

Um den Turner möglichst gut zur Geltung zu bringen, muß er einen passenden einfarbigen Hintergrund erhalten, entweder ganz dunkel, wenn der Turner hell ist, oder weiß, wenn der Turner dunkle Farben trägt, z. B. als „Herero am Reck“. Auch als bewegliches Schattenbild kann die Sache arrangiert werden.

Wer die Figur größer haben will, müßte schon ein starkes Laufwerk als Triebkraft benutzen. Gut in den Vordergrund des

Fensters gerückt, wird der sich lustig bewegende Turner für jeden Beschauer des Fensters willkommene Augenweide sein. Das Fenster kann nicht im geringsten an seinem Charakter einbüßen, wenn man es nur verstanden hat, alles der übrigen Dekoration des Fensters anzupassen. Das Publikum findet es so selbstverständlich, daß im Fenster eines Uhrmachers irgendwo was „wackelt“, und hat seine größte Freude darüber, ganz besonders, wenn es noch recht geheimnisvoll zugeht.



## Moderne Meßwerkzeuge in Maschinenbau und Präzisionsmechanik

Der Maschinenbau unserer Tage ist im weitesten Umfange durch eine Auswechselbarkeit gleichartiger Teile gekennzeichnet. Eine derartige Auswechselbarkeit setzt selbstverständlich eine äußerst präzise Arbeit voraus. Auswechselbare Maschinenteile fabrizieren heißt daher gleichzeitig Präzisionsmaschinenbau betreiben.

Viele Jahre hindurch hat man, insbesondere in Deutschland, ein solches Ziel aus wirtschaftlichen Gründen für unerreichbar erachtet. Nur auf einem einzigen Gebiete, nämlich auf demjenigen der Gewehrfabrikation, wird bereits seit ungefähr 30

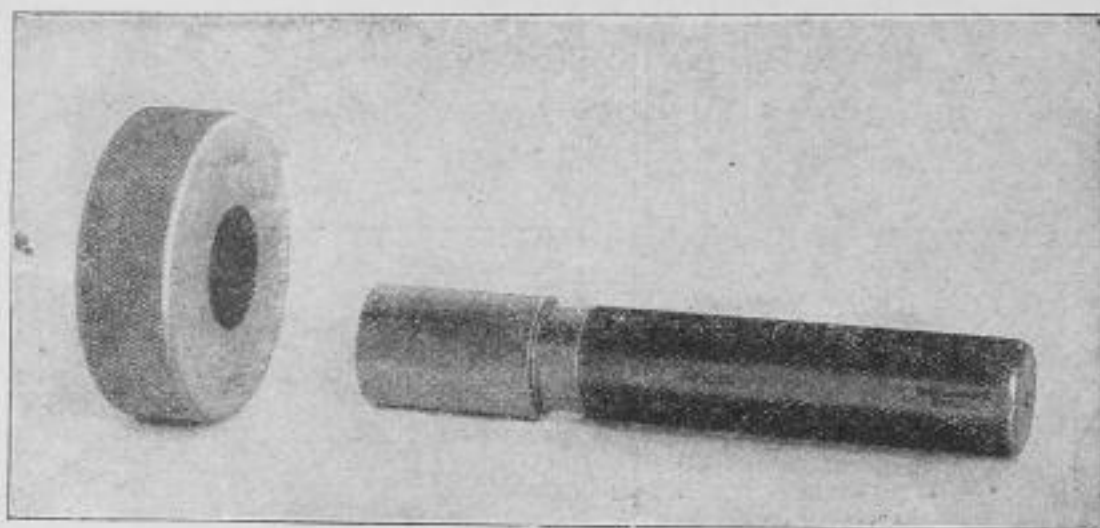


Fig. 1. Normale Ring- und Dornlehre

Jahren austauschbar gebaut. Für die Regierungen, welche Gewehre bestellten, war eben im Interesse der Kriegstüchtigkeit die Austauschbarkeit einzelner Teile von Anfang an so wertvoll und wichtig, daß sie sich nicht an den dadurch bedingten großen Herstellungskosten stießen. Von der Gewehrfabrikation aus indes hat sich der Präzisionsbau in der Zwischenzeit auch andere Gebiete erobert, und gegenwärtig wird ganz allgemein im Dampfmaschinenbau wie auch im Bau elektrischer Maschinen Präzisionsware fabriziert.

Dies war freilich nur möglich, nachdem die moderne Technik Mittel gefunden hatte, durch welche der Präzisionsbau bei genügender Massenfabrication schließlich billiger wird als die ursprüngliche einzelne Passarbeit. Es wurde die Ausbildung einer rationellen und praktischen Werkstättenmesstechnik notwendig, welche einerseits möglichst präzise Arbeit, andererseits möglichst billige Arbeit in glücklicher Weise vereinigte.

Allgemein wäre nun zu betrachten, innerhalb welcher Grenzen denn bei Maschinenbauerarbeit Genauigkeit notwendig ist. In früheren Jahren hatte der Schlosser als Messinstrumente lediglich den Taster, die Schublehre und den Zollstock. Mit diesen Apparaten ließ sich bestenfalls ein Genauigkeitsgrad von  $\frac{1}{10}$  Millimeter erreichen, und derartige Arbeit mußte bei der Montage stets noch nachgepaßt werden. Eine Austauschbarkeit liess sich mit diesen primitiven Mitteln nicht erzielen. Die allgemeine Einführung der Mikrometerschraube verbesserte die Sachlage, ohne jedoch zur Vollkommenheit zu führen. Wohl konnte mit dem Mikrometer der geschickte Arbeiter Präzisionsarbeit liefern, aber diese Fälle blieben vereinzelt, und der Fabrikarbeiter im allgemeinen war nicht imstande, damit Präzisionsarbeit herzustellen.

Einen Fortschritt stellte bereits das Vorgehen des englischen Maschinenbauers Whitworth dar, welcher als der erste die sogenannten Normallehren im Maschinenbau einführte. Der Maschinenbau verdankt dem Whitworth eine ganze Menge. Whitworth konstruierte zunächst eine Feinmeßmaschine, mit der es möglich

wurde, genaue Messungen vorzunehmen und Maße jeder Art bis auf den tausendsten Teil eines Millimeters einzustellen. Whitworth schuf ferner das erste brauchbare reproduzierbare Schraubengewindesystem, durch welches die Austauschbarkeit der Muttern und Bolzen verschiedener Fabriken möglich wurde. Um die Bedeutung allein dieser Tat voll einzusehen, müssen wir uns erinnern, daß vor Whitworths Zeit die Gewinde verschiedener Fabriken nicht zusammenpaßten, da die bestimmenden Größen der Gewinde, nämlich Gangbreite, Gangtiefe und Steigungswinkel, in jeder Fabrik andere und willkürlich gewählte waren.

Um aber auch über Schraubenbolzen und Schraubenmutter hinaus austauschbare Teile zu erzielen, führte Whitworth, wie gesagt, die sogenannten Normallehren ein. Unsere erste Abbildung veranschaulicht eine normale Ring- und Dornlehre nach Whitworthschem System. Eine Normallehre ist nun für mancherlei Arbeiten nützlich und wertvoll, aber für die Maschinenbauwerkstatt ist sie nicht das Gegebene. In jedem Falle bleibt nämlich auch hier dem sogenannten subjektiven Empfinden des Arbeiters noch ein weiter Spielraum überlassen. Bei der Herstellung irgend welcher ineinander passender Teile wird ja immer zu berücksichtigen sein, welche Art des Sitzes verlangt wird. Es wäre da zunächst der frei bewegliche Sitz zu nennen, wie ihn beispielsweise ein Zapfen im Lager haben muß. Hierbei muß der Zapfen um so viel kleiner sein als das Lager, daß

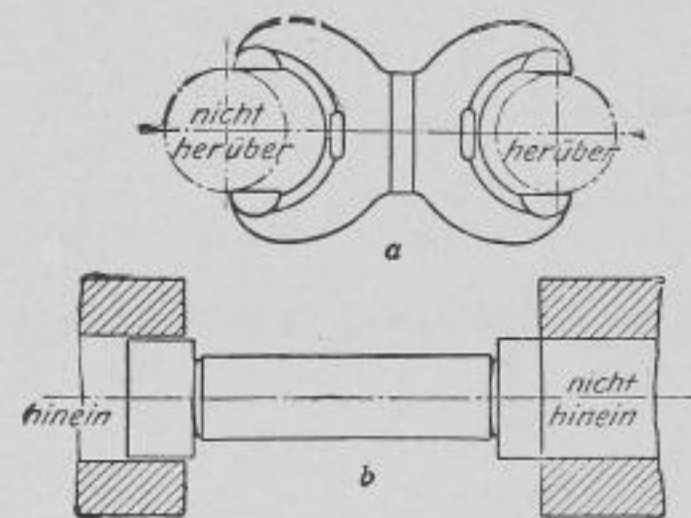


Fig. 2. Grenzlehren: a zum Außenmessen, b zum Innenmessen

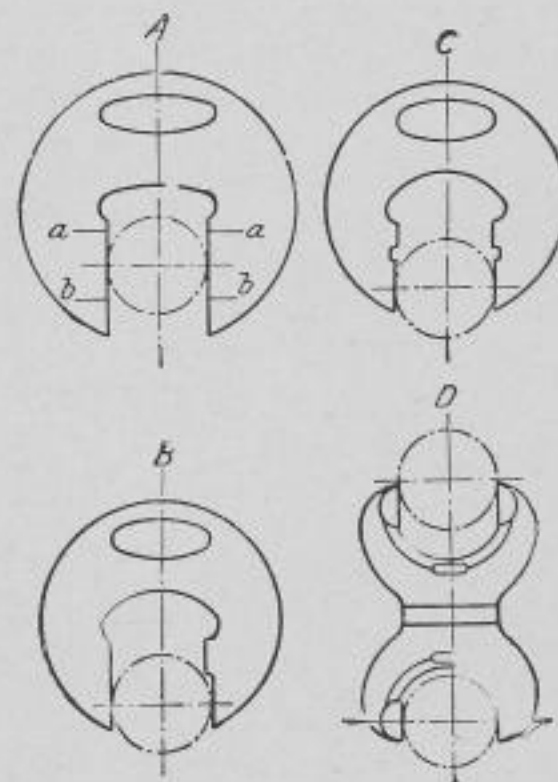


Fig. 3. Entwicklung der Rachenlehren

zwischen beiden noch für eine Ölhaut Platz bleibt, deren Stärke begrifflicherweise sehr variiert, je nachdem es sich um eine Ölung mit feinstem Uhrmacheröl oder um eine solche mit zähflüssigem Maschinenöl handelt. Nun wird eine hochglanzgeschliffene Welle noch in ein Ringkaliber nach Art des in Fig. 1 dargestellten bei einer Differenz von  $-0,005$  Millimeter hineingehen und ein sauber geriebenes, eingefettetes und spänefreies Lager wird bei  $+0,005$  mm Differenz über dem Lehdorn gehen. Folglich würden die nach solchen Normallehren gearbeiteten Stücke nur eine Differenz von  $0,01$  mm aufweisen, was für die Schmierung zu wenig Spielraum bietet. Infolgedessen muß, wenn man derartige Teile mit Normallehren arbeiten will, eine Willkürlichkeit stattfinden. Die Teile müssen den Lehren mit einem gewissen Spielraum