

Verschiedene Länder verwenden aus praktischen und historischen Gründen unterschiedliche nationale Ellipsoide und Bezugssysteme. Das Bezugssystem definiert die Grösse, Form und Lage eines Ellipsoids. Bezüge dafür sind der Erdmittelpunkt, die Erdachse und der Nullmeridian von Greenwich. Allen Koordinaten liegt ein definiertes Bezugssystem zu Grunde. Moderne satellitengestützte Messverfahren beruhen auf weltweit anwendbaren Bezugssystemen. GPS verwendet zum Beispiel das World Geodetic System 1984 (WGS84). swisstopo hat das lokale schweizerische Bezugssystem CH1903 mit der Erneuerung der Landesvermessung neu definiert und als CH1903+ bezeichnet.

Bildkoordinaten

In einem [Bildkoordinatensystem](#) wird die Lage geographischer Objekte mittels Bildkoordinaten festgelegt. Zwischen den «Reale-Welt Koordinaten» eines rechtwinkligen, projizierten [Koordinatensystems](#) und diesen besteht ein direkter Zusammenhang. Mittels der Parameter der [inneren Orientierung](#) lässt sich die Lage eines beliebigen Punktes in Bildkoordinaten umrechnen. Ein mögliches Vorgehen mittels [trigonometrischer Berechnung](#) ist nachstehend aufgeführt:

1. Zunächst muss mittels der Lagekoordinaten des [Projektionszentrums](#) und des abzubildenden Punktes das [Azimut](#) von letzterem bestimmt werden.
2. Als nächstes ist zu berechnen, wie vielen mm im Bildkoordinatensystem eine Winkleinheit (z.B. [gon](#)) entspricht. Dazu wird wie folgt gerechnet:
 $\text{Öffnungswinkel} = \text{Azimut rechts} - \text{Azimut links}$
 $1 \text{ gon} = \text{Bildbreite in mm} / \text{Öffnungswinkel}$
3. Vom zuvor ermittelten Azimut ist nun das Azimut der linken Bildbegrenzung abzuziehen und der Restwert anschliessend in mm umzurechnen. Dieser Wert ist die X-Bildkoordinate.
4. Zum Festlegen der Y-Bildkoordinate ist zuerst die Höhendifferenz zu ermitteln. Dabei gilt: Höhe abzubildender Punkt - Höhe Projektionszentrum
5. Von diesem Wert ist die durch [Erdkrümmung](#) und [Refraktion](#) verursachte Absenkung abzuziehen.
6. Wiederum wird von einem rechtwinkligen Dreieck ausgegangen, welches diesmal vertikal steht. Der zuvor ermittelte Wert entspricht der Dreiecksseite b, die Distanz in der Ebene der Dreiecksseite a. Abermals lässt sich nach Pythagoras die Dreiecksseite c ableiten, die der exakten Entfernung entspricht. Der [Höhenwinkel](#) Beta lässt sich nun mit $\sin(b/c)$ bestimmen.
7. Um diesen Winkel in den Abstand zum [mathematischen Horizont](#) umzurechnen, bedient man sich der Formel:
 $\text{Projektionszylinderradius} \times \tan(\text{Höhenwinkel})$. Das Ergebnis ist die Y-Bildkoordinate.

Es werden daher folgende Parameter benötigt:

- Azimut des Zielpunktes vom Projektionszentrum
- Distanz zwischen den beiden Punkten
- Höhendifferenz zwischen den beiden Punkten
- Azimut der Bildbegrenzung links
- Azimut der Bildbegrenzung rechts
- Bildbreite
- Radius des Projektionszylinders (ableitbar aus den vorigen drei Parametern)

Zur besseren Illustration nachstehend ein Beispiel, mittels direkt ausführbarem Code. Dabei wird von folgenden Parametern ausgegangen:

- Projektionszentrum: 619696 / 213160 / 832 (Rotenbaum, westl. Lueg)
- Zielpunkt: 621454 / 105565 / 4506 (Weisshorn)
- Azimut der Bildbegrenzung links: 190 gon
- Azimut der Bildbegrenzung rechts: 210 gon
- Bildbreite: 400 mm
- → ergibt den Projektionszylinderradius: 1273.24 mm

Vorgehen zum Bestimmen der X-Bildkoordinate:

```
#!/usr/bin/awk -f

BEGIN {
    bildbr = 400;
    aziLi = 190;
    aziRe = 210;
    azi = azimut(619696, 213160, 621454, 105565);
    azi = rad2gon(azi);
    oeffWink = aziRe - aziLi;
    gonInMM = bildbr / oeffWink;
    abstX = (azi - aziLi) * gonInMM;

    print abstX;
}
```

Vorgehen zum Bestimmen der Y-Bildkoordinate:

```
#!/usr/bin/awk -f

BEGIN {
    radPr = 1273.24;
    hdiff = 4506 - 832;
    distEbene = distanz(619696, 213160, 621454, 105565);
    absenk = ekrref(distEbene);
    hdiffEkrref = hdiff - absenk;
    dist = sqrt(distEbene ^ 2 + hdiffEkrref ^ 2);
    beta = asin(hdiffEkrref / dist);
    abstY = radPr * tan(beta);

    print abstY;
}
```

Zusätzlich werden folgende Funktionsdefinitionen benötigt (die ebenfalls erforderliche Funktion `azimut` wird unter [Azimut](#) erläutert, die Funktion `ekrref` unter [Erdkrümmung](#)):