

elektrischen Stromes an einem Deprez-d'Arsonval'schen Galvanometer, dessen Ausschlag proportional dem Wärmegrade ist, dem das Thermo-element ausgesetzt wurde.

Auch diese Instrumente, insonderheit die verwendeten Thermo-elemente, werden auf Verlangen von der Physikalisch-technischen Reichsanstalt geprüft und beglaubigt; was man jedenfalls ausführen lassen sollte, wenn es auf Zuverlässigkeit der Ergebnisse ankommt.

Man kann nach den Erfahrungen der Reichsanstalt und anderer Forscher selbst hohe Hitzgrade, wie die Schmelzpunkte von Eisen, bis auf wenige Grade genau bestimmen.

In der von Keiser & Schmidt in Berlin gefertigten Bauart (*L 172*) ist das Instrument transportfähig und ausserordentlich bequem. Die Ablesungen geschehen an einer Skala, die auf Grund der Aichungen der Reichsanstalt ausser nach Volt, auch unmittelbar nach  $C.^{\circ}$  getheilt ist. Die Messungen reichen von Zimmerwärme bis zu  $1500 C.^{\circ}$ ; die Ablesungen können bis auf einzelne Grade geschätzt werden; auch diese Instrumente sollte man vor dem Gebrauch prüfen lassen.

**308.** Für wissenschaftliche Zwecke und für die Kontrolle der Fabrication ist es bequem, die Angaben vom Instrument selbst aufzeichnen zu lassen. Roberts-Austen theilt eine hübsche Einrichtung für photographische Aufzeichnung mit (*L 171*). Bei diesem Instrument wirft der in einer kleinen Dunkelkammer stehende, mit festem und losem Spiegel versehene Galvanometer durch einen schmalen Spalt Lichtpunkte auf das photographische Papier, das auf einen vom Uhrwerk bewegten Cylinder gespannt ist; es entsteht hierdurch eine gerade Grundlinie und eine Kurve, deren Abstand von der Grundlinie ein Maass für den Hitzegrad ist. Das Instrument ist so eingerichtet, dass abwechselnd von mehreren Punkten (Oefen) aus die dort herrschenden Hitzgrade aufgezeichnet werden können.

## i. Dauerversuche.

### 1. Allgemeines.

**309.** Unter dem Namen „Dauerversuche“ pflegt man alle jene Festigkeitsversuche zusammenzufassen, bei denen die Körper nur mit verhältnissmässig geringen Spannungen aber unter oftmaliger Wiederholung beansprucht werden. Diese Versuche ahmen gewissermassen die Inanspruchnahme nach, welche das Material während seiner Thätigkeit als Konstruktions-theil erfährt. Ihre Ergebnisse bilden die Grundlage für die heutigen Anschauungen über das zulässige Maass der Materialbeanspruchung in allen unsern Konstruktionen, und deswegen ist es nothwendig, dass die Art und Ausführung der Dauerversuche, sowie die wesentlichen Ergebnisse der bisherigen Versuche hier ganz kurz berührt werden; das tiefere Eingehen ist Sache der Konstruktionslehre.

**310.** Wenn auch vor Wöhler Andere schon sich mit Versuchen befassten, die man zu den Dauerversuchen zählen muss, so pflegt man ihn doch immer als den eigentlichen Begründer (*L 174*) zu nennen, nach dem man diese Versuche auch wohl als Wöhler'sche Versuche zu bezeichnen pflegt. Selbst die Wöhler'schen Konstruktionen für Dauerversuchsmaschinen sind vielfach von anderen Forschern übernommen, und die alten von



Wöhler selbst benutzten Maschinen sind erhalten und dienen zur Fortführung der von ihm begonnenen Versuche in der Charlottenburger Versuchsanstalt.

Unter den Vorgängern Wöhlers will ich hier nennen Albert, der 1829 schon Dauerversuche mit Förderketten anstellte (*L 176*), und W. Fairbairn, der 1864 über Dauerversuche mit Brückenträgern berichtete (*L 177*). Neuerdings sind die Wöhlerschen Versuche vielfach erweitert worden, und namentlich in Amerika scheint man ihnen mehrere Stätten eröffnet zu haben. Besonders hat Bauschinger die Wöhlerschen Versuche wesentlich ergänzt; auf seine Arbeiten wird im folgenden Abschnitt näher einzugehen sein.

**311.** Je nach der Art der Beanspruchung unterscheidet man verschiedene Formen des Dauerversuches, nämlich Dauerversuche mit Beanspruchung auf Zug, Biegung in einer Ebene, Biegung nach allen Richtungen, Verdrehung, Zug und Biegung, Schlagwirkung unter Zug-, Druck-, Biegungs-, Verdrehungsbeanspruchung u. s. w.

**312.** Für alle diese Beanspruchungsformen ergibt sich, dass sie den Probekörper nur dann durch eine sehr grosse Zahl von Wiederholungen zu Bruche bringen, wenn die jedesmal erzeugte Spannung [im Folgenden die Anspannung  $\sigma_A$  genannt] über ein gewisses, dem Material eigenthümliches Maass hinausgeht. Diese Grenzspannung nannte Launhardt die Arbeitsfestigkeit  $\sigma_N$  des Materiales.

## 2. Die Veränderlichkeit der Proportionalitäts- und Streckgrenze.

**313.** Seitdem man begann, Festigkeitsversuche mit einiger Genauigkeit auszuführen, ist es eine bekannte Thatsache, dass die Beanspruchung eines Körpers über eine gewisse Grenze hinaus eine Veränderung der Eigenschaften des Materiales im Gefolge hat. Diese Veränderungen erstrecken sich ganz besonders auch auf die Lage der Proportionalitäts- und Streckgrenze. Schon bei der kurzen Besprechung der Nachwirkungserscheinungen, dass nämlich das Material nach Hervorbringung eines neuen Spannungszustandes keineswegs sofort zur Ruhe kommt und den dem neuen Spannungszustande zukommenden Gleichgewichtszustand durchaus nicht sofort annimmt (*53, S. 28*), wurde erwiesen, dass Minuten, Tage, Monate, Jahre darüber vergehen, bis das Material seine Länge nicht mehr verändert.

**314.** Die Erscheinungen, die ich jetzt zu besprechen habe, sind ähnlicher Natur. Für unsere Zwecke sind sie besonders anschaulich von Bauschinger (*L 111. 178*) bei seinen Versuchen an Schweisseisen, Flusseisen und anderen Metallen beobachtet und dargestellt. Andere Forscher haben früher und später ähnliche Erfahrungen gesammelt und darüber berichtet. Hier soll in erster Reihe auf die Bauschingerschen Versuche eingegangen werden, weil sie besonders geeignet sind, die an sich früher festgestellten Erfahrungen Wöhlers verständlich zu machen. Ich darf es aber nicht unterlassen, von vornherein hervorzuheben, dass die nachfolgend ausgesprochenen Bauschingerschen Sätze nicht verallgemeinert werden dürfen, sondern als Erfahrungssätze streng genommen nur auf die von ihm geprüften Materialgattungen angewendet werden sollten, wenn auch die Wahrscheinlichkeit vorliegt, dass andere Materialien ihnen folgen.

a) Wenn ein Körper mit Kräften auf Zug beansprucht wird,