

Tipps und Tricks für eine genaue Vermessung

Fehlerquellen der Vermessungsgeräte

Maßband: Der Nullpunkt der verschiedenen Maßbänder kann unterschiedlich sein. Einmal ist es der Ring der Lasche, das andere Mal eine Markierung auf dem Band. Da bei älteren Maßbändern erfahrungsgemäß der erste Meter zuerst kaputt wird, werden auch solche verwendet, bei denen man bei 1 m anhalten muss. Also muss man vor der Vermessung sicherstellen, dass man den richtigen Nullpunkt zur Messung verwendet, da ansonsten ein systematischer Fehler gemacht wird.

Maßbänder sind auf eine bestimmte Zugbelastung kalibriert, die meist am Maßband aufgedruckt ist, z.B. 50 N. Diese Zugkraft sollte in etwa eingehalten werden, also: weder Girlanden noch allzu starkes Zerren!

Neigungsmesser: Häufiger und gravierender Fehler ist die Verwechslung der %- und °-Skala bei Winkeln deutlich unter 45°. (Wenn Winkel um und über 100° abgelesen werden, sollte es auffallen). Ein weiterer sehr häufiger Fehler entsteht, wenn von einem beschrifteten 10er-Wert in die falsche Richtung zählt und z.B. 9° anstatt 11° abliest (gilt auch für den Kompass). Bei flachen Visuren sollte man bewusst auf das Vorzeichen achten, da man die Horizontale in der Höhle oft schlecht abschätzen kann.

Peilkompass: Der Messwert wird bei Ablenkung durch magnetische Teile, insbesondere der Stirnlampe (aber auch durch Brillen und Armbanduhr) verfälscht. Der verwendete Helm etc. sollte daher getestet werden, indem man einen horizontal liegenden Kompass mit dem Helm umkreist. Die Nadel darf sich dabei nicht bewegen, sonst sind völlig unvorhersagbare Ablesungen vorprogrammiert.

Der Kompass ist beim Ablesen waagrecht zu halten, da ansonsten die Libelle durch Reibung „hängen bleibt“. Am leichtesten ist das zu verifizieren, wenn man vor dem Ablesen noch ein wenig links und rechts des Punktes visiert (leicht hin- und herdreht). Die Nadel muss ohne Verzögerung folgen.

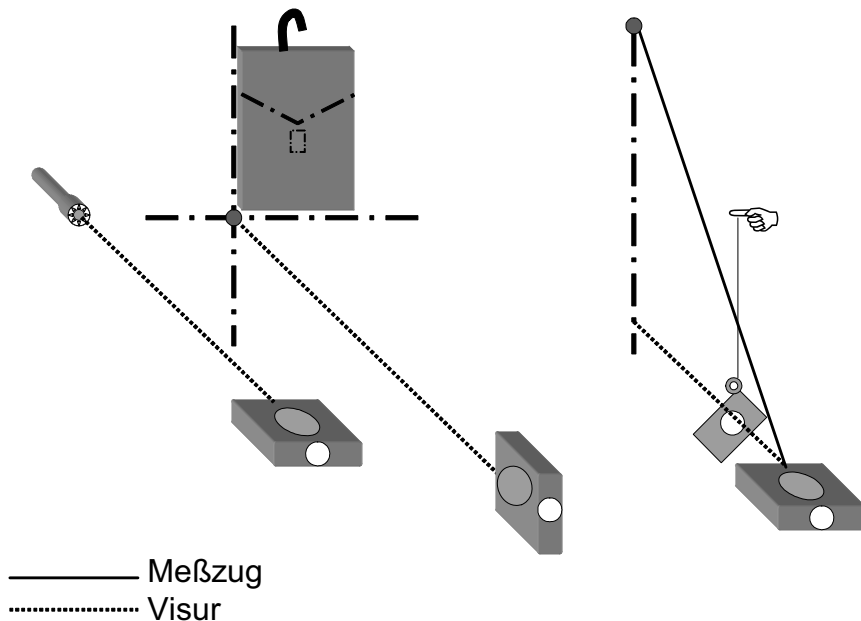
Bei steilen Visuren ist es schwierig die Richtung zu bestimmen, da man ja den Kompass waagrecht halten muss (Spiel!). Man wird also die Senkrechte vom Messpunkt schätzen und auf diese Gerade visieren. Insbesondere bei geneigten Höhlenprofilen und bei unbequemer Ablesehaltung sind Fehler vorprogrammiert. Man sollte sich auch nicht auf die Normalität des Fadens zur Gradskala im Okular verlassen. Dieses Problem kann man entschärfen, indem man das zweite Gerät mit ausgestreckter Hand an der Schlaufe hält und so als Lot verwendet. Nun muss man sich die Senkrechte nicht mehr vorstellen sondern sieht sie auch (Methode Daniel Gebauer). Für eine von Volker Weißensteiner beschriebene Zusatzeinrichtung des Kompass gibt es mittlerweile in der Schweiz die nötigen Kleinteile zu bestellen. Durch Totalreflexion sieht man Spiegelungen des Messpunktes (=Lichtquelle!) in geringem Winkelabstand zur Waagrechten und kann auch bei sehr steilen Messungen leicht und genau ablesen.

Handelsübliche Neigungsmesser und Kompassse können ab Werk **Gerätefehler** (systematische Missweisungen) von bis zu 2° aufweisen. Um dies zu prüfen (und in der Datenberechnung systematisch berücksichtigen zu können) sollte jedes Gerät in regelmäßigen Abständen an einer Teststrecke (z.B. per GPS an zwei weit entfernten Punkten selbst herstellbar) geprüft werden und die Identität der verwendeten Messgarnitur bei jedem Messprotokoll vermerkt werden.

Anleitung zu einfachen Methoden

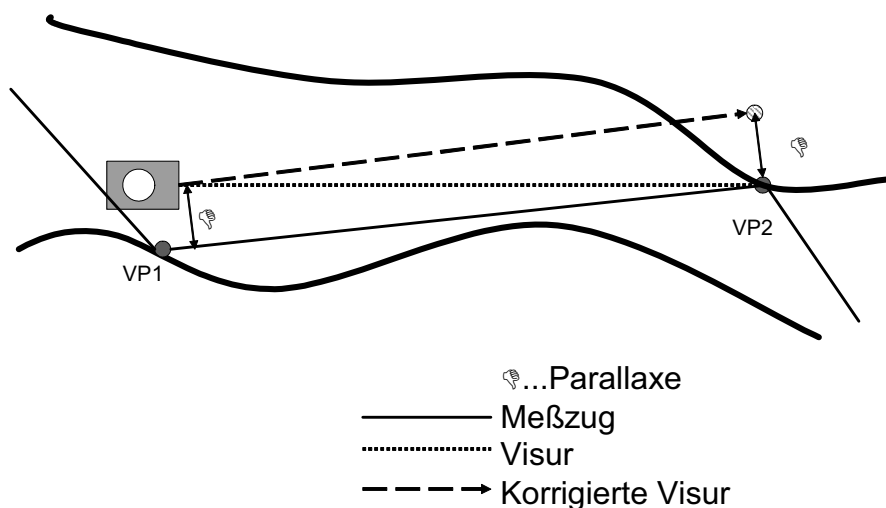
Die **Markierung der Messpunkte** sollte klein, dauerhaft und gut sichtbar sein. Bewährt hat sich dabei Försterkreide oder ein Lackpunkt (Nagellack – aber Achtung bei Außenvermessungen: Nagellack ist nicht UV beständig!). Bei der Wahl des Polygonpunktes sollte nicht nur Bequemlichkeit der Visur oder maximale Messstrecke berücksichtigt werden, sondern auch der nächste Zug bzw. Züge bei Abzweigungen.

Zum **AbleSEN der Geräte** muss Licht einfallen (von oben beim Kompass, von links beim Neigungsmesser), die aber bei der normalen Karbid-Stirnlampe oft nicht ausreicht. Beim Kompass kann man sich durch Ablesen aus etwa 5 cm Entfernung abhelfen, bei der Neigung hilft nur eine zweite Lichtquelle. Abhilfe ist eine abnehmbare elektrische Stirnlampe oder eine kleine Handlampe mit der man mit der freien Hand leuchtet. Es funktioniert auch, beim Ablesen der Neigung das Licht der Karbid-Stirnlampe mit der blanken Rückseite des Kompass auf den Neigungsmesser zu spiegeln. Nach wenigen Probeversuchen klappt das zuverlässig. Alle Zusatzlampen sind auf magnetische Ablenkung zu prüfen!



Das Visieren ist manchmal schwierig, da der Messpunkt für den Viseur schlecht erkennbar sein kann (lange Visuren, unbequeme Strecken). Die Person beim entfernten Punkt kann helfen, indem sie das Ziel visualisiert. Dies kann durch Zeigen mit er Hand, durch eine Lampe am Punkt (Handlampe, LED-Lampe oder Stirnlampe, hierbei Achtung auf Parallaxe) oder durch Aufsetzen einer Ecke der Messmappe geschehen (Vorteil: man hat senkrechte und waagrechte Visurlinien).

Generell ist es sinnvoll sich zu vergewissern, dass die Visurlinie durch den Punkt führt, insbesondere wenn man annähernd senkrecht von einer Wand wegmisst. Der Punkt ist hinter dem Kopf und bei steileren Visuren verschätzt man sich leicht.



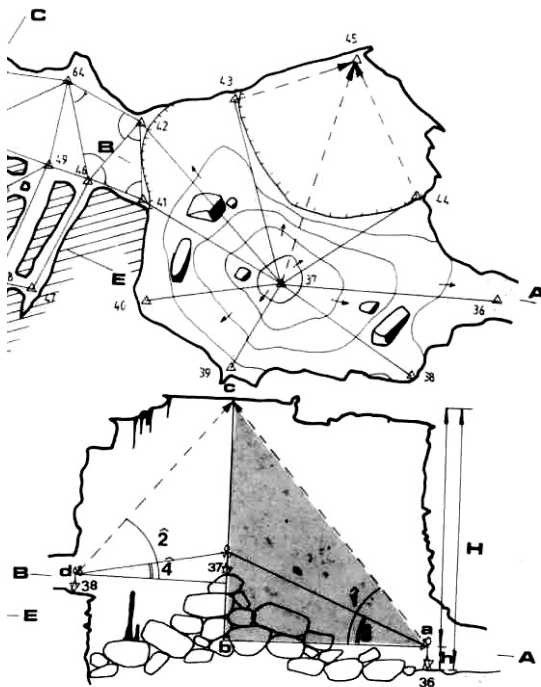
Manchmal kann man das Auge nicht ganz in die Polygonlinie bringen. Ein typisches Beispiel wäre ein Canyon mit den Punkten an den Wänden. Man kann wegen dem Helm das Gerät nur in einer gewissen Entfernung ablesen. Man versucht den Fehler nur in einer Achse zu machen (also wenn man seitlich nicht zum Punkt kann, dann wenigstens auf gleicher Höhe, wenn man nur über dem Punkt visieren kann dann genau über dem Punkt) und muss dann die Abweichung beim Zielpunkt einzuschätzen. (Ich bin jetzt 10 cm links des Punkts, also visiere ich auf einen imaginären Punkt 10 cm links des Zieles. Wenn man allerdings auf die falsche Seite visiert, hat man den Fehler verdoppelt!).

Hilfreich ist es auch, sich manchmal nicht den Punkt sondern eine ‚Verlängerung‘ anzeigen zu lassen. Also bei der Neigung wird eine Waagrechte (z.B. durch Kante der Messmappe) angezeigt, bei der Richtung eine Vertikale. Wenn man diesen Fehler nicht berücksichtigt entsteht ein systematischer Fehler, der sich bei vielen Zügen stark auswirken kann.

Größere Schächte sollten mit **Lotungen** vermessen werden, da man so die Ungenauigkeiten der steilen Visuren umgeht. Das Ende des Maßbandes wird hierzu mit einem Karabiner oder anderem Eisenzeug beschwert.

Tiefe Schächte können mit drei Leuten bis zu einer Tiefe der doppelten Maßbandlänge vermessen werden indem von oben zu einer Person in der Mitte des Seiles gemessen wird (Anhalten am Seil) und von dort weiter nach unten (Überschlagen). In Schächten, aber auch sonst ist es sehr vorteilhaft, wenn das Maßband an beiden Seiten mit Karabinern am Gurt befestigt wird.

Hinweise auf komplexere Methoden



Die **Raumhöhe** kann durch Triangulierung eines Deckenpunktes (markante Formation, oder ein Lichtfleck eines Laserpointers) von zwei Messpunkten des normalen Polygonzuges ermittelt werden. Mit dieser Methode kann auch die Distanz zu unzugänglichen Raumpunkten (jenseits von Schächten oder grazilen Tropfsteinbildungen) gemessen werden.

◀ Durch Einmessung eines beleuchteten Punktes an der Decke oder Seitenwand von zwei verschiedenen Messpunkten kann die Lage und Höhe durch Triangulierung bestimmt werden.

Eine einfache Berechnung (und grafische Ermittlung im Entwurf vor Ort) ist möglich, wenn ein Deckenpunkt senkrecht über einem Messpunkt anvisiert wird.

Grafik aus: Martinez i Rius, *Topografia Espeleologica*.

Laserdistanzer (z.B. von Hilti oder Leica) sind mittlerweile schon recht klein und leistungsfähig. Für sehr große Höhlenteile (Seitenzüge), genaue Deckenaufnahmen, Volumsbestimmungen von Hallen etc. sind sie vorteilhaft und erlauben ein rascheres Messen. Bei normalen Messungen bietet das herkömmliche Maßband Vorteile für den Zeichner, ist vergleichsweise billig und kann zwischendurch auch ohne Schaden in Schlammbrühen versenkt werden.

Literatur

Grossenbacher, Y. (1991): *Topographie souterraine*. – Editions du Fond, Neuchâtel, 105 S.

Hof, A. (1988): Vermessungsgeräte und ihre Zuverlässigkeit. – *Stalactite*, 38 (1+2), 47-59.

Martinez i Rius, A. (1992): *Topografia Espeleologica*. – Federacion Espagnola de Espeleologia, 132 S.

Weißensteiner, V. (1989): Eine Zusatzeinrichtung für den flüssigkeitsgedämpften Kompaß. – *Die Höhle*, Wien, 40 (4), 114-117

Weißensteiner, V. (1993): Eine weitere Verbesserung für ein genaues Visiersystem an einem Flüssigkeitskompaß. – *Die Höhle*, Wien, 44 (4), 110-114