

spannung besitzen, und das sind eben die Kristallflächen. Der Bedingung, daß $\Sigma\sigma f$, die Summe der Oberflächenenergien, den Kleinstwert haben muß, wenn Gleichgewicht bestehen soll, entspricht dann eine von der Kugelform abweichende Begrenzung durch ebene Flächen. Diese Betrachtungsweise ist von P. Curie (*L*₃ 32) entwickelt.

Nimmt man an, daß bei einem bestimmten Stoffe die kleinste Oberflächenspannung auf den Würfelflächen herrscht, so wird der Stoff in Würfelform kristallisieren. Auf allen Würfelflächen ist die Oberflächenspannung gleich. Wird der Würfel durch irgendeine äußere Kraft zu einem Prisma bleibend lang gestreckt (nicht elastisch, denn dann ist es selbstverständlich, daß er wieder seine ursprüngliche Form anzunehmen bestrebt ist), so ist er nicht mehr im Gleichgewichtszustand. Das Prisma hat gegenüber dem ursprünglichen Würfel größere Oberfläche, und damit ist bei dem Prisma $\Sigma\sigma f$ größer als bei dem raumgleichen Würfel. Der gestreckte Kristall wird bestrebt sein, in die Gleichgewichtslage zurückzugehen, also wieder Würfelgestalt anzunehmen, vorausgesetzt, daß die Beweglichkeit seiner Teilchen unter den bestehenden Bedingungen dies zuläßt.

Damit haben wir aber das früher besprochene Gefügegleichgewicht der Gestalt. Dies erklärt auch, warum in kaltgereckten metallischen Stoffen langgestreckte Körner bei genügender Erwärmung ihrem Bestreben, gleichachsige Körner zu bilden, nachkommen (277).

Stellen wir uns nun ein Haufwerk von Kristallkörnern vor, wie wir es bei metallischen Stoffen finden. Eine gegebene Masse des Stoffes ist in n Körner unterteilt. Längs jeder Grenzfläche zwischen den Körnern haben wir eine Oberflächenspannung anzunehmen. Die Summe der Oberflächenenergien $\Sigma\sigma f$ hängt von der Anzahl der Grenzflächen f ab. Diese wird um so größer sein, je weiter die Masse in Körner unterteilt, je größer also n und damit je kleiner die durchschnittliche Korngröße ist. Die Größe der Grenzflächen wird dann den Mindestwert haben, wenn die ganze gegebene Masse des Stoffes nur aus einem Korn besteht. Dann ist auch $\Sigma\sigma f$ am kleinsten. Solange dieser Zustand nicht erreicht ist, befindet sich das System nicht im Gleichgewicht; es wird dann suchen, sich diesem Gleichgewicht zu nähern, soweit es die Beweglichkeit der Teilchen zuläßt. Damit kommen wir auf das früher besprochene Gefügegleichgewicht der Korngröße.

7. Das Gefüge als Mittel zur Feststellung der Vorbehandlung des Materials.

282. Wie in dem Vorausgegangenen gezeigt wurde, hinterläßt die Vorbehandlung, die ein metallischer Stoff durchgemacht hat, in einer ganzen Reihe von Fällen Kennzeichen im Gefüge. Dadurch wird auf der anderen Seite auch die Möglichkeit an die Hand gegeben, aus dem Gefüge Rückschlüsse auf die vorausgegangene Behandlung des Materials zu ziehen. Hierdurch ist die Forschung um ein wertvolles Hilfsmittel bereichert, das überraschende Aufschlüsse und vor allen Dingen einen tieferen Einblick in das Wesen der metallischen Stoffe gestattet.

Die Entwicklung der Gefügelehre und der Verfahren, das Gefüge der metallischen Stoffe sichtbar zu machen, ist zurückzuführen auf Männer wie Sorby, Martens, Osmond, Tschernoff, Roberts-Austen, Heycock und Neville, Charpy, Stead, Howe, Sauveur, Arnold, Wedding usw.¹⁾ Die Arbeiten Sorbys über das Kleingefüge sind die älteren, sie stammen bereits aus dem Jahre 1863. Sie blieben zunächst unbekannt, bis Martens unabhängig davon seit 1878 seine grundlegenden Arbeiten veröffentlichte, die mit dem bewußten

¹⁾ Über die geschichtliche Entwicklung der Metallographie vgl. O. Bauer (*L*₃ 34).

Ziel durchgeführt waren, aus dem Kleingefüge herauszulesen, welche Behandlung die Stoffe erfahren hatten. Osmond brachte insbesondere auf dem Gebiet der Eisenlegierungen die Gefügelehre zu einer klassischen Entwicklungsperiode. In Deutschland ist für die Entwicklung der Gefügelehre (nach Osmond Metallographie benannt) das jetzige Kgl. Materialprüfungsamt in Gr.-Lichterfelde (früher mechanisch-technische Versuchsanstalt) das Kristallisationszentrum gewesen. Seiner Tätigkeit ist der Aufschwung der wissenschaftlichen Gefügelehre in Deutschland zuzuschreiben. (Vgl. hierüber *L*₃ 33, wo der Verfasser Gelegenheit nahm, bei Gelegenheit eines von anderer Seite gehaltenen Vortrags über „die Bedeutung der Metallographie“ an den Anteil zu erinnern, den das Materialprüfungsamt an der Entwicklung dieses Zweiges der Wissenschaft gehabt hat.)

Man kann das Gefüge der metallischen Stoffe mit Urkunden vergleichen, in denen gewisse aktenmäßige Aufzeichnungen über die Vorbehandlung des Materials niedergelegt sind. Die Urkunden sind allerdings in einer Sprache und in Schriftzeichen geschrieben, die nicht ohne weiteres verständlich sind. Ihre Entzifferung ist das Ergebnis mühseliger Forschung gewesen. Sie war nur dadurch möglich, daß man auf dem Wege des unmittelbaren Versuchs den gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen willkürlich erzeugter Vorbehandlung und dem dadurch hervorgerufenen Gefüge ermittelte, und dies ist auch heute noch der einzige Weg für ersprißliche Forschung. Alle Versuche, ohne diesen unmittelbaren Versuch etwas aus dem Gefüge herauszudeuten, gehören in das Bereich der Phantasie und sind von der wissenschaftlichen Gefügelehre ebensoweit entfernt wie die Astrologie von der Astronomie.

Hervorragenden Anteil an der Entzifferung der Schriftzeichen und der Sprache der Gefügeurkunden hat auch die Phasenlehre genommen, deren Entwicklungsgeschichte verknüpft ist mit den Namen Gibbs, Bakhuis-Roozeboom, H. Le Chatelier u. a. m. Das *c, t*-Bild (vorausgesetzt, daß es wirklich einwandfrei und bis in die Einzelheiten festgesetzt ist) ist für die Schlüsse, die das Gefüge an die Hand gibt, etwas Ähnliches wie ein Dechiffrierschlüssel.

Die Aufgaben der Gefügelehre können zusammengefaßt werden wie folgt:

1. Beschreibende Feststellung der einzelnen Gefügebildner der metallischen Stoffe; Ermittlung ihrer chemischen Zusammensetzung und ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften, sowie ihrer Anordnungsweise.
2. Ermittlung der Veränderung in der Art und Anordnung der Gefügebildner, die durch verschiedene Behandlung des Materials (Erwärmen, Abschrecken, Kalt- und Warmrecken, chemische Einwirkung, Gasaufnahme usw.) hervorgerufen werden.
3. Ermittlung der Änderung der Eigenschaften der metallischen Stoffe, die durch die unter 2. genannten Gefügeänderungen bedingt sind. Ermittlung der Gesetze, die diese Änderungen miteinander verknüpfen.

Wir werden uns in den verschiedenen Abschnitten dieses Buches beständig mit diesen Aufgaben zu beschäftigen haben.