindert.

3. Kristallisation. Orthorhombisch, in Platten.

4. Gefüge. a) Perlitischer Cementit, in parallelen, sich nicht durchschneidenden Platten, mit Ferritplatten abwechselnd; b) eutektischer Cementit, Platten, welche ein Netzwerk bilden, das mit einem feinen Konglomerat aus Perlit mit oder ohne voreutektoïdischen Cementit erfüllt ist; c) primärer Cementit in manganhaltigem weißem Roh-eisen usw., in rhomboedrischen Platten; d) in hypereutektoïdischen Stählen bildet der voreutektoïdische Cementit ein Netzwerk, welches Maschen aus Perlit einschließt, durch welche oft, wenn das Netzwerk grob ist, Cementit in Platten- oder Dornenform schießen; e) der aus Perlit freigewordene Cementit. Er geht in benachbarten Cementit über; f) die Struktur des unkoagulierten Cementits kann nicht bestimmt werden. Bei langandauernder Erhitzung nimmt der voreutektoïdische und perlitische Cementit kugelige Form an, indem die benachbarten Partikel verschmelzen; g) im weißen, phosphorreichen Eisen erscheint

der Cementit in flachen Platten, welche in der eutektischen Eisen-Kohlenstoff-Phosphorlösung eingebettet sind.

5. Ätzung usw. Nach Polieren steht Cementit im Relief. Glänzend weiß nach Ätzung mit verdünnter Salzsäure oder Pikrinsäure; wird durch Kochen mit einer Lösung von Natriumpikrat (im Überschuß von Natriumhydrat) dunkel gefärbt.

6. Physikalische Eigenschaften. Der härteste Bestandteil des Stahls. Härte = 6 nach der Mohsschen Skala. Ritzt Glas und Feldspat, aber nicht Quarz; sehr spröde. Spezifischer Magnetismus beträgt gegen zwei Drittel desjenigen des reinen Eisens.

Abbildungen. „Microscopic Analysis of Metals“, Fig. 42 und 43 auf S. 84, 85.

**Martensit.** Fr. und engl. Martensite. Metaral. Sein Wesen wird bestritten.

Definition. Er bildet das erste Stadium der Umwandlung des Austenits; er ist durch nadelige Struktur und große Härte gekennzeichnet, in gehärteten, hochkohlenstoffhaltigen Stählen.

Aufbau. I. (Nach Osmond und anderen.) Eine feste Lösung, wie Austenit mit dem Unterschiede, daß Eisen sich teilweise im Betazustande befindet, woher die Härte, und teilweise im Alphazustande, woher der Magnetismus in schwachen Feldern stammt. II. (Nach Le Chatelier.) Dasselbe, jedoch mit dem Unterschiede, daß das Eisen sich hauptsächlich im Alphazustande befindet und die Härte eine Folge des Zustandes der festen Lösung ist. III. (Arnold.) Eine spezielle Gefüge-Abart seines Hardenits (Austenits); wird wenig unterstützt. IV. Eine feste Lösung in Gamma-Eisen. V. (Benedicks.) Sowie I, mit dem Unterschiede, daß das Eisen sich ganz im Betazustand befindet und daß das Beta-Eisen aus Alpha-Eisen besteht, das eine bestimmte Menge Gamma-Eisen in Lösung enthält.

Gleichgewicht. Martensit ist in keinem Teile des Diagramms im Gleichgewicht, sondern stellt einen metastabilen Zustand dar, in welchem das Metall durch rasche Abkühlung festgehalten wird, als Bindeglied zwischen dem austenitischen Zustande, welcher oberhalb der Linie  $A_1$  stabil ist, und dem Ferrit- + Cementit-Zustande, in welchen der Stahl gewöhnlich durch langsame Abkühlung über die Linie  $A_1$  übergeht.

Vorkommen. Der hauptsächlichste Bestandteil gehärteter Werkzeugstähle und mittlerer Nickel- und Manganstähle. In nur wenig

transformierten Stählen (1·5% Kohlenstoffstahl, rasch abgeschreckt) tritt er neben Austenit auf. Bei vollkommen durchgeführter Umwandlung der Stahlelemente (in gehärteten Stählen niedrigen Kohlenstoffgehaltes, in Öl gehärteten hochkohlenstoffhaltigen Stählen oder in Wasser gehärteten und leicht angelassenen oder in gehärteten großen Stahlstücken hohen Kohlenstoffgehaltes) tritt er neben Troostit auf, dann neben einigem voreutektoïdischen Ferrit oder Cementit in hypo-, resp. in hypereutektoïdischen Stählen. Durch Anlassen geht er zuerst in Troostit über; bei 350°—400° passiert er das Stadium des Osmondits; bei höheren Temperaturen geht er in Sorbit über und bei 700° in körnigen Perlit. Durch Erhitzung über die Temperaturzone der Umwandlungen geht er in Austenit über, welcher durch Abkühlung wieder blätterigen (lamellaren) Perlit bildet.

Charakteristische Proben werden erhalten durch Abschrecken von Stäben von 1 cm<sup>2</sup> Querschnitt aus eutektoïdischem Stahl, d. i. Stahl von gegen 0·9% Kohlenstoff, bei 800° C (1472° F) in kaltem Wasser.

Gefüge. Wenn allein, gewöhnlich in flachen Platten, welche aus sich parallel zu den Seiten eines Dreieckes schneidenden Nadeln aufgebaut sind. Wenn mit Austenit vermennt, Nadeln, Lanzetten und Schäfte im Zickzack.

Wenn durch Abschrecken nach Erhitzen bis 735° hervorgebracht, besteht er aus kleinen Kristalliten, welche den Vogelsangischen Globuliten gleichen und selten in Dreieckform angeordnet sind, zuweilen so fein, daß er den Eindruck amorpher Struktur erweckt.

Ätzung. Mit Pikrinsäure, Jodlösung oder sehr verdünnter Salpetersäure geätzt, erscheint er gewöhnlich dunkler, manchmal jedoch auch heller als Austenit, stets dunkler als Ferrit und Cementit und stets heller als Troostit.

Abbildungen. „Microscopic Analysis of Metals“, Fig. 19 auf S. 38; Fig. 52 auf S. 102.

**Ferrit**, frz. und engl. Ferrite. Bestimmtes Metaral.

1. Definition. Freies Alpha-Eisen.

2. Zusammensetzung. Beinahe reines Eisen. Dasselbe mag etwas Phosphor und Silizium enthalten, jedoch ist dessen Kohlenstoffgehalt, wenn ein solcher besteht, immer sehr gering, höchstens 0·05%, im allgemeinen nicht mehr als 0·02%.

3. Vorkommen. a) Perlitischer Ferrit, als ein Bestandteil des Perlits; b) voreutektoïdischer Ferrit, entstehend durch langsame Abkühlung über die Temperaturzone der Umwandlungen; c) der von Perlit ausgeschiedene, d. h. der durch Abspaltung aus dem Perlit freigewordene Ferrit, besonders in schwach kohlenstoffhaltigen Stählen; d) unkoaguliert im Sorbit und wahrscheinlich im Troostit; b) und c) werden eingeteilt als freier oder massiver Ferrit.

Dieser Ferrit ist normal und stabil in den Gebieten 7 und 8.

4. Kristallisation. Regulär (isometrich), gewöhnlich in Würfeln oder Oktaedern.

5. Gefüge. a) Perlitischer Ferrit, parallele, sich nicht schneidende Platten, welche mit Cementitplatten abwechseln; b) voreutektoïdischer Ferrit bildet in schwach kohlenstoffhaltigen Stählen unregelmäßige Polygone, mit einheitlicher innerer Orientierung. In kohlenstoffreicheren Stählen bildet derselbe nach mäßig schneller Abkühlung, besonders in Gegenwart von Mangan, ein Netzwerk, welches Maschen von Perlit einschließt. Bei langsamer Abkühlung löst sich dieses Netzwerk in unregelmäßige Körner auf, welche durch Perlit voneinander getrennt sind; c) der durch Abspaltung aus Perlit freigewordene Ferrit vereinigt sich mit dem voreutektoïdischen, sofern ein solcher da ist; d) die Struktur des Ferrits im Sorbit usw. kann nicht angegeben werden.

6. Ätzung. Verdünnte, alkoholische Salpeter- oder Pikrinsäure läßt die Ferritkörner weiß, mit dunkel aussehenden Umgrenzungen (12); tiefere Ätzung mittels des „Heyn“schen oder eines gleichwertigen Reagens zeigt die verschiedene Orientierung der Kristalle oder Körner, u. zw.: a) als viereckige Figuren, parallel der Richtung der geätzten Fläche; b) als Platten, welche unter veränderlichen Winkeln eindringen und dunkel oder hell werden, wenn die Probe unter schief auffallender Beleuchtung gedreht wird; noch tiefere Ätzung zeigt die Grundwürfel (Ätzfiguren, etching figures) zum mindesten in den Fällen, wo die Ätz-Oberfläche annähernd zu einer Fläche des Würfels parallel ist.

7. Physikalische Eigenschaften. Weich, verhältnismäßig wenig widerstandsfähig (Zugfestigkeit gegen  $2812 \text{ kg/qcm} = 40.000 \text{ Pfund}$  auf den Quadratzoll) sehr dehnbar; stark ferromagnetisch; sehr geringe Coercitivkraft.

Korngröße. Bei wichtigen Untersuchungen erfolgt ihre Feststellung durch: 1. Tiefätzung, z. B. mit Kupferammoniumchlorid, um die Begrenzungen der Körner klar sichtbar zu erhalten; 2. Zählung der Körner eines abgemessenen Feldes auf einem Lichtbild geringer

Vergrößerung; das Feld wird so eingezeichnet, daß es Bruchteile der Körner nicht mit einschließt; 3. durch Bestimmung der wahren Kornbegrenzungen mittels Untersuchung unter starker Vergrößerung. (Heyns Methode.) Tiefe Salpetersäureätzung ist ungenau, da eine so erhaltene scheinbare Kornabgrenzung mehrere Körner in sich enthalten kann.

Abbildungen. „Microscopic Analysis of Metals“, Fig. 41, 56 auf S. 79, 116.

**Osmondit.** (Französisch und englisch: „Osmondite“.)

**Definition.** Jene Stufe der Umwandlung des Austenits, für welche die Löslichkeit in verdünnter Schwefelsäure ihr Maximum erreicht. Empirisch als das Bindeglied zwischen Troostit und Sorbit festgesetzt.

**Frühere Definition.** Gekennzeichnet auf dem V. Kongreß durch die „Maximallöslichkeit in Säuren“ und durch die „Maximalfärbung unter Einwirkung saurer Ätzmittel“. Die derzeitige Definition ist nur auf der Maximallöslichkeit begründet, weil wir nicht wissen, ob diese in allen Fällen mit der Maximalintensität der Anfärbung übereinstimmt und weil die alte Definition in jenem Falle, wo diesen beiden Bedingungen nicht gleichzeitig entsprochen wird, es unentschieden läßt, welcher Bestandteil der wahre Osmondit ist.

**Aufbau.** Die folgenden Hypothesen sind angeregt worden, ohne daß sie jedoch experimentelle Begründung besitzen: 1. Eine feste Lösung von Kohlenstoff oder eines Eisenkarbids in Alpha-Eisen. 2. Nach Benedicks ein kolloidales System im Zustande der Reinheit, während er als Troostit dasselbe System während der Bildung auf Kosten des Martensits und als Sorbit dieses System, koaguliert und in Perlit übergehend, bezeichnet. 3. Eine Stufe maximaler Reinheit des amorphen Alpha-Eisens, auf dem Wege, in Ferrit überzukristallisieren.

**Vorkommen.** Gehärteter Kohlenstoffstahl von 1% Kohlenstoffgehalt geht bei Erhitzung (Anlassen) bis 350°—400° durch das Stadium des Troostits in das des Osmondits, dann bei höherer Erhitzung in das des Sorbits über. Welche Veränderung dieser Temperatur nötig wäre (sofern diese überhaupt verändert werden muß), um gehärteten Stahl anderen Kohlenstoffgehaltes in das Stadium des Osmondits zu bringen, ist nicht bekannt. Darin, daß er einen richtigen Übergangszustand zwischen Troostit und Sorbit darstellt, unterscheidet er sich vom Troosto-Sorbit, welches beide begreift, sowohl

Troostit wie Sorbit, u. zw. beide nahe an der vorgenannten Übergangsgrenze. Allerdings ist Osmondit einigemal in letzterem, weiteren Sinne gebraucht worden. Die Autoren werden aufmerksam gemacht, daß solche Bezeichnungen, wie nützlich sie auch zum Zwecke genauer Unterscheidungen sein mögen, weit davon entfernt sind, dem allgemeinen Leserkreise geläufig zu werden.

**Ätzung.** Nach Heyn unterscheidet er sich von Troostit und Sorbit dadurch, daß er jenes Stadium des Anlassens darstellt, welches durch Ätzung mit alkoholischer Salzsäure die dunkelste Färbung annimmt.

**Eigenschaften.** Unter den Produkten des Anlassens besitzt derselbe die größte Löslichkeit in verdünnter Schwefelsäure.

Die vorstehende Definition und Beschreibung sollten an Stelle der früheren treten, da sie die ausdrückliche Zustimmung des Herrn Professors Heyn, der den Namen vorgeschlagen hat, sowie des Herrn Osmond besitzen.

**Ferronit.** Frz. und engl. Ferronite (Benedicks). Hypothetisch definiertes Metaral.

**Definition.** Feste Lösung von etwa 0·27% Kohlenstoff in Beta-Eisen.

**Vorkommen** (hypothetisch). In langsam abgekühlten Stählen und Roheisen von 0·50% oder mehr gebundenem Kohlenstoff soll jener Bestandteil, welcher gewöhnlich als Ferrit (perlitischer oder freier Ferrit) angesehen wird, nach Annahme Benedicks' Ferronit sein.

**Hardenit,** frz. und engl. Hardenite.

**Definition.** Ein allgemeiner Name für Austenit und Martensit eutektoïdischer Mischung. Er kommt in Stählen vor, 1. die sich oberhalb der Zone der Umwandlungen befinden und 2. die durch rasche Abkühlung gehärtet worden sind.

**Bemerkungen.** Nach der allgemein angenommenen Theorie, daß Austenit eine feste Lösung von Kohlenstoff oder Eisenkarbid in Eisen ist, stellt Hardenit diese Lösung bei tiefster Umwandlungstemperatur, d. h. die eutektoïdische Lösung dar. Die Theorie, daß derselbe eine bestimmte chemische Verbindung  $Fe_{24}C$  ist, wurde bereits unter „Austenit“ erwähnt. Der Vorschlagende begreift unter Hardenit beide Bestandteile, sowohl den eutektoïdischen (0·90% Kohlenstoff) oberhalb der Zone der Umwandlungen vorkommenden Austenit als

auch den Martensit, in welchen jener Austenit durch rasche Abkühlung (Härten) übergeht.

Andere Ansichten. Ursprünglich (Howe 1888) ein allgemeiner Name für Austenit und Martensit aller möglichen Zusammensetzungen in Kohlenstoffstählen. Nach Osmond (1897) mit Kohlenstoff gesättigter Austenit. Beide Ansichten sind von ihren Autoren zurückgezogen worden.

**Perlit.** (Sorby's „perlitischer Bestandteil“.) Zuerst englisch „pearlyte“ geschrieben, jetzt französisch „perlite“, englisch „pearlite“. Ein Aggregat.

**Definition.** Ein Eisen-Kohlenstoff-Eutektoïd, aus abwechselnden Lagen Ferrit und Cementit bestehend.

**Anordnung und Zusammensetzung.** Ein Konglomerat aus etwa sechs Teilen Ferrit und einem Teil Cementit. Wenn rein, enthält derselbe gegen 0·90% Kohlenstoff und 99·10% Eisen.

**Vorkommen.** Entsteht als Abschluß der Umwandlung des Austenits, welcher von selbst auf den eutektoïdischen Kohlenstoffgehalt gebracht worden ist; er kommt daher in allen Kohlenstoffstählen und Roheisen vor, welche gebundenen Kohlenstoff enthalten und durch die ganze Reihe der Umwandlungen langsam abgekühlt worden sind oder welche lange genug bei Temperaturen innerhalb oder dicht unterhalb dieser Temperaturzone gehalten wurden, um Ferrit und Cementit in den Stand zu setzen, in eine mikroskopisch auflösbare Masse überzugehen. Er ist daher der normale Bestandteil des Feldes 8. Sein Ferrit ist stabil, sein Cementit dagegen ist metastabil und besitzt die Neigung, in Ferrit und Graphit überzugehen.

**Verschiedene Arten und Gefügebau.** Da Perlit durch Koagulierung des anfangs in Form einer mikroskopisch unauflösbaren Emulsion (Sorbit, Arnolds sorbitischer Perlit) gebildeten Ferrits und Cementits entsteht, gibt es unbestimmt abgegrenzte Stufen sorbitischen Perlits (Arnolds normaler Perlit), d. i. eines gerade noch mikroskopisch auflösbaren Perlits im Bereiche zwischen Sorbit und lamellarem Perlit; körniger Perlit, in welchem der Cementit sehr feine Kügelchen in einer Grundmasse von Ferrit bildet; und lamellenförmigen oder lamellaren Perlit, welcher aus feinen, klar bestimmten, sich nicht schneidenden, parallelen Lamellen, abwechselnd aus Ferrit und Cementit, besteht. Der Name körniger Perlit wurde zuerst von Sauveur dazu benutzt, um damit den

heutigen Sorbit zu kennzeichnen. Diese Bezeichnung ist zurückgezogen worden.

Ein Einwand gegen Arnolds Benennung „Normaler Perlit“ liegt darin, daß er leicht zu Mißverständnissen Anlaß gibt. Das Wort „Normal“ nimmt hier auf „normale Bedingungen der Entstehung“ Bezug, während es vielmehr: 1. ein normales Gefüge des Perlits vermuten läßt, das doch im allgemeinen sicherlich dem lamellaren Gefüge des Eutektikums entspricht, und 2. dem allgemeinen Leser keinen Anhaltspunkt dafür gibt, welche Abkühlungsbedingungen hier normal genannt werden sollen. Viele Leser sind nicht Erzeuger; aber auch im Gebiete der Produktion erscheint bald Luftkühlung (für einen Teil) bald sehr langsame Ofenkühlung (für einen anderen Teil), normal. Arnold benennt Troostit „troostitischen Perlit“ und Sorbit „sorbitischen Perlit“. Dies widerspricht dem allgemeinen Gebrauche, welcher „Perlit“ für mikroskopisch auflösbare Substanzen erklärt.

Ätzung. Nach Ätzung mit verdünnter alkoholischer Salpetersäure oder Pikrinsäure ist Perlit dunkler als Ferrit oder Cementit, jedoch heller als Sorbit und Troostit. Eine lineare 250fache Vergrößerung ist gewöhnlich dazu notwendig, um ihn in Lamellen aufzulösen, wenn auch der Perlit des Zementstahles oft schon mit 25facher linearer Vergrößerung in Lamellen aufgelöst werden kann. Je rascher der Perlit gebildet worden ist, desto stärker ist die Vergrößerung, welche zu dieser Auflösung erforderlich ist.

Abbildungen. Lamellarer Perlit. Osmond and Stead, „Microscopic Analysis“, Fig 11, S. 19; Körniger Perlit, ebenda, Fig. 18, S. 36, Heyn und Bauer, „Stahl und Eisen“, 1906, Fig. 14 gegenüber S. 785.

**Graphit.** (Englisch und französisch: Graphite.) Bestimmtes Metaral.

Definition. Der freie elementare Kohlenstoff, welcher in Eisen und Stahl vorkommt.

Zusammensetzung. Wahrscheinlich reiner Kohlenstoff, identisch mit natürlichem Graphit.

Entstehung. Rührt größtenteils und nach Goerens gänzlich von der Zersetzung festen Cementits her. Andere halten dafür, daß seine Bildung als Garschaum (kish) direkt aus seiner Auflösung in geschmolzenem Metall herrührt, ebenso daß ein Teil der Temperkohle

von dem in Austenit gelösten elementaren Kohlenstoff stammt. Der Graphit bildet die stabile Form des Kohlenstoffs in allen Teilen des Diagramms.

Vorkommen. 1. Als Garschaum (kish), Flocken, welche an die Oberfläche des geschmolzenen Roheisens steigen und sich daselbst gewöhnlich abscheiden;

2. als dünne, gewöhnlich gekrümmte Platten, z. B. im grauen Roheisen, den Kohlenstoff darstellend, der während der Ausdehnung des Roheisens, d. i. nahe der Schmelzgrenze, ausgeschieden wurde.

3. als Temperkohle (Ledebur) (englisch: temper graphite; französisch: charbon de recuit), pulverförmiger Kohlenstoff, der aus Cementit und Austenit ausgeschieden wird, besonders beim Temperprozeß zur Darstellung schmiedbaren Gusses.

Graphit und Ferrit sind zuweilen derart beigesellt, daß sie stark ein graphit-austenitisches Eutektikum vermuten lassen. Aber ein solches Eutektikum wird von den meisten Forschern bestritten.

Eigenschaften. Hexagonal. Härte 1—2. Spezifisches Gewicht 2·255, Strich schwarz und glänzend. Metallglanz. Makroskopische Farbe, eisenschwarz bis dunkelstahlgrau, jedoch stets schwarz, wenn in Eisen- oder Stahlschliffen unter dem Mikroskop gesehen; undurchsichtig; spaltbar; schwärzt Papier; biegsam; fühlt sich fettig an.

**Troostit** (frz. und engl. troostite). Wahrscheinlich ein Aggregat. (Nach Arnold troostitischer Perlit.)

Definition. In der Umwandlung des Austenits das Stadium nach dem Martensit und vor dem Sorbit (und Osmondit, sofern diese Umwandlungsstufe anerkannt wird.)

Aufbau und Zusammensetzung. Ein nicht koaguliertes Konglomerat der Übergangsstadien. Der Grad der Vollständigkeit der besprochenen Umwandlung ist nicht endgültig bekannt und schwankt wahrscheinlich in weiten Grenzen. Osmond und viele andere glauben, daß diese Umwandlung, wenn auch im allgemeinen weit vorgeschritten, doch nicht bis zur Vollständigkeit gelangt; Benedicks und Arnold dagegen sind der Meinung, daß sie vollständig ist. Die frühere Ansicht, daß Troostit eine bestimmte Phase, z. B. eine feste Lösung von Kohlenstoff oder Eisenkarbid in Beta- oder Gammaeisen darstellt, ist verlassen worden. Der Kohlenstoffgehalt des Troostits schwankt gleich dem des Austenits und Martensits in weiten Grenzen.

Vorkommen. Derselbe entsteht entweder durch Anlassen gehärteter (d. h. martensitischer) Stähle bis dicht unter 400° oder durch

Abkühlung intermediärer Art durch die Temperaturzone der Umwandlungen hindurch, wie dies der Fall bei kleinen Stahlstücken ist, wenn sie in Öl oder von der Mitte der Umwandlungstemperaturzone aus im Wasser abgeschreckt werden, oder in der Mitte größerer, aus einer über der Transformationszone gelegenen Temperatur im Wasser abgeschreckter Stücke. Bei geringer Wiedererhitzung geht derselbe in Sorbit über, bei noch höherer Erhitzung in sorbitischen Perlit, dann langsam in körnigen und wahrscheinlich indirekt in lamellaren Perlit.

Derselbe erscheint in unregelmäßigen, feinkörnigen oder beinahe amorphen Flächen, welche von den bekannten Ätzmitteln dunkler als der begleitende Martensit oder Sorbit gefärbt werden. Ein anderes gebräuchliches Mittel, Troostit von Sorbit zu unterscheiden, besteht darin, daß ersterer gewöhnlich neben Martensit vorkommt, während Sorbit gewöhnlich mit Perlit verbunden ist.

Flächen nahe der Grenze zwischen Troostit und Sorbit werden manchmal Troosto-Sorbit genannt.

Eigenschaften. Härte zwischen derjenigen des martensitischen und des perlitischen Zustandes, entsprechend dem Kohlenstoffgehalt der Probe. Im allgemeinen nimmt mit steigendem Kohlenstoffgehalt die Härte zu; die Elastizitätsgrenze steigt und die Dehnung nimmt ab. Durch weiteres Anlassen wird dessen Dehnung rasch vermehrt und dessen Härte und Elastizitätsgrenze rasch verringert, wobei die Wirkung des Anlassens sehr viel deutlicher hervortritt als bei Sorbit.

**Sorbit**, frz. und engl. Sorbite. Ein Aggregat. (Arnold, sorbitischer Perlit.)

Definition. In der Umwandlungsreihe des Austenits die Stufe nach Troostit und Osmondit (wofern die letztere Stufe anerkannt wird) sowie von Perlit.

Aufbau und Zusammensetzung. Die meisten Autoren glauben, daß derselbe hauptsächlich in einem unkoagulierten Konglomerat unauflöslichen Perlits, neben Ferrit in hypo- und Cementit in hypereutektoïdischen Stählen besteht, jedoch daß derselbe oft eine gewisse Menge unvollständig umgewandelter Substanz enthält.

Vorkommen. Der Umwandlungsprozeß kann in das Stadium des Sorbits gebracht werden: 1. Durch Wiedererhitzen gehärteten Stahles bis ein wenig über 400°, jedoch unter 700°, bei welcher Temperatur derselbe in körnigen Perlit übergeht; 2. durch Abschrecken

kleiner Stahlstücke in Öl oder geschmolzenem Blei oder auch durch Luftkühlung derselben; 3. durch Abschrecken in Wasser genau vor Abschluß der Umwandlungszone, vom Punkte  $A_1$  aus. Sorbit ist chemisch nicht genau definiert, beinahe amorph und wird von den gebräuchlichen Ätzmitteln heller als Troostit, jedoch dunkler als Perlit gefärbt. Er unterscheidet sich ferner vom Troostit dadurch, daß er für einen bestimmten Kohlenstoffgehalt weicher als dieser ist, ferner dadurch, daß er gewöhnlich neben Perlit anstatt neben Martensit vorkommt; schließlich von Perlit dadurch, daß er sich nicht in getrennte Partikel von Ferrit und Cementit auflösen läßt.

Da Sorbit seinem Wesen nach nur eine Aggregatform ist, kann er eigentlich auf dem Gleichgewichtsdiagramm nicht dargestellt werden.

Seine Bestandteile neigen jederzeit dazu, in Perlit zu koagulieren, doch verbleibt er in seinem unkoagulierten Zustand bei allen Temperaturen unter  $400^\circ$ .

Eigenschaften. Obschon bei gleichem Kohlenstoffgehalt etwas weniger dehnbar als perlitischer Stahl, sind dessen Festigkeit und Elastizitätsgrenze so hoch, daß eine Vereinigung dieser drei Eigenschaften besser in sorbitischen als in perlitischen Stählen erhalten werden kann durch Wahl eines um ein wenig geringeren Kohlenstoffgehaltes, als derselbe für perlitische Stähle in Anwendung käme. Es bieten demnach sorbitische Stähle, d. s. zuerst gehärtete und dann vorsichtig angelassene Stähle, die beste Qualität für Konstruktionszwecke.

**Schwefelmangan.** Frz. Sulphure de manganèse; engl. Manganese Sulphide  $MnS$ . (Arnold und Waterhouse.) Metaral.

Vorkommen usw. Schwefel verbindet sich mit dem anwesenden Mangan, den er in dieser Beziehung gegenüber dem Eisen bevorzugt, und bildet daher blaß taubengraue oder flache graue Massenteilchen, welche in Gußstücken abgerundet, in Schmiedestücken länglich aussehen.

**Schwefeleisen.** Frz. Sulphure de fer; engl. Ferrous Sulphide.  $FeS$ . Ein Metaral.

Vorkommen. Der vom Mangan nicht aufgenommene Schwefel bildet Schwefeleisen  $FeS$ , welches wahrscheinlich mit Eisen als eutek-

tische Mischung Fe—FeS verbunden ist; bildet leicht mehr oder weniger kontinuierliche Membrane, welche die Perlitkörner umschließen. Farbe gelb oder blaß braun.

Schwefelabdrücke. Wenn ein mit Quecksilberchlorid und Salzsäure imprägniertes Leinen (Heyn und Bauers Methode) oder ein mit Schwefelsäure angefeuchtetes Bromidpapier (Baumanns Methode) auf polierten Stahl gedrückt wird, zeigt sich die Lage der schwefelführenden Teile (ob FeS oder MnS) durch die lokale Schwärzung, welche durch den entwickelten  $H_2S$  hervorgerufen wird.

Phosphorhältige Flächen schwärzen auch das Baumansche Bromidpapier.

### Verschiedenes.

Eutektoïd, gesättigt usw. Das Eisenkohlenstoffeutektoïd ist Perlit. Stahl mit mehr Kohlenstoff als Perlit wird hypereutektoïdisch, derjenige mit weniger Kohlenstoff hypoeutektoïdisch genannt. Arnolds Namen „gesättigt“, „ungesättigt“ und „übersättigt“ für eutektoïdischen, resp. für hypoeutektoïdischen und hypereutektoïdischen Stahl sind viel bei der Industrie der Englisch sprechenden Gegenden in Gebrauch, werden jedoch von den wissenschaftlichen Autoren vermieden, u. zw. deshalb, weil sie zu falscher Ansicht verleiten; denn es besteht beispielsweise nur eine bestimmte Temperatur  $A_1$ , bei welcher eutektoïdischer Stahl in Wirklichkeit gesättigt ist; wenn irgendeine andere Temperatur darunter gemeint ist, ist dieser Stahl nicht gesättigt. Oberhalb  $A_1$  ist er zweifellos ungesättigt.

Die Einwürfe gegen die Namen Sorbit, Martensit und Austenit, daß jeder von ihnen Stähle eines weiten Bereiches im Kohlenstoffgehalt umfaßt, können unberücksichtigt bleiben, da ein ähnlicher Einwurf mit gleichem Rechte gegen jeden bestehenden Gattungsnamen erhoben werden kann.

## DIE BENENNUNG EINIGER TECHNISCHER BEGRIFFE\*).

Empfohlen vom VI. Kongreß des Internationalen Verbandes für Materialprüfungen der Technik, abgehalten zu New York, September 1912.

### Vorwort.

In seiner XX. Tagung zu Frankfurt a. Main am 5. Februar 1910 hat der Vorstand auf Grund eines von Herrn Prof. A. Mesnager auf dem Kopenhagener Kongreß 1909 gestellten Antrages eine Kommission zur Aufstellung von Benennungen gewisser technischer Begriffe, die sich insbesondere auf innere Kräfte beziehen, eingesetzt. Der Vorstand ging dabei von der Tatsache aus, daß es noch eine große Zahl falsch definierter und von den Technikern in verschiedenem, zuweilen ganz entgegengesetztem Sinne angewendeter Ausdrücke gibt. Die Kommission wurde in folgender Weise zusammengesetzt:

H. Prof. A. Mesnager als Obmann, die Herren Professoren: E. Heyn, Berlin-Lichterfelde, B. Kirsch, Wien, A. Rejtó, Budapest, G. H. Gulliver, Edinburgh und Ing. N. Antochine in St. Petersburg als Mitglieder.

Die Kommission hat als Ergebnis ihrer ersten Arbeit, dem Kongresse zu New York im Jahre 1912 die im folgenden wiedergegebenen Benennungen vorgeschlagen, die der Kongreß einstimmig angenommen hat.

Nach dem Kongresse ist Herr Prof. A. N. Talbot aus Urbana Ill. in die Kommission eingetreten.

---

\*) In der Niederschrift der Verhandlungen des VI. Kongresses hat sich ein bedauerlicher Irrtum eingeschlichen: In der „Benennung einiger technischer Begriffe“ sind einige englische Ausdrücke nicht genau so wiedergegeben, wie sie in dem von der Kommission vorgelegten Berichte XXVIII<sub>1</sub> enthalten sind und von der Sektion und der Vollversammlung angenommen wurden. Es sind daher in dem Verhandlungsprotokoll der Sektion C (Seite 81) und der zweiten Vollversammlung (Seite 6) des New Yorker Kongresses sowie der XXIV. Vorstandssitzung (Seite 442) die englischen Ausdrücke der folgenden Benennung entsprechend richtigzustellen.

Die Kommission setzt ihre Arbeit fort und hofft diese erste Vorlage später durch weitere Vorschläge zu ergänzen.

Der VI. Kongreß hat folgende Ausdrücke empfohlen:

1. Für die Bezeichnung der Gesamtkraft oder absoluten Kraft:

im Französischen: Force, effort (de traction, de compression, de cisaillement);

im Deutschen: Kraft, Zugkraft, Druckkraft, Schubkraft oder Scherkraft;

im Englischen: Force, Load (tensile, compressive, shearing), Pull and Thrust.

2. Für die Kraft, bezogen auf die Flächeneinheit:

im Französischen: Tension, pression, cisaillement; (tension normale, pression normale, tension tangentielle);

im Deutschen: Zugspannung, Druckspannung, Schubspannung;

im Englischen: Tension, Pressure, Shear; or Stress (tensile, compressive, shearing).

Die Worte frottement intérieur, innere Reibung, internal friction sind ausschließlich für die Bezeichnung der Spannung parallel zur Gleitfläche und entgegengesetzt zur Gleitrichtung anzuwenden.

BIBLIOTEKA POLYTECHNICZNA  
KRAKÓW



S. 6



# VERÖFFENTLICHUNGEN DES INTERNATIONALEN VERBANDES FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNİK

Die Verhandlungen des I. Kongresses (Stockholm 1894),  
des II. Kongresses (Stockholm 1896),  
des III. Kongresses (Brüssel 1906),  
des IV. Kongresses (Brüssel 1906),  
des V. Kongresses (Kopenhagen 1909),  
des VI. Kongresses (New-York 1912),  
des VII. Kongresses (Leipzig und Wien 1913)  
herausgegeben von H. Gieseler

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II 31463  
L. inw.

Kdn., Czapskich 4 — 678. I. XII. 52. 10,000

## Die Veröffentlichungen des IV. Kongresses, Brüssel 1906

Offizielle Berichte und Kongreßverhandlungen, 12 Mk.  
Nicht offizielle Berichte 8 Mk.

Zu beziehen durch das Generalsekretariat des Verbandes, Wien,  
II., Nordbahnstraße 50.

## Die Veröffentlichungen des V. Kongresses, Kopenhagen 1909

Berichte und Kongreßverhandlungen, 1 Bd., geh. 15 Mk.  
Ergänzungsheft 2 Mk.

Kommissionsverlag J. Springer, Berlin.

## Die Veröffentlichungen des VI. Kongresses, New-York 1912

Berichte und Kongreßverhandlungen, 2 Bände, geh. 25 Mk.  
Kommissionsverlag J. Springer, Berlin und M. O. Wolff, St. Petersburg.

Verfahren zur Prüfung von Metallen und Legierungen,  
von hydraulischen Bindemitteln, von Holz, von Ton,  
Steinzeug- und Zementröhren

empfohlen vom IV. Kongresse, abgehalten zu Brüssel 1906, Preis 1 Mk.  
Leipzig und Wien, Franz Deuticke 1907.

## MITTEILUNGEN

### DES INTERNATIONALEN VERBANDES FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNİK.

Alle Veröffentlichungen des Verbandes: Organisatorisches, Literaturschau,  
Kongreßberichte und Kongreßverhandlungen erscheinen in dem Verbands-  
organ, den „MITTEILUNGEN“, welche in zwangloser Folge ausgegeben  
werden und allen Mitgliedern des Verbandes unentgeltlich zukommen.

Die „Mitteilungen“ er-  
scheinen in deutscher  
Sprache u

Biblioteka Politechniki Krakowskiej

und englischer  
Beilage.

Kommissionsverlag fi-  
r J. Springer, Berli



100000298312

lungen J. Springer,  
Leipzig u