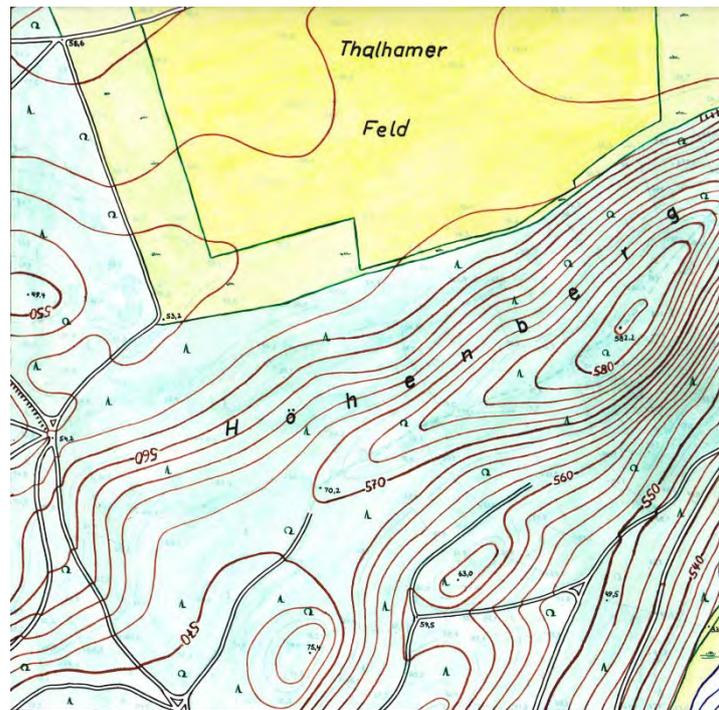


Handbuch zur Kartenkunde

Grundlagen für die Geländeorientierung

in Theorie und Praxis

2.te Auflage



Frank Liebau

Vermessungsingenieur und Hauptmann der Reserve

Wo finde ich welche Themen?

| | |
|--|-----------|
| Darum schreibe ich dieses Handbuch | Seite 3 |
| Vorwort zur 2ten Auflage | Seite 4 |
| Einführung in die Kartenkunde | Seite 5 |
| Die Vermessung von Objekten | Seite 6 |
| Die verschiedenen Aufnahmeverfahren | Seite 6 |
| Bussole, Messtisch, Theodolith und Tachymeter | |
| Bezugsflächen für die Erstellung von Karten | Seite 9 |
| Die Erde als Geoid | Seite 9 |
| Die Erde als Rotationsellipsoid | Seite 10 |
| Die Erde als Kugel | Seite 10 |
| Der Kartennetzentwurf | Seite 11 |
| Welche Arten von Netzentwürfen gibt es? | Seite 11 |
| Koordinatensysteme | Seite 16 |
| Geografische Koordinaten | Seite 16 |
| Soldner Koordinaten | Seite 19 |
| UTM-Gitter | Seite 21 |
| Die Karte | Seite 28 |
| Die Systematik der Einteilung Topographischer Karten | Seite 29 |
| Formale und inhaltliche Bestandteile einer Karte | Seite 31 |
| Kartenmaßstab, Generalisierung und Karteninhalt | Seite 33 |
| Der Kartenmaßstab | Seite 33 |
| Die Generalisierung | Seite 35 |
| Der Karteninhalt | Seite 36 |
| Die Nordrichtung | Seite 42 |
| Die Deklination | Seite 42 |
| Die Meridiankonvergenz | Seite 47 |
| Die Nadelabweichung | Seite 49 |
| Arbeit mit einer Topografischen Karte bei einer größeren Nadelabweichung | Seite 52 |
| Die Kartennutzung | Seite 53 |
| Karten-Gelände-Vergleich | Seite 54 |
| Das Schätzen von Entfernungen | Seite 59 |
| Der Planzeiger zum Ermitteln der Koordinaten aus der Karte | Seite 64 |
| Das Anfertigen einer Geländeskizze | Seite 67 |
| Die Tourenplanung | Seite 73 |
| Orientieren nach Leit- und Auffanglinien | Seite 73 |
| Orientieren im Gebirge mit einem Höhenmesser | Seite 78 |
| Orientieren im Gebirge mit Vorwärtseinschneiden | Seite 79 |
| Orientieren nach Höhenlinien – Karten-Gelände-Vergleich | Seite 80 |
| Verlaufen- Was nun? | Seite 83 |
| Interessantes | Seite 88 |
| Chronologie zur Entwicklung der Kartographie | Seite 88 |
| Historische Landkarten | Seite 93 |
| Die Landesvermessung mittels Trigonometrischer Punkte | Seite 102 |
| Die Fortführung von Topografischen Karten | Seite 105 |
| Koordinatentransformation | Seite 108 |
| Links | Seite 110 |

Darum schreibe ich dieses Handbuch

Bereits in meinem „Handbuch zur Orientierung mit Karte, Kompass und Schrittzähler“ habe ich einige Inhalte aus diesem Handbuch mit aufgenommen. Dann kam mir die Idee die eine oder andere Information zusätzlich mit hinzuzufügen. Also ging ich in einen renommierten Buchladen mit einer Abteilung für Wanderkarten in Nürnberg und wollte ein Buch über Kartenkunde kaufen. Was geschah?

Die Verkäuferin sah mich mehr als verwundert, ja fast ungläubig, an und sagte, dass Sie seit über 20 Jahren hier schon arbeite und noch nie so eine Anfrage gehabt hätte. Das will sowieso keiner mehr im Zeitalter des GPS und was sind denn Gaus-Krüger-Koordinaten oder gar Soldner Koordinaten? Sie kenne nur UTM und GPS. Sie hat mich daher mitleidig angelächelt und gemeint sie habe nichts für mich. Keine digitale Suche, kein Frage bei einer Kollegin und schon gar keine Nachfrage was ich denn genau haben wolle. Kundenorientierung vom Feinsten.

Also schreibe ich dieses Handbuch damit Informationen zur Kartenkunde für die Orientierung zusammengetragen werden.

Ich versuche alle Inhalte klar und verständlich darzustellen, das Geschriebene soll mein erstes Handbuch zur Orientierung mit Kompass, Karte, Schrittzähler und Kartenmesser ergänzen und den Leser dazu anregen sich mit weiteren Inhalten selbst auseinanderzusetzen. Viele Inhalte findet man in Büchern zur Kartographie und Kartenkunde. Quellhinweise füge ich selbstverständlich mit bei.

Viele Bilder und Informationen in diesem Handbuch kommen aber auch aus meiner praktischen Erfahrung als Offizier der Bundeswehr und meinem Studium zum Vermessungsingenieur. Praktische Tipps zur Planung einer Tour, wie lese ich die Karte und wie gehe mit ihr um kommen mit vor. Alle Inhalte und das Handbuch im pdf Format sind frei verfügbar und kosten absolut nichts. Über ein kleines Dankeschön, wenn es dem Leser gefallen hat, würde mich aber sehr freuen.

Ich wünsche Allen viel Spaß beim Lesen und Umsetzen bei der Orientierung mit der Karte im Gelände. Sollten Sie Interesse haben, auch Wissenswertes über den Umgang mit einem Kompass zu erhalten, empfehle ich Ihnen mein erstes Handbuch.

Die Plattform lebt vom Dialog – Feedback und Anregungen sind jederzeit willkommen.

Frank Liebau

Röthenbach a.d.Pegnitz, im Januar 2013

Vorwort zur 2ten Auflage

Irgenwann sollte man meinen, es sei genug geschrieben und man sollte sich auch mal anderen Dingen zuwenden als irgendwelche Bücher zu verfassen. Mittlereile habe ich mein drittes Buch „Die Kompassmacher aus Nürnberg-Fürth-Erlangen“ beendet und nun juckt es mich schon wieder mein zweites Buch, das Handbuch zur Kartenkunde, zu optimieren.

Ich bekomme relativ viele Emails in denen konkrete Fragen zur Orientierung im Gelände gestellt werden oder Anfragen Schulungen zur Orientierung im Gelände mit einem Anteil Kartenkunde durchzuführen. Da ich auch einer anderen Beschäftigung nachgehe mach ich das gern auch mal so nebenbei am Wochenende sofern es mir meine Zeit und meine „bessere Hälfte“ erlaubt.

Mir fällt auf, dass viele junge Menschen, die mittlerweile 30 Jahre jünger sind als ich, mit einer Karte nicht mehr allzu viel anfangen können. Auf meiner Arbeit kenne ich viele, die meinen, dass ohne Navigationsgerät eine Orientierung (mit dem Auto) nicht mehr so ohne weiteres möglich sei, sie sich in einer fremden Großstadt nur schwer zurecht finden und ins unbekannte Gelände gehen sie schon zweimal nicht. Das wiederum finde ich sehr schade.

Daher möchte ich nun heute beginnen die Theorie, welche bisher vermittelt wurde, auch praktisch und anschaulich zu unterlegen. Dabei versuche ich dies nicht allzu stark mit meinem ersten Handbuch zur Orientierung zu vermengen. Viele Beispiele stammen noch aus meiner Bundeswehrzeit, es kann daher sein, dass Übungen zum Erlernen dem einen oder anderen Leser bekannt vorkommen. Natürlich soll das mit einem hohen Erlebnisfaktor verbunden sein und selbstverständlich werden die Bilder dazu auch nicht fehlen.

Ich werde daher den einen oder anderen bestehenden Inhalt ergänzen oder neu bearbeiten, in der Hoffnung alle Inhalte klar und verständlich rüberzubringen.

Sollte Fragen aufkommen oder irgendein Sachverhalt unklar sein, stehe ich Ihnen gerne mit Rat und Tat zur Seite.

Frank Liebau

Röthenbach, im September 2014

Einführung in die Kartenkunde

Die Kartenkunde liefert uns bereits im Vorfeld einer Wanderung oder Tour die Möglichkeit sich mit dem Gelände vertraut zu machen und seinen Weg zu planen. Der Anwender kann darauf vertrauen, dass er mittels der Karte ein aktuelles Abbild der Umgebung auf der Karte wiederfindet. Wege, Waldränder, Städte, Einsiedlerhöfe, Hochspannungsleitungen, Geländesteigungen und -gefälle, Täler, Flüsse und Seen etc. sind dort aufgeführt. Dafür gibt es entsprechende Zeichen und Symbole die es gilt zu kennen und zu lesen. Das Wissen dazu gibt die Kartenkunde

Das Wunschdenken eines Kartenlesers ist es, das die Karte sowohl alle Längen, Flächen als auch Winkel wahrheitsgetreu abbildet. Leider ist das nur ein Wunsch. Eine Karte kann nicht alle Kriterien gleich gut erfüllen. Das hängt mit der Projektion und den Kartennetzentwürfen zusammen. Was das genau bedeutet werde ich in einem eigenen Kapitel ansprechen, aber nicht in der Tiefe, mit der es ein Kartograph machen würde. Ich werde mich da auf das Wesentliche beschränken.

Weiterhin muss die Karte vollständig sein. Dies ist aber auch vom Maßstab der Karte abhängig. Je größer der Maßstab, desto mehr Inhalte können auf der Karte aufgezeigt werden. Die Vielzahl an Informationen kann aber auch zu einer Überfrachtung der Karte führen. Das Zusammenfassen aller wichtigen Inhalte zu einem großen Ganzen ist hier ebenso von Belang. Weiterhin müssen die Schrift und Kartenzeichen geschickt angeordnet sein um den Anforderungen an einer guten Karte zu entsprechen.

Bei E. Imhof wird daher eine Karte als „verkleinertes, vereinfachtes, inhaltlich ergänztes und erläutertes Grundrissabbild der Erdoberfläche bezeichnet.“

Bei einer Durchschlageübung in meiner Bundeswehrzeit in der Region von Idar-Oberstein im Hunsrück stand ich auf einer riesigen Waldlichtung – ich sollte aber nach meiner Karte mitten im Wald auf einer Wegekreuzung stehen. Nein – ich hatte mich nicht verlaufen. Meine Karte war schon über sieben Jahre alt und anscheinend nicht mehr aktuell.

Der Zwang der schnellen und genauen Orientierung hängt also auch von einer aktuellen Karte ab.

Mit Geschick, meinem Kompass und auch etwas Glück war ich noch rechtzeitig am Ziel.

Die Vermessung von Objekten als Grundlage für die Erstellung einer Karte

Bevor wir mit der Erstellung einer Karte beginnen, müssen wir die Objekte einmessen. Das geschieht durch sogenannte topographische Vermessungen. Topographie bedeutet lt. Duden eine „Beschreibung und Darstellung geografischer Örtlichkeiten“. Die Topographie gehört als Teilgebiet zur Geodäsie, welche alle Verfahren zur Erfassung von Objekten umfasst.

Die verschiedenen Aufnahmeverfahren

Die Geländeaufnahme mittels Bussole:

Grundlage für genaue Vermessungen sind präzise Instrumente. Bis in das 19. Jh wurde die Bussole, ein Kompass mit Winkelteilkreis und einer Visiereinrichtung, verwendet. Ein Beispiel dazu ist die Bussole von *Schmalcalder*. Hier ist die Beschreibung:

„Charles Augustus Schmalcalder war ein in Deutschland geborener Optiker und Hersteller mathematischer Instrumente. Er entwickelte ein System weiter, das ein anderer deutscher Immigrant, Henry Kater (1777-1835), bereits 1811 erfunden hatte. Letzterer nannte sein Gerät 'mirror azimuth' bzw. Kater-Kompass. Es bestand aus einem konventionellen Magnetkompass, der mit einem geneigten Spiegel und optischen Linsen bestückt war. Schmalcalder beschrieb sein Gerät in seinem Patent (Nr. 3545 vom 5. März 1812) mit dem Titel 'Certain Improvements in Mathematical Instruments'. Er ersetzte den empfindlichen Spiegel durch ein viel solideres und langlebigeres Prisma. Das Prisma war am Instrument über dem Rand der Kompassrose in rechtem Winkel angebracht. Mit einer Genauigkeit von einem Drittelgrad wurde es bei Landvermessern rasch beliebt, und als Schmalcalders Patent erlosch, wurde es von londoner Herstellern optischer Instrumente wie William Cary, Thoughton und Simms in großem Stil kopiert.“
(Bild und Text aus http://www.compassmuseum.com/images/geo2/fb01_dial_gr.jpg)



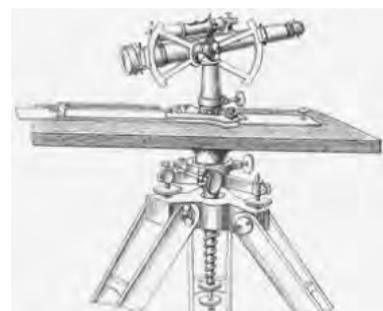
Weitere interessante historische Kompassse finden Sie im Virtuellen Kompassmuseum von Herrn J.-P. Donzey.

Die Geländeaufnahme mittels Messtisch:

Seit dem 16. Jh. wurde die Geländeaufnahme mit einem innovativem Instrument, dem Messtisch, durchgeführt. Man konnte Gelände oder auch Objektpunkte anzielen und die Richtungen und Entfernungen zu ihnen im richtigen Maßstab abtragen.



Die dazu gehörenden Messinstrumente werden als **Kippregeln** bezeichnet. Kippregeln sind Instrumente zur simultanen Messung aller drei Komponenten der räumlichen Polarkoordinaten eines Punktes.



(Bilder aus <http://www.history-of-geodesy.ch/default.aspx?navid=23>)

Detaillierte Informationen zum Messtisch:

Ein Messtisch ist ein (historisches) Arbeitsmittel des Geodäten oder Topografen bei der Geländeaufnahme zur Herstellung von Kataster- bzw. Geländeplänen nach der grafischen bzw. zeichnerischen Methode. Er besteht aus Holz mit genau planarer und verzugsfreier Oberfläche und lässt sich mittels Libelle horizontieren. Die Größe beträgt typischerweise 40×40–60×60 cm.

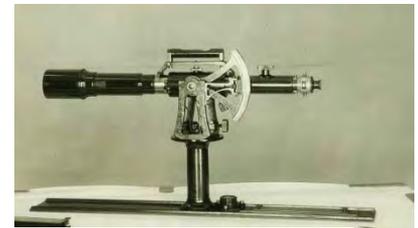


Der Meßtisch wurde zum Zweck der Winkelmessung auf ein dreibeiniges Messstativ aufgeschraubt, das man zentrisch über einem Vermessungspunkt aufstellte. Auf der Holzplatte wurde das Aufnahmeblatt, ein Zeichenblatt oder eine zu aktualisierende Karte (auch Kartierung genannt) befestigt. Die Orientierung des Messtischblattes erfolgte je nach Zweck der Aufnahme nach Norden, Süden oder einer bevorzugten Richtung in der Landschaft (z.B. Talverlauf). Zur Ausrichtung nach geografisch Nord siehe *Orientierung (Karte)*.

Der Punkt (meist ein Vermessungspunkt) über dem der Messtisch aufgebaut war, wurde mit der Lotgabel oder einem anderen geeigneten Hilfsmittel auf das Aufnahmeblatt (meist mit einer Kartiernadel) durch einen Einstich, das „Pikieren“ auf das Aufnahmeblatt übertragen.

Wichtigste Arbeitsmittel auf dem Messtisch waren:

- Eine Lotgabel, um die Kartierung mit einem markierten Bezugspunkt über dem Lotpunkt des Tisches zu positionieren
- Die frei bewegliche Kippregel oder ein Diopterlineal – genau auf den mit der Kartiernadel markierten Messpunkt – um Richtungen zu Detailpunkten im Gelände zu messen und einzzeichnen
(Quelle Bild: http://de.wikipedia.org/wiki/Kippregel#mediaviewer/File:Plane_table_cgs00426.jpg)
- Eine Bussole (Peilkompass)
- allgemeines Zeichengerät, wie Bleistift, Radiergummi, Zeichendreiecke, Maßstäbe, Lineale, Schablonen, Transporteur, etc.
- Kartiernadel



Nach Abschluss der Messungen wurde die Kartierung mit den aufgenommenen Detail- und Grenzpunkten im Büro ins Reine gezeichnet. Der Messtisch ist dabei auch namensgebend für das Messtischblatt. Bei kleinen Operaten wurden manchmal statt Vermessungspunkten auch zunächst unbekannte Standorte verwendet, deren gegenseitige Lage durch grafische Triangulierung bestimmt wurde.

Vereinzelt werden noch heute ähnliche Instrumente für einfache Vermessungen eingesetzt. Die grafische Methode hat den Vorteil, im kleinen Bereich ohne Berechnungen auszukommen. (Quelle Text und Bild http://de.wikipedia.org/wiki/Messtisch#mediaviewer/File:Noaa_theb1713_1.jpg)

Theodolit und Tachymeter:

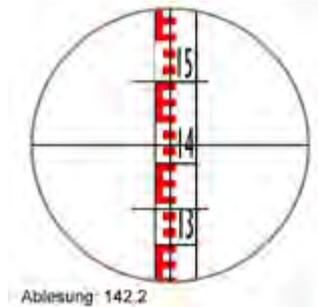
Der Theodolit war der nächste Schritt. Mit ihm konnten sowohl vertikale als auch horizontale Winkel gemessen werden.

(Bild aus <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Theodolit-zeiss.JPG>)

Die Entfernung wurde durch Ablesung auf einer Meßplatte ermittelt. Es handelt sich um eine indirekten Entfernungsermittlung in Verbindung mit den Reichenbachschen Distanzfäden.



„Distanzstriche, auch Distanzfäden oder Reichenbach'sche Distanzfäden, sind ein Paar paralleler von der Mitte gleichabständiger Striche auf der Strichplatte von Zielfernrohren von Vermessungsinstrumenten und Schusswaffen. Sie werden zur Ermittlung der Entfernung eines Gegenstandes benutzt. Aus dem metrischen Abstand, z.B. abgelesen an einer Nivellierlatte, kann die Entfernung durch einfache Rechnung ermittelt werden. Meist sind die Distanzfäden in einem Abstand angebracht, bei dem die Entfernung durch Multiplikation des abgelesenen Abstandes mit dem Faktor 100 ermittelt wird.



Im Bild beträgt der abgelesene Abstand auf der Nivellierlatte mit Dezimeterteilung:
 $(15 \text{ dm} - 13,45 \text{ dm}) \times 100 = 1,55 \text{ dm} \times 100 = 155 \text{ dm} = 15,5 \text{ m.}$ “

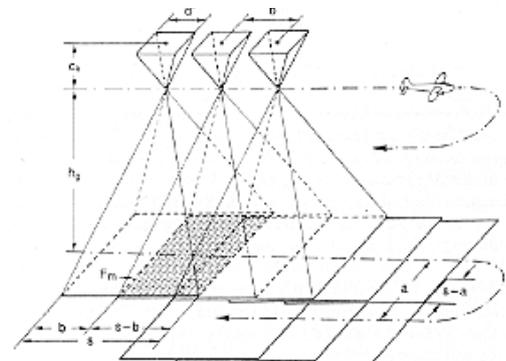
(Bild und Text aus <http://de.wikipedia.org/wiki/Distanzstrich>)

Das Tachymeter ist nun eine Weiterentwicklung des Theodoliten. Mit ihm konnte man nun zusätzlich auch gleichzeitig Schrägstrecken messen. Es dient zur schnellen Einmessung von Punkten. Es werden optische und elektronische Tachymeter unterschieden. Mittlereile müssen die Horizontalstrecke und der Höhenunterschied nicht mehr errechnet, sondern können direkt aus dem Instrument abgelesen werden. (Bild aus http://www.geoconsulting-fw.de/bilder_leica_tachymeter.html)



Die **Luftbildmessung** ist die wichtigste Methodengruppe der Photogrammetrie. Die Vermessung von Objekten der Erdoberfläche erfolgt mittels Messbildern, die von zwei oder mehreren Kamera-Standpunkten in der Luft gemacht werden. Im Regelfall fliegt ein Messflugzeug das Gelände streifenförmig ab und die Messkamera wird derart automatisch ausgelöst, dass sich je zwei aufeinander folgende Bilder um etwa 60% überdecken. Dieser Überdeckungsbereich kann dann bei jedem "Bildpaar" mittels Stereophotogrammetrie ausgewertet werden.

Meist wird das Gelände in Form eines rechteckigen Bildblocks befliegen, was neben der oben genannten Längsüberdeckung auch eine ausreichende *Querüberdeckung* der einzelnen Flugstreifen von etwa 20-25 % erfordert. So wird das aufgenommene Gelände nach und nach mäanderförmig abgedeckt und kann bei der anschließenden Auswertung mittels terrestrisch eingemessener Passpunkte in das Koordinatensystem der Landesvermessung transformiert werden. Als Alternative zu Bildblöcken kommen heute digitale Sensoren zur Anwendung, die das Gelände vergleichbar mit einem Flachbettscanner in Flugrichtung zeilenweise aufzeichnen in diesem Fall ergibt sich ein einziger Bildstreifen pro Fluglinie. (Bild und Text aus <http://de.wikipedia.org/wiki/Luftbildmessung>)



TIPP: Luftbilder mit Überflugdatum erhalten Sie auf der Website des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie: http://sg.geodatenzentrum.de/web_openlayers/dop_viewer_ol.htm

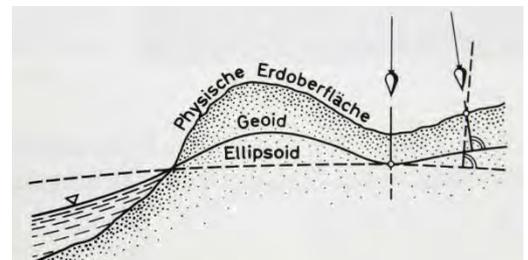
Bezugsflächen für die Erstellung von Karten

Als Laie stellt man sich das sehr einfach vor. Ich sehe die Landschaft mit Geländevertiefungen und -erhebungen, die unterschiedlichsten Geländebedeckungen wie Nadel- und Mischwald, Wiesen, als auch Bäche, Flüsse und Seen und verschiedenste Infrastruktureinrichtungen. Ich nehme die entsprechenden Symbole zeichne diese auf ein Blatt Papier und schon habe ich meine Karte. Sicher, das ist meine „Skizze“, von einer Landkarte bin ich aber noch weit entfernt.

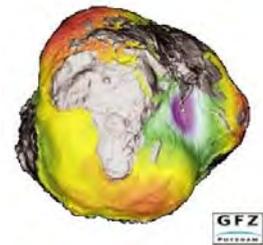
Objekte können aus mathematischen Gründen nicht direkt von der Erdoberfläche auf eine Ebene abgebildet werden. Ich benötige hier einen Zwischenschritt. All diese Punkte auf der Erdoberfläche müssen zunächst auf eine Bezugsfläche eingemessen werden. Grundsätzlich gibt es drei mögliche Bezugsflächen:

Die Erde als Geoid (der Erdform ähnlich)

Die physikalische Definition der Darstellung der Bezugsfläche führt zu dem Geoid. Dieses ist durch eine Fläche bestimmt, welches in jedem Punkt senkrecht zur Schwerkrafttrichtung steht. Diese Fläche kann man annäherungsweise mit der unter dem Festland fortgesetzten Meeresfläche vorstellen. Man projiziert nun alle Punkte, die oberhalb oder unterhalb der gedachten Linie der Meeresoberfläche liegen auf dieses Geoid. Da dies für Vermessungszwecke zu ungenau ist, verwendet man dieses Modell nicht. Man nutzt die mathematische Definition eines Rotationsellipsoids. Die größte Abweichung zwischen Geoid und den Rotationsellipsoiden beträgt ca. 50 Meter. (Skizze aus Günter Hake; Kartographie, Bd 1, 1982)

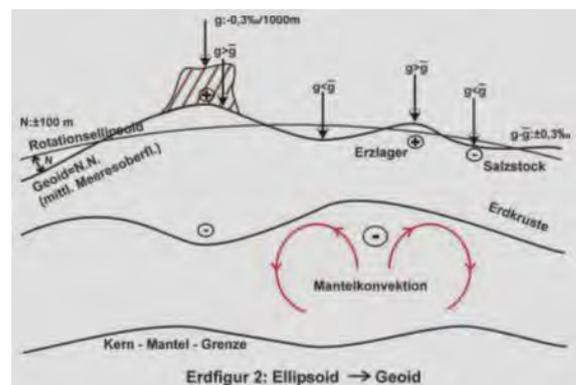


Sehr anschaulich kann man sich das Geoid wie auf dem Bild rechts vorstellen: „Die Masse auf unserem Planeten ist nicht gleichmäßig verteilt. So wird die Gleichgewichtsfläche (Äquipotentialfläche) deformiert. Die entstehende Figur der Erde mit unregelmäßiger Oberfläche wird Geoid genannt. (Skizze aus: <http://sfk.gfz-potsdam.de/deutsch/gfield.htm>)



Erklärung im Detail:

Die Wärme, die im Erdkern erzeugt wird, wird durch Konvektionsströme im äußeren Erdkern und im Erdmantel nach außen transportiert. Diese Prozesse führen zu einer unregelmäßigen Verteilung von Temperatur und Materie im Inneren der Erde. Daraus folgen Dichteverteilungen, die sich in Schwereanomalien und den Geoidvariationen an der Oberfläche zu erkennen geben. Durch eine ungleichmäßige Massenverteilung in der festen, auf dem zähflüssigem Mantel schwimmenden äußeren Hülle der Erde mit ihren großen Höhenunterschieden zwischen Meeresboden und Landoberfläche treten zusätzliche Anomalien auf.

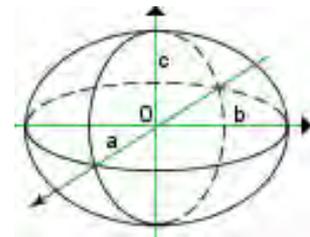


Die Abweichungen des Geoids von der Ellipsoidoberfläche, die Geoidundulationen, betragen aber höchstens 100 Meter nach oben oder unten. Aus Messungen dieser Geoidundulationen entstand das Bild der **Potsdamer Kartoffel**, die die Beulen und Dellen (stark überhöht) zeigt und aus denen die Geowissenschaftler Schlüsse auf die Dichteverteilung im Erdinnern und die damit in Verbindung stehenden physikalischen Prozesse ziehen.

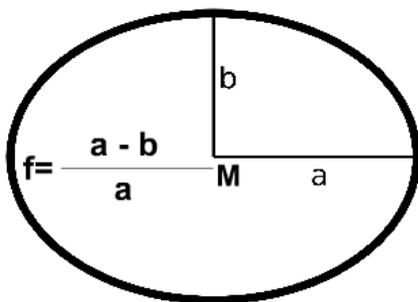
Anmerkung: Wenn die Erde nur mit Wasser bedeckt wäre, würde die Oberfläche exakt die Form eines Geoiden annehmen. Auf einem Geoid ist die Schwerebeschleunigung nicht überall gleich, doch wirkt sie immer senkrecht zur Geoidoberfläche.“ (Text und Bilder aus <http://sfk.gfz-potsdam.de/deutsch/gfield.htm>)

Die Erde als Rotationsellipsoid

Im Gegensatz zum Geoid ist eine Rotationsellipse eine mathematische Regelfläche. Diese ist für große und kleine Kartenmaßstäbe geeignet. Hier haben viele schlaue Mathematiker exakte Theorien entwickelt und sich in Form von eigenen Modellen ausgetobt. Unterm Strich hat der Erdradius eine Größe von ca. 6.370 km, der Erdumfang beträgt ca. 40.000 km. (Skizze aus <http://blatt.htu.tugraz.at/grundlagen>)



Es gibt ca. 100 verschiedene Ellipsoide, der Unterschied untereinander ist allerdings für den Otto Normalverbraucher minimal. Zum Vergleich (a und b sind hier die beiden Hauptachsen einer Ellipse, bzw. der Äquatroradius der Erde und die kleine Halbachse). Hier sind die bekanntesten Ellipsoide:



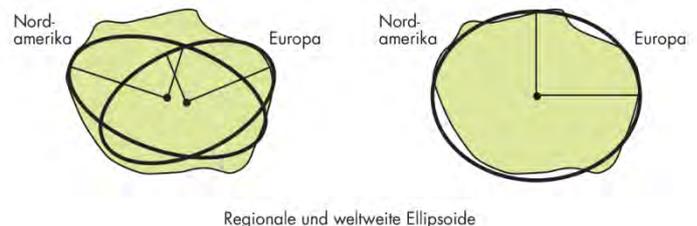
Große und Kleine Halbachse a, b und polare Abplattung f von ausgewählten Referenzellipsoiden.

| Name | Jahr | Große Halbachse a | Kleine Halbachse b | Polare Abplattung f |
|-------------------------|------|-------------------|--------------------|---------------------|
| WGS84 | 1984 | 6.378.137,0 | 6.356.752,3 | 1/298,257 |
| GRS 80 | 1980 | 6.378.137,0 | 6.356.752,3 | 1/298,257 |
| WGS 72 | 1972 | 6.378.135,0 | 6.356.750,5 | 1/298,260 |
| Krassovskij | 1940 | 6.378.245,0 | 6.356.863,0 | 1/298,300 |
| International (Hayford) | 1924 | 6.378.388,0 | 6.356.911,9 | 1/297,000 |
| Clarke | 1880 | 6.378.249,1 | 6.356.514,9 | 1/293,460 |
| Bessel | 1841 | 6.377.397,2 | 6.356.079,0 | 1/299,150 |
| Everest | 1830 | 6.377.276,3 | 6.356.075,4 | 1/300,800 |

Daten: Robinson et al. 1995, S. 45.

Skizzen aus <http://mars.geographie.uni-halle.de/geovlexcms/golm/kartographie/kartendarstellung/referenzellipsoid>

F.W. Bessel hatte bereits aufgrund von Schweremessungen erkannt, dass die Erde abgeplattet ist. Diese Form der Erde versuchte man nun seit dieser Zeit durch Rotationsellipsoide mathematisch genau zu beschreiben. Die Gesamtheit aller Parameter wird „Geodätisches Datum“ genannt. Das **WGS 84** wird weltweit als Grundlage bzw. Bezugsellipsoid für die UTM Abbildung herangezogen.



Skizze aus <http://www.ruhr-uni-bochum.de/geodaesie/download/Landkartenkunde.pdf>

Die Erde als Kugel

hier handelt es sich um ein vereinfachtes Modell für Kartennetzentwürfe mit einem sehr kleinen Maßstab (< 1: 1.000.000). Die Erde ist hierbei eine rotierende Kugel einer Rotationsachse in Nord-Süd-Richtung und einem Mittelpunkt im Massenzentrum. Die Entfernung der Erdoberfläche vom Massenzentrum ist konstant.

Den Griechen war es bereits bekannt - auch wenn es im Mittelalter geleugnet wurde - die Erde ist rund. Erathotenes von Alexandria (276-194 v.Chr.) berechnete den Erdumfang auf 32 km genau! Für Karten in kleinen Maßstäben und für navigatorische Berechnungen ist es vollkommen ausreichend, die Erde als vollkommene Kugel zu betrachten. Der Erdradius beträgt 6370 km. Der Erdumfang liegt bei 40003,2 km.

Text aus <http://www.gs-enduro.de/html/navigation/karte.htm>

Der Kartennetzentwurf

Nun gehen wir einen Schritt weiter. Wir messen auf der Erdoberfläche Objekte ein. Diese müssen über eine Bezugsfläche auf die ebene Karte projiziert werden.

Geoid, Rotationsellipsoid als auch die Kugel sind hier als geläufige Bezugsflächen zu nennen. Das sphärische (d.h. dreidimensionale) Koordinatensystem bildet ein Netz, welches auf eine ebene Fläche projiziert wird. Diese Abbildung wird Kartennetzentwurf genannt.

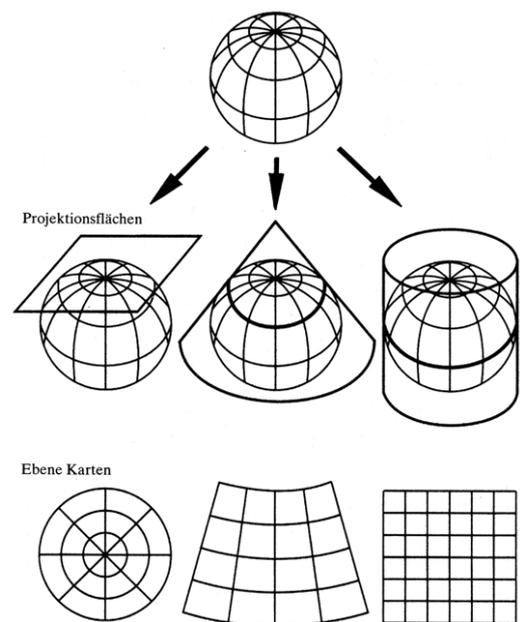
Wie kann man sich das bildlich vorstellen?

Wir haben unseren Geländeausschnitt und wollen diesen auf eine ebene Fläche abbilden. Um dies zu ermöglichen benötigen wir eine mathematische Projektion. Das Projektionszentrum ist z.B. der Erdmittelpunkt. Bei der sogenannten Merkatorprojektion wird das Koordinatensystem auf einen Zylindermantel abgebildet, dieser wird aufgeschnitten und ausgerollt.

Leider gibt es hier ein Problem. Alle Kartennetzentwürfe können die Erde nie verzerrungsfrei darstellen.

Es gibt sie nicht, die ideale Karte – sie kann nie gleichzeitig längen-, flächen- und winkeltreu sein. Dies nennt man auch die drei *Treueigenschaften*.

Selbstverständlich versucht man eine ideale Karte zumindest näherungsweise zu erreichen. Dazu bedient man sich geodätischer Netzentwürfe. So wie der Merkatorprojektion oder auch der Transversalen Merkatorprojektion. Skizze aus : <http://ig.hfg-gmuend.de/Members/christian/digitale-karten-arbeitstitel/kartenprojektionen>



Welche Arten von Netzentwürfen gibt es?

Hier gibt es eine Anzahl von Kriterien, die eine Einteilung der Netzentwürfe ermöglichen:

- Verzerrungen/ Treueigenschaften
- Form und Lage der Abbildungsfläche
- Lage des Projektionszentrums

Nach Verzerrungen oder auch Treueigenschaften

Hier gibt es die Einteilung nach längentreu (in radialer oder tangentialer Richtung), flächentreu (Flächen auf der Erde werden naturgetreu auf der Karte abgebildet), winkeltreu (hier wird die Form beibehalten, die Fläche an sich wird aber größer oder kleiner abgebildet).

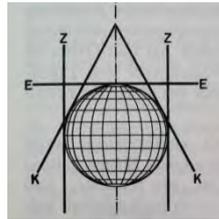
Nach der Form und Lage der Abbildungsfläche

(Skizzen aus Günter Hake; Kartographie, Bd 1, 1982)

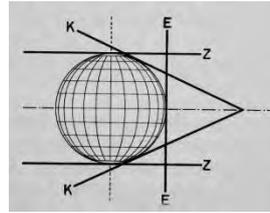
E: Ebene

K: Kegel

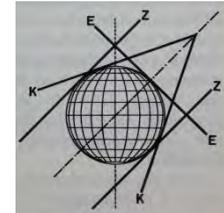
Z: Zylinder



Normale Abbildungen
polständig



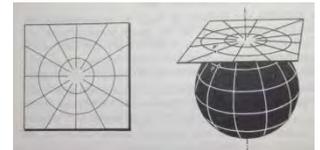
Transversale Abbildungen
äquatorständig



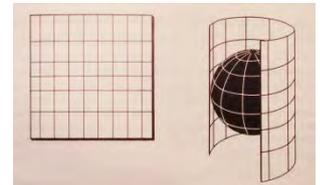
schiefachsige Abbildungen

Ebene oder auch Azimutalprojektionen eignen sich besonders für Gebiete mit kreisförmiger Gestalt (Nordpol und Südpol), in schiefachsiger (schräger) und transversaler Lage ist diese Projektion auch für flächentreue Erdteilkarten geeignet.

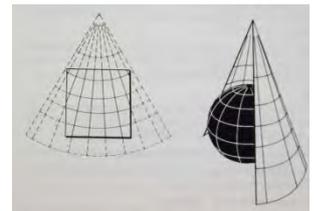
(Quelle Bild aus Günter Hake, Kartographie Bd 1; 1982)



Zylinder oder auch Zylinderprojektion eignen sich besonders für Regionen im Bereich des Äquators in normaler Lage oder bei einem Meridian in transversale Lage. In normaler Lage entsteht eine winkeltreue Projektion (Merkator-Projektion), bei einer transversalen Lage wird dies Projektion als winkeltreue Abbildung für topografische Karten eingesetzt. (Quelle Bild aus Günter Hake, Kartographie Bd 1; 1982)



Kegel oder auch Kegelprojektion (Konische Projektion) eignen sich für Gebiete mittlerer Geografischer Breite und starker Ost-West-Ausdehnung (Quelle Bild aus Günter Hake, Kartographie Bd 1; 1982)



Die Abbildungsfläche hat die Erdkugel bisher nur berührt (Berührungsprojektion). Diese kann aber auch die Erdkugel schneiden (orthogonale Schnittprojektion).



Berührungsprojektion



Orthogonale Schnittprojektion

Die Gerade ist hier die Abbildungsfläche, die Erdkugel als Kugel dargestellt. Je länger die Pfeile dargestellt sind, desto größer sind auch die örtlichen Verzerrungen.

(Quelle :Wir Kartographen, Lukas Wehner, perpetuum publishing, 2010)

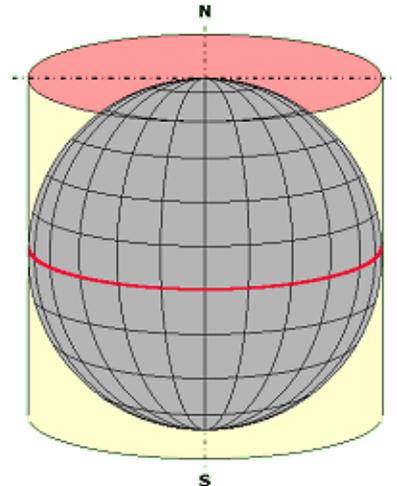
Nach Lage des Projektionszentrums

Drei Positionen kommen als Projektionszentrum in Frage:

- Zentral (gnomonisch): im Erdmittelpunkt
- Stereographisch: in einem Punkt auf der Erdoberfläche
- Orthographisch: projizierende Lichtstrahlen fallen parallel ein

Zu den wichtigsten Projektionen gehören:

„Die **konforme Mercator-Projektion** ist eine winkeltreue Kartenprojektion, die besonders zur Navigation in der Schifffahrt eingesetzt wird. Sie wurde nach ihrem Erfinder dem Kartografen *Gerhard Kremer* benannt, der dem damaligen Zeitgeist entsprechend seinen Namen lateinisierte und sich Gerhard Mercator nannte.



Um die Erde wird ein Zylinder gelegt (Zylinderprojektion), der diese am Äquator berührt. Es werden nun alle Punkte vom Globus auf den Zylinder übertragen. Rolllt man danach den Zylinder ab, so erhält man eine winkeltreue, plane Karte der Erdoberfläche.

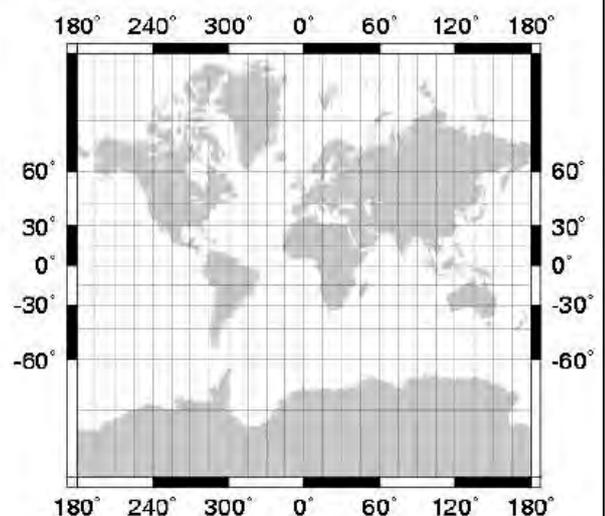
Da der Äquator die Berührungslinie von Zylinder und Globus ist, wird dieser längentreu abgebildet. Zum Nord- und Südpol hin werden die Verzerrungen immer größer. Dadurch ist die Insel Grönland (2,2 Mio. km²) in dieser Kartenprojektion fast so groß dargestellt wie der Kontinent Afrika (30,3 Mio. km²). Die Mercator-Projektion ist also nicht flächentreu. Der Nord- und der Südpol können nicht dargestellt werden, da der projizierte Punkt im Unendlichen liegen würde.“

Der große Vorteil der Mercator-Projektion liegt jedoch in der Möglichkeit, Kurslinien auch über große Distanzen als gerade Linie abbilden zu können. Die Kurslinie schneidet die Meridiane stets unter gleichem Winkel. Die Karte ist somit winkeltreu aber nicht flächentreu. Gerade wegen dieser Eigenschaft revolutionierte die Mercatorkarte die Navigation und markierte den Wechsel der Kartografie von der Kunst zur mathematisch exakten Wissenschaft, der Kartografie. Die meisten Seekarten sind bis heute Mercatorkarten.

Die konforme (=winkeltreue) Mercator-Projektion wurde in Europa zuerst von Etzlaub (1511) und Mercator (1569) beschrieben und angewendet. Die Bilder der Meridiane sind äquidistant, die Abstände der Breitenkreise vergrößern sich zu den Polen hin, an den Polen hat die Abbildung Singularitäten, deshalb ist sie dort unbrauchbar.

Die Darstellungen der Erde in dieser Projektion enden deshalb bei ca. 80 Grad Breite.

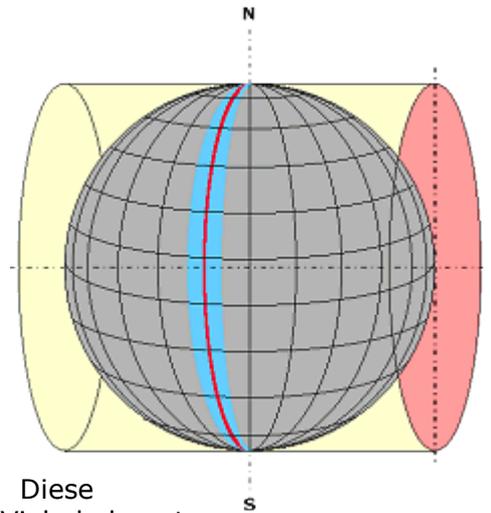
(Text und Bild aus <http://www.informatik.uni-leipzig.de/~sosna/karten/mercator1.html>) und aus <http://www.kowoma.de/gps/geo/Projektionen.htm>)



Transversale Merkatorprojektion

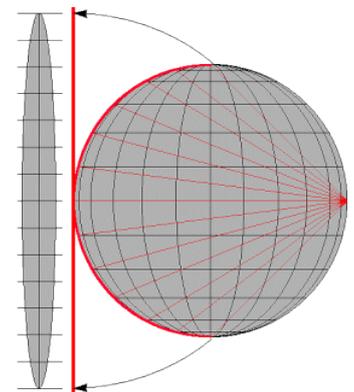
Bei der Transversalen Merkatorprojektion, der bedeutendsten Projektion, werden keine Abschnitte der Erde mit einem festgelegten Meridianstreifensystem auf einen querachsigen (transversalen) Zylinder übertragen. An den Rändern treten nur kleine Verzerrungen auf.

Bei einer Zylinderprojektion sind die Verzerrungen dort am geringsten, wo der Zylinder die Erdoberfläche berührt. Daher wird bei topografischen Karten der Projektionszylinder um 90° gekippt. Er berührt den Erdkörper an einem Längskreis, dem sog. Bezugsmeridian. Eine definierte Fläche zu beiden Seiten des Bezugsmeridians, der sog. Meridianstreifen wird dann auf dem Zylinder abgebildet. Je schmäler der abzubildende Meridianstreifen gewählt wird, desto geringer fallen nachher die Verzerrungen aus.



Im Bild rechts die transversale Mercatorprojektion. Diese Projektionsart wird auch Gauss-Krüger-Projektion genannt. Viele bekannte Koordinatensysteme für Karten verwenden diese Projektion. So das UTM-System, Gauß-Krüger,...

Für die Verwendung dieser Projektion auf Karten wird nicht von einer Lichtquelle in der Kugelmittle ausgehend alles projiziert sondern ein jeweils nur wenige Grade breite schmale Streifen. Die Meridiane, an denen sich Kugel und Zylinder berühren, nennt man Bezugsmeridiane. Jede der Streifen besitzt einen Bezugsmeridian, an dem die Projektion verzerrungsfrei ist. Dadurch, dass die Streifen nur sehr schmal sind, lassen sich die Verzerrungen minimieren. (Text und Bilder aus <http://www.kowoma.de/gps/geo/Projektionen.htm>)



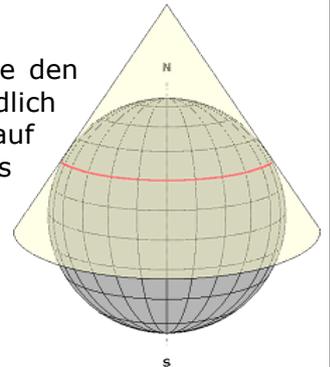
Die transversale Mercatorprojektion diente als Grundlage der von Carl Friedrich Gauß in den Jahren 1827 bis 1860 durchgeführten topografischen Landesaufnahme des Landes Hannover. Johann Heinrich Louis Krüger (1857-1923) hat die Idee der Gaußschen Abbildung auf die Oberfläche des Rotationsellipsoids übertragen und dies in einer Arbeit mit dem Titel "Konforme Abbildung des Erdellipsoids in der Ebene" im Jahre 1912 vorgestellt. Das Projektionsverfahren ist die Grundlage vieler moderner topografischer Kartenwerke und wurde 1927 als amtliche Vermessungsmethode in Deutschland eingeführt.

Mit dieser Methode lässt sich die dreidimensionale Oberfläche des Erdkörpers weitgehend flächentreu in der Ebene abbilden. Die geografischen Meridiane erscheinen später auf der Karte als gerade Strahlenbüschel mit dem Pol als Mittelpunkt. Die Breitenkreise werden als konzentrische und parallele Teilkreise mit dem Pol als Mittelpunkt abgebildet. Die Verzerrung wächst jedoch mit zunehmender nördlicher/südlicher Breite. Die transversale Mercator-Projektion kommt daher für eine Abbildung der Polregionen nicht in Betracht. (Bild und Text aus <http://www.gs-enduro.de/html/navigation/karte.htm>)

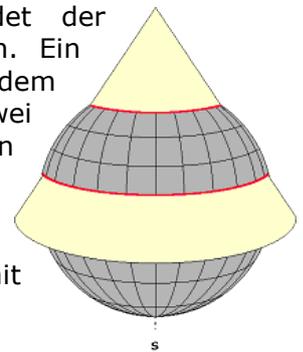
Kegelprojektionen

Bei einer Kegelprojektion erfolgt die Projektion der abzubildenden Erdoberfläche auf einen sie umhüllenden Kegelmantel. Die Projektion kann als einfache, konforme oder polykonische Kegelprojektion durchgeführt werden.

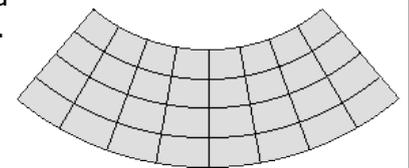
Bei der einfachen Kegelprojektion berührt die abzubildende Erdoberfläche den Projektionskegel entlang eines Breitengrades. Eine definierte Fläche nördlich und südlich des Bezugs Breitengrades, der sog. Breitenstreifen wird dann auf dem Kegelmantel abgebildet. Die so erzeugte Projektion ist entlang des Bezugs Breitengrades verzerrungsfrei. Diese nimmt jedoch proportional zur Entfernung vom Bezugs Breitengrad zu. Je schmaler der abzubildende Breitenstreifen gewählt wird, desto geringer fallen nachher die Verzerrungen aus.



Bei der konformen Kegelprojektion (Schnittkegelprojektion) schneidet der Projektionskegel die abzubildende Erdoberfläche in zwei Breitengraden. Ein definierter Streifen zwischen den zwei Breitengraden wird dann auf dem Kegelmantel abgebildet. Die so erzeugte Projektion ist an genau diesen zwei Breitengraden verzerrungsfrei, dazwischen jedoch nicht. Die Verzerrungen nehmen proportional zur Entfernung von den Schnittparallelen zu. Je schmaler der abzubildende Breitenstreifen gewählt wird, desto geringer fallen nachher die Verzerrungen aus. Sie sind aber erheblich geringer als bei der einfachen Kegelprojektion. Die Schnittkegelprojektion stellt somit einen erheblichen Fortschritt gegenüber der einfachen Kegelprojektion dar.



Bei der polykonischen Kegelprojektion werden mehrere Kegelprojektionen von mehreren Breitenstreifen durchgeführt. Die Kegel berühren die abzubildende Erdoberfläche jeweils an einem anderen Breitengrad. Der abzubildende Breitenstreifen wird dabei bewusst schmal gehalten, um die Verzerrungen zu minimieren. Durch Zusammenführen dieser begrenzten Kegelprojektionen können auch größere Gebiete sehr verzerrungsarm dargestellt werden. Sie lässt sich auch als Schnittkegelprojektion durchführen. *Diese Methode ist als Lambert-Schnittkegelprojektion die amtliche Projektionsmethode in Frankreich.*



Mit den Varianten der Kegelprojektion lässt sich die dreidimensionale Oberfläche des Erdkörpers weitgehend flächentreu in der Ebene abbilden. Die geografischen Meridiane erscheinen später auf der Karte als gerade Strahlenbüschel mit dem Pol als Mittelpunkt. Die Breitenkreise werden als konzentrische und parallele Teilkreise mit dem Pol als Mittelpunkt abgebildet. Die Verzerrung wächst jedoch mit zunehmendem Abstand von der Bezugsbreite bzw. den Schnittparallelen. **Die Kegelprojektion ist geeignet für die Darstellung von verhältnismäßig kleinen Räumen in mittleren Breiten.** Für eine weltweite Anwendung sowie für eine Abbildung der Polregionen kommt die Methode nicht in Betracht. (Text und Bilder <http://www.gs-enduro.de/html/navigation/karte.htm>)

Koordinatensysteme

Wir alle kennen das Problem sowie privat als auch beruflich:

Wir haben eine Verabredung und müssen uns an einem gewissen Ort zu einer gewissen Zeit treffen. Um nun für alle Beteiligten eine genaue Definition des Ortes zu geben, benötigen wir eindeutige Kennzahlen für den Treffpunkt wie z.B. das Hauptportal der Lorenzkirche in Nürnberg, der Schöne Brunnen auf dem Nürnberger Hauptmarkt oder der Henkersteg über der Pegnitz (natürlich alles in Nürnberg, wo sonst ☺). Man kann den Treffpunkt aber auch durch Koordinaten exakt bestimmen. Schon aus unserer Schulzeit kennen wir das rechtwinklige Koordinatensystem mit der x- und y-Achse. So etwas gibt es auch für unsere Karten. Welche Koordinatensysteme sind das?

Geografische Koordinaten

Längen- und Breitengrade

Um sich auf der Erde zurechtzufinden gibt es ein Gradnetz. Ein Punkt P ist durch seine geografischen Koordinaten – die geografische Länge und die geografische Breite bestimmt. Um nun zu wissen, wo man eigentlich steht, benötigt man ein räumliches (=sphärisches) Koordinatensystem.

Wichtig hierbei sind die beiden Pole, der Nord- und der Südpol, als auch der Äquator. Das Gradnetz scheidet sich in den jeweiligen Schnittpunkten jeweils im rechten Winkel. Die Halbkreise, welche von Pol zu Pol reichen nennt man *Längengrade* oder auch *Meridiane*. Am Äquator sind sie 111 km voneinander entfernt. Alle Kreise, welche parallel zum Äquator laufen sind die *Breitengrade*. Diese Kreise sind Vollkreise.

Bild aus <http://www.explorermagazin.de/gps/gpsbasic.htm>

Die Meridiane laufen im Norden und im Süden in einem Punkt zusammen. Dem Nord- bzw dem Südpol. Die Breitengrade haben alle den gleichen Abstand zueinander und sind parallel zum Äquator. Sie werden zum jeweiligen Pol immer kleiner. Wir haben insgesamt 360 Längengrade welcher jeder einen Halbkreis bildet.

Im Jahre 1911 wurde auf einer internationalen Konferenz der Meridian der Hauptsternwarte in Greenwich zum Nullmeridian bestimmt. Die Zählung erfolgt vom Nullmeridian bis 180 Grad ostw. Länge und 180 Grad westlicher Länge von Greenwich. Der 180.te Meridian ist gleichzeitig auch die Datumsgrenze.

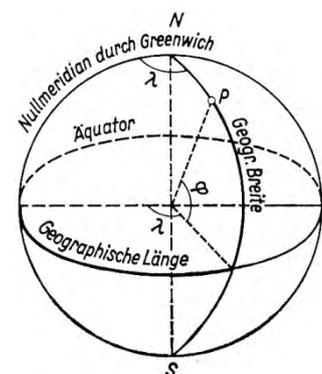
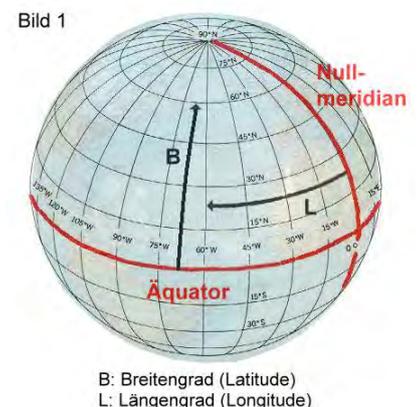
Bild Greenwich Meridian aus <http://www.heureka.clara.net>

Die geografische Länge λ

Die geografische Länge eines Ortes ist der Winkel an der Erdachse zum Nullmeridian. (Man stelle sich hierzu die Erde als Apfel vor, schneide ihn in der „Äquatormitte“ durch, suche den Nullmeridian auf der Äquatorlinie und bestimme den Winkel zum Meridian des gesuchten Punktes.)

Die geografische Breite φ

Die Breitenkreise verlaufen parallel zum Äquator. Man zählt nach Norden und Süden je 90 Breitenkreise und spricht somit von nördlicher und südlicher Breite. Ihr Umfang nimmt mit zunehmender Breite zu den Polen hin ab. Die geografische Breite eines Punktes ist nichts anders als der Winkel am Erdmittelpunkt zwischen der Äquatorebene und der Geraden zum Punkt auf der Erdoberfläche. Hört sich kompliziert an, ist es aber nicht. (Zeichnung aus Volquarts / Mattheus Vermessungskunde, Seite 3)



Geografische Koordinaten werden in Grad ($^{\circ}$), Bogenminuten ($'$) und Bogensekunden ($''$) angegeben. 1 Grad entspricht dabei 60 Bogenminuten, eine Bogenminute 60 Bogensekunden.

Warum gibt es eigentlich 360 Längengrade?

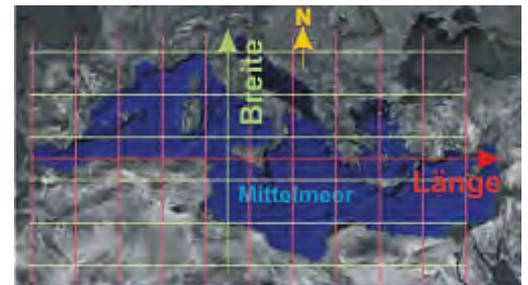
Die Erde dreht sich in 24 Stunden einmal um Ihre eigene Achse. Der Zeitunterschied von einem Längengrad zum nächsten beträgt 4 Minuten.

360 Längengrade mal 4 Minuten ergibt 1440 Minuten oder 24 Stunden.

Die Längenkreise haben am Äquator einen räumlichen Abstand von 111 Kilometer, zu den Polen gehend nimmt der Abstand stetig ab bis dieser gleich Null ist. In Deutschland haben die Meridiane einen Abstand von ca. 71 Kilometer im Mittel.

Ursprung der Begriffe Längengrad und Breitengrad.

Diese Begriffe leiten sich von der Länge und Breite des Mittelmeers ab, in dem die moderne Seefahrt und damit auch die Navigation ihren Ursprung hat. Sieht man sich das Mittelmeer auf dem Globus an, erkennt man, dass es so liegt, dass die Länge in Ost-West-Richtung läuft, während die Breite des Mittelmeers in Süd-Nord-Richtung verläuft. (aus <http://www.kowoma.de/gps/geo/laengenbreitengrad.htm>)



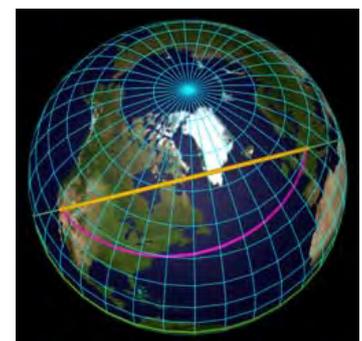
Großkreise, Ortodrom und Loxodrom als bedeutende Linien auf der Erdkugel

Großkreise lassen sich am einfachsten im Zusammenhang mit Flugrouten von Transatlantikflügen erklären. Man mag sich bei Anblick der Flugroute eines Fluges beispielsweise von Frankfurt nach Los Angeles eingezeichnet auf einer in Mercator Projektion gezeichneten Karte fragen: Warum fliegen die immer über Grönland, wenn es doch direkt viel näher wäre?

Hier spielt uns die Kartenprojektion und die Rundung der Erde einen Streich. Sehen wir uns auf nebenstehender Grafik einmal an, wie die in etwa geflogene Route (gelb) und die vermeintlich kürzeste Route (violett) auf der Karte an. Während die gelbe Linie einen Umweg über Grönland zu machen scheint, ist die Strecke mit etwa 9300 km um über 1000 km kürzer als die "direkte" violette Linie mit 10600 km. Warum das so ist, wird deutlich, wenn man sich die Erde dreidimensional als Kugel betrachtet.



Auf dem nächsten Bild sind wieder die "direkte" Linie in violett und die kürzeste Linie in gelb eingezeichnet. Hier wird jetzt auch deutlich, dass der Umweg obenrum über Grönland kein Umweg ist, sondern tatsächlich der kürzeste Weg. Hingegen ist die violette Linie ein Umweg der uns viel zu weit südlich führt. Die kürzeste Linie von A nach B auf einer Kugel führt immer über einen Großkreis. Ein *Großkreis ist ein Kreis, der den gleichen Radius wie die Kugel selbst hat.*



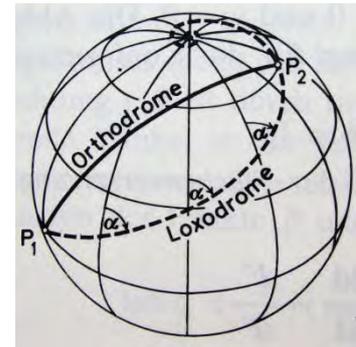
Bewegt man sich auf einem Grosskreis (hier gelb), ist das eine gerade Linie. So ist beispielsweise der Äquator ein Großkreis, alle Längengrade sind Großkreise und es gibt beliebige weitere, wie der auf der nebenstehenden Zeichnung eingezeichnete gelbe Kreis, auf den man senkrecht draufsieht.

Die Breitengradkreise sind (bis auf den Äquator) keine Großkreise, deren Radien nehmen ja in Richtung der Pole bis auf Null ab. So schneiden auch alle Großkreise den Äquator in zwei Punkten (was die Breitengradkreise nicht tun). In einer Mercator-Projektion sind die Großkreise von West nach Ost umso stärker gekrümmt, je näher sie an die Pole reichen. Der Äquator selbst ist auch auf dieser Karte eine Gerade. Die Längengrade, die ja ebenfalls Großkreise sind, sind bei diesen Karten immer Geraden, von Nord nach Süd fliegt man keine "Kurve", man kann einfach den Längengraden folgen.

Die Orthodrome ist ein Teil des Großkreises und damit die kürzeste Verbindung zwischen zwei Orten. Sie ist polwärts gebogen. Im Beispiel die gelbe Linie.

Die Loxodrome (auch Kursgleiche genannt) ist als die Kurve definiert, welche alle Meridiane im gleichen Winkel schneidet. Im Beispiel der vorhergehenden Seite, die violette Linie.

(rechtes Bild aus Günter Hake; Kartographie, Bd 2; 1982)



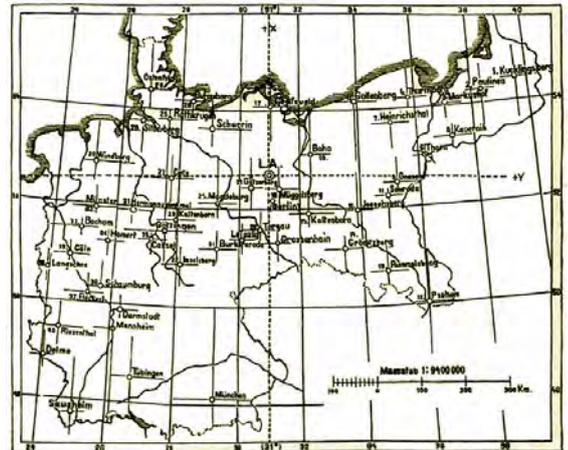
Die Loxodrome hat natürlich den einen Vorteil, dass auf einer Mercator-Karte eine gerade Linie zwischen Anfangspunkt und Endepunkt der Reise gezogen werden kann und dann die Linie alle Meridiane (Längengrade) im gleichen Winkel schneidet. Das bedeutet, man kann nach einem konstanten Kurs auf dem Kompass fahren oder fliegen und kommt (wenn auch auf Umwegen) zum Ziel. Würde man auf der violetten Kurve immer weiter fahren, so käme man auf einem spiralförmigen Kurs mit immer enger werdenden "Runden" irgendwann am Südpol an, während einen die gelbe Linie nach einer Umrundung der Erde wieder an den Ausgangspunkt zurückbringt.

(Text und Bild aus <http://www.kowoma.de/gps/geo/grosskreise.htm>)

Soldner Koordinaten

Georg Soldner, hat als Direktor der Münchner Sternwarte im 19. Jh. ein rechtwinkliges Koordinatensystem mit dem Zentralpunkt in München (Sternwarte, Kirchturm) geschaffen. Dieses sollte für das Vermessungsgebiet eines Landes gelten. Der Meridian durch diesen Zentralpunkt wurde die x-Achse, der Koordinaten Nullpunkt der Zentralpunkt. Es gab positive und negative Werte in diesem Koordinatensystem.

In diesem Soldner Koordinatensystem konnte man einfach rechnen, da in den rechtwinklig keinen Bezirken sich die sphärischen Koordinaten wie ebene Koordinaten betrachtet werden konnten.



Ende des 19. Jahrhunderts gab es fast 50 solcher Koordinatensysteme in Deutschland mit Nullpunkten in München, Tübingen, Darmstadt, Mannheim,...

Skizze aus http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:SoldnerKoordinatensysteme_um_1900.jpg&filetimestamp=20110219103811#file

Gauß-Krüger-Koordinatensystem

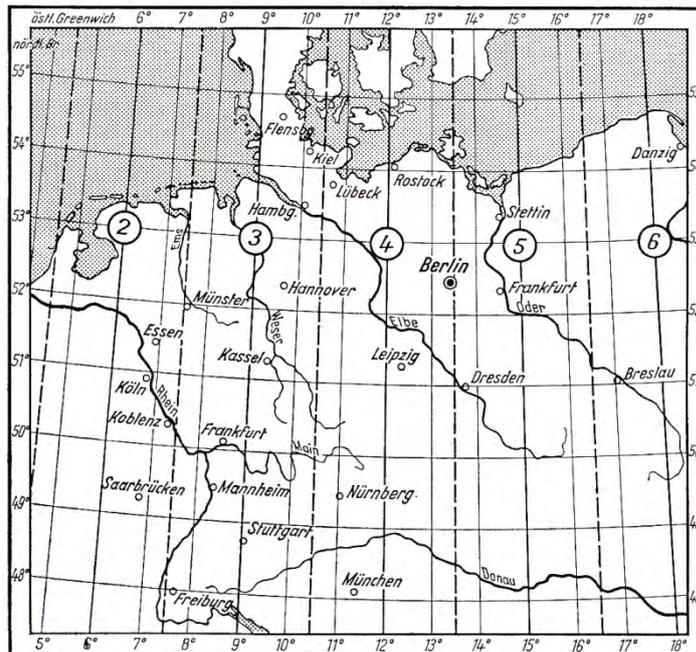
Dieses Durcheinander an Koordinatensystemen wurde von wenigen Meridianstreifen-systemen abgelöst. „Das Gauß-Krüger-Koordinatensystem ist ein rechtwinkliges Koordinatensystem, das es ermöglicht, jeden Punkt der Erde mit einer Koordinate (Rechts- und Hochwert) eindeutig zu verorten.

Das System wurde von Carl Friedrich Gauß und Johann Heinrich Louis Krüger entwickelt und wird vor allem im deutschsprachigen Raum seit 1923 genutzt. Sehr viele amtliche topografische Kartenwerke, insbesondere großer und mittlerer Maßstäbe, bauen auf dem Gauß-Krüger-Koordinatensystem auf. In der deutschen Kartografie und Geodäsie wurde dabei u.a. das Bessel-Ellipsoid genutzt. Die räumliche Festlegung dieses Ellipsoids im Erdkörper - die Lagerung des Ellipsoids - erfolgte für das damalige Preußen mit Hilfe des Zentralpunktes Rauenberg bei Potsdam. Generell können aber auch andere Ellipsoide verwendet werden.“ Die Umstellung erfolgte auf das internationale System WGS 84.

Wie werden die GK-Koordinaten dargestellt?

Die Erde wird in 3° breite Meridianstreifen aufgeteilt. Das heißt, jeder Meridianstreifen geht vom Nord- bis zum Südpol und seine begrenzenden Meridiane liegen genau 3° auseinander. Die Meridiane 6°, 9°, 12°, 15° östlich Greenwich werden jeweils als Hauptmeridiane im deutschsprachigen Raum bezeichnet.

| | Meridian westlicher Länge | | | Nullmeridian | Meridian östlicher Länge | | |
|------------|---------------------------|-----|-----|--------------|--------------------------|----|----|
| Längengrad | 9° | 6° | 3° | 0° | 3° | 6° | 9° |
| Kennziffer | 117 | 118 | 119 | 0 | 1 | 2 | 3 |



Zeichnung aus Volquarts / Mattheus Vermessungskunde, Seite 4

Hierbei muss man wissen, dass ein geodätisches Koordinatensystem die X- und Y- Achse mit dem uns bekannten mathematischen kartesischen Koordinatensystem vertauscht hat.

Der Y- und X-Wert wird in Metern angegeben. So gibt der X-Wert die Entfernung vom Äquator auf dem längentreu abgebildeten Meridian und der Y-Wert die Entfernung vom Meridian bis zum Punkt an. Um negative Werte bei den Y-Werten zu vermeiden, wird zu diesem Wert ein konstanter Wert von 500.000 m addiert (nicht jedoch in Österreich).

Der X-Wert kann direkt als Hochwert der Gauß-Krüger-Koordinate ausgegeben werden. Dem Y-Wert wird noch die Kennziffer des Mittelmeridians vorangeschrieben und man erhält den Rechtswert des Punktes. Bei der Nennung von Koordinaten werden diese immer in der Reihenfolge Koordinatenrechtswert und Koordinatenhochwert angegeben."

Beispiel:

Rechtswert: **3⁵60**

Ziffer **3** ist die Kennziffer: $3 * 3$ entspricht dem Hauptmeridian 9°

Ziffer **560**: Wert ist größer 500, der Punkt liegt daher östlich des Hauptmeridians mit dem Standardwert 500 und bedeutet 60 km östlich des Hauptmeridians 9°

Hochwert: **6058**

Der Abstand zum Äquator beträgt 6.058 km

Mit Hilfe eines Planzeigers kann man nun einen markierten Punkt auf der Karte exakt in Koordinaten bestimmen. Dazu verwendet man einen Planzeiger im Maßstab der Karte, liest als erstes den Rechtswert des Planquadrates 3560 und drei weitere Ziffern innerhalb des bestimmten Planquadrates.

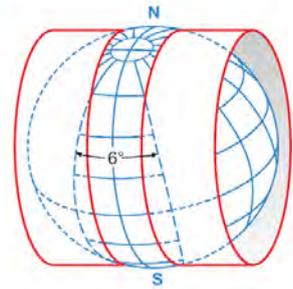
Der Rechtswert **3⁵60675** bedeutet also für die Bestimmung des Rechtswertes:

9° Hauptmeridian, östlicher Wert, 60675 m östlich des Hauptmeridians.

Das UTM-Gitter

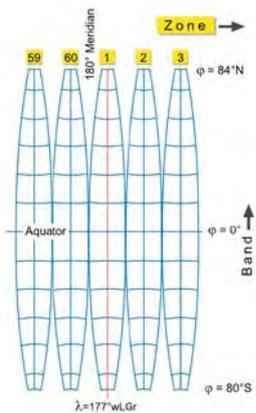
Jeder hat diesen Begriff schon mal gehört. Alle Nutzer von GPS Geräten benötigen UTM- Koordinaten um sich im Gelände zu orientieren.

Das Universale-Transverse-Merkator-System (UTM-Gitter) ist eine ebene konforme Meridianstreifenabbildung, ähnlich der Gaußschen Abbildung, jedoch mit 6° Meridianstreifenbreite. Der **x-Abstand** wird mit N (Nord) bezeichnet und auf dem Mittelmeridian vom Äquator in m angegeben, nach Norden mit 0, nach Süden mit 10.000.000 m beginnend (um negative Werte nach Süden zu vermeiden). Skizze aus www.Vermessung.bayern.de



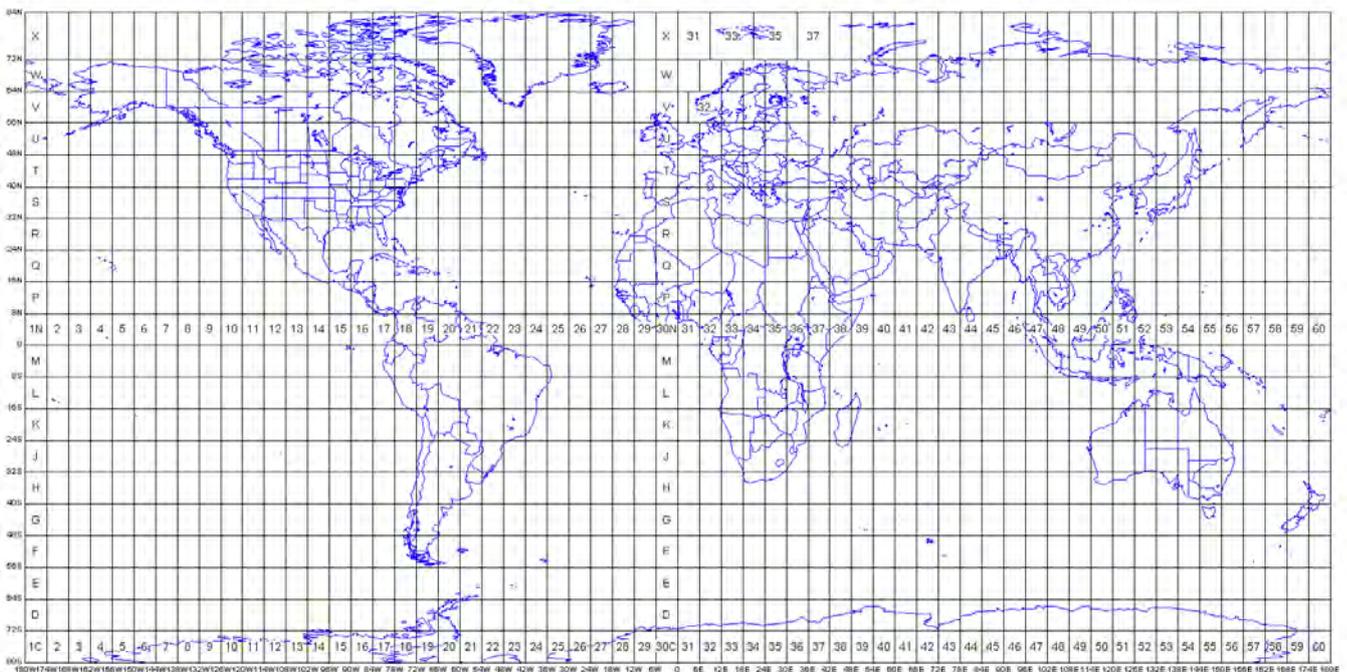
Der **y-Wert** ist der ebene Rechtswert plus 500.000 m mit E (East) bezeichnet. Vorgesetzt wird als Kennziffer die Streifenbezeichnung.

Die Erde wird in 60 Meridianstreifen mit einer Ausdehnung von je 6° Länge eingeteilt. Diese Streifen werden beim UTM-Gitter auch als **Zonen** bezeichnet. Die Nummerierung beginnt bei 180° und verläuft in östlicher Richtung fortlaufend. 20 Breitenbänder werden mit Großbuchstaben, bei C beginnend bis zum X, bezeichnet. Diese Bereiche heißen **Felder**.



Meridianstreifen-Schema der UTM-Abbildung

Die Einteilung der Welt in Zonen und Feldern

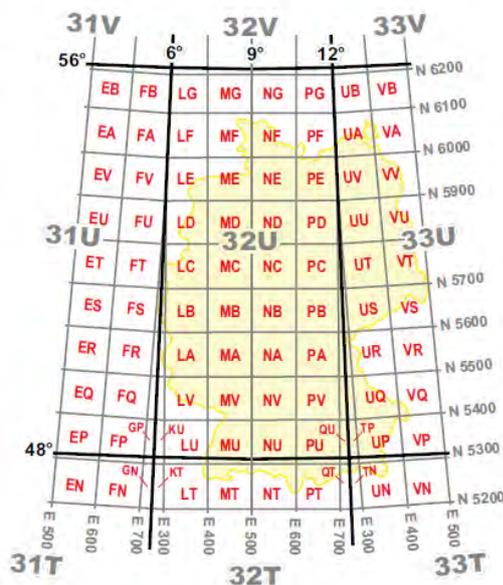


Skizze aus <http://www.dmap.co.uk/utmworld.htm>



Hier kann man sehr schön die Einteilung Europas in die unterschiedlichen Zonenfelder erkennen. Deutschland ist in die Zonenfelder 32U, 33U, aber auch im Süden noch in die Zonenfelder 32T und 33T eingeteilt.

Skizze aus Wikipedia



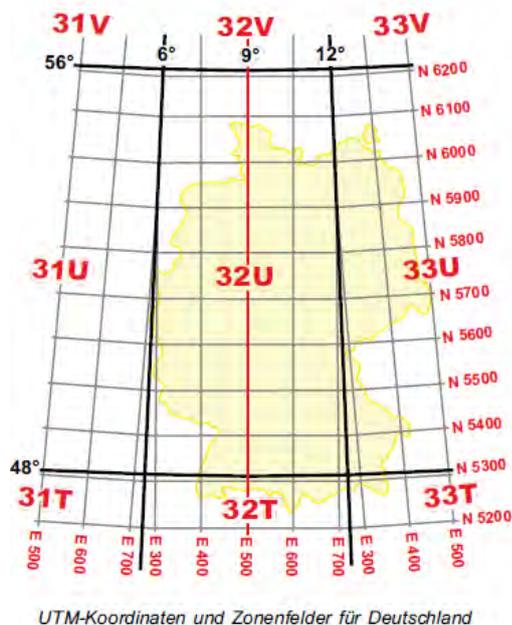
100 x 100 km² Meldegitter im UTM System für Deutschland

Aus den Zonen und den Feldern bestimmen sich die Zonenfelder. Das Entsprechende Zonenfeld ist jeweils auf der Karte bzw in der Koordinatenangabe angegeben.

In Deutschland findet man zum größten Teil das Zonenfeld 32U.

Um sich nun auch noch im Detail zu orientieren gibt es auch hier, wie beim Gauß-Krüger System, eine **Feineinteilung**. Auch hier gibt es Rechts und Hochwerte. Der Rechtswert heißt hier aber **Ostwert**, der Hochwert wird als **Nordwert** bezeichnet. Den Bezug stellen der Äquator für den Nordwert und der entsprechende Mittelmeridian für den Ostwert dar.

Skizzen aus www.Vermessung.bayern.de



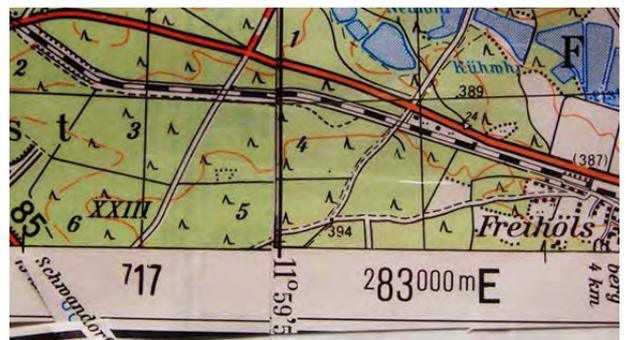
Der Hauptmeridian bekommt auch hier einen Vorgabewert von 500.000 m. (Beispiel: bei einem Ostwert von ⁴24 liegt die Gitterlinie 76 km westlich vom Hauptmeridian entfernt. (500 - 24 = 76).

Der Nordwert gibt auch hier den Abstand zum Äquator an (Beispiel ⁶⁴75: der Ort liegt 6475 km nördlich des Äquators oder 3525km südlich des Äquators) Licht ins Dunkle kann hier nur die Angabe des Zonenfeldes geben.

Skizze aus www.Vermessung.bayern.de

Ein Beispiel aus einer UTMRef Karte für den **Übergang am 12° Meridian.**

Man erkennt die ⁷17 Koordinate ostwärts vom 9° Hauptmeridian des Zonenfeldes 32U und die Koordinaten ²83 000m westwärts des 15° Hauptmeridians des Zonenfeldes 33U.



Wie funktioniert die Ortsangabe?

Hier wird, im Gegensatz zum Gauß -Krüger-System, zuerst das Zonenfeld, der Ostwert und dann der Nordwert angegeben.

Beispiel für eine beliebige Koordinate: **32U5756126024400**

Zonenfeld: 32U

Ostwert: 575612

Nordwert: 6024400

- Der Ort liegt im Zonengebiet 32U, also nördlich des Äquators!
- 75612m östlich des Hauptmeridians (die 5 wurde vernachlässigt, da Vorgabewert 500.000m) der Zone 32U
- 6024,400 km nördlich des Äquators

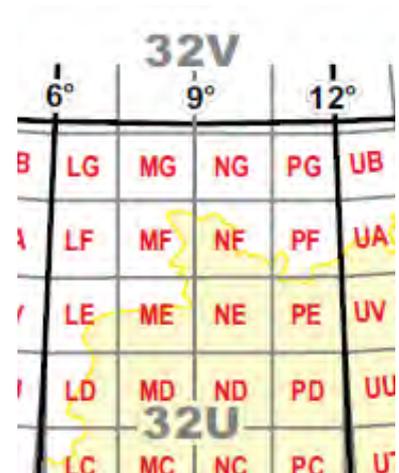
Das UTMRef (UTM Referenz System)

Es gibt zum UTM-System ergänzend auch noch das sogenannte UTMRef System, ein universelles Meldegitter.

Hier werden die Zonenfelder zusätzlich noch in 100km Quadrate unterteilt. Diese bekommen als Bezeichnung zwei Großbuchstaben.

Diese Buchstaben werden im Kartenrand genannt, manchmal auch in die Karte selber gedruckt. (siehe Beispiel). Die Bezeichnung erfolgt nach logischen Gesichtspunkten.

Diese Großbuchstaben ersetzen die kleinen hochgestellten ersten Ziffern der Nord- und Ostwerte. In jeder Zone kommen sie nur einmal vor und machen die Ortsangabe einfacher und schneller. Diese Karten werden von Rettungsdiensten und der Bundeswehr verwendet.



Skizze aus www.Vermessung.bayern.de

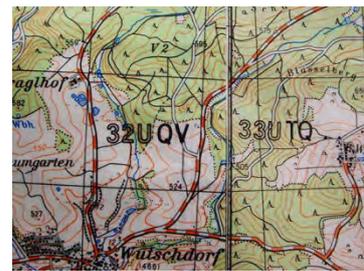
Anbei einige Beispiele:



100 km Quadrate PA/QA/PV/QV



100 km Quadrate PV/QV



Übergang der Zonenfelder
32U/ 33U

Hier ein Beispiel für die Bezeichnung der 100km Quadrate PA/QA/PV/QV. Man erkennt sehr deutlich den Schnittpunkt von vier und von zwei 100-Km Quadraten und die Grenze der beiden Zonenfelder 32U und 33U.

Man beachte zusätzlich: die Kartenblätter wurden zusammengeklebt, beim Zusammenkleben der Kartenblätter bei den Zonenfeldern 32U und 33U ergeben sich größere Differenzen durch die Verzerrungen an den Rändern der Kartenblätter (siehe auch Transversale Mercatorprojektion).

Beispiel für die Bestimmung einer Koordinate nach UTMRef:

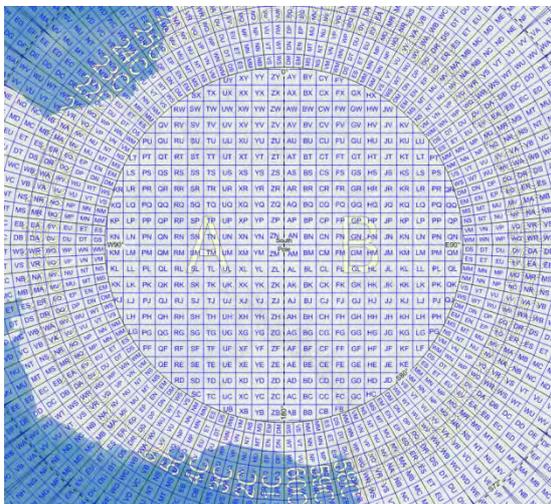
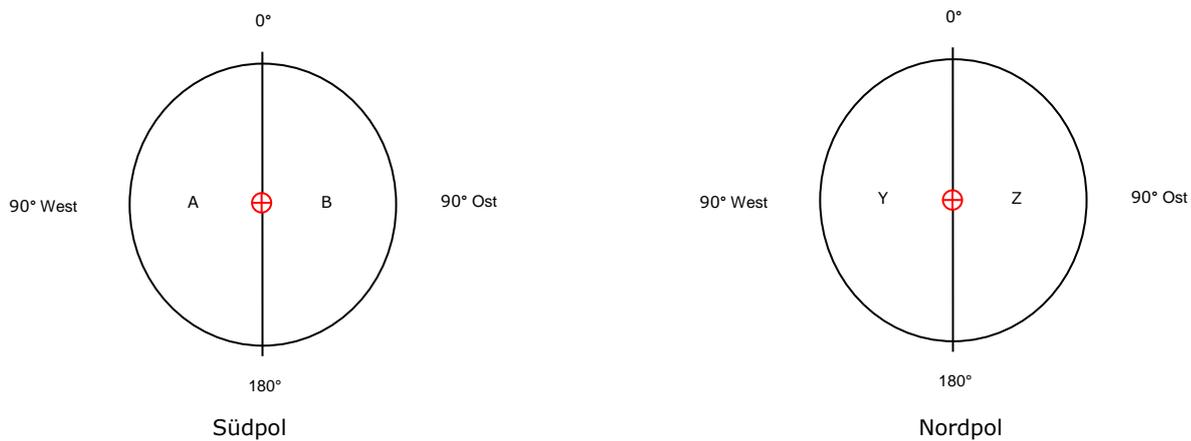
Gegeben sei die Koordinatenangabe **32UMD6410**. (für die Lesbarkeit: 32U MD 64 10)

- UTM-Zone 32
- UTM-Band U
- 100-km-Planquadrat MD
- Ostwert 64 km *innerhalb* dieses Planquadrats
- Hochwert 10 km *innerhalb* dieses Planquadrats

Das universale Polare Stereographische Gitter UPS

Dieses UPS-Gittersystem ist nicht so gut bekannt wie die bereits angesprochenen. Trotzdem möchte ich dieses hier kurz aufführen.

Man findet es in den beiden Polargegenden nördlich bzw südlich des 80. Breitengrades. Die Abbildung der Polargegenden werden mit einem rechtwinkligen Gitter überzogen. Im Süden gibt es die Gitterzonen A und B, im Norden die Gitterzonen Y und Z. Diese Zonen werden ebenfalls in 100 km-Quadrate aufgeteilt und ebenfalls durch 2 Buchstaben gekennzeichnet. Im Bereich beider Polkappen entspricht Gitter-Nord der Richtung Geographisch Nord.



Quelle: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:MGRSgridNorthPole.png?uselang=de>; Urheber Mikael Rittri
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8f/MGRSgridSouthPole.png?uselang=de>, Urheber Mikael Ritti,
Map of the Military Grid Reference System (MGRS) around the North Pole, with the AA lettering scheme for the 100 km squares south of 84°N

Das geodätische Datum

Als geodätisches Datum wird in der Geodäsie und Kartografie ein Satz von Parametern bezeichnet, der ein Erd- oder Referenzellipsoid definiert sowie dessen genaue Lage und Orientierung relativ zum Erdkörper festlegt. Damit können regionale (lokale) Koordinatensysteme in globale Koordinatensysteme umgewandelt werden und auch umgekehrt.

Für die genaue Lage ist der sogenannte **Fundamentalpunkt** (Zentralpunkt) von Bedeutung. In der klassischen Vermessung war er der zentrale Vermessungspunkt eines Landes. Durch Triangulation werden geographische Koordinaten durch Winkel und Streckenmessung berechnet. Es entstehen Vermessungsnetze 1. bis 3. Ordnung.

„Der **Fundamentalpunkt** auf dem Rauenberg, bei **Potsdam**, gilt als Trigonometrischer Punkt 1.Ordnung. Er war der Ausgangspunkt für die Berechnung der geographischen Koordinaten des damaligen preußischen Hauptdreiecknetzes. Als Zentralpunkt bestimmt er noch heute die Lage und die Orientierung des deutschen Hauptdreiecknetzes auf dem als Bezugsfläche gewählten **Bessel-Ellipsoid**. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt „Interessantes“.



(Das Bessel-Ellipsoid passt sich durch seine Datengrundlage der Form unserer Erde und der mittleren Erdkrümmung in Eurasien besonders gut an und wurde daher vielen Landesvermessungen zugrunde gelegt.)"

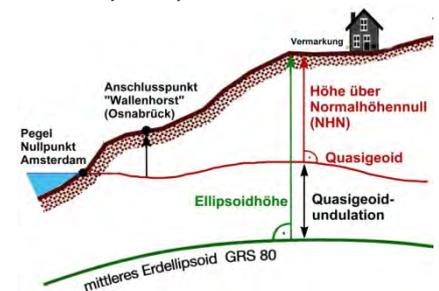
(Skizze und Text aus http://www.gerhard-tropp.de/Troppo/tp_rauenberg.jpg)

Normal-Null

Das Normalnull (auch Normal-Null, abgekürzt NN) war von 1879 bis 1992 das festgelegte Nullniveau der amtlichen Bezugshöhe in Deutschland. Umgangssprachlich wird die veraltete Bezeichnung *über Normalnull* in Deutschland oft als Synonym für über dem Meeresspiegel verwendet und fälschlicherweise auch für Gebiete außerhalb Deutschlands bzw. Europas verwendet.

Seit 1993 wird das Deutsche Haupthöhennetz (DHHN) auf Normalhöhennull (NHN) umgestellt (neue Höhenbezugsfläche). Dieser Schritt erfolgt im Zuge der Zusammenführung der Höhennetze der alten und der neuen Bundesländer (DHHN92) sowie im Zusammenhang mit der europaweiten Vereinheitlichung der Höhennetze

Quelle <http://de.wikipedia.org/wiki/Normalnull>)



Die deutschen Länder vereinbarten nach der Wiedervereinigung, die nicht zusammenhängenden Nivellementsnetze in Ost und West zu verbinden und ein neues gesamtdeutsches Höhensystem einzuführen: Das "Deutsches Haupthöhennetz 1992" (DHHN92), im System von Normalhöhen. Es entstand aus den Messungselementen des Höhennetzes der ehemaligen DDR (Staatliches Nivellementsnetz 1976), des 1980-1985 erneuerten DHHN12 und Verbindungsmessungen von 1992. Die Normalhöhen wurden nach der Theorie von Molodenski berechnet.

Als Anschlusspunkt des Höhennetzes dient der Fundamentalpunkt Wallenhorst bei Osnabrück, der als Knotenpunkt des Europäischen Nivellementsnetzes die Verbindung zum Pegel Amsterdam schafft. **Die Einführung als neues amtliches Höhensystem erfolgte zum 1.1.2008**

Text und Bild aus http://www.lv-bw.de/lvshop2/ProduktInfo/geodaten/Nivpunkte/nivpunkte_4.htm

Anbei eine Darstellung der Höhenbezugspunkte verschiedener Länder:

| Land | Bezeichnung | Δ zu DHHN92 1) | Höhendefinition | Pegel | Datumspunkt |
|--------------------------------------|--|-----------------------|----------------------------|-------------|------------------------------|
| Belgien (DNG/TAW) | meter boven Oostends Peil (m O.P.) | – 230 cm | Normalhöhe | Ostende | Ostende |
| | (Meter über Pegel Ostende) | | | | |
| Dänemark | | – 2 cm | orthometrische Höhe | | |
| Deutschland (DHHN92) | Meter über Normalhöhennull (m ü. NHN) | – | Normalhöhe | Amsterdam | Wallenhorst |
| alte Länder und West-Berlin (DHHN12) | Meter über Normalnull (m ü. NN) | | normal-orthometrische Höhe | Amsterdam | Hoppegarten (bei Müncheberg) |
| neue Länder und Ost-Berlin (SNN76) | Meter über Höhennull (m ü. HN) | | Normalhöhe | Kronstadt | Hoppegarten (bei Müncheberg) |
| Finnland | | | Normalhöhe | Helsinki | Helsinki |
| Frankreich (NGF-IGN69) | mètres au-dessus du niveau de la mer (m) | – 50 cm | Normalhöhe | Marseille | Marseille |
| | (Meter über dem Meeresspiegel) | | | | |
| Italien (Genua 1942) | metri sul livello del mare (m s.l.m.) | | orthometrische Höhe | Genua | Genua |
| | (Meter über dem Meeresspiegel) | | | | |
| Niederlande (NAP) | meter boven/onder NAP (m NAP) | – 1 cm | orthometrische Höhe | Amsterdam | Amsterdam |
| | (Meter über/unter NAP) | | | | |
| Norwegen (NN2000) | meter over havet (moh.) | | normal-orthometrische Höhe | Tregde | Tregde |
| | (Meter über dem Meer) | | | | |
| Österreich (GHA) | Meter über Adria (m ü. Adria) | – 34 cm | Normalhöhe | Triest 1875 | Hutbiegl |
| Polen (Kronstadt 2006) | metry nad poziomem morza (m n.p.m.) | + 14 cm | Normalhöhe | Kronstadt | |
| Portugal (RNGAP) | Nível Médio das Águas do Mar | | orthometrische Höhe | Cascais | Cascais |
| Schweden (RH2000) | Meter över havet (m ö.h.) | | Normalhöhe | Amsterdam | |
| | (Meter über dem Meer) | | | | |
| Schweiz (LN02) | Meter über Meer (m ü.M.) | – 32 cm | nivellierte Höhe | Marseille | Repère Pierre du Niton |
| Tschechien (Bpv) | metrů nad mořem (m n.m.) | + 13 cm | Normalhöhe | Kronstadt | |
| | (Meter über Meer) | | | | |
| Türkei | | | normal-orthometrische Höhe | Antalya | Antalya |

Quelle http://de.wikipedia.org/wiki/H%C3%B6he_%C3%BCber_dem_Meeresspiegel

Die Karte

Wir haben einige Verfahren kennengelernt wie in der Vergangenheit und heute Objekte und Geländepunkte vermessen werden. Nun gilt es, die Informationen und Koordinaten auch in die Karte umzusetzen.

Als Student lernte ich im Fach Kartografie als erstes die Definition Karte. „Eine Karte ist ein verkleinertes, verebnetes Abbild der Erdoberfläche mit einer maßstabgerechten Grundrissdarstellung“. (Imhof) Entsprechend der Verkleinerung ist die Karte eine übersichtliche Darstellung der Flächen und geographischen Erscheinungen durch Generalisierung, Symbole und Beschriftung.

Der Begriff der Karte kommt aus dem Griechischen „carta“ und bedeutet Urkunde, Brief.

Wie bereits erwähnt, sollte eine Karte flächen und winkeltreu, längentreu nur in Sonderfällen, sein. Alle drei Merkmale zugleich gehen aus mathematischen Gründen leider nicht. Weiterhin sollte sie genau und möglichst vollständig sein.

Der Nutzer möchte eine klare und verständliche Karte im Gelände haben um nicht in die Irre zu laufen. Sie sollte übersichtlich und auch für den Anfänger der Kartenkunde leicht lesbar sein. Der obere Kartenrand zeigt immer nach „Norden“. Oben bedeutet, wir haben die Karte vor uns liegen und können alle Bezeichnungen gut lesen. Oben ist dann Norden, rechts ist Osten, unten ist Süden und links ist dann Westen.

Alle Ortsbezeichnungen verlaufen von West nach Ost, alle Flüsse sind in der Richtung bezeichnet, in die sie fließen. Alle Höhenlinien sind so markiert, dass sie zum Gipfel zeigen.

Wir unterscheiden zwei große Arten von Kartentypen: die Thematische und die Topografische Karte.

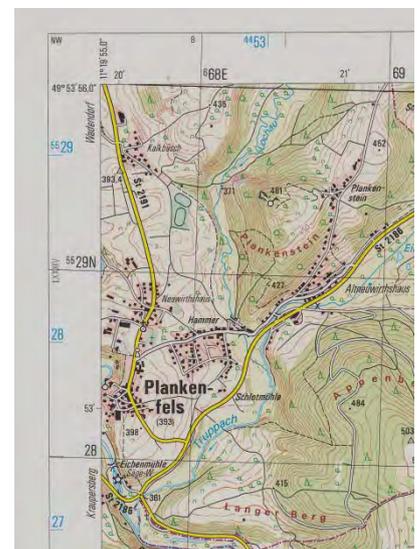
Eine **Topographische Karte** erfasst die Ortsbeschreibung mit der Darstellung von bestimmten Objekten (Gewässer, Vegetation, Relief, Verkehrsnetz, Siedlungsstruktur). Sie dient dem Zweck der allgemeinen Lageorientierung und wird maßgeblich vom Maßstab beeinflusst. Sie gliedert sich in:

- Kartenrand (Legende, Maßstab, Herausgeber, Kartename, usw.)
- Kartenrahmen (Angabe der Koordinatensysteme)
- Kartenfeld

Die Topographische Karte wird an ihrem Ost und Westrand von je einem Meridianabschnitt und im Norden und Süden von je einem Breitenkreisausschnitt begrenzt. Daher nennt man diese Karten auch nach dem Gradnetz der geografischen Koordinaten **Gradabteilungskarten**.

Eine Serie von Kartenblättern mit einheitlichem Maßstab, einheitlicher Thematik und einheitlichem Konstruktionsprinzipien für ein größeres Gebiet, welches von den einzelnen Kartenblättern lückenlos überdeckt wird, bezeichnen wir als **Kartenwerk**. Das Einzelstück daraus nennt man **Kartenblatt**. Topografische Karten werden nach dem Maßstab gegliedert.

Die Grundlage einer Topographischen Karte ist die winkeltreue, zylindrische Abbildung in transversaler Lage, der sogenannten Mercatorprojektion.



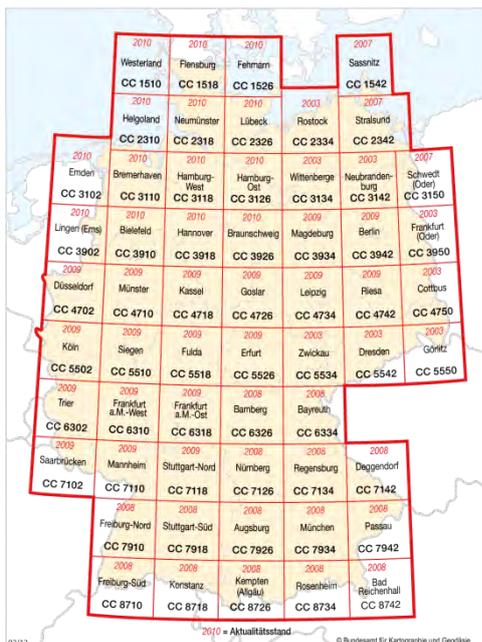
Ein Auszug aus den amtlichen Kartenwerken in Deutschland:

| Karte | Maßstab | Benennung | Beispiel |
|------------------------------------|-------------|---|--------------------------------|
| Höhenflurkarte | 1 : 5.000 | in Soldner Koordinaten; in Bayern und Baden Württemberg | |
| Deutsche Grundkarte DGK 5 | 1 : 5:000 | alte BL, nicht in Bayern und Baden Württemberg | |
| Topographische Karte TK 10 | 1 : 10.000 | vierstellige Nummer bezeichnet den Bereich in der TK 25 | |
| Topographische Karte TK 25 | 1 : 25.000 | 4 cm auf der Karte entsprechen 1 km in der Natur | TK 6134 Waischenfeld |
| Topographische Karte TK 50 | 1 : 50.000 | 2 cm auf der Karte entsprechen 1 km in der Natur (enthält 4 TK 25) | L 6326 Bayreuth |
| Topographische Karte TK 100 | 1 : 100.000 | 1 cm auf der Karte entsprechen 1 km in der Natur (enthält 16 TK 25) | C 6334 Bayreuth |
| Topographische Übersichtskarte TÜK | 1: 200.000 | (enthält 64 TK 25) | CC 6334 Bayreuth |

Die Nummerierung der Topographischen Karte erfolgt mit Buchstaben und Ziffern. Die Zählung gilt bereits seit der Zeit des Deutschen Reiches. Das Raster beginnt an der damaligen Grenze zu Dänemark.

Die vierstellige Nummer kennzeichnet die Lage. Die ersten beiden Ziffern nennen von Nord nach Süd die Zeile, in der das Blatt erscheint. Die Ziffern 3 und 4 bestimmen die Spalte, welche von West nach Ost benannt ist.

Die Systematik der Einteilung Topographischer Karten:

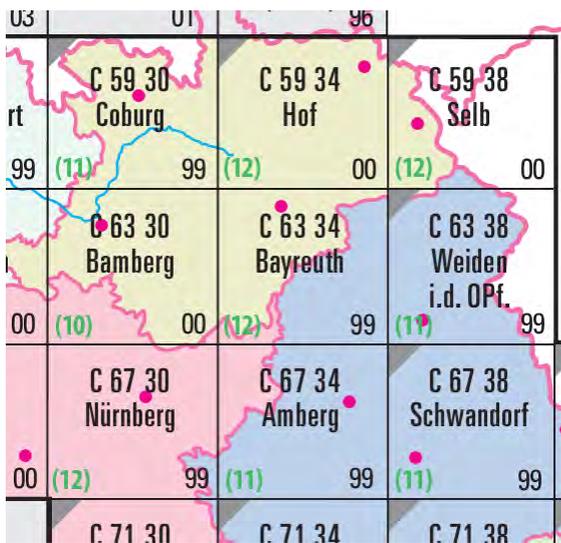


TÜK 1:200.000

(Skizze aus:
http://www.bkg.bund.de/nn_159180/DE/Bundesamt/Produkte/Karten/Blattschnitt-T_C3_9CK200,templateId=raw,property=publicationFile.png/Blattschnitt-)

Die Bezeichnung CC kennzeichnet die Topographische Übersichtskarte mit dem Maßstab 1:200.000

Jedes Kartenblatt enthält 64 Blätter der TK25 und stellt Entfernungen in der Natur 200.000 fach verkleinert dar.

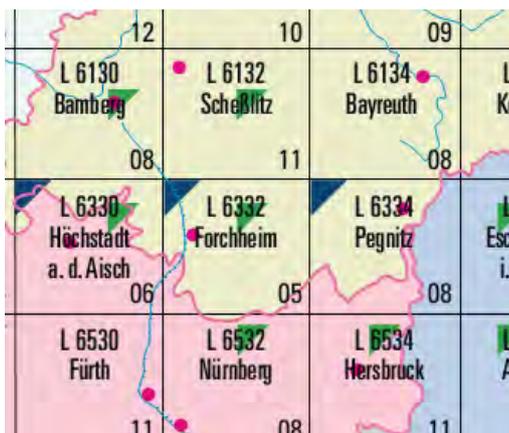


TK 1:100.000

(Skizze aus <http://vermessung.bayern.de/file/pdf/3836/TK100-Blatt%C3%BCbersicht%20und%20Ausgabejahr.pdf>)

Die Bezeichnung **C** kennzeichnet den Maßstab 1:100.000

Die TK100 stellt Entfernungen in der Natur hunderttausendfach verkleinert dar. Zwar kann sie deshalb die Landschaft nur mehr vereinfacht wiedergeben, dafür ist in jedem Kartenblatt eine Fläche von über 2100 km² enthalten. In Bayern werden 41 Rahmenblätter 1:100 000 bearbeitet. Jedes Kartenblatt beinhaltet das Gebiet von 4 Blättern der TK50-, bzw 16 Blättern der TK25.

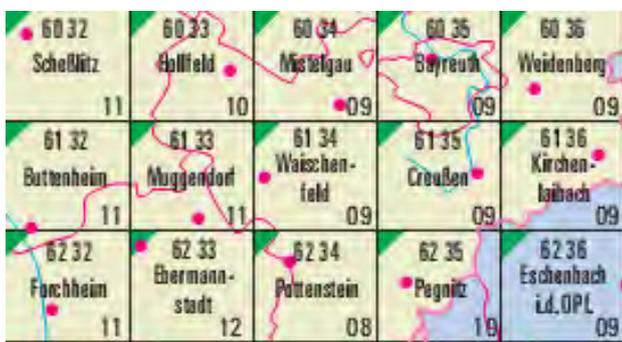


TK 1: 50:000

(Skizze aus: <http://vermessung.bayern.de/file/pdf/1897/TK50-Blatt%C3%BCbersicht%20und%20Ausgabejahr.pdf>)

Die Bezeichnung **L** kennzeichnet den Maßstab 1:50:000

Ein Kartenblatt bildet eine Landschaft von ca. 530 km² ab. In Bayern werden 152 Rahmenblätter 1:50 000 bearbeitet. Jedes Kartenblatt beinhaltet das Gebiet von 4 Blättern der TK25-.



TK 1:25:000

(Skizze aus <http://vermessung.bayern.de/file/pdf/1896/TK25%20Blatt%C3%BCbersicht%20und%20Ausgabejahr.pdf>)

Jedes Rahmenblatt 1:25 000 stellt mit vielen Einzelheiten eine Landschaft von ca. 130 km² dar. In Bayern werden 546 Einzelblätter turnusmäßig bearbeitet.

Das geografische Netz bestimmt den Schnitt des Kartenbildes. Die Blätter haben keinen Überlappungsbereich.

Formale und inhaltliche Bestandteile einer Karte:

Eine Karte hat formale und inhaltliche Bestandteile. Zu den äußerlichen Bestandteilen gehören der Kartenrand, der Kartenrahmen und das Kartenfeld.

Das **Kartenfeld** (auch Kartenbild oder Kartenspiegel genannt) enthält den Karteninhalt und das Kartennetz. Das Kartenfeld ist i.d.R. durch die Blattbegrenzungslinien begrenzt. Das Kartenbild kann aber auch bis zum Rand des Kartenblattes reichen. Dies nennt man **abfallendes Kartenbild**. Hier entfällt der Blattrahmen und der Blattrand.

Der **Blattrahmen** (auch Kartenrahmen genannt) wird zumeist aus mehreren parallelen Linien gebildet. Die innerste Linie begrenzt das Kartenfeld. Die Linien des Blattrahmens sind meist in geographische Längen- und Breitenabschnitte unterteilt (Graduierung).

Oftmals sind zusätzlich zu den Geographischen Koordinaten auch UTM- und GK-Koordinaten mit angegeben. Bei bayerischen Karten werden zusätzlich Soldner-Koordinaten mit angegeben.



| Koordinaten | | |
|---|--|---|
| UTM-Koordinaten der Zone 32 (bezogen auf ETRS89/WGS84) | Geographische Koordinaten (bezogen auf ETRS89/WGS84) | Gauß-Krüger-Koordinaten (bezogen auf Potsdam-Datum) |
| 6 68 E Ostwert (in km) | 11° 20' Geographische Länge | 44 53 Rechtswert (in km) |
| 55 19 N Nordwert (in km) | 49° 48' Geographische Breite (östliche Länge von Greenwich) | 55 19 Hochwert (in km) |
| Trigonometrische Punkte | | |
| △ 348.7 | Bodenpunkt mit Höhenangabe | ✚ ⚡ Kapelle / Denkmal |
| ⊕ ⊙ | Hochpunkte: Kirche / Turm | ⚡ ⚡ Gipfelkreuz / Sendemast |
| Blatteinteilung der bayerischen Flurkarten | | |
| Soldner - Koordinatensystem: Region, Schichte, Reihe (NW LXXX 8 = Südwestecke im Kartenrahmen) | | |

Der **Kartenrand** (auch Blattrand genannt) ist die Fläche ausserhalb des Kartenrahmens. Dieser ist durch das beschnittene Blattformat begrenzt.

Er gibt dem Nutzer der Karte wichtige Informationen und Erläuterungen um die Karte richtig zu lesen. Diese Randangaben geben daher wichtige Informationen zum Karteninhalt. Neben der Schrift gehört hierzu die Situation im Gelände. Doch dazu später mehr.

| | | | |
|---|---------------------------|--|------------------------|
| Bach mit Wehr | Unterirdischer Wasserlauf | Leuchtturm / Leuchfeuer / Bake | Personenfähre |
| Quelle / Bach, Graben / nicht ständig wasserführend | Wasserfälle | Kanal mit Schleuse | Damm, Deich |
| Binnensee mit Staudamm / 355.1 Wasserspiegellänge / 348.2 tiefster Punkt im See | Damm, Deich | Bach / Weiher | Kessel, Senke / Doline |
| Relief | | | |
| Höhenlinien / im Gewässer | Zähllinie 50 | Geländekante / Böschung | |
| | Hauptlinie 10 | Damm, Deich | |
| | 1. Hilfslinie 5 | Kessel, Senke / Doline | |
| | 2. Hilfslinie 1 | Höhenpunkt mit Höhenangabe | |
| | | Felsen | |
| Grenzen | | | |
| Staatsgrenze mit Grenzübergang | Nationalparkgrenze | Naturschutzgebietsgrenze, Ruhezone im Nationalpark | |
| Landesgrenze | Nationalparkgrenze | Naturschutzgebiet | |
| Regierungsbezirksgrenze | Nationalparkgrenze | | |

Zu den inhaltlichen Bestandteilen einer Karte gehören der Karteninhalt wie Situation, Gelände und Schrift, als auch das verwendete Kartennetz und die Randangaben.

Unter Situation verstehen wir die Darstellung von Siedlungen, Verkehrswegen, Gewässern, Bodenbedeckung, topographischen Einzelzeichen und Grenzen.

In der **Thematischen Karte** werden spezielle Themen besonders hervorgehoben (Vegetation, Gewässer, Straßen,...). Als Grundlage dient jeweils die Topografische Karte. Es werden Sach- und Lageinformationen vermittelt. Die Untergliederung erfolgt aufgrund der Thematik. Sie beschränken sich meist auf ein eng begrenztes Thema, z.B. Wirtschaft, natürliche Vegetation, Klima, Bevölkerungsdichte, o.ä. und arbeiten dieses Thema mit Hilfe von farbigen Füllungen und/oder Schraffuren und Signaturen (Zeichen) auf.

(Skizze: www.ropf.bayern.de/leistungen/landesplanung/karten/sozialvers_b/sozialv.htm)



Auswertung einer thematischen Karte

Thema

die Überschrift gibt Auskunft über das zu behandelnde Thema

Karteneinordnung

in welchem Gebiet findet die Analyse statt, welchen Maßstab zeigt die Karte

Legende lesen

die Auswertung erfolgt durch die Zeichen der Karte aus der Legende

Frage an die Karte stellen

Soll die Karte etwas offener ausgewertet werden, so liegt es nahe, auf besonders auffällige Stellen der Karte zuerst einzugehen und evtl. von den Auffälligkeiten her eine weitere Erschließungsfrage an die Karte zu stellen.

Interpretation/Auswertung

Soll die Kartenarbeit wirklich sinnvoll sein, so ist es notwendig zum Abschluss die erhaltenen Ergebnisse zu erklären: warum ist es so, wie wir festgestellt haben?

<http://www.geolinde.musin.de/fertigkeiten/themkarte.htm>

Kartenmaßstab, Generalisierung und Karteninhalt

Der Kartenmaßstab

Ein Kartenmaßstab ist die Verhältniszahl zwischen Bild und Natur $M = \text{Bild} / \text{Natur}$

ausgedrückt in $1/m$ mit $m = \text{Maßstabszahl}$

Für Wanderungen haben sich meines Erachtens zwei Maßstäbe als sehr nützlich erwiesen: Maßstab 1:25.000 und 1:50.000.

Ein Kartenmaßstab ist nichts anderes als eine numerische Verhältniszahl. Dieser gibt das Verhältnis zwischen einer Strecke auf der Karte und der entsprechenden Strecke im Gelände wieder. 1 cm in der Karte bedeutet je nach Maßstab eine unterschiedliche große Strecke in der Natur.

Beispiel: Ich möchte mit meinen Freunden oder mit meiner Familie Wandern gehen oder bin auf einer mehrtägigen Tour. Ich kaufe mir im Landkartenhaus oder im guten Buchladen eine topografische Karte für das entsprechende Gebiet. Nehmen wir an, ich kaufe mir eine Karte mit dem Maßstab 1:25.000.

Das bedeutet, 1 cm auf der Karte entsprechen 25.000 cm in der Natur, bzw 250 m.

| Maßstab | cm [Karte] | cm [Natur] | km [Natur] |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1:25.000 | 1 | 25.000 | 0,25 |
| 1:50.000 | 1 | 50.000 | 0,5 |
| 1:100.000 | 1 | 100.000 | 1 |
| 1:200.000 | 1 | 200.000 | 2 |

Spätestens jetzt müssen wir uns um die Gruppierung der Karten kümmern. Wir unterscheiden zwischen einem großen, einem mittleren und einem kleinen Maßstab.

| | |
|--------------------------|------------------------|
| Großer Maßstab | > 1:10:000 |
| Mittlerer Maßstab | 1:10:000 bis 1:300.000 |
| Kleiner Maßstab | < 1: 300.000 |

Hier ist es wie in der Mathematik. 1:25:000 als Zahl ist größer als 1:1.000.000. Je größer der Maßstab, desto mehr Details können wir auf unserer Karte erkennen.

Ich bevorzuge zum Wandern eine Topografische Karte mit 1:25:000. Hier kann ich auch noch Schneisen und Fußwege erkennen, Feld und Wanderwege sind ebenso eingezeichnet. Und wenn die Karte auch noch aktuell ist, dann stehe ich Nachts nicht mitten auf einer Lichtung. Sie hat aber auch einen Nachteil: 4 Karten 1:25:000 decken das Gebiet einer Karte 1:50:000 ab. Die Übersicht bei langen Wanderungen kann hier verloren gehen.

Der Maßstab 1:50.000 bietet eine gute Detailtreue mit einem großen Gebietsausschnitt. Schon zu Zeiten von Napoleon nutzte man Karten mit diesem Maßstab. Polizei, Rettungskräfte, die Bundeswehr und die Feuerwehr koordinieren damit auch Ihre Einsätze. Es sei denn, man muss einen Katastropheneinsatz in einer Großstadt planen. Angenommen, man muss wegen der Vogelgrippe einen Stadtbezirk absperren. Da machen Genauigkeiten den Unterschied ob 10.000 weitere Einwohner in Quarantäne kommen. Hier nutzt man die Detailtreue der Grundkarte mit dem Maßstab 1:5.000.

Für lange Wanderungen, die aus dem Kartenblatt 1:25.000 herausgehen, sollte man daher immer auch das Anschlusskartenblatt oder eine Karte mit einem kleineren Maßstab (hier 1:50.000) bei sich haben, schon wegen dem Überblick.

Einfaches Messen von Strecken auf der Landkarte

Das Kurvimeter

Bei Kasper & Richter gibt es mechanische Kartenmesser - hochpräzise und jeder mit den gängigsten Maßstäben ausgestattet. Je nach Region und Land.

Nehme ich einen handlichen mechanischen Kartenmesser, so muss ich nur den Kartenmaßstab am Gerät einstellen, den Zeiger auf „NULL“ drehen und den Weg mit dem Rädchen auf der Karte abfahren. Am Ende zeigt mir der Kartenmesser das Ergebnis schon in Kilometer an. Ohne Berechnung. Besonders im Gelände ist das sehr handlich.



Der Kompass

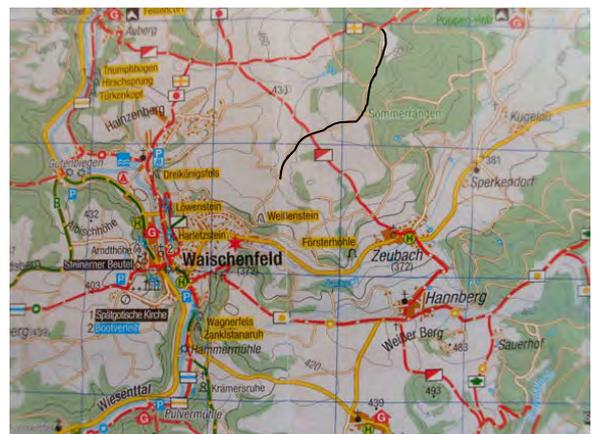
Um gerade Strecken auf der Karte abzulesen haben viele Kompass an der Seite ein Lineal angebracht. Mit Deckel hat man ein Lineal von fast 20 cm Länge zur Verfügung. Man legt die Null Markierung auf den Startpunkt und liest den Wert auf dem Zielpunkt ab. Dabei kann man den Wert in cm mit Blick auf die Karte bequem ablesen. Die Naturstrecke erhält man durch Multiplikation der Streckenlänge auf der Karte (cm) mit der Maßstabszahl.



Die Schnur und der Grashalm

im Bild rechts als schwarze Linie gekennzeichnet

Jeder hat sie zu Hause. Sie nimmt nicht viel Platz weg und man kann sie auf vielerlei Arten nutzen – die Paketschnur. Ich habe keinen Kurvimeter zur Hand will aber im Gelände für die Planung meiner Tour zwei oder drei verschiedene Strecken auf die Entfernung überprüfen. Hier lege ich ein Ende der Schnur auf den Startpunkt und führe sehr sorgfältig, dem Streckenverlauf folgend, die Schnur auf dem geplanten Weg zum Ziel. Nun kann ich die Entfernungen miteinander vergleichen und mich für den „richtigen“ entscheiden. Zur Not macht diese Arbeit auch ein flexibler Grashalm. Doch nicht nur die Entfernung ist zu beachten, auch das Höhenprofil. Doch davon später mehr in der Tourenplanung.



Der Zirkel

das ist eine weitere Möglichkeit Strecken auf der Karte zu ermitteln. Allerdings haben die Wenigsten im Gelände einen Zirkel bei sich und eventuelle Ungenauigkeiten führen zu Folgefehlern bei der Ermittlung der richtigen Streckenlänge.

Die Generalisierung

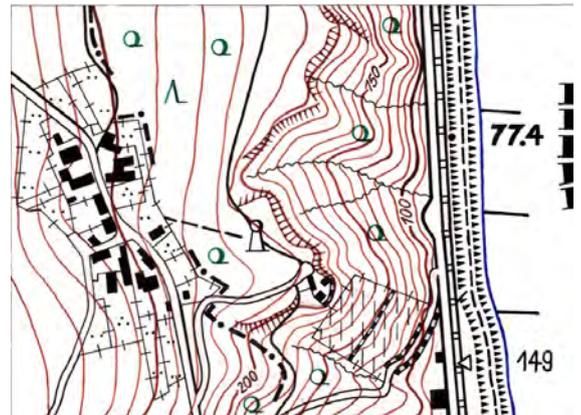
Natürlich ist es nicht möglich bei kleiner werdenden Maßstäben (1:5.000, 1:50.000, 1:250.000) alle Details auf der Karte zu plazieren. Es wird in zunehmendem Maß generalisiert, d.h. es werden bedeutende und wichtige Objekte ausgewählt und in die Karte aufgenommen. Dabei entspricht die Längenverkleinerung 1:10 einer Flächenverkleinerung 1:100.

Beim Generalisieren können wichtige Objekte größer dargestellt werden (Straße), die Anzahl von Häusern einer Ortschaft werden von x auf 1 bis wenige reduziert, bestimmte Einsiedlerhöfe existieren nicht auf kleinmaßstäbigen Karten und Gebäude wie Burg, Ruine, Schloss oder Kirche werden durch Symbole generalisiert dargestellt.

Wir unterscheiden maßgebundenes vom freien Generalisieren. Das maßgebundene wird bis zu einem Maßstab 1:100 000 angewendet. Gleichartige Behandlung von gleichwertigen Objekten; Ähnlichkeit mit Urbild ist hierbei vorhanden.

Das freie Generalisieren wird ab 1:200 000 praktiziert. Hier werden gleiche Objekte ungleich behandelt. Die Eindeutigkeit der kartographischen Aussage geht hierbei verloren.

Diese Karte habe ich in meiner Studienzeit gezeichnet. Sie hat mir viele wertvolle Stunden meines Lebens gekostet und ich war froh, als ich die Unterschrift des Assistenten unter der Kartographischen Übung hatte.



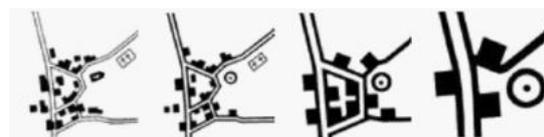
Die 7 Elementarvorgänge beim Generalisieren:

Elementare Vorgänge der kartographischen Generalisierung

| Elementarer Vorgang | Darstellung in der | | neuen Karte |
|---|--------------------|-------------|-------------|
| | Ausgangskarte | neuen Karte | |
| Maßstab der Ausgangskarte | | | |
| Rein geometrische Generalisierung | | | |
| 1 Vereinfachen | | | - |
| 2 Vergrößern (vor allem Verbreitern) | | | = |
| 3 Verdrängen (Folge von 2) | | | ≠ |
| Geometrisch-begriffliche Generalisierung | | | |
| 4 Zusammenfassen | | | ≠ |
| 5 Auswählen (bzw. Fortlassen) | | | ≠ |
| 6 Klassifizieren bzw. Typisieren (einschließlich Umwandeln in Signaturen) | | | ≠ |
| 7 Bewerten (z. B. Betonen) | | | ≠ |

Quelle: Günter Hake: Kartographie I, 5. Auflage, de Gruyter, Berlin 1975

- Vereinfachen, dh Weglassen von Details bei Hausvorsprüngen, Waldrändern,...)
- Vergrößern, insbesondere Verbreitern von linearen Objekten
- Verdrängen infolge einer Verbreiterung
- Zusammenfassen mehrerer Objekte zu einem Objekt (mehrere Häuser zu einer Siedlung)
- Auswählen Weglassen der weniger wichtigen Objekte(Fußweg, Fahrweg,...)
- Typisieren oder auch Klassifizieren, d.h nur noch die Hauptform wird dargestellt (Vegetation)
- Betonen oder auch Hervorheben des wichtigeren (z B. Hauptstraße)



(Skizze aus Siedlung in TK10, TK25, TK50, TK100 auf gleichen Maßstab umgezeichnet Quelle: ©GEOVLEX)

Der Karteninhalt:

In einer Karte erkennen wir als Erstes die Signaturen. Wir unterscheiden punkthafte Signaturen (Orte), linienhafte Signaturen (Verkehrswege) und flächenhafte Signaturen (Seen, Waldflächen, Felder,...). Sie können räumlich klar voneinander abgrenzen:

Die **Situationsdarstellung** ist eine Lagedarstellung aller topografischen Objekte mit gemeinsamen Merkmalen. Man bezeichnet dies als Diskreta. Die Aufnahme der Merkmale auf die Karte ist vom Maßstab abhängig. Dazu gehören:

- Gewässer (Bäche, Flüsse, Seen, Meer,...)
- Siedlungen (Häuser, Industrieanlagen, Gehöfte...)
- Verkehrswege (Wege, Straßen; Eisenbahnlinie,...)
- Vegetation (Wald, Grünland, Einzelbäume,...)
- Topographische Einzelmerkmale (Strommasten, Zäune,...)

Auf einer Topographischen Karte findet man in der Legende die Zeichenerklärungen, um die Karte richtig zu lesen und zu interpretieren:

Gewässer

sind in unseren Karten blau eingefärbt. Alle fließenden Gewässern haben einen Pfeil, der die Laufrichtung anzeigt. Wir unterscheiden natürliche und künstliche Gewässer.



Siedlungen und Ortschaften

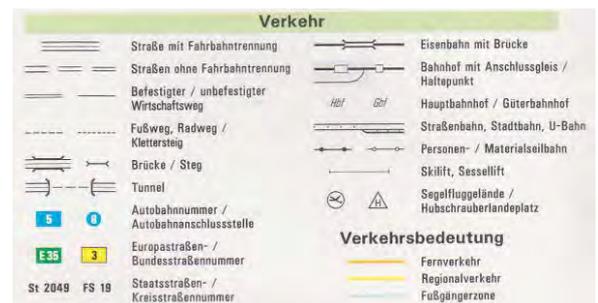
werden in den Karten mit großem Maßstab maßstabsgerecht dargestellt.

Der Grundriß bleibt erhalten. Schriftart und Größe zeigen uns, wieviele Einwohner die Stadt oder der Ort hat. Weiterhin erkennen wir trigonometrische Punkte (z. B. Kirche), die uns bei der Orientierung ein wichtiges Hilfsmittel sind.



Verkehrswege

bestehen aus Straßen, Wegen und Eisenbahnlinien. Diese sind besonders hervorgehoben. Die Kartenzeichen sind aber nicht maßstabsgetreu eingezeichnet.

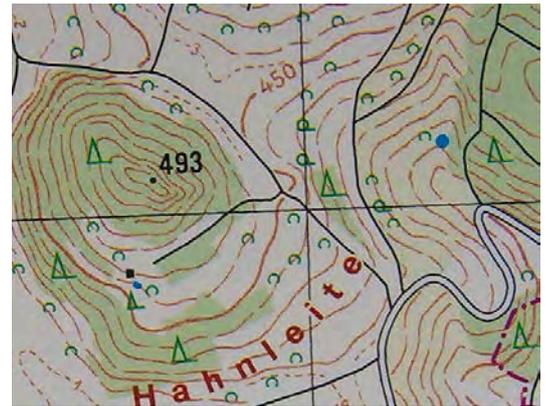


Vegetation

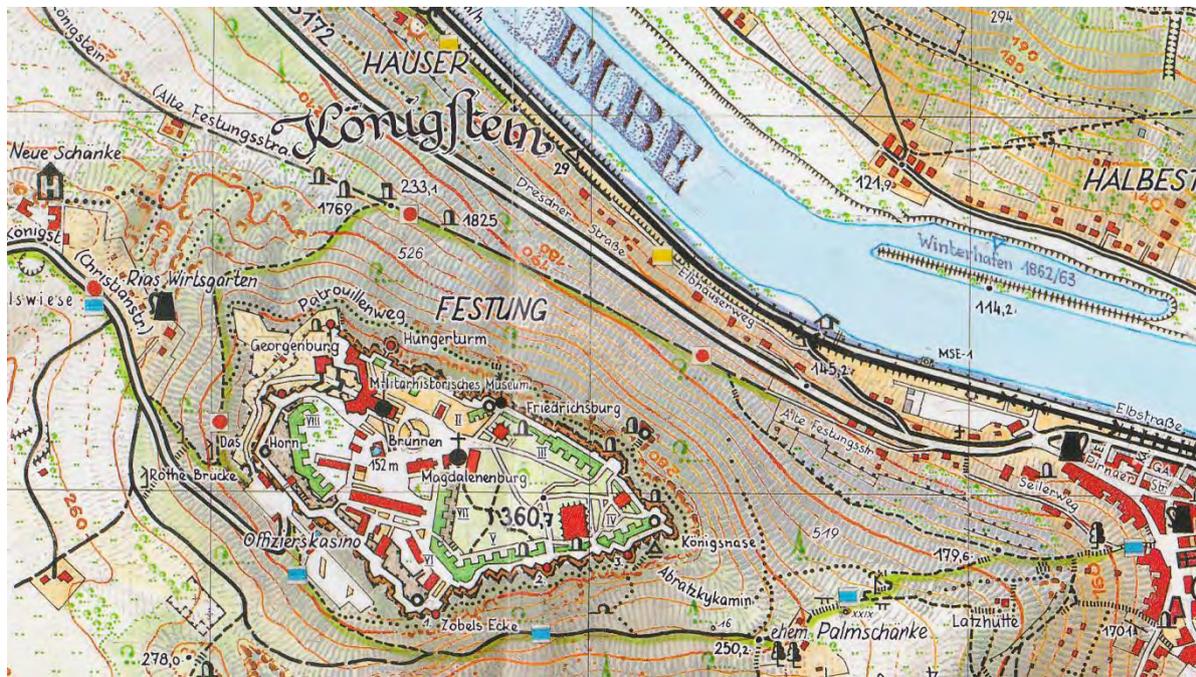
die Bodenbewachsung wird in Karten mit großem Maßstab durch besondere Kartenzeichen farblich dargestellt. Ein Nadel- oder auch ein Laubbaum haben hier die natürliche Form wie man sie auch in der Natur vorfindet.



Mit Hilfe der **Geländedarstellung** werden durch Höhenlinien (Isolinien) die Höhenverhältnisse dargestellt. Diese müssen geometrisch einwandfrei sein und eine möglichst zutreffende Vorstellung der Objektfläche vermitteln. Die Aufnahme von Höhenlinien in einem schwierigen Gelände ist sehr mühselig und aufwendig. Es müssen sehr viele Einzelpunkte pro km² aufgenommen werden. Das frühere Höhen-Bezugssystem war die Berliner Sternwarte, heute der Amsterdamer Pegel bei Niedrigwasser.



Die **Schrift** ist ein notwendiger Bestandteil der Karte. Zur Unterscheidung von Begriffen und Wertverhältnissen stehen der Schrift Größe und Stärke sowie Art und Stellung der Buchstaben zur Verfügung. Der Maßstab ist ausschlaggebend wie groß die Schrift dargestellt wird. Eine Karte lebt auch von der Schriftart.



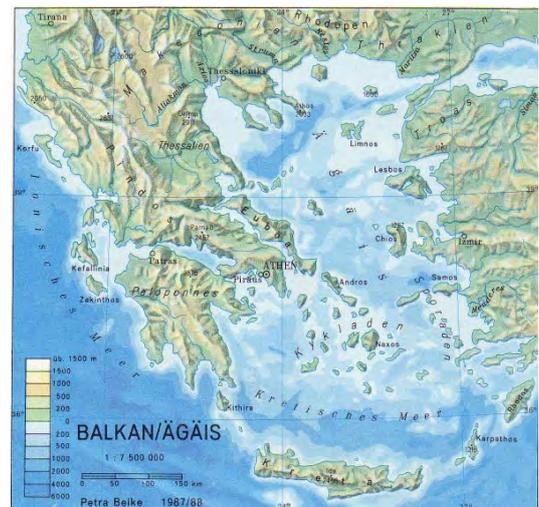
Hier ist eine sehr schöne Auszug einer Wanderkarte aus der Sächsischen Schweiz von Rolf Böhm aus Bad Schandau im Maßstab 1:10.000, 2. Auflage 2002.

Farbskala, Schummerung, Schraffen und Höhenlinien zur Reliefdarstellung

Höhenlinien sind bei kleinem Maßstab ungeeignet zur plastischen Wiedergabe des Reliefs. Man würde sich auch nicht mehr auskennen vor lauter Linien. Deshalb wird die Reliefdarstellung durch Höenschichten, d.h. eine von zwei Höhenlinien begrenzte Fläche (Äquidistanz 200 - 250 m), entsprechend vorgegebener **Farbskala** und ausgewählten Höhenstufen ausgewählt. Dieses Verfahren ist besonders für Mittelgebirgslandschaften geeignet. Die Flächentönung erfolgt in gleitenden Übergängen. Der Vorteil liegt auf der Hand. Wir erhalten eine erhöhte Plastizität und können die Karte weiterhin gut lesen. (Skizze aus <http://www.schulkartografie.de/index.php?page=die-reliefdarstellung>)



Die **Schummerung** hat die Aufgabe die Geändeformen möglichst anschaulich darzustellen. Dies wird durch Schatteneffekte erreicht. Sie ist eine wesentliche Unterstützung der Geländedarstellung durch Höhenlinien und zur plastischen Wahrnehmung der Geländeformen. Natürlich lassen sich absolute Höhen nicht ablesen. Es wird nur ein räumlicher relativer Eindruck vermittelt. Bei einer Böschung haben wir einen senkrechten Lichteinfall, hier wird nun nach dem Prinzip „geschummert“ je steiler, desto dunkler. Die Lichtquelle kommt aus Nord-West, das sogenannte Schräglightschummern. Hier nach dem Prinzip: je schattiger, desto dunkler. Der Vorteil zu Schraffen: die Lesbarkeit wird kaum beeinträchtigt. (Studienarbeit von Petra Beike, eine gute Freundin aus meiner Studienzeit)



Geländedarstellung durch **Schraffen**:

Dies ist eine veraltete Form der Geländedarstellung.

Zum Beispiel das Böschungsschraffen. Hier werden Striche in der Richtung des stärksten Gefälles gezeichnet. Die Hangneigung kann man durch unterschiedliche Strichstärken und Zwischenräume darstellen. Auch hier ist aber die absolute Höhe, wie bei der Schummerung, nicht möglich. Im Hochgebirge erkennt man vor lauter Strichen keine Höhenverhältnisse mehr, auch kann man die Kämme und Grate nicht direkt erkennen.

Skizze aus: *Mount Everest 1:100 000, Felszeichnung. Aus dem Schweizerischen Mittelschulatlas, Ausgaben 1962-1976.*



(Imhof, Eduard 0 20)

Für alle, die diese Thematik vertiefen wollen empfehle ich folgenden Link:

<http://mars.geographie.uni-halle.de/geovlexcms/golm/kartographie>

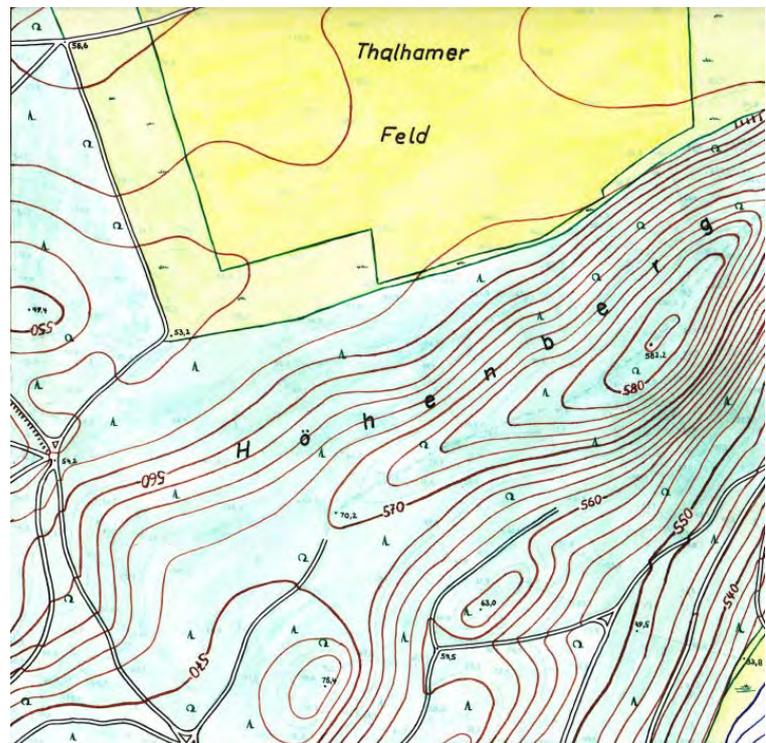
Grundlagen der Kartendarstellung, Kartenaufbau, Kartenmaßstab und Generalisierung, Zeichenvorschriften Topographischer Karten.

Herausgeber ist die Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg; das Institut für Geowissenschaften, Fachgebiet Thematische Kartographie und Geofernerkundung

Höhenlinien werden auch als Niveaulinien, Schichtlinien, Höhenlinien, Höhenkurven oder Isohypsen bezeichnet. Eine Höhenlinie ist eine gedachte Linie im Gelände, die benachbarte Punkte gleicher Höhe über einer Bezugsfläche miteinander verbindet.

Die Äquidistanz ist dabei nichts anders als der vertikale Abstand zwischen zwei Isohypsen. Je enger die Isohypsen aneinander liegen, desto steiler ist das Gelände.

Besonders im Mittelgebirge wird das besonders deutlich. Die nebenstehende Kartographie ist so ein Beispiel für die Kartierung von Höhenlinien. Wo die Höhenlinien besonders eng beieinander liegen, ist es auch besonders steil. Nicht unbedingt der beste Wanderweg.



Wir unterscheiden Haupthöhenlinien von Hilfshöhenlinien.

Eine Haupthöhenlinie (Zählkurve) wird durch eine breite Strichstärke hervorgehoben und durch eine Meterangabe gekennzeichnet; zur Erleichterung der Höhenfeststellung, z.B. jede 5. oder 10. Höhenlinie. Die Bezeichnung der Zählkurve ist stets zum Gipfel strebend zu lesen (siehe Studienarbeit). Die Hilfshöhenlinien werden zwischen den Zählkurven platziert, um eine zusätzliche Aussage über Gelände zu erhalten. Wie steil oder flach steigt das Gelände an. Je kleiner der Zwischenraum zwischen den Höhenlinien, desto steiler das Gelände. (Skizze: eigene Studienarbeit)

Nachteile der Höhenlinien:

Bei Höhenlinien muss man schon genau hinsehen. Zum Einen, in welcher Richtung die Zahlen für die Haupthöhenlinien notiert sind (lesbar bedeutet mit der Höhe geht es bergauf). Leider können Knicke wie Kanten nicht exakt dargestellt werden. Hier muss man schattieren. Je nach Maßstab werden viele kleine Einzelformen vernachlässigt und tauchen auf der Karte nicht mehr auf.

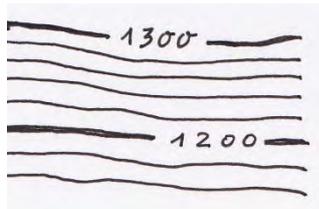
Ein sehr flaches Gelände ist der natürliche Feind der Höhenlinie. Hier kann man sich mit einzelnen Höhenpunkten behelfen. Dämme und Steinbrüche werden als Signatur dargestellt.

Die Interpretation von Höhenlinien

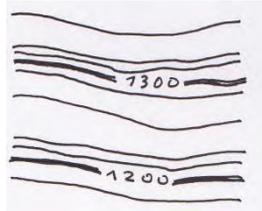
Wenn wir die Höhenlinien lesen und interpretieren haben wir schon vorab die Möglichkeit das Gelände bei der Tourenplanung richtig zu beurteilen. Haben wir ein Tal oder einen Grad vor uns, gibt es aussergewöhnliche Steigungen die wir bewältigen müssen, oder lässt das Gelände auf eventuelle Gefahren wie Lawinen schliessen?

Neben den Höhenlinien mit deren Lage und Dichte, den Höhenpunkten (auch Höhenkoten genannt), ist auch der Verlauf der Bäche mit in die Interpretation zu berücksichtigen:

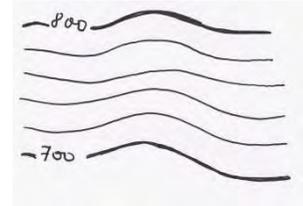
hier sind einige Beispiele



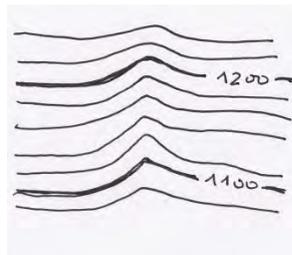
gleichmässig geböschter Hang
Äquidistanz 20 m



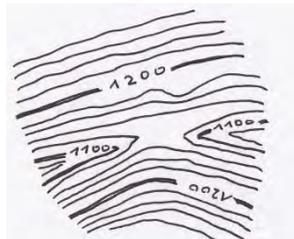
Hang in Terrassen, gleichmässig
Äquidistanz 20m



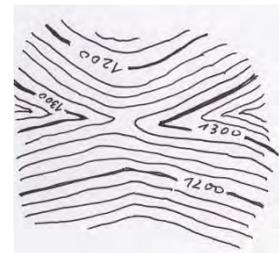
Mulde
Äquidistanz 20 m



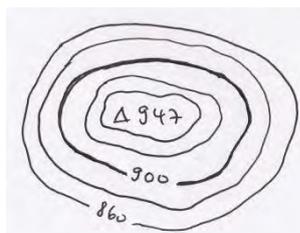
Graben
Äquidistanz 20 m



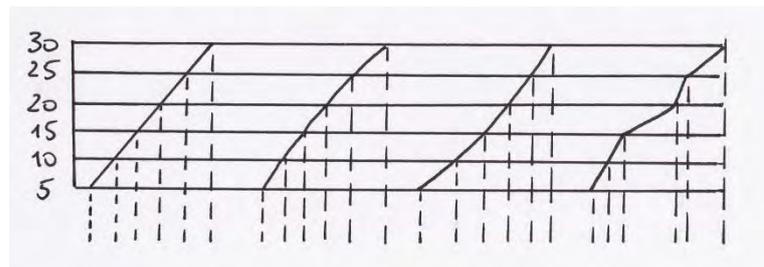
Tal mit Längssattel
Äquidistanz 20 m



Kamm mit Sattel
Äquidistanz 20 m

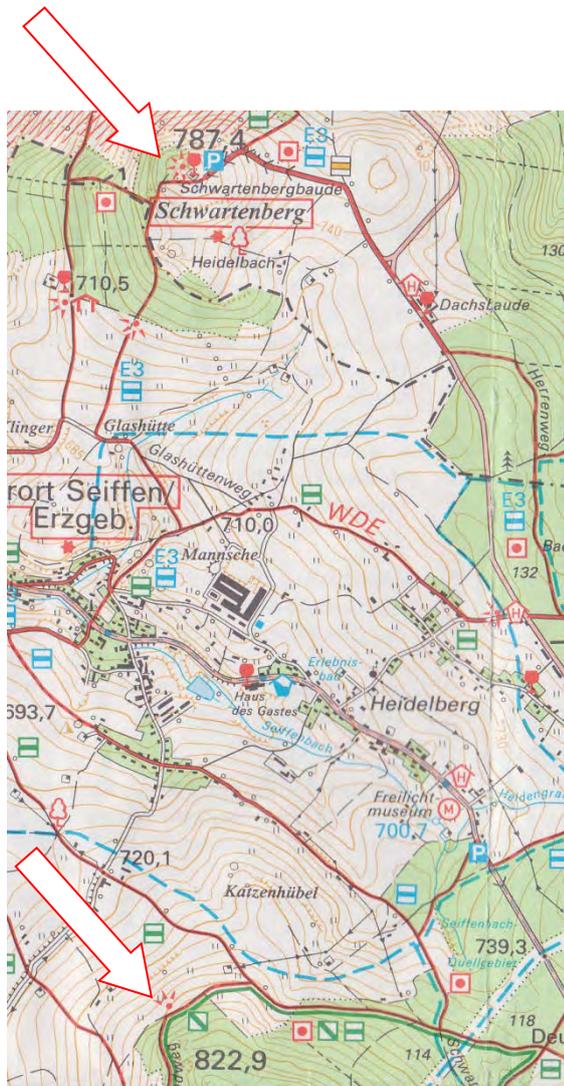


Kuppe
Äquidistanz 20 m



Lage der Äquidistanzen in Abhängigkeit von der Geländeform
Äquidistanz 5 m

Um die Theorie nun in die Praxis umzusetzen stelle ich nun auf der folgernden Seite einen Landschaftsausschnitt aus der Region Seiffen im Erzgebirge mit dem entsprechenden Kartenausschnitt der Topographischen Karte 1:25.000 gegenüber. Standpunkt ist der markierte Aussichtspunkt im Süden, Zielpunkt ist die Schwartenbergbaude. Die Äquidistanzen sind bei der Topografischen Karte mit 5 m angegeben.



Unser Standort ist der Aussichtspunkt im Süden des Kartenausschnitts. Wie schauen gegen Norden in Richtung Schwarzenbergbaude. Als erstes schauen wir uns die Höhenlinien an. Wie verlaufen Sie? Hier ist es besonders einfach, da wir in Zielrichtung einen Höhenpunkt von 720,1 m NN haben. Wir befinden uns auf einer Höhe von 770 m NN. Wie komme ich auf das Ergebnis? Das Gelände fällt vom Standort nach Norden stetig ab und wir haben eine Differenz von 5 m pro Höhenlinie. Zur Schwarzenbergbaude steigt sie stetig an. Einfach nur abzählen. Die Schwarzenbergbaude ist ein Trigonometrischer Punkt und hat eine Höhe von 787,4m NN und steht auf einer Kuppe.

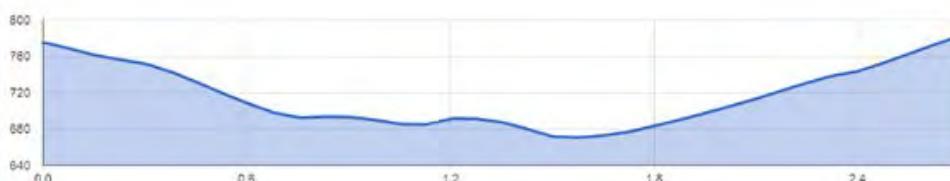


Eigener Standort

Die Auswertung über <http://geo.ebp.ch/gelaendeprofil/> kommt selbstverständlich zum gleichen Ergebnis. Nur dass ich dazu das Internet benötige. Im Gelände selber muss ich zwangsläufig die Karte richtig lesen und interpretieren können.



V. text (öffnet ein neues Fenster) ...



Die Nordrichtung

Wo ist eigentlich Norden? Das scheint auf den ersten Blick eine ganz einfache Frage zu sein. Norden ist die Richtung, in welche die Kompassnadel zeigt. So oder so ähnlich denken Viele, die sich bisher damit etwas beschäftigt haben. Steigt man aber tiefer in die Materie ein, so sieht man sich mit mehreren Nordrichtungen konfrontiert.

Beispiel: Allein schon die Kompassrose auf meinem Patent Beazard Kompass Mod Nr II aus dem Jahre 1910 zeigt mir zwei verschiedene Nordrichtungen an. Ein Fehler ?

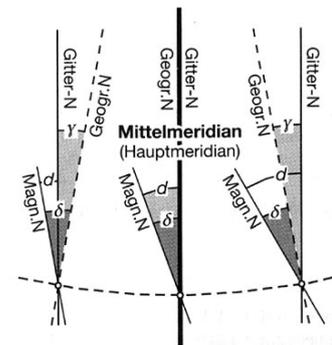


Für die kartographische Abbildung der Erdoberfläche werden drei verschiedene Nordrichtungen unterschieden: Geographisch-Nord, Magnetisch-Nord und Gitter-Nord.

Geografisch Nord ist da, wo jeder die Richtung auch vermutet – am geografischen Nordpol. Sie ist die Nordrichtung, die uns der Polarstern weist und der Punkt, in dem sich alle Meridianlinien in der nördlichen Hemisphäre treffen.

Magnetisch Nord ist die Nordrichtung, in die die Kompassnadel zeigt. Diese Richtung ist ortsabhängig und fällt nicht mit dem Nordpol zusammen. Sie „ändert“ sich ständig.

Gitter Nord wird als die Richtung definiert, in die die Gitterlinien eines Gauß-Krüger Systems oder eines UTM Gitter Systems auf der Nordhalbkugel zusammenlaufen.



Skizze aus <http://www.bezreg-koeln.nrw.de/>

Da es nun unterschiedliche Nordrichtungen gibt, bezeichnen wir auch die Winkel zwischen diesen Richtungen. Wir unterscheiden die **Deklination**, die **Nadelabweichung** und die **Meridiankonvergenz**.

Die Deklination

Der Winkel zwischen Geographisch-Nord und Magnetisch-Nord wird als Deklination oder *Missweisung* bezeichnet. Magnetische Feldlinien (**Isogone** sind Linien mit der gleichen Missweisung) beeinflussen die Nordrichtung. Leider sind diese Linien nicht mit den Meridianen identisch, sondern verändern sich jährlich. Sie „wandern“ mit den magnetischen Polen nach Westen. Lokale magnetische Störungen beeinflussen ebenfalls die Deklination. Sie wird daher in regelmäßigen Abständen durch magnetische Messungen überprüft.

Die Deklination ist abhängig von der geografischen Koordinate und dem Datum. Gerne gebe ich eine Hilfe an die Hand, mit der man ohne Weiteres die aktuelle Deklination bestimmen kann:

Es gibt unterschiedliche sogenannte Deklinationsrechner, die anhand von Geografischen Koordinaten und dem gewünschten Datum uns die Deklination des Ortes anzeigen.

Einen Deklinationsrechner, der uns dies weltweit bietet finden wir auf der Seite:

<http://www.ngdc.noaa.gov/geomag/WMM/DoDWMM.shtml>

Hier gehen wir im Menü (li) auf Online-Calculators, dann auf Declination Calculators (Link unten). Der direkte Link funktioniert leider nicht immer:

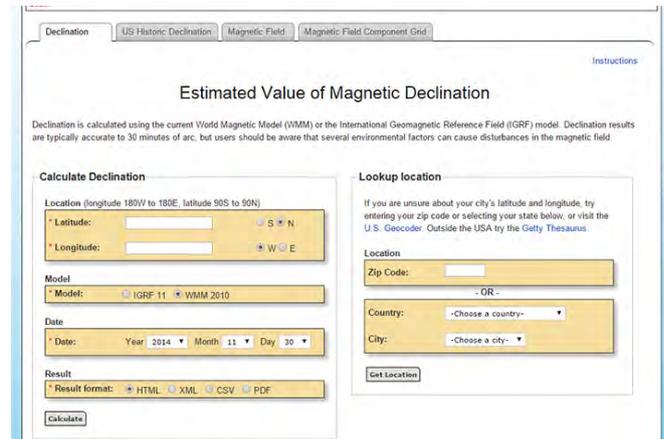
<http://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#declination>

Wir bekommen folgendes Bild:

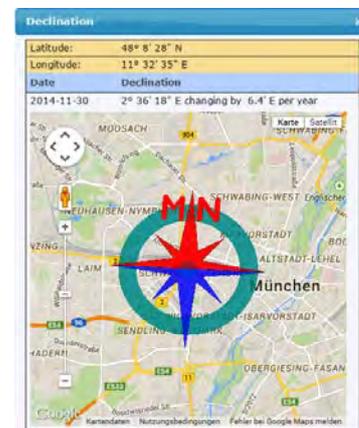
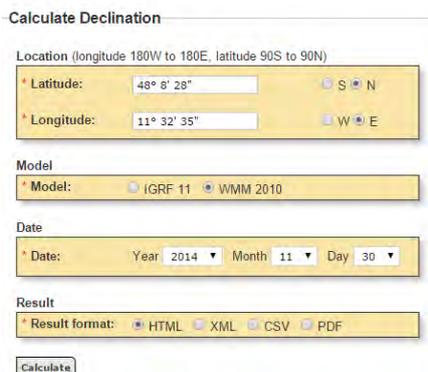
Entweder, wir geben die exakten Längen- und Breitengrade des gesuchten Orte ein, oder wir nutzen die Lookup Location für eine genäherte Ermittlung der Deklination durch Eingabe des Landes und des Orten im Land.

Hier kennt er aber nur die größten Städte.

Nürnberg ist leider nicht verzeichnet, nehmen wir als Beispiel also München.



Grundmaske zur Eingabe des Ortes / Koordinate



Eingabe des Ortes über die Lookup location Funktion

Ergebnisanzeige der aktuellen Deklination nach Datum

Dieser Deklinationsrechner zeigt mir eine aktuelle Deklination für München von $2^{\circ}36'18''$ mit ein jährlichen Veränderung von $6,4'$ ostwärts an.

Deklinationsrechner des Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungszentrum GFZ

Forschung am GFZ

Der Forschungsgegenstand des GFZ ist das System Erde – unser Planet, auf dem wir und von dem wir leben. Wir befassen uns mit der Geschichte der Erde, ihren Eigenschaften sowie den in ihrem Inneren und an der Oberfläche ablaufenden Vorgängen. Wir untersuchen aber auch die vielen Wechselwirkungen, die es zwischen seinen Teilsystemen gibt, der Geo-, der Hydro-, der Kryo-, der Atmo- und der Biosphäre.
(Quelle: <http://www.gfz-potsdam.de/zentrum/ueber-uns>)

Und hier das aktuelle Beispiel (Januar 2013) anhand des Deklinationsrechners des **Helmholzzentrums Potsdam**:

<http://www-app3.gfz-potsdam.de/Declinationcalc/declinationcalc.html>

IGRF-Deklinationsrechner

IGRF 11. Generation, 1900 - 2015

Internationales geomagnetisches Referenzfeld

[Erläuterungen](#)

| | | |
|-------------------------------|--|--|
| Name des Ortes: (optional) | München ▾ <input type="button" value="Koordinaten übernehmen"/> | Alternativ ist eine manuelle Koordinateneingabe möglich. |
| Datum: | Januar ▾ 2013 | (1900 - 2015) |
| Höhe (optional): | 0 m <i>ü. NN</i> | (-1000 - 600000) |
| geogr. Breite: | 00 ° 00 ' | (-89°59' - 89°59') |
| geogr. Länge: | 00 ° 00 ' | (-180°00' - 180°00') |

IGRF-Deklinationsrechner

IGRF 11. Generation, 1900 - 2015

Internationales geomagnetisches Referenzfeld

[Erläuterungen](#)

Ort: Muenchen
Datum: November 2014
Höhe *ü. NN*: 519 m
Geographische Breite: 48° 8'
Geographische Länge: 11° 34'

| Komponente | Wert | Säkularvariation |
|----------------------|------------|------------------|
| Deklination* | 2° 42' | 7.5 arcmin/year |
| Totalintensität | 48232.9 nT | 26.3 nT/year |
| Inklination | 64° 9' | -0.0 arcmin/year |
| Horizontalintensität | 21034.0 nT | 11.8 nT/year |
| Nord-Komponente | 21010.8 nT | 9.6 nT/year |
| Ost-Komponente | 988.1 nT | 46.6 nT/year |
| Vertikal Komponente | 43404.9 nT | 23.5 nT/year |

*Negative Deklinationen bedeuten eine Abweichung der Magnethöhle nach Westen, positive nach Osten!

Hier muss man beachten, dass man zuerst den Ort eingibt, in unserem Falle München, dann das Datum aktualisiert. Es steht vorab auf Januar 2013.

Dieser Deklinationsrechner zeigt mir eine aktuelle Deklination für München von 2°42' Ost mit ein jährlichen Veränderung von 7,5' ostwärts an.

Bemerkung: positive Werte zeigen eine ostwärtige Veränderung an, negative Werte eine westliche!

Entwicklung der Deklination in München

| Deklinationenwerte | München |
|--------------------|-----------|
| Juni 1900: | - 10° 38' |
| Juni 2009: | 1° 53' |
| Nov 2014: | 2° 42' |

Wie ermittle ich die Deklination als westliche oder östliche Missweisung auch aus der Karte und mit Kompassmessungen im Gelände?

Dazu messe ich mit einem hochwertigen Peilkompass (Ablesegenauigkeit 0,5°) im Gelände zwei Richtungen und ermittle so den Winkel zwischen den Zielpunkten. Parallel dazu messe ich auch in der Karte mit einem Kartenwinkelmesser die Richtungen und bestimme den Winkel. Nun erhalte ich zwei Winkel. Den einen nennen wir Winkel Gelände, den anderen Winkel Karte.

Folgender Sachverhalt gilt:

Westliche Missweisung:
Östliche Missweisung:

Winkel Gelände > Winkel Karte
Winkel Gelände < Winkel Karte

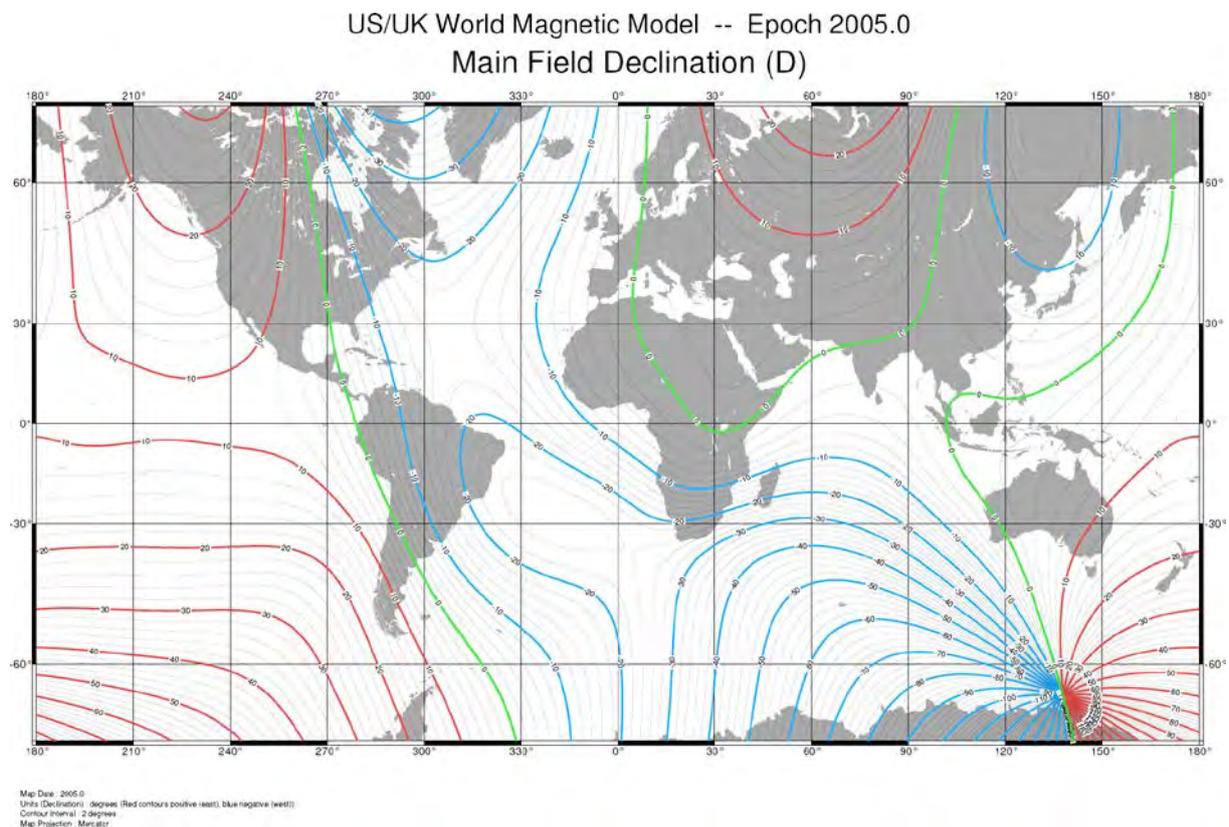
Die Differenz Soll und Istwert ist dann die Deklination.

Beispiel 1: Geländewinkel 1 = 90°
Kartenwinkel 1 = 102°
Östliche Missweisung 12°

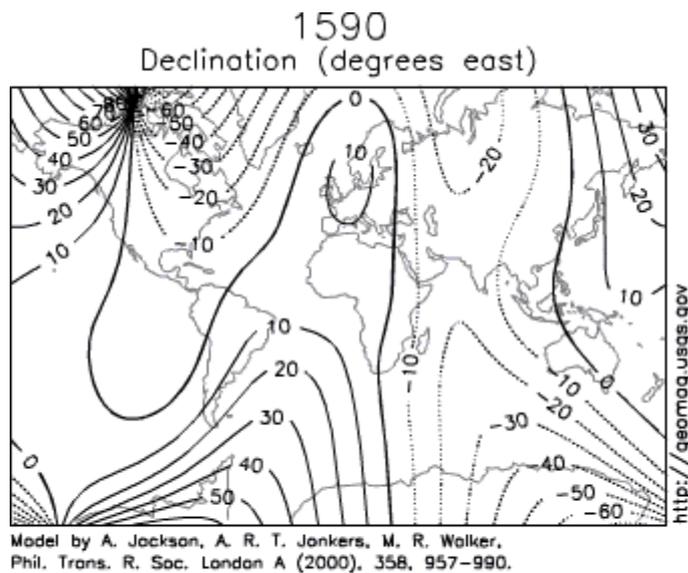
Beispiel 2: Geländewinkel 2 = 60°
Kartenwinkel 2 = 45°
Westliche Missweisung 15°

Die Deklination im Wandel der Zeit

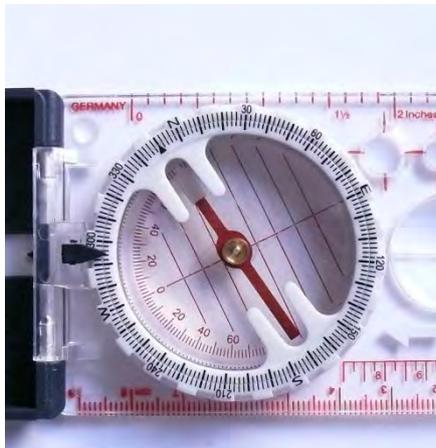
So stellen sich die Deklinationen im Jahr 2010 dar:



und in der Vergangenheit ergaben sich folgende Werte:



Wie stelle ich nun die Deklination auf meinem Kompass ein?



Die Deklination ist z.B. als „10° West“ angegeben bzw ermittelt worden.

Jetzt stelle ich meine Missweiskorrektur auf 10° West ein, um die Missweisung auszugleichen. Hier muß man beachten, auch die richtige Richtung einzugeben! Hier westliche Deklination.

Statt auf die Nordmarkierung des Gehäuses, zeigt mein Nordpfeil nun immer auf die Markierung meiner Missweiskorrektur.

(hier mein Kompass Alpin von K&R)

Wenn die geografischen Koordinaten in den Deklinationsrechner exakt! eingegeben werden sollen, dann benötigt am die dezimale Umrechnung der geografischen Koordinaten. Die Umrechnung von Grad in Minuten und Sekunden funktioniert wie folgt:

Gegeben: das Format ist in Grad°, Minuten', Sekunden'' angegeben
Gesucht: das Dezimalgrad

Das Grad lässt sich genau wie die Zeit umrechnen:

Gegeben: 51° 38' 52''

Lösung: $51^\circ + 38' * 1/60 + 52,0'' * 1/3600 = 51.64777\dots$

Die Meridiankonvergenz

Der Winkel zwischen Geographisch-Nord und Gitter-Nord wird als Meridiankonvergenz bezeichnet. Die Meridiankonvergenz in einem bestimmten Punkt der Erdoberfläche ist von der jeweiligen kartographischen Abbildung und von der Lage des Punktes abhängig. Der exakte Wert der Meridiankonvergenz wird berechnet (und nicht gemessen!). Die Meridiankonvergenzen sind an den jeweiligen Hauptmeridianen gleich Null.

Die maximalen Werte der Meridiankonvergenzen an den Grenzmeridianen hängen ab von der geographischen Breite und werden nach Norden hin immer größer. Die Meridiankonvergenz ist eine Folge der Abbildung der Ellipsoidoberfläche in die 3°-(Gauß-Krüger) bzw. 6°-(UTM) breiten Gitterstreifen. Ihr Wert ist abhängig von der geographischen Breite und vom Abstand des jeweiligen angenommenen Blattmittelpunktes vom Hauptmeridian.

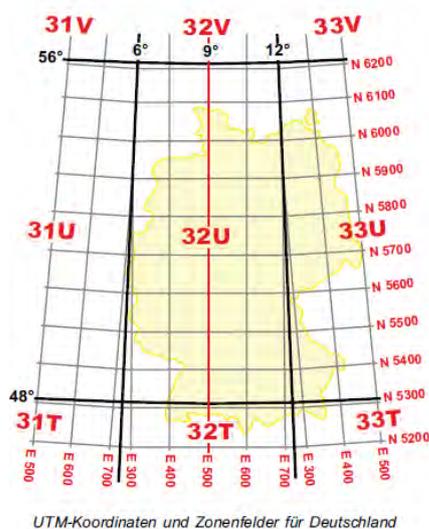
Beispiel: In der geographischen Breite von Nordrhein-Westfalen zwischen etwa 50°30' und 52°20' nördlicher Breite nehmen die Meridiankonvergenzen im UTM-Meridianstreifensystem an den jeweiligen westlichen und östlichen Grenzmeridianen maximale Werte von etwa -2°40' bis + 2°40' an, in Polnähe hat sie einen Wert von ca. 3°, am Äquator 0°.

Nach einer allgemeinen Konvention sind die Meridiankonvergenzen:

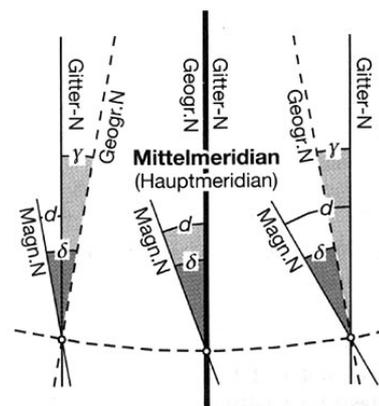
westlich der Hauptmeridiane negativ,

östlich der Hauptmeridiane positiv.

Nehmen wir zur anschaulichen Darstellung wieder die beiden unten angeführten Skizzen her. Diese veranschaulichen die Thematik nach meiner Meinung sehr gut:



Skizze aus www.Vermessung.bayern.de



(Skizze aus <http://www.bezreg-koeln.nrw.de/>)

Betrachten wir einen Punkt, der westlich vom Hauptmeridian (der Hauptmeridian ist hier mit 9° dargestellt) liegt. Auf dem Hauptmeridian fällt Gitter Nord mit Geografisch Nord exakt zusammen.

Sehen wir uns dazu Skizze 2 genauer an . Der Sachverhalt wird damit sehr deutlich.

Liegt ein Punkt nun westlich vom Hauptmeridian, hat er also eine Länge kleiner 9° aber größer als 6° , dann haben wir eine negative Meridiankonvergenz.

Ist dieser zu betrachtende Punkt aber östlich des Hauptmeridians (hier 9°), hat er also eine geografische Länge größer 9° aber kleiner 12° , dann haben wir eine positive Meridiankonvergenz.

Die Berechnung der Meridiankonvergenz α

funktioniert mit einer Karte wie folgt:

Anbei meine Skizze einer Topographischen Karte mit UTM Koordinaten (Gitternetz mit GiN) und mit Geographischen Koordinaten und GeN.

Die Gitterlinie (hier rot) schneidet das Gradnetz der Geographischen Koordinaten (hier blau) in einem Punkt. Es entsteht ein Dreieck (grün).

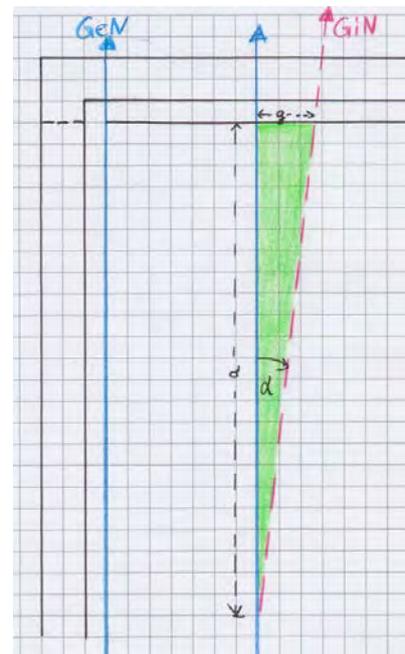
Nun messe ich den Abstand g und die dazugehörige Strecke a auf der Karte und kann mit diesen Daten die Meridiankonvergenz bestimmen.

$$\tan(\alpha) = \text{Gegenkathete} / \text{Ankathete} = g/a$$

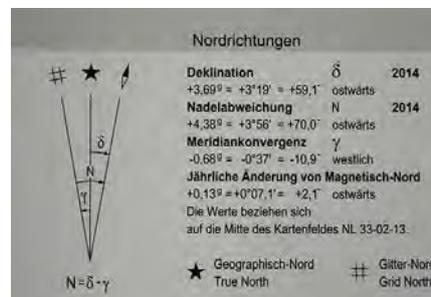
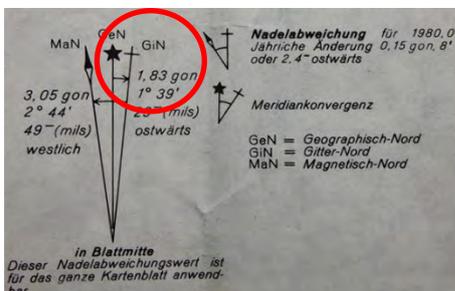
$$\text{Meridiankonvergenz } (\alpha) = \arctan(g/a)$$

Hinweis:

Meistens sind die Gitterlinien auf der Topographischen Karte verzeichnet, die Geographische Nordlinie ist die Linie des Kartenrahmens bzw eine Parallele dazu.



Die Meridiankonvergenz im Kartenrand:



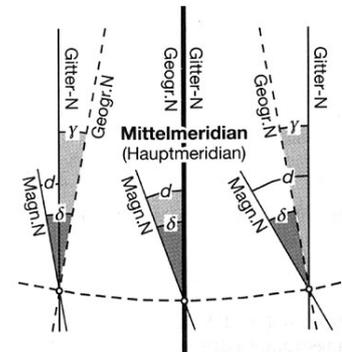
Mittlerweile sind auf den älteren Topografischen Karten aus den 1980er Jahren und nun auch schon auf den aktuellen Topografischen Karten aus Österreich aus dem Jahre 2014 (rechtes Bild) schon wieder die Werte der Meridiankonvergenz (und auch der Nadelabweichung) mit angegeben. Man benötigt im Gelände daher auch keinen Taschenrechner um sich zu orientieren ☺.

Die Nadelabweichung

Der Winkel zwischen Magnetisch-Nord und Gitter-Nord wird als Nadelabweichung bezeichnet. In der Nadelabweichung überlagern sich die Einflüsse von Deklination und Meridiankonvergenz. Die Werte der Nadelabweichung für einen bestimmten Punkt der Erdoberfläche unterliegen deshalb denselben Änderungsbeträgen wie die Deklination. In den topographischen Karten spielt vor allem die Nadelabweichung eine Rolle.

Beachte:

Am Mittelmeridian fällt Gitter-Nord mit Geografisch-Nord zusammen. Die Nadelabweichung beträgt hier also 0 Grad. Je größer der Abstand zum Mittelmeridian, desto größer ist auch die Meridiankonvergenz. Auf guten Topografischen Karten ist sie angegeben, ich kann sie aber auch errechnen. (Skizze aus <http://www.bezreg-koeln.nrw.de/>)



Wenn ich mit der Deklination arbeite, dann berücksichtige ich immer die Systeme Geografisch Nord (Meridianlinien) und Magnetisch Nord (Kompass). Orientiere ich mich mit einer Karte mit UTM-Gitter, muss ich aber zusätzlich auch die Meridiankonvergenz mit berücksichtigen. Dies ist der Winkel zwischen Gitter Nord und Geografisch Nord.

Für das Detailwissen, besonders für Regionen mit einer großen Missweisung!

Wenn wir mit topografischen Karten arbeiten haben wir immer mindestens zwei verschiedene Koordinatensysteme zugrunde liegen: **Geografische Koordinaten und UTM-Koordinaten.**

Da unser Kompass immer nach MaN zeigt müssen wir daher beim Einnorden verschiedene Einflüsse berücksichtigen: Die **Deklination und die Nadelabweichung.** Warum?

Das Einnorden der Karte im Geografischen Koordinatensystem

Die Kompassnadel zeigt immer nach MaN, die Meridianlinie nach GeN. Wenn ich also das Meridiankoordinatensystem verwende, muss mich daher auch den Kompass zum Einnorden an die Meridianlinie anlegen. (siehe Beispiel) und die Deklination (Missweisung) einstellen.

Dies habe ich bereits vor einigen Seiten kurz vorgestellt. Wer hierzu mehr wissen möchte, dem empfehle ich mein erstes „Handbuch zur Orientierung“ mit Kompass, Karte, Schrittzähler und Kartenmesser. Dieses können Sie frei unter <http://www.orientierung-leichtgemacht.de/> downloaden.



In unseren Breiten haben wir derzeit im Jahr 2014 noch (!) eine geringe Deklination, die wir vernachlässigen können: Daher habe ich Sie auch nicht auf dem Kompass eingestellt.

Das Einnorden der Karte mit einem Kompass im UTM Koordinatensystem

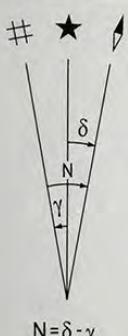
Die Nadelabweichung ist der Winkel zwischen GiN und MaN. Wenn ich im UTM System arbeite, lege ich selbstverständlich meinen Kompass an die Gitterlinie an und muss die Nadelabweichung berücksichtigen. Dieser Winkel ist bei guten topografischen Karten angegeben (siehe unten). Eine Abweichung von 2° kann ich aber bei einer Kompass-Ablesegenauigkeit von 1° beruhigt vernachlässigen. So genau kann ich die Richtung beim Orientieren praktisch nicht einhalten. (Ich zumindest nicht ☺). Daher ist Sie auch hier nicht eingestellt.



Selbstverständlich spielt auch hier die Deklination als Bestandteil der Nadelabweichung eine Rolle. Darum gibt es auch hier jährliche Veränderungen.

Hier lese ich den Wert der Nadelabweichung für das Kartenblatt ab. Dieser gilt aber nur für das Druckdatum der Karte. Je nach Datum muss ich also rechnen wie sich der aktuelle Wert darstellt. Die jährliche Änderung ist angegeben. Daher arbeite ich lieber mit aktuellen Karten.

Nordrichtungen



| | | |
|---|----------|-------------|
| Deklination | δ | 2014 |
| +3,69° = +3°19' = +59,1' | ostwärts | |
| Nadelabweichung | N | 2014 |
| +4,38° = +3°56' = +70,0' | ostwärts | |
| Meridiankonvergenz | γ | |
| -0,68° = -0°37' = -10,9' | westlich | |
| Jährliche Änderung von Magnetisch-Nord | | |
| +0,13° = +0°07,1' = +2,1' | ostwärts | |

Die Werte beziehen sich auf die Mitte des Kartenfeldes NL 33-02-13.

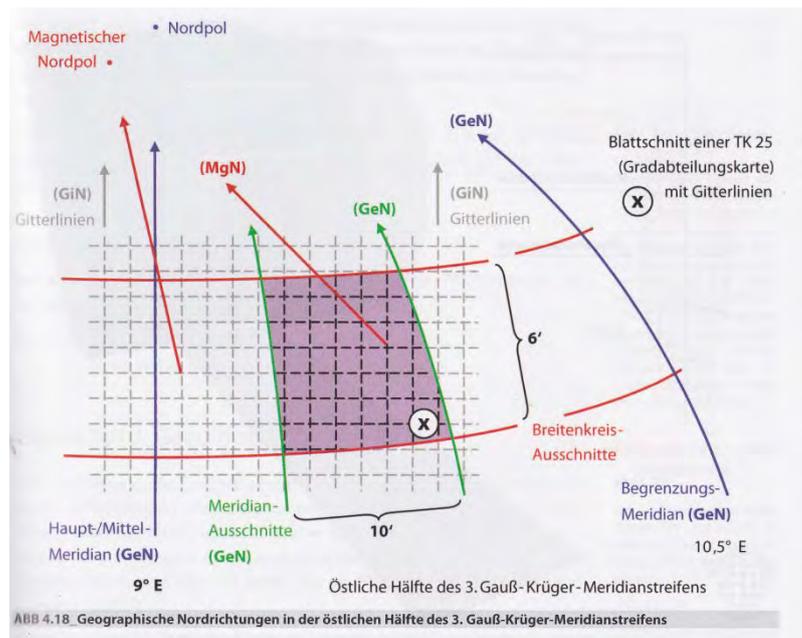
★ Geographisch-Nord True North † Gitter-Nord Grid North

Zur Verdeutlichung der Nordrichtungen am Beispiel des Gauß-Krüger Meridianstreifens

Hier eine sehr anschauliche Skizze der drei Nordrichtungen im Gauß-Krüger-Meridianstreifensystem.

Man beachte den Magnetischen Nordpol (MgN) und den Geographischen Nordpol (GeN). Gitter Nord (GiN) wird durch das Gitter bestimmt. Auch sehr schön wird der Haupt / Mittelmeridian und der Begrenzungsmeridian dargestellt.

Skizze aus Lukas Wehner, Wir Kartographen, perpetuum Publishing;



Beispiel für die Kompassarbeit im UTM-Gitter

Anbei füge ich noch einmal ein praktisches Beispiel für die Arbeit im UTM Gitter mit der Nadelabweichung durch. Ich darf nicht vergessen, dass ich hier die Deklination und die Meridiankonvergenz beachten muss.

Gegeben sind:

Topografische Karte 1:25000, Kartenblatt 6533 Röthenbach a d Pegnitz

geografische Länge (Ostwert): $11^{\circ} 11'$ ($11,2333^{\circ}$)

geografische Breite (Nordwert): $49^{\circ} 29'$ ($49,4833^{\circ}$)

Für die **Errechnung der aktuellen Deklination** gebe ich diese Daten in einen Deklinationsrechner ein, mein Favorit ist der Deklinationsrechner vom Helmholtz-Zentrum in Potsdam. Diesen erhalten Sie hier als Link:

<http://www-app3.gfz-potsdam.de/Declinationcalc/declinationcalc.html>

Man erhält aktuell (Juli 2011) folgenden Wert: $+2^{\circ} 1'$ östliche Deklination ($2,0166^{\circ}$).

Die **Meridiankonvergenz** für die Orientierung erhält man durch einfache Rechnung aus der Topografischen Karte (wie das geht habe ich im ersten Handbuch bereits beschrieben).

In meinem Kartenblatt:

Abstand der Gitterlinie zur Meridianlinie am linken Kartenblatt von der Oberkante bis zum Schnittpunkt beider Linien:

Gegeben sind:

Δ 8,5mm (Abstand Gitterlinie zu Meridianlinie oben am Kartenrand)

Höhe Kartenrand: 300 mm (von Oberkante bis Schnittpunkt beider Linien auf der Karte)

$\tan \alpha = (8,5\text{mm} / 300\text{mm}) = 0,02833^{\circ}$, $\alpha = +1,623^{\circ}$

Nach einer allgemeinen Konvention sind die Meridiankonvergenzen westlich der Hauptmeridiane negativ, östlich positiv.

Nach der geografischen Länge des Punktes mit $11^{\circ} 11'$ liegen wir eindeutig ostwärts des Hauptmeridians 9° des Zonenfeldes 32U. Dieses wird von den Meridianen 6° und 12° begrenzt.

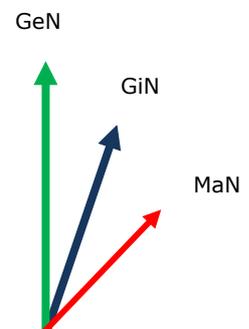
Damit erhalte ich die **Nadelabweichung** durch eine einfache Rechnung, sofern diese nicht auf dem Kartenblatt angegeben ist. Die Nadelabweichung ist der Winkel zwischen GiN und MaN.

Meridiankonvergenz (Winkel zwischen GeN und GiN) beträgt $+1,623^{\circ}$

Deklination (Winkel zwischen GeN und MaN) beträgt $+2,016^{\circ}$

Die Nadelabweichung (Winkel GiN und MaN) beträgt somit $0,393^{\circ}$ und kann derzeit (2011) hier in Deutschland vernachlässigt werden.

Eine Skizze ist hier immer hilfreich um den Wert mit dem richtigen Vorzeichen zu bestimmen.



TIPP:

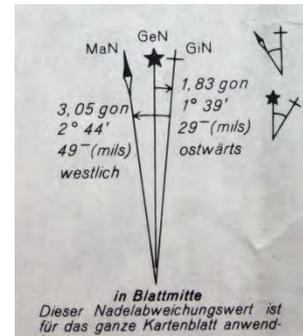
Um Fehler in der Ermittlung und der Berechnung zu vermeiden, nimm ich meine Topografische Karte immer am Kartenrand (Meridianlinie) ein.

Die Vereinfachung der Arbeit mit einer Topografischen Karte bei einer größeren Nadelabweichung

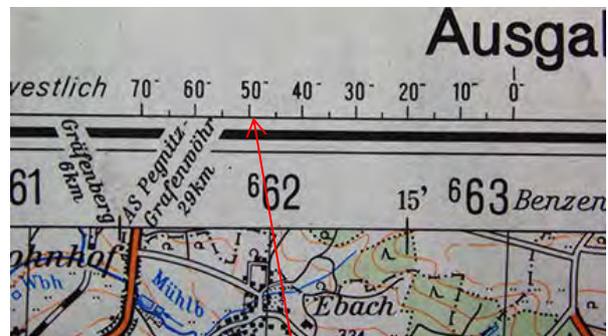
Anhand eines Beispiels einer Topografischen Karte aus den 1980er Jahren kann hier eine Vereinfachung für das Einnorden der Karte dargestellt werden.

Folgende Werte waren auf dem Kartenblatt aufgeführt:

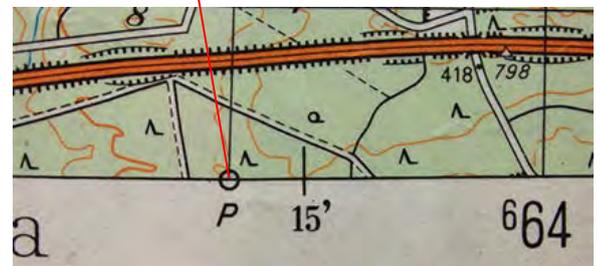
Wir hatten daher eine Nadelabweichung von $2^{\circ}44'$ WEST oder in Strich ausgedrückt 49 Strich WEST. Dieser Wert war für das ganze Kartenblatt anwendbar.



Am Südrand der Karte rechts unten befand sich ein **Punkt „P“**. Am Nordrand der Karte eine **Skala mit Gradwerten**, die Einteilung erfolgte in Strich (es handelt sich um eine UTMRef Karte der Bundeswehr, hier jeweils die entsprechenden Ausschnitte der Karte).



Diese Einteilung diente der Bestimmung von Magnetisch Nord (MaN). Die aufgeführte Nadelabweichung von 49 Strich WEST wird nun auf der Skala angemarkert, der Punkt „P“ nun dem Skalenwert 49 Strich WEST durch eine Linie miteinander verbunden.



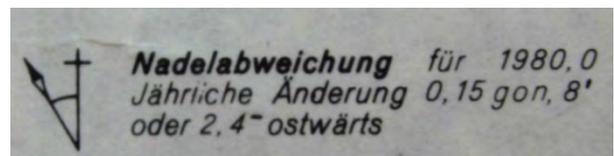
mit

Hiermit habe ich die Magnetische Nordlinie auf dieser Karte festgelegt. Damit ist ein Einnorden der Karte mit dem Kompass ohne Berücksichtigung der Missweisung genau an dieser Linie möglich .

Der Wert 49 Strich WEST galt für das Jahr 1980. Verwendet man die Karte im Jahr 1984, dann musste man die jährliche Korrektur mit einbeziehen.

Bei 49 Strich West im Jahre 1980 haben wir im Jahr 1984: $4 * 2,4$ Strich Ost abzuziehen.

$49 \text{ Strich WEST} - 9,6 \text{ Strich (OST)} =$
39,4 Strich WEST



Die Kartennutzung

Unter Kartennutzung verstehen wir die Handhabung von Karten und die Erschließung des Karteninhaltes. Es beginnt bei der einfachen Identifizierung einzelner Objekte bis hin zur Interpretation geographischer Zusammenhänge.

Wir unterscheiden zwei verschiedene Sichtweisen, die eng miteinander verbunden sind:

- Kartometrie, d.h. eine Art mathematische Auswertung der Karte und das
- Kartenlesen, d.h. eine geographische Auswertung durch Wahrnehmung und Deutung

Die Wahrnehmung des Karteninhaltes (Identifizierung von Objekten) nach seiner Lage und Ausdehnung im Gelände ist der erste Schritt der Kartennutzung. Die eindeutige Identifizierung hängt entscheidend von der Klarheit der Kartendarstellung ab.

Beispiel: Hier die Kläranlage an der Staatsstraße 2185 mit einer direkten Zufahrt in einem Talabschnitt.



Die Interpretation bzw. Deutung des Karteninhaltes aufgrund der Bewertung von Objekten geht über die reine Wahrnehmung hinaus. Durch die Deutung versucht der Kartenleser schon im Vorfeld Aussagen aus der Karte zu gewinnen, die für seine Planung und die weitere Vorgehensweise von Bedeutung sind.

Beispiele aus der Praxis:

- Welchen Weg soll man einschlagen um an das Ziel zu gelangen?
- Wie kommt man am schnellsten voran? Besonders die *Höhenlinien* müssen für eine Tourenplanung besonders berücksichtigt werden. Nicht immer ist der kürzeste Weg auch der schnellste!
- Welche *Siedlungen* liegen auf meinem Weg, gibt es fließende oder stehende Gewässer, welche ich berücksichtigen muss? Das *Umgehen von Hindernissen* ist hier besonders wichtig.
- Mit welcher *Vegetation* muss ich rechnen? Welchen Wald habe ich vor mir? Welchen Weg sollte ich durch den Wald einschlagen? Gibt es Unterholz?



All diese Dinge und noch weitere muss man mit in die Planung mit einbeziehen. Welche zusätzlichen Hilfsmittel stehen mir zur Verfügung? In einem unübersichtlichen Gelände hilft mir ein hochwertiger Kompass weiter.

Welche Informationen ich aus der Karte entnehmen kann hängt auch mit dem Kartenmaßstab zusammen. Aus einer Karte TK 1: 50.000, welche ein Gebiet von vier Karten TK 1:25.000 umfasst, kann natürlich nur das Wesentliche mit aufgenommen werden. Viele Objekte werden generalisiert bzw nicht mit aufgeführt. In der Karte TK 1:25.000 sind alle wesentlichen Verkehrswege, Einzelgebäude einer Siedlung, Gewässer und Vegetationsflächen mit dargestellt. In der Regel werden diese beiden Karten alle fünf Jahre aktualisiert. Hier im Beispiel eine TK 1:25.000 aus Österreich / Steiermark.



Die Orientierung im Gelände mit dem Karten-Gelände-Vergleich

Himmelsrichtungen feststellen:

Mit der Karte lassen sich bei ausreichender Sicht die Himmelsrichtungen feststellen, indem man die Karte mit Hilfe markanter Geländepunkte einordnet. Als Hilfsziele dienen dabei Objekte, die in der Karte verzeichnet sind. (Kirchtürme, Einzelgehöfte, Hochspannungsleitungen, Straßen, Waldwege,...). Die Karte dreht man so lange, bis die Richtungen vom eigenen Standort aus zu diesen Punkten in der Karte mit den entsprechenden Richtungen im Gelände übereinstimmen. Dazu dreht man die Karte so, daß die dargestellten Linien der Karte parallel mit den Linien im Gelände verlaufen.



Kirche in Sayda



Schwarzenbergbaude



Kirche in Seiffen

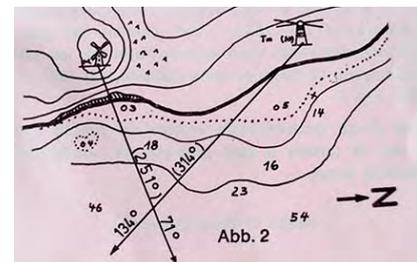


die Karte

BEACHT: Ist die Karte nicht mehr aktuell, kann die Situationsdarstellung nicht mehr mit der Realität übereinstimmen. (Wälder können abgeholzt, der Straßenverlauf hat sich mittlerweile geändert, Gebäude und Siedlungen können neu errichtet worden sein)

Bestimmen des eigenen Standortes per Kreuzpeilung (Rückwärtseinschneiden):

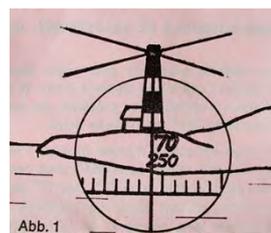
Ist die Karte eingenordet, sucht man sich im Gelände zwei bis drei markante Punkte, die man von seinem Standort aus erkennt und die man in der Karte genau bestimmen kann. Die Punkte sollen möglichst weit auseinander liegen und keinen spitzen Winkel bilden. Man misst die Richtung zum markanten Punkt und ermittelt gleichzeitig den Gegenrichtungswinkel. In der Karte zieht man durch die markanten Punkte eine Linie mit der Gegenrichtung.



Der Schnittpunkt dieser Linien bezeichnet den eigenen Standort. **Kreuzpeilung** (siehe auch mein erstes Handbuch! Dort ist das Verfahren genau beschrieben. (www.orientierung-leichtgemacht.de))



Peilkompass M107F von WILKIE aus den 1960er Jahren



ein mögliches Ziel



die Ablesung Richtung (schwarz) und Gegenrichtung (rot)

Wandern nach der Karte:

Wandert man in unbekanntem Gelände sollte man in regelmäßigen Abständen anhand eindeutiger Geländepunkte seinen Weg mit der Karte vergleichen. Dabei ist es zweckmäßig, die Karte immer grob eingenordet zu halten und zu wissen wo man sich gerade aufhält. Kann man die Karte nicht fortlaufend mit dem Gelände vergleichen, muß man dies immer wieder an markanten Geländepunkten mit ausreichenden Übersichtsmöglichkeiten tun. Es nützt mir daher leider nichts, mitten im dichten Wald einen umfangreichen Karten-Gelände-Vergleich auszuführen. Hier kann ich nur anhand von sich kreuzenden Wegen meinen Standort oder mit Hilfe eines Kartenmessers und eines Schrittzählers (unter günstigen Bedingungen) meinen derzeitigen Standort einigermaßen genau ermitteln. Natürlich kann man auch einen GPS-Empfänger nutzen ☺.

Beispiel Grieß: Man erkennt auf der Karte das Waldeck mit der Landstraße und den Verlauf der Hochspannungsleitung, man beachte auch die Höhenlinien!.



Für eine Strecke, die man ohne Blick in die Karte zurücklegen muß, wählt man in seiner Marschrichtung liegende, gut erkennbare Punkte als Richtungspunkte. Ein Kompass ist hierbei ein guter Begleiter.

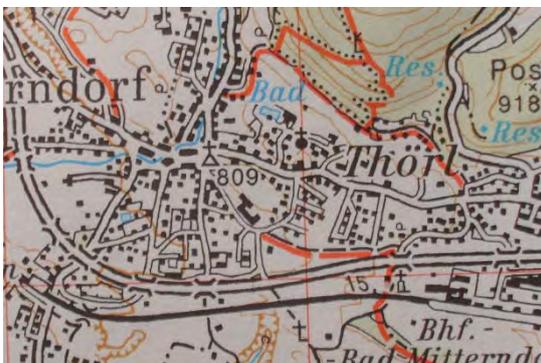
Beispiel für einen einfachen Karten-Gelände-Vergleich:

Ich befinde mich auf einem Wanderweg an einem Waldrand und sehe eine Kirche und ein Schwimmbad welches ich am rechten Rand noch in einer Linie zur Kirche erkennen kann.



Vergleiche ich nun diese Gegebenheiten mit der Karte befinde ich nun wo?

mein Standort



TIPP: Man sieht, wenn man die Karte um 180 Grad dreht (in unserem Fall die Karte eingenordet ist), dann können wir uns leichter orientieren und das Gelände mit der Karte vergleichen. Somit haben wir unseren eigenen Standort auch schneller bestimmt. **Man sieht so in die Karte wie das Gelände vor einem liegt.**

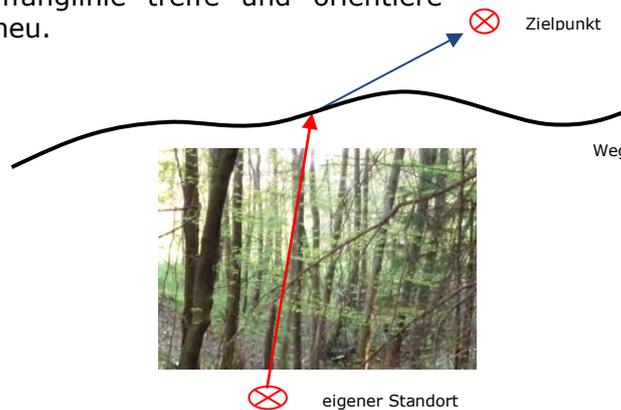
Mit dem Kompass, Auffang- und Leitlinien
(siehe auch mein erstes Handbuch)

Auch wenn ich noch so gut die Richtung messe und alle Möglichkeiten des optimalen Marschierens/ Wanderns nutze - ohne Auffanglinien und Querlinien werde ich mein Ziel nicht immer problemlos erreichen können. Dies geschieht mittels Auffang- und Leitlinien

Was ist eine **Auffanglinie**? Das ist ein Geländemerkmale, welches auf der Karte eingezeichnet ist und mich auch zum Ziel führt. Das kann ein Weg, eine Hochspannungsleitung, ein Fluss, ein Bach, ein Waldrand oder auch eine Straße sein. Die Linie liegt quer zu meiner Marschrichtung und fängt mich auf, wenn ich zu weit laufe.

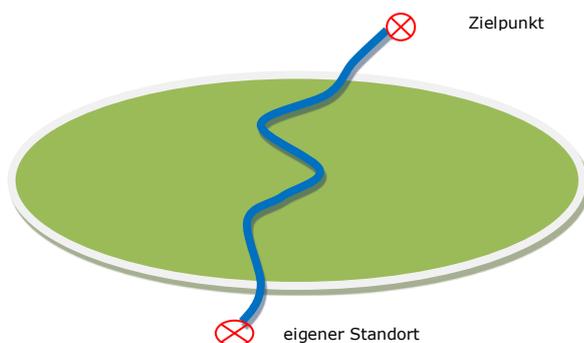


Ich will zu meinem Ziel, kann es aber nicht während des Marschierens im Auge behalten. Zwischen mir und meinem Ziel verläuft eine Auffanglinie in Form eines Weges. Wenn ich nun die Marschrichtung zu meinem Ziel aus der Karte ermittle, es aber während des Anlaufens nicht im Auge behalten kann, da ich mich im Wald befinde (oder Hügel, Wald, Maisfeld,...) dann sollte ich nicht direkt auf den Zielpunkt marschieren, sondern links oder rechts davon anhalten und mich dann beim Auftreffen auf die Auffanglinie auf das Ziel hinbewegen. Hierzu halte ich zunächst die ermittelte Marschrichtung so gut als irgendwie möglich ein, bis ich auf die Auffanglinie treffe und orientiere mich dann neu.



Vorteil: ich verpasse nicht mein Ziel und laufe nicht in die falsche Richtung, falls ich doch das Ziel verfehle.

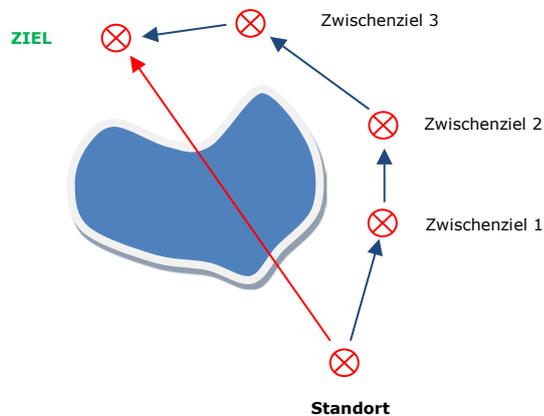
Eine **Leitlinie** im Gelände kann z.B. ein Flußlauf oder auch ein Waldrand sein. Auch hier ist ein kleiner Umweg oftmals der schnellere Weg zum Ziel.



Vorteil: ich erreiche recht schnell, einfach und auf direktem Weg mein Ziel

Lange Visierlinien sind zu meiden !

Schon einige Seiten zuvor sagte ich, dass aus Gründen der Genauigkeit keine lange Visierstrecken zu empfehlen sind. Zwischenziele sind hier nach Möglichkeit zu nutzen. Diese können aber auch beim Umgehen von Hindernissen sehr hilfreich sein.



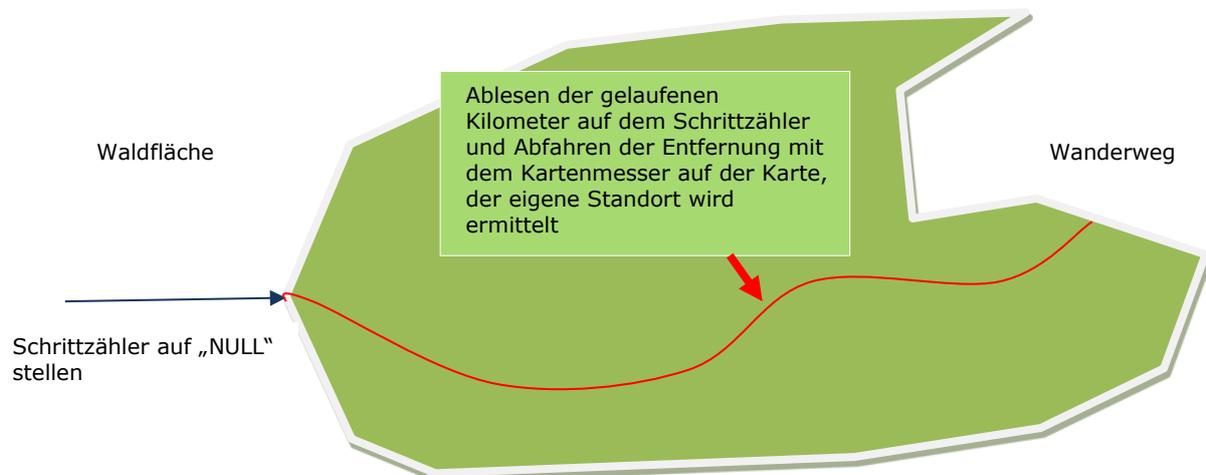
Natürlich ist es ein Einfaches auch natürliche Hilfslinien zu verwenden die längs zu meiner Marschrichtung liegen. Wege, Flüsse, Waldränder, Hochspannungsleitungen, alles das kann sich dazu eignen. Der Kompass ist nicht der Weisheit letzter Schluss, aber er ist ein unentbehrliches Hilfsmittel für die Orientierung. Auch im Zeitalter des GPS.

Wandern mit Kartenmesser und Schrittzählern

Folgende Situation: ich stehe am Waldrand und möchte den in die Karte eingetragenen Weg gehen. Es kann sich hierbei um einen Wanderweg, Feldweg oder Ähnliches handeln.

Es gibt mitten im Wald keine Anschlußsichten, während des Wanderns möchte ich aber wissen, wo ich genau bin, nicht nur in etwa, sondern genau.

Dazu stelle ich am Waldrand, bevor ich in den Wald gehe meinen Schrittzähler auf Null. Im Wald selber lese ich die Anzahl der zurückgelegten (Kilo-)Meter ab und fahre diese Strecke mit meinem Kartenmesser auf meiner Karte ab. Der Weg ist in der Karte eingezeichnet. Ich habe meinen Standpunkt. Ich muss hier betimmt nicht betonen, dass hier der große Kartenmaßstab die bessere Alternative in der Wahl der Karte ist. Dafür ist der Maßstab der Topografischen Karte 1:25.000 oder größer gut geeignet.



Bestimmen der Himmelsrichtung ohne einen Kompass:

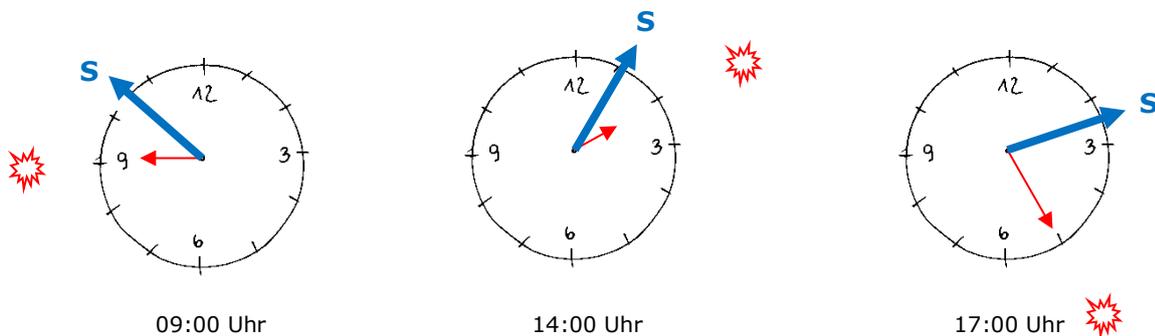
Mit der aktuellen Uhrzeit und dem Sonnenstand kann ich auch die Himmelsrichtungen bestimmen. Ich führe hier zwei Möglichkeiten auf:

- mit einer Armbanduhr und
- mit einem Schattenkompass

Die Armbanduhr zum Ermitteln der Südrichtung

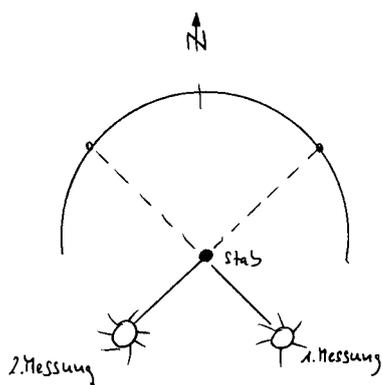
Als Faustformel für unsere Breiten kann folgendes Schema zwischen 06:00 Uhr und 18:00 Uhr verwendet werden:

Der kleine Zeiger (Stundenzeiger, hier rot) der Armbanduhr zeigt zur Sonne und die Winkelhalbierende zur 12 zeigt uns die Südrichtung (S). anbei drei Beispiele:



Achtung! Sommerzeit beachten. Wir verwenden nur die reguläre Zeit für unsere Breiten (Winterzeit)

Der Schattenkompass zur Bestimmung der Nordrichtung (GeN):



Dazu benötigen wir nur Zeit und keine aktuelle Uhrzeit wie im ersten Fall mit der Armbanduhr. Die Messungen müssen nur zeitversetzt ablaufen.

Wie wir wissen, geht die Sonne im Osten auf und im Westen unter. Im Mittag steht sie in unseren Breiten im Süden.

Ich haben einen Stab, den ich senkrecht in die Erde ramme und ziehe einen konzentrischen Kreis um den Stab. Nun markiere ich (z.B. am Vormittag) den Schnittpunkt des Schattenwurfes des Stabes mit dem konzentrischen Kreis. Am Nachmittag wiederhole ich diesen Vorgang, markiere auch

hier den zweiten Schnittpunkt mit dem Kreis.

Nun ermittle ich die Winkelhalbierende beider Schnittpunkte und erhalte somit die Nordrichtung. Dies ist natürlich nicht MaN oder GiN sondern GeN.

Das Schätzen von Entfernungen

Allgemein gibt es noch einige Merkregeln, die ich bereits zu Beginn meiner aktiven Militärzeit gelernt habe:

Ziele erscheinen dem menschlichen Auge näher, wenn

- es bergab geht
- bei hellem Hintergrund und grellem Sonnenschein
- wir über Täler und Schluchten sehen
- das Gelände gleichmässig ausgeprägt ist (Wasser, Schnee, Steppe, Wüste,...)
- nach Regen



Ziele erscheinen dem menschlichen Auge weiter, wenn

- es bergauf geht
- es trüb und nebelig ist
- bei dunklem Hinter- und Untergrund
- bei flimmender Luft
- gegen die Sonne
- bei langer, gerader Strasse
- im Wald



Der Daumensprung als Faustformel für die Streckenmessung (Entfernung)

Ich suche die Strecke zum Ziel. Auch hier gilt wieder der Strahlensatz. Als Hilfsmittel dient mir hier mein Daumen, der Abstand Auge zum Daumen und die geschätzte Entfernung zum Ziel.

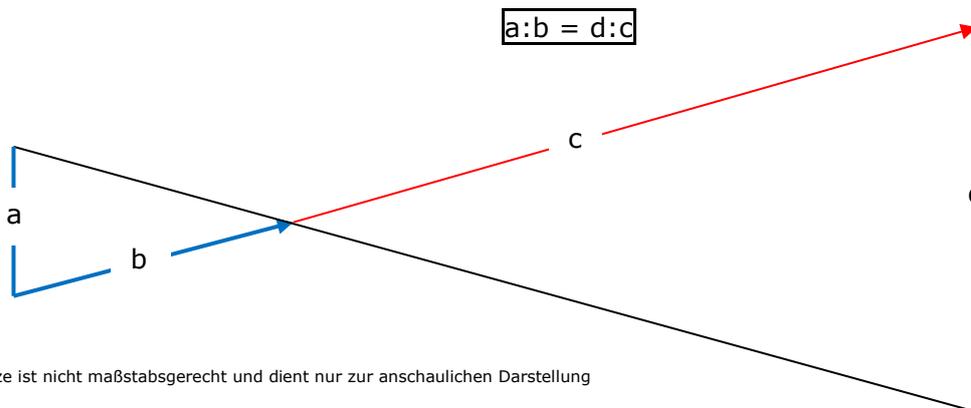
Gegeben:

a: Abstand linkes und rechtes Auge : ca 6 cm
b: Abstand Auge Daumen bei ausgestrecktem Arm: ca 70 cm
d: Strecke, welche ich schätze

Gesucht

c: Strecke zum Ziel

Es gilt auch hier folgender Sachverhalt:



Was muss ich nun tun?

Das Verhältnis der Strecke a zwischen den Augen und der Strecke b zum Daumen entspricht im Durchschnitt in etwa 1:10. Dieses Verhältnis gilt auch für die Strecken d und c

Die Handhabung:

Ich strecke den Arm aus, hebe den Daumen und schließe das rechte Auge. (Das linke Auge schaut zum Ziel). Ich visiere das Ziel mit der linken Seite vom Daumen. Dann schließe ich das linke Auge und wiederhole den Vorgang mit dem rechten Auge. Der Daumen „springt nach links“ zur Seite.

Ich **schätze** die Strecke **d** (den Abstand zwischen den beiden Punkten, welchen ich mit beiden Augen anvisiert habe.). Diesen geschätzten Abstand multipliziere ich mit dem **Faktor 10** und ich habe die gesuchte Entfernung.

So habe ich die gesuchte Entfernung auf die Schnelle geschätzt. Natürlich geht das mit dem Kompass genauer, aber der Daumensprung ist eben eine Faustformel.

Höhenlinien in der Karte und im Gelände - das Messen von Geländewinkel

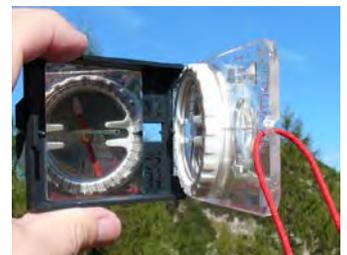
Natürlich kann ich auch vertikale Winkel im Gelände messen. Ich benötige die Daten um meine Tour zu planen oder zu ermitteln oder ob mein Kfz die anstehende Geländesteigung auch befahren kann. Mit Hilfe meines Kompasses ist das kein Problem.

AbleSEN von Höhenwinkeln im Gelände:

In der Thermoelastischen Fluiddose meines Kompasses Alpin von K&R ist ein beweglicher schwarzer Zeiger eingearbeitet. Dieser gehorcht der Schwerkraft und zeigt immer zum Erdmittelpunkt. Die Skala zeigt die Geländesteigung in Grad. Der Wert wird einfach nur abgelesen - hier sind es 20° Steigung.



Man winkelt den Spiegel wie rechts im Bild an und visiert die Bergspitze oder Ähnliches an. Nun muss ich nur noch den Winkel, der in der Kompasskapsel an der Höhenskala angezeigt wird im Spiegel ablesen. Kinderleicht.



Eine Skala auf dem Kompassdeckel gibt uns aufgrund der Gradzahl die Steigung in Prozent an. Die gemessenen 20° entsprechen 36% Steigung. Auf 100 Meter Strecke haben wir also 36 Meter Höhendifferenz. Dieser Kompass Alpin ist in Zusammenarbeit mit Bergführern bereits vor sehr vielen Jahren entwickelt worden und daher auch für Bergsteiger sehr gut geeignet.



Beim meinem Peilkompass Meridian Pro kann man die Steigung und gleich die Anzeige in Prozent an der seitlich angebrachten Skala ablesen.



Ermitteln der Steigung aus der Karte

Hierzu lege ich den geöffneten Kompass Alpin mit dem Deckel nach unten auf die Karte. Auf der Seite ist die sogenannte Äquidistanzskala angebracht. Die parallelen Striche auf dieser Skala bringe ich in Übereinstimmung mit den Höhenlinien. Nun kann ich an dieser Stelle die Steigung bzw. das Gefälle ablesen und entscheiden, wie ich meinen Weg fortsetzen oder im Vorfeld auch planen will. Hier muss man natürlich den Kartenmaßstab berücksichtigen.

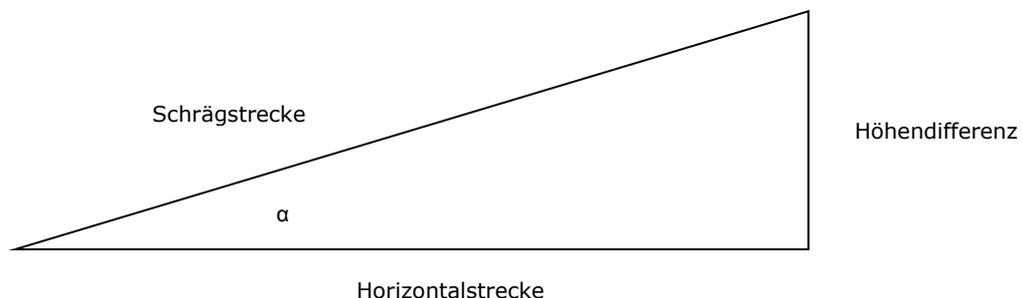


Auch hier kann ich auf dem Deckel die Steigung in % ablesen.

Die Steigung zwischen diesen Höhenlinien beträgt bei meiner TK 1:25.000 **30°**, in Prozent ausgedrückt knapp 60%. Nur zum Klettern geeignet-

Faustformel: Verlängerung der Schrägstrecke in Abhängigkeit von der Steigung

Eine Schrägstrecke, die Strecke im hügeligen Gelände, ist immer länger als die ermittelte Strecke aus der Karte. Das sollte man auch bei der Tourenplanung berücksichtigen.



[%] die ich pro 100 Meter mehr laufen muss, wenn ich folgende Steigung habe:

| Höhendifferenz [m] | Steigung [%] | Horizontalstrecke [m] | Winkel α [°] | Schrägstrecke [m] | Faustformel [%] |
|--------------------|--------------|-----------------------|---------------------|-------------------|-----------------|
| 5 | 5 | 100 | 2,86 | 100,13 | 0 |
| 10 | 10 | 100 | 5,71 | 100,49 | 1 |
| 15 | 15 | 100 | 8,53 | 101,12 | 1 |
| 20 | 20 | 100 | 11,31 | 101,98 | 2 |
| 25 | 25 | 100 | 14,04 | 103,08 | 3 |
| 30 | 30 | 100 | 16,70 | 104,40 | 4 |
| 35 | 35 | 100 | 19,29 | 105,95 | 6 |
| 40 | 40 | 100 | 21,80 | 107,70 | 8 |
| 45 | 45 | 100 | 24,23 | 109,69 | 10 |

Die Ermittlung erfolgt durch einfache Winkelberechnung und Streckenberechnung im Rechtwinkligen Dreieck mit tan und cos Funktionen.

Der Planzeiger zum Ermitteln der Koordinaten aus der Karte

Der Planzeiger dient dazu, die Lage eines Punktes auf der Karte für einen anderen Benutzer der gleichen Karte exakt zu beschreiben.

Einen Planzeiger findet man z.B. auf der Grundplatte eines Spiegel- und eines Linealkompasses aber auch auf einem **Kartenwinkel- messer**.

Ein Planzeiger ist maßstabsgebunden, d.h. er gilt für Karten des gleiches Maßstabs, d.h. ein Planzeiger 1:25:000 gilt für Topografische Karten im Maßstab 1:25.000.

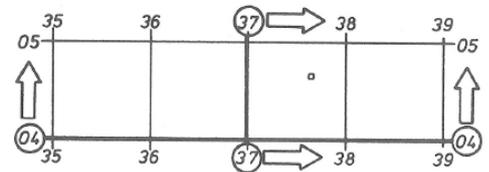


In unserem Kompassbeispiel haben wir drei verschieden Maßstäbe: 1:25.000, 1:50.000 und 1: 63.360. Letzterer dient für Karten, die nicht unserem metrischen System in Metern angelehnt sind, sondern im System von inches und miles.

Wie lese ich die Koordinaten?

Rechtswert (auch Ostwert) ist der Abstand des Punktes von einer senkrechten Gitterlinie nach rechts,

Hochwert (auch Nordwert) sein Abstand von einer waagrechten Gitterlinie nach oben.

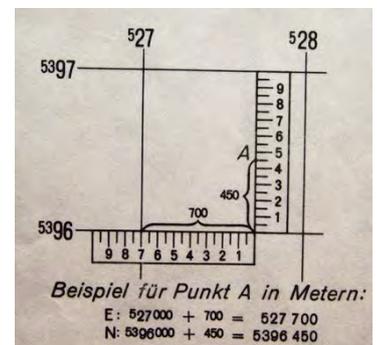


Man misst und nennt stets zuerst den Rechtswert, dann den Hochwert

Die Ziffer der senkrechten Gitterlinie entnimmt man dem oberen oder unteren Rahmen der Karte, die der waagrechten Gitterlinie dem linken oder rechten Rahmen.

Die kleineren Ziffern zu Beginn geben den Meridianstreifen an, dann folgt die Nummer der Gitterlinie und schließlich der Abstand in Metern.

Der Rechtswert kann auch mit E (East) oder y, der Hochwert mit N (North oder x bezeichnet werden.



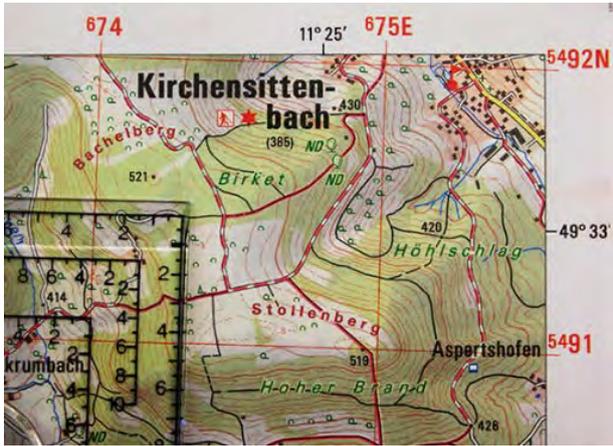
Beispiel: Wir haben die Karte vor uns, der eigene Standort ist bestimmt. Es ist der Punkt A (gelb markiert)

Wir benötigen die UTM-Koordinaten, daher verwenden wir das Gitternetz mit den rot markierten Ziffern.

Der Standort wird von dem Gitter grob bestimmt:
 Zone: 32U (bekannt aus dem Kartenblatt)
 Ostwert: 674xxx
 Nordwert: 5491xxx...

Nun benötigen wir den genauen Wert.





Rote Ziffern bedeuten UTM Koordinaten, die schwarzen Ziffern gehören zum Geografischen Koordinatensystem.

Die Ablese erfolgt bei mir über den Kompass (hier ein hochwertige Silva Kompass). Die Ablese am Planzeiger in schwarzer Farbe bietet bei den neuen Topografischen Karten einen guten Kontrast zum Hintergrund.

Zone: 32U
 Ostwert: 674308 (geschätzt)
 Nordwert: 5491445... (geschätzt)

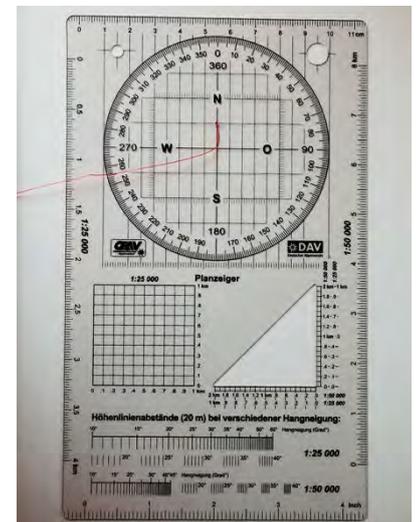
Oder man verwendet einen Kartenwinkelmesser.

Der Kartenwinkelmesser - ein universelles Instrument für die Orientierung mit der Karte

Sofern ich keinen Planzeiger auf dem Kompass habe, kann ich auch einen Kartenwinkelmesser verwenden. Mit diesem habe ich viele Möglichkeiten mir das Leben zur Orientierung zu erleichtern:

Was kann ich alles mit so einer Schablone machen?

| Messen | Ermitteln |
|--|---|
| Richtungen und Gegenrichtung; Winkelmessung | Eigene Standortbestimmung (Kreuzpeilung) und Grundlage zur Ermittlung der örtlichen aktuellen Deklination mit einem Peilkompass |
| Höhenlinienabstände messen | Steigung und Gefälle |
| Lineal | Horizontalstrecke |
| Planzeiger | Koordinaten |



Ermitteln der Koordinaten:

Ich lege dazu den Planzeiger des Kartenwinkelmessers deckungsgleich auf das Planquadrat in dem der zu bestimmende Punkt liegt. Hier muss man den Maßstab beachten. Meine topografische Karte hat den Maßstab 1:25.000. Also muss ich auch den Planzeiger 1:25.000 verwenden.

Das Ablesen von Koordinaten mittels Planzeiger:

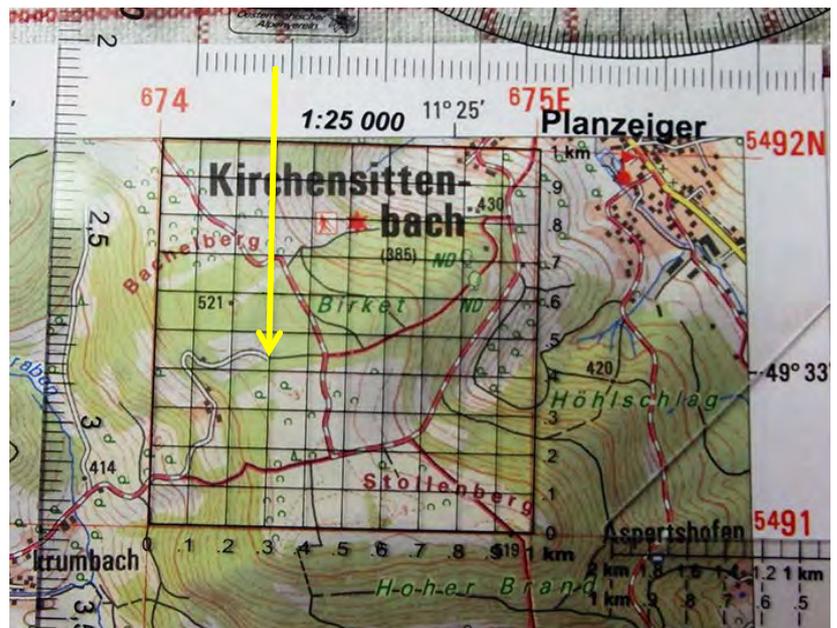
Zone: 32U

Ost: 674300

Nord: 5491435...

Die Werte differieren leicht zur Ablesung mit dem Kompass. Die Koordinaten sind in Meter angegeben.

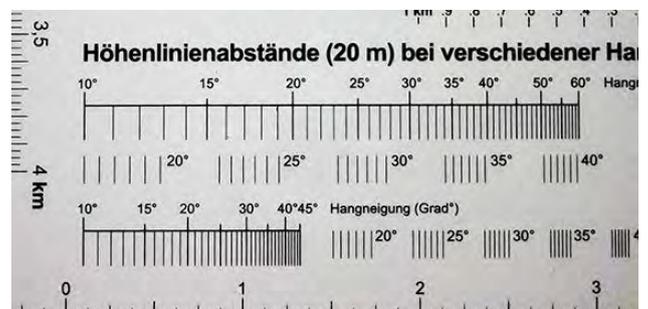
Wir haben mit dieser Ablesung eine Differenz im Ostwert von 8 Meter, im Nordwert von 10 Metern.



BEACHTE: Bitte beim Anlegen darauf achten, das UTM-Gitter (hier rot) zu verwenden und nicht den Fehler machen den Kartenwinkelmesser auf das Geografische Gradnetz (hier schwarze Linie am Kartenrand) zu legen.

Sollten wir einen Kompass haben, der keine **Äquidistanzskala** auf der Seite angebracht hat, dann gibt es auch hier auf der Schablone die passende Lösung:

Für die Maßstäbe 1:25.000 und 1:50.000 finden wir hier parallele Linien, die uns bei Auflegen zu den Höhenlinien der Karte die Hangneigung in Grad mitteilen.



Hier im Beispiel haben wir eine Hangneigung von 60°. Leider haben wir keine Information, wieviel dieser Wert in Prozent beträgt. Hier ist der Kompass Alpin dem Kartenwinkelmesser voraus. Auf dem Kompassdeckel finden wir die Umrechnung von Grad in Prozent mit aufgedruckt. Wir können sofort entscheiden, ob das Gelände aufgrund der Hangneigung von Rettungsfahrzeugen noch zu befahren ist.



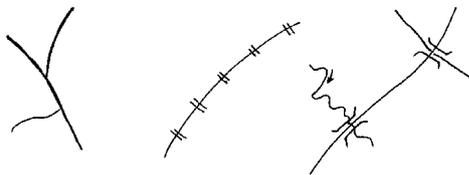
Das Anfertigen einer Geländeskizze

Manchmal kommt es vor, dass ich keine Karte (mehr) habe. Ich muss mir dann vom Gelände eine Skizze anfertigen. Sei es, dass die Karte verloren gegangen ist oder ich aus dem Kartenblatt herausgehe und mir vom vor mir liegenden Gelände ein „Bild“ für den künftigen Weg anfertigen muss. Um nun nicht im Nirwana zu verschwinden, zeige ich zwei einfache Möglichkeiten sich auch hier beim Weitergehen zu orientieren. Auch hier gilt es wie im normalen Leben: ich muss mein Ziel kennen.

Man unterscheidet grundsätzlich zwei verschiedenen Arten von Skizzen:

- Grundrißskizze (oder auch Gelände- und Wegeskizze)
- Ansichtsskizze (zeigen das Gelände so, wie man es sieht)

Die Grundrißskizze stellt die Gegebenheiten des Geländes auf eine vereinfachte und vergrößerte Art dar. Die Kartenzeichen werden hier vereinfacht dargestellt:



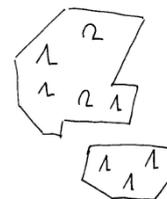
Straßengabel

Bahnlinie

Brücken



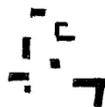
Fluß / Bach



Waldstücke



markante Bäume



Einzelhäuser / Gehöfte

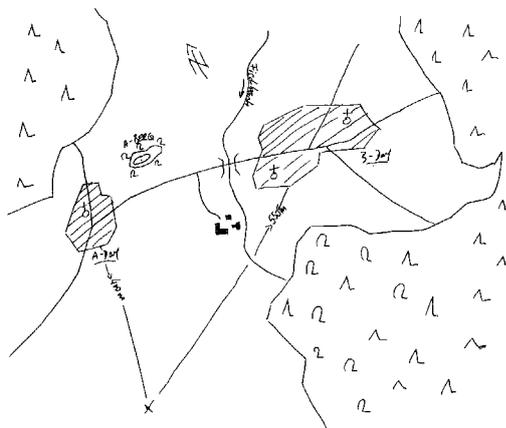


Berg mit Höhepunkt



Dorf

Beispiel einer einfachen Geländeskizze:



der eigene Standort wird mit einem Kreuz gekennzeichnet

geschätzte Entfernungen werden eingetragen



Nordpfeil nicht vergessen!

der Pfeil zeigt uns auf der Skizze die Richtung wo MaN liegt

diese für das Zurechtfinden erforderlich sind. Es ist empfehlenswert, einzelne Teilstücke mit Entfernungen anzugeben.

Kriterien für die Anfertigung einer Geländeskizze sind:

- es sollen nur die Objekte in eine Geländeskizze eingetragen werden, die für eine Verwendung der Skizze auch wichtig sind
- sie muss maßstäblich und genau sein
- die Geländeformen sollten auch in der Lage zueinander passen

Beim Erstellen einer Geländeskizze muß beachtet werden:

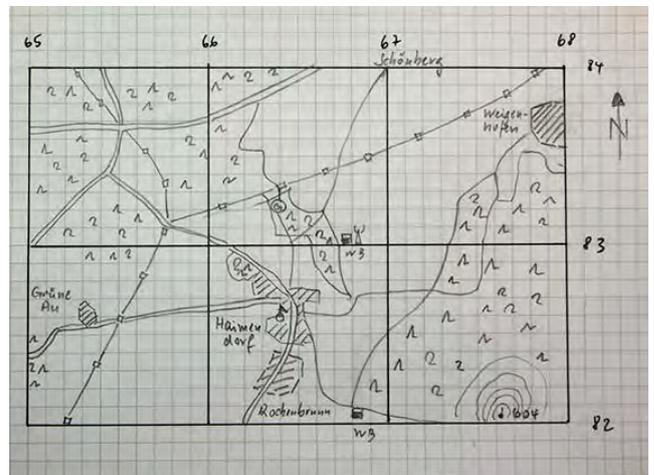
- ein Rahmen sollte erstellt und wenn möglich ein Gitternetz mit Koordinaten angegeben werden
- Wichtige einzelne Objekte wie Kirchen, einzelstehende Bäume, Brücken, Wege-Kreuzungen als auch Leitlinien wie Straßen Wege, Stromleitungen sind einzutragen
- große Flächen (Wald, Maisfeld,...) sind einzutragen
- Objekte sind zu beschriften
- Nordrichtung darf nicht fehlen

Anbei mein Entwurf für eine Geländeskizze. Der Vorteil der Einteilung eine maßstabsgetreuen Übertragung ist, dass man in etwa die Entfernungen und Richtungen aus der Skizze entnehmen kann.

Wie man aber sieht, erschlagen einen zu viele Informationen auf engstem Raum. Man muss sich auf das Wesentliche beschränken. Wichtig ist nur – man kommt ans Ziel.



Die Vorlage der Karte 1:25.000



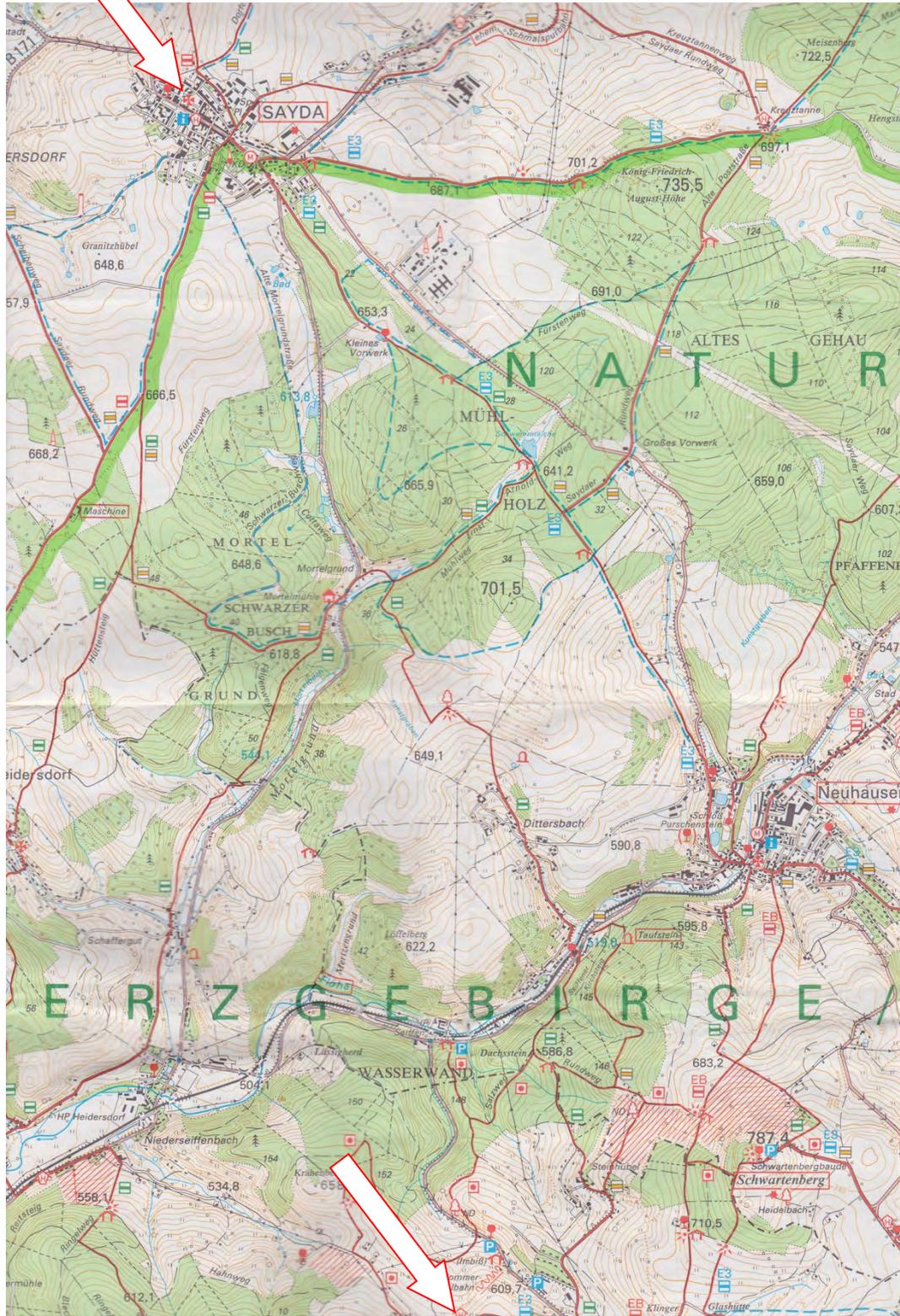
die Geländeskizze, mit der man sich hoffentlich orientieren kann ©

TIPP: Man sollte es bevor man eine Skizze zeichnen muss diese einige Male selber probieren. So einfach wie es aussieht ist es leider nicht. Die Koordinatenkreuze helfen einem beim Übertragen der wesentlichen Punkte auf das Notizblatt.

Die Tourenplanung

Bereits im Vorfeld einer Wanderung / Tour sollten wir uns mit unserem Weg oder einfach nur mit dem Start und Zielpunkt auseinandersetzen.

Ziel ist die Kirche in Sayda



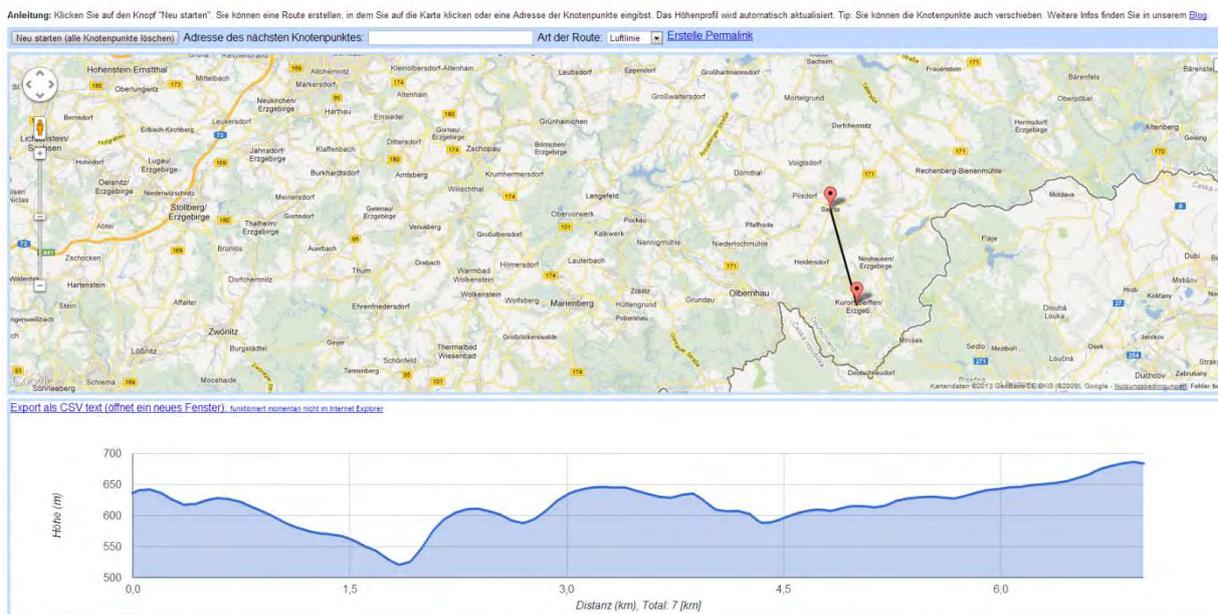
Startpunkt ist ein Höhenzug in Seiffen im Erzgebirge

Das Erstellen von Höhenprofilen für die Tourenplanung

Schon im Vorfeld einer längeren Wanderung bzw einer Tour ist es sinnvoll sich mit dem Geländeprofil vertraut zu machen. Hierbei kann ich erkennen, welche Herausforderungen ich meistern muss bzw ob ich einen anderen Weg einschlagen sollte. Es gibt zwei Möglichkeiten die im Vorfeld zu tun.

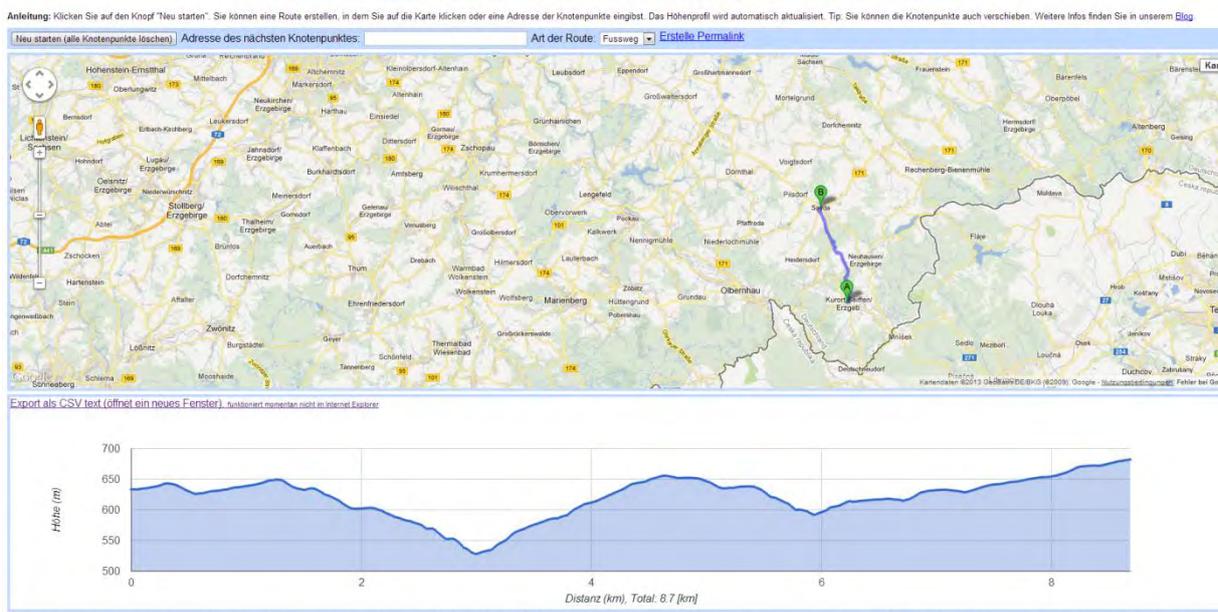
Auf der Seite <http://geo.ebp.ch/gelaendeprofil/> habe ich einen Link gefunden, mit dem man auf einfache Weise Luftlinie, Fußwege, Fahrradwege oder auch den Straßenverlauf im Querprofil darstellen kann. Man beachte zuerst der Querschnitt für die Wegstrecke Seiffen – Sayda als Luftlinie und dann als Fußweg. Natürlich ein ähnliches Profil, aber um 1,7 km länger.

Automatische Höhenprofilberechnung Version 2.0 (beta) Ernst Basler+Partner

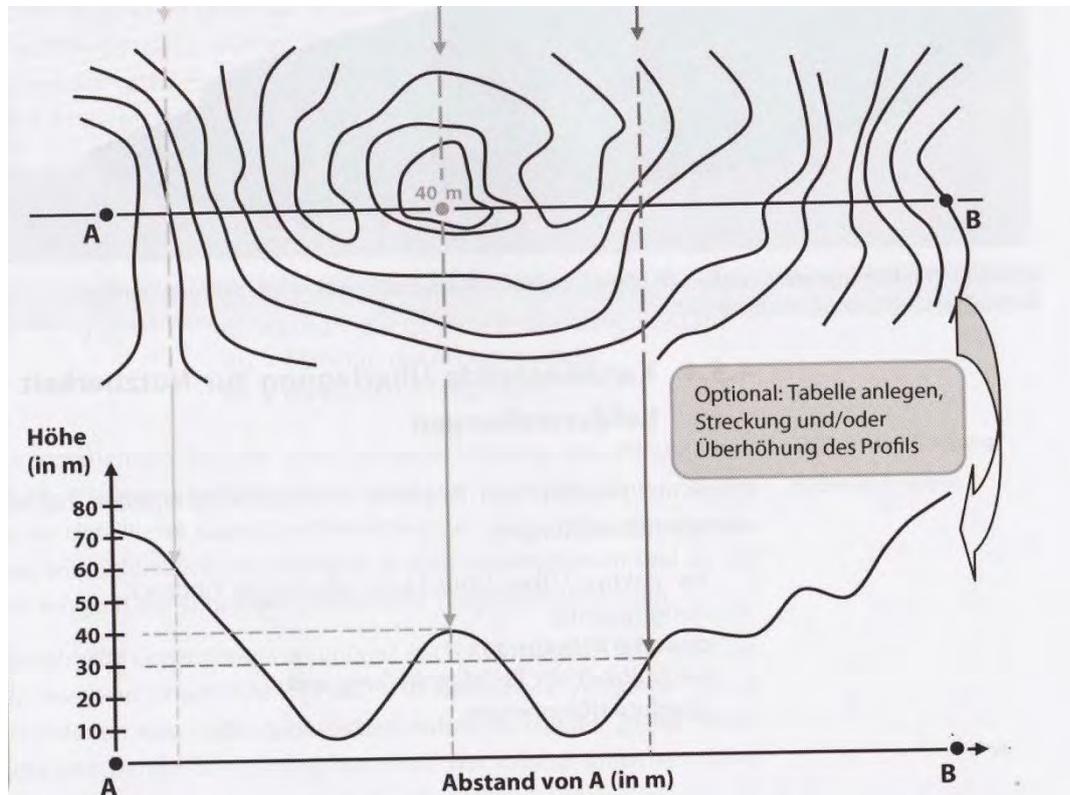


Skizzen aus <http://geo.ebp.ch/gelaendeprofil/>

Automatische Höhenprofilberechnung Version 2.0 (beta) Ernst Basler+Partner



Natürlich kann man ein Höhenprofil auch selber aus der topografischen Karte erstellen.
Man geht dazu wie folgt vor:



Skizze aus Lukas Wehner, Wir Kartographen, perpetuum publishing

Man bestimmt den Start und den Zielpunkt auf der Karte (z.B. Seiffen - Sayda) und ermittelt den passenden Weg über Feldwege, Wanderwege oder auch einfach nur querfeldweil zum Ziel. Man ermittelt nun die Schnittpunkte des geplanten Weges mit den Höhenlinien (Isohypsen) und markiert diese zB auf ein Millimeterpapier welches unter dem geplanten Weg auf die Topografische Karte gelegt wird. Man erhält das Höhenprofil des Weges.

Folgende Punkte muss ich bei der einfachen Tourenplanung im Auge behalten:

Landkarte

Habe ich die richtige(n) Landkarte(n) bei der Tour dabei? (TK 1:50.000, TK 1:25.000)?

Entfernung zum Ziel

wieviele Kilometer möchte ich gehen? Sind Kinder dabei? Kann es unterwegs zu Komplikationen kommen?

Höhenlinien

nicht immer ist der kürzeste auch gleichzeitig der schnellste Weg zum Ziel. Gewisse Steigungen verhindern eine entspannte Wanderung

Wegführung

gibt es Wege, auf denen ich laufen kann oder kann/ muss ich querfeldein laufen. Muss ich größere Straßen kreuzen? Welche Siedlungen liegen auf meinem Weg?

Hindernisse

gibt es fließende oder stehende Gewässer, eventuell auch steile Anstiege? Gibt es Brücken oder wie kann ich diese Hindernisse am besten umgehen?

Vegetation

wie dicht ist das Unterholz? Was macht das sumpfige Gelände? Komme ich da überhaupt durch?

Startzeit

wann will ich ankommen; wie lange brauche ich für den Weg? als Kriterien für die Startzeit.

Wetteraussichten

wie wird das Wetter? In welcher Höhe befinde ich mich? Besonders in höheren Lagen ist das eine sehr wichtige Information.

Ausrüstung und Verpflegung

passt meine Ausrüstung (Schuhe, Bekleidung Rucksack) zu meinen Ambitionen? Habe ich meinen Kompass dabei? Was zu Trinken und zu Essen sollte auf jeden Fall bei einer längeren Tour mit dabei sein.

Kondition und Sicherheit

bin ich für diese Wanderung auch fit genug? Ist mein Handy aufgeladen um im Notfall Hilfe zu rufen? Verbandszeug gehört mit in den Rucksack. Bei längeren Touren in unwegsamen Regionen empfehle ich Ihnen vorab ein spezielles Survivaltraining bei einem Fachmann.

Und nie vergessen:

Wie komme ich wieder zurück?

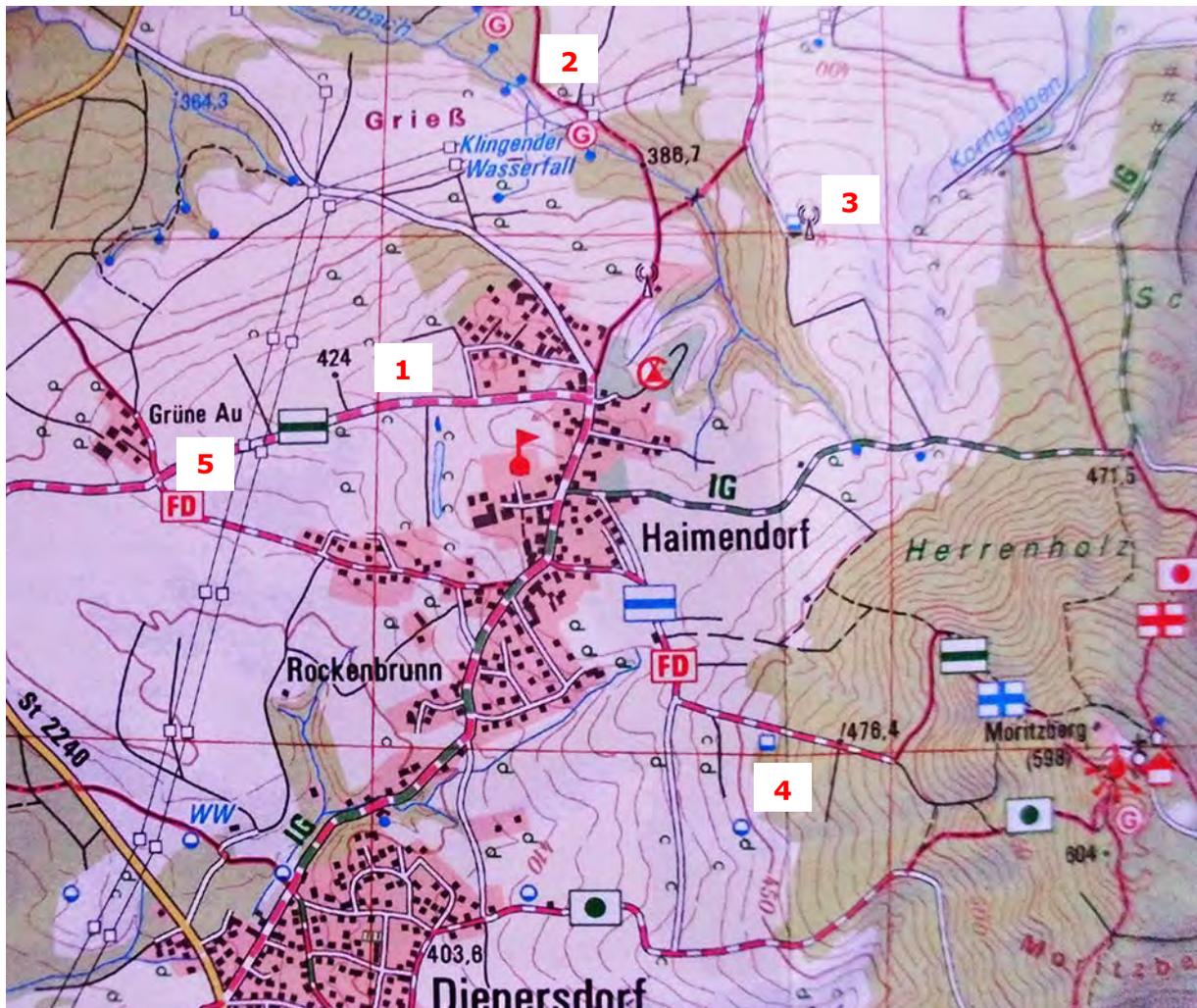
Orientieren nach Leit- und Auffanglinien

Um die ganze bis hierhin vermittelte Theorie nun auch in die Praxis umzusetzen sollte man sich nicht gleich in ein Wildnisabenteuer stürzen. Ich empfehle als Neuling mit einfachen Übungen zur Orientierung im Gelände zu beginnen. Damit es mehr Spaß macht nicht alleine sondern in einer Gruppe. Am besten wäre es aber, wenn es einen Ausbildungsleiter gibt, der mit diesen Übungen schon Erfahrungen hat.

Und bitte nicht vergessen – immer ein geeignetes Kommunikationsmittel zur Verfügung haben, eine Warnweste mitzunehmen ist nicht von Nachteil und / oder auch Freunden und Bekannten von der geplanten Tour erzählen. Damit man im Ernstfall auch von unseren ehrenamtlichen Rettern auch gefunden wird, falls was passiert.

BEISPIEL: Orientieren im Gelände mit Karte und Kompass

Wir befinden uns in der Grüne Au [5] und wollen uns mit unterschiedlichen Mitteln im Gelände orientieren. Dazu nutzen wir verschiedene Techniken, die wir von Station zu Station varriieren bzw. auch kombinieren.



- Zielpunkt 1: Kreuzpeilung auf der Anhöhe vor der Ortschaft Haimendorf (eine detaillierte Beschreibung dazu findet man im ersten Handbuch zur Orientierung mit Karte und Kompass)
- Zielpunkt 2: Anlaufen des verborgenen Punktzieles „Klingender Wasserfall“
- Zielpunkt 3: Erreichen des Funkmasten und des Wasserbehälters
- Zielpunkt 4: Erreichen des Wasserbehälters
- Zielpunkt 5: zurück zum Startpunkt / Parkplatz

Zielpunkt 2: Anlaufen des verborgenen Punktzieles „Klingender Wasserfall“

Start zum Zielpunkt „Klingender Wasserfall“ ist die Fläche vor Haimendorf

- Durch den Wald
- überqueren der Auffanglinie Strasse
- Nutzen vor Wegen als Leitlinie und
- entlang des Hüttenbaches zum Punktziel „Klingender Wasserfall“

Marschstrecke ist auf der rechten Karte rot markiert.



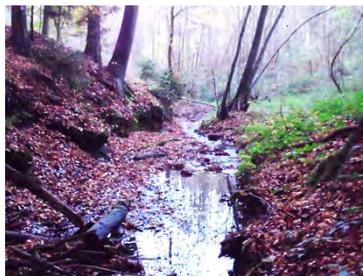
heraus aus dem Wald auf die **Auffanglinie Straße**



der Weg als **Leitlinie**



Der Weg als **Leitlinie**



Leitlinie „Hüttenbach“ zum



der „Klingende Wasserfall“

Ein Kompass ist zur Orientierung in diesem Geländeabschnitt nicht notwendig. Es reicht aus die Karte mit dem Gelände zu vergleichen und markante Geländeformen als Leitlinie zum verborgenen Punktziel zu nutzen.

Zielpunkt 3: Erreichen des Funkmasten und des Wasserbehälters

vom Punktziel „Klingender Wasserfall“ wollen wir nun zum Wasserbehälter gehen, neben dem sich ein Funkmast befindet.

Auf dem Weg dorthin gehen wir querfeldein und entlang der Leitlinie Waldrand. Der Weg in Wald selber ist mit Unterholz stark zugewachsen und leicht ansteigend, sodass wir nicht zügig vorankommen können.

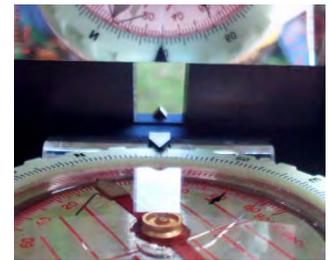
Um nun den eigenen Standort am Waldrand exakt bestimmen zu können führen wir ein **Seitwärts-einschneiden** von einer Standlinie (Waldrand) zur Kirche in Schönberg durch. Die Hochspannungsleitungen im Vorfeld machen der Peilung nichts aus, sofern wir uns nicht in unmittelbarer Nähe der Masten befinden.



Anschlussicht Kirche in Schönberg



die Peilung (**Seitwärtseinschneiden**)



Ablesung 29°



Wegegabelung mit



Sicht zum Funkmasten



Wegstrecke mit Ziel

Ein Kompass ist hier ein nützliches Hilfsmittel um den eigenen Standort durch ein Seitwärtseinschneiden zu bestimmen. Grob kann man das auch mit einem Karten-Gelände-Vergleich tun.

Wie das Verfahren genau funktioniert kann man im Handbuch www.orientierung-leichtgemacht.de nachlesen.

Zielpunkt 4: Erreichen des zweiten Wasserbehälters

Wasserbehälter Nr 2 könnte man auch ohne eine Peilung mit dem Kompass mühelos erreichen, nur indem wir uns ausschließlich an Leitlinien halten. Dazu müsste wir aber den einen oder anderen Umweg in Kauf nehmen.

Man kann über den Kompass auch Richtungen einschlagen und diese auch einhalten, wenn es die Örtlichkeit erlaubt. Manchmal ist es auch ratsam Leitlinien zu nutzen statt querfeldein auf Hindernisse zu stossen, die umgangen werden müssen, so wie in diesem Fall:



Die Peilung zum Ziel wird aus der Karte herausgegriffen und in das Gelände übertragen. Das Gelände ist unübersichtlich und mit Waldstücken stark bewachsen. Wir beginnen am Wasserbehälter mit dem Funkmasten.



Herausgreifen der Richtung aus der Karte

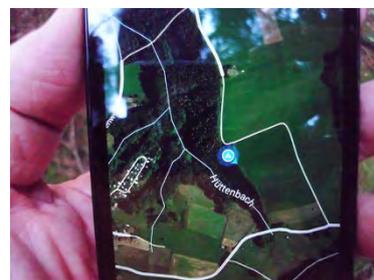


Übertragen der Richtung ins das Gelände

Anmerkung: Die Peilung für das Übertragen der Richtung ins Gelände wurde hier mit abgeklappten Spiegel durchgeführt, um das Zwischenziel fotografisch besser darzustellen.



Der Zugang zum Wald



Ohne Anschlusslicht, ohne Schrittzähler und Kartenmesser kann nur ein GPS Gerät oder auf einfachstem Wege ein Smartphone den Standort im sehr unübersichtlichen Gelände anzeigen. In diesem Fall wäre es aber nicht notwendig.

TIPP: Falls jemand in einem unübersichtlichen Gelände schnellstmöglich die Koordinaten ermitteln muss, dann empfehle ich auch den Gebrauch eines GPS-Empfängers, der auch unter schlechten Voraussetzungen die Koordinaten anzeigt.

Wir verlassen den Wald und kommen auf einen Weg der uns nicht direkt zum Ziel führt. Eine Pferdekoppel ist uns auf unserem Marsch zum Ziel im Weg. Diese war auf der Karte nicht verzeichnet. Wir müssen uns nun kurzfristig neu orientieren, das **Hindernis umgehen** und nutzen eine neue Leitlinie nach der Karte.



Ausgang aus dem Wald



die Sicht aus dem Wald kommend



die Leitlinie „Umleitung“
auf der Karte ein grün-
weiß markierter Weg

Die „Umleitung“ bringt uns zu einer Abbiegung, welche uns an den Waldrand führt. Dieser führt uns wieder auf direktem Weg zu unserer Marschrichtung zum Ziel Wasserbehälter Nr.2, welche wir durch die Pferdekoppel nicht einhalten konnten.



Zielpunkt 4: Erreichen des Wasserbehälters Nr 2



Zielpunkt 5: zurück zum Startpunkt / Parkplatz

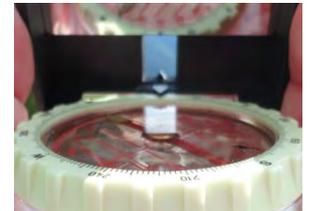
Orientieren im Gebirge mit einem Höhenmesser

Folgende Situation:

Ich befinde mich auf einem Wanderweg im Gebirge, habe Anschlußsichten zu den umliegenden Bergen, weis aber nicht genau wo ich mich befinde. Der Höhenmesser zeigt mir eine Höhe von 1820m an.



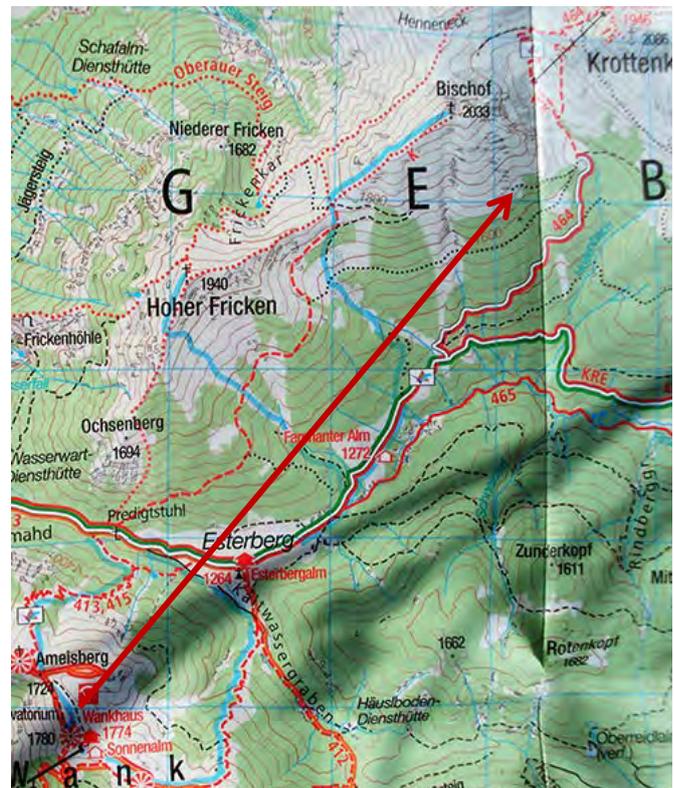
Ich habe eine Peilung zu einem Gipfel von 40° (Hier gut zu erkennen am Gegenrichtungswinkel von 220°).



Nach dem Einnorden der Karte oder nach einem Karten-Gelände-Vergleich können aufgrund der gemessenen Höhenmeter und der Richtung zum Gipfel Rückschlüsse auf den derzeitigen Standort getroffen werden.

Wenn man aber selten in den Bergen ist und dazu auch noch ortsunkundig muss man schon genau hinsehen um die Gipfel voneinander zu unterscheiden. Hier befinden wir uns in der Region von Garmisch-Partenkirchen.

ACHTUNG: der Höhenmesser sollte vorab an der Talstation oder an einer Referenzhöhe je nach Wetterlage justiert werden um das Ergebnis so genau als möglich zu bekommen. Das habe ich leider in diesem Fall nicht gemacht, sodass wir eine Höhendifferenz von 40 Meter erhalten. Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten ist das in diesem Fall für die Bestimmung des Standortes aber kein Problem.



Orientieren im Gebirge mit Vorwärtseinschneiden mit Berücksichtigung der Nadelabweichung

Ich möchte den Namen eines Berges bestimmen und kann das nicht so ohne Weiteres durch einen Karten-Geländevergleich tun. Ich benötige zusätzlich einen Kompass.

Beispiel aus der Steiermark /Gesäuse, von einer Aussichtsplattform aus

Blick zu einem Berggipfel, dessen Name mir nicht bekannt ist (rote Markierung).



Ich führe eine Messung zum Gipfel durch: Messung des **Geländewinkels** mit dem Kompass von meinem Standort zum Gipfel beträgt **260°**. (gelb)

Nun lege ich auf meiner Karte meinen Kompass von meinem Standort zur Zielrichtung an und ermittle den Gipfel, der in Frage kommt. Nun messe ich auf der Karte zum einzigen möglichen Gipfel einen **Kartenwinkel** mit dem Spiegelkompass **264°**. (einen Kartenwinkelmesser hatte ich leider nicht zur Hand).

Was ist nun falsch?

Man muss die Nadelabweichung berücksichtigen. Heute im Jahr 2014 haben wir in Österreich in der Region Steiermark beim Berg Grimming folgende Werte:

Deklination: +3° 19' ostwärts
Meridiankonvergenz: - 0° 37' westwärts
Nadelabweichung: +3° 56' ostwärts



Beachte: bei einer östlichen Missweisung ist der Geländewinkel kleiner als der Kartenwinkel (siehe auch www.orientierung-leichtgemacht.de).

Das bedeutet, dass wir zu einem gemessenen Geländewinkel die aktuelle Nadelabweichung (hier 4° OST) zum Geländewinkel hinzu addieren müssen um den Kartenwinkel zu erhalten.

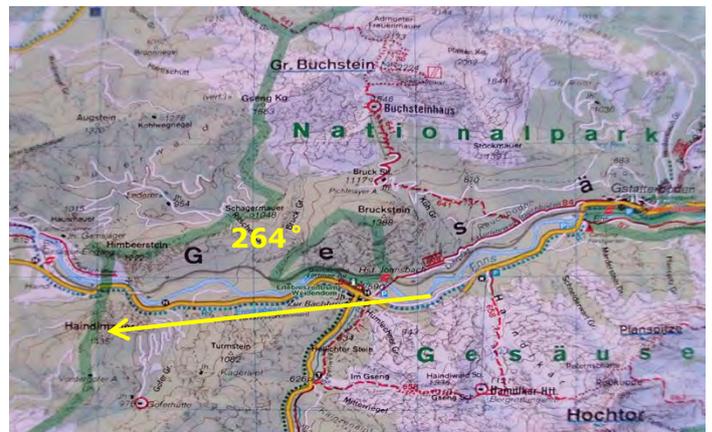
(Bei einer westlichen Deklinationskorrektur müssten wir den Wert der Nadelabweichung vom gemessenen Geländewinkel abziehen).

Ergebnis:

$$260^{\circ} + 4^{\circ} = 264^{\circ}$$

Um ein einwandfreies Ergebnis in der Ermittlung der Ziele zu erreichen, muss die Missweisung schon heute in Österreich wieder beachtet werden. Man darf die Missweiskorrekturen nicht vernachlässigen und sollte diese bereits im Vorfeld aus der Karte entnehmen bzw vorab ermitteln.

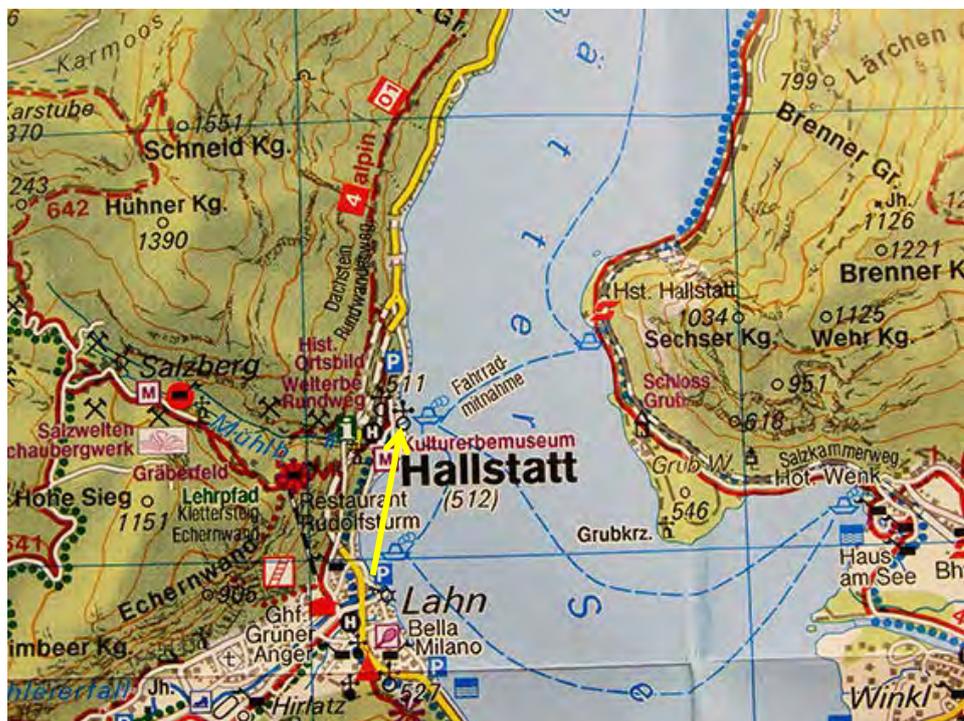
(wie das geht siehe bitte auch www.orientierung-leichtgemacht.de)



Orientierung nach Höhenlinien – Karten-Gelände-Vergleich

Auch mit Hilfe der topografischen Gegebenheiten wie z.B. von Hügeln oder Bergen kann man sich gut orientieren und den eigenen Standort ermitteln. Anbei einige Beispiele:

Beispiel 1: Hallstädter See in der Steiermark, Blick auf die Kirche, man beachte die Uferlinien



Beispiel 2: Aussichtsplattform Scharfberg mit Blick zum Attersee



Mittels Karten-Gelände-Vergleich können Rückschlüsse auf den Standort getroffen werden.

Beispiel 3

Scharfberg (1782) mit Blick auf die Spinnerin (1725m)



Unterstützend mit der Peilung eines Kompasses können wir auch hier den Namen von Gipfeln eindeutig bestimmen.

Auch wenn es nicht so aussieht: auf diesen Grad zur Spitze der Spinnerin kann man aufrecht gehen. Flachlandtiroler so wie ich sollten es aber lieber lassen ☺.

Ich habe mich verlaufen. Was nun?

Als erstes – Ruhe bewahren!

Manchmal leichter gesagt als getan, aber Hektik ist jetzt schädlich.

Auch hier gibt es Unterschiede.

1. Die Richtung stimmt, nur der derzeitige Standort ist nicht eindeutig zu ermitteln

das kann passieren, wenn ich keinen Schrittzähler nutze oder meine Schrittlänge falsch eingeschätzt habe.

Tipp: Weitergehen bis zur Leitlinie oder Auffanglinie oder auch bis zu einem Geländepunkt, der auf der Karte eindeutig bezeichnet ist. (siehe Handbuch zur Orientierung mit Karte und Kompass – man findet es unter www.orientierung-leichtgemacht.de).

Am besten man sieht sich auf der Karte entlang der Marschrichtung den zurückgelegten Weg an und identifiziert markante Punkte, an denen man vorbeigekommen ist.



2. Die Richtung und der Standort stimmen nicht mehr

Auch das kann passieren. Ich habe mit meiner Karte ungenau gearbeitet, diese nicht richtig eingeordnet, den Richtungswinkel ungenau abgelesen und ins Gelände übertragen, die Deklinationskorrektur nicht beachtet oder unter einer Stromleitung die Marschrichtung ins Gelände übertragen.

Tipp: zum Ausgangspunkt zurückgehen, an dem die Standortbestimmung gepasst hat oder eine **Kreuzpeilung** durchführen.

3. Ich kann nichts mehr auf der Karte wiederfinden

Hier gilt: keine Panik – irgendwo kommen wir schon an.

Tipp: Wanderung abbrechen, zu einer Auffanglinie gehen. In unseren Breiten ist das in der Regel kein Problem. Die Wälder sind alle begrenzt, Bäche münden in Flüsse und die kommen früher oder später zu Siedlungen. Hochspannungsleitungen und Wege sind nicht von alleine gewachsen, man ist immer in der Nähe der Zivilisation. Spätestens im nächsten Ort wissen wir wieder wo wir sind.

Das ist mir auch schon mal bei einer Nachtwanderung zu meiner Bundeswehrzeit mit drei Kameraden passiert. In der Nacht schaut alles gleich dunkel aus, aber in der Ferne sieht man die Lichter der Siedlungen. Wenn es dann auch noch regnet, Nebel aufkommt - dann sieht man die Hand vor den Augen fast nicht – das Orientieren unter erschwerten Bedingungen.

In so einer Situation wußten wir nicht mehr genau wo wir eigentlich waren. Zu Ausbildungszwecken hatten wir nur einen Kartenausschnitt dabei, einen Schnipsel, aber keine komplette Karte (1:50.000). Wir hatten uns aus dem Kartenbereich heraus bewegt. Es blieben uns zwei Möglichkeiten: Zurückgehen zum letzten bekannten Punkt oder zur nächsten Siedlung gehen und sehen wo wir eigentlich waren. Viele Bewohner im Hunsrück sind dann sehr freundlich – sie zeigen einem den Weg und geben auch noch was zu Trinken.

Praktische Anwendungsbeispiele zur Teambildung aus der Praxis für die Praxis

Ein Kompass kann mehr als nur die Richtung anzeigen. Mit ihm können in der Gruppe Aufgaben bewältigt werden, die alleine nicht machbar sind. Auch hier hat die Bundeswehr einige interessante Beispiele für das Zusammenspielen eines Teams.

Einteilung in Gruppen

Zu Beginn meiner Ausbildung in Idar Oberstein wurden wir im Hunsrück zuerst in Gruppen eingeteilt. Vier Personen bildeten eine Gruppe. Gegen Abend erhielt ein Mitglied der Gruppe eine Karte, ein anderer den Kompass. Wir bekamen einen verschlossenen Umschlag mit der zu erledigenden Aufgabe und wurden in einen Bus gesetzt und mussten in regelmäßigen Abständen gruppenweise den Bus verlassen. Jetzt hieß es schnell sein. Einen Karte-Geländevergleich hatte man schon im Bus gemacht, man ist ja schließlich nicht auf den Kopf gefallen, doch nun musste man das restliche Tageslicht so weit als möglich noch ausnutzen. Einen Kompass im Bus zu nutzen war sinnlos. Warum wohl?

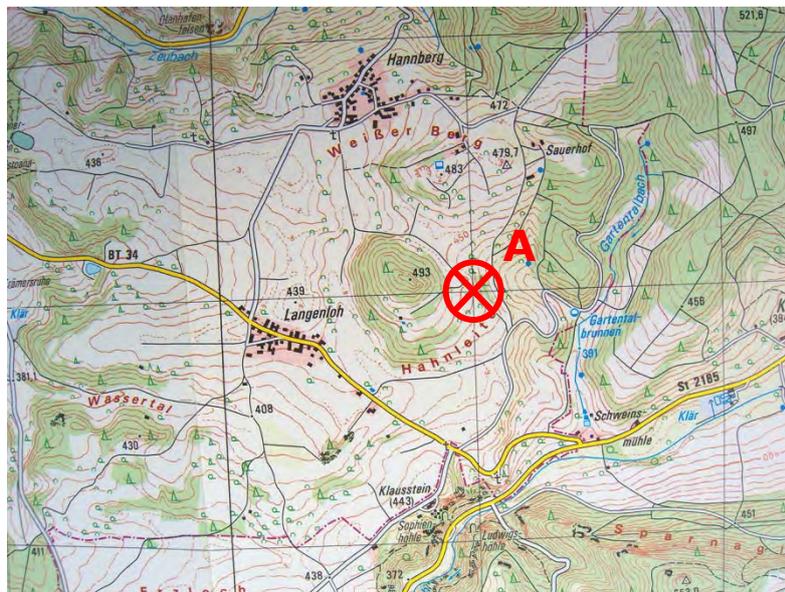
Nun war man in der „Pampa“, weit und breit kein Haus, nur Kusselgruppen (sprich Gebüsch, Sträucher und Hecken). Die erste Aufgabe war nicht sonderlich schwer. Wir mussten einen gewissen Stationspunkt bis zum Zeitpunkt X erreichen.

Einer übernahm die Führung, er hatte die Karte, den Kompass und die Verantwortung. Wir kannten unsere Koordinaten und unser Ziel.

Als Erstes erfolgte das Einnorden der Karte, dann der genaue Karten Gelände-Vergleich. Wir suchen uns aufgrund der Topographie einen geeigneten Weg oder wir bestimmen mit unserer Marschrichtungszahl den Weg zum nächsten Hilfsziel. Wie das geht habe ich bereits beschrieben.

Natürlich werden beim Militär Koordinaten nicht so einfach herausgegeben. Koordinaten werden verschlüsselt. Entweder durch einen Code, den man aber erst wieder entschlüsseln muss, und das kann immer etwas Zeit in Anspruch nehmen, oder man verwendet das sogenannte Bezugspunktverfahren.

Es werden bestimmte Kreuzlinien auf dem UTM Gitter mit großen Buchstaben gekennzeichnet (A, B, C,...). Ich erhalte nur noch die Koordinaten in Bezug auf diesen Standort. Ich bestimme zuerst den Rechtswert, dann den Hochwert. Wobei die Koordinaten willkürlich auf der Karte verteilt, in unregelmässigen Zeitabständen vertauscht werden und die Koordinaten beliebig weit von diesen Bezugspunkten entfernt sind.



Interessant werden die Möglichkeiten erst, wenn auch beim Anlaufen der Stationen bestimmte Aufgaben zu erledigen sind.

- das Messen von Strecken, Höhen und Richtungen
- Ermitteln des eigenen Standortes auf einer Wiese



- Kenntnisse in Erster Hilfe
- wer zu spät kommt den bestraft das Leben, dh. das Essen wird nicht mehr „serviert“ – das übt natürlich Gruppendruck auf den Mitarbeiter mit der Karte aus
- Das Marschieren bei Nacht mit Taschenlampen wird nur zur Orientierung genutzt und nicht zum Ausleuchten des Weges. Das bringt auch nicht viel. Nach einiger Zeit kann man einigermaßen gut auch ohne Licht sehen. Man bedenke aber, Strecken, der Wald und Geräusche wirken in der Nacht ganz anders als am Tag. Man sieht nicht die Wurzeln, die sich einem hinterlistig als Stoperfallen in den Weg legen. Steine, Büsche, Unterholz, all das wirkt ganz anders als am Tag.
- Die Station ist nur zeitweise besetzt
- an den Stationen werden auch die Karten abgenommen. Aufgrund der Marschrichtungszahl muss man den nächsten Punkt erreichen (hier sollte man genau arbeiten ☺)
- man bekommt statt der Karte einen Schnipsel, einen beliebigen Kartenausschnitt (zweckmässig ist hier eine Kopie und nicht das Original der Karte) und marschiert zum nächsten Ziel



Beispiel für einen möglichen Orientierungsmarsch zu Teambildungszwecken

Im Laufe meiner Bundeswehrzeit gab es viele Ausbildungstage, an denen ich diese Tipps selber mitgemacht habe. Entweder als Rekrut, als Offizieranwärter oder später als Ausbildungsleiter.

Grundsätzlich sind hier der Phantasie keine Grenzen gesetzt. Die Orientierungsausbildung mit Karte und Kompass, wie gehe mit einem Schrittzähler um und was ist ein Kartenmesser sollte man schon mitbringen und für den Einstieg zumindest grundsätzliche Kenntnisse in der Orientierung vorweisen können.

Folgende Szenarien sind von meiner Seite sinnvoll um ein Team aufzubauen.

1. Einteilung in kleine Gruppen

Es macht keinen Sinn mit einer großen Gruppe, die als wilde Horde durch den Wald stapft, eine Orientierungsübung durchzuführen. In der Regel „schnappt“ sich dann einer die Karte und den Kompass und alle folgen ihm. Wohin er auch geht. Sicher, es werden beim Hinterherlaufen interessante Gespräche geführt, doch das kann ich auch im Büro tun. Es geht hier aber nicht ausschließlich um schöne Gespräche sondern um Teambildung. Durch kleine Gruppen mit zwei bis vier Personen können Probleme, die nicht alltäglich sind, gemeinsam gelöst werden.

2. Aussetzen an verschiedenen Orten oder zeitlich verzögerter Start

Bei meiner Ausbildung zum Offizier in Idar-Oberstein hatte sich mein Ausbildungsleiter immer wieder was Neues ausgedacht. Wenn alle Teilnehmer zur gleichen Zeit zum Orientierungsmarsch starten, dann laufen auch alle Gruppen nebeneinander her. Zumindest, wenn Sie das gleiche Ziel haben. Man muss daher unterschiedliche Startzeiten einplanen. Hier ist zu beachten, dass der zeitliche Abstand groß genug ist um nicht der vorherigen Gruppe auf Sichtweite aufzulaufen oder einfach nur zu folgen. Oder man gibt den Gruppen unterschiedliche Ziele vor (in Form von Koordinaten oder von Marschrichtungszahlen).

Was aber noch interessanter ist, man fährt die gesamte Gruppe mit einem Bus in das Startgebiet und setzt die einzelnen Gruppen einzeln ab. Alle 400 Meter hält der Bus an und entlässt die kleinen Gruppen. Diese sind dann auf sich alleine gestellt - mit der Karte und dem Ziel.

3. Welche Möglichkeiten bestehen?

Verschieden Aufgabenstellungen bieten sich weiterhin für die Startphase. Der Startpunkt ist bekannt, das bietet sich für die Neulinge an. Oder durch Karte-Geländevergleich müssen die Teilnehmer erst mal ihren Standort herausfinden. Zur Hilfestellung kann man noch ein entsprechendes Planquadrat angeben, in dem man sich aufhält. Dann bekommt man entweder die Zielkoordinaten oder eine Marschrichtungszahl mit der Entfernung zur ersten Station. Auch die Ausgabe eines Kartenschnipsels als Kartenersatz für die erste Station ist möglich. Wenn man so richtig „fies“ ist, dann lässt man die Teilnehmer in der Nähe einer Stromleitung aussteigen oder beginnt dort die Ausbildung. (Wie bereits erwähnt, wird durch die Stromleitung die Magnetnadel abgelenkt, und die seitliche Abweichung zum Ziel ist nun mal direkt abhängig vom Richtungswinkel und der Entfernung). Das aber bitte nicht mit Neulingen machen, die finden die nächste Station dann nur sehr schwer. Wenn die Station dann auch nur zeitweise besetzt ist, dann macht das Orientieren nicht mehr allzu viel Spaß. Für das Team wäre das aber die erste Belastungsprobe.

4. Stationen

Ich kann nur empfehlen, viele einzelne Stationen mit einzubauen, bemannte Stationen oder auch sogenannte Briefkästen als Station in die Ausbildung mit zu integrieren. Zum einen gibt es die Möglichkeit unterschiedliche Aufgabe zu stellen, zum anderen „ohne Mampf kein Kampf“.

5. Aufgaben an den Stationen

Die Stationen können gut ersichtlich sein oder sind versteckt, z.B. in Form eines „Briefkastens“. Dort werden die nächsten Zielkoordinaten angegeben. Die Station ist nicht bemannt. Stationen sollten aber auch mit Personal ausgestattet sein um zum einen was zu Essen und zu Trinken anzubieten oder auch um weitere Aufgaben zu stellen. Damit meine ich nicht nur neue Zielkoordinaten, sondern auch z.B. eine Aufgabe in Erster Hilfe. Zugegeben etwas hart, aber wenn fiktiv eine Person der Gruppe plötzlich nicht mehr laufen kann und vom Rest der Gruppe getragen werden muss, dann belastet das schon. (Zeltstangen oder starke Stangen mit zwei Jacken werden gestellt. Die Gruppe muss daraus eine Trage bauen und den Kollegen zur nächsten Station tragen. Hier kommt es darauf an, wen man auswählt ☺.)

Die eigene Standortbestimmung auf freiem Feld ist auch sehr reizvoll. Folgendes Szenario macht auch immer Spaß: auf der Station erhält man das nächste Ziel und bekommt 5 Minuten Zeit eine Marschskizze zu erstellen. Alle wesentlichen Inhalte vom Standpunkt zum Zielpunkt, Geländebesonderheiten, Strecken ggf. Richtungen und natürlich die Nordrichtung sollten darauf vermerkt sein. Die Karte wird einfach abgenommen. Die Gruppe muss den Weg zum Ziel nur mit der Skizze finden. Diese Station eignet sich als die letzte vor dem Ziel.

Das Abseilen an Böschungen oder das Überbrücken von Bächen macht auch Jedem Spaß. Hier muss natürlich eine genaue Einweisung vom Fachmann stattfinden. Das ist nichts für Laien und nicht das Thema dieses Handbuches.

6. Steigerung der Ansprüche

Je nach Grad der Kondition und der Beschaffenheit der Gruppen empfehle ich eine Laufleistung von 15, 20 bis 25 Kilometer.

Und was besonders herausfordernd ist, dass war auch immer ein Grund für eine gesteigerte Anspannung meiner Ausbildungszeit: Der Ausbildungsleiter fährt die Marschstrecken ab und versucht die Gruppen ausfindig zu machen. Wenn die Gruppe erwischt wird, dann wird sie zur letzten Station zurückgefahren.

Mit Profis kann man dies alles auch **bei Nacht** machen. Nachtmärsche haben so ihren besonderen Reiz. Wenn auch die Zeit eine Rolle spielt, da die Verpflegungsstation nur zeitweise besetzt ist, dann kommt Freude auf. Der Druck auf den Träger der Karte ist dann enorm ☺.

Aus Sicherheitsgründen sollten alle Gruppe über geeignete Kommunikationsmittel zur Ausbildungsleitung verfügen.

Interessantes

Chronologie zur Entwicklung der Kartographie

Quelle: Aus Sammlung Göschen Kartenkunde Teil 2, Der Karteninhalt 1923

Völker des Altertums, und besonders diese mit einer Bewässerungskultur, hatten aus Gründen militärischer Auseinandersetzungen Karten ihrer Stammesgebiete und ihrer Ackergrundstücke erstellt. Diese Karten waren meistens ohne Gradnetz.

Die Griechen bezeichneten ihre Erdkarten mit dem Wort **νῆμαξ**, die Römer mit **orbis pictus**. Daraus bildete sich das alte deutsche Wort **Landtafel**. Das Lateinische **charta** bedeutet soviel wie Urkunde. Bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts sprach man von Charten. Der Begriff **Mappa** kommt von den alten auf Stoffen gemalten Ländergemälden. Im Englischen unterscheidet man noch heute „maps“ für Landkarten und „charts“ für Seekarten.

Bereits um 550 v.Chr. wurde die damals bekannte Erde auf einer Tontafel von Anarimander aus Milet dargestellt. Schon Herodot berichtete davon, dass es nicht wenige Kartenzeichner gab.

Von der sogenannten Weltkarte des Agrippa im Jahre 30 n.Chr. wird angenommen, dass Sie auf einer Vermessung der Römischen Reiches beruhte. Es dürfte sich hier nur eine Karte mit den Stationsdistanzen längs der befestigten römischen Heerstrassen handeln.

Eine Wegbeschreibung war die sogenannte **Tabula Peutingeriana**. Auf ihr sind die Orte längs geradlinig gezeichneter Strassen mit Hilfe der römischen Meilensteine aufgeführt. Jedoch ohne Rücksicht auf die Himmelsrichtungen. Diese Karte ist nach dem Besitzer, dem Altertumsforscher Konrad Peutinger (1465 bis 1547) benannt. Sie wurde wahrscheinlich erst im 13. Jahrhundert angefertigt und stammt wahrscheinlich von der Agrippaischen Karte ab. Bei diesen Karten ist von einem Gradnetz so gut wie nie die Rede.



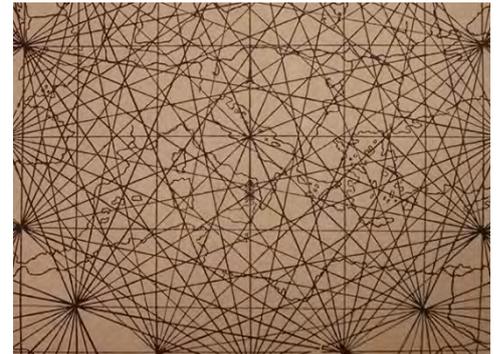
Im Gegensatz dazu gab es bei der Geografie des Ptolemäus (150 n. Chr) bereits wirkliche Projektionen. Die Ortsnamen wurden bereits nach der Geografischen Länge und Breite verzeichnet.

Vom Zeitpunkt der Völkerwanderung gehen Werte des Klassischen Altertums und alle geografischen Kenntnisse verloren. Es fehlen Katasterkarten und Landkarten. Das Erdbild wird auf den Möchskarten zu jener Zeit stilisiert.

Das Wissen der damaligen Zeit wurde von den Arabern gesammelt und weiterentwickelt. Abu Hassan korrigiert im Jahre 1230 die Länge des Mittelmeeres bis auf 2,5° genau.

Eine Wiederbelebung des geografischen Interesses setzt erst mit den Kreuzzügen und dem Aufblühen des italienischen Seehandels ein. Es ergibt sich die Notwendigkeit der Orientierung auf See. Man benötigt **Seekarten**. Diese stammen aus dem Anfang des 14. Jahrhunderts. Es sind auf Pergament bunt gezeichnete und bemalte Karten des Mittelmeeres. Diese sind nicht wie die Landkarten verzerrt, sondern geben die Länderumrisse erstaunlicherweise genau wieder. Diese Seekarten hatten aber keine Angaben über Tiefen. Die Schrift folgte dabei den Windungen der Küste. Auf den freien Landflächen wurden Fabeltiere und Persönlichkeiten gemalt. Wahrscheinlich resultierend aufgrund von Reiseberichten.

In der Karte sind eine oder mehrere Windrosen angebracht. Dadurch litt die Lesbarkeit der Karte. Nach diesen Kompassrosen wurden die Karten auch **Kompasskarten** genannt. Bild rechts zeigt das Schema einer Kompasskarte



Diese Kompasskarten erhalten kein Gradnetz, geben aber die Proportionen des Mittelmeeres erstaunlicherweise recht genau wieder.

Die Seeleute der damaligen Zeit schätzten die Distanzen aufgrund ihrer Erfahrungen beim Durchsegeln des Mittelmeeres recht genau. Diese Informationen gaben sie an die Kartenzeichner weiter. Aufgrund dieser Distanzangaben wurden nun die Umrisszeichnungen gezeichnet. Sehr wahrscheinlich hat auch die Einführung des Schiffskompasses zur genauen Aufnahme der Umrisszeichnungen des Küsten im Mittelmeerraum beigetragen.

Gegen Ende des 16. Jahrhunderts begannen die Spanier damit, ihre Karten für das Mittelmeer auch mit einem Gradnetz auszustatten. Bislang war ein solches Gradnetz, im Gegensatz zur Durchsegelung des Atlantiks, für das Mittelmeer nicht nötig gewesen, da man sich nicht mit Hilfe astronomischer Breitenbestimmungen im Mittelmeer orientierte. Eine der ersten Karten dieser Art war wahrscheinlich die Karte des Toscanelli im Jahre 1474 gewesen sein.



Die bekannte Weltkarte des **Juan de la Cosa** (1500) stellt eine Übersicht der damals bekannten Welt dar.



Das Aussehen der europäischen Seekarten veränderte sich jahrhundertlang kaum. Während die Breiten schon relativ frühzeitig aufgenommen wurden, vergingen noch viele Jahre, bis die Längenangaben dazu kamen. Noch im 18. Jahrhundert beherrschten die Linien der Kompassrosen das Kartenbild.

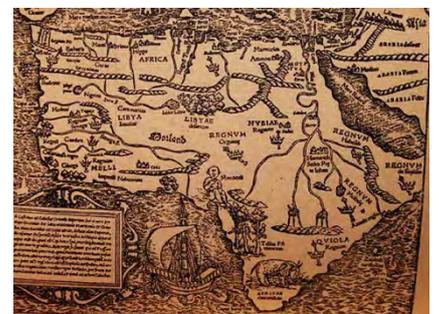
Auf den Karten zeigten sich lange Zeit noch Fehler, die auf der Missweisung basierten. Es gab auf den Spanischen Karten für die Fahrten nach Amerika zwei Breitenskalen, zwei Äquatorlinien und vier verschiedene Wendekreise. Je nach Region wurde die eine oder die andere Skala verwendet. Loxodrome wurden auf diesen Karten noch als gerade Linien dargestellt – richtig wären gekümmte Linien gewesen. Erst auf der winkeltreuen Zylinderprojektion des **Gerhard Mercator** im Jahre 1569 konnte man die Loxodrome als Gerade abbilden.

Durch die Möglichkeit Längenbestimmungen auf See auszuführen (Tafel der Mondörter, Einführung des Schiffschronometer) wurde im 18. Jh. nun auch die Meridiane für das Gradnetz wichtig. Die Einführung eines Nullmeridians wurde notwendig.

In vielen Ländern wurden aufgrund militärischer Anforderungen Vermessungsinstitute bzw Akademien gegründet, welche die Aufnahmen der topografischen Gegebenheiten forcierten.

Die **Entwicklung der Landkarten** seit dem 15. Jahrhundert setzte maßgeblich mit Einführung des Buchdruckes ein. Vor dem Drucken stand ein Kopieren der Landkarten per Hand. Übertragungsfehler und Verzerrungen waren hier unvermeidlich. Druckte man die Karten zuerst auf der Grundlage eines Holzdruckes, wurden schon 1478 in Italien Karten in Kupferstich ausgeführt.

Die Karten des **Sebastian Münster** aus dem 16. Jahrhundert waren sehr ansprechend. Das Gebirge wird noch als Zopf dargestellt. In den Holzschnittplatten wurden Typen für den Druck der Schrift eingefügt. Diese Holzschnitte waren besonders in Deutschland weit verbreitet.



Besonders folgende Personen haben sich im 15. und 16. Jahrhundert um die Entwicklung der Kartografie und Geografie in Deutschland verdient gemacht:

Der Behaim-Globus, auch Behaimscher Erdapfel genannt, ist der älteste erhaltene Erdglobus der Welt. Er wurde ca. 1492–1493 im Auftrag des Nürnberger Rates von verschiedenen Handwerkern unter der Anleitung des Ritters **Martin Behaim** gefertigt. Der Globus wird heute in Nürnberg im Germanischen Nationalmuseum ausgestellt. Er ist eines der letzten kartographischen Werke, die die damals bekannte Welt vor der Wiederentdeckung Amerikas durch Christoph Kolumbus im Jahr 1492 darstellen. Quelle http://de.wikipedia.org/wiki/Martin_Behaim



Der Schöner-Erdglobus von 1515 ist ein Werk des Pfarrers, Mathematikers, Astronomen, Kartographen und Kosmographen **Johannes Schöner**.

Quelle http://de.wikipedia.org/wiki/Johannes_Schöner



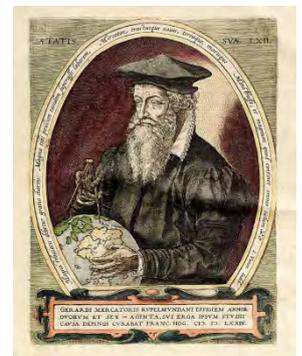
Johann(es) Müller, später lateinisch genannt **Regiomontanus** (= der Königsberger) (*6. Juni 1436 im unterfränkischen Königsberg in Bayern; † 6. Juli 1476 in Rom), war ein bedeutender Mathematiker, Astronom und Verleger des Spätmittelalters.

Quelle <http://de.wikipedia.org/wiki/Regiomontanus>

Phillip Appianus: War maßgeblich an der Einführung der Triangulation zur Landesvermessung beteiligt, wahrscheinlich aber ohne die Nutzung einer Basis. Die Methode des Rückwärtseinschneidens wurde schon genutzt. Die Karten wurden im Maßstab 1:148.000 erstellt. Das Beispiel zeigt die Region um München



Gerhard Mercator: ist einer der größten Kartographen überhaupt. Er führte eine Reihe von Projektionen ein und verfasste eine Reihe zur damaligen Zeit bahnbrechender Werke wie der Sternatlas, die Karten zur Geographie des Ptolemäus, ...



Das 18. Jahrhundert

Nach der Zeit der großen Entdeckungen haben die Militärs und Akademien sich verstärkt auf die Landesaufnahme konzentriert. Die Triangulation und die Topografie gewannen immer mehr an Bedeutung. Es wurden insbesondere die Aufnahmetechniken zur Darstellung der Gebirge verbessert. Der größte Teil Mitteleuropas wurde im 18. Jahrhundert durch staatliche Aufnahmen kartiert.

Besonders in Österreich des 18. Jahrhunderts verfügte man nicht über ein geeignetes und aktuelles Kartenmaterial. Dies machte sich besonders im Siebenjährigen Krieg für Österreich negativ bemerkbar.

In Preussen wurde 1715 eine besondere Plankammer begründet. Unter Friedrich dem Großen wurde diese bei seinem Regierungsantritt sofort in sein Schloß verlegt. Bis zu seinem Tode wurden dort die besten Karten gesammelt, die mit seinem Staatsgebiet zusammenhingen. Alles wurde aber auf das Strengste geheimgehalten.

In, den Jahren 1746 bis 1760 wurden die einzelnen Provinzen mit Meßlatte und Bussole in den Maßstäben 1:33.000 und 1:75.000 kartiert. Nach dem Siebenjährigen Krieg wurde eine einheitliche Karte des gesamten Staatsgebietes in 1:50.000 aufgenommen. (Kabinettskarte, sie bestand aus 270 Blättern).

1780 entstand die „**Carte topographique et militaire**“ im Maßstab 1:100.000 (Bild rechts)



Besonders die wilden Zeiten der Französischen Revolution und der Napoleonischen Feldzüge benötigten eine sehr große Anzahl aktueller Karten. Auch Napoleon legte daher großen Wert auf das Kartenwesen.

1840 kam eine neue Methode dazu die Landesaufnahme durchzuführen - die **Kippregel**. Weiterhin kam die von **Gauß'sche Methode der kleinsten Quadrate** auch in der Geodäsie zur Anwendung und erlaubte das Ausgleichen verschiedenster Messungen (Ausgleichen von Meßfehlern auf mathematische Weise)

Ab 1900 wurden nun auch farbige Kartenblätter hergestellt. Die Flüsse wurden blau, die Gebirge braun und alles andere schwarz dargestellt. Meßtischblätter im Maßstab 1:25:000 dienten in Preußen, Elsaß-Lothringen, Thüringen sowie in Hessen als Grundlage für die Karte im Maßstab 1:100.000. Zum damaligen Zeitpunkt gab es 5101 Meßtischblätter für das damalige Deutsche Reich.

Historische Landkarten

Suchodoletz-Karte

Im Auftrag des Großen Kurfürsten Friedrich Wilhelm fertigte der polnische Landvermesser Samuel de Suchodoletz den ältesten Atlas von der kurfürstlichen Herrschaft Potsdam und Umgebung an, also der ab 1680 erworbenen Besitzungen der neuen Residenz. Es ist die erste flächenhafte, großmaßstäbliche Kartierung eines brandenburgischen Gebiets überhaupt. Im Fall dieser Karte wurden 18 Einzelblätter des Atlas



„ICHNOGRAPHIA oder Eigentlicher Grundriß der Churfürstlichen Herrschafft Potstamb Undt Darzu Gelegenen Ampt Saarmund und Wittbrützen Wie auch der Herrschafft Capput (ANNO MDCLXXXV)“ digital montiert und maßstäblich verändert.

Die Vorderseite des Kartenblattes zeigt die Hauptkarte, die den Großteil der heutigen Stadt Potsdam im Maßstab 1 : 25 000 abbildet. Die Rückseite zeigt den heutigen Innenstadtbereich im Maßstab 1 : 10 000 sowie Erläuterungen zu der Karte durch Dipl.-Ing. Hartmut Solmsdorf. Der Originalatlas befindet sich im Besitz des Geheimen Staatsarchivs Preußischer Kulturbesitz Berlin.

(Bild und Text aus http://www.geobasis-bb.de/GeoPortal1/produkte/top_mtb.htm)

Schmettausches Kartenwerk

Die topographischen Aufnahmen zu diesem Kartenwerk für das damalige preußische Staatsgebiet östlich der Weser im Maßstab 1 : 50 000 erfolgten in den Jahren 1767 bis 1787 unter maßgeblicher Mitwirkung von Friedrich Wilhelm Karl Graf von Schmettau. Der preußische Offizier und Kartograph erstellte das Werk gegen die Bedenken von Friedrich II. jedoch in Absprache mit dem damaligen Kronprinzen Friedrich Wilhelm II.

auf eigene Initiative und mit Förderung durch den Minister Friedrich Wilhelm Graf von der Schulenburg-Kehnert. Das Werk bildet nach Quellen, Umfang und Inhalt den Höhepunkt der voramtlichen preußischen Kartographie. Die einzelnen Blätter waren handgezeichnete Unikate und nicht zur Veröffentlichung vorgesehen. Die Originale des 270 Sektionen umfassenden Kartenwerkes befinden sich im Besitz der Staatsbibliothek zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz. (Bild und Text aus http://www.geobasis-bb.de/GeoPortal1/produkte/top_mtb.htm)



Urmeßtischblätter

Die topographischen Aufnahmen zu diesem Kartenwerk für das gesamte Staatsgebiet Preußens im Maßstab 1:25.000 begannen 1822. Die einzelnen Blätter waren handgezeichnete Unikate und nicht zur Veröffentlichung vorgesehen. Sie sollten Grundlage für ein Kartenwerk kleineren Maßstabes (die spätere Generalstabskarte 1:100.000) sein, das den veränderten territorialen Verhältnissen Preußens nach dem Wiener Kongress 1815 Rechnung trug. Die Urmesstischblätter markieren den Anfang der topographischen Kartographie, die sich in verschiedenen Etappen weiterentwickelt hat, aber bis heute auf diesen Wurzeln basiert. Aufgenommen und gezeichnet wurden die Urmesstischblätter von Offizieren oder in militärischen Diensten stehenden Ingenieurgeographen. Für die topographischen Geländeaufnahmen wurde erstmals der Messtisch benutzt (daher Name Messtischblatt), der sich in Verbindung mit einfachen Instrumenten wie Bussole, Diopterlineal und Wasserwaage als sehr praktisch erwies und im Prinzip über 100 Jahre vorherrschendes Aufnahmeverfahren blieb.

Die über 2.000 Urmesstischblätter gingen nach Auflösung des Preußischen Generalstabes im Jahre 1919 in den Besitz der damaligen Preußischen Staatsbibliothek, der heutigen Staatsbibliothek zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz, über.

(Bild und Text aus http://www.geobasis-bb.de/GeoPortal1/produkte/top_mtb.htm)

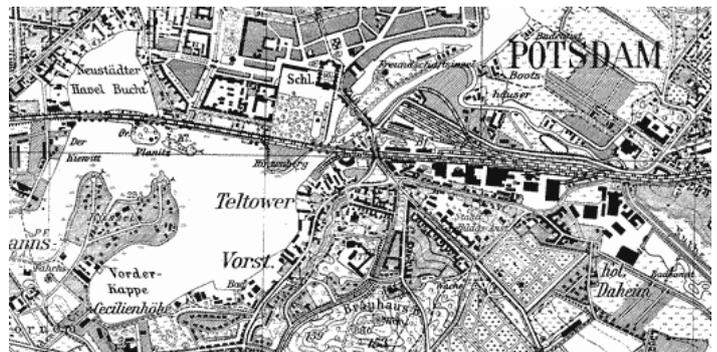


Karten des Deutschen Reiches 1:25.000

Ab dem Jahr 1875, dem Gründungsjahr der Preußischen Landesaufnahme, begann die Aufnahme im Stil der Messtischblätter 1:25 000 und war im Wesentlichen bis zum Jahr 1912 abgeschlossen. Die Neuaufnahmen der Blätter, die vor 1875 entstanden waren, wurden im Jahr 1931 vollendet. Mit Höhenliniendarstellung und Bezug auf Normal-Null führten sie zu einem eigenständigen Kartenwerk, das vor allem den zunehmenden zivilen Bedarf befriedigen sollte.

Die Blätter dieses Werkes bildeten 1931 für das Zuständigkeitsgebiet des damaligen Reichsamtes für Landesaufnahme fast ausschließlich das größtmaßstäbige topographische Kartenwerk und damit die Grundlage für die Folgemaßstäbe.

(Bild und Text aus http://www.geobasis-bb.de/GeoPortal1/produkte/top_mtb.htm)



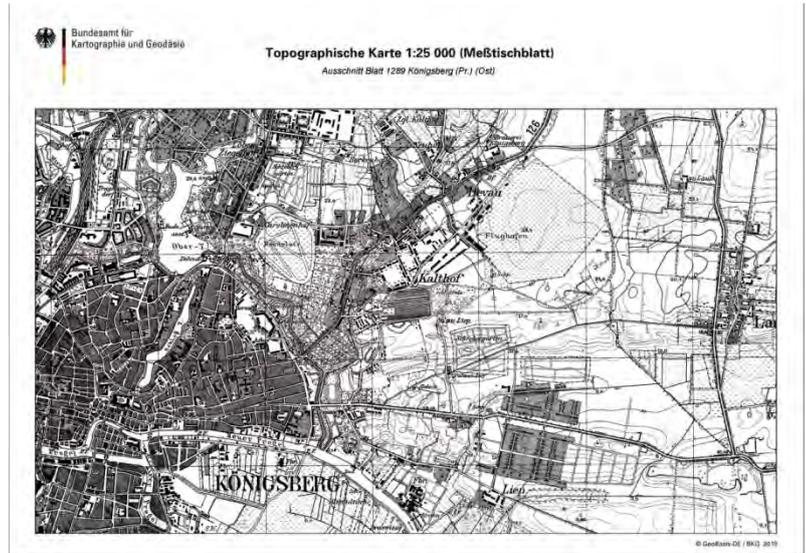
Meßtischblatt in der Ausgabe von 1937

Es handelt sich in diesem Beispiel um eine Topografische Karte im Maßstab 1:25.000: Sie stammt ursprünglich aus Kartenbeständen des ehemaligen Reichsamtes für Landesaufnahme. Heute werden Nachdrucke vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie vertrieben.

Diese Karte zeigt die Region um Königsberg in Preussen im Jahre 1937.

Blatt 1289,
Königsberg (Pr.) (Ost)
Format: 58cm x 60cm

© [Bundesamt für Kartographie und Geodäsie](#), Frankfurt am Main
Vervielfältigung, Verbreitung und öffentliche Zugänglichmachung, auch auszugsweise, mit Quellenangabe gestattet.



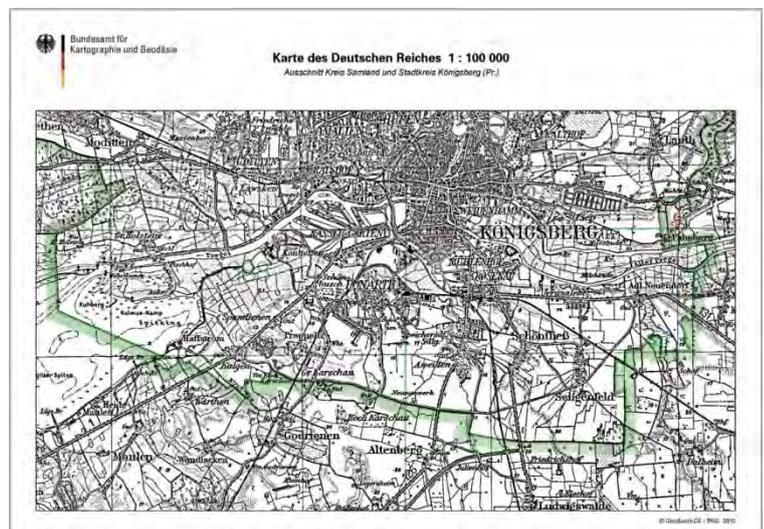
Karte des Deutschen Reiches in der Ausgabe von 1937 bis 1939

Die **Karte des Deutschen Reichs** ist ein topografisches Kartenwerk für das Deutsche Reich im Maßstab 1:100.000. Es entstand nach einem gemeinsamen Beschluss der deutschen Staaten Preußen, Bayern, Sachsen und Württemberg vom 4. März 1878, der eine einheitliche Gestaltung vorsah. Der Maßstab lehnte sich an die Preußische Generalstabskarte an. Das Kartenwerk wurde 1909 für das gesamte Reichsgebiet fertiggestellt und war auch als „Generalstabskarte“ bekannt.

Text: http://de.wikipedia.org/wiki/Karte_des_Deutschen_Reiches

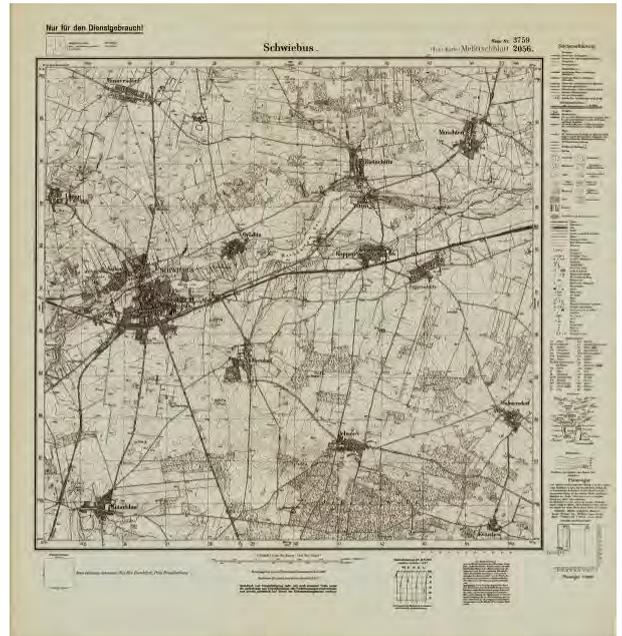
KDR100 KK,
Kreis Samland und Stadtkreis Königsberg (Pr.)
Format: 96cm x 77cm

© [Bundesamt für Kartographie und Geodäsie](#), Frankfurt am Main
Vervielfältigung, Verbreitung und öffentliche Zugänglichmachung, auch auszugsweise, mit Quellenangabe gestattet.



Das Messtischblatt 1:25.000

Die auch heute noch gebräuchliche TK 25 entstand ursprünglich in Norddeutschland (Preußen, Mecklenburg, Oldenburg, Hansestädte und kleinere mitteldeutsche Länder) im Rahmen der preußischen Landesaufnahme ab 1876 bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts, in Sachsen im Rahmen der Landesaufnahme von 1898 bis 1924, im früheren Großherzogtum Hessen durch Umarbeitung der Höhenschichtenkarte von Hessen 1:25.000, in Baden durch Umarbeitung der Topographischen Karte von Baden 1:25.000, in Württemberg durch Generalisierung aus der Höhenflurkarte 1:2500 und in Bayern durch Generalisierung aus der Höhenflurkarte 1:5000 auf Grundlage des zuvor geschaffenen Lagefestpunktfeldes.



Die Karten waren im preußischen Bearbeitungsgebiet ursprünglich in Schwarz-Weiß gehalten. In Sachsen, Hessen, Baden, Württemberg und Bayern erschienen die Karten jedoch dreifarbig mit schwarzem Grundriss, braunen Höhenlinien und blauen Gewässern. Standard ist heute eine vierfarbige Ausgabe mit zusätzlichen grünen Waldflächen (in den Bayerischen Alpen auch mit formenplastischer Geländeschummerung).

Quelle Bilder und Text <http://de.wikipedia.org/wiki/Messtischblatt>

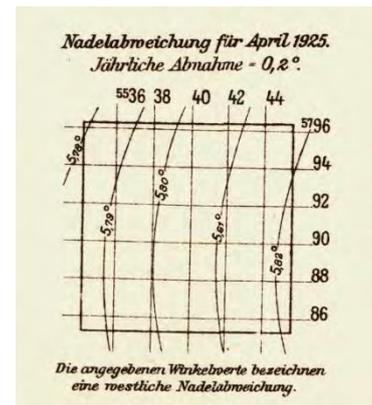
Unten ein ausschnitt aus dem Messtischblatt der Region um den Ort Schwiebus, welches zuerst vom Amt der Preußischen Landesaufnahme 1896 aufgenommen wurde, die Berichtigung stammt vom Reichsamt für Landesaufnahme aus dem Jahre 1933.

Die Kartenblätter sind als **Gradabteilungskarten** aufgebaut, das heißt die Begrenzung der Karten (der Blattschnitt) erfolgt durch ganzzahlige Meridiane und Breitenkreise. Jedes Kartenblatt ist 10' Länge breit und 6' Breite hoch; somit ist das auf einem Blatt abgebildete Gebiet im mittleren Deutschland etwa 100 km² groß. Als Referenzellipsoid wurden für die Karten das Bessel-Ellipsoid benutzt. Deshalb muss man für eine Nutzung der Koordinaten für beispielsweise moderne GPS-Anwendungen diese erst in das Koordinatensystem „WGS84“ transformieren. Ich benötige daher erst eine Koordinatentransformation. Die Karten enthalten neben Straßen, Wegen und Geländemarkierungen auch Höhenlinien (Isohypsen) und sind damit nur für die feste Erdoberfläche ausgelegt, Angaben zu Wassertiefen und Gezeiten fehlen völlig.



Die Angabe der Nadelabweichung

Bei heutigen Topografischen Karten wird die Nadelabweichung als Mittelwert angegeben, der für die Kartenmitte gilt. In unserem Fall, dem Messtischblatt mit dem Erscheinungsjahr von 1896, wird die Nadelabweichung noch für die einzelnen Zonen des Kartenblattes angegeben. Hier ist der Berichtigungsstand für das Jahr 1925 aufgeführt.

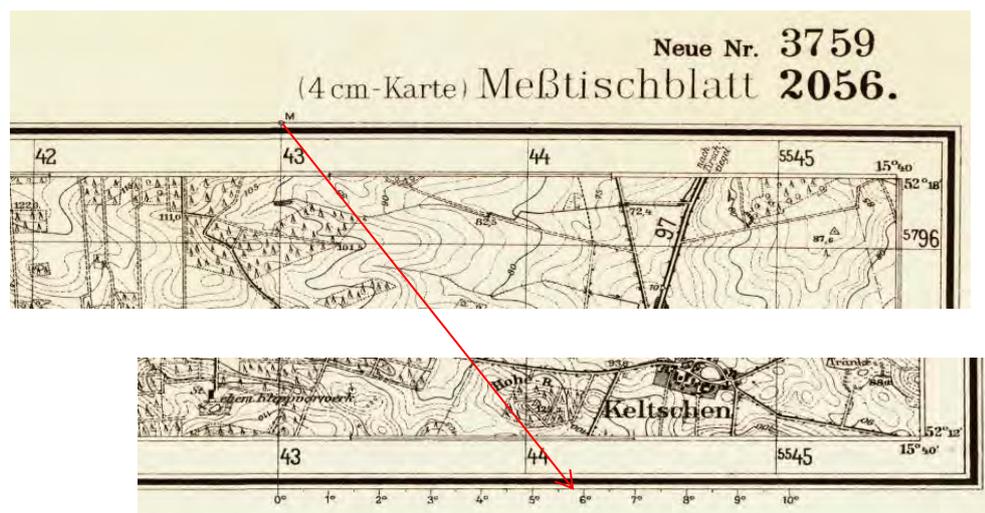


Die Darstellung der Nadelabweichung auf dem Kartenblatt

Diese erfolgte bereits bei diesen Kartenblättern auf einfache Weise. Man hatte auf dem südlichen Kartenrand eine Skala in Grad. Am nördlichen Kartenrand einen Punkt M. Aufgrund des Referenzwertes der Nadelabweichung für das Erscheinungsjahr der Karte und der jährlichen Änderung wurde nun der aktuelle Wert der Nadelabweichung berechnet und mittels eines gerade gezogenen Striches auf dem Kartenblatt (vom Punkt M zum dem ermittelten Wert der Nadelabweichung) markiert. Man musste nun nur noch den Kompass (oder damals auch Bussole genannt) mit der Anlegekante an dieser Linie anlegen. Somit konnte man die Karte einnorden, ohne die Missweisung auf der Kompass Skala einzustellen.

Als Nadelabweichung wird der Winkel zwischen der fehlerfreien, durch Eisen, elektr. Starkstrom (Gleichstrom) u. s. w. nicht beeinflussten Richtung der Magnetnadel und den allgemein nach Norden weisenden Gitterlinien dieses Kartenblattes bezeichnet. Für einen bestimmten Standpunkt erhält man die Größe dieses Winkels aus den Werten in nebenstehendem Kärtchen unter Umrechnung auf das Kalenderjahr.

Anwendung. 1.) Die Karte ist eingerichtet, wenn eine Bussole mit ihrer Nord-Südrichtung an eine Gitterlinie nicht Blatttrandseite gelegt wird und die Nadel auf den Abweichungswert einspielt. Oder: 2.) Die Richtung der Magnetnadel erhält man durch Verbindung des in die Gradteilung am unteren Blatttrande zu übertragenden Nadelabweichungswertes mit der Marke M am oberen Blatttrande.



Hinweis: selbst in diesem Kartenblatt im „Feld Nadelabweichung“ wird schon auf die Ablenkung (Deviation) der Magnetnadel durch **Gleichstrom** hingewiesen. Wechselstrom beeinflusst nicht die Kompassnadel. Näheres siehe dazu bitte auch in meinem Handbuch zur Orientierung auf www.Orientierung-leichtgemacht.de

Der Planzeiger

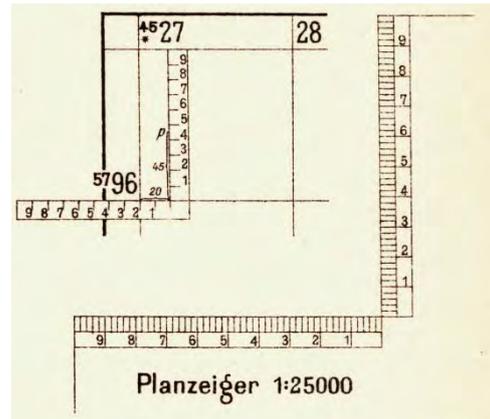
Planzeiger:

Zum Ablesen ist die waagerechte Teilung so an eine waagerechte Gitterlinie zu legen, daß die senkrechte Teilung den zu bezeichnenden Kartenpunkt berührt. Dann ist an der waagerechten Teilung bei der nächsten linken senkrechten Gitterlinie der „Rechts“-Wert, und an der senkrechten Teilung der „Hoch“-Wert abzulesen.

Der Rechtswert ist stets zuerst zu nennen. Die Punktangabe erfolgt in Metern. Nicht ablesbare Werte sind bis zur Angabe des vollen Meters durch Nullen zu ersetzen.

Beispiel: Punkt p liegt in Metern:
 „Rechts“ $4527000 \cdot 200 = 4527200$ - (kurz:) 27200
 „Hoch“ $5796000 \cdot 450 = 5796450$ - (kurz:) 96450

* Kennziffer des Meridianstreifens



Auf dem Kartenblatt gibt es schon genaue Anweisungen, wie man mit einem Planzeiger umzugehen hat. Der Planzeiger rechts konnte ausgeschnitten werden um dann als solcher verwendet zu werden.

Der Kartenrand: Auszug aus der Legende



| | | | |
|--|-----------------------------------|--|------------------------------|
| | Denkmal | | Einzelgrab |
| | Err. Block | | Irratischer Block |
| | F. W.W. | | Försterei, Waldwärter |
| | Funkstelle | | Luftfahrfeuer |
| | Grenzstein, säule | | Grube, Steinbruch |
| | Heiligenbild, Kapelle | | Hervorragender Baum |
| | Höhenpunkt | | Hünenstein, Hünengrab |
| | Kilometerstein | | Kirche |
| | Mast | | Meilenstein |
| | Niv. Punkt | | Nio. Punkt |
| | Pegel | | Ruine |
| | Bergwerk, im Betrieb u. verlassen | | Schlacht-, Gefechtsfeld |
| | 20. S. 14. | | Schornstein, frei u. im Haus |
| | Treibbake | | Trig. Punkt |
| | T. | | Turm |
| | Warte | | Wassermühle |
| | Wegweiser | | Windrad |
| | Windmühle (ehem.) | | |

Quelle Bilder <http://de.wikipedia.org/wiki/Messtischblatt>

Eine große Zusammenstellung von Messtischblättern findet man unter dieser Adresse:

<http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Messtischblatt?uselang=de>

Militärkarten vom Amt für Militärisches Geowesen der 1980er Jahre

Militäreinheiten nutzen topografische Karten im Maßstab 1:50.000 mit einem UTM Gitter. Um sich nun schneller orientieren zu können gibt es hier noch eine Besonderheit. Das UTMREF: Anhand eines Beispielen werde ich diese Karte im Detail hier vorstellen.

Das **Amt für Militärisches Geowesen** (AMilGeo) war vom 1. April 1985 bis zum 11. März 2003 das zentrale Amt zur Bearbeitung der Fachgebiete des Militärischen Geowesens (MilGeo) und zur Leitung des Fachdienstes „Militärgeographischer Dienst“ (MilGeoDst, MilGeo-Dienst) der Bundeswehr. Im Zuge der Fusion des Militärgeographischen Dienstes mit dem Geophysikalischen Beratungsdienst der Bundeswehr wurde aus dem AMilGeo und dem Amt für Wehrgeophysik am 11. März 2003 das Amt für Geoinformationswesen der Bundeswehr (AGeoBW) gebildet. Quelle http://de.wikipedia.org/wiki/Amt_f%C3%BCr_Milit%C3%A4risches_Geowesen

Bei diesen Karten handelt es sich um eine Universale Transversale Merkatorprojektion UTM im Maßstab 1:50:000.

Herausgeber dieser Karten war damals das Militärgeografische Amt der Bundeswehr, der Bearbeiter das Bayerische Landesvermessungsamt. Diese Karte wurde auf der Grundlage der Topografischen Karte des Landesvermessungsamtes 1:50.000 übernommen und für die Belange des Militärs angepasst.

Herausgeber: Militärgeographisches Amt – Ausgabe 3-DMG, 1981
Bearbeiter: Bayerisches Landesvermessungsamt
Grundlage: Top. Karte 1:50.000, Blatt Nr. L 6532
Bayerisches Landesvermessungsamt
– Ausgabe 1980 –
Randbearbeitung: DMG-Muster Serie M 745
– Ausgabe 5-DMG, 1972 –

Es gibt zwei verschiedene Koordinatensysteme:

- Geografische Koordinaten
- UTM Koordinaten

Eine Einteilung in 100 Km Quadrat (PV). Dies wird separat auch auf dem Blattrand angegeben.



Um Koordinaten schnell zu ermitteln werden im Kartenblatt selber auf den UTM-Gitterlinien die Koordinatenwerte auf den Linien mit angebracht. Der Abstand zweier Gitterlinien betrug 2 cm, damit 1000 Meter, somit hat ein Gitter die Fläche von 1 km².



Die Ermittlung der Koordinaten für die Brandermühle im Beispiel:

Die Zone des Kartenblattes ist auf dem Blattrand angegeben:

32U

Das 100 km Quadrat wird ebenfalls aufgeführt:

PV

Die Schätzung der Koordinaten Brandermühle:

Zuerst die **großen** Ziffern der nächsten **senkrechten** Gitterlinie **links** vom Punkt am oberen oder unteren Kartenrand ablesen:

und die Zehntel von der Gitterlinie zum Punkt schätzen:

Dann die **großen** Ziffern der nächsten **waagerechten** Gitterlinie **unter** dem Punkt am linken oder rechten Kartenrand ablesen:

und die Zehntel von der Gitterlinie zum Punkt schätzen:

658

3

5495

4



Die Meldung innerhalb eines 100 Km Quadrates lautet daher:

583954

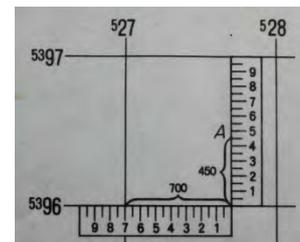
Geht nun eine Meldung über das Gebiet eines 100 km hinaus, oder enthält das 100km Quadrat ein überlappendes Gitter, so muss noch die Buchstabenbezeichnung des 100 km Quadrates mit angegeben werden:

PV583954

Geht nun eine Meldung über das Zonenfeld hinaus, so muss dieses zusätzlich mit angegeben werden:

32UPV583954

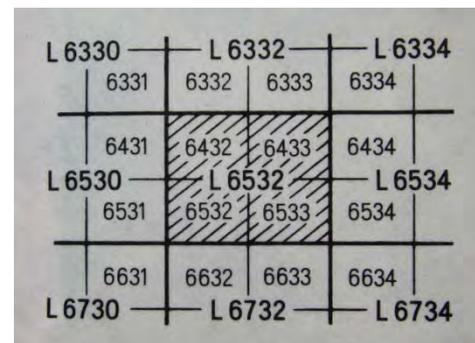
Die Ablesung bzw. **Schätzung** erfolgte hier mit einer Genauigkeit von 100 Metern. Mithilfe eines Planzeigers können die Koordinaten um eine weitere Stelle abgelesen werden und die Genauigkeit auf 10 Meter gesteigert werden.



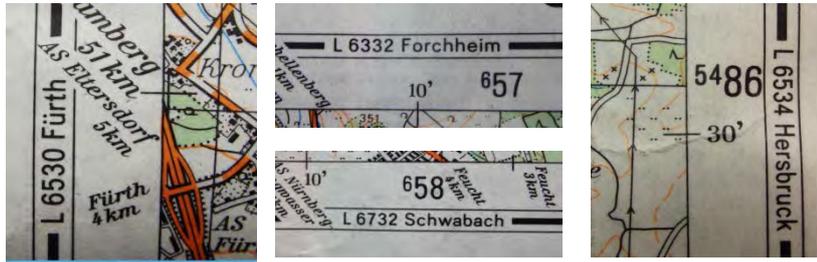
Anschlußblätter

Unser Kartenblatt ist das L 6532 Nürnberg im Maßstab 1:50:000. Die Kartenblätter 6432, 6433; 6532, 6533 sind die Kartenblätter der Topografischen Karten im Maßstab 1:25.000 des Landesvermessungsamtes, welche das gleiche Gebiet wie das bestehende abdecken.

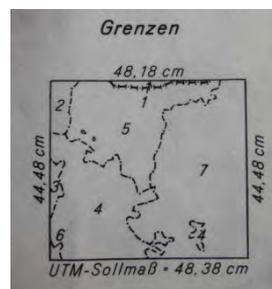
Um nun die Anschlußblätter eindeutig darzustellen werden die Anschlußblätter mit den Bezeichnungen noch im Blattrand aufgeführt.



Es sind die Kartenblätter L 6530, L 6732, L 6332, L6534. Diese Anschließkarten sind auf den Steitenrändern des Kartenblattes sind bei einer UTMREF Karte aufgezeigt.

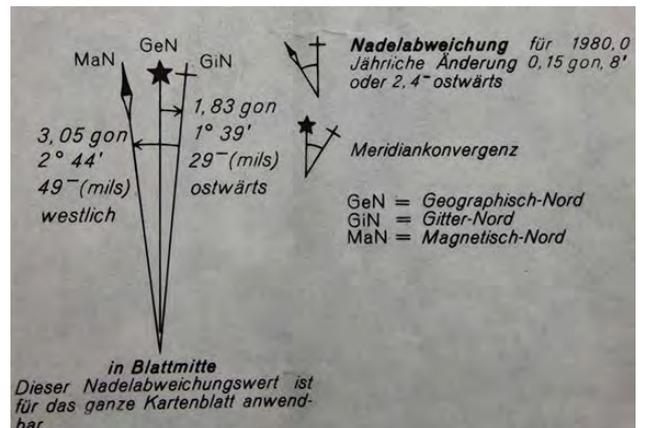


Weiterhin zeigt uns das Kartenblatt zusätzlich die politischen Grenzen an. Hier das Bundesland, den Regierungsbezirk und die Landkreise, welche in das Kartenblatt fallen. Weiterhin erhalten wir eine Information über das Sollmass der Abmessung des Kartenblattes.

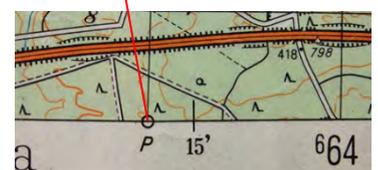


- Bayern
Regierungsbezirk Oberfrank
1 Landkreis Forchheim
Regierungsbezirk Mittelfran
2 Stadtkreis Erlangen
3 Stadtkreis Fürth
4 Stadtkreis Nürnberg
5 Landkreis Erlangen-Höchsta
6 Landkreis Fürth
7 Landkreis Nürnberger Land

Und selbstverständlich fehlt auf dieser Karte auch kein Hinweis zu der Nadelabweichung mit der jährlichen Veränderung.



Mithilfe eines definiertes Punktes „P“ auf dem Kartenrand und einer Skala in Strich auf dem Nördlichen Kartenrand konnte durch eine Verbindungslinie die Nadelabweichung auf dem Kartenblatt sichtbar gemacht werden und der Kompass ohne Missweisungskorrektur die Karte einnorden.



Die Landesvermessung mittels Trigonometrischer Punkte

Ein **Trigonometrischer Punkt (TP)** oder **Triangulationspunkt**, manchmal auch *Trigonometer* genannt, ist ein Beobachtungspunkt der Landesvermessung bzw. eines größeren Dreiecksnetzes. Er bildet mit seinen Koordinaten und seiner Vermarkung (Stabilisierung im Gelände) eine wesentliche Grundlage für Geodäsie und Kartografie.

In den Topografischen Karten sind die TP als kleine Dreiecke markiert. Im Gelände dienen solche Punkte für geodätische Anschlussmessungen, ihre genaue Orientierung und als Fixpunkte für örtliche Vermessungen.

Man unterscheidet **Hochpunkte** und **Bodenpunkte**. Hochpunkte sind meist die Spitzen von Kirchtürmen (es gilt meist der Knauf unter dem Kreuz) und andere deutlich sichtbare Punkte auf hohen Gebäuden, ferner Gipfelkreuze, symmetrische Fabrikschlote und hohe Sendeantennen. Sie dienen meist als Zielpunkt und nur in Sonderfällen einer Messung, im Gegensatz zu den **Bodenpunkten**.

Diese sind im freien Gelände aufwendig vermarkt: unterirdisch durch eine Granit- oder Stahlplatte, die etwa einen Meter tief liegt und in deren Mitte eine Kreuzmarke eingemeißelt ist. Darüber wird stehend ein Pfeiler (langer Granitstein) mit quadratischem Querschnitt eingegraben, dessen Kopfstück etwa 20 cm aus der Erde ragt und ebenfalls ein Meißelkreuz trägt, das sich genau über dem Kreuz der unterirdischen Platte befindet. **In Deutschland tragen die Pfeiler auf der Nordseite meist ein Dreieck und auf der Südseite die Buchstaben „TP“.** (Bild aus Wikipedia)



Zur Absicherung werden wichtige TPs an zusätzliche Vermessungspunkte in unmittelbarer Nähe „angehängt“, d.h. durch Sperrmaße kontrollierbar versichert. Bei TPs in der Nähe von Gebäuden kann ein Teil der aufwendigen Vermarkung entfallen und z.B. durch Turmbolzen an Kirchen oder durch „Zwillings-Steine“ abgesichert werden. Für genaue Messungen der TPs untereinander wird der Bodenpunkt freigelegt und danach der Pfeiler wieder in seiner richtigen Lage eingegraben. Für alle anderen Zwecke („örtlicher Anschluss“) reicht in der Regel die Kreuzmarke auf der Steinoberfläche. (Bild aus der Region Johanngeorgenstadt)



TPs sind nicht als Höhenfestpunkte zu betrachten, denn durch das Ein- und zeitweilige Ausgraben der Pfeiler kann ihre Höhe von dem in Punktkarten auf cm angegebenen Wert abweichen. Zur Kontrolle der horizontalen Lage werden nach Möglichkeit in der unmittelbaren Nähe noch einige Sicherungspunkte angelegt, deren Abstand zum TP (Kreuz) genau bekannt ist. In Ortschaften können Bodenpunkte auch an Straßen oder Gehwegen in kleinen Vertiefungen liegen, die durch einen Deckel verschlossen sind. Für TPs mit niedriger Priorität (4. bis 5.Ordnung) sind auch abdeckbare Metallmarken in Gebrauch.

Manche Punkte im Netz erster Ordnung oder wichtige Kontrollpunkte z.B. bei Staumauern werden anstelle von Granitsteinen mit Vermessungspfeilern vermarkt, die etwa 120 cm hoch sind. Sie müssen mindestens 80 cm tief fundiert oder direkt auf gewachsenem Fels errichtet werden. Der Querschnitt beträgt mindestens 35 x 35 cm, in den oben eine Edelstahl- oder Messingplatte eingelassen ist, auf die das Messinstrument (Universalinstrument, Theodolit usw.) genau zentrisch aufgesetzt wird. Zur Verdichtung und Überprüfung von trigonometrischen Netzen der Landesvermessung wurden die TP früher mit eigenen Signalbauten (Hochstände bzw. Vermessungstürme oder „Pyramiden“) aus Holz oder Metall gekennzeichnet.

Diese Signale wurden oft permanent errichtet, da sie für Winkelmessungen aus größerer Entfernung (3 bis 30 km) angezielt werden mussten. Auf besonders wichtigen TP wurden diese Signale als Türme mit bis zu 40 m Höhe errichtet. Wegen der guten Sichtverhältnisse wurden zahlreiche Signal- und Beobachtungstürme später als Aussichtspunkte entdeckt und ausgebaut:



Trigonometrische Netze 1. bis 4.ter Ordnung

Auf dem Grundlagennetz der Triangulationspunkte

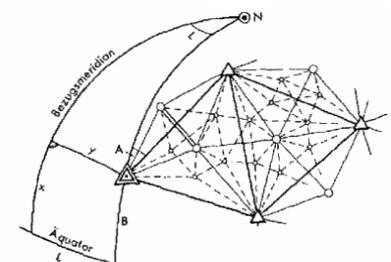
1. Ordnung – die sehr genau vermessenen Punkte liegen in etwa 20-50 km gegenseitiger Distanz. Zwischen Ihnen bauen sich weitere engmaschigere Vermessungsnetze auf:
2. Ordnung mit etwa 10 km Punktdistanz
3. Ordnung mit Abständen von 3 -5 km (TPs sind hier weniger aufwendig vermarktet, da sie bei Zerstörung oder beim Überwachsen leichter wieder hergestellt werden können.
4. Ordnung in 1 km-Abständen (Bild aus Wikipedia)



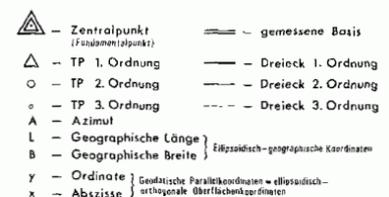
Die Berechnung der Koordinaten zwischen den Netzen, z.B. bei der Ermittlung von Flurstücksgrenzen, erfolgt aufgrund von Winkel- und Streckenmessungen.

Text „Trigonometrischer Punkt“ aus http://de.wikipedia.org/wiki/Trigonometrischer_Punkt)

Die Punkte des DHDN (Deutsches Hauptdreiecksnetz) sind durch Triangulation bestimmt worden. Erste Dreiecksnetze wurden in Preußen ab 1832 von Ostpreußen an entlang der Küste bis nach Berlin und Lübeck beobachtet. Im Königreich Hannover war durch den in London residierenden König Georg IV bereits im Jahr 1828 eine Landesvermessung angeordnet worden, die von dem Mathematiker Carl Friedrich Gauß, der 1991 auf dem 10-DM-Schein dargestellt wurde, geleitet wurde.



Das Hauptdreiecksnetz in Niedersachsen wurde von der preußischen Landesaufnahme in den Jahren 1875 -1887 gemessen. In großen Ketten wurden ganze Provinzen umspannt (Hannoversche Dreieckskette) und die Zwischenräume durch Füllnetze (z.B. Wesernetz) geschlossen.



Die Zielpunkte wurden bei günstiger Witterung am Tage durch **Heliotropen**, die das Sonnenlicht durch Spiegelung in der Richtung des Zielstrahles warfen, oder durch künstliche Leuchtgeräte in der Nacht sichtbar gemacht.

Ein **Heliotrop** (griechisch, „zur Sonne gewandt“) ist ein von Carl Friedrich Gauß entwickelter Sonnenspiegel zum Sichtbarmachen weit entfernter Vermessungspunkte. Dazu wird das Sonnenlicht am Zielpunkt mit einem Spiegel in die Richtung des fernen Theodolit-Standpunktes reflektiert.



Für die genaue Ausrichtung besitzt das Heliotrop ein Zielfernrohr, das auf den Beobachter am Messpunkt (Theodolit) ausgerichtet wird. Vor dem Zielfernrohr befinden sich zwei Spiegel, die um 90° zueinander geneigt sind. Wenn der eine Spiegel das Bild der Sonne durch das Fernrohr reflektiert, wirft der andere Spiegel das Sonnenlicht auf jenen Punkt (den Beobachter am Theodolit), der durch das Fernrohr anvisiert wurde. (Text aus Wikipedia, [http://de.wikipedia.org/wiki/Heliotrop_\(Messgerät\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Heliotrop_(Messgerät)))

(Bild von http://transits.mhs.ox.ac.uk/contribute/record.php?recnum=4&compiled_name=MuseumBoerhaave&size=orig&contributor_id=56)
Leiden Observatory instrumentmakers, Leiden, 1873

Zur Bestimmung der Längen der Dreiecksseiten wurden in Abständen von 200 - 300 km Grundlinien (Basen) von 6 - 10 km Länge mit großer Genauigkeit (bis 1905 mit Metallstäben, danach mit Invardrähten) gemessen. Das Hauptdreiecksnetz wurde durch Folgenetze in stufenweiser Anordnung "vom Großen ins Kleine" verdichtet (= LS 200).



Bild aus http://www.bayerische-museumsakademie.de/cms/upload/veranstaltungen/informaterial/26_Vermessung.pdf

In den Jahren 1955 bis 1973 wurden im niedersächsischen Anteil am DHDN Ergänzungsmessungen durchgeführt, bis zum Beginn der 90er Jahre wurden die Verdichtungsnetze (zuletzt mit GPS) neu vermessen (= LS 100).

Ab 1866 wurden die Netze von SCHREIBER nach Westen weitergeführt (SCHREIBER-scher Block: nördlich des Mains, westlich der Linie Flensburg-Hof), sodass ein das gesamte preußische Staatsgebiet überdeckendes Triangulationsnetz entstand. Die Lagerung der preußischen Netze geschah im Punkte Rauenberg. Zur Orientierung diente das Azimut vom TP Rauenberg zur Marienkirche in Berlin. Der Maßstab ist aus fünf Basismessungen (Berlin, Braak, Göttingen, Meppen, Bonn) abgeleitet. Die Rechenfläche war das BESSEL-Ellipsoid. (Bild und Text aus <http://www.vermessungsseiten.de/vermessungstechniker/bezysyst.htm>)

In Niedersachsen gehen einige Trigonometrische Punkte noch auf die Hannoveranische Landesvermessung von Carl Friedrich Gauß zurück. Ein besonderer Punkt ist der TP Rauenberg: Er ist der Fundamentalpunkt des Deutschen Hauptdreiecksnetzes (DHDN).

(Bild aus http://en.wikipedia.org/wiki/File:TP_Rauenberg_north.JPG,
Text „Trigonometrischer Punkt“ aus http://de.wikipedia.org/wiki/Trigonometrischer_Punkt)



Die Fortführung von Topographischen Karten

Den folgenden sehr interessanten Artikel habe ich aus dem Internet übernommen:

Wie kommt die neue Straße in eine Topographische Karte?

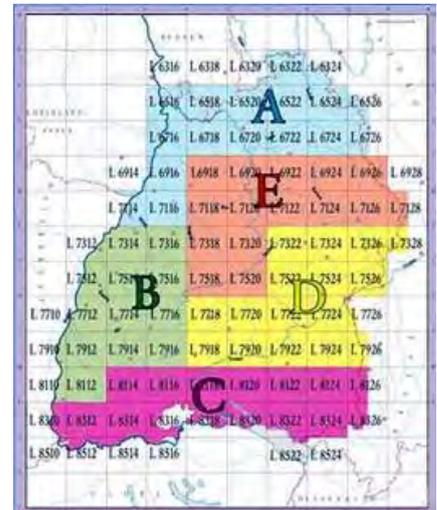
Die Landschaft verändert sich ständig. Immer wird irgendwo eine neue Straße oder Brücke gebaut, ein neues Baugebiet erschlossen oder ein Flusslauf umgeleitet. Damit ist selbst eine neu erstellte topographische Karte ganz schnell wieder veraltet. Manch einer fragt sich, warum es manchmal recht lange dauert, bis die neue Straße in den Karten zu finden ist?

Zuständig für die Herausgabe und für die Aktualisierung der amtlichen topographischen Karten, z.B. der TOP 50 in Baden-Württemberg ist das Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg. Da die Landesvermessung unter Länderhoheit steht, hat jedes Bundesland ein eigenes Vermessungsamt. Die wichtigsten Arbeitsschritte sind nachfolgend beschrieben.

Ohne Luftbilder geht gar nichts

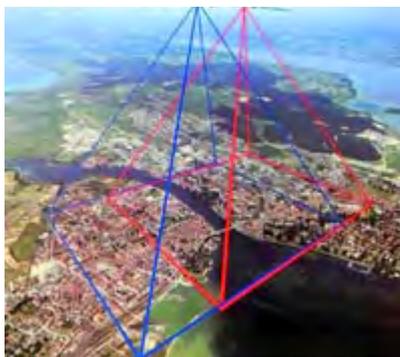
Die wichtigste Quelle um festzustellen, was sich verändert hat, sind Luftbilder. Luftbilder zu erstellen ist Aufgabe der "Photogrammetrie". Dazu ist Baden-Württemberg in fünf etwa gleich große Blöcke aufgeteilt. Jedes Jahr werden von einem dieser Blöcke in sogenannten Bildflügen neue Luftbilder erstellt. Das bedeutet, dass jedes Gebiet alle fünf Jahre neu befliegen wird.

Die Durchführung der Bildflüge ist keine einfache Angelegenheit, denn es müssen bestimmte Flugbedingungen vorherrschen. So darf es beispielsweise nicht bewölkt sein, es darf kein Schnee liegen und die Schatten von Häusern und Bäumen sollen auch nicht zu lang sein. Da alle diese und weitere Faktoren zusammen erfüllt sein müssen, sind nur wenige Tage im Jahr für einen Bildflug geeignet.



Übersicht über die Blöcke für die Bildflüge

Die vom Bildflugzeug erzeugten Bilder müssen nun entzerrt werden, das bedeutet, dass alles auf einem Bild Enthaltene auf den einheitlichen Maßstab 1:10.000 gebracht wird. Diese entzerrten Luftbilder heißen Orthophotos.



Bildflug



Ausschnitt aus einem Luftbild

Auch das Digitale Landschaftsmodell ist unverzichtbar

Jetzt vergleichen die Topographen das neue Luftbild mit dem alten Stand. Früher hat man dazu tatsächlich eine Folie der alten Karte benutzt. Heute spielt das Digitale Landschaftsmodell (=Basis-DLM) eine ganz wichtige Rolle bei der Fortführung von topographischen Karten. Das Basis-DLM ist, vereinfacht gesagt, eine Datenbank. In dieser Datenbank sind sämtliche Bestandteile der Landschaft als punktförmige, flächenförmige oder linienförmige Objekte gespeichert.

Zum Vergleich von "Alt" und "Neu" legt man eine graphische Präsentation der DLM-Daten mit dem alten Stand auf das neue Orthophoto und zeichnet sämtliche Änderungen auf die Folie des alten Standes hoch.

Das "Echterdinger Ei" in einer Präsentation des Basis-DLM



Im Gegensatz zu den Karten, die in einem festgelegten Rhythmus überarbeitet und gedruckt werden, wird das DLM "spitzenaktuell" fortgeführt. Das bedeutet, dass die neue Straße möglichst zeitnah eingearbeitet wird und so dessen Nutzerkreis, z.B. dem Polizeinotruf 110, schnell zur Verfügung steht.

Detailarbeit im Außendienst

Veränderungen, die der Kartograph nicht einwandfrei im Luftbild erkennen kann, werden im Außendienst vor Ort überprüft, mit GPS eingemessen und dann nachgetragen. Vor allem bei Bewuchs ist es schwierig, Veränderungen im Luftbild zu sehen. Zum Beispiel können im Wald Wege oder an Bächen neue Fußgängerstege durch hohe Bäume verdeckt sein. Es ist oft auch schwierig, aus einem Luftbild festzustellen, welche Bedeutung beispielsweise ein neuer Wirtschaftsweg hat, also wie er in der Karte dargestellt werden soll. Um diese Feinarbeiten zu erledigen sind in Baden-Württemberg ständig Erkundungstrupps unterwegs.

Außendienstfahrzeug der Topographen mit GPS-Antenne und Bildschirm zum Laptop
(Foto: Achim Kern)



Beim Landesvermessungsamt gehen auch von anderen Stellen oder von Bürgern laufend Änderungsmeldungen ein. Diese werden in einem "Digitalen Merkblatt" gespeichert und stehen dann bei der nächsten Bearbeitung eines Kartenblattes zusammengefasst und gesammelt zur Verfügung.

Damit ist die Arbeit der Kartographen beendet und die Veränderungen, die im Außendienst nicht mit GIS-Systemen erfasst wurden, werden vom Erfassungsteam im Innendienst in das DLM eingearbeitet.

Nun ist die Kartographie am Zug

Nachdem das DLM abschließend fortgeführt ist und Präsentationsgrafiken, d.h. Ausdrücke aus dem DLM, erstellt sind, kommen die Kartographen an die Reihe. Sie arbeiten die Änderungen in die topographischen Karten. Dazu muss man wissen, dass die topographischen Karten nicht nur in gedruckter Form, sondern auch als digitale Rasterdaten vorliegen. Was bisher einzelne farbige Folien waren, z.B. schwarz für den Grundriss, blau für das Gewässer, sind jetzt einzelne Kartenebenen im Rechner. Diese einzelnen Ebenen werden aktualisiert.



Arbeitsplatz eines Kartographen

Es dauert in der Regel einige Monate, bis alle notwendigen Arbeiten dieser Arbeitskette erledigt sind. In dieser Zeit gibt es natürlich schon wieder Veränderungen in der Landschaft. Deshalb werden bis ganz kurz vor Drucklegung wichtige Änderungen, wie z.B. neue Straßen, auch aus Bauplänen in die Karten eingearbeitet, damit diese zum Zeitpunkt des Drucks so aktuell wie nur irgend möglich sind.

In der Praxis gestaltet sich das Ganze derzeit folgendermaßen: Im Jahr 2006 wurde das Gebiet um den Bodensee, das württembergische Allgäu und der südlichste Bereich des Schwarzwaldes befliegen. Die Luftbilder und Orthophotos sind erstellt und das DLM ist aktualisiert. In den nächsten Wochen beginnt die Bearbeitung der topographischen Karte 1:25.000 und zum Ende des Jahres ist dann mit den ersten Neuausgaben der Karten aus diesem südlichsten Teil von Baden-Württemberg zu rechnen.

Seit etwa einem Jahrzehnt gibt neben den herkömmlichen gedruckten Karten auch die zunehmend beliebten Landkarten-DVDs wie z.B. die Serie TOP 25, TOP 50

Bundesweite Überlegungen sehen vor, den Berichtigungsturnus der Karten zukünftig auf drei Jahre zu verkürzen, um das Bedürfnis der Wirtschaft und der Bevölkerung nach aktuellen Karten schneller zu befriedigen. Auch das Landesvermessungsamt Baden-Württemberg kann sich diesen Kundenanforderungen natürlich nicht verschließen.

Außerdem gibt es eine weitere ganz wichtige bundesweite Neuerung. Während bei der derzeitigen Arbeitsweise jede topographische Karte in jedem Maßstab, d.h. in 1:25.000, 1:50.000 und 1:100.000 separat von Kartographen bearbeitet werden muss, wird zukünftig die Ableitung der Karten durch hochspezialisierte Programme aus dem Basis-DLM direkt erfolgen. Einige Bundesländer haben dieses Verfahren bereits eingeführt. Baden-Württemberg hat diesen Schritt noch vor sich. Der Unterschied wird für den Benutzer ganz einfach am Kartenbild erkennbar sein, denn die aus dem DLM direkt abgeleiteten Karten sind bunter und haben andere Schriften als die bisherigen topographischen Karten. Die abgebildete RK 10 ist bereits direkt aus dem Basis-DLM abgeleitet.



Ein ewiger Kreislauf

Egal auf welchem Herstellungsweg die berichtigten Kartenblätter entstehen. Nach wie vor müssen sie am Ende noch gedruckt bzw. DVD-ROMs gepresst und in den Handel gebracht werden. Der Käufer findet die neue Straße in seiner Karte, die nun wieder solange aktuell ist, bis die nächste neue Straße gebaut, oder ein weiteres Neubaugebiet erschlossen wird.

Carsten Wasow (Landesvermessungsamt Baden-Württemberg), Bilder ohne Angabe sind von der Homepage des Landesvermessungsamtes Baden-Württemberg © 2007

Koordinatentransformation

Machmal besteht die Notwendigkeit Koordinaten aus einem System in ein anderes umzurechnen bzw zur transformieren. Das kann notwendig sein, wenn wir z.B. ein Gauß-Krüger-System vorliegen haben welches in ein UTM System übergeht, konkret wenn wir zwei Karten haben, das eine hat GK-Koordinaten, das andere UTM-Koordinaten.

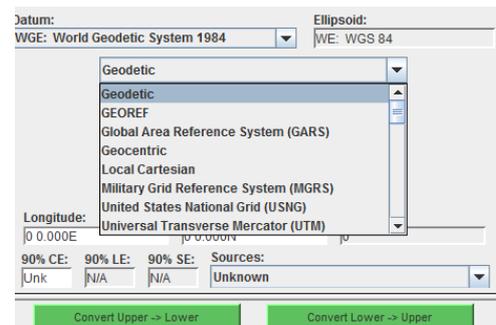
Welche Möglichkeiten gibt es?

Unter der folgenden Adresse habe ich ein interessantes wissenschaftliches Programm gefunden: <http://earth-info.nima.mil/GandG/geotrans/#zza1> welches heruntergeladen werden kann. Hier gibt es die Möglichkeit Koordinaten aus eines System in ein anders umzurechnen bzw in ein anderes Koordinatensystem zu transformieren. Es handelt sich hierbei um ein frei zugängliches Programm des National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) of the United States Department of Defense.

Folgende Parameter werden bei der Transformation bei der Eingabe berücksichtigt:

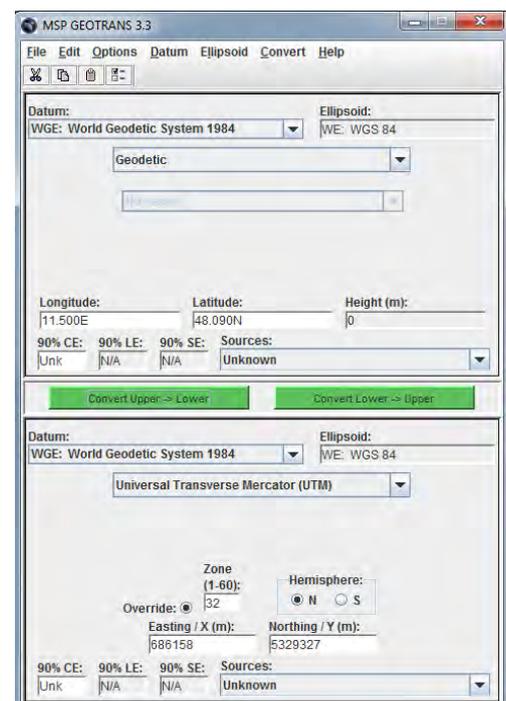
das Geodätische Datum mit dem entsprechenden **Rotationsellipsoid**, welches sich automatisch einstellt

die Ursprungskoordinatensysteme (38 verschiedene!) mit den unterschiedlichsten Parametern



Hier im Beispiel habe ich die Geographischen Koordinaten von München angegeben

48° 49' N , 11° 50' E und erhalte die UTM Koordinaten der Zone 32

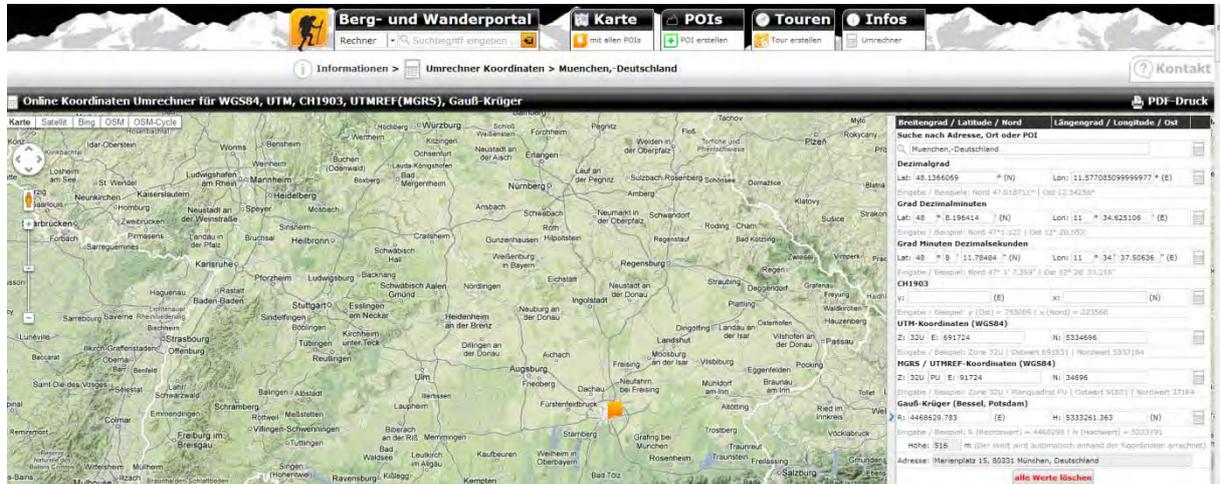


Nachteil: Man muss sich erst in die Arbeitsweise des Programmes einlesen und zurechtfinden und auch wissen in welches UTM Zone das Ziel liegt.

Eine weitere Möglichkeit ist die folgende ein **sehr einfach** zu handhabender Umrechner an folgender Adresse:

<http://www.deine-berge.de/Rechner/Koordinaten/Muenchen,-Deutschland>

auch hier am Beispiel München:



Hier gebe ich nur den Ort München als Text oder mittels Maus auf der Karte ein und erhalte die nebenstehenden Informationen zu den Koordinaten in unterschiedlichen Systemen:

| Breitengrad / Latitude / Nord | Längengrad / Longitude / Ost |
|--|----------------------------------|
| Suche nach Adresse, Ort oder POI | |
| <input type="text" value="München,-Deutschland"/> | |
| Dezimalgrad | |
| Lat: 48.1366069 ° (N) | Lon: 11.577085099999977 ° (E) |
| Eingabe / Beispiel: Nord +7.018711° Ost 12.34256° | |
| Grad Dezimalminuten | |
| Lat: 48 ° 8.196414 ' (N) | Lon: 11 ° 34.625106 ' (E) |
| Eingabe / Beispiel: Nord 47°1.122 Ost 12° 20.553 | |
| Grad Minuten Dezimalsekunden | |
| Lat: 48 ° 8 ' 11.78484 " (N) | Lon: 11 ° 34 ' 37.50636 " (E) |
| Eingabe / Beispiel: Nord 47° 1' 7.359" Ost 12° 20' 37.216" | |
| CH1903 | |
| y: <input type="text" value=""/> | x: <input type="text" value=""/> |
| Eingabe / Beispiel: y (Ost) = 783009 x (Nord) = 223568 | |
| UTM-Koordinaten (WGS84) | |
| Z: 32U E: 691724 | N: 5334696 |
| Eingabe / Beispiel: Zone 32U Ostwert 691831 Nordwert 5337164 | |
| MGRS / UTMREF-Koordinaten (WGS84) | |
| Z: 32U PU E: 91724 | N: 34696 |
| Eingabe / Beispiel: Zone 32U Planquadrat PU Ostwert 91831 Nordwert 37164 | |
| Gauß-Krüger (Bessel, Potsdam) | |
| R: 4468629.783 (E) | H: 5333261.363 (N) |
| Eingabe / Beispiel: R (Rechtswert) = 4468298 H (Hochwert) = 5333751 | |
| Höhe: 516 m (Der Wert wird automatisch anhand der Koordinaten errechnet) | |
| Adresse: Marienplatz 15, 80331 München, Deutschland | |
| alle Werte löschen | |

Links:

Historische Kartenblätter in unterschiedlicher Auflösung können Sie aus einem Archiv kostenlos herunterladen unter: <http://sites.lib.byu.edu/maps//digital/>

„This set of topographic maps of pre World War II Germany, originally printed by the German government, were confiscated by the British and U.S. military after the war. Most of these maps are reprints by the British Geographical Section, General Staff, or the U.S. Army Map Service. The set includes multiple editions printed in multiple years, by several corporate authors, and covers most of 1930's Germany [including parts of what is now Poland], but some maps are missing. An Index is available at the Maps Reference area of the Harold B. Lee Library.“



Wie Bayern vermessen wurde ist ein kurzweilig und spannend geschriebener Text mit vielen Beispielen und Bildern. Herausgegeben vom Haus der Bayerischen Geschichte in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Museum und dem Bayerischen Landesvermessungsamt. Lesenswert!

http://www.bayerische-museumsakademie.de/cms/upload/veranstaltungen/informaterial/26_Vermessung.pdf



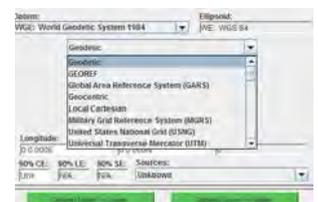
Nicht nur **hervorragende Wanderkarten im Maßstab 1:10.000** u.v.m gibt es bei <http://www.boehmwanderkarten.de/index.html>, auch sehr umfangreiches Hintergrundwissen zum Thema Kartographie.



Koordinatentransformation/ Online Koordinatenumrechner

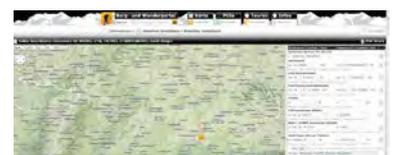
<http://earth-info.nima.mil/GandG/geotrans/#zza1>

Ein sehr umfangreiches Programm, welches eine gewisse Einarbeitungszeit benötigt bei der Eingabe der Formate (zumindest bei mir): Hier werden die Rotationsellipsoide mit angezeigt:



<http://www.deine-berge.de/Rechner/Koordinaten>

Ein Online Koordinatenumrechner. Hier kann ein Ort gesucht bzw auf der Landkarte eingegeben werden und man erhält die Koordinaten in verschiedenen Koordinatensystemen. Sehr einfach zu bedienen.



Fragen?

Jederzeit gerne- Sie erreichen mich unter

frank.liebau@t-online.de



Vielen Dank für Ihr Interesse!

Frank Liebau