

Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung.

Monat December 1856

ORIGINALTEXT (Abschrift), Skizzen bearbeitet, da mangelhafte Originalkopie

Erstellt Wolfgang Rucker Okt.2009

Kontakt: wolfg.ruecker@t-online.de www.senklote.eu

Das Spiegel-Hypsometer

Ein neues Instrument zum Höhenmessen

Von **M. Faustmann**

(Hierzu die Figuren 1 bis 4 auf der angehefteten
Lithographischen Tafel)

Vorbemerkung.

Zum Messen der Baumhöhe bedürfen wir ein Instrument, welches bequem zu transportieren und leicht anzuwenden ist, welches umständliche Rechnungen ausschließt und eine Genauigkeit von 1 bis 2 pCt. der Baumhöhe gewährt; ein Instrument, welches der Forstmann bequem in der Tasche nachführen und ohne Gehilfen anwenden kann, welches die vorgelegten Fragen schnell und hinreichend sicher beantwortet, und welches dabei mit geringen Kosten zu beschaffen ist.

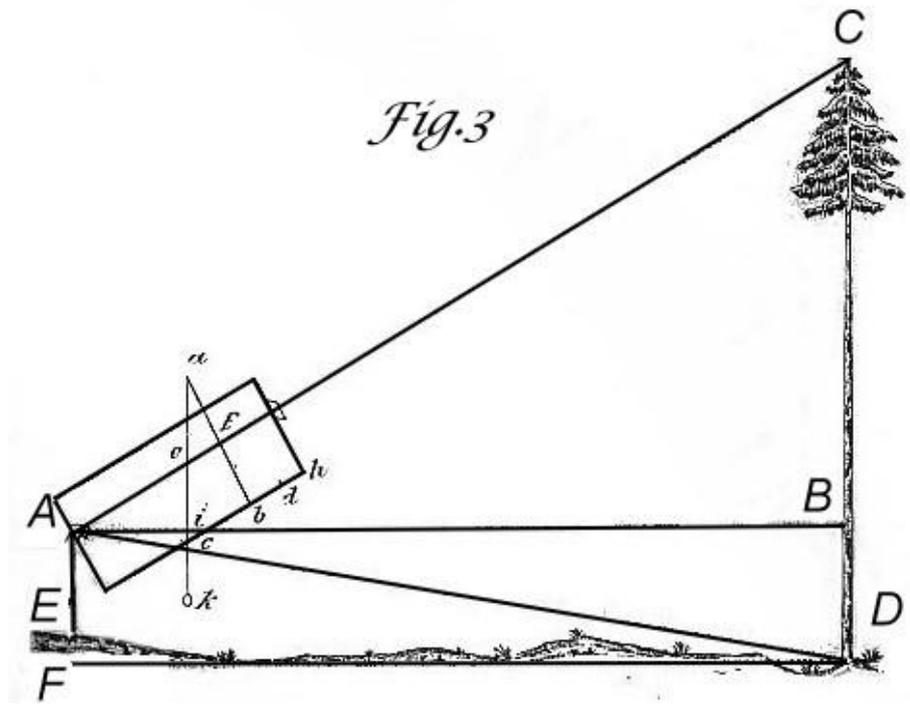
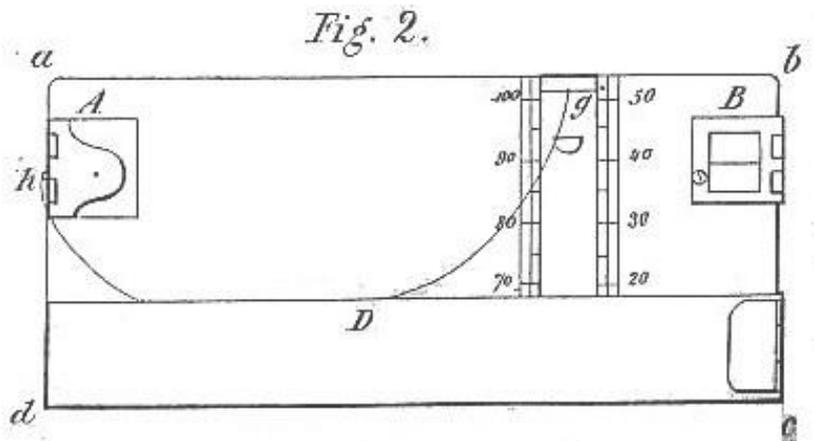
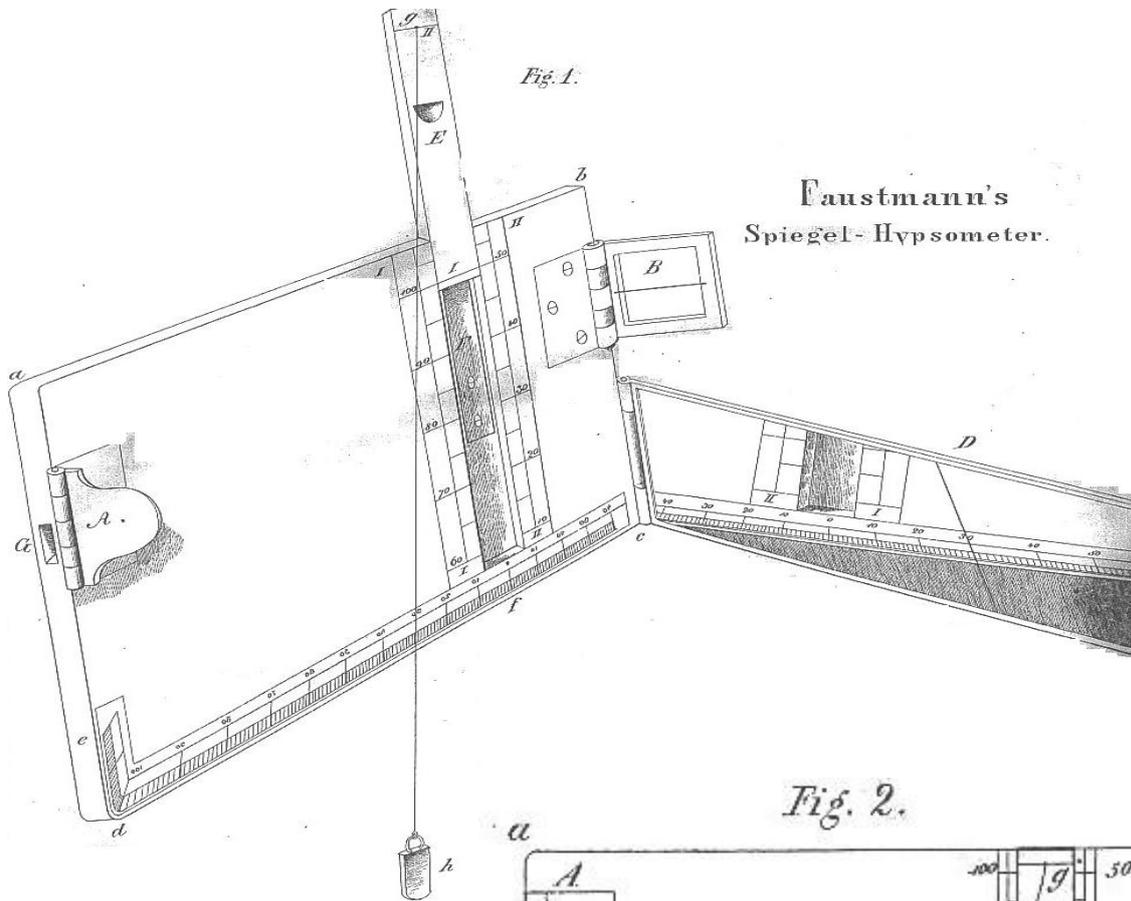
Die gebräuchlichen Winkelinstrumente, Theolith, Spiegelsextant ec., erfüllen diese Anforderungen durchaus nicht. Ihre Genauigkeit ist zwar groß; aber sie ist größer als nöthig, und steht in für unsere Zwecke in keinem Verhältnisse zu den Opfern, die ihr gebracht werden müssen; dergleichen Instrumente sind umständlich zu handhaben, erfordern trigonometrische Rechnungen und kosten viel Geld. Man hat daher auch noch nie ernstlich daran gedacht, die Winkelinstrumente zum Messen der Baumhöhen einzuführen; die hierfür ersonnenen Werkzeuge, deren Zahl nicht gering ist, beruhen auf einfacheren Prinzipien.

Als das vorzüglichste Prinzip hat sich dasjenige bewährt, nach welchem das sogenannte „Meßbrettchen“ construirt ist. Dies Prinzip ist das der Ähnlichkeit der Dreiecke; mit und auf einem Brettchen wird ein Dreieck verzeichnet, welches dem durch die Baumhöhe und die Standlinie gegebenen rechtwinklichen Dreieck ähnlich ist, und das Brettchen zeigt dann die gesuchte Baumhöhe unmittelbar, oder doch ihr einfaches Verhältnis zu einer bekannten Linie. Dieses, in der forstlichen Meßkunst schon lange heimische Instrument ist seinem Wesen nach ein zum Höhenmessen umgeformter Meßtisch, welcher bekanntlich zu Horizontalaufnahmen dient und zu diesem Behuf ebenfalls der Winkelmessung nicht bedarf. Meßtisch und Meßbrettchen unterscheiden

sich nur dadurch, daß die Fläche des ersteren horizontal, die des letzteren vertical gerichtet sein muß, ferner darin, daß auf jener ein horizontales Lineal (Diopterlineal), auf dieser ein verticales Lineal (Senkel) sich bewegt und die bestimmenden Richtungen angibt; endlich darin, daß die gesuchten Liniengrößen auf dem Meßtische mit einem angelegten mobilen Maßstab, an dem Meßbrettchen dagegen auf einem daran unbeweglich befestigten Maßstabe – der Scala – gemessen werden. Beide Instrument, ihrem Wesen nach ähnlich, haben daher auch viele Vorzüge gemein: nämlich die mehr unmittelbare Messung durch geometrische Aufnahme, welche einfacher und rascher von Statten geht, als die trigonometrische Aufnahme; Billigkeit der Anfertigung, indem das Hauptmaterial aus Holz besteht, und Bequemlichkeit der Handhabung. Und man kann dem Meßbrettchen eine solche Einrichtung und Form geben, daß es allen jenen Bedingungen, welche für die Instrumente zu Baumhöhen-Messungen oben geltend gemacht wurden, in hohem Grad erfüllt.

Aber keine der vielen Gestalten, in welchen das Meßbrettchen aufgetreten ist, scheint mir diese Behinderungen und Möglichkeit zu erfüllen: Keine derselben hat mich vollständig befriedigt. Ich fand allerlei Mißstände, mit welchen einzeln oder vereint die verschiedenen Arten dieser Gattung von Höhenmessern behaftet waren: wie die Nothwendigkeit eines Statives, oder entgegengesetzten Falles die Unsichtbarkeit der Scala im Moment der Höhenbeobachtung, Unbeweglichkeit des Punktes der Senkelanheftung, mangelnde Visir-Einrichtung, ungenaue Skala, unbequem großes Format, unzweckmäßiges Constructions-Material, Überladung mit selten angewendbaren Zuthaten, Mißstände, welche die Gebrauchsfähigkeit des Instrumentes nicht wenig beeinträchtigen.

Diese zu beseitigen, machte ich mir zur Aufgabe, nachdem ich mich überzeugt hatte,



daß die dem Meßbrettchen zu Grunde liegende Idee die vorzüglichste für einen forstlichen Höhenmesser ist, und von derselben ausgehend, habe ich einen Höhenmesser construirt, welchem ich die als Überschrift gesetzte Benennung beigelegt habe und dessen Beschreibung ich hiermit dem Publikum vorlege. Dasselbe möge beurtheilen, ob und inwiefern es mir gelungen ist, ein Meßbrettchen in seiner Vollendung herzustellen, welches meine Absicht war.

Beschreibung des Instrumentes.

Das von mir construirte Instrument zum Höhenmessen (Hypsometer, Höhenmesser) besitzt Taschenformat und eine solche Einrichtung, daß es keines Stativs bedarf, sondern aus freier Hand gebraucht wird. Es ist ein schmales rechteckiges Brettchen (a b c d), dessen längere Seite 18 Centimeter, dessen kürzere Seite 8,2 und dessen Dicke 0,7 Centimeter ausmacht. Alle Bestandtheile des Hypsometers sind so eingerichtet und an diesem Brettchen so angebracht, daß sie sich in der Ruhe in den Raum desselben hineinschieben lassen, oder an seiner Oberfläche anliegen. Das Brettchen hat in der Ruhe nichts Vorstehendes oder außer ihm Liegendes; es kann daher in eine Scheide gesteckt und bequem in der Tasche nachgetragen werden. Fig. 1 stellt es activ in perspectivischer Zeichnung, und Fig. 2 ruhend in einem Drittel der natürlichen Größe im Aufrisse dar.

Die Theile desselben sind folgende:

1. Die Diopter (A, B);
2. Die Höhenscala (c d e) mit dem Beobachtungsspiegel (D);
3. Das an dem Schieber (E) aufgehängte Senkel (g h).

1. **Die Diopter**, bestimmt zum Dirigiren des Instrumentes durch Einvisiren des Höhepunktes. – Die Vorrichtungen zum Visiren waren an den forstlichen Höhenmessern bisher gewöhnlich sehr mangelhaft: sie bestanden in der Kante des Instrumentes, oder in Einschnitten, oder, wenn es viel sein sollte, in Stiften. Alle diese Vorrichtungen gestatten kein genaues Absehen, und es entsteht schon allein dadurch möglicher Weise ein Fehler von einigen Procenten der Höhe. Ich wählte daher diejenige Diopter-Vorrichtung, welche bei den geodätischen Werkzeugen üblich ist und ein scharfes Absehen gestattet. Sie besteht aus einem Oculardiopter (A) mit einem Löchelchen zum Durchsehen und einem Objectivdiopter (B) mit einem Pferdshaare zum Markieren des Höhepunktes. Sie sind aus Messing gearbeitet, zum Umlegen eingerichtet, und mit der Unterseite durch Schrauben an das Brettchen befestigt. Der Grund aus welchem man nicht bei allen forstlichen Höhenmessern diese Art von Dioptern gewählt hat, liegt theils in einer übertriebenen Sparsamkeit, theils darin, daß das

Material der Höhenmesser zum Befestigen der Diopter nicht geeignet war (wie bei dem Preßler'schen Meßknecht, welcher aus Pappe besteht) Aber sicher gibt Jemand gern etwa 30 Kreuzer mehr für ein solches Instrument aus, wenn er dafür eine Vorrichtung gewinnt, durch welche die Beobachtung nicht nur möglichst scharf, sondern auch sehr bequem gemacht wird.

2. Die Höhenscala (c d e) mit dem Beobachtungsspiegel (D).

-Parallel mit der Visirlinie ist an dem untern Rande des Brettchens (Fig. 1) die in gleiche Theile getheilte Scala c f d angebracht, welche von d aus an dem Rande a d des Brettchens noch ein Stück aufwärts bis e in proportionirten Theilen fortläuft. Auf dieser Scala wird die zu messende Höhe angezeigt, und ich habe sie daher „Höhenscala“ genannt. Die Größe eines Scalatheiles beträgt $1\frac{1}{4}$ Millimeter, und davon sind vom Nullpunkte f aus nach c hin 40, und nach d hin 100 Theile aufgetragen; von d nach e sind noch 20 weitere, nach bekanntem Verfahren proportionirte Theile verzeichnet. Die Theilstriche sind diametral von einem Punkte aus gezogen, welcher in der Ebene des Brettchens vom Nullpunkt um 100 Scalatheile, in zur Scala senkrechter Richtung, entfernt liegt. Die Scala ist auf einen schmalen Papierstriefen lithographirt, auf das Brettchen geklebt und mit durchsichtigem Firniß überzogen; jeder fünfte Strich ist verdickt, und bei jedem zehnten steht die Ziffer der Scala (wegen des Spiegels verkehrt) geschrieben. Damit dem Beobachter, während er das Ocular-Diopter vor dem Auge hat, auch die Höhenscala sichtbar wird, damit derselbe also das Visiren und das Ablesen der Scala gleichzeitig vornehmen kann, ist ein **Spiegel** von der Länge des Brettchens und von $2\frac{1}{2}$ Centimeter Breite an der Kante b c mit einem Charniere befestigt, so daß er sich also um diese Kante dreht und dadurch in beliebigem Winkel zu der Scala gestellt werden kann. Er ist in Messingblech gefaßt und legt sich in der Ruhe anschließend an die Kante c d und d a des Brettes dicht an dasselbe an, wobei er zugleich eine sichere Decke für die Scala bildet. Dieser Beobachtungsspiegel ist von mir bereits in der Allgemeinen Forst- und Jagd-Zeitung von 1854 Seite 165 in Vorschlag gebracht worden, und da er etwas Neues in der forstlichen Höhenmeßkunst und charakteristisch für das vorliegende Instrument ist: so habe ich dasselbe „Spiegel-Hypsometer“ genannt (die Wahl der Bezeichnung „Hypsometer“ wird man ebenso wenig beanstanden, als den Gebrauch der Ausdrücke „Thermometer“, „Barometer“, „Hygrometer“, „Psychrometer“ u. f. m.)

3. **Der Schieber E mit dem Senkel (g h).**- Senkrecht zur Höhenscala bewegt sich in einem in das Brettchen eingelassenen Falze der hölzerne Schieber E, an welchem in dem Punkte g das Senkel g h angeheftet ist. Diese Einrichtung ermöglicht es, den Anheftungspunkt des Senkels in verschiedenem Abstand von der Höhenscala nach Maßgabe der Distanzlinie (Entfernung des Beobachters von der zu messenden Höhenlinie) einzustellen, und damit der Schieber gedrängt geht und sich in jeder Lage feststellen läßt, ist eine Feder F auf dem Grunde des Falzes angebracht, welche den Schieber an die schrägen Seitenwände des Falzes andrückt. Zum Bemessen der Schieberstellung dienen die zu beiden Seiten des Falzes in Theilen der Höhenscala aufgetragenen Scalen (I., II) und die mit denselben römischen Ziffern bezeichneten Striche auf dem Schieber; letztere Scalen habe ich „Distanzscalen“ genannt, weil sie gleichsam der verjüngte Maßstab für die Distanzlinie sind. Der Schieber ist so eingerichtet, daß man ihn mit jedem Ende in den Falz einschieben kann, woraus sich die Möglichkeit ergibt, den Aufhängepunkt g des Senkels in weiteren Grenzen zu bewegen, nämlich denselben von 100 bis zu 10 Scalentheilen beliebig der Höhenscala zu nähern, und in den zwischen diesen Grenzen liegenden Abständen von letzterer Scala festzustellen. Der Schieberstrich I. (erste Schieberstellung) markiert die Distanzscala I. und der Schieberstrich II. (zweite Schieberstellung) die Distanzscala II. Soll der Anheftungspunkt des Senkels 60 bis 100 Theile von der Höhenscala entfernt sein, so wird dem Schieber die I. Stellung gegeben; soll die Entfernung 10 bis 50 Theile betragen, so wird er in die II. Stellung versetzt, indem man ihn mit seinem andern Ende einschiebt. Auf der Zeichnung befindet sich der Schieber in der I. Stellung, und sein Strich I. steht auf 100 der Distanzscala: Der Drehungspunkt des Senkels ist also um 100 Theile von der Höhenscala entfernt. Zum Senkel habe ich einen, mit einem bleiernen Stäbchen beschwerten seidenen Faden gewählt. Ich habe auch einen Messingstreifen als Senkel versucht, welchem zur Beschwerung am untern Ende ein Bleiplättchen aufgelöthet ist, und welcher an ein in den Schieber eingeschlagenes Stiftchen eingehängt wird; dieser Messingstreifen verblieb nur an seinen beiden Enden in seiner ursprünglichen Breite, im Übrigen wurde die Hälfte desselben bis zur Mittellinie ausgeschnitten, weil nur diese den Zeiger für die Höhenscala abgibt. Obwohl der Senkelstreifen wegen geringeren Schwankens Vorzüge vor dem Senkelfaden besitzt, welche ich in dem oben angeführten Aufsätze hervorgehoben habe, so wollte er mir doch in dem vorliegenden Falle nicht zusagen: der Senkelstreifen ist, weil er wegen seiner Länge am ruhenden Instrument nicht

gut unterzubringen ist, und bei dem jedesmaligen Gebrauch an den Schieber eingehängt und abgehängt werden muß, nicht so handgerecht wie der Senkelfaden, - und, was wohl zu beachten ist, das Schwanken des Lothes hat wegen des Beobachtungsspiegels wenig zu bedeuten. Ich gab daher dem Senkelfaden hier den Vorzug; unter dem Oculardiopter ist eine Öffnung G angebracht, in welche das Bleistäbchen h in der Ruhe untergesteckt wird. - Den Schieber habe ich, damit die feuchte Luft keinen Einfluß auf ihn äußert, mit kochendem Leinöl getränkt.

Theorie und Gebrauchsanweisung

Es ist die Höhe CD (Fig. 3) zu messen. - Stellt sich der Beobachter in beliebiger Entfernung von derselben in dem Punkte E auf und visirt er mit den Dioptern des Spiegel-Hypsometers den Höhenpunkt C ein: so schneidet das Senkel a k auf der Kathete des rechten Winkels bei b ein Dreieck a b c ab, welches dem Höhendreieck A B C ähnlich ist, weil

$$\text{Winkel } abc = \text{Winkel } ABC$$

Als rechte Winkel, ferner weil in den Hilfsdreiecken Aie und efa bei i und f rechte Winkel und bei e Scheitelwinkel sich befinden und daher auch

$$\text{Winkel } iAe = \text{fae oder}$$

$$\text{Winkel } BAC = \text{bac sind}$$

Da nun in ähnlichen Dreiecken die ähnlich liegenden Seiten in einerlei Verhältniß zu einander stehen, so verhält sich:

$$ab : bc = AB : BC$$

Kennt man in dieser Proportion die Größen ab, bc und AB, so findet man

$$BC = bc/ab \times AB \dots (I).$$

Visirt man von demselben Stande aus den Fußpunkt D der Höhe DC ein (Fig. 4), so fällt das Senkel auf die andere Seite der Linie ab und etwa nach d. Es findet dann aus denselben Gründen, wie vorhin, die Proportion statt:

$$ab : bd = AB : BD$$

Sind in derselben die drei ersten Glieder bekannt, so ergibt sich

$$BD = bd/ab \times AB \dots (II)$$

Es ist aber $CD = BC + BD = bc/ab \times AB + bd/ab \times AB = (bc + bd)/ab \times AB \dots (III)$

Da nun $(bc + bd)/ab$ ein Verhältniß ausdrückt, so müssen die in diesem Verhältniß vorkommenden

Linien nach einem gleichen Maßstabe gemessen sein, welcher aber beliebig ist und ein ganz anderer sein darf, als derjenige für die Messung von AB.

Multiplicirt man also diese Verhältniszahl $(bc+bd)/ab$ mit der horizontalen Distanzlinie AB, so erhält man in dem Produkte die gesuchte Höhe CD, ausgedrückt in dem Maße, mit welchem AB gemessen wurde. Die Berechnung dieser Verhältniszahl und die Multiplication derselben mit AB kann man aber ersparen, wenn man a b in verjüngtem Maße gleich AB macht: dann ist $bc + bd$ das verjüngte Maß für CD, oder das Senkel zeigt unmittelbar die numerische Größe der gesuchten Höhe an. – Für den Beweis dieser Sätze sei r die Einheit des Maßes der Linien ab, bc, bd, und R diejenige der Linien AB, CD, und mit diesen Linien-Bezeichnungen sei die Anzahl der bezüglichen Maßeinheiten gemeint; es ist dann

$$CD = ((bc+cd) \times r / ab \times r) \times AB \cdot R$$

Man ersieht aus dieser Gleichung, daß die Größe von r auf das Resultat keinen Einfluß äußert, indem r sich in Zähler und Nenner aufhebt und daher bei jeder beliebigen Größe dieser Maßeinheit das Verhältniß $(bc + cd) / ab$ bestehen bleibt. Diese Gleichung reducirt sich also auf

$$CD = ((bc+cd)/ab) \times (AB) R$$

Hieraus ist ersichtlich, daß CD in der Maßeinheit R, womit AB gemessen wurde, ausgedrückt wird. Da ferner ab, AB, bc, cd nur arithmetische Werthe oder unbekannte Zahlen vorstellen: so kann $ab=AB$ gesetzt werden, und es ist dann:

$$CD = (bc+cd) R$$

Hierdurch ist bewiesen, daß, wenn man die Linien ab und AB in der Anzahl – nicht Größe – ihrer Maßeinheiten gleich macht, der Zahlenwerth von $bc+cd$ die gesuchte Höhe ohne Weiteres in dem Maße R, womit AB gemessen wurde, ausdrückt.

Das ist die Theorie, worauf die vorher beschriebene Einrichtung und die nunmehr zu zeigende Anwendung des Spiegel-Hypsometers beruht.

Will man die Höhe eines Gegenstandes, z.B. eines Baumes CD bestimmen: so wählt man einen Standpunkt E, von welchem aus man die Spitze C und den Fußpunkt D des Gegenstandes sehen kann, und dessen Horizontalabstand DF beiläufig gleich der Höhe D C ist, - Letzteres nach dem bekannten mathematischen Satze, daß in diesem Falle die Höhenbestimmung am genauesten wird. Diese Horizontalabstand D F des Standpunktes E vom Fußpunkte D – die Standlinie – mißt man mit derjenigen Maßeinheit, in welcher die Höhe CD ausgedrückt werden soll. Die Standlinie betrage z. B. 100 Fuß Nun stellt man den Schieber des Instrumentes ebenfalls auf 100 Scalatheile, indem man die Querlinie I. des Schiebers mit der Linie

100 der Distanzscala I. zu Übereinstimmung bringt. Nachdem man hierauf den Senkel gelöst, die Diopter aufgerichtet und den Spiegel geöffnet hat: faßt man das Instrument so mit der linken Hand, daß der Daumen an dem untern und die übrigen Finger an dem oberen Rande in der Nähe des Schiebers anliegen. Nun visirt man zuerst die Spitze des Gegenstandes ein, und dreht den Spiegel mit der rechten Hand so, daß man in demselben gleichzeitig die Höhenscala und den Stand des Senkels erblickt; um die rechte Hand frei zu haben und zur Beruhigung des Senkels benutzen zu können, streckt man den Daumen der linken Hand so weit vor, daß der untere Rand des Spiegels noch auf ihm ruhen kann. Man merkt sich die Ziffer der Höhenscala, welche das Senkel zeigt. – In ähnlicher Weise visirt man den Fußpunkt D des Gegenstandes ein, wobei, wenn der Standpunkt E höher liegt als dieser, das Senkel auf die andere Seite des Schiebers fällt. Die in dieser Lage von dem Senkel angezeigte Ziffer der Höhenscala addirt man zu der vorher bemerkten, und erhält in deren Summe als Weiteres die gesuchte Höhe C D. – Für die Distanzen von 100 bis 60 Fuß bewegt man den Schieber in der Stellung I., in welcher ihn die Zeichnung darstellt; für die Distanzen von 50 bis 10 Fuß versetzt man ihn in die Stellung II., indem man ihn mit dem andern Ende in den Falz einschiebt.; seine für diese Stellungen mit I. und II. bezeichneten Querlinien markiren auf den gleichnamigen Distanzscalen.

Selbstverständlich kann bei einer gegebenen Distanz der Schieber auch auf eine andere, und zwar jede beliebige Ziffer der Distanzscala gestellt, dann ist aber eine kleine Rechnung nothwendig, um die Höhe zu finden. Wegen Ähnlichkeit der Dreiecke verhält sich nämlich die Ziffer der Distanzscala zur Ziffer der Höhenscala wie die Standlinie zur unbekanntenen Höhe, und letztere ist daher gleich

$$\text{Höhenskala} \times \text{Standlinie} / \text{Distanzscala}$$

Es gibt Fälle, in welchen diese mittelbare Höhenmessung Vorzüge vor jener unmittelbaren haben kann, nämlich bei letzterer das Senkel zu nahe an dem Ocular-Diopter, etwa über die Scala hinausreichen würde; ferner wenn man weiter als 100 Fuß von dem zu messenden Gegenstand absteht, oder wenn dieser höher als 120 Fuß ist; ferner, wenn man die Richtigkeit des Instrumentes oder einer mit demselben vollzogenen Höhenmessung prüfen will, in welchem Falle man von einem Standpunkt aus dieselbe Höhe bei verschiedener Schiebersstellung mißt,

oder auch, wenn man eine Höhe oder Tiefe in Procenten der Horizontaldistanz wissen will. (wie bei Nivellirungen), zu welchem Ende man den Schieber auf 100 stellt. Für letztere Stellung sind die Linien der Höhengscala conform mit der Senkelrichtung gezogen, weil in den Fällen, in welchen man den Schieber nicht gerade auf die Distanzlinie einstellen will, die Stellung auf 100 die zur Rechnung bequemste ist, und man hierbei von dem Produkte aus Höhengscala und Standlinie nur zwei Stellen abzuschneiden braucht, um die gesuchten Höhen zu erhalten, und dann, weil diese Stellung auf 100 diejenige ist, welche man für Gefäll-Bestimmungen zu wählen hat, da hierbei das Gefäll sogleich in Procenten der Horizontaldistanz angezeigt wird.

Um größere und genaue Nivellements, z. B. von Wegen, auszuführen, dazu will ich dieses Instrument nicht empfehlen; dazu empfiehlt sich überhaupt kein aus freier Hand – ohne Stative zu gebrauchendes Instrument. Für diesen Zweck wähle man ein Nivellir-Instrument mit Stativ: man arbeitet damit sicherer und bequemer, als mit einem Hand-Instrumente, und ob das Nivellir-Instrument mehr oder weniger leicht transportabel ist, kann für die Wahl desselben nicht entscheidend sein, weil ein solches Nivelliren ohne Hilfsarbeiter nicht möglich ist, welche das Instrument mit seinem Stative tragen können. – Will man dagegen das Gefälle einer kurzen Wegstrecke, einer Bergwand oder dergl. auf $\frac{1}{2}$ Procent genau und rasch bestimmen, oder eine kurze Linie in einem bestimmten Gefälle abstecken, oder ein Nivellement oberflächlich prüfen: so leistet das Spiegel-Hypsometer für diesen Zweck ausgezeichnete Dienste. Man stellt den Schieber auf 100 und visirt einen Punkt ein, welcher in gleicher Höhe mit dem Auge des Beobachters über dem Boden liegt: in einem Augenblicke hat man das Gesuchte. Der Spiegel leistet hierbei Dienste, welche durch nichts Anderes zu ersetzen sind, namentlich wenn man ein bestimmtes Gefäll auf das Terrain übertragen will.

Auch zur Messung von Höhenwinkeln läßt sich das Instrument benutzen, obgleich keine Bogengrade auf dasselbe aufgetragen sind. Die Theile der Höhengscala sind nämlich, wie leicht einzusehen, die Tangenten des Höhenwinkel, ausgedrückt in Theilen des Halbmessers; und der Halbmesser ist gleich dem Abstände der Senkel-Anheftung von der Scala, - wird also durch die Schieberstellung auf der Distanzscala angezeigt. Besitzt man nun eine trigonometrische Tafel, welche keinem Forstmanne fehlen wird, so kann man aus einer Messung mit dem Spiegel-Hypsometer auch leicht den Höhenwinkel ableiten. Man reducirt nämlich die beobachtete Ziffer der Höhengscala auf den Halbmesser für welchen die zur Hand stehende trigonometrische

Tafel berechnet ist, und sucht die herauskommende Zahl als Tangente in der Tafel auf: die Tafel zeigt den zugehörigen Winkel. – In der Zeichnung hängt das Senkel auf 30 und der Schieber steht auf 100; für den Halbmesser 100 ist also in dem vorliegenden Falle 30 die Tangente des Höhenwinkels. Ich besitze nun eine trigonometrische Tafel, welche für den Halbmesser = 1 berechnet ist, und auf denselben Halbmesser reducire ich die beobachtete Ziffer 30 der Höhengscala. Dies gibt $30/100=0,3$, und meine Tafel zeigt mir für diese Tangente von 0,3 einen Winkel von $16^{\circ} 42'$ an. – Hätte der Schieber auf 60 gestanden und das Senkel dieselbe Ziffer 30 gezeigt: so würde die Reduction auf den Halbmesser = 1 eine Tangente von $30/60=0,5$ ergeben, für welche die Tafel einen Winkel von $26^{\circ} 34'$ anzeigt. – Zu diesem Gebrauche berechnet man sich am besten eine kleine Tangententafel für die Halbmesser 100, welche für jeden Theil der Höhengscala die zugehörigen Winkel in Graden und Minuten angibt. Stellt man den Schieber auf 100, so gibt die Tafel für eine bestimmte Messung ohne Weiteres den Höhenwinkel an; steht der Schieber auf einer anderen Ziffer der Distanzscala, so muß man die Ziffer der Höhengscale auf die Stellung von 100 reduciren, und zwar durch die Ausrechnung von $\text{Höhengscala/Distanzscala} \times 100$.

Zu der hierbei herauskommenden Zahl sucht man in dem Tangententäfelchen den zugehörigen Winkel. – Ich hätte auch Bogengrade der Höhengscala beifügen könne: aber dies hätte nur für eine bestimmte Schieberstellung geschehen können, welches der Beobachter eines Winkels leicht übersehen kann, und außerdem wäre die Scala unnöthiger Weise mit Eintheilungen und Ziffern überladen worden. Ueberdies kommt die Messung von Höhenwinkeln selten vor, und namentlich eine solche, bei welcher eine Genauigkeit von 10 bis 20 Minuten hinreicht, wie sie derartige Instrumente nur liefern können. Gewöhnlich verlangt man eine größere Genauigkeit, und dann muß man zu den feineren Winkelinstrumenten mit Stativ seine Zuflucht nehmen.

Schlußbemerkung

Wenn es feststeht, daß das Meßbrettchen für forstliche Höhenmessungen nicht allein ausreicht, sondern sogar das vortrefflichste Instrument ist, - welches keinem Zweifel unterliegt; so darf ich auch hoffen, daß die Mühe die ich auf seine Vervollkommnung verwendet habe, keine vergebliche war. Und daß der Grad von Vervollkommnung, auf welchen ich diese Art von Instrument in dem Spiegel-Hypsometer gebracht habe, ein hoher und vielleicht der möglich höchste ist:

Das erkennt man vielleicht auch an. Die Diopter, der Schieber und namentlich der Beobachtungsspiegel machen das Spiegel-Hypsometer zu einem sehr bequemen und zuverlässigen Instrumente. Wie unsicher ist das Operiren mit derartigen Instrumenten ohne Spiegel! Man muß dieselben, nach vollzogener Beobachtung und Beruhigung des Senkels, sanft umdrehen, gleichsam das Senkel unterfangen, und sie nur weiter drehen, bis man die Senkellage vor Augen hat. Wie leicht verrückt sich hierbei das Senkel, und wenn es nicht geschieht: welche Bürgschaft hat man hierfür, da man das Senkel während jener Drehung des Instrumentes nicht sehen kann? Welche Bürgschaft hat man ferner dafür, daß das Senkel auch wirklich in Ruhe war, als man es unterfangen hat? Wenn sein Oscilliren auch nur ein äußerst schwaches war, als man die Beobachtung schloß: so irrt man leicht um zwei, drei und mehr Fuß in Bestimmung der Baumhöhe. Man hat daher keine andere Wahl bei solchen Instrument, als die Messung zu repetiren, und in der That wird man finden, daß die Angaben des Instrumentes nicht übereinstimmen, oft sogar bedeutend differiren: das kostet Zeit und benimmt dem Beobachter alles Vertrauen in seine Messung. Aber selbst wenn die repetirten Messungen übereinstimmende Resultate geliefert haben sollten: so weiß man nicht, ob nicht das Senkel sich jedesmal um ein Gleiches verschoben hat. Diesem bedeutenden Mißstande hilft mein Beobachtungsspiegel auf die einfachste Weise ab; erst durch ihn ist das Stativ entbehrlich geworden.

Durch die Schieber-Einrichtung ist es mir gelungen, dem Instrument ein bequemes Taschenformat zu geben und Rechnungen durch das Instrument selbst ausführen zu lassen. Das Meßbrettchen gewöhnlicher Construction hat etwas Ähnliches: es ist nämlich bekanntermaßen mit einem Netze von kleinen Quadraten überzogen. Hierdurch wird aber nur der eine Vortheil, jene Rechnungen zu ersparen, erreicht; aber soll das Instrument nicht ungenau sein, so muß es eine beträchtliche Größe und die unbequeme quadratische Form besitzen, - entbehrt also des anderen Vortheils. Und überdies liefert ein solches Meßbrettchen niemals so genaue Resultate, wie die auf dem Spiegel-Hypsometer angebrachte Höhenscala, weil die Quadratseiten des Netzes nicht ebenso klein sein können, als die Theile dieser Scala, oder weil es unausführbar ist, auf die Fläche eines Meßbrettchens ein deutlich sichtbares Netz von $100 \times 100 = 10\,000$ Quadraten zu verzeichnen. Die von mir gewählten Diopter endlich sind diejenigen, welche nach dem Fernrohre als die vollkommenste Visirvorrichtung allgemein gelten. Man hat sie bekanntlich an dem Meßtische, der Kreuzscheibe, an Nivellirinstrumenten ec., und sollte auch an den

forstlichen Höhenmessern statt ihrer nie Kanten, Einschnitte, Stifte zu Visirvorrichtungen wählen, welche letztere das Absehen sehr ungenau und unbequem machen.

Auch darin wird man keinen Tadel finde, daß ich die Höhenscala in ihrer einfachsten Gestalt gelassen habe; daß ich ihr nicht Winkel, Sinus, Cosinus und dergl. beigefügt habe, wie man an manchen Instrumenten dieser Art findet. Durch diese Zuthaten wird das Instrument ohne Nutzen überladen, indem man dasselbe doch nicht in den seltenen Fällen, in welchen man solche Größen nöthig hat, anwenden darf, und man auch in diesen das Nämliche viel besser mittelst der trigonometrischen Tafeln erreicht. Man soll ja nicht übertriebene Anforderungen an die Instrumente dieser Art stellen; bleibt man hierin in den Grenzen der Billigkeit, so leisten sie dem Forstmann ausgezeichnete Dienste.

Der Forstmann sollte es, wie das Zollmaß und das Notizbuch, zu seinem steten Begleiter im Wald erheben. Das hier beschriebene Instrument belästigt ihn nicht, sondern begnügt sich mit dem bescheidenen Raum, welchen ihm das Notizbuch in einer Rocktasche übrig läßt. Und gar häufig interessirt es den aufmerksamen Forstmann, die Höhe eines Baumes oder Bestandes, die Größe eines Gefälls zu wissen: das Spiegel-Hypsometer gibt ihm in einfachster Weise die gewünschte Auskunft. - Namentlich wird es dem reisenden Forstmanne vortreffliche Dienste leisten; derselbe muß dergleichen Messungen vornehmen, und kann sich am wenigsten dazu eines umständlichen Apparates bedienen. Ich erachte es daher für einen nothwendigen Bestandtheil des forstlichen Reisebestecks.

Ganz unentbehrlich aber ist ein solches Instrument für den Taxator zur Bestandsbeschreibung und Holzmassen-Aufnahme. Bedenkt man, daß man für erstere keine Probebäume zu fällen pflegt, und daß auch in letzterer Beziehung diejenigen Methoden immer mehr Geltung finden, welche dies unnöthig machen: so ist dem Taxator ein Höhenmesser ebenso nöthig, wie die Kluppe oder das Meßband. Die bayrischen und danach construirten Massentafeln gewinnen in jetziger Zeit immer mehr Beifall, welche sich ohne Höhenmesser mit Vortheil nicht gebrauchen lassen, und darum halte ich es für ein zeitgemäßes Unternehmen, auf die Verbesserung und Verbreitung dieser Art von Instrumenten hinzuwirken. Da Holzmassen-Aufnahmen auch im laufenden Dienste nicht selten vorkommen, so sollte jede Forstregistratur, überhaupt jeder Forstmann ein solches Instrument besitzen. Es würde mich freuen, wenn da, wo ein solches Instrument noch fehlt, die Wahl auf das Spiegel-Hypsometer fiele.

Auch den didaktischen Nutzen, welchen das Spiegel-Hypsometer gewähren kann; will ich schließlich noch kurz erwähnen; durch die Schieber-Einrichtung nämlich ist es vorzugsweise geeignet, die Theorie dieser Art von Höhenmessung klar zu machen. Ich erlaube mir daher, die Aufmerksamkeit forstlicher Lehranstalten auf dieses Instrument als Lehrmittel zu lenken. *¹

Das forstliche Publikum ist nunmehr im Stand, über die Zweckmäßigkeit dieses Instrumentes – die Frucht eines mehrjährigen Nachdenkens und das Endergebnis vieler Versuche - ein Urtheil zu fällen. Man halte solche Instrumente nicht für Luxusartikel, für Spielereien, welche von müßigen Köpfen ersonnen werden und nur geeignet sind, das Nachdenken in fruchtloser Weise zu beschäftigen, und dem mit dienstlichen Sorgen schon stark belasteten Forstmanne neue Arbeiten aufzubürden. Im Gegentheile, zweckmäßige Instrumente tragen zur Sicherstellung der forstlichen Operationen und zur Vereinfachung des Forstdienstes bei, ersparen dem Forthwirth also Zeit, Mühe und Kosten. Darüber ist eigentlich kein Wort zu verlieren, und weit entfernt von jenem harten Urtheil ist derjenige Forstmann, welchem die Ausbildung seiner Wissenschaft am Herzen liegt. Denn dieser weiß, daß unsere Wissenschaft eine Erfahrungswissenschaft ist, welche nur durch recht vielseitige, genaue Versuche gedeihen kann; er weiß, daß man zu Versuchen der Instrumente bedarf, und daß, je zweckmäßiger dieselben sind, desto mehr Anregungen zur Anstellung von Versuchen und Beobachtungen gegeben ist. Diese Ansicht von der Sache hat wesentlich dazu beigetragen, daß ich die Beschreibung dieses Höhenmessers veröffentlicht habe.

Nidda im Großherzogthum Hessen 1856

¹ Um die Beschaffung des Spiegel-Hypsometers zu erleichtern, hat der Verfasser eine Anzahl derselben anfertigen lassen, und liefert das Stück (mit Futteral, Gebrauchs-Anweisung und Winkeltafel) zu dem Preis von 2 fl. 24 kr. Rh. (1 ½ Thlr.). Dieser billige Preis ist dadurch ermöglicht worden, daß der Verfasser die constructiven Arbeiten an dem Instrumente selbst ausgeführt und gering in Anschlag gebracht, und daß er außerdem die Versendung übernommen hat. Bestellungen wolle man direkt an den Verfasser richten.