

## Werk

**Label:** ReviewSingle

**Ort:** Braunschweig

**Jahr:** 1906

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110\\_0021](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0021) | LOG\_0463

## Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)  
SUB Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen

✉ [info@digizeitschriften.de](mailto:info@digizeitschriften.de)

# Naturwissenschaftliche Rundschau.

Wöchentliche Berichte

über die

Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften.

XXI. Jahrg.

8. November 1906.

Nr. 45.

**J. A. Ewing:** Die molekulare Struktur der Metalle. (Aus der Rede zur Eröffnung der Sektion G [Technologie] der British Association zu York 1906. Philosophical Magazine 1906, ser. 6, vol. 12, p. 254—267.)

Zur Erklärung der für den Techniker ungemein wichtigen mechanischen Eigenschaften der Metalle und ihres Verhaltens gegen Spannung entwickelt Herr Ewing in seiner Rede eine Hypothese, die, auf bekannte Tatsachen gestützt, eine interessante Analogie mit seiner Hypothese über die innere Struktur der Magnete (vgl. Rdsch. 1890, V, 597) aufweist. Er geht von der Erfahrung aus, daß nach den neuesten mikroskopischen Untersuchungen die Metalle, wie man an polierten und leicht geätzten Stücken erkennen kann, aus einer Anhäufung von Körnern bestehen, welche die Eigenschaften von Kristallen besitzen. Wenn man ein Stück Metall über seine Elastizitätsgrenze anspannt, so daß eine bleibende Verschiebung eingetreten, dann erfolgt das Nachgeben durch Gleiten zwischen den Teilen eines jeden Kristallkornes, indem ein Teil eines jeden Kristalls über einen anderen Teil desselben Kristalls fortgleitet. Mit anderen Worten die Plastizität eines Metalls rührt her von der Möglichkeit des Scherens längs bestimmter Ebenen im Kristall, an den sogenannten „Spaltungs“- oder „Gleit“-Flächen, die im einzelnen Kristall in drei oder mehr Richtungen vorkommen können. Untersucht man die polierte Oberfläche eines stark gespannten Metallstückes, so zeigt sich dieses Scheren oder Gleiten an dem Auftreten kleiner Stufen, die sich als Linien oder schmale Bänder markieren und Gleitbänder genannt werden. Aber trotz dieser Verschiebungen in dem einzelnen Korn behalten die Metalle ihre Kristallnatur bei.

„Ferner haben wir bei dem Prozeß des Spannens zuerst ein elastisches Stadium, das sich über sehr kleine Bewegungen erstreckt, in denen keine Zerstreuung von Energie und keine bleibende Anordnung stattfindet. Wenn dieses Stadium überschritten wird, tritt das Gleiten plötzlich ein. Die beim Anspannen geleistete Arbeit wird nun zerstreut; wenn die Zugkraft entfernt wird, bleibt eine Spannung zurück und bildet eine bleibende Anordnung; wenn sie weiter einwirkt, so erzeugt sie weiter (innerhalb gewisser Grenzen) erhöhte Spannung. Gewöhnlich kann ein hoher Grad von Spannung erreicht werden, ohne daß die Kohäsion zwischen den Gleitflächen zerstört wird. Unmittelbar nachdem die Spannung eingetreten, ist

eine deutliche Ermüdung, die sich in dem Verlust an vollkommener Elastizität zeigt, vorhanden; diese wird aber im Laufe der Zeit verschwinden, und das Stück wird dann härter sein als vorher. Wenn aber andererseits ein Vorgang abwechselnden Spannens nach rückwärts und nach vorwärts viele Male wiederholt wird, bricht das Stück.“

Diese jetzt allgemein bekannten Tatsachen will Herr Ewing zu erklären versuchen mittels einer Hypothese, welche mit der vom Redner 1890 entwickelten Molekulartheorie des Magnetismus viel Analogien besitzt und wie dort von der Vorstellung ausgeht daß die Festigkeit der Struktur von den gegenseitig auf einander wirkenden Kräften der Elementarteilchen der Molekelen bedingt ist.

Das Eisen und die meisten der technisch verwerteten Metalle kristallisieren im kubischen System, und die folgenden Ausführungen beschränken sich auf diesen einfachsten Fall. Denken wir uns ein Molekül, das gleichmäßige Polarität in drei Richtungen besitzt, die durch rechtwinkelige Achsen bestimmt sind. Das Molekül hat dann sechs Pole, drei positive und drei negative, und es sei ferner angenommen, daß die gleichen Pole sich abstoßen, die ungleichen sich anziehen. Weiter werde angenommen, daß das Molekül eine kugelförmige Hülle besitzt, welche die Hüllen der Nachbarmolekelen berührt, und daß sie sich reibungslos an einander drehen können. Aus drei Magnetstäben, die in ihren Mitten rechtwinkelig an einander befestigt sind, kann man ein Modell derartiger Moleküle herstellen.

„Denken wir uns nun den Prozeß der Kristallbildung mit einem Vorrat von solchen sphärischen Molekeln als Bausteinen, und gehen wir von einem Molekül aus, zu dem wir ein zweites herantreten lassen, das seine Stelle unter der Wirkung der Polarkräfte einnehmen kann. Es wird eine stabile Stellung haben, wenn ein positiver Pol des Moleküls A einen negativen Pol des Moleküls B berührt, die entsprechenden Achsen in einer Linie liegen, und wenn der weiteren Bedingung genügt ist, daß die Achsen im Molekül B, deren Pole von A nicht berührt werden, in bezug auf das von den Polen des Moleküls A erzeugte Kraftfeld stabil gelagert sind. Mit anderen Worten wir haben nebenstehendes Gebilde: Des bequemeren Dar-

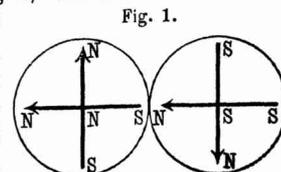
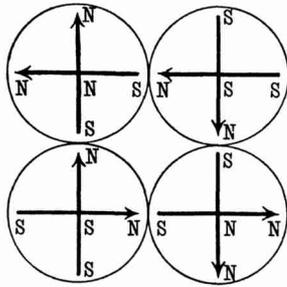


Fig. 1.

stellens wegen sind die Pole in der Zeichnung mit den Buchstaben *N* und *S* bezeichnet, aber man muß nicht annehmen, daß die Pole hier etwas mit Magnetismus zu tun haben.

Denken wir uns nun, daß der Kristall aufgebaut wird durch das Herantreten anderer Moleküle, von denen jedes seinerseits die Stellung größter Beständigkeit annimmt, die mit der Bildung des kubischen Aufbaues verträglich ist. Die Gruppe nimmt eine Anordnung an, welche im wesentlichen eine Wiederholung folgenden Vierlings ist (Fig. 2).

Fig. 2.



behält die Polarität dieselbe Richtung, aber in jeder Reihe ist die Polarität entgegengesetzt derjenigen der anstoßenden parallelen Reihe. Die ganze Gruppe besteht aus Vierlingen, die neben einander und über einander aufgetürmt sind. So gelangen wir zu dem möglichst einfachen Typus eines kubischen Kristalls.

Bei dieser Gruppierung hat jedes Molekül die Lagerung, welche die größte Stabilität gibt, und es scheint naturgemäß, anzunehmen, daß es diese Anordnung annehmen wird, wenn das Kristallkorn sich unter Bedingungen vollkommener Freiheit bildet, wie beim Erstarren aus dem flüssigen Zustande. In der Regel aber geht der wirkliche Prozeß des Kristallaufbaues dendritisch vor sich. Äste schießen hervor, und von ihnen gehen andere Äste unter rechten Winkeln ab mit Hinterlassung von Zwischenräumen, die später ausgefüllt werden müssen. Wir müssen uns somit vorstellen, daß die Moleküle sich mit mehr Vorliebe in Reihen als in Blöcken auftürmen, obschon schließlich die Blockform angenommen wird. In dieser Stellung größter Stabilität berührt jedes Molekül mit seinen sechs Polen entgegengesetzten Vorzeichens.

Nun kommt ein Punkt von besonderer Wichtigkeit. Denken wir uns, daß zwei benachbarte Moleküle in demselben Block in entgegengesetzter Richtung gedreht werden, jede um einen rechten Winkel. Sie werden nun je fünf Pole haben, die fünf Pole entgegengesetzten Vorzeichens berühren, während der sechste einem gleichnamigen gegenübersteht. Sie sind noch stabil gelagert, aber weniger stabil als in der ursprünglichen Anordnung, und sie werden zu dieser zurückkehren, wenn sie in Schwingung versetzt werden um einen Winkel, der den begrenzten Umfang überschreitet, innerhalb dessen sie in der neuen Lage stabil sind.

Ähnlich können wir uns vorstellen, daß eine Gruppe von drei, vier oder mehr Molekülen um einen rechten Winkel gedreht werden und eine kleine Gruppe bilden mit mehr oder weniger Stabilität, aber stets mit geringerer, als gefunden werden würde, wenn die normale Anordnung erhalten worden wäre. Die fragliche kleine Gruppe kann aus Molekülen einer Reihe

bestehen oder sie kann ein Vierling sein oder ein Block, oder die Form eines T oder L haben. Eine hinreichende Störung wird sie auflösen und in Übereinstimmung bringen mit der normalen Anordnung der Moleküle, welche den Rest des Kornes bilden.

Es ist mutmaßlich möglich, daß derartige kleine Gruppen, die geringe Stabilität besitzen, während des Kristallisationsprozesses sich bilden, so daß man hier und da im Korn einen winzigen Fleck von „Dissenters“ hat, die sich gegenseitig unterstützen, aber außer vollständiger Harmonie mit der Umgebung sind.

Wenn dies überhaupt während der Kristallisation eintritt, so scheint es weniger wahrscheinlich, daß es bei der freien Kristallbildung aus dem flüssigen Zustande vorkommt, als bei dem mehr gezwungenen Prozeß, der eintritt, wenn ein bereits festes Metall umkristallisiert bei einer Temperatur weit unter dem Schmelzpunkt. Obwohl selten oder gar nicht im ersten Falle, kann dies im zweiten oft vorkommen. Es existieren Unterschiede zwischen dem mikroskopischen Aussehen der Kristallkörner des Metalls, das gegossen, und dem, das im festen Zustande umkristallisiert ist, die hiermit erklärt werden können. Dies kann auch einen Unterschied erklären, den Rosenhain hervorgehoben, nämlich daß die Gleitlinien im gegossenen Metall gerade und regelmäßig sind, im Schmiedeeisen und in anderen Metallen, welche in festem Zustande sich umkristallisiert haben, jedoch selten einen geraden Verlauf durch den Kristall nehmen, sondern in zackigen, unregelmäßigen Stufen fortschreiten. Diese können von der stellenweisen Anwesenheit kleiner schwacher Flächen herrühren, die von dem Vorhandensein der von mir als „dissentierende“ bezeichneten Gruppen veranlaßt werden. Ferner kann man mutmaßen, daß diese Gruppen, da sie wirklich weniger Stabilität besitzen als ihre normalen Nachbarn, auch von den normalen Teilen des Kornes in bezug auf elektrolytisches Verhalten differieren und von einem ätzenden Reagens leichter angegriffen werden. Daher kommen vielleicht auch die auffallenden isolierten geometrischen Grübchen, welche beim Ätzen einer polierten Fläche von Schmiedeeisen erscheinen.“

Der Vortragende erläuterte diese Ausführungen an einem Modell aus gekreuzten, stark magnetisierten Stahlstäben, welches das Verhalten der oben beschriebenen Moleküle in einer Ebene deutlich zur Anschauung brachte (das Molekül wurde nur durch zwei unter rechtem Winkel gekreuzte, in der Mitte mit einander verbundene Magnetstäbchen dargestellt). Für die Gleitversuche war das Modell in der Weise abgeändert, daß die Mittelpunkte der gekreuzten Magnetstäbchen auf Glasscheiben befestigt waren; mit diesen konnten dann auch die Wirkungen der Spannung veranschaulicht werden.

„Zuerst, wenn die Verschiebung durch Gleiten un-  
gemein klein ist, ist die Spannung eine rein elastische. Die den Gleitflächen anliegenden Moleküle zerren einander ein wenig herum, aber ohne die Verbindung zu trennen, und wenn in diesem Stadium der Zug entfernt wird, indem man die Platte zu ihrer ursprünglichen