

434P

Eine nothwendige Reform auf dem Gebiete der Zuwachsuntersuchungen.

Von

Gustav Hempel,

Professor der Forstwissenschaft an der k. k. Hochschule für Bodencultur in Wien.

(Mit Tafel VII – X.)

Die Kenntniss der Zuwachsverhältnisse unserer Waldbäume — des natürlichen Zuwachsganges Letzterer, sowie dessen Beeinflussung durch wirthschaftliche Massregeln — ist eine unumgängliche Vorbedingung jedes zielbewussten Fortschrittes auf waldbaulichem Gebiete, die Untersuchung derselben somit eine der wichtigsten Aufgaben der forstlichen Forschung. Wir können, um ein klares Urtheil über die Eignung einer Holzart für unsere wirthschaftlichen Zwecke zu gewinnen, der Kenntniss des zum grossen Theile die Rentabilität derselben bedingenden natürlichen Verlaufes ihres Zuwachses, nach dessen absoluter Grösse sowie zeitlicher und räumlicher Vertheilung, nicht entbehren; wir müssen anderseits unsere auf Hebung des Zuwachses gerichteten Massregeln waldbaulicher Cultur und Pflege auf die genaueste Kenntniss derjenigen Veränderungen stützen, welche der natürliche Zuwachsgang des Baumes durch dieselben erleidet. Diese Erkenntniss muss und wird sich immer mehr Bahn brechen, je mehr wir uns gewöhnen, an den Erfolg unserer Production, welcher ja im Wesentlichen durch den erzielten Holzzuwachs bemessen wird, den strengen Massstab der Zahl anzulegen.

Wenn uns zur Zeit die fachliche Wissenschaft gerade über diese fundamentalen Fragen so wenig Aufschluss zu geben vermag, so erklärt sich dies zur Genüge aus dem langsamen Entwicklungsgange, welchen dieselbe genommen hat. Ist doch das forstliche Versuchswesen, dessen Aufgabe in der Beschaffung derartiger wissenschaftlicher Grundlagen der forstlichen Production besteht, eine Errungenschaft der allerjüngsten Zeit. Noch hat dasselbe in einem grossen Theile seines Aufgabenkreises die Vorbedingungen jeder erfolgreichen Versuchsthätigkeit zu erfüllen, wie solche vor Allem in der Aufstellung exacter Methoden der Untersuchung und der Construction der zur Durchführung derselben geeigneten Apparate bestehen. Und Letzteres gilt insbesondere auch von jenen Aufgaben des Versuchswesens, welche ich hier im Auge habe. Die Forschung findet gegenwärtig zur Verfolgung derselben nur Methoden und Hilfsmittel der Untersuchung, welche ursprünglich für wirthschaftliche Zwecke

berechnet, den weitergehenden Ansprüchen der Wissenschaft nicht zu entsprechen vermögen. Es sind dies: die Bestimmung des summarischen Zuwachses ganzer Bestände durch Ermittlung der gesammten Holzmasse zu Anfang und Ende der Zuwachsperiode, die Stammsecirung und die Zuwachsbestimmung vermittelst des Pressler'schen Bohrers.

Die Bestimmung des summarischen Bestandes-Zuwachses muss für wissenschaftliche Untersuchungen ausser Betracht bleiben, weil für solche ihr Genauigkeitsgrad durchaus ungenügend ist und weil ferner dieselbe nur die Zuwachsverhältnisse des Bestandes, nicht aber die des einzelnen Baumindividuums in Frage zieht und uns somit auch nur über die absolute Grösse des erfolgten Zuwachses, nicht aber über dessen seinen wirtschaftlichen Werth zum wesentlichen Theile bedingende räumliche Vertheilung am einzelnen Stamme Aufschluss zu geben vermag.

Die Zuwachsbestimmung durch Secirung des Stammes¹⁾, welche sich auf directe Messung der Jahrringe und Höhentriebe des gefällten und in entsprechende Abschnitte zerlegten Baumes stützt, entspricht, mit Beschränkung auf gewisse Holzarten ausgeführt, wohl den strengsten Anforderungen an Genauigkeit, kann aber trotzdem nicht als eine gute Methode der Untersuchung bezeichnet werden, weil sie nicht allgemein anwendbar ist und weil sie jede fortgesetzte Beobachtung ausschliesst.

Dieselbe ist nur bei solchen Holzarten ausführbar, bei welchen die Abgrenzung der einzelnen Jahresringe deutlich sichtbar hervortritt, sei dies nun in Folge der verschiedenen Dichte und Färbung der Frühjahrs- und Herbstschicht oder in Folge verschiedener Grösse, Vertheilung und Gruppierung der Gefässe. Dies ist wohl der Fall bei allen einheimischen Nadelhölzern²⁾ und den entschieden ringporigen Laubhölzern (Eichen-, Ulmen-, Eschenarten, edle Kastanie, unechte Akazie, Zürgel- und Maulbeerbaum) — nicht aber der Fall bei dem überwiegend grösseren Theile unserer Laubhölzer, worunter die Buche, Weissbuche, die Ahorn-, Erlen-, Birken-, Sorbus-, Pyrus-, Linden-, Pappel-, Weiden-, Nussbaum-, Platanen- und Rosskastanienarten. Die Stammsecirung ist somit bei einem beträchtlichen und nicht unwichtigen Theile unserer Holzarten gar nicht durchführbar und lässt somit eine wichtige Anforderung, welche im Interesse der Conformität der Untersuchungen an eine gute Methode der Zuwachsbestimmung gestellt werden muss, nämlich die **allgemeiner Anwendbarkeit**, unerfüllt.

Von nicht minder grosser Bedeutung ist der andere gegen diese Methode erhobene Vorwurf, dass dieselbe, da mit ihrer Ausführung die Vernichtung des Versuchsobjectes nothwendig verknüpft ist, nur eine einmalige Untersuchung gestattet, jede weitere fortgesetzte Beobachtung aber ausschliesst. Eine derartige weitgehende Beschränkung ist mit dem

¹⁾ Nach dieser Methode werden beispielsweise im sächsischen Staatsforsthaushalte die als Unterlage für die Umtriebsbestimmung dienenden Zuwachsermittlungen ausgeführt. Für wissenschaftliche Zwecke wendete dieselbe Prof. M. Kunze in Tharand an, und zwar bei seinen vergleichenden Untersuchungen über den Einfluss der Aufästung auf den Zuwachs und die Form junger Kiefern (*Pinus sylvestris* L.), zur Ermittlung des Höhen- und Stärkenzuwachses für eine fünfjährige Periode. Die Thatsache, dass wir dieser gediegenen Arbeit sehr werthvolle Resultate verdanken, vermag indessen keinesfalls die Vorwürfe zu entkräften, welche gegen die ihr zu Grunde gelegte Methode in Nachstehendem erhoben und eingehend begründet werden.

²⁾ Die exotischen Coniferen zeigen zum Theil keine deutlich abgegrenzten Jahrringe, so *Podocarpus spinulosa* R. Br., die feindornige Steineibe, *Araucaria Cunninghami* Ait, Cunningham's Schmucktanne, *Araucaria imbricata* Pav., die Chilitanne, *Cupressus macrocarpa* Hartw., die grosszapfige Cypresse u. a. m. (vergl. Nördlinger's Querschnitte).

Zwecke fraglicher Untersuchungen durchaus unverträglich. — Handelt es sich darum, die Beeinflussung des Zuwachses durch wirthschaftliche Massregeln (Durchforstung, Aufästung etc.) festzustellen, so muss die zu wählende Methode eine so lange Zeit hindurch regelmässig fortgesetzte Beobachtung des Zuwachses gestatten, als die Folgen jener Massregeln nachweisbar hervortreten. Eine auf blosser Muthmassung gestützte und daher mehr oder weniger willkürliche Begrenzung des Beobachtungszeitraumes, wie solche bei fraglicher Methode der Zuwachsbestimmung stattfindet, kann möglicherweise — d. i. in dem günstigen Falle, dass zufällig die Bemessung jenes Zeitraumes der Dauer der stattgehabten Beeinflussung angemessen erfolgte — das Richtige treffen; sie wird aber im Falle zu knapper Bemessung zu vorzeitigem Abbruche und somit zur Entwerthung mühevoller Arbeit führen oder andernfalls, d. i. wenn die Bemessung zu reichlich erfolgte, zu unnöthiger Verzögerung des Abschlusses an sich langwieriger Versuche. Jedenfalls ist das Versuchsobject — um so kostbarer, als sich an dasselbe zeitraubende Ermittlungen knüpfen, welche auch für weitere Versuche werthvoll wären — vernichtet, und damit die Ausführung jedes weiteren, vielleicht mit dem ausgeführten im engsten Zusammenhange stehenden oder eine unmittelbare Fortsetzung desselben bildenden Versuches an demselben Individuum unmöglich gemacht. Ich will hierbei noch absehen von der Vermehrung der an sich zahlreichen Schwierigkeiten, auf welche die Auswahl guter d. h. den jeweiligen Versuchszwecken nach allen Richtungen hin entsprechender Versuchsbestände zu stossen pflegt, durch Stellung einer derartigen oft mit wirthschaftlichen Rücksichten im Widerspruch stehenden Vorbedingung, die namentlich dann schwer erfüllbar ist, wenn der Versuch in fremdem Walde ausgeführt werden muss¹⁾. — Ebenso wenig vermag die Methode der Stammsecirung dann zu befriedigen, wenn es sich um Ergründung der Gesetze der Stammbildung in deren natürlichem Verlaufe handelt. Hier gibt uns der gefällte Baum, vorausgesetzt, dass er jener Gruppe von Holzarten angehört, deren Jahrringgrenzen deutlich sichtbar hervortreten, wohl Aufschluss über den Gang seines Zuwachses in den verschiedenen Stadien seines Lebens; dagegen wird es in den meisten Fällen unmöglich sein, nachträglich die Gründe für vergangenen Zeiträumen angehörige bemerkenswerthe Zuwachrscheinungen mit Sicherheit festzustellen. Nur eine, neben fortlaufender periodischer Beobachtung des Zuwachses gleichzeitig stattfindende Beobachtung aller denselben bedingenden beziehentlich beeinflussenden Factoren vermag den für die Ableitung dieser wichtigen Gesetze unerlässlichen Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung herzustellen. Derartigen Beobachtungen müssten nicht nur unsere einheimischen Holzarten unterworfen werden, sondern auch die für die Einführung in unsere Wälder in Frage kommenden Exoten. Nebst der Fähigkeit der Letzteren, unser Klima zu ertragen, bilden jedenfalls die Wachstumsverhältnisse derselben eines der gewichtigsten Momente, welche über ihren wirthschaftlichen Werth für die heimische Forstcultur entscheiden. Die Anwendung fraglicher Methode würde aber gerade hier, der Kostbarkeit der Versuchsobjecte wegen, in der Mehrzahl der Fälle schon an der Erfüllung ihrer Vorbedingung, der Fällung der Versuchsbäume, scheitern.

Die Zuwachsbestimmung mittelst des Pressler'schen Bohrers. Diese Methode, nach welcher der Stärkenzuwachs durch directe Messung der Jahrringbreiten an mittelst des

¹⁾ So müssen die von der hiesigen Versuchsanstalt eingeleiteten Untersuchungen wegen Mangels an in erreichbarer Entfernung in Staatsforsten befindlichen, für die betreffenden Versuche geeigneten Versuchsobjecten zum Theile in Privatwäldern ausgeführt werden.

genannten Instrumentes aus den betreffenden Stämmen herausgebohrten Holzcylindern ermittelt wird, besitzt der vorigen gegenüber den grossen Vorzug, dass die Untersuchung am lebenden Baume („am Stehenden“) erfolgt, also nicht die jede Fortführung derselben abschneidende Fällung des Versuchsbaumes voraussetzt, — theilt aber mit ihr den Nachtheil, dass sich ihre Anwendbarkeit auf die Holzarten mit deutlich unterscheidbaren Jahrringen beschränkt. Ersterwähnter Vorzug erleidet indessen insofern eine Beschränkung, als mit der Ausführung der Bohrung nothwendig eine Verletzung des Stammes verbunden ist. Wenn diese auch so gering ist ¹⁾, dass bei einzelnen Bohrungen ein nachweisbar nachtheiliger Einfluss auf das Leben und Wachsthum des Baumes ausgeschlossen erscheint, so muss sie doch in Betracht gezogen werden, sobald es sich um zahlreiche Bohrungen an einem und demselben Stamme handelt. Genaue Untersuchungen, wie ich solche hier im Auge habe, erfordern die Zuwachsbestimmung in verschiedenen Höhenlagen des Baumes, z. B. in Abständen von 1 Meter, — und zwar in jeder Höhenlage der excentrischen Querschnittsform des Baumes wegen zum mindesten in zwei Durchmessern ausgeführt. Da nun die Bestimmung des in einem einzigen Durchmesser des Baumes erfolgten Stärkenzuwachses zwei Bohrungen erfordert ²⁾, so würde eine einmalige Untersuchung jedes Baumes zum mindesten vier Bohrungen in jeder Section desselben, somit im Ganzen zum mindesten viermal soviel Bohrungen, als Sectionen angenommen wurden, nöthig machen. Dass hierdurch ein den Zuwachs des Baumes in merklicher Weise alterirender, und somit den Versuch störender Einfluss bedingt würde, bedarf kaum des Beweises.

Was die Beschränkung dieser Methode auf die Holzarten mit deutlich unterscheidbaren Jahrringen betrifft, so vermag dieser Nachtheil wohl bis zu gewissem Grade durch die von Pressler angegebenen Mittel paralytisch zu werden, jedoch nicht so vollkommen, wie dies die Anwendung des Verfahrens für die hier in Betracht kommenden Untersuchungen erfordert. Die Herstellung dünner durchscheinender Querschnitte, welche die Jahrringgrenzen deutlicher als im auffallenden Lichte erkennen lassen, führt, wenn auch bei dem grössten Theile der fraglichen Holzarten, so doch nicht bei allen zum Ziele, und ist insbesondere mit so viel Mühe und Zeitaufwand verknüpft, dass sie für die Ausführung so zahlreicher Messungen, wie sie für fragliche Untersuchungszwecke nothwendig sind, ausser Betracht bleiben muss. Auch die Anwendung der empfohlenen Färbemittel und Reagentien vermag die Beschränkung der Anwendbarkeit dieser Methode nicht vollständig aufzuheben, da diese Mittel nur insoweit von erwünschtem Erfolge sind, als die Voraussetzung genügend grosser anatomischer oder chemischer Verschiedenheit des Frühjahrs- und Herbstholzes zutrifft ³⁾.

¹⁾ Wenn man die vordere Weite des Borloches gleich der Stärke des Zuwachsbohrers am hinteren Ende, bis zu welchem derselbe eingebohrt werden kann, annimmt, d. i. zu 1 Centimeter, so resultirt per Bohrung eine Rindenverletzung von 0.7854 Quadratcentimeter, d. rund $\frac{3}{4}$ Quadratcentimeter Fläche.

²⁾ Da der Bohrspahn nur den auf der einen Seite erfolgten Stärkenzuwachs zeigt, der nur unter der selten zutreffenden Voraussetzung vollkommen concentrischen Stammwuchses dem auf der anderen Seite erfolgten gleich ist, so erfordert jede Stärkenzuwachsbestimmung zwei Bohrungen in gleichem Niveau an diametral entgegengesetzten Punkten.

³⁾ Die Anwendung der Färbemittellösungen z. B. einer Auflösung von Anilinroth in Alkohol beruht auf dem grösseren Aufsaugungsvermögen, welches das poröse Frühjahrholz dem dichteren Herbstholze gegenüber besitzt, — die Anwendung von Reagentien auf der verschiedenen chemischen Zusammensetzung dieser beiden Holzschichten, z. B. bei Anwendung des Eisenchlorids auf der ungleichen Vertheilung der Gerbsäure in denselben. (Vergl. Pressler's „Zur Forstzuwachskunde mit besonderer Beziehung auf den Zuwachsbohrer“.)

Nach alledem kann die Zuwachsbestimmung mittelst des Pressler'schen Bohrers bei Versuchsarbeiten fraglicher Art im Allgemeinen nicht in Betracht kommen. Eine ausnahmsweise Anwendung des genannten Hilfsmittels kann in solchen Fällen statthaft und nach Befinden empfehlenswerth erscheinen, in welchen es sich um die Ausführung einzelner Bohrungen, z. B. zum Zwecke eines Vorversuchs oder der Controlirung einzelner auf andere Weise erfolgter, aus irgend welchen Gründen bezüglich ihrer Richtigkeit zweifelhaft erscheinender Messungen, handelt. Bei solcher Beschränkung verlieren die Bedenken, welche gegenüber einer im obigen Sinne erweiterten Anwendung des Zuwachsbohrers ausgesprochen werden mussten, in der Hauptsache ihre Bedeutung; die durch das Instrument verursachte Verletzung des Baumes kommt hier kaum in Betracht, ebensowenig die Mühe und Zeit, welche die immerhin in der grossen Mehrzahl der Fälle mögliche Kenntlichmachung der Jahrringe (nöthigenfalls durch Herstellung genügend dünner Querschnitte) erfordert.

Dass durch vorstehende Ausführungen der hohe Werth, welchen der Zuwachsbohrer für die forstliche Praxis besitzt, nicht in Zweifel gezogen ist, bedarf wohl kaum des Nachweises. Das für das Bedürfniss des Praktikers, also in erster Reihe für wirthschaftliche Zwecke berechnete, sinnreich construirte Instrument entspricht der Bestimmung, welche ihm sein um den Ausbau der Zuwachslehre hochverdienter Erfinder gab, unzweifelhaft in unübertroffener Weise. Es ermöglicht dem Forstwirthe, Einblick in die Production seiner Bestände zu nehmen, sich über den Erfolg seiner auf Hebung des Zuwachses gerichteten Massregeln als Durchforstungen etc. zu unterrichten, und die innere Beschaffenheit seiner Pflegebefohlenen noch vor deren Nutzung kennen zu lernen. Allen solchen Zwecken vermag der approximative Grad der Genauigkeit, wie ihn einige oder wenige Bohrungen gewähren, wohl zu entsprechen, während anderseits die gegen die Anwendung des fraglichen Instruments zu exacten Zuwachsbestimmungen erhobenen Bedenken aus bereits angeführten Gründen im Wesentlichen entfallen.

Aus vorstehender Kritik der bisher angewendeten Methoden der Zuwachsbestimmung dürften diejenigen Eigenschaften schon ersichtlich geworden sein, welche nach meinem Dafürhalten die Brauchbarkeit eines Verfahrens der Zuwachsbestimmung für wissenschaftliche Zwecke bedingen. Dieselben lassen sich dahin präcisiren, dass die zu wählende Methode:

1. den dem Zwecke der wissenschaftlichen Untersuchung entsprechenden Genauigkeitsgrad besitzen,
2. die Fortsetzung der Beobachtungen, so lange eine solche im Sinne des Versuchs geboten erscheint, ermöglichen und
3. auf alle Holzarten, gleichviel ob mit deutlich abgegrenzten Jahrringen oder ohne solche, anwendbar sein soll.

Die sub 1 gestellte Anforderung an sich würde die Aufstellung einer neuen Methode der Zuwachsbestimmung nicht nothwendig machen, da derselben, wie bereits früher anerkannt, von den bisher angewendeten Methoden das Secirungsverfahren in vollkommenem Grade entspricht. Was die sub 3 bezeichnete Bedingung an sich betrifft, so würde der Mangel jedweden Verfahrens der Zuwachsbestimmung für die Holzarten mit undeutlich abgegrenzten Jahrringen zum mindesten für diese Holzarten die Aufstellung eines geeigneten Verfahrens nothwendig machen, anderseits aber die Rücksicht auf die Conformität der Untersuchungen

dessen gleichzeitige Anwendung auf die andere Gruppe der Holzarten erwünscht erscheinen lassen. Unter allen Umständen aber, d. h. sowohl an sich allein als im Zusammenhange mit den eben besprochenen Anforderungen, macht die in zweiter Reihe gestellte Forderung, welche jede Methode, mit der eine die Fortführung des Versuches störende beziehentlich ganz verhindernde Verletzung oder Vernichtung des Versuchsobjectes verknüpft ist, somit auch das Secirungs- und das Bohrverfahren, ausschliesst, die

Aufstellung einer neuen Methode der Zuwachsbestimmung

nothwendig. Welches Verfahren zu wählen ist, darüber lassen die aufgestellten Bedingungen keinen Zweifel zu. Soll das Verfahren eine unbeschränkte Fortsetzung der Untersuchungen ermöglichen, so müssen die Zuwachserhebungen so ausgeführt werden, dass durch dieselben das Leben der Versuchsbäume in keiner Weise alterirt wird, also am lebenden und völlig unverletzten Stamme. Dies schliesst jede directe Messung der Jahrringbreiten — bei dem Secirungsverfahren auf dem Stammquerschnitte, beim Bohrverfahren am Bohrspahn — aus, ebenso die Ermittlung der Jahreshöhentriebe durch versuchsweises Auszählen der Jahrringe an verschiedenen Stellen der betreffenden Wipfelpartie, wie solche beim Secirungsverfahren stattfindet, und weist mit Nothwendigkeit darauf hin, die Jahrringbreiten indirect durch Messung der Stärke des lebenden berindeten Stammes vor und nach erfolgtem jährlichen Holzabsatze (aus der Differenz dieser Messungen) zu bestimmen, ebenso den Höhenzuwachs durch Messung der Baumhöhe vor beginnendem und nach beendetem Jahreshöhentriebe. Ein solches Verfahren vermeidet nicht nur jede Störung der Lebensfunctionen des Baumes, so dass die Untersuchungen an demselben Objecte beliebig lang fortgesetzt werden können, sondern ist auch gänzlich unabhängig von der innern Beschaffenheit des Holzes, also auch davon, ob letzteres deutliche oder undeutliche Jahrringgrenzen besitzt, und genügt somit zugleich der Bedingung allgemeiner Anwendbarkeit in vollkommenem Masse.

Ob dasselbe auch der Anforderung eines hinreichenden Genauigkeitsgrades gerecht wird, soll in Nachstehendem untersucht werden. — Es tritt uns hier zunächst die Frage entgegen, inwieweit die Berindung des Baumes die Richtigkeit der Stärkenmessungen beeinflusst, und zwar insofern als in Folge derselben nicht wie beim Secirungs- und beim Bohrverfahren der jährliche Holzzuwachs allein, sondern die Summe von jährlichem Holz- und jährlichem Rindenzuwachse ermittelt wird, sowie weiterhin insofern als die Genauigkeit der Messung durch Unebenheiten der Rinde, Rindenabschülferungen etc. irritirt werden kann.

Was ersteren Einwand betrifft, so muss darauf hingewiesen werden, dass, wenn die Holzmesskunst bei Ermittlung des Holzgehaltes einzelner Stämme oder ganzer Bestände im Allgemeinen den berindeten Stamm in Betracht zieht, es nur consequent ist, auch bei Ermittlung des Holzzuwachses den aus Holzkörper und Rinde zusammengesetzten Stamm als ein Ganzes zu betrachten. Im Uebrigen schliesst die fragliche Methode nicht aus, nebenher zu untersuchen, in welchem Verhältnisse der Rindenzuwachs an dem beobachteten summarischen Stärkenzuwachse participirt. Es würde hierfür in Anbetracht der geringen Grösse desselben¹⁾ in der Regel genügen, seinen durchschnittlich jährlichen Betrag

¹⁾ Nach zum Zwecke vorläufiger Orientirung von mir an 56 der gemeineren einheimischen und bei uns angebauten exotischen Holzarten vorgenommenen Untersuchungen liegt bei der grossen Mehrzahl (bei 46) dieser Holzarten der Antheil des Rindenzuwachses am gesammten Stärkenzuwachse zwischen 3 und 8 Procent, geht bei wenigen, z. B. *Pinus montana* Mill., unter erstere Grenze herab, bei einigen Species, z. B. *Quercus*

durch hinreichend viele ¹⁾ an besonderen indessen den Versuchsbäumen in allen in Frage kommenden Beziehungen gleichartigen Bäumen zu Anfang und Ende des Untersuchungszeitraumes ausgeführte Bohrungen zu ermitteln (unmittelbar den der ganzen Periode angehörenden und aus diesem durch Rechnung den durchschnittlich jährlichen).

Die in zweiter Reihe erwähnte, einer scharfen Messung ungünstige oberflächliche Beschaffenheit der Rinde kann nur dann Ungenauigkeiten verursachen, wenn die nöthige Vorsicht nicht beobachtet wird. Eine jenem Umstande Rechnung tragende vorsichtige Wahl der während der ganzen Untersuchungsperiode constant beizubehaltenden und zu diesem Behufe scharf zu markirenden ²⁾ Messpunkte, d. h. derjenigen Stellen der Rinde, an welche die Kluppe angelegt werden soll, und, insoweit hierbei ungeeignete Stellen nicht zu umgehen sind, eine sorgfältige Vorbereitung dieser für die Messungen sind hier unerlässliche Vorbedingungen der Genauigkeit und Zuverlässlichkeit der Resultate. Die Vorbereitung der Rinde an den Messpunkten beschränkt sich bei jungen, glattrindigen Bäumen in der Regel auf die Beseitigung etwa vorhandener Moos- oder Flechtenüberzüge. Bei borkiger Beschaffenheit der Rinde, wie solche einige wenige Holzarten, z. B. *Pinus sylvestris*, L., bereits in der Jugend, fast alle Holzarten aber in höherem Alter zeigen, müssen die Messung störende Unebenheiten der Rinde mit dem Messer beseitigt, und kleine glatte, ein scharfes Anlegen der Kluppe ermöglichende Flächen hergestellt werden. An Messpunkten befindliche Rindenpartien, deren natürliche Abstossung im Verlaufe der Untersuchungen zu befürchten steht, müssen losgelöst werden ³⁾. Bei sehr langen Untersuchungszeiträumen und sich in fraglicher Beziehung besonders ungünstig verhaltenden Holzarten kann sich im späteren Verlaufe der Untersuchungen eine Wiederholung der beiden letztgenannten Massregeln nöthig machen, welche dann rechtzeitig, d. h. so, dass damit den bezeichneten Schwierigkeiten schon im Voraus begegnet wird, vorzunehmen ist; hierbei ist selbstverständlich die durch die neuerliche Rindenentnahme bedingte Verringerung des Durchmessers durch Messung festzustellen. — Dass in allen erwähnten Fällen, in welchen die Beseitigung kleiner Rindenpartien nöthig wird, nur die abgestorbenen für das Leben des Baumes irrelevanten Schichten der Rinde in Frage kommen, und somit eine Störung des Versuches durch diese Massregel durchaus nicht zu befürchten ist, bedarf wohl kaum der Erwähnung. — Wir sehen also: das Verfahren ermöglicht selbst unter den denkbar ungünstigsten Umständen die genaue Bestimmung des Stärkenzuwachses.

Eine andere Frage ist die, ob dasselbe in gleicher Weise bezüglich der Ermittlung der andern Zuwachsarten, des Flächen- und des Massenzuwachses zum Ziele führt. Die Bestimmung des Flächenzuwachses kann bekanntlich erfolgen direct durch unmittelbare Ausmessung der Jahrringfläche (nach Simpson's Regel oder mit Hülfe des Planimeters),

Cerris L., *Pinus halepensis* Mill., *Quercus Suber* L. über letztere Grenze hinaus und beträgt im Durchschnitte der untersuchten Holzarten etwa 6 Procent. Diesen Durchschnittsbetrag zu Grunde gelegt, würde z. B. bei einer Jahrringbreite von 1 Millimeter d. i. einem Durchmesserzuwachs von 2 Millimeter der antheilige Rindenwuchs 0.12 Millimeter betragen, d. eine zwar sehr kleine aber immerhin nicht zu vernachlässigende Grösse.

¹⁾ D. h. so viele als zur Gewinnung einer guten Durchschnittszahl erforderlich sind.

²⁾ Dies geschieht am besten mit nicht zu dickflüssiger Oelfarbe.

³⁾ Die Nothwendigkeit dieser Massregel kann insbesondere bei folgenden Holzarten eintreten: *Pinus sylvestris* L., *Betula verrucosa* Ehrh., *Betula pubescens* Ehrh., *Castanea vulgaris* Lam., *Platanus occidentalis* L., *Platanus orientalis* L., *Ulmus effusa* Willd., *Pirus Malus* L., *Acer Pseudoplatanus* L., *Aesculus Hippocastanum* L.

welche Methode den Vortheil der Unabhängigkeit von der Querschnittsform gewährt, oder indirect, unter Voraussetzung regelmässiger Querschnittsform, durch Berechnung der Jahrringfläche aus den dem Zeitpunkte vor begonnener und jenem nach beendigter Ablagerung des Jahreszuwachses zugehörigen Durchmesser. Erstere Art der Bestimmung ist nur ausführbar beim Secirungsverfahren, während die hier behandelte Methode, ebenso wie das Bohrverfahren, lediglich auf die indirecte Bestimmung des Flächenzuwachses angewiesen ist. Wenn nun mit Hinblick auf den Umstand, dass die Voraussetzung regelmässiger Stammquerschnittsform sich in der Natur nur annäherungsweise erfüllt findet, die directe Bestimmung des Flächenzuwachses den Vorzug zu verdienen scheint, so erweist sich doch dieser Vorzug als illusorisch, wenn man anderseits in Erwägung zieht, dass diese Art der Bestimmung des Flächenzuwachses nur am secirten Stamme, also nur auf Kosten des Fortbestandes des Versuchsobjectes ausführbar ist, und dass dieselbe bei einer grossen Anzahl wichtiger Holzarten, nämlich bei allen zerstreutporigen Laubhölzern, auf einer in der Regel kaum mehr als muthmasslichen Lage der Jahrringgrenzen fusst, und daher in vielen Fällen zu nicht nur ungenauen, sondern geradezu problematischen Resultaten führt. Die Ergebnisse derselben werden in solchen Fällen dadurch nicht richtiger, dass, wie das Verfahren vorschreibt, zuvor die zweifelhaften Jahrringgrenzen durch scharfe Bleistiftlinien fixirt werden! — Anderseits muss für das von mir vorgeschlagene Verfahren geltend gemacht werden, dass durch Unregelmässigkeit des Stammquerschnittes bedingte Ungenauigkeiten um so weniger zu fürchten sind, als die Abweichung von der regelmässigen Querschnittsform bei zu den hier in Frage kommenden Untersuchungen geeigneten, in der Regel nahezu normal geformten Stämmen eine sehr geringe ist, und ihr ungünstiger Einfluss auf die Genauigkeit der Resultate durch Messung der Baumstärken in genügend vielen Richtungen in hinreichendem Grade paralytirt werden kann. — Ermöglicht aber die in Rede stehende Methode der Zuwachsuntersuchung eine hinreichend genaue Ermittlung des Flächenzuwachses, so genügt sie auch der bezüglich des Massenzuwachses an sie zu stellenden Anforderung, da letzterer bekanntlich ohne Weiteres aus dem Flächenzuwachs durch Rechnung, unter Einbeziehung der betreffenden Höhendimensionen in dieselbe, abgeleitet werden kann.

Wenn in Vorigem nicht nur die Nothwendigkeit der Aufstellung eines neuen¹⁾ Verfahrens der Zuwachsuntersuchung, sondern auch die Brauchbarkeit der vorgeschlagenen Methode im Sinne der oben aufgestellten Anforderungen zur Genüge dargethan worden ist, so muss die weitere Frage entstehen:

Sind die bereits vorhandenen Hilfsmittel zur Ausführung des vorgeschlagenen Verfahrens geeignet? Es kann selbstverständlich nicht genügen, dass eine Untersuchungsmethode im Principe richtig ist; dieselbe muss auch praktisch ausführbar sein.

Wohl sind wir schon jetzt mit Hilfe sorgfältig in Metall ausgeführter und mit Nonius versehener Kluppen der gewöhnlichen Construction, welche die Ablesung von Zehntel-Millimetern gestatten, in der Lage, verhältnissmässig geringe Jahrringbreiten am stehenden Stamme hinreichend genau zu messen, beziehentlich aus der Differenz zweier Stärkenmessungen nachzuweisen, indessen kommen für fragliche Untersuchungszwecke Umstände in Betracht, welche die Verwendung dieser Instrumente fast ganz ausschliessen.

¹⁾ Die Bezeichnung „neu“ beziehe ich weniger auf die naheliegende Grundidee des Verfahrens, als vielmehr auf die den Zwecken der exacten Forschung angepasste Art und Weise seiner Ausführung.

Die Unregelmässigkeit der Verhältnisse im Walde erschwert bekanntlich die Ausführung streng wissenschaftlicher Versuche in demselben in hohem Grade. Es können daher nur Zahlen, welche als Durchschnittsergebniss sehr zahlreicher Beobachtungen gewonnen worden sind, Anspruch auf wissenschaftlichen Werth machen. So bedingt einerseits die sich keinem mathematischen Gesetze vollkommen anpassende räumliche Vertheilung des Zuwachses am Stamme zahlreiche Messungen desselben am einzelnen Versuchsbaume, so zwingt andererseits die auch bei sorgfältigster Auswahl der Versuchsbestände nicht zu umgehende Verschiedenheit der Wachstumsverhältnisse dazu, den Versuch auf eine grössere Zahl von Stammindividuen auszudehnen, — und das Facit von alledem ist in der Regel, namentlich wenn es sich um mehrere Versuchsreihen umfassende Untersuchungen handelt, eine schwer zu bewältigende Anzahl auszuführender Stärkenmessungen. Das Verfahren muss also, wenn es praktisch durchführbar sein soll, ein rasches sein, umso mehr als die Ausführung fraglicher Erhebungen auf den verhältnissmässig kurzen Zeitraum zwischen dem Abschlusse des jährlichen Holzzuwachses und dem Eintritte strenger Winterkälte beschränkt ist. Dieser Anforderung genügt aber die mit Nonius ausgestattete Messkluppe der bisherigen Construction nicht. Die Ausführung der Messungen mittelst eines so difficilen, die Ablesung am Nonius bedingenden Instrumentes erfordert an sich verhältnissmässig viel Zeit, im gegebenen Falle umso mehr, als sie mit Ausnahme der untersten Stammsection von der Leiter aus, also in unbequemer und oft unsicherer Stellung des Messenden, erfolgt. Dazu kommt, dass letzterer Umstand trotz aller Gewissenhaftigkeit der Ausführung störend auf die Genauigkeit der Messungen einwirkt. Endlich setzt die Handhabung eines so subtilen Messinstrumentes zu viel Verständniss und Gewissenhaftigkeit voraus, als dass man sie dem Arbeiter überlassen könnte, während andererseits die erwähnten, mit solchen Messungen in grösserer Baumhöhe verknüpften physischen Schwierigkeiten, sowie auch die Rücksicht auf Benutzung billiger Hilfskräfte, die Verwendung von im Klettern geübten Waldarbeitern nothwendig macht.

Ein neues Stärkenmessinstrument

zu construiren, erschien somit, wenn das vorgeschlagene Verfahren ausführbar gemacht werden sollte, geboten, und zwar habe ich mir, um den oben bezeichneten Anforderungen, welchen die bisher bekannten Kluppenconstructions nicht zu genügen vermögen, zu entsprechen, die Aufgabe gestellt, ein Stärkenmessinstrument zu construiren, welches es ermöglicht, die Arbeiten im Freien auf die blosser Aufnahme der Baumstärken zu beschränken und die Ablesung der aufgenommenen Dimensionen nachträglich im Zimmer vorzunehmen.

Hierdurch muss bezüglich der Arbeiten im Freien eine bedeutende Zeitersparniss erreicht werden; dieselben reduciren sich auf eine sehr leichte, auch minder intelligenten Arbeitern ohne Gefahr zu überlassende Manipulation, und der schwierigere Theil der Arbeit kann unbeeinflusst durch die mit der gewöhnlichen Stärkenmessung an stehenden Bäumen verknüpften physischen Schwierigkeiten, zu gelegener Zeit mit aller Sorgfalt und Genauigkeit ausgeführt werden. Diese Idee wurde von mir in nachstehend beschriebener Weise verwirklicht.

Der neue Stärkenmess-Apparat¹⁾ besteht im Wesentlichen aus einem kluppenartigen Instrumente ohne Eintheilung, mittelst dessen die Stärkendimensionen mit grösster

¹⁾ Derselbe ist in der mechanischen Werkstätte von Kraft und Sohn in Wien (IV., Theresianumgasse 27) ausgeführt worden, und verdankt dieser Ausführung die Vervollkommnung einiger Details. Von genannter Firma ist der vollständige Apparat in polirtem hölzernen Gehäuse zu dem Preise von fl. 90.— ö. W. zu beziehen.

Genauigkeit piquirt werden. Die piquirten Dimensionen werden nachträglich in einem besondern Apparate in raschester Weise gemessen, und, falls eine graphische Verwerthung der Messungsergebnisse erwünscht, auch sofort verjüngt. Der Apparat besteht demnach aus zwei getrennten Theilen: 1. Dem Aufnahme-Apparat, mittelst dessen die Aufnahme der zu messenden Stärken durch Piquirung erfolgt, und 2. dem Mess- und Auftrage-Apparat, mit Hilfe dessen die Messung der piquirten Dimensionen und die Auftragung derselben in verjüngtem Massstabe bewirkt wird.

I. Der Aufnahme-Apparat oder die Kluppe, deren Construction durch die auf Tafel VII gegebenen Abbildungen veranschaulicht wird, ist aus folgenden Bestandtheilen zusammengesetzt:

1. dem messingenen Rohre RR' mit dem fest daran angebrachten Kluppenschenkel A_f (s. Fig. 1, 2, 3, 4 und 8),
2. dem in Voriges einschiebbaren Holzcyliner CC' (s. Fig. 1, 2, 3 und 8) und
3. dem mit der Piquirvorrichtung PP' verbundenen beweglichen Kluppenschenkel A_b (s. Fig. 1, 3, 4, 7 und 8).

Ad 1. Das Rohr RR' dient dem beweglichen Kluppenschenkel A_b zur Führung, so dass die äussere Mantelfläche desselben und die Seitenflächen des Längsspalt l_1, l_2 (s. Fig. 4) die Führungsfläche bilden¹⁾; ferner zur Aufnahme des Holzcyliners CC' . Dasselbe ist genau cylindrisch geformt, 55 Centimeter lang²⁾, 3·2 Centimeter im Lichten weit, 0·15 Centimeter stark, an dem bei K befindlichen Ende offen, an dem anderen zum Theile durch eine 0·7 Centimeter breite Leiste geschlossen (s. Fig. 6). Der Cylindermantel ist durchbrochen von einer 51·5 Centimeter langen und 0·8 Centimeter breiten Längsspalte l_1, l_2 (s. Fig. 1 und 4), in deren Verlängerung, an dem bei R gelegenen Ende des Rohres, sich ein zweiter nur 0·8 Centimeter langer und 0·6 Centimeter breiter Längsspalt l_3 (s. Fig. 4) befindet. Die durch das Rohr hindurchgehenden Schrauben a_1 und a_2 (s. Fig. 4, 7 und 8) dienen dazu, den im Rohre befindlichen Holzcyliner in beliebiger Lage festhalten zu können. — Mit dem Rohre steht in fester Verbindung der Kluppenschenkel A_f (s. Fig. 4, 6 und 8), bestehend aus dem 22·5 Centimeter langen, unten 1·4 Centimeter, oben 0·7 Centimeter breiten, auf der inneren Seite 0·7 Centimeter, auf der äusseren 0·2 Centimeter starken stählernen Arme f_2 und dem die Verbindung zwischen diesem und dem Rohre herstellenden messingenen Bestandtheile m' .

Ad 2. Der Holzcyliner CC' dient zur Aufnahme der mittelst der Piquirvorrichtung zu markirenden Stärkendenimensionen. Derselbe ist aus weichem hellfarbigem Laubholz³⁾ von möglichst gleichmässiger Textur 54·5 Centimeter lang und 2·8 Centimeter stark hergestellt, und an beiden Enden mit gut an das Innere des Messing-

¹⁾ Die cylindrische Führung des beweglichen Kluppenarmes, welche viel leichter vollkommen herzustellen ist, als die prismatische der bisherigen Kluppenconstructionen, verdient vor Letzterer, was die Sicherheit der Führung anlangt, entschieden den Vorzug.

²⁾ Soll sich der Gebrauch der Kluppe auch auf stärkere Stämme erstrecken, so würde nur diese Dimension sowie die Länge der Kluppenarme entsprechend grösser anzunehmen sein; im Uebrigen würde die Construction unverändert bleiben.

³⁾ Nadelholz ist wegen der grossen Dichte und Härte seiner Herbstholzschichten nicht brauchbar.

Von der Beklebung der Holzcyliner mit Papier, welches die Piquirung noch deutlicher hervortreten lassen würde, musste wegen der Veränderungen, welche dasselbe mit wechselndem Feuchtigkeitsgehalte der Luft erleidet,

rohres anschliessenden messingenen Kapseln b_1 und b_2 (s. Fig. 8) versehen. Die am vorderen Ende des Holzcyinders befindliche Kapsel b_1 ist an dem cylindrischen Theile ihrer Oberfläche mit einer Eintheilung in Fünzigstel versehen, während an ihrer Vorderfläche ein zum Anfassen des Holzcyinders dienender Knopf c (s. Fig. 4, 7 und 8) angebracht ist. Der Holzcyinder tritt zu entsprechendem Theile in dem Längsspalte $l_1 l_2$ sichtbar hervor (s. Fig. 1 und 4), ebenso die an der Messingkapsel b_1 befindliche Eintheilung in dem Spalte l_3 (s. Fig. 4); die Kante e der unteren Seitenfläche des Spaltes l_3 dient zugleich für diese Eintheilung als Index.

Ad 3. Der bewegliche Kluppschenkel A_b dient zur Einstellung der Kluppe auf die zu messende Stärke, die mit ihm in Verbindung stehende Piquirvorrichtung zur Markirung seiner jeweiligen Stellung auf dem Holzcyinder. A_b besteht aus dem stählernen Arme f_1 und dem 9·5 Centimeter langen und 0·4 Centimeter starken messingenen Muffe gg' , welcher letztere das Rohr RR' genau anschliessend umfasst und mit einem die ganze Länge des Muffes einnehmenden und nur von der Piquirvorrichtung durchbrochenen leistenartigen Vorsprunge k (nur im Schnitte XX , Fig. 2, und zwar in der Seitenansicht hervortretend, in den beiden Grundrissen durch gestrichelte Linien angedeutet) in die Längsspalte $l_1 l_2$ eingreift.

Die Piquirvorrichtung P (s. Fig. 3) besteht aus einem mit dem Muffe gg' fest verbundenen Hohlcyinder r , an welchem eine nach oben wirkende starke Spiralfeder s befestigt ist, — ferner aus einem in Vorigen auf- und abschierbar eingefügten zweiten Hohlcyinder q , oben mit einem Knopfe versehen, welchen im Zustande der Ruhe die Spiralfeder nach oben drückt, — und endlich aus dem eigentlichen Piquirstifte p , als dem innersten Bestandtheile der ganzen Vorrichtung, einem cylindrischen Stifte, welcher um seine Axe drehbar in den Hohlcyinder q eingefügt ist. Dieser Piquirstift ist unten mit einer feinen Spitze versehen, welche von einem halbkreisförmigen scharfen Rande umgeben ist, so dass die piquirten Punkte, mit einem halben Ringel versehen, dem Auge deutlich sichtbar hervortreten. Wird der Piquirstift mittelst des an ihm angebrachten Knopfes niedergedrückt, dann wird zugleich der Hohlcyinder q und durch dessen Knopf auch die Feder niedergedrückt, jedoch nur so tief, als dies der im Hohlcyinder q angebrachte Ausschnitt t , dessen oberes Ende gegen einen an r befestigten Stift anschlägt, gestattet. Dieser Spielraum ist so bemessen, dass ein Steckenbleiben des Piquirstiftes im Holze nicht stattfinden kann und dass die Feder Letzteren nach aufgehobenem Drucke mit Leichtigkeit wieder in seine passive Lage zurückbringt. — Um die an sich geringe Wahrscheinlichkeit, dass zwei Stiche in nicht erkennbarer Weise zusammenfallen, noch mehr zu verringern, kann der Piquirstift p nach einer entsprechenden Anzahl von Stärkenaufnahmen um je 90° gedreht werden, so dass dem entsprechend sich auch der halbe Ring in um 90° veränderter Lage in das Holz

abgesehen werden. An einem mit Papier überzogenen Holzcyinder, welcher 24 Stunden lang in einem feuchten Keller aufbewahrt worden war, beobachtete ich an verschiedenen Stellen auf 40 Centimeter Länge Ausdehnungen von 0·01 bis 0·02 Centimeter; dagegen zeigte ein der Einwirkung feuchter Luft in gleicher Weise ausgesetzter blosser Holzcyinder keine nachweisbare Veränderung der auf ihm piquirten Dimensionen. — Auch ein Werfen des Holzcyinders, wie es bei sorgfältiger Behandlung desselben, selbst bei Ausführung der Messungen bei feuchter Witterung, kaum 0·1 Centimeter grösste Abweichung von der geraden Richtung betragen kann, irritirt die Genauigkeit der Messungen nicht, da sich erst für eine grösste Ausbiegung des Cyinders von 0·43 Centimeter eine in Betracht kommende Differenz, d. h. eine solche von 0·01 Centimeter auf 50 Centimeter Länge, berechnet.

eindrückt. Zu diesem Zwecke sind in dem Knopfe des Visirstiftes in einem Kreise gleichförmig vertheilt, vier Löcher angebracht (s. Fig. 1 und 4), in welche ein an dem unteren Knopfe fest angebrachter Stift u eingesteckt werden kann. Sobald man nun die Lage des um den piquirten Punkt befindlichen Halbringels um 90° verändern will, hebt man den Piquirstift p etwas und steckt den Stift u in das nächste Loch.

Die Handhabung der Kluppe ist eine sehr einfache. Der Holzcylinder CC' wird in das Rohr RR' so eingeschoben¹⁾, dass die Index-Kante e des Spaltes l_3 mit dem Nullstriche der an der Messingkapsel b_1 befindlichen Eintheilung übereinstimmt, und in dieser Stellung mittelst der Schrauben a_1 und a_2 fixirt. Hierauf wird die Kluppe vollständig geschlossen und der Nullpunkt piquirt. Alsdann kann die Kluppirung der zu messenden Stärken erfolgen, wobei vorausgesetzt ist, dass alle im Sinne der Methode nothwendigen Vorbereitungsarbeiten (die Bezeichnung der Versuchsbäume und die Vorbereitung und scharfe Bezeichnung der Messpunkte) erfolgt sind. Bei der, mit Ausnahme der untersten vom Boden aus erreichbaren Messhöhe, von der Leiter aus erfolgenden Kluppirung hat sich die Aufmerksamkeit des Ausführenden lediglich auf ein genaues Anlegen der Kluppe in den betreffenden Messpunkten, ein sorgfältiges Schliessen derselben und rechtzeitiges Piquiren zu erstrecken, — Operationen, die weder Scharfsinn, noch manuelle Geschicklichkeit erfordern und bei gewissenhafter Ueberwachung der Arbeiten seitens des Beobachters, dessen Aufmerksamkeit nicht durch die Führung eines Notizbuches abgelenkt wird, sehr leicht zu erreichen sind. Das Piquiren erfolgt durch Niederdrücken der Piquirvorrichtung mittelst des Daumens der rechten Hand, deren übrige Finger den Muff des beweglichen Kluppenarmes umschlossen halten.

Will man die durch die halbe Ringelung ohnehin deutlichen Punkte noch mehr hervortreten lassen, so hat man nur nöthig, die Piquirspitze von Zeit zu Zeit mit etwas schwarzer Stempelfarbe zu bestreichen, was am besten mittelst eines mit Letzterer mässig durchtränkten Pinsels, den der Arbeiter in einer Glashülse bei sich trägt, geschieht.

So werden in jeder Etage des Versuchsbäumcs die zu messenden Baumstärken piquirt, und zwar in jeder neuen Höhenlage mit um 90° veränderter Stellung des Piquirstiftes, so dass nach beendigter Aufnahme eines Versuchsbäumcs sämmtliche an demselben erhobenen Stärkendimensionen in einer Reihe verzeichnet sind, und zwar die zusammengehörigen, in gleicher Messhöhe erhobenen immer erkennbar an der gleichen Stellung des Halbringels (Vergl. Taf. VII, Fig. 1 und 4). Nach beendigter Kluppirung, an welche sich unmittelbar die Messung des Jahres-Höhenzuwachses mittelst eines gewöhnlichen Massstabes anschliesst, prüft der die Arbeit Ueberwachende zu grösserer Sicherheit, ob alle Punkte piquirt sind, was bei deren übersichtlicher Anordnung einen sehr geringen Zeitaufwand verursacht. In dem selten eintretenden Falle, dass in Folge vollständigen Zusammenfallens zweier derselben Messhöhe angehörigen Punkte die erhaltenen Resultate einen Zweifel zulassen, ist die Messung in der betreffenden Etage mit bei jeder einzelnen Stärkendimension um 90° verstelltem Piquirstifte zu wiederholen; dann zeigt die Ringelung unzweideutig an, in welchem Punkte zwei Stiche sich vereinigen. Selbstverständlich müsste auch in dem kaum zulässigen Falle einer unterlassenen Piquirung die Aufnahme in der fraglichen Mess-

¹⁾ Da die Stärke desselben um 4 Millimeter geringer als die lichte Weite des Messingrohres ist, so geht seine Einföhrung in Letzteres sehr bequem von statten, selbst dann noch, wenn er sich in Folge wechselnder Einwirkung von feuchter und trockener Luft etwas geworfen hat.

höhe wiederholt werden. — Nach vorgenommener Prüfung, beziehentlich Correction wird in die Punktreihe die Nummer des Versuchsbaumes mit Bleistift eingeschrieben. Sodann löst der Beobachter die Schrauben a und a_2 , dreht den Holzcyylinder um einen Theilstrich der an der Kapsel b_1 befindlichen Eintheilung, wodurch in der Spalte $l_1 l_2$ ein frischer Streifen der Mantelfläche des Holzcyinders zum Vorschein und zur Benutzung kommt, und lässt die Aufnahme eines neuen Versuchsbaumes vornehmen — u. s. f., bis schliesslich der Holzcyylinder auf seiner Mantelfläche die sämmtlichen Stärkendimensionen von 50 Versuchsbaumen in übersichtlicher Anordnung enthält. Dann wird ein neuer Holzcyylinder, welcher mit den vom vorigen abgenommenen Messingkapseln (b_1 und b_2) versehen wird, in Gebrauch genommen, der verbrauchte Cylinder aber in einer gut schliessenden Blechkapsel für die später vorzunehmende Messung der auf ihm verzeichneten Dimensionen aufbewahrt. Diese nachträgliche Messung, nach Befinden auch die sofortige Abnahme der Stärken in verjüngtem Massstabe für graphische Darstellungen ermöglicht in raschster Weise der nachstehend beschriebene und durch die auf Tafel VIII gegebenen Abbildungen veranschaulichte zweite Theil des Apparates.

II. Der Mess- und Auftrage - Apparat besteht aus einem combinirten Massstabe AA' und dem Lager BB' , in welches letztere der mit den piquirten Dimensionen versehene Holzcyylinder zum Zwecke der Messung beziehentlich auch Verjüngung derselben eingefügt wird.

1. Der combinirte Massstab AA' (s. Fig. 2) ist zusammengesetzt aus einem gewöhnlichen Massstabe MM' und einem mit demselben correspondirenden Verjüngungsmassstabe VV' . Ersterer ist mit einer bis auf halbe Millimeter herabgehenden Eintheilung versehen; letzterer besteht in einem rechtwinkligen Dreiecke, dessen kürzere Kathete zur Hypothenuse in dem Verhältnisse steht, welches der für die graphische Darstellung erwünschten Verjüngung entspricht (in der auf Tafel II. gegebenen Abbildung 1 : 4 und 1 : 8). Die zur kürzeren Kathete in Abständen von 1 Millimeter gezogenen Parallelen, welche mit den Theilstrichen des Massstabes MM' correspondiren, stellen somit die entsprechend verjüngten Dimensionen dar. — Beide Massstäbe sind durch die aufgeschraubten Platten a_1 und a_2 mit einander verbunden.

Das Ganze ist hinten an dem Lager NN' mittelst des Kugelgelenkes b beweglich angebracht, ruht vorn auf den Säulen d_1 und d_2 (vergl. Fig. 3) mit den Spitzen der Schrauben c_1 und c_2 auf und kann durch diese Schrauben beliebig, gleichmässig oder einseitig, gehoben und gesenkt werden. Hierdurch ist es ermöglicht, den combinirten Massstab beim Gebrauche dicht an die betreffende Punktreihe anzulegen oder denselben, wie dies während des Einlegens des Holzcyinders in das Lager nöthig, zurückzuschlagen. In letzterem Falle wird der Massstab in die Spalte m des Holzstückes QQ' (s. Fig. 2 und Fig. 3) eingeklemmt.

2. Das Lager BB' dient dazu, den mit den piquirten Stärkendimensionen versehenen Holzcyylinder um seine Achse drehbar festhalten und ihn in die richtige Lage zum Massstabe bringen zu können, d. h. ihn so einstellen zu können, dass seine Achse parallel mit der betreffenden Kante des Massstabes ist und dass der auf ihm piquirte Nullpunkt der in Arbeit genommenen Punktreihe mit dem Nullpunkte des Massstabes genau übereinstimmt. Dasselbe besteht aus den beiden Lagerstücken L_1 und L_2 , beide durch den eisernen Stab ee' (s. Fig. 1) fest mit einander verbunden. Zwischen ihnen wird der Holzcyylinder festgehalten, und zwar auf der linken Seite bei L_1 durch einen durch letztgenannten Bestandtheil hindurch-

gehenden vorn conisch zugespitzten Stift g , welcher durch die Feder f beständig nach Innen gedrückt wird, auf der rechten Seite bei L_2 durch die Schraube h . Durch das Anziehen und Nachlassen der Letzteren und die gleichzeitige Wirkung der Feder f kann der Holzcyylinder in seiner Achsenrichtung verstellt und somit die Einstellung des betreffenden Nullpunktes bewirkt werden. — Die Bestandtheile L_1 und L_2 liegen wieder in zwei rahmenartigen Stücken R_1 und R_2 (s. Fig. 2 und 3), in welchen sie, und mit ihnen der Holzcyylinder, mittelst der Schrauben i_1 , i_2 , i_3 und i_4 in seitlicher Richtung beliebig verstellt werden können. — Die Rahmen R_1 und R_2 sind auf einer länglichen eisernen Platte OO' befestigt, letztere endlich auf einer breiten hölzernen Unterlage PP' (s. Fig. 1 und Fig. 3). — Auf dem rechtwinklig ausgeschnittenen Theile der eisernen Platte OO' ist zugleich das Lager für das oben erwähnte Kugelgelenk b befestigt (s. Fig. 2), bestehend in einer messingenen Säule k , deren oberer rechtwinkliger Ausschnitt (s. Fig. 1 und Fig. 2) an den inneren Seitenflächen mit der Kugelform entsprechenden Vertiefungen versehen ist und durch die Schraube l (s. Fig. 2) beliebig geöffnet und geschlossen werden kann.

Die Handhabung des Mess- und Auftrage-Apparates. Nachdem man den combinirten Massstab zurückgeschlagen und in die Spalte m eingeklemmt hat, bringt man den mit den piquirten Massen versehenen Holzcyylinder, an dessen Enden zuvor die Kapseln b_1 und b_2 wieder befestigt worden sind, so zwischen den Bolzen g und die Schraube h , dass die Spitzen Beider in entsprechende, in den Centren des Knopfes c und der Kapsel b_2 befindliche Vertiefungen eingreifen und ihn so um seine Achse drehbar machen. Nun wird der combinirte Massstab in seine frühere Lage zurückgebracht und mittelst der Schrauben c_1 und c_2 so eingestellt, dass er den Holzcyylinder gerade tangirt. Dann kann durch die Drehung des letzteren jede der piquirten Punktreihen in der zwischen den beiden Massstäben befindlichen Spalte zum Vorscheine gebracht werden (s. Fig. 2). Zeigt sich eine Divergenz zwischen den Punktreihen und den Massstabkanten, so wird dieselbe durch entsprechende seitliche Verrückung der zusammenhängenden Lagerstücke L_1 L_2 mittelst der Schrauben i_1 , i_2 etc. beseitigt. — Hierauf wird der Cylinder so lange gedreht, bis die ihrer Nummer gemäss zuerst zu behandelnde Punktreihe in der Spalte erscheint und endlich vermittelt der Schraube h der Nullpunkt dieser Punktreihe genau auf den Nullpunkt des Massstabes eingestellt. Alsdann werden die Masse abgelesen u. zw. bis auf Zehntelmillimeter, wobei letztere geschätzt werden. Hierbei, sowie auch beim Einstellen des Nullpunktes, bedient man sich einer guten, jedoch ein bequemes Ablesen ermöglichenden, also mit nicht zu kleiner Linse versehenen Lupe¹⁾. — So werden der Reihe nach alle piquirten Punktreihen zur Ablesung gebracht, wobei in der Regel, d. h. wenn der Apparat genau ausgeführt ist, die Lage des Massstabes und der Axe des Holzcyinders unverändert bleiben kann, und nur die Einstellung des Nullpunktes für jede Reihe von Neuem nöthig wird.

Soll, wie dies bei Zuwachsuntersuchungen immer von Vortheil, mit der rechnerischen Verwendung der gewonnenen Resultate die graphische Darstellung verbunden werden, so wird die betreffende Punktreihe dicht an die Kante des Verjüngungsmassstabes gebracht, sodann die eine Zirkelspitze in das piquirte Loch eingesetzt, wobei dieselbe an der Massstabkante unmittelbar anliegen muss, und der Zirkel genau in der Richtung der Parallelen

¹⁾ Da die Eintheilung des Massstabes noch halbe Millimeter angibt, so kann die Schätzung von Zehntelmillimetern ohne Gefahr für die Genauigkeit erfolgen. Von der Anbringung eines Nonius konnte daher mit Rücksicht darauf, dass dessen Anwendung das Ablesen wesentlich verlangsamten würde, abgesehen werden.

bis zu der dieselben begrenzenden Kathete des Verjüngungsdreiecks geöffnet. Um bei letzterer Manipulation die bezeichnete Richtung mit dem Auge bequem verfolgen zu können und eine Verwechslung der verschiedenen Parallelen zu vermeiden, ist jeder fünfte Parallelstrich etwas stärker eingeritzt und ausserdem durch beiderseits oben und unten angebrachte Punkte gekennzeichnet.

Sind in beschriebener Weise alle auf den Holzcyllindern verzeichneten Stärkendimensionen gemessen und nach Befinden in verjüngtem Massstabe aufgetragen, so hat der Apparat seine Aufgabe erfüllt. In welchem Grade, dies dürfte wohl schon aus vorstehender Beschreibung seiner Construction und Handhabung hervorgehen. In kurzer Zusammenstellung gegeben, sind die für denselben geltend zu machenden Vorzüge folgende:

1. Der Apparat ermöglicht die Ausführung einer Methode der Zuwachsbestimmung, welche den Anforderungen der exacten Forschung besser entspricht, als die bisher angewendeten Methoden.

2. Derselbe ermöglicht die Ausführung dieser Methode in genauester und zugleich raschester Weise, und wird insbesondere der Zeitaufwand für die Arbeiten im Freien auf ein Minimum beschränkt.

3. Seine Handhabung ist die denkbar leichteste und setzt insbesondere der Gebrauch der Kluppe seitens des Arbeiters das geringste Mass von Intelligenz und Uebung voraus.

4. Die Genauigkeit, mit welcher der Apparat functionirt, wird in keiner Weise durch die mit grösserer Höhe der Versuchsbäume wachsenden physischen Schwierigkeiten der Ausführung der Messungen beeinflusst.

In Nachstehendem will ich endlich noch eine **Modification des Apparates** besprechen, welche allerdings nicht jene unbeschränkte Anwendbarkeit wie die vorher beschriebene Construction besitzt, indessen für gewisse Verhältnisse Beachtung verdient.

Für einen gegebenen speciellen Zweck, für Zuwachsuntersuchungen an aufgeästeten jungen Stämmen, habe ich, um einen noch rascheren Arbeitsvollzug, als ihn der Apparat in seiner vorstehend beschriebenen Form gestattet, zu ermöglichen, denselben in der Weise modificirt, dass die Handhabung der Kluppe vom Boden aus geschieht und somit das zeitraubende Besteigen der Leiter entfällt. Zu diesem Zwecke wird die Kluppe auf einer Schienenleitung, die zugleich als Höhenmessapparat dient, mittelst einer Zugvorrichtung auf und abwärts bewegt; ebenso wird das Oeffnen und Schliessen der Kluppe und die Bewegung der Piquirvorrichtung durch Zugvorrichtungen bewirkt. Das Wesentliche dieser, durch die Abbildungen auf Tafel IX und X veranschaulichten Modification ¹⁾ besteht demnach in: 1. dem Hinzukommen einer zugleich zum Höhenmessen eingerichteten Schienenleitung und 2. in Abänderungen der Construction der Kluppe, welche durch die veränderte Handhabung derselben bedingt sind.

Ad 1. Die Schienenleitung LL' (s. Taf. IX, Fig. 1) besteht aus der cylindrisch geformten 1 Centim. starken messingenen Schiene SS' und der an einer ihrer beiden Seitenflächen in Centimeter eingetheilten Höhenmesslatte MM' , erstere an letztere durch die gleichfalls aus Messing hergestellten Verbindungsstücke α_1, α_2 etc. befestigt. — Die Schiene

¹⁾ Ausgeführt in der mechanischen Werkstätte für Telegraphie und Mathematik von E. Schneider Währing bei Wien, Martinstrasse 32.

SS' endigt unten in 50 Centimeter Höhe, um die Kluppe in bequemer Höhenlage in dieselbe einfügen oder aus derselben auslösen zu können. Um aber anderseits ein an diesem Ende der Schiene bei unvorsichtigem, zu weit gehenden Herablassen der Kluppe mögliches Auspringen derselben aus der Schienenleitung zu verhindern, ist Letztere dort vermittelst eines abschraubbaren Knopfes γ (s. Taf. IX, Fig. 2) abgeschlossen. Aus ähnlichem Grunde ist am obern Ende der Schienenleitung der Knopf δ (s. Taf. IX, Fig. 1), jedoch fest, angebracht. — Die Höhenmesslatte MM' ist eine 5 Meter lange, aus weichem möglichst leichtem Holze hergestellte Latte von trapezförmigem Querschnitte¹⁾; die beiden parallelen Seiten des Trapezes 4·5 Centimeter und 3·5 Centimeter, die Höhe 6 Centimeter messend. An der Vorderfläche derselben befindet sich die Schienenleitung SS' , an einer der beiden Seitenflächen die in weisser und schwarzer Farbe hergestellte Eintheilung. Am oberen Ende der Höhenmesslatte ist die messingene Rolle ε , drehbar im Lager ζ , befestigt; Letzteres wieder ist auf der Messingplatte η aufgeschraubt und diese auf den Kopf der Latte. Die Rolle ε leitet in ihrem rinnenförmig vertieften Umfange die an der Kluppe befindliche Zugschnur T über den Lattenkopf hinweg auf die Rückseite der Latte, wo sie durch mehrere an dieser befindliche Ringe hindurchgeführt und endlich an der mittelst Zahnrad und Sperrhaken sperrbaren Haspelvorrichtung ϑ auf- und abgewickelt wird. Diese Haspelvorrichtung ist um eine Achse drehbar, welche mit der an der Rückseite der Latte angeschraubten Platte ι fest verbunden ist.

Ad 2. Die Veränderungen der Kluppenconstruction bestehen im Wesentlichen in dem Hinzukommen der die Verbindung zwischen Kluppe und Schienenleitung herstellenden wagenartigen Vorrichtung WW' , in einer etwas veränderten Construction der Piquirvorrichtung PP' und in der Anbringung von zum Oeffnen und Schliessen der Kluppe dienenden Zugvorrichtungen.

Die wagenartige Vorrichtung WW' (s. Tafel IX, Fig. 1 und Tafel X, Fig. 1, 3, 4, 7), bei i (s. Tafel X, Fig. 3) am Rohre fest angebracht, dient dazu, die Kluppe auf der Schiene SS' in sicherer Führung bewegbar zu machen, und wird dies erreicht durch den die Schiene zu etwa $\frac{3}{4}$ umgebenden Hohleylinder ww' (s. Tafel IX, Fig. 1, sowie auch Tafel X, Fig. 1, 3, 7) von 9 Centimeter Länge und 0·3 Centimeter Wandstärke, ferner durch die die Kluppe gegen seitliche Schwankungen sichernden Laufräder y_1, y_2, y_3, y_4 und endlich durch die zu gleichem Zwecke, sowie gleichzeitig zur Bezeichnung des Höhenstandes der Kluppe dienenden zeigerartigen Spitzen x_1 und x_2 . Der am Hohleylinder angebrachte Ring z (s. Tafel IX, Fig. 1 und Tafel X, Fig. 4 und 7) dient zum Anknüpfen einer starken Zugschnur T , vermittelst welcher die wagenartige Vorrichtung sammt Kluppe auf- und abwärts bewegt werden kann. Sämmtliche Theile dieser Vorrichtung sind aus Messing hergestellt.

Die Piquirvorrichtung PP' (s. Tafel X, Fig. 8 und 9) besteht aus dem nur mit einfacher Spitze versehenen und nicht verstellbaren Piquirstifte p , dem auf mm' aufgesetzten, die Führung des Piquirstiftes enthaltenden Messingstücke qq' und der Feder r , welche an dem Muffe gg' des beweglichen Kluppenarmes mittelst Schrauben befestigt ist. Die Piquirvorrichtung wird vermittelst der an der Feder r befestigten und durch die Ringe s_1, s_2 und s_3 hindurch nach unten geleiteten Zugschnur t in Thätigkeit gesetzt. Die Schnur t wird im

¹⁾ Der trapezförmige Querschnitt wurde gewählt, um die Latte bei geringstem Gewichte derselben in der Richtung der durch das Gewicht der Kluppe bedingten grössten Ausbiegung genügend widerstandsfähig zu machen.

Zustände der Ruhe durch das eingeschaltete kleine Gewicht u (s. Tafel IX, Fig. 1) soweit als nöthig, um ein Einklemmen derselben beim Schliessen der Kluppe zwischen deren Schenkeln zu vermeiden, straff erhalten.

Die zum Oeffnen und Schliessen der Kluppe dienende Zugvorrichtung (s. Tafel X, Fig. 1 und Fig. 7) ist am beweglichen Kluppenschenkel A , angebracht und besteht aus einer starken Schnur nn' , welche am Muffe gg' durch einen zwischen zwei Ringen n_1 und n_2 festgehaltenen Knoten befestigt ist und deren beide Enden durch die Rollen o_1 , o_2 , o_3 und o_4 nach unten geleitet werden.

Minder wesentliche Veränderungen bestehen in Folgendem. Der bewegliche Kluppenschenkel wurde nach links verlegt, so dass derselbe sich in der für das Verfolgen desselben mit dem Auge bequemerer Richtung von links nach rechts bewegt. Das Messingrohr RR' wurde wegen des bei ungeschickter oder unachtsamer Handhabung des Apparates möglichen Anschlagens desselben an den Stamm etwas stärker (0.3 Centimeter) hergestellt. — Die Kluppenschenkel erhielten für den Fall, dass die Kluppe durch die Beastung des Versuchsbaumes verhindert, nicht dicht an den Baum herangebracht werden kann¹⁾, eine etwas grössere Länge. Endlich hat der Spalt l_1 l_2 , in welchem sich die Piquirvorrichtung bewegt, eine etwas veränderte Lage erhalten.

Die Handhabung des Apparates. Die Kluppe wird zunächst durch das Einschieben des Holzcyinders und durch Anbringung der im Vorigen bezeichneten Zugschnuren nn' und t für die Aufnahme vorbereitet, sodann in die Schiene SS' an deren unterem Ende eingefügt und an der vorher an der Höhenmesslatte in beschriebener Weise angebrachten Zugschnur T befestigt. Zum Zwecke des Einfügens wird der die Schienenleitung abschliessende Knopf γ (s. Tafel IX, Fig. 2) ab- und nach erfolgter Einfügung wieder angeschraubt. Die Schienenleitung wird dann dicht an dem aufzunehmenden Stamme, parallel zur Achsenrichtung desselben, aufgestellt. Die Aufnahme selbst erfolgt durch Aufziehen der Kluppe bis zu dem bezeichneten Messpunkte²⁾, Schliessen derselben und Piquiren mittelst der betreffenden Zugschnuren. An jedem Versuchsbaume werden die in den verschiedenen Etagen desselben in einer und derselben Richtung liegenden Stärken durch die sich von unten nach oben bewegende Kluppe aufgenommen, so dass schliesslich dieselben sämmtlich in einer Punktreihe, deren Anfang der vor der Aufnahme piquirte Nullpunkt bildet, verzeichnet sind; aus der Aufeinanderfolge der piquirten Punkte ergibt sich dann ohne Weiteres die jedem einzelnen zugehörige Höhenlage. Nur in dem seltenen Falle, dass die Voraussetzung einer constanten Abnahme der Stärken von unten nach oben nicht zutrifft, — eine Erscheinung, welche dem aufmerksamen Beobachter kaum entgehen kann — muss, um Verwechslungen der piquirten Punkte vorzubeugen, an dem abnorm geformten Theile des Stammes jeder derselben besonders bezeichnet werden (mit Bleistift) und die Kluppe hierzu nach jeder einzelnen Piquirung heruntergelassen werden. Nachdem in gleicher Weise

¹⁾ Ein solches Anlegen der Kluppe ist bei der vorzüglichen Führung des beweglichen Kluppenschenkels, welche auch das geringste Abweichen desselben von der normalen Richtung nicht befürchten lässt, unbedenklich

²⁾ Die Bezeichnung der Messpunkte an den Versuchsbäumen wird durch die Höhenmesslatte keineswegs entbehrlich gemacht, da durch blos mit Hülfe derselben erfolgende Einstellung der Kluppe in den betreffenden Messhöhen die Erfüllung der für die genaue Ausführung fraglicher Methode der Zuwachsbestimmung wichtigsten Regel, welche die schärfste Einhaltung der während des ganzen Untersuchungszeitraumes constant beizubehaltenden Messpunkte vorschreibt, nicht genügend garantirt erscheint.

die in einer zweiten, beziehentlich noch in einer dritten Richtung liegenden Stärken des Baumes erhoben worden, und so zwei beziehungsweise drei Punktreihen entstanden sind, werden diese so, wie dies früher beschrieben wurde, durch Einschreiben der Nummer des Versuchsbaumes bezeichnet. Sind genügend viele Punktreihen auf dem Holzcyylinder verzeichnet, also je nachdem die Stärken nach zwei oder drei Richtungen erhoben wurden, 16 beziehungsweise 25 Stämme aufgenommen, so wird ein neuer Holzcyylinder in die Kluppe eingeschoben. — Nach erfolgter Aufnahme der Stärken wird die Kluppe auf den Gipfel des Baumes eingestellt und an den Zeigern x_1 oder x_2 die Höhe des Baumes abgelesen; die Differenz von zwei in auf einander folgenden Jahren gemessenen Höhen gibt dann die Länge des Jahres-Höhenzuwachses. — Die Messung der Stärken und die Verjüngung derselben geschieht mittelst des früher beschriebenen Mess- und Auftrageapparates.

So gross der Vortheil auch erscheinen mag, den die Handhabung des Stärkenmess-instruments vom Boden aus bietet, so sind doch der Anwendung eines dem entsprechenden Apparates durch die Schwierigkeit der Handhabung längerer Latten, durch die Elasticität des Materiales der Letzteren, welche sich namentlich bei grösserer Lattenlänge in sehr störender Weise geltend macht und durch die Hindernisse, welche eine starke Beastung der Versuchs bäume einer dichten Aufstellung der Schienenleitung am Stamme und der Bewegung der Kluppe entgegengesetzt, enge Schranken gezogen. Die eben beschriebene Modification des Apparates wird daher auf die Untersuchung von Stämmen von verhältnissmässig geringer Höhe und von nicht zu starker und unregelmässiger Beastung beschränkt bleiben müssen, Bedingungen, welche in dem speciellen Falle, für welche dieselbe construirt wurde, erfüllt waren. Dagegen besitzt der Apparat in der zuerst beschriebenen Form die weiteste Anwendbarkeit und empfehle ich daher insbesondere diese Construction zur Ausführung von exacten Zuwachsuntersuchungen. Möge dieser Apparat, welcher seine Entstehung nicht der Sucht zu erfinden, sondern einem bei Ausführung umfangreicher Zuwachsuntersuchungen empfundenen unabweisbaren Bedürfnisse verdankt, dazu beitragen, die Bearbeitung eines fast brach liegenden wichtigen Feldes der forstlichen Forschungsthätigkeit anzuregen!

Schnitt XX.

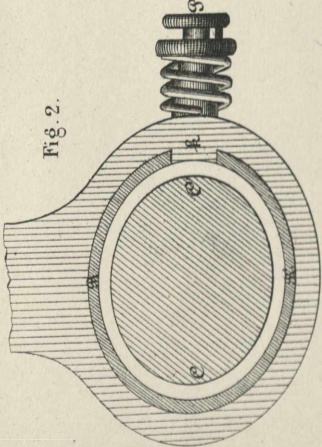
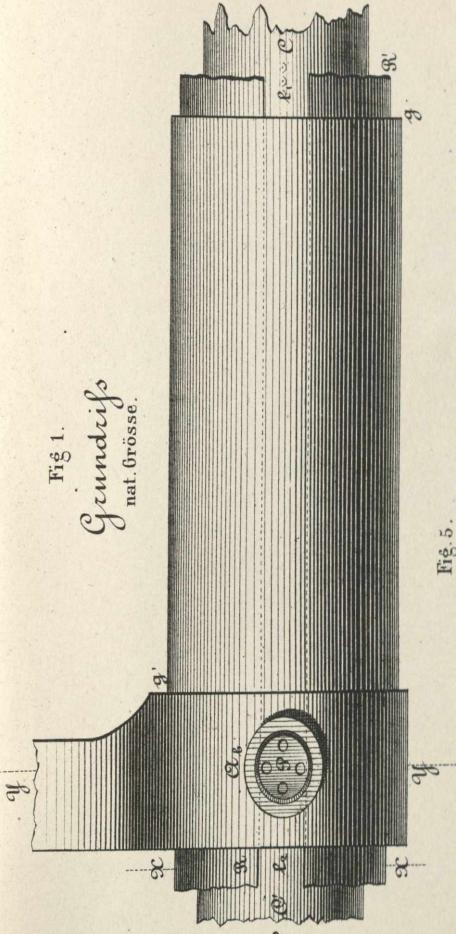


Fig. 2.

Fig. 1.
Grundriss
nat. Grösse.



Schnitt YY.

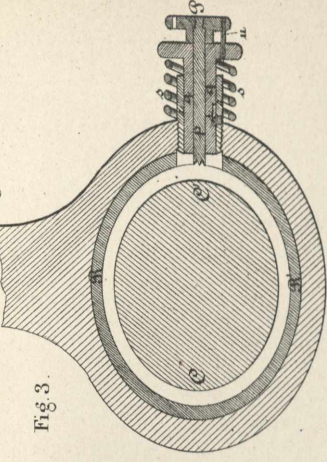


Fig. 3.

nat Grösse.

Fig. 6.

Seitenansicht bis XX.



a, f

Fig. 5.

Querschnitt
des Klappenschnittes

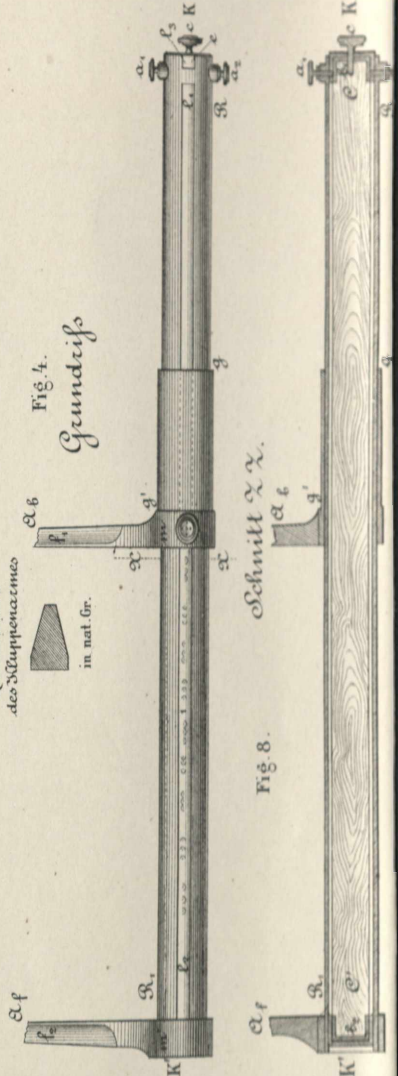


in nat. Gr.

a, b

Fig. 4.

Grundriss



Schnitt XX.

Fig. 8.



Fig. 7.

Seitenansicht bis XX.

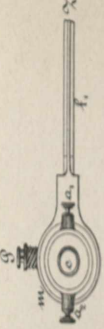


Fig. 1.

Ansicht von vorn.

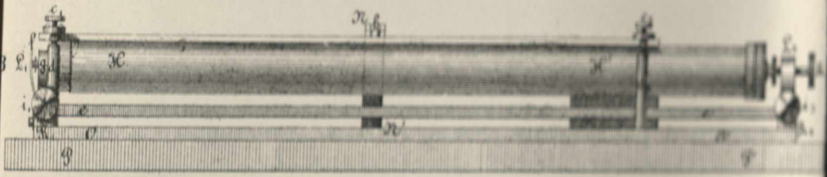


Fig. 2.

Ansicht von oben.

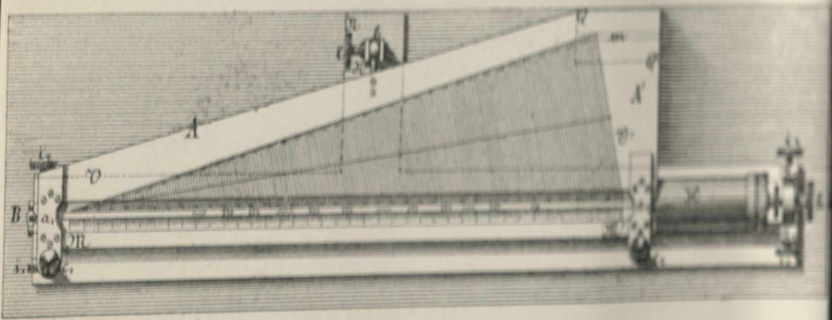
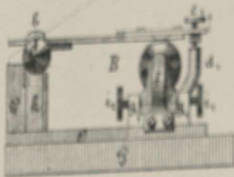


Fig. 3.

Ansicht von der linken Seite.



1/4 der Natur.

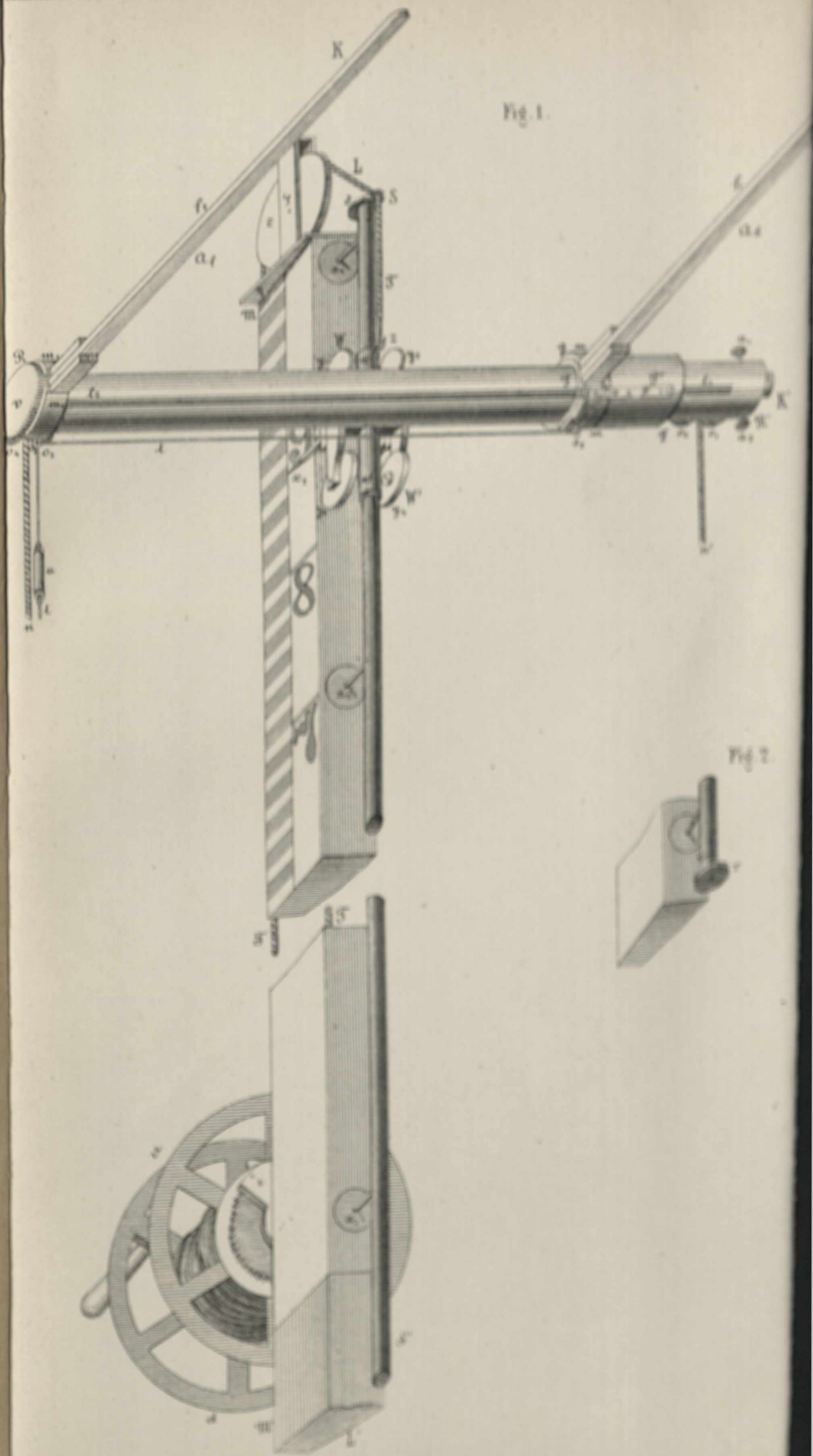


Fig. 1.

Fig. 2.



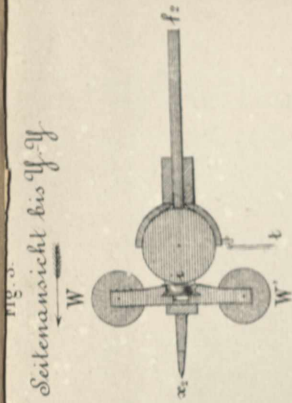


Fig. 3.

Seitenansicht bis qf-yf

Fig. 1.

Endsicht: hintere Ansicht.

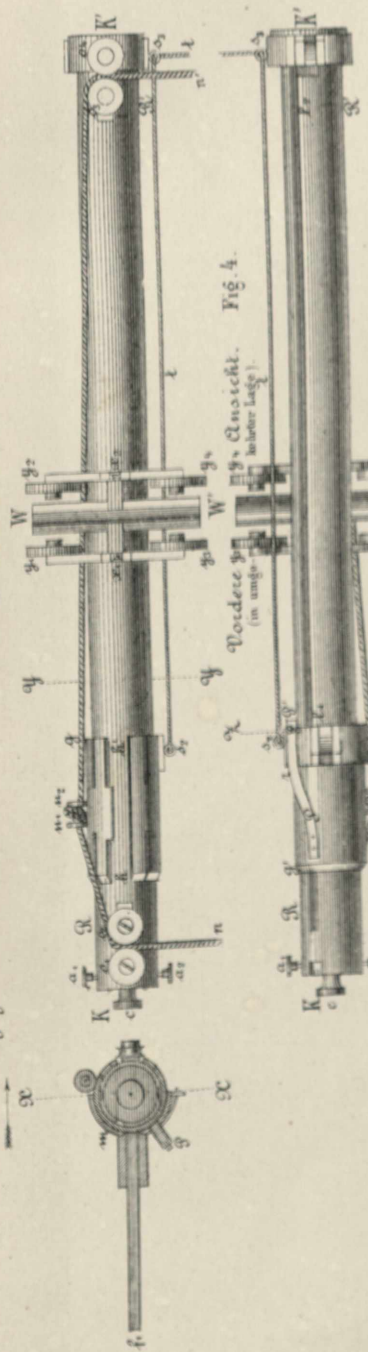
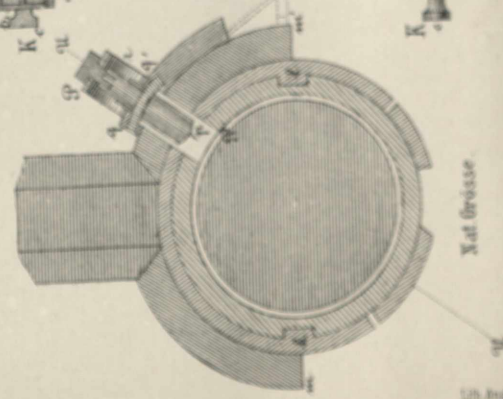


Fig. 4.

Vordere Ansicht: (in umgekehrter Lage)

Fig. 8.

Schnitt z-z.



Nat Grösse

Fig. 5.

Schnitt x-x.



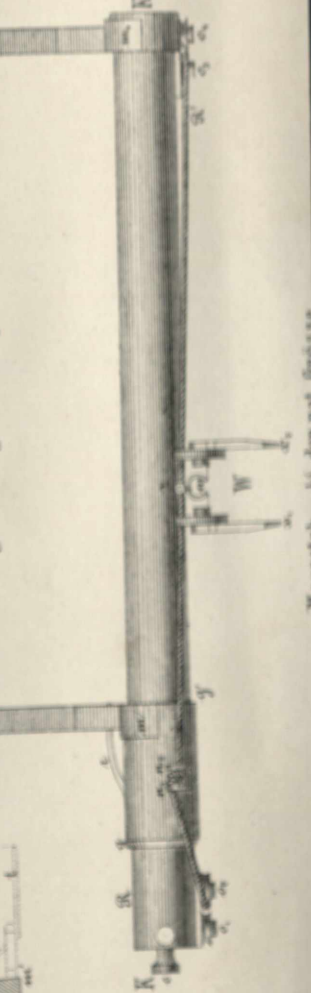
Schnitt y-y

Fig. 6.



Fig. 7.

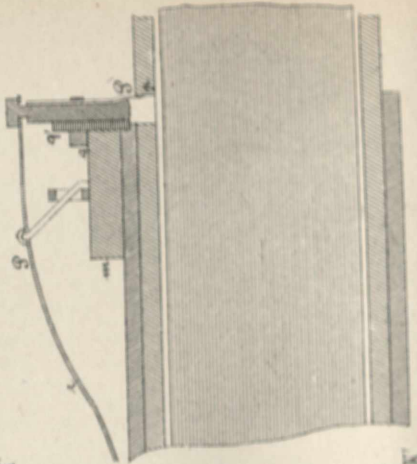
Seitenansicht



Nat Grösse

Fig. 9.

Schnitt qf-ql



Nat Grösse

Verstärkung des hintern Endes

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Wien](#)

Jahr/Year: 1881

Band/Volume: [2_1881](#)

Autor(en)/Author(s): Hempel Gustav

Artikel/Article: [Eine nothwendige Reform auf dem Gebiete der Zuwachsuntersuchungen. 257-274](#)