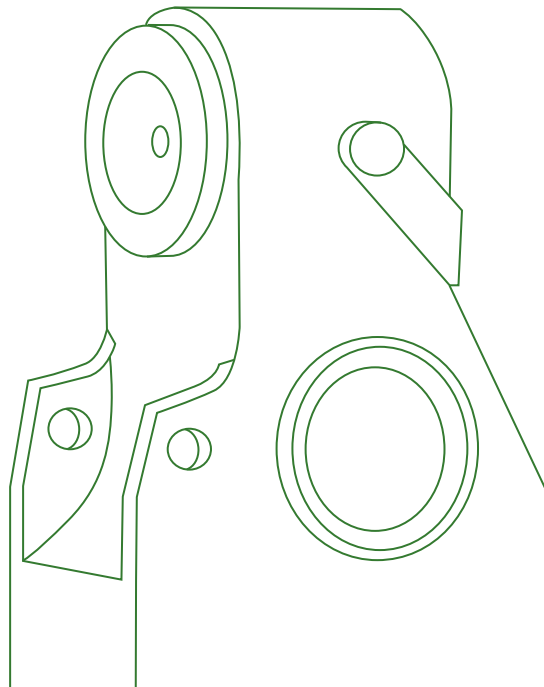


 **Silvanus**

Spiegel-Relaskop®

by Dr. W. Bitterlich

Handbuch
Metrisch Standard,
Metrisch CP



Autor:

Prof. Dr. Walter Bitterlich

Ko-Autoren*innen:

Dr. Benno Hesske,

Dipl. Ing. Gerlinde Ruthner

Referenzen und weiterführende Literatur

- Bitterlich, W., The Relascope Idea: Relative Measurements in Forestry, 1984, erhältlich bei Silvanus (office@silvanus.at)
- Iles, K., A Sampler of Inventory Topics, 2003 (ISBN 0-9732198-0-7)
- Avery, T.E. and H.E. Burkhardt, Forest Measurements, 1983, McGraw-Hill Book Company
- Bell, J.F. and J.R. Dilworth, Log Scaling and Timber Cruising, 2002, Oregon State
- Curtis, R.O. and D. Bruce, Tree heights without a tape, 1968, Journal of Forestry 66: 60-61
- Husch, B., C.I. Miller and T.W. Beers, Forest Mensuration, 1982

Einführung	2
Grundlagen der Winkelzählprobe (WZP)	4
1. Die Zählbedingung	4
2. Zählfaktor (k), Zählbreite (Zb), Relaskopeinheit (RE), Distanz Faktor (Df)	6
3. Behandlung von Grenzstämmen	7
4. Ableitung der Stammzahlen pro Hektar (St/ha)	7
Beschreibung des Spiegel-Relaskops und seiner Handhabung	9
Beschreibung der Skalen	13
1. Metrisch Standard	13
2. Metrisch CP	15
Die Messfunktionen und deren Anwendung	16
1. Kreisflächenbestimmung durch Winkelzählprobe (B-Messung)	16
1.1. Für schnelle Waldschätzungen	16
1.2. Für geplante Stichprobenverfahren	18
1.2.1. Wahl der Zählfaktoren	18
1.2.2. Anordnung der Stichprobenpunkte	19
1.3. Indirekte B-Messung zur Deckpunkthöhe	20
2. Abstandmessung (a-Messung) mit Spiegel-Relaskopen	21
2.1. Mit Horizontal Basis	21
2.2. Mit Vertikal Basis	23
3. Höhenmessungen (h-Messung)	24
4. Oberer Stammdurchmesser (d- Messung)	26
5. Schlankheitsgrad (h/d Messung)	27
6. Formhöhen und Volumen nach Preßler	28
7. Dreipunktmessung mit Dreibeinstativ	29

Einführung

Das Spiegel-Relaskop®, seit 1955 ohne Änderung der Grundkonstruktion gebaut, erfüllt seitdem in weltweiter Bewährung alle Ansprüche, die an ein universelles forsttechnisches Handinstrument gestellt werden können. Anlass für die Konstruktion des Relaskops war 1947 die **Entdeckung der Winkelzählprobe**, eines **optischen Stichprobeverfahrens zur raschen Bestimmung der Kreisflächendichte in Wäldern durch bloße Zählung**. Unabhängig von der jeweiligen Visurneigung im Gelände kann diese in „Quadratmeter pro Hektar“ ausgedrückte Dichtezahl entweder in Brusthöhe (1,3 m über dem Boden) oder auch in anderen Messhöhen mittels der Relaskope einfach gefunden werden, weshalb diese am meisten in Verbindung mit der WZP bekannt geworden sind, welche ihrerseits die Grundlage zur Bestimmung des je Hektar stockenden Holzvolumens darstellt.

Daneben gibt es noch eine ganze Reihe weiterer **Anwendungsmöglichkeiten für Praxis und Wissenschaft**, wie zum Beispiel:

- Bestimmung horizontaler Distanzen unter beliebiger Visurneigung
- Messung einzelner Baumhöhen oder Höhen von Baumquerschnitten
- Bestimmung oberer Stammdurchmesser in beliebigen Höhen
- Rasche Ermittlung des Schlankheitsgrades stehender Stämme
- Formhöhen- und Volumsbestimmung an stehenden Bäumen nach Preßler
- Verwendung als Gefällemesser

Besonders entscheidend für die Praxis:

- Die Relaskope sind Ausgangspunkt zur „Variablen Probekreistechnik“ mit den besonderen Vorteilen einer „kreisflächengewogenen Probestammauslese“ (auch für die Auswahl von Beobachtungsbäumen für allgemeine Waldschäden und sonstige Erhebungen bestens geeignet), wozu auch die von der WZP-Stämmen repräsentierten Stammzahlen je Hektar abgeleitet werden können.

Für Wissenschaft und Versuchswesen kommen weiterhin in Betracht:

- Bestimmung der Bestandsmittelhöhe nach Hirata
- Relaskopische Probeflächen nach Strand
- Verfahren nach Minowa-Strand und nach Minowa sowie nach Ueno

Während die optisch-mechanische Funktion für alle Spiegel-Relaskope gleich ist, kommen sie je nach Benutzungsschwerpunkt in vier verschiedenen Skalentypen zur Ausführung:

Die Skalen:

MS – Metrisch Standard

WS – Breitskala (wide scale)

CP – Metrisch CP

AS – US-amerikanische Skala

Metrisch Standard eignet sich für Waldverhältnisse gemäßiger Klimazonen mit Baumdurchmessern bis zu 0,8 m sowie für Gebiete, in denen Höhenmessungen aus Standardentfernungen von 15, 20, 25 oder 30 m durchgeführt werden.

Breitskala, auch Urwaldskala genannt, wurde für Messungen großer Baumquerschnitte in verschiedenen Höhen entwickelt. Eignet sich ebenso für einfache Vermessungs- und Trassierarbeiten sowie die Winkelzählprobe mit großen Zählfaktoren.

Metrisch CP ist als Universalskala einsetzbar und verbindet die Funktionen von Metrisch Standard und Breitskala. Eignet sich für Messungen jeder geeigneten Distanz mit unterschiedlichen Zählfaktoren sowie für Präzisionsmessungen. Verfügt zusätzlich über eine CP-Korrektionsskala zur Auffindung der Horizontal дистанz.

US-amerikanische Skala hat zu Metrisch Standard analoge Funktionen, jedoch erfolgen die Messungen in den Maßen Feet und Inches.

Im vorliegenden Handbuch werden die optisch-mechanische Funktion und die Arbeitsweisen mit den Spiegel-Relaskopen ausführlich beschrieben, außerdem die Skalen von MS und CP. Ausführliche Beschreibungen für WS und AS stehen auf Anfrage zur Verfügung bzw. werden zu den jeweiligen Instrumenten mitgeliefert.

Zu Entwicklung, Theorie, Methoden und mehr siehe auch „The Relascope Idea“ von Dr. W. Bitterlich. Die Publikation kann über Silvanus erworben werden. Für eine Zusammenfassung aller relevanten Methoden mit einem sehr guten Praxisbezug, siehe auch Kim Iles „A Sampler of Inventory Topics“ (ISBN 0-9732198-0-7).

Grundlagen der Winkelzählprobe (WZP)

1. Die Zählbedingung

Vereinfacht können die Bäume eines Waldes als unterschiedliche Kegel betrachtet werden. Bei der **Winkelzählprobe (WZP)** werden die umliegenden Bäume von einem Punkt im Wald aus unter einem bestimmten Gesichtswinkel betrachtet. Jeder Baum wird nun in 1,3 m Höhe (Brusthöhendurchmesser BHD) durch Drehung anvisiert. Die Auslesezahl jener Stammquerschnitte, welche **breiter** als der vorgegebene Winkel erscheinen, ergibt ein unmittelbares Maß für die relative Stammkreisfläche, ausgedrückt in m^2/ha . Dies beruht auf dem Strahlensatz, wonach ein beobachteter Stammdurchmesser d nur dann breiter als das vorgegebene Winkelmaß erscheinen kann, wenn er näher als die sogenannte Grenzdistanz R liegt, welche ihrerseits ein konstantes Vielfaches von d ist.

Verwenden wir z. B. einen Winkel der Proportionen $d : R = 1 : 50$, so können wir von jedem erfassten Stammquerschnitt (seine Kreisform vorausgesetzt) sagen, dass er innerhalb eines „Grenzkreises“ liegt, dessen Durchmesser $2R = 100d$ und dessen Fläche daher 10.000-fach größer ist als die zugehörige Querschnittsfläche. Jeder solcherart gefundene Baumquerschnitt repräsentiert demnach $1/10.000$ Kreisflächendichte, also $1 \text{ m}^2/\text{ha}$, so dass die im vollen Umkreis erfasste Stammzahl z unmittelbar die relative Kreisfläche G in m^2/ha bedeutet. Bei Zählwinkeln anderer Proportion muss z zuvor mit dem Zährefaktor k multipliziert werden, um G in m^2/ha zu erhalten.

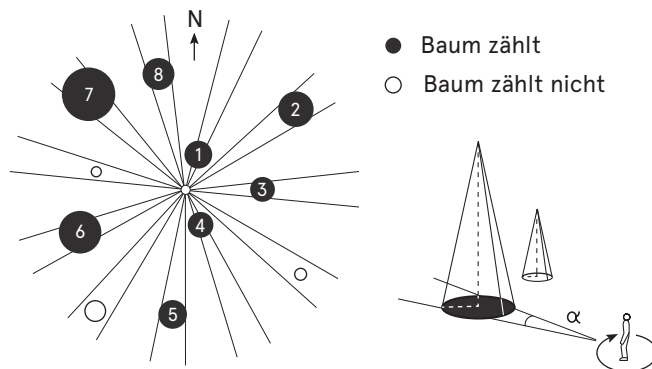


Abb. 1: Veranschaulichung der Winkelzählprobe

Für die WZP gilt demnach die **allgemeine Formel**:

$$G \text{ (in } \text{m}^2/\text{ha}) = z \cdot k$$

und die **Zählbedingung lautet**, wenn unter a die Horizontalabstand des Mittelpunktes eines beobachteten Stammquerschnittes vom Messstandpunkt verstanden wird,

$$a < R$$

Das Diagramm einer vollständigen WZP kann z.B. folgendermaßen aussehen (Abb. 1): ausgehend von der Nordrichtung wurden rechtsdrehend 8 Kreisflächen gezählt, welche über das vorgegebene Winkelmaß hinausragen. Nachdem in der Zeichnung die Winkelproportion $d : R = 1 : 50$ beträgt (der Anschaulichkeit halber sind die Durchmesser im 10-fach vergrößerten Maßstab) verhalten sich die schwarzen Kreisflächen zu ihren Grenzkreisflächen je wie $(1/100)^2$ und wir haben, bezogen auf den Messpunkt, eine Kreisflächendichte von $8/10.000$ bzw. von $8 \text{ m}^2/\text{ha}$.

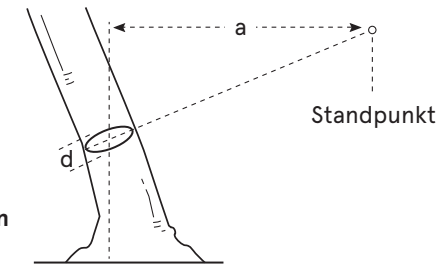
Die Zählbedingung an einem schief stehenden Baum hinsichtlich des Querschnittes in Brusthöhe stellt sich folgendermaßen dar:

$$a < R$$

$$a < d \cdot 50 / \sqrt{k}$$

$$a < d \cdot Df$$

Abb. 2: Zählbedingung an schief stehendem Baum



Hier ist zu beobachten, dass im Fall einer so genannten Grenzstammkontrolle zur richtigen Bestimmung des Horizontalabstandes a vom Messstandpunkt durch den Mittelpunkt des beobachteten Querschnittes eine senkrechte Achse (strichpunktiert) zu denken ist. Als Durchmesser d des beobachteten Querschnittes gilt der vom Messstandpunkt aus zu sehende.

2. Zählfaktor (k), Zählbreite (Zb), Relaskopeinheit (RE), Distanzfaktor (Df)

Der Zählfaktor **k** ist bei Vollkreiszahlung das Verhältnis einer Stammkreisfläche in Quadratmeter zu ihrer Grenzkreisfläche in Hektar:

$$k \text{ (in m}^2/\text{ha)} = (\pi d^2/4) / (\pi R^2/104) = (50d/R)^2$$

wobei **d** und **R** in derselben Einheit (beispielsweise in Meter) gemessen sind. Unter dieser Voraussetzung gilt die sich für **k** ergebende Schlüsselzahl gleichzeitig auch für die in den Relaskopen bereitgestellten Zählbreiten. Wird die WZP hingegen nicht in Vollkreisen, sondern (wie zum Beispiel auf steilen Waldhängen) nur in Halbkreisen ausgeführt, so verdoppelt sich der Zählfaktor und es gilt in einem solchen Fall, dass $k = Zb^2$ ist.

Die **Zählbreite des Einserstreifens** wird in den Relaskopen als **Relaskopeinheit (RE)** verwendet, da eine beliebige Anzahl **n** solcher Breiteinheiten zu der sehr vereinfachten Formel

$$k \text{ (in m}^2/\text{ha)} = n^2$$

führt, wobei **n** auch jede beliebige gebrochene Zahl sein kann.

Aus der ersten Gleichung dieser Seite geht hervor, dass der Grenzkreisradius

$$R = d \cdot 50/\sqrt{k} = d \cdot Df$$

ist, wobei **Df = 50/√k** als **Distanzfaktor** bezeichnet wird.

Für $k = 1$ (= Einserstreifen) ergibt sich der besprochene vereinfachte Sonderfall zur WZP mit $DF = 50$. Hier beträgt **1RE** jenen Gesichtswinkel, welcher eine Breite von 2 % der Horizontaldistanz abdeckt, das heißt also: **1RE = 2 % der Horizontaldistanz**.

3. Behandlung von Grenzstämmen

Im landläufigen Sinn sind „Grenzstämmen“ solche, deren Brusthöhendurchmesser (BHD) beim Blick durch das Relaskop weder größer noch kleiner als die verwendete Zählbreite erscheint. Für schnelle Waldschätzungen genügt es, derlei Zweifelsfälle mit „0,5“ in die Zählung aufzunehmen, oder vereinfacht, nur jeden zweiten Grenzfall zu zählen. Bei **geplanten Stichprobenverfahren** ist es hingegen notwendig, im Zweifelsfall die Erfüllung oder Nichterfüllung der Zählbedingung durch eine zusätzliche Abstandsmessung (mit Messband oder optisch) zu überprüfen. Dabei muss sich das der Zählbreite entsprechende Vielfache des BHD größer ergeben, als der Horizontalabstand beobachtende Person – Stammachse, damit der fragliche Stamm noch gezählt werden kann, wie zum Beispiel: $Zb\ 4$, $Df\ 25$, $BHD\ 36\text{ cm}$, daher $R = 36 \times 25 = 900\text{ cm}$; Messbandkontrolle ergibt 897 cm und Stamm fällt daher noch in die Zählung. Bei Großrauminventuren wird der Prüfbereich für Grenzstämmen nicht selten bedeutend erweitert, um damit gleichzeitig Abweichungen und Baumquerschnitte von der Kreisform zu erfassen und daraus hervorgehende Fehler korrigieren zu können. Diesem Zweck dienen auch Markierungen längs der Zählbänder der Skala Metrisch CP.

4. Ableitung der Stammzahlen pro Hektar (St/ha)

Da jeder durch WZP erfasste Stamm so viele Quadratmeter Kreisfläche pro Hektar repräsentiert als dem verwendeten Zählfaktor **k** entspricht, muss er am Hektar in so großer Stückzahl vorhanden sein, als seine eigene Kreisfläche **g_i** in **k** enthalten ist:

$$n_i = k/g_i$$

Wurden insgesamt **z** Stämme von einer Winkelzählprobe erfasst, so ergibt sich

$$St/ha = k/g_1 + k/g_2 + \dots + k/g_z$$

Anzumerken ist hier noch, dass sich bei der Volumsstichprobe nach **Kitamura** bzw. **Kim Iles** die Stammzahlen je Hektar aus der Summe aller $n_i = k \cdot h_{ci}/v_i$ ableiten, worin **h_{ci}** die Deckpunkthöhe des einzelnen Probestammes und **v_i** sein Einzelvolumen bedeuten – beide Werte in der Regel indirekt aus Berechnungen gefunden (S. 20–21).



Abb. 3: Das Spiegel-Relaskop® und seine Handhabung

- | | |
|--|------------------------|
| 1 Okular | 4 Lichtfenster |
| 2 Ausblickfenster | 5 Abblendvisier |
| 3 Druckknopf zur
Lösung des Pendels | 6 Stativgewinde |
| | 7 Ösen für Trageriemen |

Beschreibung des Spiegel-Relaskops und seiner Handhabung

Das kleine Instrument wiegt etwa 500 g und kann neben Messungen aus der Hand von einem Dreibeinstativ aus verwendet werden (Abb. 4).

Bei Messungen aus freier Hand (Abb. 3), wobei die zweite Hand oder eine Stockauf-
lage als Stütze dienen sollte, dürfen die Lichtfenster (4) nicht verdeckt werden. Die
Spitze des Zeigefingers kommt auf dem Druckknopf (3) zu liegen. Das Okular (1) ist
sodann ganz nahe an das beobachtende Auge heranzuführen. Dabei soll auch das
zweite Auge keinesfalls geschlossen werden, sondern das Messobjekt frei beobach-
ten, wodurch das räumliche Sehen beider Augen erhalten bleibt.

Im Inneren des Instrumentes befindet sich eine fein gelagerte Pendeltrommel, de-
ren Mantelfläche die **Messkala** trägt, welche ihrerseits **aus weißen und schwarzen
Streifen für Breitenmessungen** und aus **Einzelskalen für Höhenmessungen** besteht
(Abb. 5 – 8). Beim Blick durch das Okular (1) des Spiegel-Relaskops sieht man das Ge-
sichtsfeld nach einer **horizontalen Messkante** in einen oberen und unteren Bereich
geteilt (Abb. 6, 8). (Die Messkante ist in Abb. 6 und 8 zur besseren Veranschaulichung
durch **M – M** gekennzeichnet, nicht aber in den Skalen der Relaskope!). Der obere
Bereich gewährt freie Sicht in das Gelände, während im unteren Teil das durch ei-
nen Spiegel nach oben gebrachte Skalenbild zu sehen ist. Bei der Messarbeit wird
durch Druck auf den Knopf (3) die Pendeltrommel gelöst und die Skala stellt sich
an der Messkante der Visurneigung entsprechend ein. Durch teilweises Nachlas-
sen des Druckes auf (3) kann das empfindlich schwingende Pendel abgebremst und
schnelleres Einspielen in die Ruhelage erreicht werden. Der gesamte Bereich der
Skalenanordnung für die Spiegel-Relaskope MS und CP ist in Abb. 5 und 7 dargestellt.

**Alle Skalenwerte (für Breiten- als auch für Höhenmessungen) sind unmittelbar an
der Messkante M-M abzulesen und nur dort richtig!** Durch geringfügiges Anheben
und Senken des Instrumentes am Auge kann die (unscharfe) Verdunkelungsgrenze
in passende Übereinstimmung mit der Messkante gebracht werden. Bei Beobach-
tungen gegen hellen Hintergrund, z. B. gegen den Himmel, kann das Abblendvisier
(5) derart eingestellt werden, dass eine Verdunkelung an die Messkante heranreicht,
den oberen Gesichtsfeldteil jedoch bis zur Messkante sichtbar belässt.



Abb. 4: Das Spiegel-Relaskop® auf Dreibeinstativ mit feststellbaren Kugelgelenken
 a = Distanz zwischen Auge und Mittelpunkt des zu messenden Stammquerschnittes

Bessere Messgenauigkeit ermöglicht ein Dreibeinstativ, das mit feststellbaren Kugelgelenken (Abb. 4) ausgerüstet sein soll. Hier kann das Auge des Betrachters in die verlängerte Stativachse gebracht werden, unabhängig von der Neigung des Spiegel-Relaskops. Dies ist notwendig, weil die durch Bandbreiten zu messenden Gesichtswinkel ihren Scheitel im Auge der beobachtenden Person haben und waagrechte Baumabstände **a** sich von einer gedachten Senkrechten durch das Auge zum Mittelpunkt des beobachteten Stammquerschnittes verstehen.



Dreibeinstativ
 mit feststellbaren
 Kugelköpfen



Jakobsstab
 mit Kugelgelenk-
 Adapter

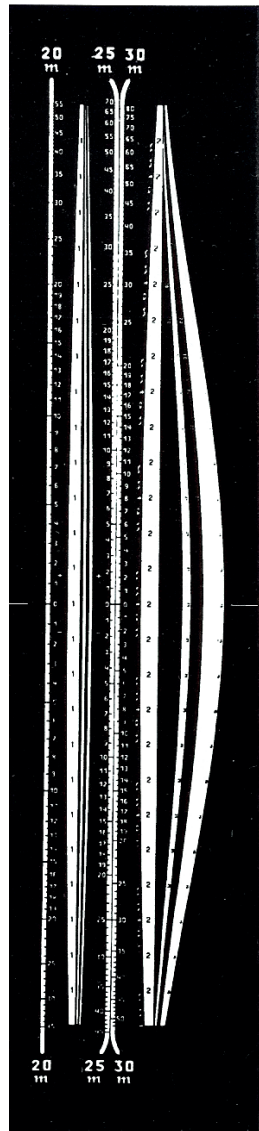


Abb. 5: Gesamtansicht
der Skala Metrisch Standard

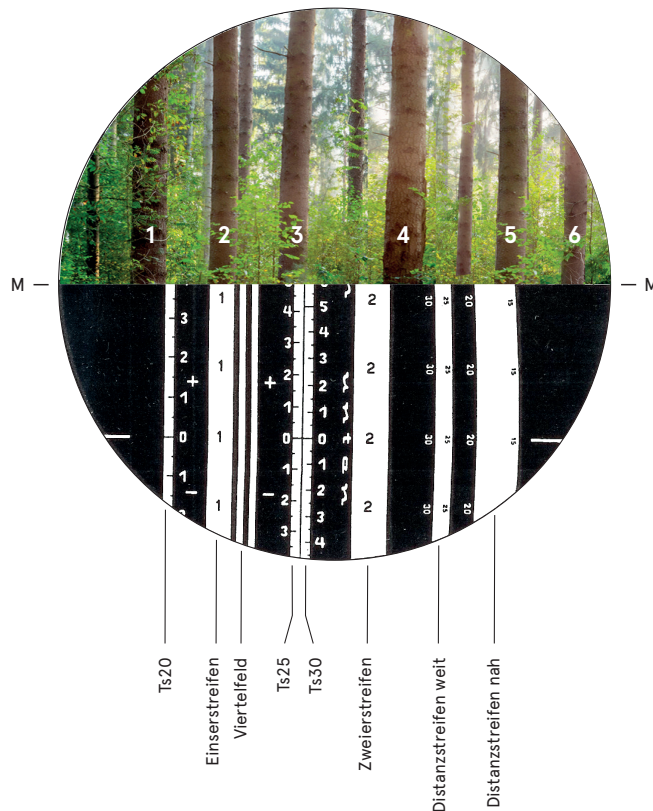


Abb. 6: Teilansicht der Skala
Metrisch Standard
M-M Messkante

Beschreibung der Skalen

1. Metrisch Standard

Die Einzelheiten dieser Skala sind in Abb. 6 näher benannt, und zwar: die mit **Ts20**, **Ts25** und **Ts30** bezeichneten Tangentenskalen dienen der Messung von Baumhöhen aus den **Horizontalabständen von 20, 25 und 30 m**, wobei für einen Abstand von nur 15 m die **Ts30** mit ihren halben Lesungswerten verwendet werden kann. Die Einheiten der Tangentenskalen bezeichnen bei den zugehörigen Baumabständen Höhenmeter, bei anderen Distanzen aber jedenfalls gleich lange Teilstücke auf senkrechten Messobjekten. Die Ablesungen auf den **Ts** müssen häufig auch in geschätzten Bruchteilen ihrer Einheiten gemacht werden, wozu (wie auch für alle anderen Messungen) das ruhige Halten des Instrumentes und ein geschicktes Abbremsen des schwingenden Pendels mittels des Druckknopfes (3) (Abb. 3) Voraussetzung ist.

Rechts von **Ts20** befindet sich der **Einserstreifen** mit dem eingeschriebenen **Zählfaktor $k = 1$** . An diesen schließt sich das **Viertelfeld**, bestehend aus 2 schwarzen und 2 weißen „Viertelstreifen“, an. Zusammengenommen ergeben **Einserstreifen plus Viertelfeld** einen Gesichtswinkel von der **Zählbreite 4**, die häufig Verwendung findet. Diese Anordnung wurde so gewählt, weil **Zb 4** der Proportion Gegenstandsbreite: Horizontalabstand = 1: 25 entspricht, wie das auch für die Höheneinheiten der rechts angrenzenden **Ts25** gilt. Dies erleichtert sehr die rasche Bestimmung des Schlankheitsgrades von Stämmen und ebenso die Bestimmung der Formhöhen nach Preßler in BHD Einheiten (S. 28 und 29).

Anschließend an die Doppelskala **Ts25 und Ts30** befindet sich der **Zweierstreifen**. Einserstreifen, Viertelfeld und Zweierstreifen werden bei gelöstem Pendel automatisch um den Kosinus der Visurneigung reduziert, wodurch die Messergebnisse **unmittelbar für die Horizontalprojektion** (= Kartenprojektion) des Geländes gelten.

In Verbindung mit dem linken Rand des Zweierstreifens kommen (bei gedrehtem Instrument – Abb. 10) die rechts anschließenden weißen Distanzstreifen „weit“ und „nah“ für die **Distanzmessung mit 2 m – Vertikalbasis** zur Verwendung (siehe S. 23 und 24). Bei diesen Streifen führen geneigte Visuren zu einer quadratischen Kosinusreduktion, durch welche sich eine Art „Reichenbach'sche Distanzmessung“ ergibt, bei der Resultate sogleich für die Kartenprojektion des Geländes entstehen.

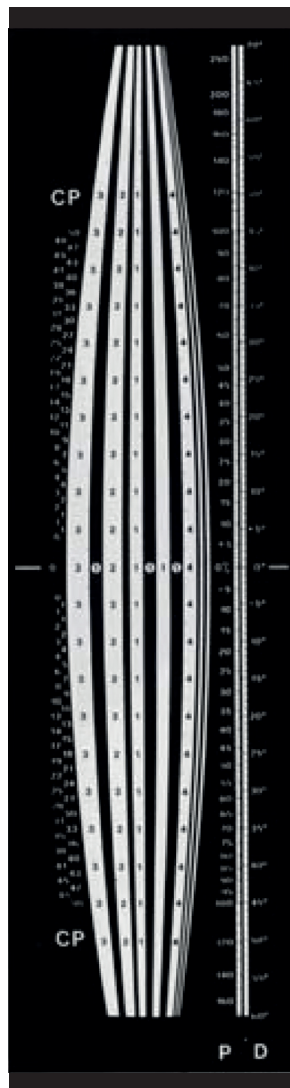
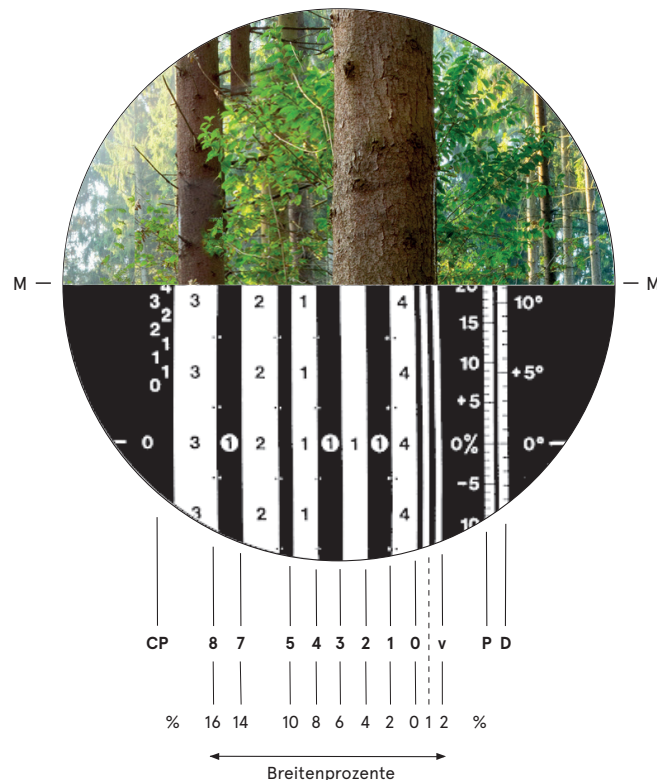


Abb. 7: Gesamtansicht
der Skala Metrisch CP



- M – M Messkante
- CP Werte der Korrekturprozente,
- 0 – 8 Anzahl Relaskopeinheiten (ohne 6)
1 RE = 2 Breitenprozent
- 0 – V Viertelfeld
- P Prozentskala
- D Skala in Altgraden

Abb. 8: Teilansicht der Skala Metrisch CP

2. Metrisch CP

Diese Skala (Abb. 7 und 8) verbindet die Vorteile von MS und WS und bietet zusätzlich als eigenes weißes Band die **Zählbreite 3** sowie Randmarken zur Grenzstammeurteilung. Die ganz links befindlichen sogenannten CP-Skalenwerte für quadratische Kosinuskorrektur wurden für Distanzmessungen mit vertikaler Distanzlatte verwendet (diese Messung wird heute praktisch nicht mehr durchgeführt).

Rechts der Skala der CP-Werte befinden sich die weißen Streifen mit den eingeschriebenen Zählfaktoren **k = 3, 2, und 1**. Der **Einserstreifen** entspricht zugleich einer **Relaskopeinheit (RE)**, welche in der Breite genau **2% der Horizontaldistanz** entspricht.

An den Einsersteifen schließen sich nach rechts in schwarz-weiß-schwarzer Folge noch **drei weitere RE** an, dann der **Vierersteifen**, welcher links aus einem weißen Einsersteifen und rechts aus dem **Viertelfeld** (ebenso 1 RE entsprechend) besteht, zusammen also aus 2 RE gebildet wird und mit „4“ beschriftet ist.

Rechts vom Viertelfeld ist die Prozentskala **P** für alle Arten von Höhenmessungen (siehe S. 24), die sich als Prozentwerte der Horizontaldistanz ergeben. Ganz rechts außen ist eine mit **D** bezeichnete Skala in Altgraden, ebenfalls für Höhen- bzw. Gefällsmessungen vorgesehen.

Bei den weißen Bändern der Zählbreiten **k = 3, 2, 1 und 4** befinden sich links oder rechts einer Begrenzungsseite schwarze bzw. weiße Punkte, welche einen Rahmen für **Grenzstammbereiche** bei höheren Genauigkeitsansprüchen bieten. Liegt ein Stamm zwischen diesen Bereichsmarken, so sollte er als Grenzfall überprüft oder als Unterstichprobe für Abweichungen von der Kreisform benützt werden.

Die Messfunktionen und deren Anwendungen

1. Kreisflächenbestimmung durch Winkelzählprobe (B-Messung)

Vierzig Jahre praktische Erfahrung mit der Winkelzählprobe (WZP) unter verschiedensten Bedingungen in aller Welt hat eine Unzahl besonderer Empfehlungen zur Folge gehabt, welche in der internationalen Fachliteratur, aber auch bei der Entwicklung der Spiegel-Relaskope ihren Niederschlag gefunden haben. Das schon erwähnte Sammelwerk des Verfassers „**The Relascope Idea**“ gibt einen Überblick über die Entwicklung und Methodik der Relaskoptechnik, ebenso wie zahlreiche Veröffentlichungen, von denen ein Teil seit 1976 in fortlaufend nummerierten Einzelheften der „FOB Schriftenreihe“ gesammelt ist. Im Rahmen dieses Handbuches wird nur auf für die Praxis unmittelbar wichtig erscheinende Kapitel eingegangen.

1.1. Für schnelle Waldschätzungen

Wir verwenden in diesem Fall nur den Einserstreifen eines der hier beschriebenen Relaskope. Von einem Stichprobenpunkt im Wald aus beobachten wir im vollen Umkreis alle Bäume in Brusthöhe, und zwar ob sie breiter oder schmaler sind als die (bei gelöstem Pendel) an der Messkante erscheinende **Zählbreite 1 (Zb 1)**. So sieht man beispielsweise in Abb. 5 bereits ohne unmittelbare Abdeckung mit **Zb 1**, dass die mit 1, 3, 4, 5 und 6 weiß bezeichneten Stammdurchmesser deutlich breiter als **Zb 1** und daher zu zählen sind, während Stamm 2 (hier mit Absicht) genaue Übereinstimmung mit **Zb 1** zeigt und als „echter Grenzstamm“ nur zur Hälfte, also mit 0,5, in die Zählung fällt. Man erkennt auf dem Bild weiter, dass alle übrigen (nicht bezifferten) Stämme deutlich schmaler als **Zb 1** sind und dadurch nicht in die Zählung fallen. Das Zählergebnis im Bildbereich ist demnach 5,5.

Alles was wir zu tun haben ist **das Zählen jener Bäume, deren Brusthöhendurchmesser (BHD) breiter als der Einserstreifen erscheint, wobei während der Visur der Druckknopf zu drücken ist** (3) (Abb. 3), wodurch die verschiedenen Visurneigungen automatisch kompensiert werden.

Die je Baumart solcherart von einem Punkt im Wald aus im vollen Umkreis gefundenen Stammzahlen sind nun lediglich mit den (grob geschätzten) zugehörigen Bestandsformhöhen (**FH = V/G**) zu multiplizieren, um die Volumen stehender Holzmasse je Hektar zu erhalten, wie zum Beispiel:

Wurden von einem Beobachtungspunkt aus im vollen Umkreis 12 Fichten, 8 Tannen und 4 Lärchen gefunden, die breiter als **Zb 1** sind, so haben wir mit diesen Ziffern bereits die Kreisflächendichten für alle drei Baumarten, nämlich

12 m ² / ha Fichte
8 m ² / ha Tanne
4 m ² / ha Lärche
24 m ² / ha Kreisflächendichte gesamt

Daraus erhalten wir die Holzvolumen je Hektar:

a) in schneller Annäherung, wenn wir zum Beispiel abschätzen, dass alle drei Baumarten etwa 30 m hoch sind, indem wir mit der halben Höhe (15 m) multiplizieren:

180 fm / ha Fichte
120 fm / ha Tanne
60 fm / ha Lärche
360 fm / ha Holzmassendichte gesamt

b) Etwas genauer können wir verfahren, wenn die Mittelhöhe jeder Baumart für sich geschätzt oder gemessen wird, wie beispielsweise Fichte 31 m, Tanne 29 m und Lärche 30 m, und mit den runden Formzahlen 0,5, 0,6 und 0,4 zur Umwandlung in die entsprechende Formhöhe kommt:

Fichte: 31 x 0,5 = 15,5 m
Tanne: 29 x 0,6 = 17,4 m
Lärche: 30 x 0,4 = 12,0 m

und daraus:

12 x 15,5 = 186,0 fm / ha Fichte
8 x 17,4 = 139,2 fm / ha Tanne
4 x 12,0 = 48,0 fm / ha Lärche
gesamt = 373,2 fm / ha Holzmassendichte

Solche Ergebnisse gelten vorerst nur für einen einzelnen Beobachtungspunkt. In einem Altholzbestand von etwa 2 Hektar Flächenausmaß werden wir aber nicht mit einer einzigen Schätzung dieser Art auskommen, sondern am besten an einigen gleichmäßig über die Fläche verteilten Punkten (etwa 4) solche Messungen durchführen und daraus die Mittelwerte für die einzelnen Baumarten gewinnen.

1.2. B-Messung für geplante Stichprobeverfahren

1.2.1. Wahl der Zählfaktoren

Genauso wie mit dem Einserstreifen unter 1.1 beschrieben, ist die Durchführung der Winkelzählprobe mit dem Zweier-, Dreier- oder Viererstreifen möglich. Wird z. B. als Vergleichsmaß (= Grenzwinkel) für die geschilderte Auslesezahl der Zweierstreifen gewählt, so ergibt sich eine ungefähr halb so große Stammzahl. Diese ist nun mit dem Zählfaktor 2 zu multiplizieren, um die Kreisflächendichte/ha zu erhalten. Gleiches gilt sinngemäß für Dreier- und Viererstreifen.

Für seltene Sonderfälle können schließlich einer oder mehrere Streifen des Viertelfeldes für die WZP herangezogen werden: ein Viertelstreifen mit Zählfaktor 1/16, zwei mit 4/16, drei mit 9/16, fünf mit 25/16, sechs mit 36/16 und sieben mit 49/16 als Zählbreiten. Die Reichweite von Winkelzählproben hängt, wie aus Formel (5) hervorgeht, einerseits von den Stammdurchmessern **d** (meist BHD) ab, andererseits aber auch vom **Df**, welche beide zusammen den Grenzradius **R** bestimmen. Der **Df** seinerseits ist wieder eine Funktion des Zählfaktors **k**, so dass sich beispielsweise für **d = 30 cm** folgende Werte ergeben.

Bei Zählfaktor k in (m ² / ha)	1	2	3	4	9	16
Zählbreite Zb (in RE)	1,00	1,41	1,73	2,00	3,00	4,00
Distanzfaktor Df	50,00	35,36	28,87	25,00	16,67	12,50
Grenzkreisradius (in m)	15,00	10,61	8,66	7,50	5,00	3,75

Die Wahl des Zählfaktors wird demnach in erster Linie von den Sichtverhältnissen abhängen, in zweiter Linie jedoch auch von dem Zweck der Auslesezahl. Sollen nämlich die WZP-Stämme nicht nur der Bestimmung der Kreisflächendichte allein

dienen, sondern darüber hinaus „Probestämme“ allgemeiner Art für eine Großrauminventur darstellen, so sind für ihre Ermittlung hohe Ansprüche an die Genauigkeit zu erheben, die nur bei kleineren Grenzkreisradien und damit bei größeren Zählfaktoren erfüllbar sind. Hinzu kommen auch noch mathematisch-statistische Betrachtungen, wonach beispielsweise eine Stammzahl zwischen 7 und 14 je Stichprobenpunkt die rationellste Aussagekraft ergibt, was ebenso die Wahl des Zählfaktors beeinflusst (siehe z.B. *The Relascope Idea*, S. 13).

1.2.2. Anordnung der Stichprobenpunkte

Sie erfolgt am besten nach dem systematischen Verfahren der Punktgittermethode. Über die aufzunehmende Fläche wird (auf der Karte) ein starres Netz von Quadraten, Rechtecken oder gleichseitigen Dreiecken gelegt, wobei auf jeden Knotenpunkt dieses Netzes ein (in die Natur zu übertragender) Messstandpunkt entfällt. Bezüglich der Dichte der Netzpunkte, die von der Homogenität der Bestände, von der Größe der vorkommenden Stammdurchmesser und von der gewünschten Aufnahmegenaugigkeit abhängt, kann für Althölzer und bei Verwendung der Zählbreite 4 in Vollkreisen folgende Regel empfohlen werden:

Anzahl der Messstandpunkte je Hektar	Abstand im Quadratnetz in Meter	Bei Flächengrößen in Hektar
4,0	50,00	bis 4
3,8	51,30	von 4 bis 8
3,5	53,45	von 8 bis 16
3,1	56,80	von 16 bis 32
2,6	62,02	von 32 bis 64
2,0	70,71	über 64

Diese Empfehlung entspricht nicht mathematisch-statistischen Berechnungen zu Großrauminventuren, sondern stützt sich auf praktische Erfahrungen. Die Genauigkeit kann noch weiter verbessert werden, wenn anstelle von **Zb 4** bei gleicher Dichte der Messstandpunkte **Zb 3** oder sogar **Zb 2** zur Anwendung kommt.

1.3. Indirekte B-Messung bis zur Deckpunkthöhe

Gute Theorien wirken in die Zukunft und sind Wegbereiter für die Praxis – so auch hier: **Kim Iles** hat mit Hilfe der Formel von **Kitamura** entdeckt, dass Stichproben mit dem Argument der Deckpunkthöhe eine ideale Lösung für **mit dem Wald fließend mitwachsende Dauerstichproben** sind. Der praktische Beweis hierfür kann direkt mit dem Spiegel-Relaskop® Metrisch CP oder Breitskala erbracht werden.

Unter Deckpunkthöhe versteht man jene Höhe am Baumschaft, bei der die in Ausföhrung einer WZP verwendete Zählbreite (Zb) genau mit dem Stammdurchmesser übereinstimmt, also gleich breit erscheint. Nach Formel von Kitamura liefert die Summe der Deckpunkthöhen (einer Rundzählung) mal dem Zöhlfaktor k unmittelbar die Volumsdichte in m³/ha.

Von der Zuwachsmessung dienenden Dauerstichproben im Wald ist zu verlangen, dass ihre Flächenwirkung mit den Kreisflächen und den durch Stammverringerng laufend größer werdenden Baumabständen mitwächst, welcher Forderung die WZP-Auslese im Prinzip bestens nachkommt. Leider ist aber dieses Mitwachsen ein sprunghaftes, wenn als Stichprobenelement die in eine gewöhnliche WZP fallenden BHD-Kreisflächen gleicher m²/ha-Dichte (durch den Zöhlfaktor k bestimmt) zur Anwendung kommen: so **springt** zum Beispiel ein durch sein Wachstum zum „Grenzstamm“ gewordener Baum nun **plötzlic** mit dem vollen Gewicht seiner Repräsentation von Kreisfläche und Stammzahl in die Stichprobe herein, was sich besonders stark bei großen Zöhl Faktoren auswirkt.

Demgegenüber bestehen bei der Zuwachsstichprobe nach **Kim Iles** die Stichprobenelemente aus **den untereinander völlig ungleichen Deckpunkthöhen h_c**, welche, multipliziert mit k, unmittelbar die Volumsdichte in m³/ha repräsentieren und den **Zuwachs des Waldes nicht sprunghaft, sondern „stetig fließend“** anzeigen, worin ihr besonderer Vorteil besteht. **Neue Probeföume „kriechen unmerklic** mit dem ganz kleinen Gewicht ihrer anfönglichen Deckpunkthöhe in die Stichprobe herein und gewinnen erst spöter immer mehr an Bedeutung. Die praktische Messung der Deckpunkthöhen im Wald kann allerdings nicht unmittelbar, sondern nur indirekt, vorteilhaft über so genannte Konoidfunktionen, erfolgen (siehe „The Relascope Idea“ S. 113, 123–125).

Die hierfür benötigten Werte, insbesondere der Formexponent r, müssen in der Regel durch Dreipunktmessung für einzelne Stämme oder Stammteile gewonnen werden (siehe S. 31).

Bei Dauerstichproben zur genauen Zuwachsverfolgung von bleibend vermarkten Punkten aus betragen die Arbeiten der Ersteinrichtung ein Vielfaches jener von Wiederholungsmessungen. So können z.B. die lokal gewonnenen r-Werte für Baumarten und Stammteile (z.B. Unter-, Mittel- und Oberschaft) in Tabellen festgehalten und für längere Zeit unverändert verwendet werden. Der gleich bleibende Baumabstand wird ebenso bei der ersten Messung sehr genau bestimmt und für alle Wiederholungsmessungen unverändert belassen. Für die späteren Kontrollmessungen wird somit nur mehr das entsprechende Spiegel-Relaskop® (Metrisch CP oder Breitskala) benötigt, und zwar einerseits für die neuerliche Bestimmung jedes einzelnen Brusthöhendurchmessers in RE, andererseits für die sorgföltige neue Messung jeder einzelnen Scheitelhöhe h der in die Probe fallenden Bäume.

2. Abstandsmessung (a-Messung)

2.1 Mit Horizontalbasis

Bei **Metrisch Standard** ist ausnahmslos **Zöhlbreite 4** zu verwenden. Deckt diese die zugekehrte Basisbreite genau ab, so gilt die Beziehung, dass (bei frei schwingendem Pendel) die Horizontaldistanz die 25fache Basisbreite betrögt. Wenn z.B. eine 80 cm lange Latte als Horizontalbasis genommen und eine solche Distanz aufgesucht wird, bei welcher **Zb 4** zur Abdeckung kommt, so ist die Horizontaldistanz 80 · 25 = 2000 cm = 20 m (siehe S. 13). Bei Verwendung einer horizontalen Ableseskala ist die mit **Zb 4** abgelesene Breite in cm mit 25 zu multiplizieren, um die Horizontaldistanz zu erhalten. Einheiten von je 4 cm entsprechen dann je 1 m Horizontaldistanz.

Bei **Metrisch CP** wird die konstante Breite einer Horizontalbasis in Breitenprozenten (Abb. 8) abgelesen. Die Basislänge in cm dividiert durch die Anzahl der Breitenprocente ergibt 1 % der Horizontaldistanz in Zentimeter oder Meter. Auch hier kann eine Distanzmessung einer Horizontalbasis veränderbarer Breite durchgeführt werden.

Abb. 9: 2 m-Vertikalbasis

- 1 Mittelmarke
- 2, 3 Dorne, rechts zum Transport eingeschraubt

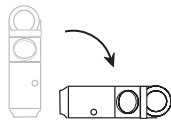


Abb. 10: Metrisch Standard bei der Distanzmessung mit 2 m-Vertikalbasis: Illustration des Skalenbilds, das beim Blick durch das Spiegel-Relaskop® erscheint, wenn die Distanz zum Baumschaft genau 20 m beträgt. Analog können die Distanzen 15, 25 und 30 m aufgesucht werden.

2.2 Mit Vertikalbasis

Für diesen Zweck wird eine 2m-Vertikalbasis, die mit dem Spiegel-Relaskop® bezogen werden kann, verwendet (Abb. 9). Dieses mit zwei deutlichen Endmarken an Haltegriffen befestigte Band besitzt in der Halbierung, also bei 1 m, eine ebenso gut sichtbare Mittelmarke (1). Zwei Dornen (2, 3) an beiden Enden, die beim Transport verdeckt eingeschraubt sind, dienen – an der Rückseite der Basis vorstehend eingeschraubt – der Befestigung am Baumschaft.

Beim Spiegel-Relaskop® **Metrisch Standard** können mit Hilfe der 2m-Vertikalbasis wahlweise die Horizontalabstände 15, 20, 25 und 30 m aufgesucht werden, wobei folgender Vorgang einzuhalten ist: zunächst wird die gewünschte Distanz von der Stammachse ohne Rücksicht auf die Gelände- und Visurneigung näherungsweise abgeschätzt und aufgesucht. Von diesem provisorischen Standpunkt aus ist die Mittelmarke der 2m-Vertikalbasis (Abb. 9) bei gelöstem Pendel anzuvisieren und das Pendel dann festzustellen, wenn die horizontale Messkante genau auf der Mittelmarke liegt. Nun dreht man das Instrument um die Sehachse nach links bis zur horizontalen Lage und führt es wieder an das rechte Auge. Dabei ist es vorteilhaft, wenn die linke Hand teilweise die rechte umklammert und ihr Zeigefinger das Gerät nächst dem Bügel zum Abblendvisier unterstützt.

Die ursprünglich horizontale Messkante erscheint nun senkrecht stehend und die eingespiegelte Streifenzeichnung erfüllt jetzt die rechte Gesichtshälfte (Abb. 10). Der weitere Messvorgang spielt sich zwischen der mit „unten“ bezeichneten Begrenzung des Zweierstreifens und den Begrenzungslinien der darüberliegenden zwei weißen Distanzstreifen ab, immer jedoch genau an der nun vertikal stehenden Messkante. Diese wird von rechts her an die 2m-Vertikalbasis angenähert, und zwar derart, dass Unterkante der Basisstrecke mit Unterkante des Zweierstreifens koinzidiert und die Oberkante der Basis mit der zur gesuchten Distanz gehörigen Begrenzungslinie an der Messkante übereinstimmt. Die Übereinstimmung ist durch Annäherung oder Entfernung vom Baum zu erreichen, wobei im Allgemeinen angenommen werden kann, dass der Neigungswinkel der Visur keine wesentliche Veränderung mehr erfährt. Sollte dies trotzdem der Fall sein, so wäre vom verbesserten Standplatz aus nochmals die Mittelmarke der Basis mit gelöstem Pendel in Normal-lage anzuvisieren und auch der übrige Vorgang zu wiederholen.

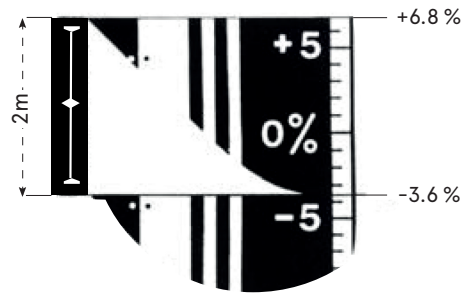


Abb. 11: Distanzmessung mit der 2-m Vertikalbasis durch Verwendung der Prozentskala des Spiegel-Relaskops Metrisch CP

Beim Spiegel-Relaskop® **Metrisch CP** wird das durch die Vertikalbasis bekannte Höhenintervall i (in diesem Fall 2 m) vom Beobachtungspunkt aus mittels der P-Skala in Prozent gemessen, wobei Bruchteile eines Prozentes auf Zehntel zu schätzen sind. Wird die Basislänge i durch die gemessenen Prozente p geteilt, so ergibt das die zu 1 Prozent gehörige Höhe und der hundertfache Betrag die Horizontalabstand.

Im Beispiel *Abb. 11* errechnet sich die Horizontalabstand somit folgendermaßen:

$$\begin{aligned} i &= 2 \text{ m} \\ p &= +6,8 - (-3,6) = 10,4 \\ a &= (2/10,4) \cdot 100 = 19,2 \text{ m} \end{aligned}$$

Überall, wo eine Basis nicht seitlich der Stammachse, sondern auf der der beobachtenden Person zugekehrten Stirnseite eines Baumes aufgehängt oder aufgestellt wird, muss die Distanz bis zur Stammachse hin ergänzt werden!

3. Höhenmessungen (h-Messung)

Sobald bei Distanz- oder Höhenmessungen im geneigten Gelände gearbeitet wird, kommt die automatische Neigungskorrektur als besonderer Vorteil zum Tragen!

Beim Spiegel-Relaskop® **Metrisch Standard** ist jegliche Höhenmessung auf die Standarddistanzen 15, 20, 25 und 30 m abgestellt, wozu die drei Höhenskalen Ts20,

Ts25 und Ts30 zur Verfügung stehen; letztere mit den halben Werten zugleich auch für den Abstand 15 m. Aus den zugehörigen Distanzen bedeuten die Einheiten dieser Tangentenskalen unmittelbar Höhenmeter (Bruchteile hiervon sind zu schätzen). Die obere Ablesung minus der unteren Ablesung ergibt den Höhenunterschied. Da sich die untere Ablesung in der Regel unterhalb des Beobachtungshorizontes befindet, also negativ ist, sind die beiden Absolutwerte der Lesungen zu addieren.

Beim Spiegel-Relaskop® **Metrisch CP** werden alle Höhenmessungen an stehenden Bäumen, wie Scheitelhöhen, Stammhöhen bis zu bestimmten Durchmesser, Kronenlängen, aus beliebigen Abständen und auch bei Schlankheitsgrad, Richthöhen nach Preßler u. dgl. ausschließlich mit der P-Skala, also in Prozenten des Horizontalabstandes vom Baum, ausgeführt. Werden Prozentablesungen oben und unten mit p_0 und p_u bezeichnet, so lautet die allgemeine Formel für Höhen

$$h = a (p_0 - p_u) / 100$$

Alle Ablesungen sind nur an der Messkante richtig! Da die oberhalb der Messkante liegenden Skalenteile nicht sichtbar sind, ist stets die Ziffernfolge zu beachten!

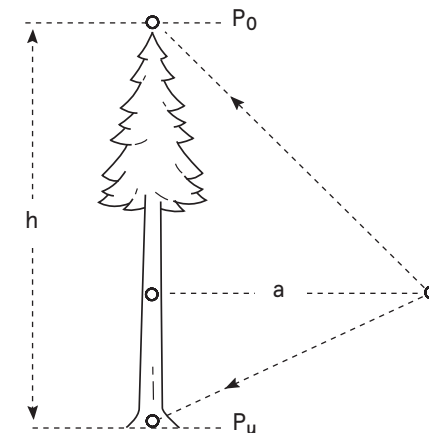


Abb. 12: Höhenmessung mit Spiegel-Relaskop® Metrisch CP

4. Obere Stammdurchmesser (d-Messung)

Bei **Metrisch Standard** findet dazu **der Einserstreifen (= 1 RE)** mit dem rechts anschließenden Viertelfeld Verwendung. Seine Breite entspricht 1/ 50 (= 2 %) des Horizontalabstandes, seine Hälfte 1/100 (= 1 %) und sein Viertel 1/200 (= 0,5 %).

Der halbe Einserstreifen gibt jene Breite an, die dem Abstand in Meter entspricht. Daher entspricht:

Bei einem Abstand von 10 m der halbe Einserstreifen 10 cm

Bei einem Abstand von 15 m der halbe Einserstreifen 15 cm

Bei einem Abstand von 20 m der halbe Einserstreifen 20 cm

Bei einem Abstand von 25 m der halbe Einserstreifen 25 cm

Bei einem Abstand von 30 m der halbe Einserstreifen 30 cm

Daraus ergeben sich alle übrigen Beziehungen und die zu jedem Baumabstand gehörige Gesamtbreite des Messfeldes, wie zum Beispiel: aus dem Abstand 20 m bezeichnet die Breite des Einserstreifens 40 cm, die rechts davon befindlichen Viertel bedeuten daher je 10 cm und Bruchteile von 10 cm müssen geschätzt werden. Das ganze Messfeld (Einserstreifen + Viertelfeld) entspricht einer Breite von 80 cm.

Für das Spiegel-Relaskop® **Metrisch CP** steht, wie auf Abb. 6 zu ersehen ist, ein überaus breites Messfeld zur Breitenbestimmung an Baumstämmen zur Verfügung. Man kann daher so nahe wie möglich an die Stämme herangehen um ihre Abstände zu bestimmen und ist in keinsten Weise an feste Baumabstände gebunden. Die allgemeine Formel für einen Stammdurchmesser d lautet:

$$d \text{ (in cm)} = a \text{ (in m)} \times b \text{ (in \%)}$$

Am Fuß der Abb. 8 ist die Skala der Breitenprozente angegeben, welche ihren Nullpunkt in der Mitte des Viertelstreifens hat. Bei der Messung ist die linke Baumkontur derart mit einer Streifenbegrenzung eines geradzahigen Prozentwertes (in der Zeichnung „6“) an der Messkante in Übereinstimmung zu bringen, dass die rechte Baumkontur in das Viertelfeld (die rechte Hälfte des Viererstreifens) fällt.

Wir lesen im Beispiel eine Durchmesserbreite von 7,7 % ab, welche nun mit dem Baumabstand in Meter zu multiplizieren ist, um den Absolutwert des gesuchten Durchmessers in Zentimeter zu erhalten.

Im Allgemeinen wird man mit 5 RE (= 10 %) plus dem Viertelfeld für Breitenmessungen dieser Art auskommen. Wollte man noch das schmale schwarze Feld rechts vom Zweierstreifen hinzunehmen, so wäre dieses mit 1.17 % in Rechnung zu stellen, was sich mit dem Zweierstreifen von 2,83 % auf zusammen 4 % ergänzt. Schließlich könnte für eine maximale Breitenausnutzung in einem Sonderfall zu den 16 % der Skala noch der Dreierstreifen mit 3,46 % hinzugenommen werden.

Alle Breitenmessungen erfolgen bei gelöstem Pendel!

5. Schlankheitsgrad (h/d-Messung)

Als „Schlankheitsgrad“ wird in der Forsttechnik die Höhe eines durchgehenden Baumschaftes in Vielfachen des Bruthöhendurchmessers bezeichnet. Diese Kennzahl dient im Waldbau häufig der Beurteilung der Schneedruckgefährdung von in engem Verband erwachsenen Nadelholzbeständen. In der Regel werden die in Betracht kommenden Bäume lediglich daraufhin geprüft, ob ihr Schlankheitsgrad einen bestimmten Grenzwert (zum Beispiel „70“) überschreitet.

Die oft gefragte Maßzahl des Schlankheitsgrades erhält man am einfachsten mit Hilfe des Spiegel-Relaskops **Metrisch Standard**: Ohne Rücksicht auf die gegebene Visurneigung ist (bei gelöstem Pendel) jener Baumabstand aufzusuchen, bei welchem der Bruthöhendurchmesser vom Einserstreifen mit anschließendem Viertelfeld genau abgedeckt wird. Anschließend ist mit der gleich rechts daneben liegenden Tangentenskala **Ts25** die Baumhöhe vom Fußpunkt bis zum Scheitel zu messen, was bereits dem „Schlankheitsgrad“ entspricht.

Bei Verwendung des Relaskops **Metrisch CP** ist genauso zu verfahren, nur erfolgt hier die Höhenmessung mit der Prozentskala und das Ergebnis ist durch 4 zu dividieren, um **h/d** zu erhalten.

6. Formhöhen und Volumen nach Preßler (fh/d-Messung)

Dieses schon im 19. Jahrhundert von Preßler in die Holzmesskunde eingeführte Verfahren einer einfachen Volumsbestimmung stehender Baumschäfte wurde **mit der Konstruktion der Spiegel-Relaskope voll praxisreif**.

Am Baumschaft ist jener Punkt („Preßler's Richtpunkt“) aufzusuchen, bei welchem der Schaftdurchmesser genau die Hälfte des Brusthöhendurchmessers besitzt. Die Höhe dieses Punktes („Preßler's Richtpunkt“) über dem Boden (plus einem kleinen Zuschlag) mal $2/3$ entspricht mit bester Annäherung der Formhöhe fh mit welcher die Brusthöhenkreisfläche g zu multiplizieren ist, um das Stammvolumen v zu erhalten.

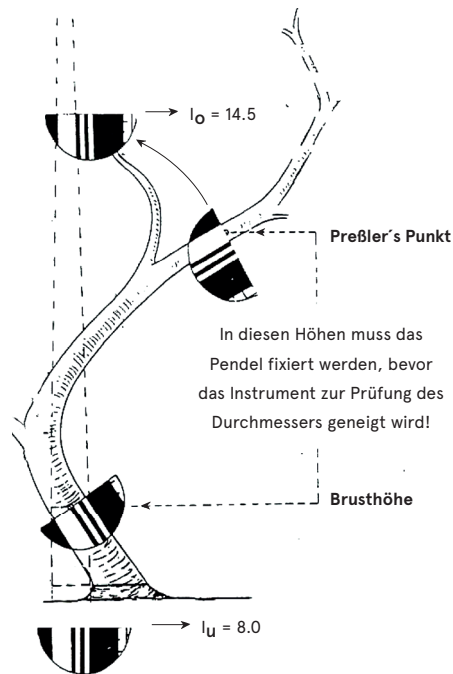


Abb. 13: Höhenmessung mit Spiegel-Relaskop® Metrisch CP

Abb. 13 zeigt, wie die **fh/d-Messung selbst bei stark verkrümmten Baumschäften** gut angenäherte Werte ihres Schaft-Volumens erbringen kann und dadurch **für viele praktische Fälle ein „Rettungsanker“** ist, wenn alle übrigen Methoden versagen: Der Brusthöhendurchmesser wird durch Aufsuchen des entsprechenden Abstands mit Zb 4 „in den Zirkel genommen“ und Preßler's Punkt mit Zb 1 gefunden. In beiden Fällen ist vor der Schiefneigung des Relaskops das Pendel zu fixieren. Um nun aber die Richthöhe zumindest angenähert genau messen zu können, ist der gekrümmte Schaft gestreckt zu denken. **Eine mit Schätzung verbundene Messung ist immer besser, als keine Messung!**

7. Dreipunkt-Messung mit Stativ

Nach der Wahl eines möglichst stammnahen Beobachtungspunktes werden Neigung p zur Brusthöhe und Breite b des Baumes in Brusthöhe gemessen, hierauf Neigung p₂ und Breite b₂ eines zweiten, höher gelegenen Durchmessers. Im Beispiel in Abb. 14 liest man p = -34 von der Prozentskala ab. Für die Breitenmessung muss der linke Rand des Stammes mit einer RE Streifenbegrenzung derart übereinstimmen, dass die rechte Kontur des Stammes in das Viertelfeld hineinreicht.

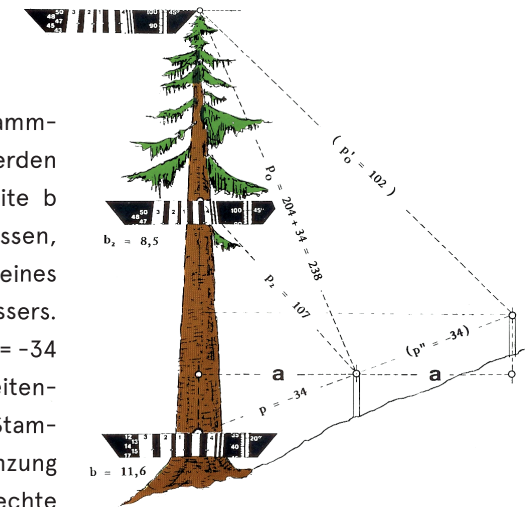


Abb. 14: Beispiel für eine Dreipunkt-messung an einem Einzelbaum

Es werden die vollen RE links von 0 gezählt und rechts von 0 die vom Stamm abgedeckten Viertelstreifen bzw. geschätzte Teile eines Viertelstreifens. Für b ergeben sich somit 11,6 % als Relativwert. Multiplikation mit der Distanz a in Meter ergibt den Absolutwert des gesuchten Durchmessers in Zentimeter. Bei Punkt 2 verfährt man genauso. Schließlich wird, wenn es von diesem baumnahen Punkt aus möglich ist, die Neigung p'₀ zum Baumscheitel gemessen und die Höhe h berechnet.

Ist aus Distanz a der Baumwipfel nicht sichtbar oder wird die Visur zur Baumspitze zu steil um das Neigungsprozent p'₀ zu erhalten wird Abstand a verdoppelt, und zwar so, dass im geneigten Gelände das neue Neigungsprozent p'' zum BHD gleich dem alten (p) verbleibt. p'₀ erhält man durch Verdoppelung von p'₀ und Hinzuzählung von p'', was auch dann richtig ist, wenn letzteres von p verschieden, jedoch auf den alten Instrumentpunkt gerichtet war. Werden wegen zu steiler Visuren auch Breitenmessungen aus verdoppelter Distanz ausgeführt, so erfolgt die Umrechnung auf den Nahabstand a durch Verdoppelung der bi-Ablesungen. Dieses Schema kann auch auf Messungen aus drei- oder mehrfachen Baumabständen a ausgedehnt werden.



WALD, GARTEN & NATUR

Forstbedarf GmbH
Dierzerstraße 15
4560 Kirchdorf, Austria

office@silvanus.at

T: +43 7582 620 92 - 0

F: +43 7582 620 92 - 5

www.silvanus.at

www.relaskop.at