Wolfgang Linke

Orientierung mit dem Taschenrechner

Der Kompass allein genügt nur für die Alltagsaufgaben. Bei "krummen" Maßstäben, schlechter Sicht oder dürftigem Kartenmaterial, bei fehlenden Nordlinien, unbekannter oder schnell wechselnder Missweisung oder in merkmalsarmem Gelände muss man zeichnen oder rechnen, braucht also zusätzlich zum Kompass mindestens noch Stift und Papier. Das ist im Gelände lästig, und man stößt auch damit sehr bald an Grenzen. Darum gehört zur "gehobenen" Orientierung unbedingt auch ein guter Taschenrechner. Freilich ersetzt er nicht den Kompass, aber er erleichtert die Arbeit, erweitert die Möglichkeiten, verbessert die Genauigkeit und erhöht so die Sicherheit.

Rechner

Zum Mitnehmen ins Gelände eignet sich am besten ein Solarrechner, denn er ist leichter und unabhängig von Batterien. Er sollte Tasten für die Winkelfunktionen haben, also **[sin], [cos], [tan].** Beim Wechsel zwischen Dezimalsystem und Sechzigersystem (Stunde/Grad, Minuten, Sekunden) erspart die Taste [° **' "**] die Nebenrechnungen.

Da wir Tasten brauchen, die man im Alltag kaum benutzt, sei noch auf folgendes hingewiesen:

• Für Rechnungen in Grad muss **DEG** eingestellt sein.

• Das Vorzeichen ändert man mit der Taste [**±**].

• Wenn bei Ihrem Rechner die Tastenfolge [sin] / 30 / [=] ***nicht*** 0,5 ergibt, haben Sie ein Modell, bei dem für alle Winkelfunktionen erst die Zahl (hier also 30) und dann die Taste [sin] oder [cos] oder [tan] gedrückt werden muss.

• Mit den Tasten [$\sin^{-1}$], [**INV** sin] oder [**arc** sin] ermittelt man die Winkelgröße und drückt dazu erst [SHIFT]. Von den unterschiedlichen Schreibweisen ist hier die dritte verwendet.

• Die Taste [° **' "**] für das Sechziger-System bei Winkeln und Uhrzeiten arbeitet so, dass bei der ersten Eingabe Grad/Stunden, bei der zweiten Minuten, bei der dritten Sekunden gezählt werden. Für lediglich "20 Sekunden" müssen Sie also eingeben: 0 / [° ' "] / 0 / [° ' "] / 20 / [° ' "]. Die Umrechnung ins Zehnersystem erledigt der Rechner selbst. Den umgekehrten Weg gehen Sie mit den Tasten [SHIFT] und [° ' "].

Genauigkeit

Mit übertriebener Genauigkeit würde man Verfahren ausschließen, die sich für die Orientierung durchaus bewähren: ± 1Grad bei den Winkeln und ± 1 Minute bei der Zeit reichen aus.

Die entscheidenden Fehlerquellen hat man in der Hand, nämlich Winkel-, Zeit- und Schattenmessung, genaue Länge und Breite, Umrechnung zwischen Uhrzeit und Ortszeit, Vorzeichen, Klammerregeln und Fallunterscheidungen. Die Stellen nach dem Komma bekommen Gewicht besonders dort, wo die Werte vervielfacht werden müssen, etwa bei der Meridiankonvergenz (doppelt), der Zu- oder Abnahme der Missweisung (bis zehnfach). Die Regel für die Orientierung mit dem Taschenrechner lautet darum: ***Man gibt alle Werte mit der vollen Stellenzahl ein, nutzt die Speicher und rundet erst das Endergebnis: Entfernungen im Gelände auf volle Meter, auf der Karte auf halbe Millimeter; Winkel auf volle Grad; Zeitangaben auf volle Minuten.***

In den hier verwendeten Formeln für den Sonnenauf- und -untergang wird die Sonne als Punkt behandelt, und die Lichtbrechung bleibt unberücksichtigt. Darum steht zur berechneten Uhrzeit der ***Unterrand der Sonne um 2/3 des Sonnendurchmessers über der Kimm***. Der Zeitpunkt, zu dem sie gerade auftaucht oder verschwindet, ist aufwendiger zu berechnen und ist wenig hilfreich für die Orientierung. Der Unterschied zwischen den beiden Zeitpunkten beträgt für mittlere Breiten etwa 6 Minuten und wächst polwärts.

Da sich Rechenfehler hier nicht durch eine Überschlagsrechnung aufdecken lassen, ist es sicherer, zweimal zu rechnen und, wenn die Ergebnisse nicht übereinstimmen, noch ein drittes Mal.

Das Wort ***"Missweisung"*** ist hier als ***Oberbegriff*** für "Deklination" und "Nadelabweichung" verwendet

Fallbeispiele

Maßstab, Entfernung Nr. 1, 2, 3, 4, (7), (17b)
Steigung, Gehzeit Nr. 5, 6, 7
Nordrichtung Nr. 8, 9, 10

Missweisung Nr. 11, 12, 13, 14, 15, 16
Gradnetz und Gitter Nr. (16), 17, 18
Sonnenstand Nr. 19, 20, 21, 22

1. Auf der Karte 1 : 31 680 liegt ein Punkt 7,2 cm von meinem Standort entfernt. Wie weit ist es bis dorthin?

Entfernung [m] = Länge auf der Karte [cm] × Maßstabszahl

Beispiel Entfernung auf der Karte = 7,2 cm
Maßstabszahl = 31 680 (ältere englische oder amerikanische Karte mit 1 inch für ½ mile)

7,2 × 31 680 cm = 228 096 cm = **2 280 m** (gerundet)

2. Welche Strecke auf der Karte entspricht im Maßstab 1 : 75 000 einem Kilometer im Gelände?

1 km im Gelände = (100000 **:** Maßstabszahl) auf der Karte

Beispiel Maßstab 1 : 75 000

1 km im Gelände = 100 000 **:** 75 000 cm = **1,33 cm auf der Karte**

3. In der vergrößerten Kartenkopie beträgt der Gitterabstand 2,8 cm. Welchen Maßstab hat die Kopie?
(Darauf achten, ob jede Gitterlinie eingedruckt ist oder nur jede zweite!)

Maßstabszahl = 100 000 **:** Gitterabstand [cm]

Beispiel gemessener Gitterabstand = 2,8 cm

Maßstabszahl = 100 000 **:** 2,8 = **35 714**
Maßstab wahrscheinlich 1 **:** 35 355, d. h. 1 **:** 25 000 um eine DIN-Stufe vergrößert.

Der genaue Gitterabstand wäre dann 2,82 cm (der Fehler beträgt hier nur 1%).

4. Wie weit entfernt ist die Kimmlinie?

Kimmentfernung [km] = 3,84 × $\sqrt{(\text{Augeshöhe [m]})}$

Beispiel Standort 2,5 m über dem Wasserspiegel
Augenhöhe 1,7 m

Augeshöhe = 2,5 m + 1,7 m = 4,2 m
Kimmentfernung = 3,84 × $\sqrt{4{,}2}$ km = 7,87 km, also **knapp 8 cm auf der Karte 1 : 100 000**

5. Auf der Karte 1 : 25 000 schneidet mein geplanter Aufstieg auf 4,8 cm 17 Höhenlinien. Die Äquidistanz beträgt 20 m. Kann ich diesen Anstieg allen Mitgliedern meiner Wandergruppe zumuten?

Steigung in % = geschnittene Höhenlinien × 100 000 **:** Entfernung [mm] **:** Maßstabszahl = Höhenunterschied (H) **:** Entfernung (E) × 100

Beispiel Äquidistanz = 20 m
geschnittene Höhenlinien = 17
Entfernung auf der Karte = 48 mm
Maßstabszahl = 25 000

Steigung = (20 × 17 × 100 000 **:** 48 **:** 25 000) Prozent = **28%** (gerundet)

Dieser Anstieg ist zum "Wandern" zu steil. Einen Ausweg nennt Nr. 6

6. Wie ereiche ich eine möglichst gleichmäßige Steigung?

Anstiege ermüden weniger bei gleichmäßiger Steigung.

Abstand der Höhenlinien [mm] = Äquidistanz × 100 000 **:** Prozentzahl **:** Maßstabszahl

Beispiel Maßstab = 1 : 25 000
Äquidistanz = 20 m

geplante Steigung = 15%

Abstand der Höhenlinien = (20 × 100 000 **:** 15 **:** 25 000) mm = **5,3 mm**

Beim Anstieg geht man ggf. in einer Spirale oder im Zickzack. Wann die Richtung zu ändern ist, stellt man mit dem Höhenmesser fest, wie mit dem Kompass.

7. Auf der Karte 1 : 50 000 ist der Pfad zum Gipfel 81 mm lang, und der Anstieg schneidet 27 Höhenlinien. Mit welcher Gehzeit ist zu rechnen?

Faustregel (bis eigene Erfahrungen vorliegen):

für die waagerechte Entfernung 4 km/Std., also 0,015 min/m für die Steigung 300 m /Std., das sind 0,2 min/Höhenmeter die kürzere Zeit halbieren und zur längeren zuzählen

Beispiel Maßstab = 1 : 50 000
Äquidistanz = 20 m
Entfernung auf der Karte = 81 mm

Höhenunterschied = 27 × 20 m = 540 m

Zeit für den Höhenunterschied = 540 × 0,2 min = **108** min

waagerechte Entfernung = 81 × 50 000 mm = 4 050 m

Zeit für die Entfernung = 4050 × 0,015 min = **60,75** min
voraussichtliche Gehzeit = 108 min + (60,75 **:** 2) min = 138 min, also rund **2 1/4 Stunden**

Nach Nr. 7 beträgt die Steigung in diesem Beispiel über 13%

8. Ich möchte Linien nach MaN in meine Karte einzeichnen. Wie macht man das?

Seitliche Verschiebung = tan (Missweisung) × Kartenhöhe

Beispiel Mißweisung = –5,5° (westlich)
Kartenhöhe = 44,47 cm ("Sollmaß")

seitliche Verschiebung = tan –5,5° × 44,47 cm = **–4,3 cm** (nach links)

Bei westlicher Mißweisung muss also das obere Ende der Nordlinie um 4,3 cm nach links verschoben werden. Dieser Punkt ist mit dem unteren Ende derselben Linie zu verbinden. Die Missweisung wird berücksichtigt, indem man auf der Karte das Dosengitter nach den eingezeichneten magnetischen Nordlinien ausrichtet und im Gelände die Magnetnadel auf die Nordmarke der Kompassdose einspielen lässt.

9. Wie kann ich die Richtung nach Magnetisch-Nord in eine Karte oder ein Luftbild ohne Nordlinien einzeichnen?

MaN = 360° – Messrichtung

Beispiel Geländewinkel einer Messlinie = 138°

Einstellen (360 – 138)° = **222°**
Wenn man jetzt das Dosengitter an die Messlinie anlegt, weisen die Anlegekanten nach MaN.

10. Wie kann ich eine Linie nach Geographisch-Nord in eine Karte ohne Nordlinien, in ein Luftbild oder eine Satellitenaufnahme einzeichnen?

Bekannt sein muss
a) die geographische Breite für zwei Orte A und B auf demselben Kartenblatt
b) die Entfernung AB

α = Winkel zwischen der Geraden AB und der Meridianlinie

α = arc cos (Breitenunterschied [°] × 111,1 **:** Entfernung AB [km])

Beispiel Breite A = 49,7°
Breite B = 50,2°
Entfernung AB = 70 km

Breitenunterschied = 0,5°

α = arc cos (0,5 × 111,1 **:** 70) = **37,5°**

11. Wie wirkt sich eine Missweisung von 6° auf einer Strecke von 18 km aus?

Seitliche Abweichung [km] = tan (Missweisung) × Entfernung [km]

<u>Beispiel</u> Mißweisung = 6°
Entfernung = 18 km

Tangens 6° = 0,1051

seitliche Abweichung auf der „Ziellinie" = 0,1051 × 18 km = <u>**1,892 km**</u>

Wenn man nicht sicher ist, dass man den Kurs unterwegs korrigieren kann oder dass man das Ziel schon aus großem Abstand erkennen wird, darf man ein Missweisung von dieser Größe nicht vernachlässigen.

12. Die finnische Wanderkarte nennt als Missweisung "143^{v}". Wieviel Grad sind das?

*Bei **Grad** hat der Vollkreis 360 Teile, bei **Gon** (gon, früher ^{g}) 400 Teile, bei **Strich** ($^{-}$, Schweiz "A%", NATO "mils") 6400 Teile, in Schweden ($^{-}$) 6300 Teile, in Finnland (^{v}) 6000 Teile.*

Gefragter Winkel = gegebener Winkel **:** gegebene Kreisteilung × gesuchte Kreisteilung

<u>Beispiel</u> Gegebener Winkel = 143^{v} (finnisch)
gegebene Kreisteilung = 6000^{v}
gesuchte Kreisteilung = Grad (360)

Mißweisung in Grad = (143 **:** 6000 × 360)° = <u>**8,58°**</u>

13. Die Missweisungsangabe auf meiner Karte lautet: "Nadelabweichung für 2000 = 4°42' westlich, jährliche Abnahme 12'." Wie groß ist die Nadelabweichung 2011?

Die Nadelabweichung ist der Winkel zwischen GiN und MaN, also die Abweichung der Magnetnadel von der Richtung einer senkrechten Gitterlinie.

<u>Beispiel</u> Nadelabweichung für 2000 = – 4,7° (= westlich)
erwartete jährliche Abnahme = 0,2°

Von 2000 bis 2011 sind 11 Jahre. Die Nadelabweichung ist also 2011 um (11 × 0,2)° = 2,2° kleiner.
Nadelabweichung für 2011 = (– 4,7 **+** 2,2)° = – <u>**2,5**</u>° = westlich)

Wenn die Karte über 10 Jahre alt ist, sollte man die örtliche M1ssweisung lieber selbst ermitteln.

14. Ich habe den Polarstern mit 342° gemessen. Welche magnetische Deklination ergibt sich daraus?

Geländewinkel größer = westliche Missweisung **Geländewinkel kleiner = östliche Missweisung**

<u>Beispiel</u> Gemessene Richtung (= Geländewinkel) = 342°
GeN = 0°/360°

Unterschied = 18°, Geländewinkel kleiner (als 360°)
Deklination = **+** <u>**18**</u>° (= östlich)

15. Ich habe die magnetische Deklination nach dem Polarstern ermittelt, aber meine Karte liefert nur Angaben zum Gitter. Wie groß ist nun die Nadelabweichung?

*Mit Hilfe des Polarsterns erhalte ich die Deklination, also die Abweichung vom Standortmeridian (GeN). Gefragt ist also zunächst: **"Wie groß ist die Meridiankonvergenz?"**, das ist der Winkelunterschied zwischen der Meridianlinie und der senkrechten Gitterlinie, also zwischen GeN und GiN.*

Dieser Winkel wächst mit der geographischen Breite und dem Abstand vom Hauptmeridian. Im <u>UTM-Gittter</u> sind die Meridianstreifen 6° breit, und die Hauptmeridiane sind 3°, 9°, 15°, also ungerade Vielfache von 3.

Meridiankonvergenz = (Orts- – Hauptmeridian) × sin (geographische Breite)

<u>Beispiel</u> Deklination nach dem Polarstern ermittelt = + 9° (östlich) vgl. Nr. 14
Standort = N 66,56° (= Polarkreis) E 28,45°
Hauptmeridian dieser UTM-Zone = 27°

Orts- – Hauptmeridian = (28,45 – 27)° = + 1,45° (= östlich vom Hauptmeridian)
Meridiankonvergenz = (1,45 × sin 66,56)° = + 1,33°
Nadelabweichung (9° – 1,33)° = **7,67°**

16. Die Gitterlinie weicht von der Meridianlinie unten um 2 mm nach links und oben um 12 mm nach rechts ab. Die Kartenhöhe beträgt 44,47 cm. Wie groß ist die Meridiankonvergenz?

Meridiankonvergenz = arc tan (Abweichung vom der Meridianlinie [mm] **:** Kartenhöhe [mm])

Beispiel — seitliche Abweichung = (2 + 12) mm = 1,4 cm
Kartenhöhe = 44,47 cm (als "Sollmaß" im Kartenrand genannt)

Meridiankonvergenz = arc tan (1,4 **:** 44,47) cm = + **1,8° (=** ostwärts)

Die Meridiankonvergenz ändert sich schlagartig am Grenzmeridian, und zwar um den doppelten Betrag der Winkelgröße, hier also um 3,6°. Um diesen Betrag ändert sich auch die Nadelabweichung, wenn der Grenzmeridian überschritten wird.

17. Mein Standort beim Wasserwandern ist eine Insel am Rand des Kartenblatts. Das anschließende Kartenblatt hat einen anderen Maßstab. Wie kann ich den Kurswinkel und die Entfernung über den Kayartenrand hinweg bestimmen?

Die folgende Rechnung ist nur möglich, wenn beide Kartenblätter zum gleichen Meridianstreifen gehören und Angaben zum geodätischen Gitter enthalten. Nach den geographischen Koordinaten müsste man Entfernung und Kurs nacht den Formeln der Kugelgeometrie berechnen.

a. Richtung im Gitter

1. Die Gitterkoordinaten von Standort und Ziel auf 1/10 des Gitterquadrats genau bestimmen.
2. Anhand der Koordinaten feststellen, in welcher Richtung (NO, SO, SW oder NW) das Ziel vom Standort aus gesehen liegt
3. **ε** = Abweichung von der Nord-Süd-Richtung = arc tan (Unterschied der Rechtswerte durch Unterschied der Hochwerte).
4. Der Kurswinkel ist dann für NO = **ε**, für SO = (180 – **ε**), für SW = 180 + **ε**, für NW = 360 – **ε**.

Beispiel — Standort A: 645308 (= Rechtswert 645, Hochwert 308)
Ziel B: 486425 (= Rechtswert 486, Hochwert 425)

1. Unterschied der Rechtswerte (R) = (645 – 486) = 159
   Unterschied der Hochwerte (H) = (425 – 308) = 117
2. **ε** = arc tan (R **:** H) = arc tan (159 **:** 117) = 53,65°
3. Von A aus liegt B nach NW; Kurswinkel also (360 - **ε**)°

4. Kurswinkel = (360 **-** 53,65)° = **306°** (gerundet

Für den Kompasskurs ist noch die Nadelabweichung zu berücksichtigen

b. Entfernung im Gitter

Entfernung = $\sqrt{[(\text{Unterschied der Rechtswerte})^2 + (\text{Unterschied der Hochwerte})^2]}$ km

Beispiel (Koordinaten wie "Richtung im Gitter")

Entfernung = $15{,}9^2 + 11{,}7^2$ km = 19,74 km, also **39,5 cm auf der Karte 1 : 50 000**

18. Ich brauche die geographischen Koordinaten eines Wegpunkts, aber in meinem Kartenausschnitt ist nur eine Meridianlinie und eine Breitenlinie eingedruckt. Wie groß ist das Minutenfeld ?

Für die Rechnung muss man den Kartenmaßstab kennen.

Eine Bogenminute auf dem Großkreis = 1 Seemeile = 1,852 km

Minutenfeld senkrecht [cm] = 1,852 × 100 000 **:** Maßstabszahl
Minutenfeld waagerecht = senkrecht (s.o.) × cos (Breite)

Beispiel — Maßstab 1 : 25 000
Breite = 48°43'

Minutenfeld senkrecht = **7,4 cm**, waagerecht = **4,9 cm**

19. Wann steht die Sonne am 21.11. auf 9° Ost genau im Süden?

*Gemeint ist: **"Wann ist es am 21. November 12.00 Uhr Wahre Ortszeit?"***
Mit dieser Rechnung lässt sich mittags die örtliche Deklination ermitteln.

Die Wahre Ortszeit (WOZ, = Sonnenzeit) berücksichtigt zweierlei,

a) den Gradunterschied **ΔL** zwischen Ortsmeridian und Zeitmeridian (mit Minus-Vorzeichen, wenn der Ortsmeridian westlich vom Zeitmeridian liegt)
b) die Zeitgleichung für den Kalendertag

Uhrzeit = WOZ **–** (4 × ΔL [min] **+** Zeitgleichung [min]]

Beispiel Zeitgleichung für den 21.11. = 14,1 min (15. Aufl. S.206/207)
Ortsmeridian = 9° Ost
Zeitmeridian für MEZ = 15° Ost

Ortsmeridian westlich, ΔL = (15 – 9)° = **–** 6°
Zeitunterschied = 4 × (**–** 6 Minuten) = **–**24 Minuten
Uhrzeit = 12.00 (WOZ) **–** (**–**24) Minuten **–**14,1 Minuten
= 12.00 (WOZ) **+ 9,9** Minuten = **12.10 Uhr MEZ** (gerundet)

20. In welcher Richtung geht am 21.11. in Sindelfingen die Sonne auf?

Mit Hilfe dieser Rechnung ermittelt man morgens die örtliche magnetische Deklination. Benötigt werden die Breite des Standorts und die Deklination der Sonne für diesen Tag.
Die Deklination der Sonne ist die geographische Breite, auf der die Sonne an diesem Tage senkrecht steht (15. Aufl. S. 206/207)

Aufgangsrichtung = 90° **–** arc sin (sin D **:** cos B)

Beispiel Breite (B) = N 48°43'
Deklination (D) am 21.11. = **–**19,82° [15. Auflage Tab. 20]

Aufgangsrichtung = 90° – arc sin (– 0,5139..) = **121°**
(dabei steht der Unterrand der Sonne 2/3 des Durchmessers über der Kimm!)

Untergangsrichtung am 21.11. = (360 - 121) ° = 239°.

Die Aufgangsrichtung liegt für diese Breite zwischen 52° am längsten und 127° am kürzesten Tag, die Untergangsrichtung entsprechend zwischen 308° und 233°.

21. Wann geht am 21.11. in Sindelfingen die Sonne auf?

Mit dieser Rechnung bestimmt man den Zeitpunkt für den Fall, dass der Unterrand der Sonne verdeckt ist. Für die Uhrzeit braucht man auch die geographische Länge des Standorts und die Zeitgleichung.

Sonnenaufgang (Wahre Ortszeit) = arc cos (tan B × tan D) **:** 15

Beispiel Breite (**B**) = N 48°43'
Länge (**L**) = E 009°00'
Deklination (**D**) am 21.11. = **–**19,82° (15. Aufl. S. 206/207
Zeitgleichung (**zgl**) für 21.11. = 14,1 min (15. Aufl. S. 206/207)

WOZ = 7,615...
MEZ = WOZ + 9,9 min (wie in Nr. 21, letzte Zeile)
Uhrzeit = **7.47 Uhr MEZ** (gerundet)

Sonnenuntergang = 24.00 WOZ – 7,615.. Stunden + 9,9 Minuten = 16.33 Uhr MEZ
Tageslänge = 16.33 Uhr – 7,615.. Stunden = 8 Stunden 56 Minuten

22. In welchem Zeitraum scheint die Mitternachtssonne?

Mitternachtssonne auf der Nordhalbkugel bei Deklination größer als (90° - Breite)

Beispiel Breite = N 68°

90° - Breite = 22°
Mitternachtssonne für 68°N bei D > (90 – 68)° = D > 22,0°, also etwa **vom 01.06. bis 11.07** (15. Aufl. S. 206/207)

Polarnacht auf der Nordhalbkugel bei Deklination kleiner als (Breite - 90°)

Beispiel Breite = N 70°

Polarnacht für 70°N bei $D < (70 - 90)° = D < -20°$, also etwa **<u>vom 22.11. bis 20.01</u>** (15. Aufl. S. 206/207)