

Wissenschaftliche Instrumente im germanischen Museum.

(Fortsetzung.)

Die Neigung der Instrumentenmacher des 16. und 17. Jahrhunderts, ihren Instrumenten eine möglichst universelle Verwendbarkeit zu geben, hat sich an einem Instrument bethätigt, welches die Form eines Zirkels hat und als solcher dienen kann. Ob das Instrument vielleicht für markscheiderische Zwecke bestimmt war, konnt eich nicht ermitteln. Das Instrument W. J. 238 (Fig. 46) ist bezeichnet *Christofferus Schisler me fecit Augustae anno domini 1555*. Es ist nicht ganz vollständig. Die Schenkel des Instruments haben U-förmigen Querschnitt und sind an der Innenseite offen. Die Spitzen stehen in der Fortsetzung des Rückens und können demgemäts nicht vollständig geschlossen werden. Aus jedem Schenkel kann ein Querarm herausgeklappt und in den gegenüberliegenden eingehakt werden, so daß eine doppelte feste Dreiecksverbindung hergestellt ist. Auf der Vorderseite des Kopfes ist eine Bussole angebracht, mittels welcher das Instrument in horizontaler Lage orientiert werden kann. Auf den zunächst anstossenden Teilen der Schenkel und auf dem inneren Querarm ist eine horizontale Sonnenuhr für die Polhöhen von 47° , 48° und 49° verzeichnet. Leider fehlt der Zeiger. Auf der Rückseite des Instrumentes befinden sich am Kopf und an der Mitte des äusseren Querbalken Ösen zum Einhängen eines Fadens bzw. eines Bleilotes. Das festgestellte Instrument kann also auch als Lotmafs benützt werden. Aus den Schenkeln können zwei Haken herausgezogen werden, welche gestatten, das Instrument an einer horizontal gespannten Schnur aufzuhängen. Ob diese Einrichtung mit der Verwendung als Lotmafs im Zusammenhang steht oder was sonst ihr spezieller Zweck war, ist mir nicht klar geworden. Ist der Zirkel auf 180° geöffnet und sind die Haken ganz ausgezogen, so hat das Instrument die Länge eines Werkshuhs und kann als Mafsstab dienen. Es ist in 12 Zoll und diese in je acht Teile geteilt. Endlich befinden sich auf der Vorderseite des einen Schenkels zwei Ösen, in welche ein rechteckiger Stab gesteckt werden konnte. Er fehlt, sein Zweck ist also nicht mehr zu bestimmen. Das Instrument ist aus Messing und vergoldet.

Lineale und Instrumente zum Auftragen von Winkeln.

Nächst dem Zirkel ist das Lineal (die Regel) zum Auftragen gerader Linien das wichtigste geometrische Zeicheninstrument. Seine Anwendung geht in die ältesten Zeiten zurück und seine Form hat sich seit dem Altertum kaum verändert. Lineale aus älterer Zeit haben deshalb fast nur durch ihre Ausstattung Interesse. Wir haben drei Lineale aus Messing aus dem 17. Jahrhundert. Künstlerische Bedeutung kommt ihnen nicht zu; die beiden gröfseren aus den Jahren 1607 und 1620 sind Messingschienen mit einfachen Ornamenten an beiden Enden, das dritte ist eine dünne Messingplatte, auf

welche eine zweite mit allerlei Durchbrechungen einfachster Art aufgenietet ist, während auf der Rückseite ein Mafsstab eingraviert ist.

Die meisten geometrischen Zeichnungen werden von einer, oder von zwei aufeinander senkrechten Grundlinien (Süd-Nord und Ost-West, oder horizontal und vertikal) aus aufgetragen. Man mußte deshalb darauf bedacht sein, Instrumente zu haben, welche gestatteten, diese Grundlinien zu ziehen und immer wieder zu finden, ohne sie konstruieren zu müssen. Diese Instrumente sind die Reifsschiene oder der Anlegewinkel und das Winkelmafs. — Auch sie gehen in frühe Zeit zurück. Im 16. Jahrhundert wurde die Reifsschiene Richtscheit genannt, ein Name, der durch Dürers Unterweisung der Messung mit dem Zirkel und Richtscheit auch uns noch geläufig ist. Sie war damals nicht so eingerichtet, dafs der Holm über den Rand des Zeichnungsbrettes herabreichte, sondern dieses hatte an einer Seite einen erhöhten Rand, an welchen das Richtscheit angelegt wurde, (vgl. Paulus Pfintzing, Methodes geometrica S. S. XIX und XX).

Ist eine zweite, auf der ersten senkrechte Hauptrichtungslinie erforderlich, so wird sie mit dem Winkelmafs aufgetragen. Das Winkelmafs bestand entweder aus zwei im rechten Winkel zusammenstofsenden Regeln, wie es

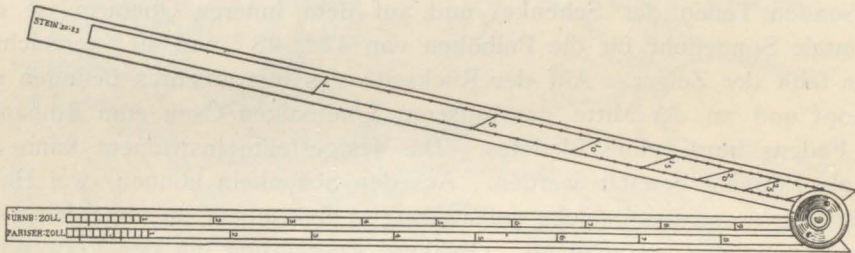


Fig. 47. Winkelmafs aus dem 18. Jahrhundert. W. J. 945.

heute noch von den Zimmerleuten und Schreincrn benützt wird, oder es war ein rechtwinkeliges Dreieck. Bei ersterem sind die Regeln entweder feststehend, oder sie können um eine Axe gedreht und zusammengelegt werden. Ein solches Instrument (W. J. 945) aus dem 18. Jahrhundert (Fig. 47.) hat am inneren Ende der Regeln eine auf deren Fläche senkrechte Axe und auf beiden Seiten Nürnberger, Pariser und Wiener Zollstäbe und Kalibermafse für Eisen, Blei und Stein. Bei einem zweiten von Menard in Paris (W. J. 259), aus dem 18. Jahrhundert drehen sich die Schenkel um eine in ihrer gemeinsamen Kante liegende Axe. Auch hier tragen die Flächen verschiedene Mafsstäbe, den Pariser Fufs und Reduktionen desselben.

Das dreieckige Winkelmafs war ursprünglich wohl nach dem pythagoräischen Lehrsatz mit der Hypotenuse = 5 und den Katheden = 3 und 4 konstruiert; wann die jetzt üblichen Dreiecke mit den Winkeln 90° , und zweimal 45° , sowie mit 90° , 60° und 30° aufgekommen sind, weifs ich nicht anzugeben.

Unter den Instrumenten, mit welchen Winkel von beliebiger Gröfse aufgetragen werden können, ist der Transporteur das verbreitetste. Über Ort

und Zeit seiner Erfindung konnte ich nichts ermitteln. Der Name deutet an, daß er aus Frankreich stammt, obwohl er dort den Namen *rappporteur* trägt.

Gewöhnlich besteht der Transporteur aus einem an eine Regel angelegten Halbkreis. Der Raum zwischen beiden ist bei den Transporteuren aus undurchsichtigem Material ausgeschnitten, und der Mittelpunkt des Halbkreises auf der Innenkante der Regel markiert. Der Halbkreis ist je nach der erforderlichen Genauigkeit in Grade und halbe Grade (oder Stunden) geteilt, oder es haben die Grade noch eine Teilung durch Transversalen. Präzisionsinstrumente haben wohl auch eine um den Mittelpunkt drehbare, mit einem Nonius versehene Alhidade, deren eine Kante den Mittelpunkt trifft und den gesuchten Winkel angibt.

Die Anwendung des Transporteurs ist einfach; soll ein Winkel gemessen werden, so legt man die Regel so an den einen Schenkel an, daß der Scheitel des Winkels im Mittelpunkte des Halbkreises liegt und liest an dem Punkte, in welchem der andere Schenkel den Teilkreis schneidet, die Größe des Winkels ab; soll der Winkel aufgetragen werden, so trägt man zunächst

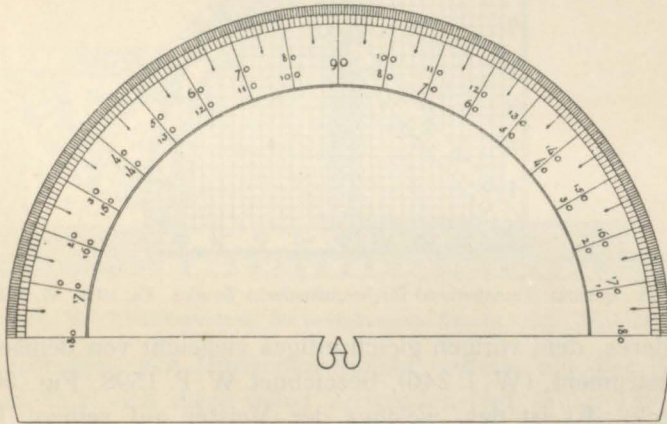


Fig. 48. Transporteur. 18. Jahrhundert. W. J. 258.

den einen Schenkel und auf diesem den Scheitel des Winkels auf, legt die Regel wie bei der Messung an und bezeichnet vom Rande des Teilkreises aus einen Punkt des anderen Schenkels, wodurch dessen Richtung festgelegt ist. Fig. 48, ein Transporteur aus dem 18. Jahrhundert (W. J. 258) bedarf nach dem Gesagten keiner weiteren Erläuterung.

Außer den halbkreisförmigen Transporteuren kommen auch rechteckige vor. Schon Benjamin Bramer hat 1617 die Konstruktion eines solchen in seiner *trigonometria planorum mechanica* angegeben. Wir besitzen keinen rechteckigen Transporteur.

Fig. 49 stellt einen Transporteur für bergmännische Zwecke (W. J. 352) vom Ende des 16. Jahrhunderts dar. Das Instrument ist ein aus Birnbaumholz gefertigter Quadrant, die Ränder mit der Teilung und die Alhidade sind aus Bein. Der Quadrant ist in 12 Stunden und jede Stunde in acht Teile geteilt; die beiden Radien sind in acht und jeder von diesen wieder in vier Teile geteilt, die gleiche Teilung trägt die Alhidade. Der Maßstab entspricht

einem Lachter, das in 80 Zoll geteilt ist, so daß jeder Hauptteil 10" bedeutet. Von den Untertheilungen der Lachtermaße, bei welchen also jeder Teil einer Länge von $2\frac{1}{2}$ " entspricht, gehen Parallele zu den beiden Radien aus, so daß die ganze Fläche in kleine Quadrate geteilt ist. Ist nun die Länge und die Neigung einer donlegigen (schrägen) Linie gegeben, so läßt sich dadurch, daß man den Zeiger auf die betreffende Stunde stellt und ihre Länge auf dem auf dem Zeiger angebrachten Maßstab beobachtet, zugleich ihre Sohle und ihre Seigerteuffe, d. i. ihre horizontale und verticale Projektion auf dem Instrument ablesen und umgekehrt kann aus Sohle und Seigerteuffe die Donlege und Länge der donlegigen Linie durch Einstellen des Zeigers bestimmt werden und es können die Größen mit dem Zirkel abgegriffen und auf die Zeichnung übertragen werden.

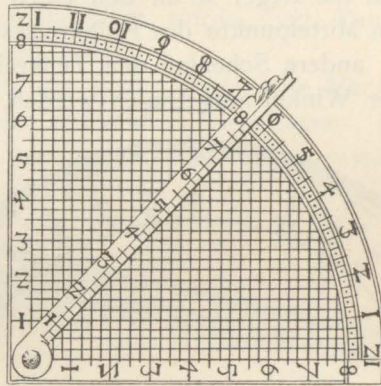


Fig. 49. Quadrat (Transporteur) für bergmännische Zwecke. Ca. 1600. W. J. 352.

Ein anderes, dem vorigen gleichzeitiges vielleicht von demselben Meister gefertigtes Instrument, (W. J. 246), bezeichnet W. P. 1598, Fig. 50 dient dem gleichen Zweck. Es ist das, welches der Meister auf seinem Bilde in der Hand hält (vgl. Jahrg. 1897. S. 88.) Das Bild ist deshalb von Wichtigkeit für die Kenntniss des Instrumentes, weil unser Exemplar nicht vollständig ist.

Das Instrument besteht aus einer festen Regel, einem Quadranten mit Stundenteilung und einer um dessen Mittelpunkt drehbaren beweglichen Regel, an welcher ein Stift angebracht ist der bewirkt, daß die bewegliche Regel nicht über den Nullpunkt der Kreisteilung hereinklappt, sondern in dieser, der festen Regel, parallel stehen bleibt. Die beiden Regeln sind in 22 Teile geteilt (Länge des Maßstabes 13,65 cm.), die Teilung der beweglichen Regel beginnt im Drehpunkt, die der festen senkrecht unter diesem.

Zu dem Instrument gehört ein Winkelmaß, das jetzt fehlt, in unserer Zeichnung aber nach dem Bilde ergänzt ist. Dieses ist in der gleichen Weise wie die anderen Regeln geteilt, seine Teilung beginnt aber erst in einem Abstände von dem Scheitel des Winkels, der dem des Mittelpunktes des Quadranten von der festen Regel gleich ist. Mittels des Instrumentes lassen sich ähnlich wie bei dem vorigen aus Länge und Donlege einer schrägen Linie

deren Sohle und Seigerteuffe und umgekehrt ablesen. Die Genauigkeit des Instrumentes ist gering, es hat ferner den Nachteil, daß die Kante der beweglichen Regel deren Drehpunkt nicht trifft. —

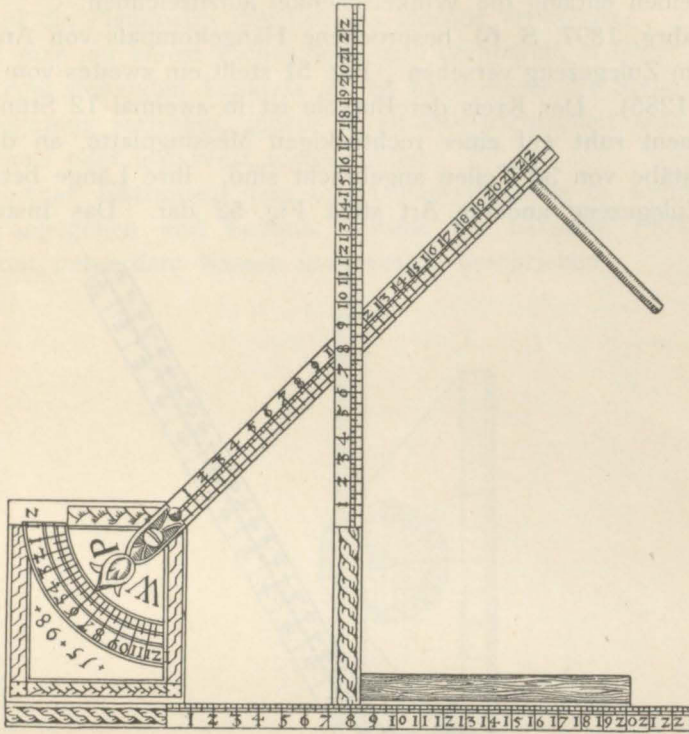


Fig. 50. Winkelinstrument für bergmännische Zwecke. 1598. W. J. 246.

Zum Auftragen von Horizontalwinkeln, welche mit der Bussole aufgenommen sind, läßt sich diese selbst verwenden (vgl. Jahrg. 1897, S. 62). Zu

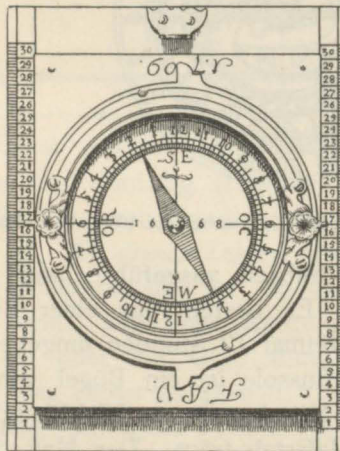


Fig. 51. Zulegezeug 1568. W. J. 1285.

diesem Zweck wird die Bussole in der Weise in ein rechteckiges Kästchen von Holz oder Messing eingesenkt, daß die Haupthimmelsrichtungen den

Seiten des Kästchens parallel sind. Man nennt diese Vorrichtung ein Zulegezeug. Ist nun ein Winkel mittels der Bussole gemessen, so genügt es, das Zulegezeug in die bei der Messung beobachtete Stellung zu bringen um dem Rande desselben entlang die Winkelschenkel aufzuzeichnen.

Der Jahrg. 1897, S. 61 besprochene Hängekompaß von Andreas Wolf ist mit einem Zulegezeug versehen. Fig. 51 stellt ein zweites vom Jahre 1668 dar (W. J. 1285). Der Kreis der Bussole ist in zweimal 12 Stunden geteilt. Das Instrument ruht auf einer rechteckigen Messingplatte, an deren Langseiten Maßstäbe von 30 Teilen angebracht sind. Ihre Länge beträgt 10 cm.

Ein Zulegezeug anderer Art stellt Fig. 52 dar. Das Instrument aus

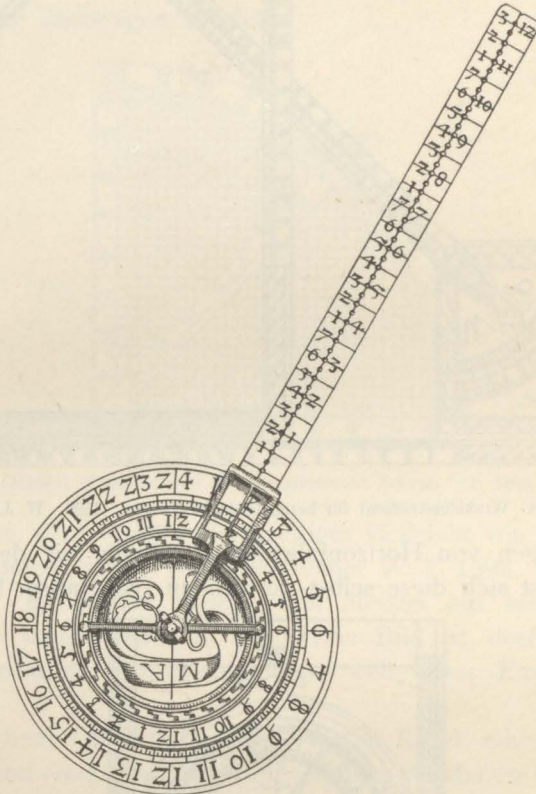


Fig. 52. Zulegezeug. Ca. 1600. W. J. 1187.

Holz und Bein ist sehr hübsch ausgeführt, und wahrscheinlich von dem Meister W. P. gefertigt. Es besteht aus einer Bussole, welche von zwei Teilkreisen mit 24 und zweimal 12 Stunden umgeben ist. Der Durchmesser beträgt 9 cm. Über der Bussole ist ein Bügel von Messing, der an einer Axe senkrecht über dem Mittelpunkt ein Visier und in der Fortsetzung des Radius eine Regel mit Maßstab trägt. Der Maßstab hat 24 Teile, welche links wiederholt von 1—7; während die Teile rechts, doppelt so groß als die links fortlaufend nummeriert sind. In der Mitte der Regel ist eine Reihe von Löchern in Abständen gleich der Hälfte der kleineren Teilung.

Beim Auftragen der Winkel bleibt die Bussole orientiert, während der Zeiger auf die auf dem Felde abgelesenen Stunden eingestellt und mittels der Regel die Linien gezogen werden.

Als Zulegezeuge wurden auch andere Instrumente, wie das des Andreas Albrecht und die Planimetra des Levinus Hulsius verwendet.

Bringt man auf einem Richtscheit einen drehbaren, in fester Verbindung mit einer Regel stehenden Teilkreis an, so kann dieser die Stelle der Bussole in dem Zulegezeug vertreten, indem durch das Richtscheit eine Hauptrichtung, Süd-Nord oder Ost-West festgelegt ist.

Ein solches Instrument hat schon Paul Pfintzing in seiner *methodes geometrica* angegeben und Levinus Hulsius hat dasselbe 1604 in seinem ersten Traktat unter dem Namen *inductorium* beschrieben.

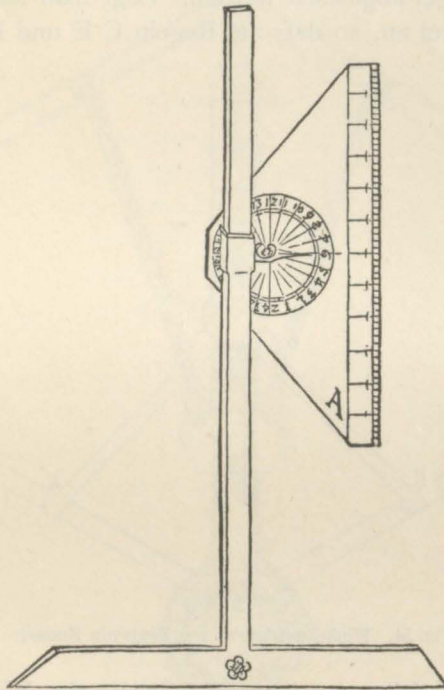


Fig. 53. Instrument von Paul Pfintzing.

Das Instrument von Paul Pfintzing (Fig. 53) besteht aus einem Richtscheit, an welchem ein Schieber mit einem senkrecht gegen ersteres gerichteten Zeiger angebracht ist. An diesen Zeiger wird ein trapezförmiges Stück starken Papierses so angeschraubt, dafs es um den Mittelpunkt eines Teilkreises gedreht werden kann. Die lange Kante des Papierses läuft parallel der Stundeinteilung 12—24 oder der Gradteilung 180—360 und dient als Mafsstab und Regel. Ist das Papier so gestellt, dafs der Zeiger auf der vierundzwanzigsten Stunde oder auf $0/360^{\circ}$ steht, so gibt die Regel die Süd-Nordlinie an. Durch Verschieben des Richtscheits und des Schiebers kann sie auf jeden Punkt des Zeichnungsblattes eingestellt werden. Dreht man nun den Teilkreis so, dafs der Zeiger auf eine andere Stunde weist, so gibt

die Regel den Winkel dieser Stunde gegen die Südord-Richtung an und der Winkel kann gezeichnet werden.

Im Jahre 1615 hat Benjamin Bramer in Marburg ein Winkelinstrument beschrieben, das die Abnahme und Aufzeichnung von Winkeln ermöglicht. Das Instrument besteht aus fünf gegeneinander beweglichen Regeln (Fig. 54). An einem Ende der Hauptregel A B sind zwei um die Punkte C und D drehbare Regeln C E und D F befestigt. Von diesen gehen zwei kleinere Regeln G H und I K nach einem Schlitten der sich auf der Hauptregel auf und ab schieben läßt. Es entstehen auf diese Weise zwei Dreiecke mit zwei konstanten und einer variablen Seite. Wird der Schlitten verschoben, so drehen sich die Regeln und die Winkel G C E und I D F und damit auch der Winkel der beiden Regeln C E und D I verändern sich. Seine Größe kann an der Skala auf der Hauptregel abgelesen werden. Legt man nun das Instrument an einen gegebenen Winkel an, so daß die Regeln C E und D F in die Richtung

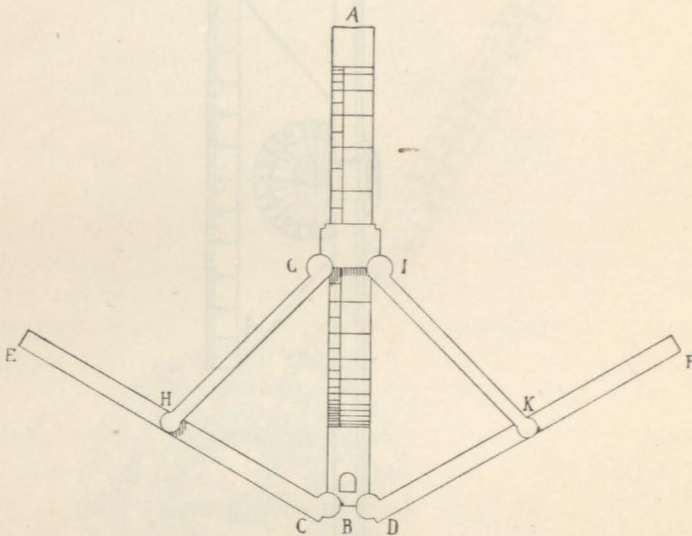


Fig. 54. Winkelinstrument von Benjamin Bramer.

seiner beiden Schenkel fallen, so kann die Größe des Winkels auf der Skala abgelesen, es kann aber auch der Winkel mittels des Instrumentes aufgezeichnet werden, wenn man es, ohne die Regeln zu verschieben auf das Zeichnungsbrett legt.

Das Instrument von Bramer hat den Mangel, daß die beweglichen Regeln sich nicht bis zum Scheitel des Winkels fortsetzen. Wir besitzen keines dieser Instrumente, dagegen haben wir ein ähnliches Instrument von Heinrich Stolle, Uhrmacher in Prag W. J. 1144 (Fig. 55), bei dem dieser Übelstand vermieden ist. Das Instrument ist aus der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts. Es unterscheidet sich von den Bramer'schen dadurch, daß die beweglichen Regeln nicht fest mit der Hauptregel verbunden sind, sondern mittels Stiften in eine an letzterer befindliche, federnde Zange eingehängt werden. Und zwar werden nicht beide eingehängt, sondern nur eine, die andere wird mit

ihrer Spitze gegen die Spitze der ersten gestellt. Das Instrument ist zum Auftragen der inneren und äußeren Winkel regelmäßiger Polygone vom Dreieck bis zum Fünfzehneck bestimmt. Die betreffenden Stellungen des Schlittens sind auf der Skala angegeben. Die Teilungen gehen in abnehmender Größe von beiden Seiten von 3 bis 15. Die in der Mitte zwischen den beiden mit 15 bezeichneten Linien stehende 0 Linie gibt die Stellung an, in der die beiden Regeln eine Gerade bilden. Auf der Rückseite der Hauptregel ist eine Skala für Gradteilung angebracht. Außerdem verschiedene Zollstäbe, auf der Rückseite der Hauptregel der Prager, mit Teilung in Zolle, Viertels-, Sechzehntels- und Achtundvierzigstels-Zolle, auf den Hilfsregeln Wiener und römische Zoll mit der gleichen Teilung.

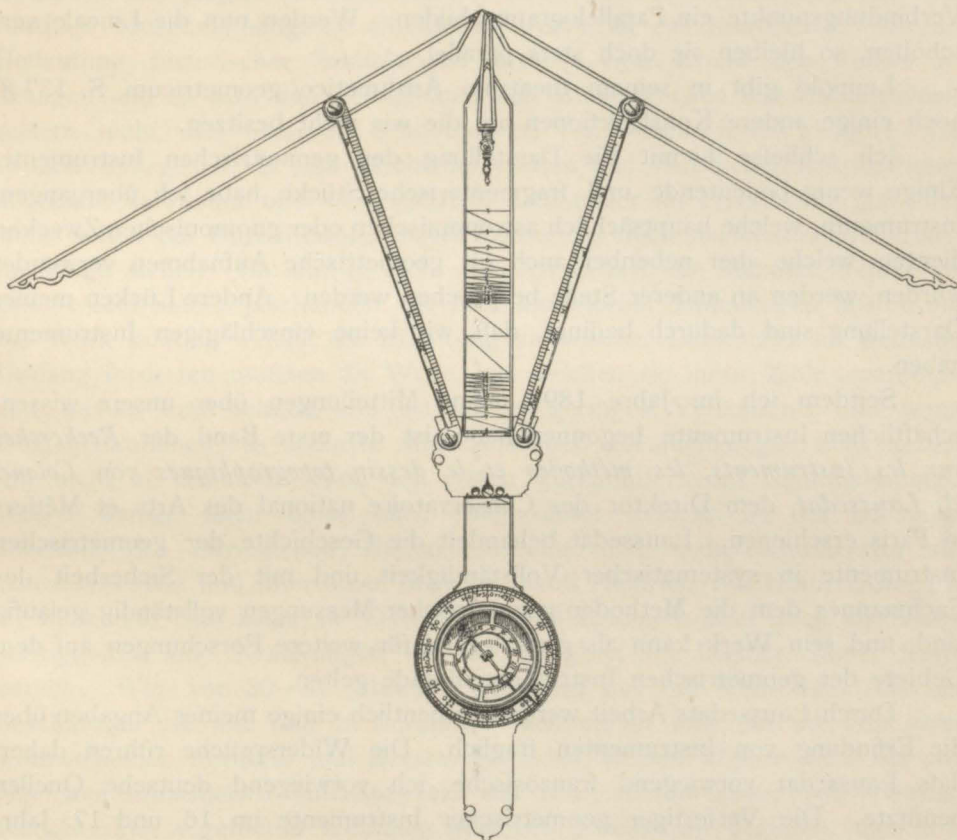


Fig. 55. Instrument zum Auftragen von Winkeln von Heinrich Stolle. 17. Jahrhundert. W. J. 1144.

Die Hauptregel trägt ferner einen Limbus mit Gradteilung und innerhalb desselben eine drehbare Bussole mit einem in der Südnordlinie stehenden Zeiger, so daß die Hauptregel orientiert werden kann.

Das Instrument ist schön und genau gearbeitet. Seine Handhabung erfordert große Sorgfalt, weil die geringste Verschiebung falsche Resultate zur Folge hat.

Ganz kurz seien noch die Parallellineale erwähnt. Wir verwenden für parallele Linien, welche senkrecht auf einer Seitenkante des Reifsbrettes stehen, die Reifsschiene und für solche, welche auf ersteren senkrecht stehen, das Dreieck. Zum Ziehen einer größeren Anzahl von Parallelen in kleinen Abständen dienen die Schraffiermaschinen. Bequemer ist es, ein Dreieck auf der Reifsschiene mit freier Hand zu verschieben. Bei einiger Übung im Schraffieren werden die Abstände für die meisten Zwecke ausreichend gleichmäßig.

Will man Parallelen zu Linien ziehen, welche auf unseren Winkeldreiecken nicht enthalten sind, so thut ein Parallelen-Lineal gute Dienste. Eine verbreitete Konstruktion ist die, bei welcher zwei aneinandergelegte Lineale durch parallele Stäbe in der Weise verbunden werden, daß die vier Verbindungspunkte ein Parallelogramm bilden. Werden nun die Lineale verschoben, so bleiben sie doch stets parallel.

Leupold gibt in seinem *theatrum Arithmetico geometricum* S. 137 ff. noch einige andere Konstruktionen an, die wir nicht besitzen.

Ich schliesse hiemit die Darstellung der geometrischen Instrumente. Einige wenig bedeutende und fragmentarische Stücke habe ich übergangen. Instrumente, welche hauptsächlich astronomischen oder gnomonischen Zwecken dienten, welche aber nebenbei auch für geometrische Aufnahmen verwendet wurden, werden an anderer Stelle besprochen werden. Andere Lücken meiner Darstellung sind dadurch bedingt, daß wir keine einschlägigen Instrumente haben.

Seitdem ich im Jahre 1897 meine Mitteilungen über unsere wissenschaftlichen Instrumente begonnen habe, ist der erste Band der *Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographiques* von Colonel A. Laussedat, dem Direktor des Conservatoire national des Arts et Métiers in Paris erschienen. Laussedat behandelt die Geschichte der geometrischen Instrumente in systematischer Vollständigkeit und mit der Sicherheit des Fachmannes dem die Methoden geometrischer Messungen vollständig geläufig sind, und sein Werk kann als grundlegend für weitere Forschungen auf dem Gebiete der geometrischen Instrumentenkunde gelten.

Durch Laussedats Arbeit werden namentlich einige meiner Angaben über die Erfindung von Instrumenten fraglich. Die Widersprüche rühren daher, daß Laussedat vorwiegend französische, ich vorwiegend deutsche Quellen benützte. Die Verfertiger geometrischer Instrumente im 16. und 17. Jahrhundert haben ihre Erfindungen in kurzen Traktaten mit Abbildungen veröffentlicht, sie haben sich aber auch fremde Erfindungen ohne Bedenken angeeignet, so daß die Frage der Priorität der Erfindungen zuweilen zweifelhaft ist. Zur Entscheidung wäre die Kenntnis der gesamten Bibliographie dieser Traktate erforderlich, die ich mir hier nicht verschaffen kann. Es wäre aber zu wünschen, daß eine Zusammenstellung dieser Litteratur einmal von irgend einer Seite gegeben würde.

Bezold.