

Obwohl bei der Vergleichung eines Maasstabses mit dem Urmaastabe jede mechanische Berührung vermieden ist und die Maassvergleichung ausschliesslich durch Beobachtung mittels Mikroskop erfolgt, eine Verletzung der Urmaasstäbe daher ausgeschlossen erscheint, so ist doch diese Methode für die Zwecke des gewerblichen Lebens zu umständlich und mit zu vielen Fehlerquellen behaftet, um verwendbar zu sein, während sie wissenschaftlichen Zwecken vollständig entspricht.

Dagegen ist das bereits von *Bessel* empfohlene Verfahren der Endflächenmessung, in welcher die Beobachtung sich hauptsächlich auf die Empfindung der Gefühlsnerven gründet, für die Arbeiten im Maschinenbau höchst bedeutungsvoll. Selbstverständlich wird bei der Strichmessung die Genauigkeit des Messens durch die Feinheit der Theillinie erhöht. Theilstriche von 0,03 mm Dicke können noch mit freiem Auge wahrgenommen werden. Auf Glasplatten werden auf die Breite von 1 mm 200 und mehr Theilstriche geritzt, so dass die einzelnen Striche einen Abstand von 0,005 mm oder $\frac{1}{200}$ mm und weniger besitzen. Angeblich werden in neuerer Zeit Theilungen sogar bis $\frac{1}{800}$ mm angewendet.¹

Um jede Verbiegung des Urmaasstabs zu verhindern, wird derselbe entweder auf einem Hebelsystem gelagert oder in einem mit Quecksilber gefüllten Trog schwimmend erhalten.

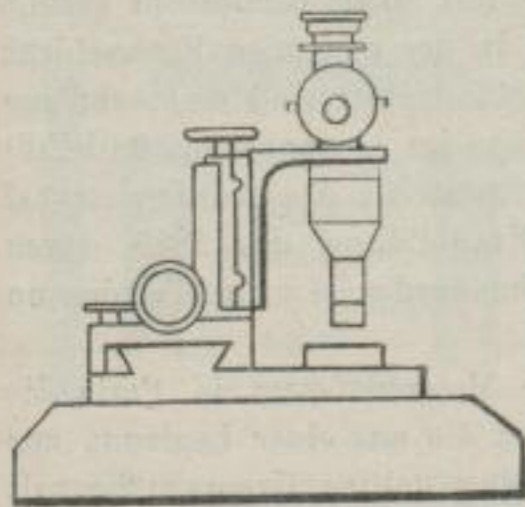


Fig. 1.
Mikroskop zur Messung.

Ueber die Hauptstriche des Urmaasstabs werden nun zwei auf einer zum Urstab parallelen Bahn verstellbare Mikroskope (Fig. 1) derart eingerichtet, dass jeder ihrer Fadenkreuzschnitte den Hauptstrich des Maasstabs trifft.

Nach erfolgter Einstellung der Mikroskope wird der Urmaastab entfernt und an dessen Stelle der Prüfstab eingelegt und so lange dessen Lage geregelt, bis ein oder beide Endstriche in die Schnittpunkte der beiden Fadenkreuze fällt. Weicht aber die Länge des Prüfstabes ab, so kann durch Verschiebung eines der beiden Gläser mittels einer Mikrometerschraube bis zur erfolgten Uebereinstimmung die Abweichung des Prüfstabes vom Urmaastab nachgewiesen werden.

Wie bereits erwähnt, haben die Urmaasstäbe ihre wahre Länge nur bei einer bestimmten Temperatur, obgleich bei der Maassvergleichung zweier Stäbe aus gleichem Material die Temperatur gleichgültig sein könnte, so ist doch mit Rücksicht auf die Verschiedenheit der Stabmaterialien auch die Normaltemperatur festgelegt worden.

Weil bei diesem Messverfahren die Uebereinstimmung des Fadenkreuzes mit den Theilstrichen des Stabes von persönlichen Beobachtungsfehlern durchaus nicht frei ist, diese sogar bei geübten und gewissenhaften Beobachtern bis 0,0005 mm betragen können, so erkennt man daraus leicht, dass diese Messmethode für die Zwecke des Maschinenwesens nicht gut anwendbar sein kann.

Ein Hauptgrund aber, welcher gegen dieses Messver-

fahren angeführt wird, ist die Kleinheit des Gesichtsfeldes an der Beobachtungsstelle. Zwar ist das zweite Verfahren der Endflächenmessung durchaus nicht fehlerfrei und unabhängig von persönlichen Einwirkungen, doch sind die Mittel zur Messung so überaus einfache, dass ihre Ueberlegenheit gegenüber dem Strichmaassverfahren für die Zwecke des gewerblichen Lebens ganz unzweifelhaft anerkannt ist. Nichts natürlicher, dass ein Mechaniker dieses Bedürfniss zuerst gefühlt und erkannt hatte. Dieses Messverfahren in höchster Vollendung auch durchgeführt zu haben, ist ein grosses Verdienst des Civilingenieurs *Sir Joseph Whitworth* (geb. am 21. December 1803 in Stockport, gest. am 20. Januar 1887). Nach dem staatlichen Urmaass (Yard) hatte im J. 1834 *Whitworth* den ersten Yardstab mit Endflächen hergestellt und die Unterabtheilungen desselben besorgt.²

Die Mess- und Theilvorrichtungen.

Weil das Theilen nur ein relatives Messen ist, so sind auch die Hilfsmittel für beide Verfahren dieselben, gleichgültig, ob nur gerade Strecken oder Kreisbögen zu messen oder zu theilen sind. Da aber das Theilen der Kreise auch das Messen der Winkel einschliesst und das Messen der Winkel die Grundlage für die Lösung aller Dreiecksaufgaben bildet, so war das Bestreben der Astronomen aller Zeiten dahin gerichtet, die Kreiseintheilungen in Bezug auf Genauigkeit und Kleinheit der Theilung möglichst weit zu führen.

Weitergeführt wurde die Untertheilung von Maassstäben und Bogentheilungen mit Hilfe eines zweiten kleineren Nebenschiebers, Nonius oder Vernier (nach *Nunez* bezieh. *Vernier*, auch *Peter Werner*, geb. 1580) genannt, ohne unmittelbare Strichuntertheilung vorauszusetzen.

Eine mittelbare Strichuntertheilung bei geraden Maassstäben gewährt der von *Hommel* im 16. Jahrhundert erfundene Transversal- oder Gittermaassstab.

Mit Hilfe von Verhältnissdreiecken wurden dagegen gerade Strecken von beliebiger Länge von einem Grundmaassstab aus eingetheilt. (*J. Ramsden* 1775, *Meyerstein* 1833.)

Je nach dem Messverfahren durch Beobachten oder durch Fühlen bezieh. Ablesen oder Greifen, Theilen oder Vervielfältigen richten sich die hierzu dienenden Hilfswerkzeuge. Bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts war das Abgreifen und Theilen mittels Stangenzirkel ausschliesslich üblich. Wegen der Schrägstellung seiner Fühlflächen bezieh. des ungleichen Eindringens seiner Spitzen ist der Schenkelzirkel ein ungleich unvollkommeneres Werkzeug.

Längentheilmaschinen sind erdacht und gebaut worden von *de Chaulnes* (geb. 1714, gest. 1769)³, *Ramsden* (1735 bis 1800), *Donkin* (1768—1855). *G. A. Breithaupt* in Kassel (geb. 1806, Sohn von *Fr. W. Breithaupt*, 1780—1855) baute 1850 eine grosse Längentheilmachine, mit welcher eine Länge von 1 m ohne Unterbrechung in jedem beliebigen Verhältniss mit der Genauigkeit von 0,001 mm eingetheilt werden kann.

Längentheilmaschinen ohne Schraubenspindelbewegung sind von *Repsold* (geb. 1804 zu Hamburg), *Oertling* (geb. 1803 zu Schwerin), *Meyerheim* (geb. 1808 zu Einbeck) und

² Vgl. *M. Schröter* bezieh. *Goodeye* und *Schelley*, *Die Messmaschine von Whitworth*. Jena 1879.

³ *Karl Karmasch*, *Geschichte der Technologie*. München 1872.

¹ *A. Mallock*, *Engineering*, 1890 Bd. 50 * S. 614.