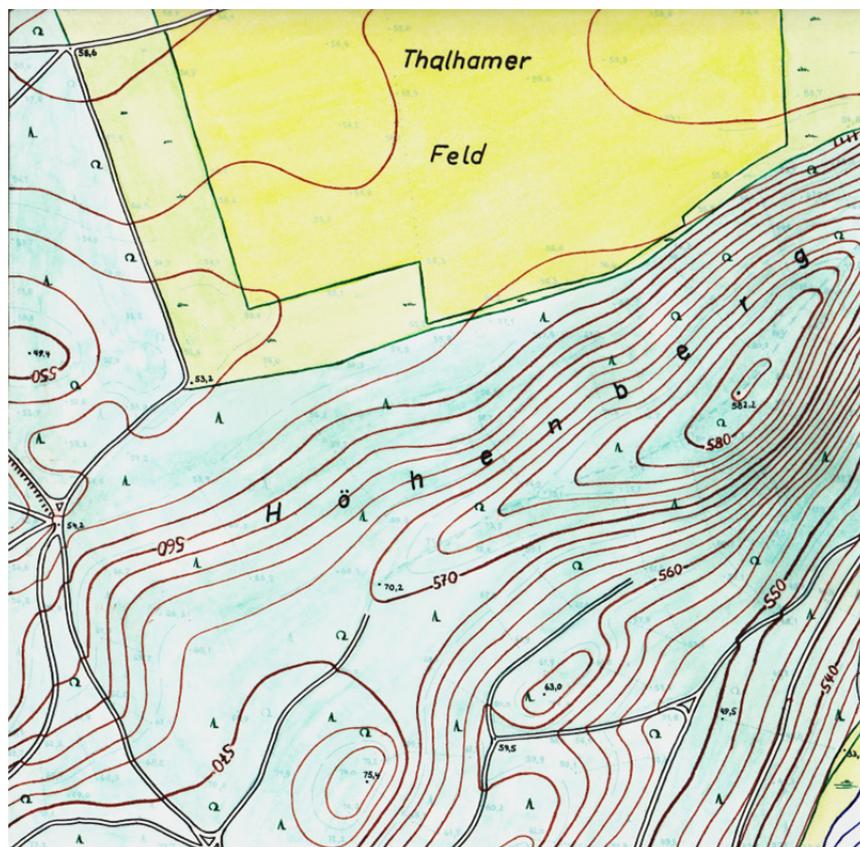


Kartenkunde Leichtgemacht

Die Grundlagen für die Geländeorientierung in Theorie und Praxis



5.te komplett überarbeitete Auflage

Frank Liebau

Vermessungsingenieur und Hauptmann der Reserve

1 Inhaltsverzeichnis

2	Darum schreibe ich dieses Handbuch	6
2.1	Vorwort zur zweiten Auflage.....	7
2.2	Vorwort zur dritten Auflage.....	7
2.3	Vorwort zur vierten Auflage	8
2.4	Vorwort zur fünften Auflage	9
3	Allgemeines zur Kartenkunde.....	10
3.1	Die Vermessung von Objekten als Grundlage für die Erstellung einer Karte	11
3.2	Die verschiedenen Aufnahmeverfahren	11
3.2.1	Geschichtliche Betrachtung	11
3.2.2	Die Landesvermessung	12
3.2.3	Die Geländeaufnahme mittels Bussole:	13
3.2.4	Die Geländeaufnahme mittels Meßtisch:	14
3.2.5	Der Theodolit und das Tachymeter	16
3.2.6	Luftbildmessung:	17
3.2.7	Die Erstellung eines Geländekroki.....	17
4	Kartennetzentwürfe	24
4.1	Bezugsflächen für die Erstellung von Karten	24
4.1.1	Die Erde als Geoid.....	24
4.1.2	Die Erde als Rotationsellipsoid	25
4.1.3	Die Erde als Kugel.....	26
4.2	Der Kartennetzentwurf im Detail.....	27
4.2.1	Welche Arten von Kartennetzentwürfen gibt es?	27
4.2.2	Die wichtigsten Kertennetzentwürfe.....	30
5	Koordinatensysteme.....	34
5.1	Geografische Koordinaten	34
5.1.1	Längen- und Breitengrade.....	34
5.1.2	Die geografische Länge λ	35
5.1.3	Die geografische Breite φ	35
5.1.4	Großkreise, Orthodrom und Loxodrom	36
5.2	Das Gauß-Krüger Koordinatensystem	37
5.3	Das Soldner Koordinatensystem	40
5.4	Die Universal Transversal Mercator-Abbildung (UTM)	41
5.4.1	Das UTM-Gitter.....	41

5.4.2	Der Nullmeridian	43
5.4.3	Die Einteilung der Welt in Zonen und Feldern	43
5.5	Das UTMRef (UTM Referenz System)	46
5.5.1	Militärkarten vom Amt für Militärisches Geowesen der 1980er Jahre	47
5.6	Das universale Polare Stereographische Gitter UPS	50
5.7	Das geodätische Datum	51
5.8	Normal-Null	51
6	Die Karte	53
6.1	Die Topografische Karte	53
6.1.1	Allgemeines zur Topografischen Karte	53
6.1.2	Die Bestandteile einer Karte	54
6.1.3	Auszug aus den amtlichen Kartenwerken in Deutschland:	56
6.2	Die Thematische Karte	58
7	Kartenmaßstab, Generalisierung und Karteninhalt	59
7.1	Der Kartenmaßstab	59
7.1.1	Die Maßstabsleiste	60
7.1.2	Der Transversalmaßstab	62
7.2	Die Generalisierung	63
7.3	Der Karteninhalt	64
7.3.1	Allgemeines	64
7.3.2	Die Bodenformen	66
7.3.3	Die Darstellung der Bodenformen auf der Karte	68
8	Die Nordrichtung	75
8.1	Die Deklination	76
8.2	Die Ermittlung der Deklination	77
8.2.1	Mittels Deklinationsrechner - weltweit	77
8.2.2	Deklinationsrechner des Helmholtz-Zentrum Potsdam	78
8.2.3	Die Ermittlung der Deklination im Gelände mit Karte und Kompass	79
8.2.4	Die Deklination im Wandel der Zeit	80
8.2.5	Die rechnerische Ermittlung der Deklination aus der Karte	81
8.2.6	Wie stelle ich nun die Deklination auf meinem Kompass ein ?	81
8.3	Die Meridiankonvergenz	82
8.3.1	Die Berechnung der Meridiankonvergenz α	83
8.3.2	Die Meridiankonvergenz im Kartenrand:	83
8.4	Die Nadelabweichung	84

8.4.1	Orientieren im Gebirge mit Vorwärtseinschneiden und Berücksichtigung der Nadelabweichung	85
8.5	Detailwissen, besonders für Regionen mit einer großen Missweisung!	86
8.5.1	Das Einnorden der Karte im Geografischen Koordinatensystem.....	87
8.5.2	Das Einnorden der Karte mit einem Kompass im UTM Koordinatensystem.....	88
8.5.3	Einstellen der Missweisung in einer Kompassskala	90
8.5.4	Die Vereinfachung der Arbeit mit einer Topografischen Karte bei einer größeren Nadelabweichung.....	91
9	Die Kartennutzung	92
9.1	Orientierung im Gelände mit der Karte	93
9.1.1	Orientierung der Karte nach markanten Geländemerkmale	93
9.1.2	Wandern und Orientieren mit dem Karten-Gelände-Vergleich	94
9.1.3	Orientierung mit Auffang- und Leitlinien	95
9.1.4	Bestimmen des eigenen Standortes per Kreuzpeilung mit und ohne Kompass:	103
9.1.5	Orientieren im Gebirge mit einem Höhenmesser	104
9.1.6	Orientierung nach den Höhenlinien mittels Karten-Gelände-Vergleich	106
9.1.7	Höhenlinien in der Karte und im Gelände - das Messen von Geländewinkel.....	109
9.1.8	Ermitteln der Steigung aus der Karte	110
9.1.9	Der Geländewinkel – Ermittlung mittels Geländedreieck.....	112
9.1.10	Der Böschungsmaßstab	113
9.2	Der Planzeiger zum Ermitteln der Koordinaten aus der Karte.....	114
9.3	Der Kartenwinkelmesser - ein universelles Instrument für die Orientierung mit der Karte	116
9.4	Das einfache Messen von Strecken auf der Landkarte	118
9.4.1	Das Kurvimeter	118
9.4.2	Die Anlegekante beim Kompass	119
9.4.3	Die Kompass-Schnur und der Grashalm	119
9.4.4	Der Stechzirkel	119
9.4.5	Anwendung des Stechzirkels mit dem Transversalmaßstab	121
9.5	Die Tourenplanung mittels Karte im Vorfeld einer Tour.....	122
9.5.1	Die Tourenplanung im Detail	123
9.5.2	Das Heranziehen von Höhenprofilen für die Tourenplanung	125
9.5.3	Der Geländedurchschnitt mittels einer topografischen Karte	127

9.5.4	Folgende Punkte sollte man bei der Tourenplanung im Auge behalten	130
10	Informationen im Detail	132
10.1	Chronologie zur Entwicklung der Kartographie.....	132
10.2	Adam Zürner, der Kartograph von August dem Starken.....	137
10.3	Die Landesvermessung mittels Trigonometrischer Punkte	141
10.3.1	Vermessung in Bayern	144
10.3.2	Königlich Sächsische Triangulierung im 19. Jahrhundert.....	145
10.3.3	Die Großenhainer Grundlinie	147
10.4	Historische Landkarten	149
10.4.1	Suchodoletz-Karte	149
10.4.2	Schmettausches Kartenwerk.....	149
10.4.3	Urmeßtischblätter.....	150
10.4.4	Karten des Deutschen Reiches 1:25.000.....	150
10.4.5	Das Sächsische Messtischblatt aus dem Jahre 1875.....	151
10.4.6	Meßtischblatt in der Ausgabe von 1937	158
10.4.7	Karte des Deutschen Reiches Ausgabe von 1937 bis 1939.....	158
10.4.8	Das Preußische Messtischblatt 1:25.000 ab 1876	159
10.4.9	Das Sächsische Meßtischblatt 1:25.000 aus dem Jahre 1904 bis 1933	162
10.4.10	Die Manöverkarte.....	172
10.5	Die historische Darstellung der Geländeneigung mittels Schraffen bzw. Bergstrichen	179
10.5.1	Die Lehmannsche Schraffenmanier	181
10.5.2	Die Charakteristik bei der Erstellung der Schraffen.....	185
10.5.3	Die Darstellung der Bodenformen mittels Schummerung	186
10.5.4	Die Darstellung der Geländeform mittels der Felsdarstellung.....	188
10.5.5	Die Darstellung der Tiefenlinien in fließenden und stehenden Gewässern	189
10.6	Die Fortführung von Topographischen Karten.....	191
10.7	Koordinatentransformation	194
10.8	GPS-Referenzpunkt der Stadt Nürnberg	196
10.9	Training im Umgang mit Karte und Kompass.....	198

2 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 Nürnberger Buchladen mit einer Abteilung für Wanderkarten 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 Gauß-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 Ihnen als 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 Handbuch „[Orientierung Leichtgemacht](#)“.

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

Frank Liebau

Röthenbach a.d.Pegnitz, im Januar 2013

2.1 Vorwort zur zweiten 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

2.2 Vorwort zur dritten Auflage

In den vergangenen Monaten habe ich mich sehr intensiv mit meinem Buch über die Kompassmacher aus Nürnberg und Fürth beschäftigt. Nun ist es an der Zeit die eine oder andere Idee zu diesem Handbuch aufzugreifen und umzusetzen.

Wie immer – wenn Sie Fragen oder Anregungen haben – jederzeit gerne!

Frank Liebau

Röthenbach, im August 2016

2.3 Vorwort zur vierten Auflage

In den vergangenen Wochen wurde ich von mehreren Lesern meines Handbuches zur Kartenkunde angeschrieben und nach konkreten Problemlösungen für Ausbildungsgrundlagen gefragt. Da diese Anfragen aber immer nichts mit der Orientierung im Gelände zu tun hatten sondern eher mit reiner Kartographie und ich jede Zeile nur in meiner Freizeit schreibe, musste ich leider immer dankend ablehnen. Ich hoffe man nimmt mir das nicht krumm.

Dieses Handbuch richtet sich in erster Linie an die Personengruppen, denen es Spaß macht sich einen Großteil Ihres Lebens im Gelände zu bewegen. Sicherlich sind in diesem Buch auch viele Informationen aufgeführt, die man als Zusatzwissen einstufen kann, ohne die man sich ohne Weiteres auch im Gelände sicher bewegen kann. Aufgrund von Rückmeldungen einzelner Leser weis ich aber, dass ein grober Überblick über die Materie für den einen oder anderen interessant ist.

So fallen mir bei meinen Wanderungen mit meiner Frau immer wieder neue Themen ein, die ich bisher entweder noch gar nicht oder nur unzureichend dargestellt habe. Aufgrund der Tatsache, dass ich zeitgleich noch an weiteren Handbüchern schreibe, kann ein update nur in unregelmässigen Zeitabständen, dafür aber in größerem Umfange erfolgen.

Für diese neue Auflage plane ich derzeit folgende neue Themen:

- die Arbeitsweise mit einem Transversalmassstab
- die Konstruktion der Höhenkurven in einem kotierten Plan
- die Polyederprojektionen
- Linien gleicher Nadelabweichungen
- die Profilkonstruktion
- die Erstellung eines Kroki
- das Messtischblatt aus dem Jahre 1875
- ...

Natürlich werde ich versuchen diese Themen wieder so anschaulich und einfach als möglich darzustellen.

Ich wurde schon des Öfteren gefragt warum ich das mache und meine Zeit für die Erstellung von kostenfreien Handbüchern investiere. Es macht mir einfach Spaß mein Wissen weiterzugeben. Auch ich muss mich bei manchen komplexen Themen erst wieder einarbeiten und diese Zeit möchte ich nicht missen. Erinnerung sie mich doch an einen sehr intensiven Zeitabschnitt in meiner Vergangenheit.

Fragen zur Kartenkunde für die Orientierung im Gelände – jederzeit gerne.

Frank Liebau

Röthenbach im April 2017

2.4 Vorwort zur fünften Auflage

Mein Handbuch „[Orientierung Leichtgemacht](#)“ habe ich vor wenigen Tage erst mit einer komplett überarbeiteten 6.ten Auflage online gestellt. Ich wage nicht zu behaupten, dass es fertig ist. Das wird es wohl nie. Nun ist es also an der Zeit, dass auch mein Handbuch „Kartenkunde Leichtgemacht“ eine neue Formatierung erhält. Wer möchte kann es nun ausdrucken und als Buch binden lassen. Jetzt zu Beginn der neuen Bearbeitung habe ich bereits eine klare Vorstellung wohin mein Weg mich führen wird, denn es sollen auch wieder weitere, hoffentlich auch für den Leser, interessante Informationen aufgenommen werden. Dabei ist es für mich wichtig, dass das Schreiben nicht zum Selbstzweck wird. Immerhin sollen nützliche Tipps vermittelt werden und nicht eine neues Buch zur Kartenkunde im Allgemeinen.

Also habe ich mir die bestehende vierte Auflage herangenommen und nochmal genauer angesehen. Nun kamen mir dabei noch die eine oder andere Frage auf wie zum Beispiel die Geländeaufnahme mittels Bussole oder mittels Theodolit stattgefunden hat. Sicher braucht man das nicht für die Orientierung aber ich finde für das Thema Kartenkunde und Geländeorientierung ist das schon irgendwie erwähnenswert. Ich merke, dass ich mich in bestimmten Themen erstmal wieder einlesen muss.

Fasziniert war ich im Frühjahr 2017 bei der Erstellung meiner vierten Auflage von den Postmeilensäulen in Kursachsen, basierend auf dem Kartografen August des Starcken, Adam Friedrich Zürner. Aber auch von der Aufnahme von Karten für militärische Zwecke – dem Geländekroki. Ich versuche eine umfassende und gleichzeitig interessante Zusammenstellung rund um das Thema Kartenkunde zu geben.

Bei der Erstellung der 6.ten Auflage des Handbuches „Orientierung Leichtgemacht“ habe ich einige Überschneidungen zu meinem Handbuch „Kartenkunde Leichtgemacht“ gefunden. Nun ja, an sich ist das nicht verwunderlich, da ich seit Jahren fast zeitgleich an diesen Büchern arbeite. Da aber kein Verlag oder sonst Jemand mir im Nacken sitzt kann ich mir mit den Inhalten Zeit lassen. Bei jeder neuen Auflage denke ich mir, „so, das wars“. Aber schon nach wenigen Wochen merke ich einige Lücken oder einige Verbesserungen könnten da noch mit aufgenommen werden. Nach diesem Handbuch kommen die Handbücher zu den „[Kompassmacher aus Nürnberg und Fürth](#)“ dran.

HANDBUCH Orientierung Leichtgemacht

Die Grundlagen der Geländeorientierung
und die Handhabung eines Kompasses
mit Schrittzähler, Karten- und Höhenmesser



6. vollständig überarbeitete Auflage

Frank Liebau
Vermessungsingenieur und Hauptmann der Reserve

Wie immer – sollte Ihnen was auffallen oder sollten Fragen aufkommen, senden Sie mir bitte wieder einfach eine Email. Ich versuche diese nach bestem Wissen zu beantworten. Manche Fragen wurden bereits als weiteres Kapitel im Handbuch „Orientierung Leichtgemacht“ mit aufgenommen. Die Handbücher sollen auch zum Dialog anregen und natürlich dem eigentlichen Sinn: **Spaß haben im Umgang mit Karte und Kompass im Gelände.**

Frank Liebau

Röthenbach im November 2017

3 Allgemeines zur 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 zu kennen und zu lesen gilt. Das Wissen dazu vermittelt die Kartenkunde.

Das Wunschdenken eines Kartenlesers ist es, das die Karte sowohl 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 für mich 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.“

Eine Karte hilft uns daher bei der Orientierung im Gelände. Doch was verstehen wir eigentlich unter der Orientierung? Orientierung kann man im Allgemeinen mit Ortung gleichsetzen. Der Begriff hat zwei Bedeutungen. Der Karte wird bei der Orientierung einer bestimmten Richtung zugeordnet – sie stimmt mit der Umgebung überein. Zum anderen kommt das Wort Orientieren aus dem lateinischen *oriens* – „Osten“. Im Altertum war der Osten die Haupthimmelsrichtung, dort wo Licht und Wärme am Morgen zuerst erscheint. So wurden die damaligen Karten auch nach Osten ausgerichtet. Östliche Regionen wurden daher am oberen Kartenrand dargestellt. Im Mittelalter dagegen wurden Mönchs- und Radkarten, welche die damalige Welt kreisrund darstellten, nach Osten orientiert, dort lag das Heilige Land für die Menschen aus der damaligen Zeit.

Bei einer Durchschlageübung meiner Bundeswehrzeit in Idar-Oberstein stand ich nachts auf einer riesigen Waldlichtung. Ich sollte aber laut 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.

3.1 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 Bedeutung aktueller und zuverlässiger Karten war schon im 18. Jahrhundert groß. Schließlich hatten manche Heerführer nur wegen aktueller Karten ihre Schlachten gewonnen. Schon Friedrich der Große erkannte die Bedeutung aktueller und vor allem auch genauer Karten für seine Feldzüge und, auch später nach der Zeit Napoleons, wurde die Herstellung und Aktualisierung der Landkarten unter militärischer Obhut gestellt. Bis in die Zeiten des frühen 20. Jahrhunderts behielt man diese Vorgehensweise oftmals bei.

„Auf dem Wiener Kongress 1814/15 wurden nicht nur die neuen Grenzen der mitteleuropäischen Staaten in der postnapoleonischen Ära festgelegt, sondern auch beschlossen, die Landesaufnahme der östlichen Teile Preußens ab 1816 unter Leitung und ausschließlicher Beteiligung von militärischem Personal durchzuführen. Dem ging eine durchgreifende Militärreform voraus. 1814 gliederte sich das preußische Kriegsministerium in zwei Departements, wobei das erste, das „Allgemeine Kriegsdepartement“, für rein militärische Fragen zuständig war, während das zweite Departement alle Angelegenheiten bearbeitete, die u.a. mit der Ausbildung der Soldaten, Anfertigung von Karten, Plänen u.ä. zusammengingen“.

Auszug aus „Die Entwicklung der geodätischen Grundlagen für die Kartographie und die Kartenwerke 1810 bis 1945“ von Gerd Krüger und Jörg Schnad

3.2 Die verschiedenen Aufnahmeverfahren

3.2.1 Geschichtliche Betrachtung

Eine Karte soll ein genaues Bild der Erdoberfläche liefern. Die Dimensionen der einzelnen Elemente die aufgenommen werden, müssen zueinander stimmig sein. Die einfachste Raumbeziehung, die zwischen dem Festland und den Wasser, ist welche zu Beginn der Kartenerstellung eine lineare Beachtung fand. Das Altertum als auch das Mittelalter ist in diesem Zusammenhang als Zeitalter dieser Kartenerstellung zu nennen.

Mit Beginn der großen Entdeckungsreisen gegen Ende des 15. Jahrhunderts änderten sich die geografischen Kenntnisse. Ausser linearen Bestandteilen einer Karte kamen nun auch die Betrachtung von Flächen hinzu. Gegen Mitte des 18. Jahrhunderts wurden auch die Verhältnisse der vertikalen Dimensionen in einer Karte berücksichtigt.

Jedes Zeitalter hatte unterschiedliche Aufnahmeverfahren um das Gelände so gut und genau als möglich wiederzugeben. Die Genauigkeit ist somit direkt von den verwendeten Instrumenten abhängig. So konnte der Nürnberger Mathematiker und Astronom **Regiomontanus** (Johann Müller 1436 – 1476) Instrumente der Antike bzw. des arabischen Mittelalters aufgrund von Berichten rekonstruieren und nachbauen.

Erst ab Mitte des 16. Jahrhunderts wurden diese Instrumente nicht mehr nachempfunden sondern eigenständige Instrumente entwickelt. Mit Beginn der Entdeckungsfahrten mussten nicht nur die Schiffsbauer neue Probleme in der Konstruktion der Schiffe bewältigen, auch die Navigation über das offene Meer stellte die Gelehrten vor neuen Herausforderungen. Auch politische Spannungen und Kriege in Europa ab dem 17. Jahrhundert waren die Triebfeder neue Vermessungstechniken und -instrumente zu entwickeln. Damals wurde versucht mit Vermessungen der neu „hinzugewonnenen“ Ländereien und Provinzen diese systematisch kartografisch zu erfassen. Diese Aufnahmen hatten in erster Linie steuerliche als auch militärische Bedeutung. Quelle: George Adams, „Geometrische und Geografische Versuche, Leipzig 1795

3.2.2 Die Landesvermessung

Besondere Bedeutung kommt der Genauigkeit und der Bedienung der Vermessungsinstrumente bei der Landesvermessung zu. Bereits im 18. Jahrhundert war man sich diesem Problem bewusst. Zu dieser Zeit verwendete man sogenannte Zulegeinstrumente, welche auch Bussolen genannt wurden. Zu dieser Bussole gab es oftmals ein sogenanntes Diopterlineal. Das **Diopterlineal**, auch *Krokiergerät* genannt, ist der Vorläufer der Kippregel. Es handelt sich um ein Lineal, auf dem ein Diopter in der Art zweier senkrechter Schienen mit je einem Schlitz oder verschiebbaren Blenden (Scheiben mit einer feinen Bohrung) angebracht ist. Das Diopterlineal diente ebenso wie die Kippregel, die mit einem Zielfernrohr ausgestattet ist, zur zeichnerischen Aufnahme von Polarkoordinaten auf einem Messtisch. Die Genauigkeit ist begrenzt und nicht mit der einer Kippregel vergleichbar. Das Diopterlineal ist aber geeignet einfache und schnelle Skizzen zu erstellen.



Bussole aus dem Jahr 1757



Kompass mit Diopterlineal 19. Jahrhundert von James White Glasgow



Diopterlineal 18. Jahrhundert

Quelle Text <https://de.wikipedia.org/wiki/Diopterlineal>, Quelle Bilder: Bussole aus der Ausstellung des Osterzgebirgsmuseum Schloss Lauenstein, und http://compassmuseum.com/images/geo4/white_glasgow_gr.jpg

3.2.3 Die Geländeaufnahme mittels Bussole:

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

„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, Throughton und Simms in großem Stil kopiert.“



Schmalcalder Bussole
spätes 19. Jahrhundert

(Bild und Text aus http://www.compassmuseum.com/images/geo2/fb01_dial_gr.jpg)

Noch im 20. Jahrhundert wurden einfache Taschenkompass, die natürlich einen großen Durchmesser hatten auf einem Brettchen, dem sogenannten Planchett, montiert. Der Planchett-Kompass ist ein Standard Marschkompass aus dem Ersten Weltkrieg (der sogenannte „boussole directrice“ Typ), welcher der in diesem Fall von HOULLIOT angefertigt wurde.

Die Schrauben dienen zur Befestigung des Kompasses auf dem Landvermesser-Messtisch Frankreich 1920er Jahre



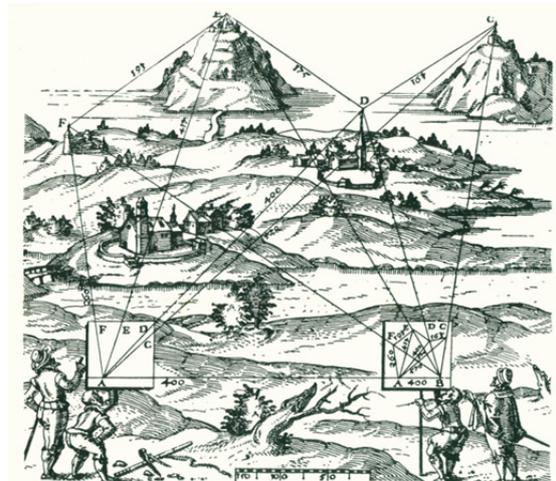
Planchett Kompass für einen Messtisch
französischer Hersteller Houlliot

Quelle http://compassmuseum.com/images/geo4/vion_planchette_side_gr.jpg

3.2.4 Die Geländeaufnahme mittels Meßtisch:

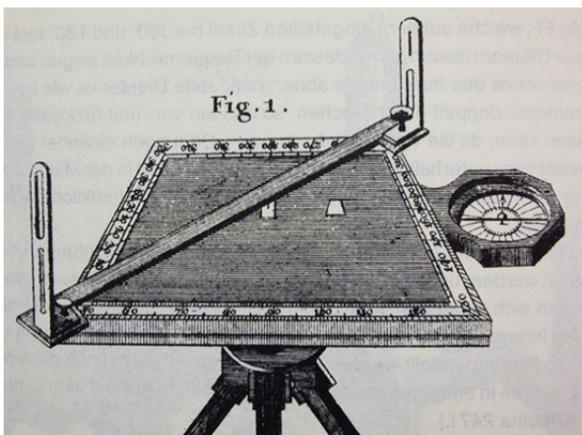
Seit dem 16. Jahrhundert wurde die Geländeaufnahme mit einem innovativem Hilfsmittel, dem Meßtisch, durchgeführt. Man konnte zunächst mittels Diopterlineal und einer Bussole, später auch mit einer Kippregel, welche auf den Tisch gestellt wurden die ausgesuchten Gelände- oder auch Objektpunkte anzielen und die Richtungen und Entfernungen zu ihnen im richtigen Maßstab abtragen.

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

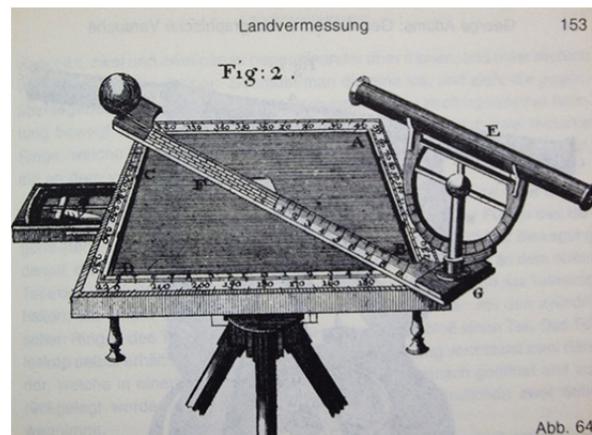


Geländeaufnahme mittels Meßtisch

Auf diesen Meßtisch wurde schon im 18. Jahrhundert vor der Messung das Papier gespannt. „Man nehme dergleichen von hinreichender Größe und mache es zum Ausspannen feucht, breite es flach über die Tafel aus und lege den Rahmen flach an die Ränder der Tafel an damit es sich austrecke und befestige alles in dieser Lage. So wie das Papier trocknet, so wird es in dem es sich zusammenzieht glatt und flach werden“. Bilder und Text aus George Adams, Geometrische und grafische Versuche, 1795



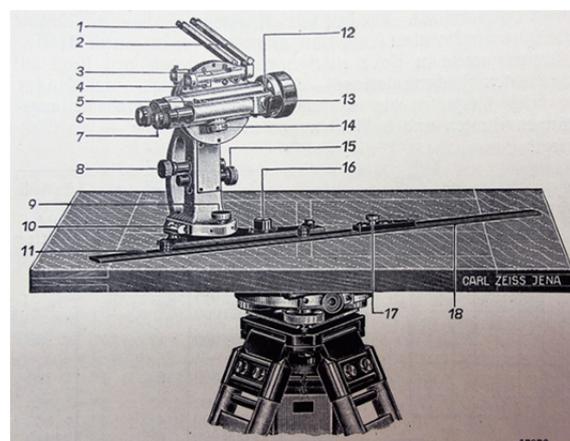
Gewöhnlicher flacher Meßtisch 18. Jahrhundert



Verbesserter flacher Meßtisch 18. Jahrhundert

Im 19. Jahrhundert wurden bereits sehr genaue Instrumente zur Geländeaufnahme verwendet. Diese dazu gehörenden Messinstrumente werden als **Kippregeln** bezeichnet. Kippregeln sind Instrumente zur simultanen Messung aller drei Komponenten der räumlichen Polarkoordinaten eines Punktes.

Quelle Bild Gustav Baumgart, Gelände und Kartenkunde, 1938



Meßtisch mit Kippregel 1930er Jahre

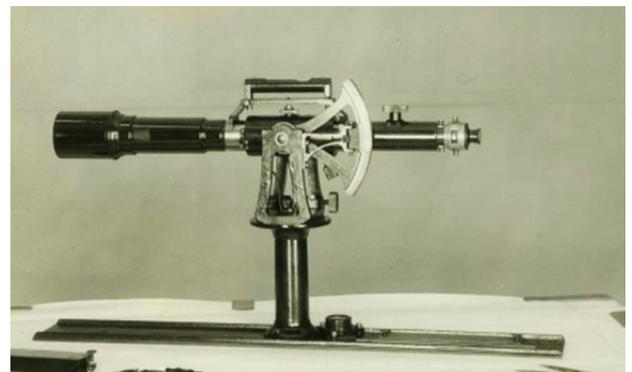
Detaillierte Informationen zum Messtisch:

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 bis 60×60 cm.



Geländeaufnahme im Jahr 1919

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 das Handbuch „[Orientierung Leichtgemacht](#)“. 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.http://de.wikipedia.org/wiki/Kippregel#mediaviewer/File:Plane_table_cgs00426.jpg



Kippregel frühes 20. Jahrhundert

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 einzuzeichnen
- 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.

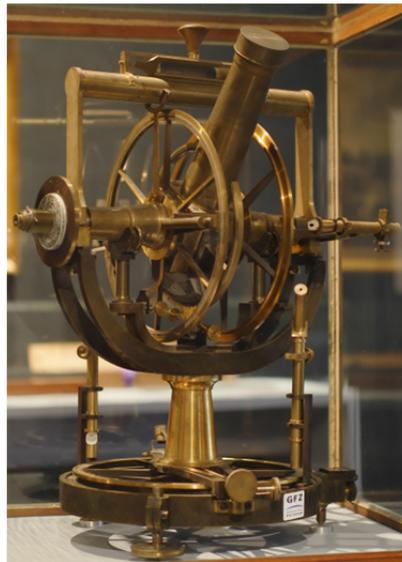
Quelle http://de.wikipedia.org/wiki/Messtisch#mediaviewer/File:Noaa_theb1713_1.jpg

3.2.5 Der Theodolit und das Tachymeter

Der **Theodolit** war nach der Kippregel der nächste Schritt. Bereits im 18. Jahrhundert wurden diese Instrumente als die „genauesten, bequemsten und allgemein anwendbaren Instrumente zur Vermessung bezeichnet“. George Adams
Geometrische und graphische Versuche, 1795

Durch Drehen und Kippen des Messfernrohres misst der Theodolit horizontale Richtungen und Vertikalwinkel. Die Winkel werden heute meist in Gon ausgegeben, noch im 18. Jahrhundert in Grad. Zu jeder Drehachse gehört eine Klemmung und eine Feinbewegung. Manche Geräte geben statt des Zenitwinkels die Steigung in Prozent an. Bei der Artillerie wird ein Theodolit **Richtkreis** genannt und ist statt in 400 Gon in 64-00 Strich geteilt.

Vorläufer der Theodolite waren in der Antike die Dioptra, um das Jahr 1500 der Azimutalquadrant und die Kippregel. Genaue Universalinstrumente wurden ab dem Jahr 1850 für Triangulation und Astronomie gebaut. Siehe hierzu auch das Kapitel über die [Triangulation in Kursachsen](#) am Ende dieses Buches.



Universaltheodolit von
Pistor & Martins (1851)

Bild Universaltheodolit by Bautsch (Own work) [CC0], via Wikimedia Commons

Die Entfernung wurde durch Ablesung auf einer Meßplatte ermittelt. Es handelt sich um eine indirekte Entfernungsermittlung in Verbindung mit den **Reichenbachschen Distanzfäden**. Diese Distanzstriche, auch Distanzfäden oder Reichenbach'sche Distanzfäden genannt, 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. (Bild und Text aus <http://de.wikipedia.org/wiki/Distanzstrich>)



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

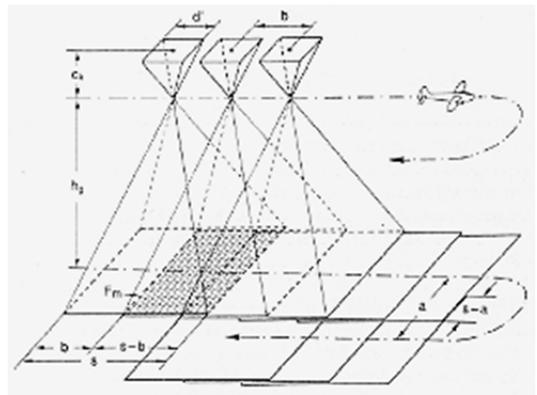
Das **Tachymeter** ist nun eine Weiterentwicklung des Theodoliten. Mit ihm konnte man nun zusätzlich auch gleichzeitig Schrägstrecken messen. Es dient zur schnellen Einmessung von Punkten. Es werden optische und elektronische Tachymeter unterschieden. Mittlereile müssen die Horizontalstrecke und der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



3.2.6 Luftbildmessung:

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 Webseite des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie: http://sq.geodatenzentrum.de/web_openlayers/dop_viewer_ol.htm

3.2.7 Die Erstellung eines Geländekroki

3.2.7.1 Notwendigkeit der Erstellung eines Geländekroki

Bereits im frühen 18. Jahrhundert war es wichtig über geeignetes Kartenmaterial zu verfügen. Besonders das Militär hatte großes Interesse daran, dass sie Kartenmaterial besaß, mit welchem man die Einsätze und Vorgehensweisen bereits im Vorfeld gut planen konnte. Ein Grund dafür, dass **Friedrich der Große** im Krieg gegen Österreich die Oberhand hatte.

Schon Friedrich Wilhelm I, der Vater von Friedrich dem Großen, gründete das **Ingenieurkorps**, welches militärisch geführt wurde. Dieses Ingenieurkorps war für die preußische Landesaufnahme ab dem frühen 18. Jahrhundert zuständig. Für seinen Sohn Friedrich Wilhelm II war die Arbeit des Ingenieurkorps so wichtig, dass er später die Leitung selber übernahm. Konnten doch die taktischen Schlussfolgerungen in der Kriegsführung aufgrund der Auswertungen der Karten eine Schlacht entscheiden.

Geeignete Preußische Offizieranwärter wurden zum Ingenieur ausgebildet und unter anderem zur kartografischen Erfassung der besetzten Länder eingesetzt. Ab dem späten 18. Jahrhundert gab es eine eigene **Ingenieurakademie**, in der einheitlich die wissenschaftlichen Grundlagen vermittelt wurden. Die Ausbildungszeit betrug drei Jahre.

Quelle in Teilen: <https://de.wikipedia.org/wiki/Ingenieurkorps> und Johann Gottlieb Tielke, Unterricht für die Officiers, die sich zu Feld Ingenieurs bilden, 1779, Militärgeschichtliches Forschungsamt Potsdam 2010

3.2.7.2 Definition Kroki in den 1930er Jahren

Als ich den Begriff zum ersten Mal gelesen habe konnte ich nicht direkt damit was anfangen. Sicherlich wird der eine oder andere Leser sich nun auch fragen was ist denn eigentlich ein Kroki? Unter einem **Croquis** versteht man generell eine Entwurfszeichnung oder eine Entwurfsmalerei. Anwendung findet der Begriff in der Kunst und in der Kartographie. Unter einem **Kroki** im Sinne der Geländeorientierung versteht man die „möglichst maßstabsgetreue Zeichnung eines Geländeabschnittes“. Quellen <https://de.wikipedia.org/wiki/Croquis> und Gustav Baumgart, Gelände und Kartenkunde, Winkler & Sohn, 1938, Abschnitt 212

Baumgart, Gelände und Kartenkunde, Winkler & Sohn, 1938, Abschnitt 212

Es gab in der Vergangenheit verschiedene Möglichkeiten einen Geländeabschnitt „auf einfache Weise“ möglichst maßstabsgetreu darzustellen. Zum einen kann man hier den Messtisch mit der Kippregel und den Tachymeter anführen. Sicherlich kann man aber auch mit dem kleinen Messtisch und einem Diopterlineal brauchbare Ergebnisse für das Militär erhalten.

Als Grundlage für die Erstellung des Geländeabschnittes dient das Erfassen von Geländepunkten. Ausgehend von einer genau vermessenen Basislinie werden durch die Methode des Vorwärtseinschneidens weitere Punkte bestimmt und von dort aus Geländemerkmale in die Geländeskizze übernommen.

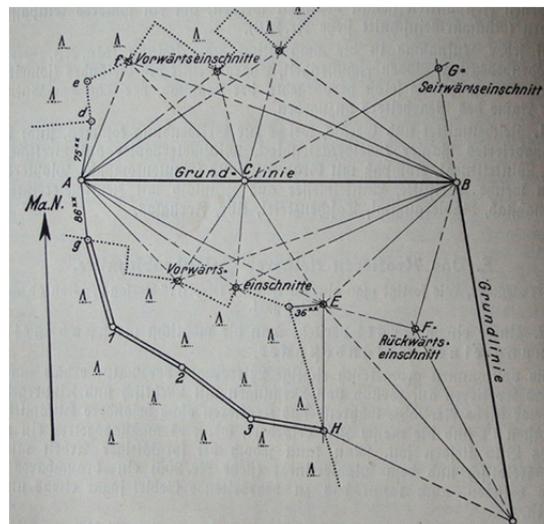
Quelle Gustav Baumgart, Gelände und Kartenkunde, 1938

Quelle Gustav Baumgart, Gelände und Kartenkunde, 1938

3.2.7.3 Das Krokieren kleiner Geländeabschnitte

Noch bis in die 1930er Jahren war es üblich, dass man bei Forschungsreisen und Erkundungen in fremden Ländern aber auch für militärische Belange Karten in kurzer Zeit herstellen musste und nicht die Zeit hatte umfangreiche trigonometrische Vermessungen durchzuführen, wie es für die Zwecke der Landesvermessung üblich ist.

In erster Linie war es wichtig das aktuelle Wegenetz, der Ortschaften und der Flussläufe maßstabsgetreu zeichnerisch aufzunehmen. Befand man sich an Orten, an dem das Wasser knapp war mussten auch die Wasserstellen mit aufgenommen werden. Aufgrund von Truppenbewegungen hatten die Aufnehmenden dazu nicht allzu viel Zeit. War doch schon im 18. Jahrhundert das Militär die treibende Kraft für die Aufnahme der örtlichen Gegebenheiten.





Emil Busch AG
Marschkompass Modell II
Reichswehr 1928



Emil Busch AG
Marschkompass Modell I
Wehrmacht 1933



Francis Barker
Mark VII 1915
Britischer Peilkompass

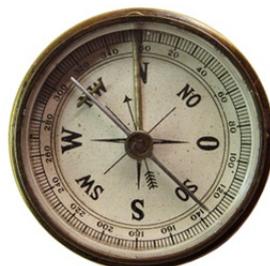
Möglichkeit 2: Aufnahme, welche zeichnerisch auf Millimeterpapier festgehalten wird

Auch bei dieser Methode werden die Richtungen mit einem Marschkompass ermittelt. Die ermittelten Winkel und Entfernungen und die Bodenformen werden aber nicht in einem Notizbuch, sondern sofort auf Millimeterpapier festgehalten. Die Winkel werden mit Hilfe eines Kartenwinkelmessers auf das Millimeterpapier des Zeichenblocks übertragen. Das Millimeterpapier wird nach Magnetisch Nord (MaN) ausgerichtet. Man beachte die Form des Deklinationspfeils, sie ähnelt dem des Stockert Kompasses aus den 1910er Jahren.

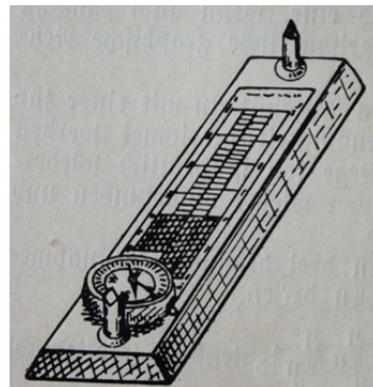
Die Richtung zum Zielpunkt wird durch das Anzielen der Richtungslinie bestimmt. Hierzu konnte man ein Lineal, welches idealerweise einen Kompass sowie Kimme und Korn besaß, verwenden. Kompass ohne eine detaillierte Skala kommen aufgrund der Ablesegenauigkeit nicht in Betracht.



1930er Jahre

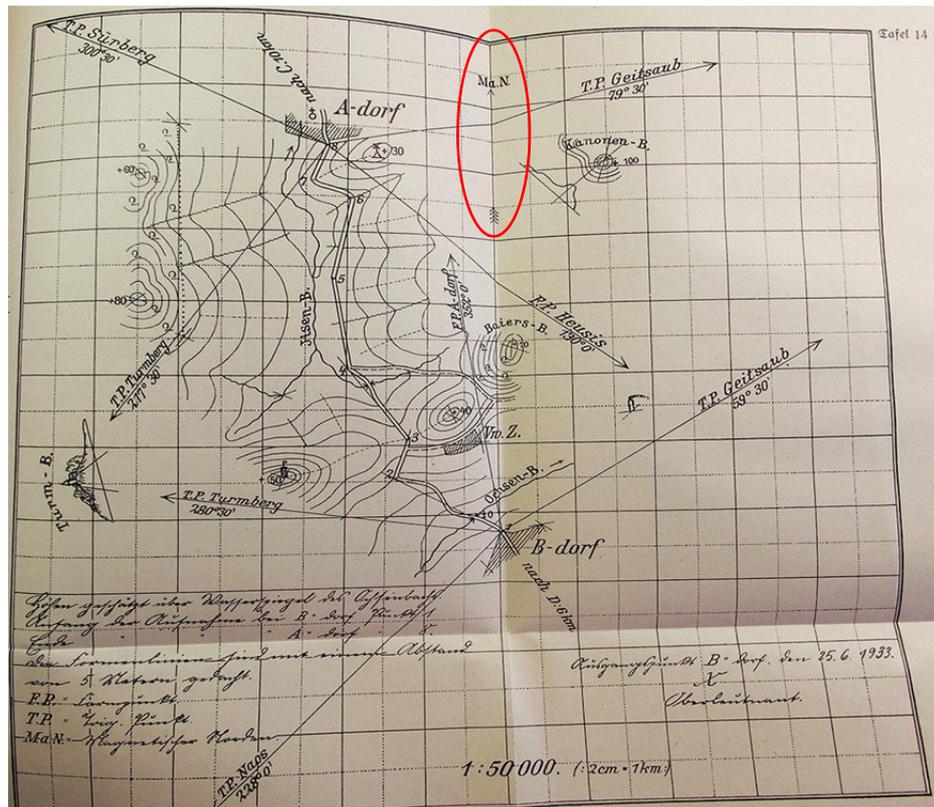


1910er Jahre



Lineal mit Kompass,
Maßstab und Zielvorrichtung

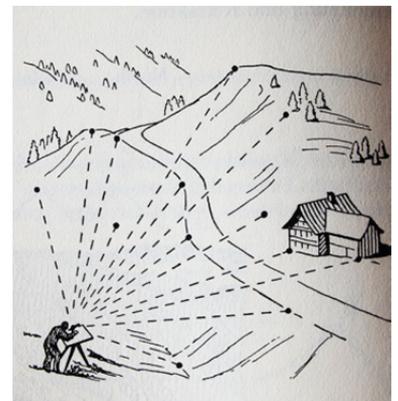
Bei dieser Methode musste man beachten, dass der magnetische Nordpfeil in das Kartenblatt mit aufgenommen wurde (rote Markierung). Bei gleichzeitigem Anlegen des Kompasses wurde somit gewährleistet, dass die flüchtige Aufnahme im eingenordeten Zustand gezeichnet wurde. Mit der Zieleinrichtung des Lineals wurde das Ziel anvisiert und die Richtungslinie als Strich am Lineal gezogen. Auch hier wurden an den Knickpunkten, welche im Beispiel durchnummeriert sind, Richtungen zu Festpunkten und Trigonometrischen Punkten gemacht. Bodenformen werden in die Zeichnung maßstabgerecht mit eingefügt. Die Anfangs- und Endpunkte der Messungen gekennzeichnet.



Quelle Gustav Baumgart, Gelände und Kartenkunde, Winkler & Sohn, 1938

Dritte Möglichkeit: Flüchtige Aufnahme mit dem kleinen Kartentisch und dem Diopterlineal

Diese Methode ist der Aufnahme mittels Messtisch und Kippregel sehr ähnlich. Da die Geräte aber wesentlich einfacher zu handhaben sind, ist die Aufnahme schneller durchzuführen. Allerdings ist die Genauigkeit beider Systeme nicht miteinander vergleichbar.



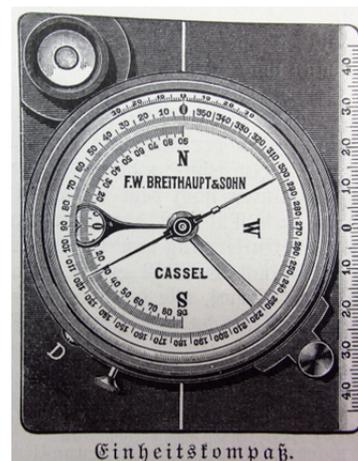
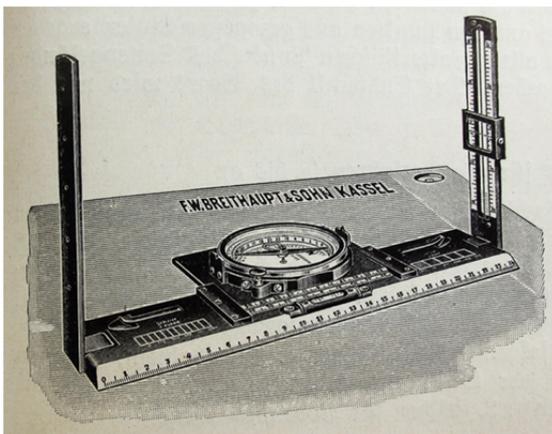
Quelle Bild Eduard Imhof, Gelände und Karte, Eugen Rentsch Verlag, 1968

Man benötigt einen kleinen Kartentisch, dessen Platte drehbar ist. Der zu verwendende Kompass unterscheidet sich erheblich von den Kompassmodellen der beiden vorherig vorgestellten Methoden. Die Kompasskapsel befindet sich auf einer Metallplatte mit einer Anlegekante. Der Kompass hat sehr große Ähnlichkeiten mit Geologenkompassen, welche im Bergbau noch bis in die 1950er Jahre als Hängekompass verwendet wurden. Er hat eine linksdrehende Skala



Geologenkompass
Freiberger Präzisionsmechanik 1956

Kennzeichnend ist eine Einteilung in Grad, die Ost und West Richtungen sind aufgrund der Messmethode vertauscht. Diese Kompassart konnte auf einem Diopterlineal angebracht werden. Dadurch wurde eine erhebliche Optimierung in der Genauigkeit beim Anpeilen von weit entfernten Zielen erreicht. Dieses Diopterlineal besitzt zwei umlegbare Gestänge - eine Ablesevorrichtung und ein Diopter.



Quelle Bild Gustav Baumgardt, *Gelände und Kartenkunde*, Verlag Mittler & Sohn, 1938

Was ist für alle drei Verfahren von Bedeutung?

Alle unwichtigen Einzelheiten sind wegzulassen, sie verwirren nur. Die Umrisse der Ortschaften, die Führung der Eisenbahnen, der Wege und Straßen aber auch der Gewässer und der Bodenformen sind für die Erstellung des Krokis von großer Bedeutung. Festpunkte und Trigonometrische Punkte sind wichtig und somit auch Bestandteil des Krokis.

Wie für alle Marsch- und Geländeskizzen üblich sollten das Datum, der Nordpfeil und der Name des Erstellers nicht fehlen.

3.2.7.4 Kroki als Ergänzung zu bestehendem ungenauen Kartenmaterial in den 1950er Jahren

In einem alten Katalog der 1960er Jahre hat die renommierte Kompassmanufaktur des Paul Stockert ein Dankeschreiben des **Adolf Ellegard Jensen**, einem der bedeutendsten deutschen Völkerkundler der Nachkriegszeit des **Frobenius-Instituts**, veröffentlicht. In diesem wird darauf hingewiesen, dass man die Kompassse von PASTO bei einer **Expedition in den Südwesten Äthiopiens** zu den Sidima sehr gut verwenden konnte.

Mit absoluter Bestimmtheit kann ich hier natürlich nicht sagen welche Kompassse mit in Afrika dabei waren, aber aufgrund der damals aktuellen Modelle und der Möglichkeiten sich mit diesen zu orientieren kommen meines Erachtens folgende in Betracht. Vermutlich wurden auch einfache Aufzeichnungen des Geländes mit diesen gemacht.



So urteilt die Fachwelt über unsere PASTO-Marsch-Kompasse:

Nur ein Anerkennungsschreiben von vielen und zwar das, des Frobenius-Institutes an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt/M über die Äthiopien-Expedition (1954-1956) dieses Institutes. Die Mitglieder der Expedition waren mit unseren Marsch-Kompassen ausgerüstet.

Frobenius-Institut an der
Johann Wolfgang Goethe-Universität
Uns. Zeichen: Je/Ks.

Frankfurt/Main, den 7. Jan. 1956
Liebigstr. 41

Sehr geehrte Herren!

Entschuldigen Sie bitte die Verspätung, mit der unser Erfahrungsbericht bei Ihnen einläuft. Der schwere Unfall eines Expeditionsmitgliedes in Äthiopien verzögerte die Abwicklungsarbeiten, so daß Sie leider über Gebühr lange auf den versprochenen Erfahrungsbericht haben warten müssen. Es ist mir eine Freude, Ihnen zu schreiben, weil sich die von Ihnen der Expedition zur Verfügung gestellten Kompassse als unentbehrliche Hilfsmittel gut bewährt haben. In einem Lande, wo selbst auf den besten Karten im Maßstab 1 : 500000 die topographischen Verhältnisse nur äußerst ungenau dargestellt sind, wo Fehler bei der Eintragung von Ortschaften oder Bergen von 20-30 km keine Seltenheit sind, ist der Kompass als Orientierungsmittel ganz unerläßlich. Besonders in den wenig oder gar nicht besiedelten Trockengebieten der südlichen Landesteile, die innerhalb des Arbeitsbereiches der Expedition lagen, war es bei Mangel an einheimischen Führern völlig unmöglich, durch die unübersichtliche Akaziensavanne zu kommen, wenn man nicht einen zuverlässigen Kompass benutzen konnte.

Die PASTO-Marsch-Kompasse haben sich bei dieser Gelegenheit sehr gut bewährt. Gerade weil sie verhältnismäßig unkompliziert sind, weil die Kompassnadel sehr schnell auf die Nordrichtung einspielt und die Geräte leicht in jeder Tasche untergebracht werden können, konnte man mit ihnen bequem arbeiten. Irgendwelche Schäden infolge der besonderen klimatischen Einwirkungen haben sich nicht eingestellt.

Auch im Namen der anderen Expeditions-Mitglieder möchte ich Ihnen nochmals meinen verbindlichsten Dank für Ihre wertvolle Unterstützung sagen und der Hofnung Ausdruck geben, daß wir auch bei weiteren Expeditionen wieder Ihre bewährten PASTO-Marsch-Kompasse mit uns führen können.

Mit dem Ausdruck meiner vorzüglichen Hochachtung bin ich Ihr stets dankbar ergebener

Prof. Dr. Ad. E. Jensen

4 Kartennetzentwürfe

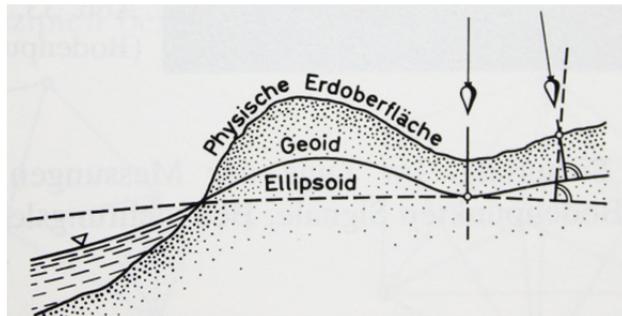
4.1 Bezugsflächen für die Erstellung von Karten

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 meilenweit 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:

4.1.1 Die Erde als Geoid

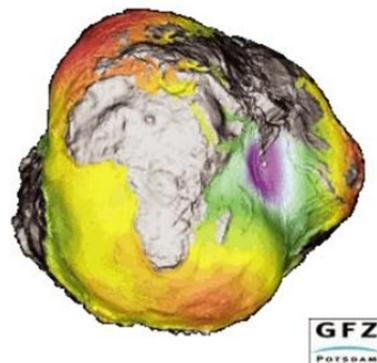
Die physikalische Definition der Darstellung der Bezugsfläche führt zu dem Geoid, einem Körper, welcher der Erdform ähnlich ist. Dieses ist durch eine Fläche bestimmt, welches in jedem Punkt senkrecht zur Schwerkraftichtung steht. Diese Fläche kann man annäherungsweise mit der unter dem Festland fortgesetzten 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 für Geoid aus Günter Hake; Kartographie, Bd 1, 1982

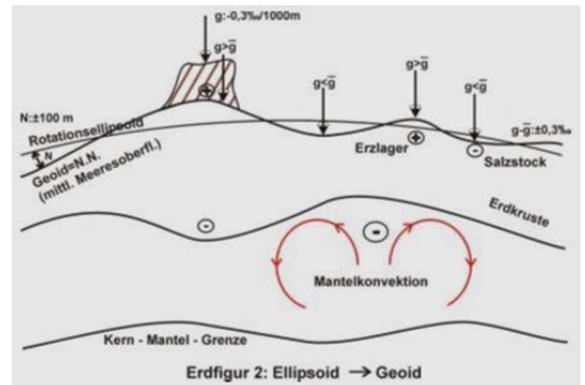
Sehr anschaulich kann man sich das Geoid wie auf dem Bild rechts vorstellen: „Die Masse auf unserem Planeten ist nicht gleichmäßig verteilt. So wird die Gleichgewichtsfläche (Äquipotentialfläche) deformiert. Die entstehende Figur der Erde mit unregelmäßiger Oberfläche wird Geoid genannt.

(Skizze aus: <http://sfk.gfz-potsdam.de/deutsch/gfield.htm>)



Form des Geoids als Potsdamer Kartoffel

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 Dichteveränderungen, die sich in Schwereanomalien und den Geoidvariationen an der Oberfläche zu erkennen geben. Durch eine ungleichmäßige Massenverteilung in der festen, auf dem zähflüssigen Mantel schwimmenden äußeren Hülle der Erde mit ihren großen Höhenunterschieden zwischen Meeresboden und Landoberfläche treten zusätzliche Anomalien auf.



Rotationsellipsoid und Geoid

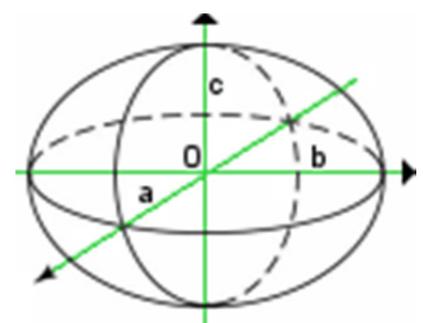
Die Abweichungen des Geoids von der Ellipsoidoberfläche, die Geoidundulationen, betragen aber höchstens 100 Meter nach oben oder unten. Aus Messungen dieser Geoidundulationen entstand das Bild der **Potsdamer Kartoffel**, die die Beulen und Dellen (stark überhöht) zeigt und aus denen die Geowissenschaftler 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 Geoids 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>)

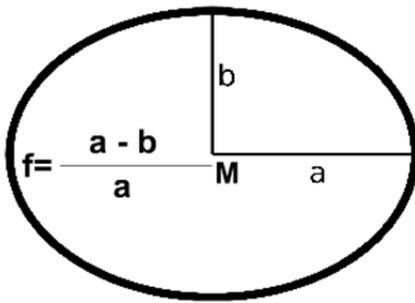
4.1.2 Die Erde als Rotationsellipsoid

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>)



Rotationsellipsoid

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.

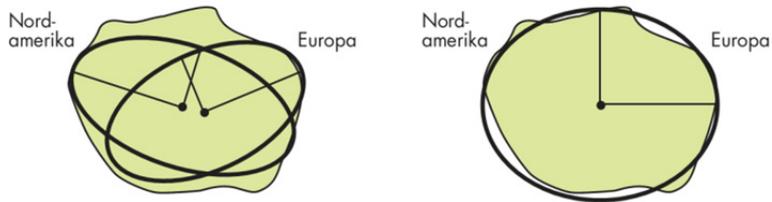
Name	Jahr	Große Halbachse a	Kleine Halbachse b	Polare Abplattung f
WGS84	1984	6.378.137,0	6.356.752,3	1/298,257
GRS 80	1980	6.378.137,0	6.356.752,3	1/298,257
WGS 72	1972	6.378.135,0	6.356.750,5	1/298,260
Krassovskij	1940	6.378.245,0	6.356.863,0	1/298,300
International (Hayford)	1924	6.378.388,0	6.356.911,9	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.

ausgewählte Referenzellipsoide und deren Halbachsen

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

F.W. Bessel hatte bereits aufgrund von Schwere-messungen erkannt, dass die Erde abgeplattet ist. Diese Form der Erde versuchte man nun seit dieser Zeit durch Rotationsellipsoidmodelle zu beschreiben. Die Gesamtheit



Regionale und weltweite Ellipsoide

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>

4.1.3 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 6.370 km. Der Erdumfang liegt bei 40.003,2 km.

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

4.2 Der Kartennetzentwurf im Detail

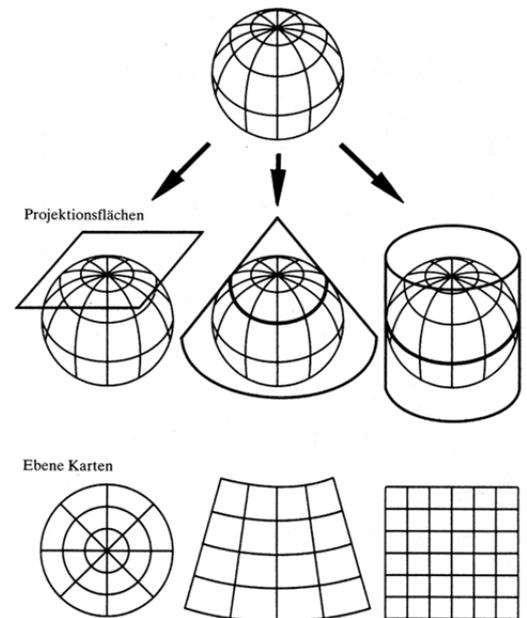
Nun gehen wir einen Schritt weiter. Wir messen auf der Erdoberfläche Objekte ein. Diese müssen über eine Bezugsfläche auf die ebene Karte projiziert werden.

Geoid, Rotationsellipsoid als auch die Kugel sind hier als geläufige Bezugsflächen zu nennen. Das sphärische, d.h. das 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>



4.2.1 Welche Arten von Kartennetzentwürfen gibt es?

In älteren Fachbüchern werden diese Kartennetzentwürfe auch Projektionen genannt. Grund dafür ist dass der Name ursprünglich aus dem Französischen stammt und der deutschen Bedeutung Entwurf entspricht. Von einer Projektion im geometrischen Sinne kann man nicht in jedem Falle sprechen. Nur wenige Entwürfe besitzen das Merkmal einer echten Perspektive. Man spricht von kartografischen Abbildungen. Mathematisch werden hier Elemente einer Menge eindeutig einer anderen Menge zugeordnet. Es kommt zu eindeutigen Ergebnissen. Hier gibt es eine Anzahl von Kriterien, die eine Einteilung der Netzentwürfe ermöglichen:

- Abbildungseigenschaften (Verzerrungen bzw. Treueigenschaften)
- Form und Lage der Abbildungsfläche
- Lage des Projektionszentrums

4.2.1.1 Einteilung nach den Abbildungseigenschaften

Kartennetzentwürfe werden u.a. auch nach Ihren Eigenschaften eingeteilt. Eine Erdoberfläche mit ihren Eigenschaften, kann nur wieder auf einer Kugel- oder einer Ellipsoidfläche ähnlich abgebildet werden. Nur hier erfüllt die Abbildung auf die Fläche folgende Kriterien:

- **längentreu** bzw. äquidistant in radialer oder tangentialer Richtung
- **flächentreu** bzw. äquivalent, Flächen werden naturgetreu auf der Karte wiedergegeben
- **winkeltreu** bzw. konform, die Form wird beibehalten, die Fläche wird aber größer oder kleiner wiedergegeben

Will ich nun eine Kugel- oder Ellipsoidfläche auf eine Ebene abbilden bekomme ich Probleme, denn bei jeder kartografischen Abbildung treten Verzerrungen auf. Diese Verzerrungen müssen besonders beachtet werden und je nach Zweck einer Karte, d.h. für welchen Einsatz sie gedacht ist, muss der passende Netzentwurf zugrunde gelegt werden.

Meistens werden Geografen die flächentreuen Abbildungen bevorzugen, für die Navigation und im Vermessungswesen erhalten die winkeltreuen Abbildungen den Vorzug.

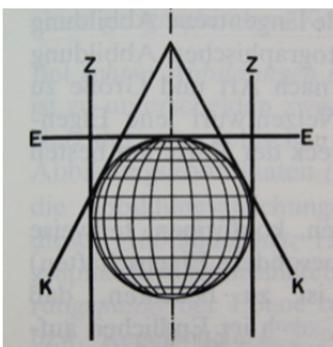
4.2.1.2 Einteilung nach Lage der Abbildungsfläche

Grundlegend unterscheiden wir die Abbildungsfläche auf eine Ebene, auf eine Kegel- und auf eine Zylinderfläche

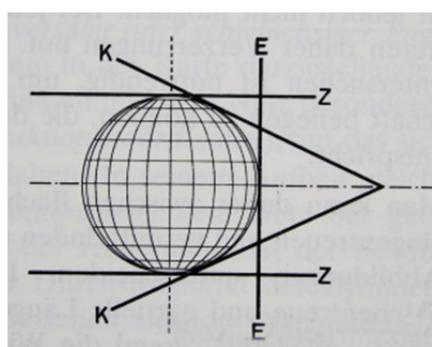
E: Ebene

K: Kegel

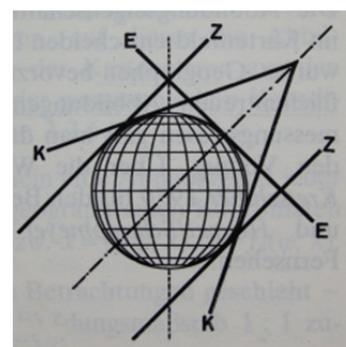
Z: Zylinder



Normale Abbildungen
polständig



Transversale Abbildungen
äquatorständig



Schiefachsige Abbildungen

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

4.2.1.3 Einteilung nach der Art des Netzbildes

Azimutale Abbildungen (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. Wir haben die Erdkugel mit Ihren Meridianen. Diese Meridiane bilden bei der polständigen Abbildung ein Strahlenbüschel. Die Winkel zwischen den Strahlen und den Winkeln zur Nordrichtung (Azimut) bleiben trotz der Abbildung unverändert. Berührt die Ebene die Kugel in einem Punkt, so sprechen wir von einem azimutalen Entwurf, Ist der Berührungspunkt der Pol, so ist der Entwurf polständig oder normal. Liegt er auf dem Äquator, so ist dieser äquatorständig, transversal oder querachsigt.

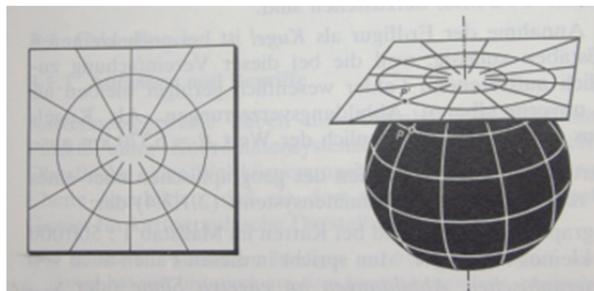


Bild aus Günter Hake, Kartographie Bd 1; 1982

Zylindrische Abbildungen (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 (Mercator-Projektion), bei einer transversalen Lage wird diese Projektion als winkeltreue Abbildung für topografische Karten eingesetzt. Wird diese Ebene um den Äquator gelegt bildet sie einen Zylindermantel. Man spricht von einem normalen Zylinderentwurf. Geht dieser Zylinder über die Pole und berührt er einen Meridian, dann ist er transversal. Berührt der Zylindermantel die Kugel in einem Großkreis (ein Kreis, dessen Mittelpunkt der Erdmittelpunkt ist), dann ist der Entwurf schiefachsigt.

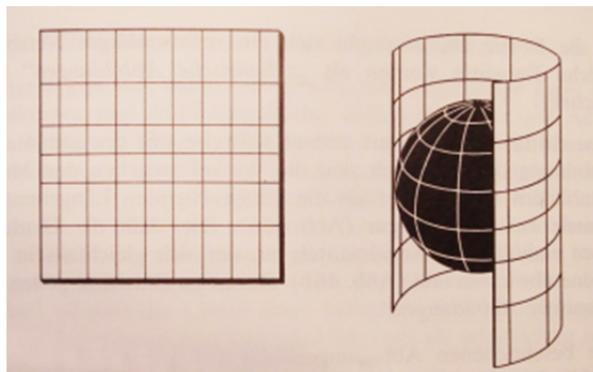


Bild aus Günter Hake, Kartographie Bd 1; 1982

Konische Abbildungen (Konische Projektion)

eignen sich für Gebiete mittlerer Geografischer Breite und starker Ost-West-Ausdehnung. Hier werden Gebiete einer Kugel auf einen Kegel abgebildet. Der Kegelmantel berührt die Kugel in einem Kreis. Liegt die Kegelspitze über dem Pol, dann bezeichnet man den Entwurf als normal, liegt er über dem Äquator dann ist er transversal. Bei allen anderen Lagen ist er schiefachsigt.

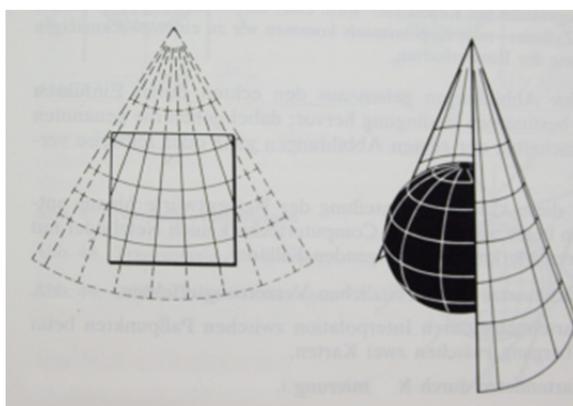


Bild aus Günter Hake, Kartographie Bd 1; 1982

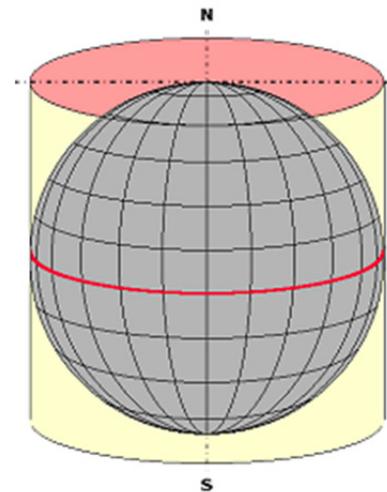
4.2.2 Die wichtigsten Kartennetzentwürfe

4.2.2.1 „Die konforme Mercatorabbildung

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. Rollt man danach den Zylinder ab, so erhält man eine winkeltreue, plane Karte der Erdoberfläche.

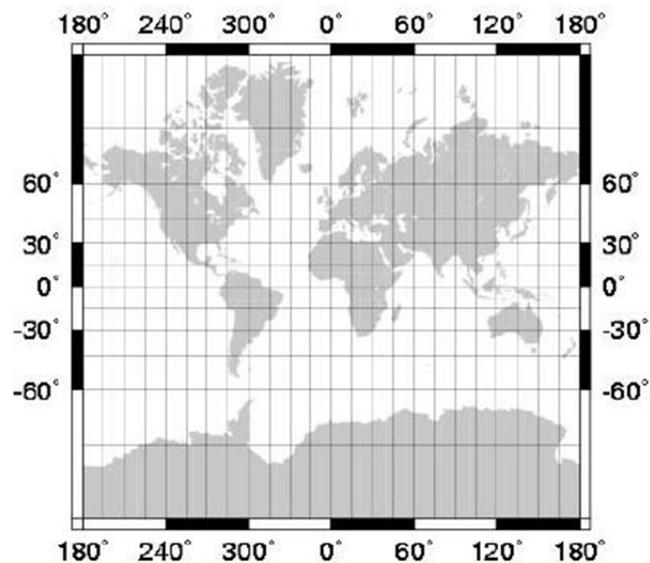
Da der Äquator die Berührungslinie von Zylinder und Globus ist, wird dieser längentreu abgebildet. Zum Nord- und Südpol hin werden die Verzerrungen immer größer. Dadurch ist die Insel Grönland (2,2 Mio. km²) in dieser Kartenprojektion fast so groß dargestellt wie der Kontinent Afrika (30,3 Mio. km²). 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.

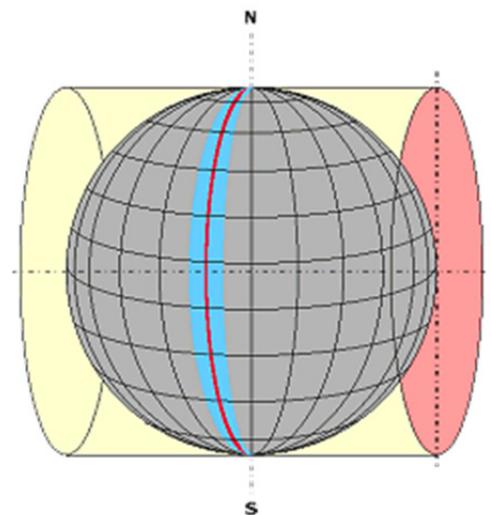


(Text und Bild aus <http://www.informatik.uni-leipzig.de/~sosna/karten/mercator1.html>) und aus <http://www.kowoma.de/gps/geo/Projektionen.htm>)

4.2.2.2 Transversale Mercatorabbildung

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

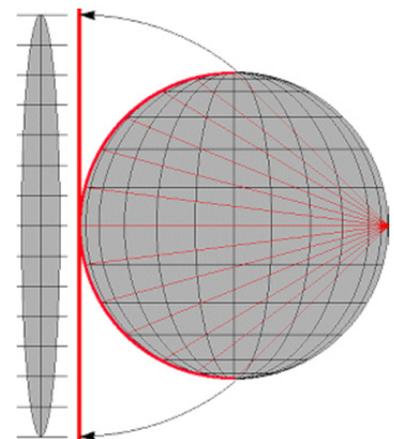
Bei einer Zylinderprojektion sind die Verzerrungen dort am geringsten, wo der Zylinder die Erdoberfläche berührt. Daher wird bei topografischen Karten der Projektionszylinder um 90° gekippt. Er berührt den Erdkörper an einem Längengrad, dem sog. Bezugsmeridian. Eine definierte Fläche zu beiden Seiten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



Im Bild rechts die transversale Mercatorabbildung. 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 vom gegenüberliegenden Äquatorpunkt 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>)



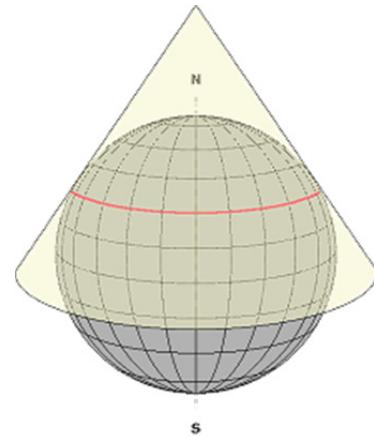
Die transversale Mercatorprojektion diente als Grundlage der von Carl Friedrich Gauß in den Jahren 1827 bis 1860 durchgeführten topografischen Landesaufnahme des Landes Hannover. Johann Heinrich Louis Krüger (1857-1923) hat die Idee der Gaußschen Abbildung auf die Oberfläche des Rotationsellipsoids übertragen 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 Strahlenbündel 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>)

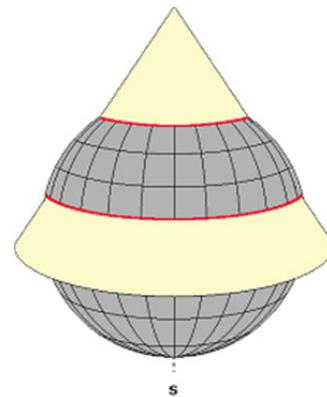
4.2.2.3 Kegelabbildungen

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.

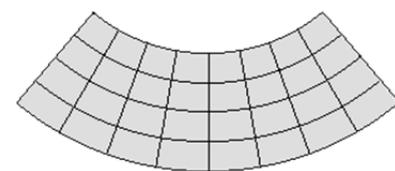
Bei der **einfachen Kegelabbildung** berührt die abzubildende Erdoberfläche den Projektionskegel entlang eines Breitengrades. Eine definierte Fläche nördlich und südlich des Bezugsbreitengrades, der sog. Breitenstreifen wird dann auf dem Kegelmantel abgebildet. Die so erzeugte Projektion ist entlang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



Bei der **konformen Kegelabbildung** (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 Kegelabbildung** 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 Kegelabbildung 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>)

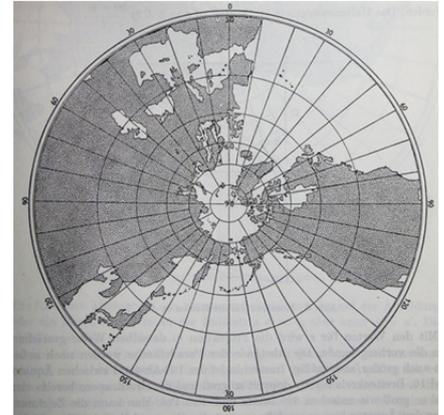
4.2.2.4 Azimutalabbildungen

Die Azimutalprojektionen werden auch Strahlige Entwürfe genannt. Das resultiert aus der Tatsache, dass bei der Übertragung des Kugelnetzes auf eine Berührungsebene, die Erde wird hierbei als Kugel angesehen, die Großkreise ein Strahlenbündel bilden. Wir unterscheiden folgende azimutale Entwürfe:

Normal polständig

Die Projektionsebene berührt den Globus an einem Pol und steht damit senkrecht auf der Erdachse. Man kann nun von drei Punkten aus das Gradnetz des Globus auf die Projektionsebene abbilden:

vom Erdmittelpunkt, vom Gegenpol und aus dem Unendlichen. Es entstehen unterschiedliche Netze mit gleichen Merkmalen. In allen Fällen bilden sich Parallelkreise um den Pol, die Meridiane bilden ein Strahlenbündel, welches durch den Pol geht.

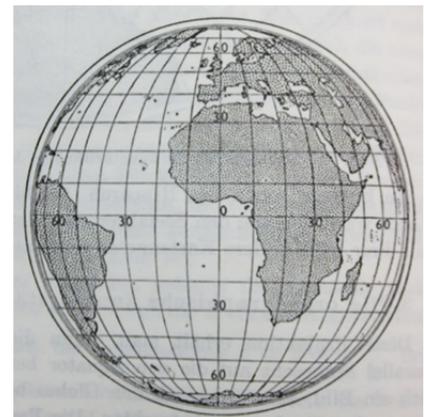


*Zentrale polständige
Azimutalprojektion*

Transversal äquatorständig

Die Projektionsebene berührt den Globus in einem Punkt des Äquators. Es wird immer der Punkt gewählt, der in der Mitte des darzustellenden Teiles der Erdoberfläche liegt. Der Umriss ist ein Kreis, der durch einen Meridian gebildet wird.

Die Netze werden zur Darstellung einer Erdhalbkugel oder auch der ganzen Erdoberfläche verwendet. Sie sind aber auch für kleinere Ausschnitte für Gebiete um den Äquator geeignet.



*Orthografisch äquatorständige
Azimutalprojektion*

Schiefachsige zwischenständig

Wollen wir Europa mit einem azimutalen Entwurf darstellen, so ist dazu weder der normal polständige als der transversale äquatorständige Entwurf geeignet. Die Projektionsebene muss im Mittelpunkt des Kontinents angelegt werden und wir erhalten damit eine zwischenständige Lage der Ebene.

Quelle zu Azimutalprojektion: Grundriss der Allgemeinen Kartenkunde, Prof. Paschinger, Universitätsverlag Innsbruck, 1966

5 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 mittels 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?

5.1 Geografische Koordinaten

5.1.1 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.

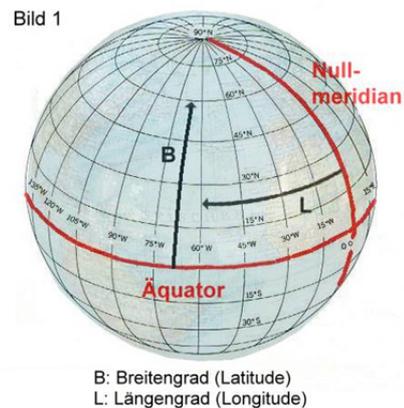


Bild 1

B: Breitengrad (Latitude)
L: Längengrad (Longitude)

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

Anmerkung: Im Bild rechts wird der **Verlauf** der Längen- und Breitengrade, also die Richtung in welche diese angeordnet sind, mit jeweils einem schwarzen Richtungspfeil dargestellt. Nicht die räumliche Lage an sich.

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

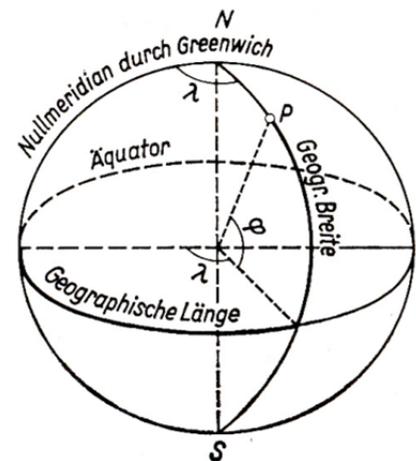


Meridianverlauf in Greenwich

Im Jahre 1884 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.

5.1.2 Die geografische Länge λ

Die geografische Länge λ 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.)



Volquarts / Mattheus Vermessungskunde, Seite 3

5.1.3 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 ϕ . 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.

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

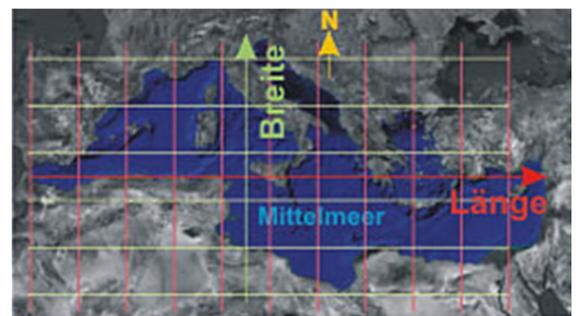
Warum gibt es eigentlich 360 Längengrade?

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 1.440 Minuten oder 24 Stunden.

Die Längengrade 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 haben. 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. Dikäarch von Messina (350 bis 290 v. Chr.) war wahrscheinlich der erste, welcher auf einer von ihm gezeichneten Karte eine Linie zog. Seine geografischen Kenntnisse waren auf die Mittelmeerländer beschränkt, sodass er diese Linie mit der Ost-West-Linie dieses Meeres zusammenfallen lies. Eine zweite Linie, eine Nord-Süd-Linie bildete mit der Ost-West-Linie ein rechtwinkliges Kreuz, dessen



<http://www.kowoma.de/gps/geo/laengenbreitengrad.htm>

Schnittpunkt auf der Insel Rhodos lag. Einem sehr bedeutenden Handelsplatz zu jener Zeit. Die Karte des Diläarch hatte die Form eines länglichen Ovals und hatte dadurch die Ausdrücke der geografischen Länge und Breite ins Leben gerufen. Quelle: H.Zondervan, Allgemeine Kartenkunde Teubner Verlag Leipzig, 1901

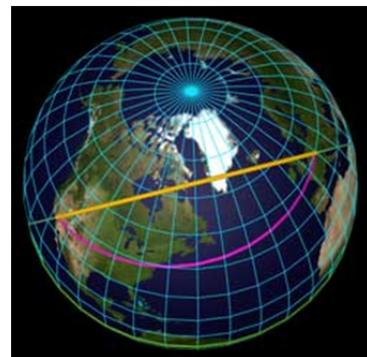
5.1.4 Großkreise, Orthodrom und Loxodrom

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** und die vermeintlich **kürzeste Route** auf der Karte an. Während die gelbe Linie einen Umweg über Grönland zu machen scheint, ist die Strecke mit etwa 9.300 km um über 1.000 km kürzer als die "direkte" violette Linie mit 10.600 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.

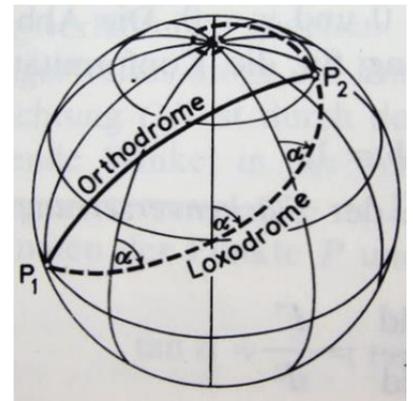


Ein Großkreis ist ein Kreis, der den gleichen Radius wie die Kugel selbst hat.

Anmerkung: 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 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**.



Günter Hake; Kartographie, Bd 2; 1982

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**.

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>)

5.2 Das Gauß-Krüger Koordinatensystem

Warum sollten wir uns neben den bestehenden und heute sehr bekannten UTM-Koordinaten zusätzlich mit den Gauß-Krüger-Koordinaten befassen? Nun, diese sind noch heute auf den aktuellen Topografischen Karten im deutschsprachigen Raum angegeben. So gesehen macht es Sinn, zumindest die Grundlagen zu kennen. Auf den alten [Meßtischkartenblättern](#) zu Beginn des 20. Jahrhunderts waren sie auch schon angegeben. Quelle Bild aus Topografische Karte TK 1:25.000, Blatt 6134 Waischenfeld des Bayerischen Landesvermessungsamtes 2003



Gauß-Krüger-Koordinaten (bezogen auf Potsdam-Datum)	
44 53	Rechtswert (in km)
55 19	Hochwert (in km)

In den 1930er Jahren gelangte die **Gauß'sche direkte konforme Abbildung** des Erdsphäroids in der Ebene für das Vermessungswesen als auch für die Kartografie zu großer Bedeutung. Diese bildet den Hauptmeridian längentreu ab und ist symmetrisch zu diesem. Diese Abbildung ist von Krüger weiterentwickelt worden. **Louis Krüger** führte für Deutschland die 3° breite Meridianstreifen ein, die in ihrer Nordrichtung beliebig weit ausdehnbar sind.

Anmerkung: Carl Friedrich Gauß war Professor der Mathematik und Geodäsie und Direktor der Sternwarte in Göttingen (*1777, †1855), Professor Louis Krüger war Abteilungsvorsteher des Geodätischen Instituts in Potsdam (*1857, †1923).

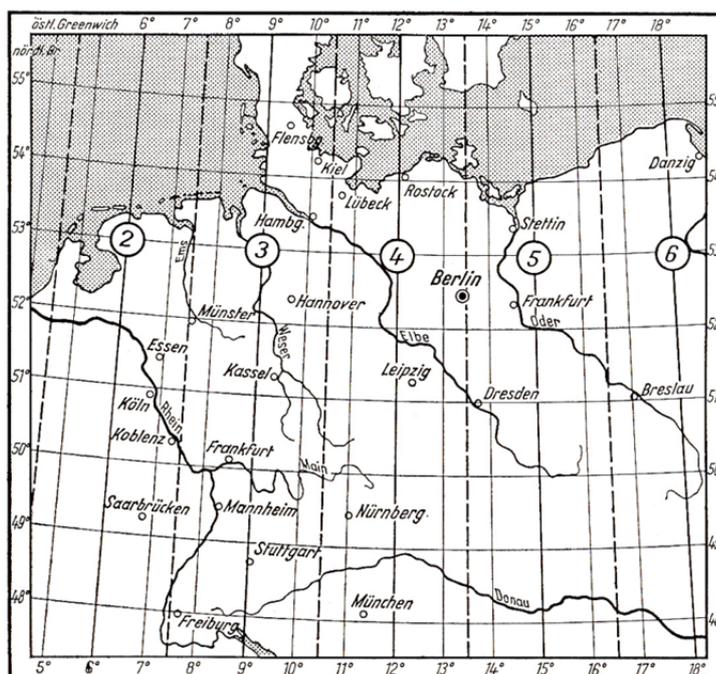
Hierbei muss man wissen, dass ein geodätisches Koordinatensystem die X- und Y- Achse mit dem uns bekannten mathematischen kartesischen Koordinatensystem vertauscht hat. Der Y- und X-Wert wird in Metern angegeben. So gibt der X-Wert die Entfernung vom Äquator auf dem längentreu abgebildeten Meridian und 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.**

Die Meridiane 6°, 9°, 12°, 15°, 18° östlich von Greenwich werden als **Abszissenachsen** oder auch als **Hauptmeridiane** im deutschsprachigen Raum bezeichnet.

Der Nullpunkt einer jeden Achse liegt am Äquator, in der **Nord-Süd-Richtung** gehen die Systeme über das ganze Gebiet hinweg. Die **Ost-West-Ausdehnung** ist auf 2° nach jeder Seite begrenzt, welches ca. 140 km entspricht. Benachbarte Systeme überlappen sich daher um jeweils 1°. Messungen in größeren Gebieten können daher auch in einem System gerechnet werden.

Die Gebiete unterscheiden sich durch Kennziffern. Die Kennziffer ist die „Gradzahl des Hauptmeridians“ dividiert durch drei. Diese Kennziffern sind in unserem Bild (unten) durch eingekreiste Ziffern hervorgehoben. **Um negative Werte zu vermeiden weist man jedem Rechtswert eines Hauptmeridians den festen Wert 500.000 m zu.** Für Europa entfallen daher folgende Längenzählungen an:



Zeichnung aus Volquarts / Mattheus Vermessungskunde, Seite 4, Teubner Verlag Stuttgart, 1986

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

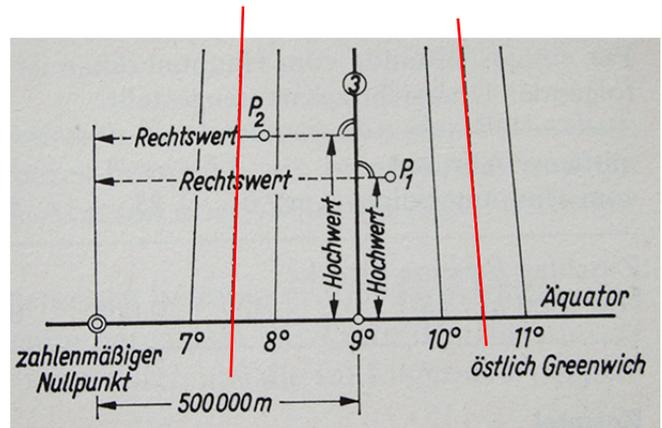
Beispiel für die Bezeichnung der Gauß-Krüger -Koordinaten:

Im Beispiel sind die westlichen und östlichen Grenzen des 9° Meridianstreifensystems rot markiert.

Punkt P1:

Rechtswert: **3**522 209,15

Hochwert: 5891 158,52



Zeichnung aus Volquarts / Matheus Vermessungskunde, Seite 5, Teubner Verlag Stuttgart, 1986

Erläuterung zu Rechtswert:

- Die Kennziffer **3** des Rechtswertes gibt den Hauptmeridian **9°** des Systems an ($3 \cdot 3 = 9$)
- Den Abstand vom Hauptmeridian zum Punkt P1 wird auch als Ordinate bezeichnet, erhält man nach Abzug des vorgegebenen Werte **500 000m** vom Rechtswert ($522\,209,15 - 500\,000 = +22\,209,15\text{m}$)
- (der Punkt P1 liegt 22,20915 km **ostwärts** des 9° Hauptmeridians)

Erläuterung zu Hochwert:

Der Lotfußpunkt ist 5891 158,52 m vom Äquator entfernt

Punkt P2

Rechtswert: **3**419 317,60

Hochwert: 5906 234,16

Erläuterung zu Rechtswert:

- Der Punkt P2 liegt ebenfalls im dritten Meridianstreifensystem mit dem Hauptmeridian **9°**
- Den Abstand vom Hauptmeridian zum Punkt P2 erhält man nach Abzug des vorgegebenen Wertes **500 000m** vom Rechtswert, der Abstand vom Hauptmeridian ist $419\,317,60\text{m} - 500\,000\text{m} = -80\,682,40\text{m}$
- (der Punkt P2 liegt 80,68240 km **westlich** des 9° Hauptmeridians)

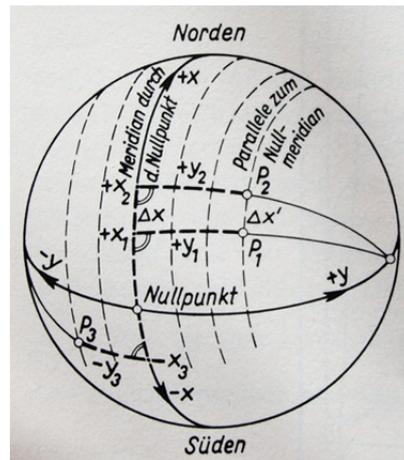
Erläuterung zu Hochwert:

Der Lotfußpunkt ist 5906 234,16m vom Äquator entfernt

Ein praktisches Beispiel zu den Gauß-Krüger-Koordinaten findet man im Kapitel „ [Das sächsische Meßtischblatt Riesa](#)“.

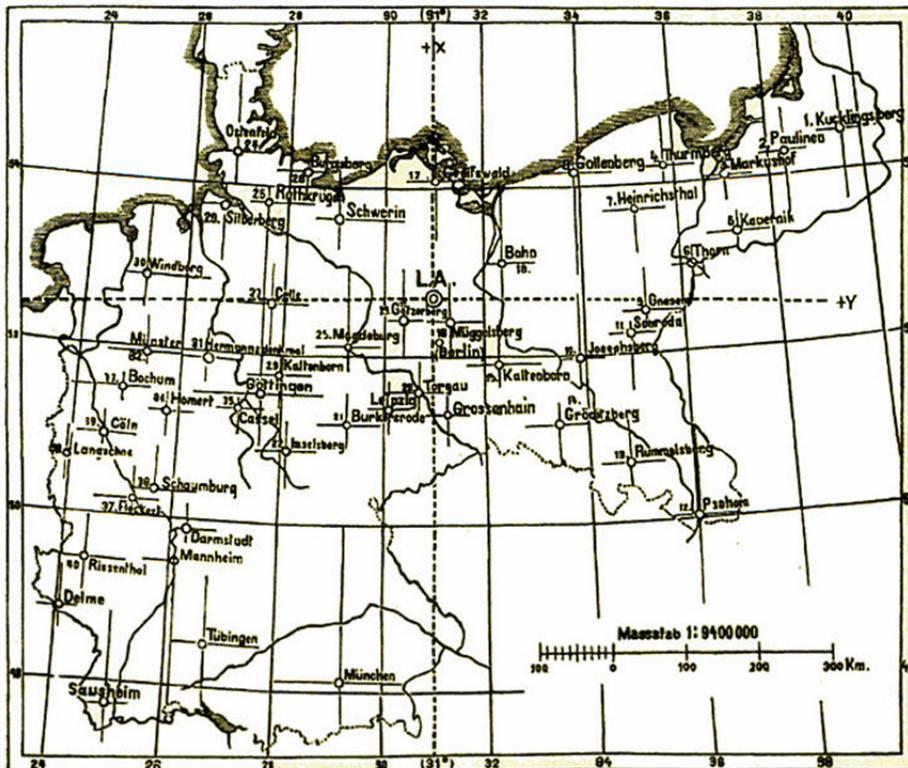
5.3 Das Soldner Koordinatensystem

Johann Georg von Soldner (1776 bis 1883) war Astronom und der Direktor der Münchner Sternwarte. Er war der Ansicht, dass man auch für die Vermessung eines Landes ein rechtwinkliges Koordinatensystem verwenden kann. Er wählte als Zentralpunkt den nördlichen Kirchturm der Frauenkirche in München. Volquarts / Mattheus Vermessungskunde, Seite 3, Teubner Verlag Stuttgart, 1986



Soldner Koordinatensystem

Der Meridian durch diesen Zentralpunkt wurde die x-Achse, der Koordinaten Nullpunkt der Zentralpunkt und lag im Mittelpunkt des Gebietes. Die y-Achse waren die Lote auf einem Ellipsoid von dem jeweiligen Punkt auf den Hauptmeridian. Die x- und y-Werte dieses Koordinatensystems, man nennt diese Abszisse (x) und Ordinate (y), konnten positive als auch negative Werte annehmen. Die seitliche Ausdehnung war auf 64 km beschränkt. 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,... Siehe auch „ [Das Sächsische Meßtischblatt aus dem Jahre 1904 bis 1933](#)“



Soldner Koordinatensysteme gegen Ende des 19. Jahrhunderts

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

5.4 Die Universal Transversal Mercator-Abbildung (UTM)

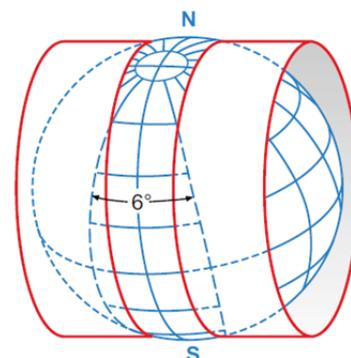
Ab dem Jahr 1947 verbreitete sich ausgehend von den Militärkarten der USA die UTM-Abbildung, auch Universale Transversal-Mercator-Abbildung genannt, in Westeuropa. Hier aber zuerst bei den Militärkarten der damaligen NATO-Staaten.

Ab dem Jahr 1951 wurde dieses UTM-System von der IAG, der internationalen Organisation für Geodäsie, für alle amtliche Landesvermessungen empfohlen. Als das GPS System aufkam wurde dieses UTM-System Mitte der 1980er Jahre umgesetzt. Der ausschlaggebende Grund dazu war, dass für das GPS das WGS 84 als Bezugsellipsoid herangezogen wurde. (Eigentlich war es das GRS 80, war aber mit dem GRS 84 nahezu entspricht). Quelle: Truppendienst Taschenbuch, Kartenkunde, BMLV Arbeitsgemeinschaft Wien

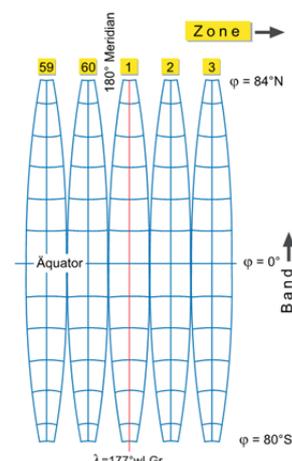
Anmerkung: Im Jahr 1985 begann ich mein Geodäsiestudium an der Universität der Bundeswehr in München. Bei einer meiner ersten Vermessungsübungen stand auf einem Trigonometrischen Punkt ein PKW, welcher bis zum Rand mit technischen Geräten vollgestopft war. Dummerweise direkt über dem Punkt den wir dringend mit in die Vermessung mit einbeziehen sollten. Wie sich später herausstellte, befand sich in dem Wagen ein GPS Empfänger, der auf seine Funktion überprüft wurde. (Drum stand er auf dem TP). Leider dauerte das einen ganzen Tag und das Auto durfte auf keinen Fall bewegt werden. Heute trägt ein jeder in seinem Smartphone einen solchen Empfänger mit sich. Und die Anzeige dauert nur Sekunden. Auch daran merkt man, dass die Zeit vergeht ☺.

5.4.1 Das UTM-Gitter

Das Universale-Transversale-Mercator-System (UTM-Gitter) ist eine **ebene konforme Meridianstreifenabbildung**, ähnlich der Gaußschen Abbildung, jedoch mit 6° Meridianstreifenbreite. Es ist ein Abbildungsverfahren, auch Verebnungsverfahren genannt, mit der man die gekrümmte, dreidimensionale Oberfläche des Rotationsellipsoids, z.B. des WGS 84, auf die zweidimensionale Kartenebene dargestellt werden kann. Das UTM-System überdeckt die Erde zwischen dem 84° nördlich und 80° südlicher Breite mit 60 Meridianstreifen systemen von je sechs Längengraden Ausdehnung. 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). 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 ist östlicher Richtung fortlaufend. 20 Breitenbänder werden mit Großbuchstaben, bei C beginnend bis zum X, bezeichnet. Diese Bereiche heißen **Felder**.

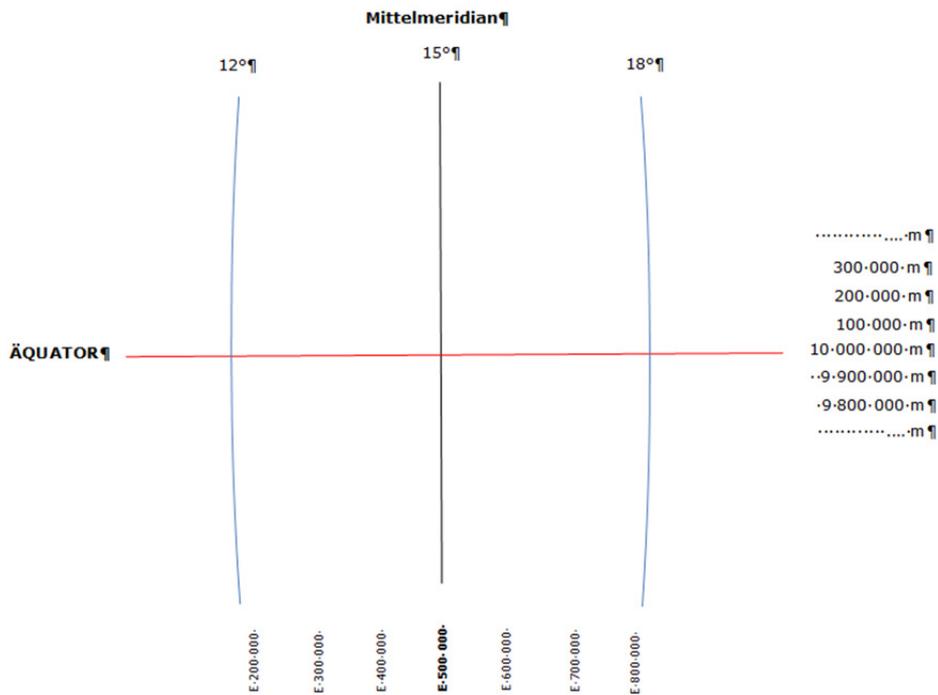


Skizzen aus www.Vermessung.bayern.de



Meridianstreifen-Schema der UTM-Abbildung

Anbei wird dieser Sachverhalt noch etwas deutlicher dargestellt:

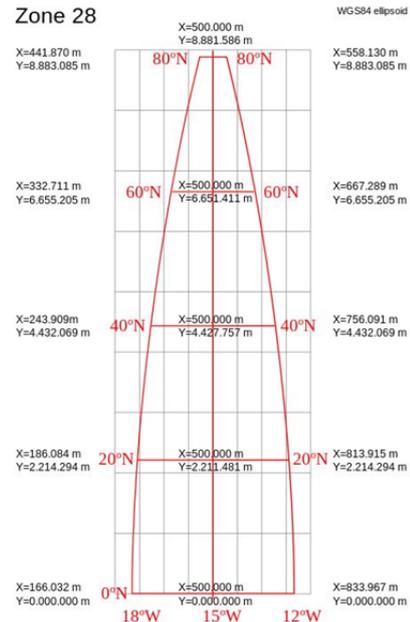


Senkrechte Gitterlinien:

Würde man nun den Koordinatenursprung für die Bezifferung der senkrechten Gitterlinien auf den Mittelmeridian legen, so würde man westlich des Mittelmeridians negative Werte erhalten und östlich positive. Es ist aber einfacher nur mit positiven Werten zu arbeiten. Somit wird dem Mittelmeridian einheitlich der Wert 500 000 m zugewiesen.

Je nach Zone sind die Bereiche für die Ost-Werte in einem Meridianstreifen sehr unterschiedlich. Man erkennt das deutlich am rechten Bild. Die Breite des Meridianstreifens nimmt mit zunehmender als auch bei abnehmender geografischen Breite erheblich ab.

Quelle Bild: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Utm-latlon_grid_en.svg?uselang=de,Javiersanp



Waagrechte Gitterlinien:

Der Koordinatenursprung der waagrechten Gitterlinien bildet der Äquator. Für die Nordhalbkugel beginnen die Werte bei Null steigend. Für die Südhalbkugel beginnen Sie bei 10 000 000 m fallend (um negative Werte zu vermeiden).

5.4.2 Der Nullmeridian

Die UTM-Abbildung beruht auf einem Gradnetz mit einem Nullmeridian, der durch Greenwich verläuft. Die Festlegung dieses Null-Meridian ist an sich willkürlich und wurde im Jahre 1884 auf der Internationalen Meridian-Konferenz in Washington D.C. mit Vertretern aus 25 Nationen festgelegt. Vor der Einführung hatte fast ein jedes Land seinen eigenen Koordinatenursprung (siehe auch das Kapitel über die Soldner-Koordinaten). Dieser Nullmeridian verläuft durch die Londoner Sternwarte in Greenwich. Entsprechend der Erddrehung werden die Werte nach Osten positiv gezählt (0 bis +180), nach Westen negativ (0 bis -180). Man kann aber auch für die Ostwerte ein E für East und für die Westwerte ein W dem Wert voranstellen. Heute wird als Rotationsellipsoid das WGS 84 oder ETRS89/GRS80 verwendet. Strenggenommen verläuft aber der Nullmeridian aufgrund von Gravitationsanomalien nicht mehr direkt durch die Sternwarte sondern ca 100 Meter daneben.

Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Nullmeridian>

Tipp: Sehr anschaulich wird das im folgenden Video dargestellt:

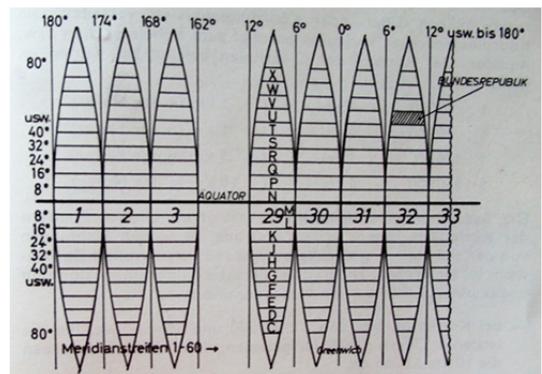
<https://www.youtube.com/watch?v=DmvHZ4omB2A>

5.4.3 Die Einteilung der Welt in Zonen und Feldern

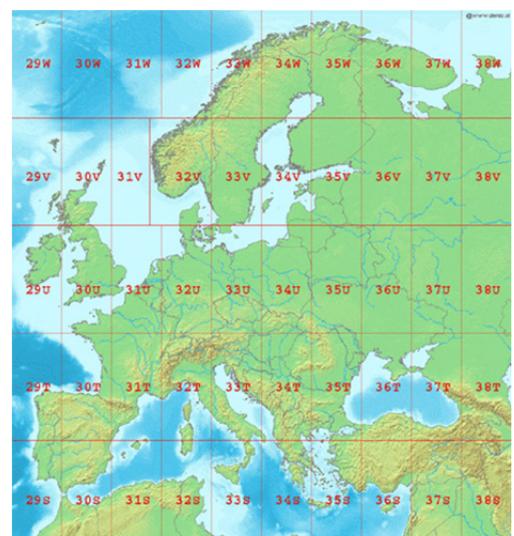
Das Gradnetz wird zwischen dem 80° südlicher und 84° nördlicher Breite von Nord nach Süd verlaufend in 60 **Zonen** (Meridianstreifen) mit jeweils 6° Längenerstreckung unterteilt. Daher wird ein Meridianstreifen auch mit den Ziffern 1 bis 60 nummeriert. Die Bezifferung beginnt beim 180. Längengrad und geht von dort aus nach Osten um den Globus herum.

Neben der Einteilung in Meridianstreifen wird die Erdoberfläche auch noch in Breiten-kreisstreifen eingeteilt. Diese Streifen umfassen in Nord-Südlicher Richtung jeweils 8 Breitengrade. Sie werden mit Buchstaben gekennzeichnet. Diese Bereiche nennt man **Felder**. Ein solcher Streifen in einem Meridianstreifen nennt man **Gitterzone** oder auch **Zonenfeld**.

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



Kartenkunde, Herzig, Verlag Mittler & Sohn

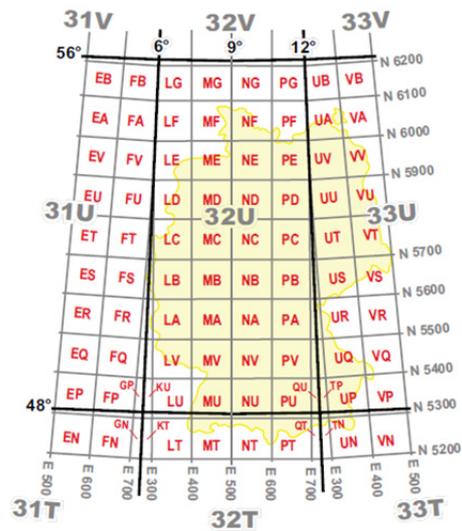


Skizze aus Wikipedia

Das Entsprechende Zonenfeld ist jeweils auf der Karte bzw in der Koordiantenangabe 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.

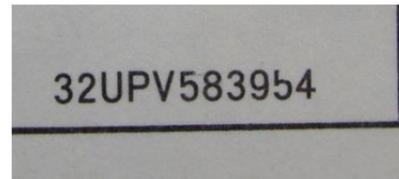
Skizzen aus www.Vermessung.bayern.de



100 x 100 km² Meldegitter im UTM System für Deutschland

Skizzen aus www.Vermessung.bayern.de

Auf dem Kartenrand werden bei Militärkarten das Zonenfeld **32 U** und das Planquadrat **PV** angegeben. Damit ist eine sehr schnelle räumliche Zuordnung des Kartenblattes gewährleistet.



Der **Hauptmeridian** bekommt einen Vorgabewert von 500.000 m bzw. 500 km.

Beispiel:

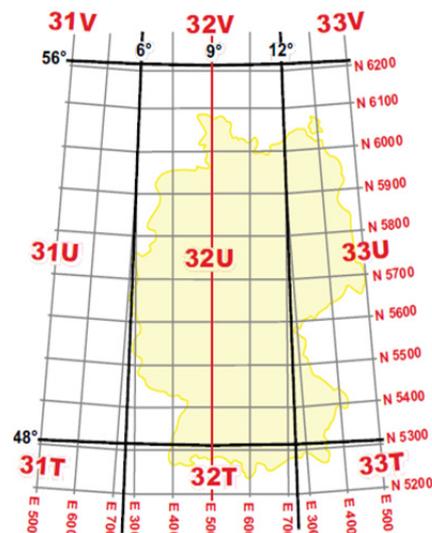
bei einem Ostwert von ⁴**24** liegt die Gitterline 76 km **westlich** vom Hauptmeridian entfernt.

$$500 - 424 = 76$$

Der Nordwert gibt auch hier den Abstand zum Äquator an. Der reine Zahlenwert kann sowohl nördlich oder auch südlich des Äquators sein:

Beispiel:

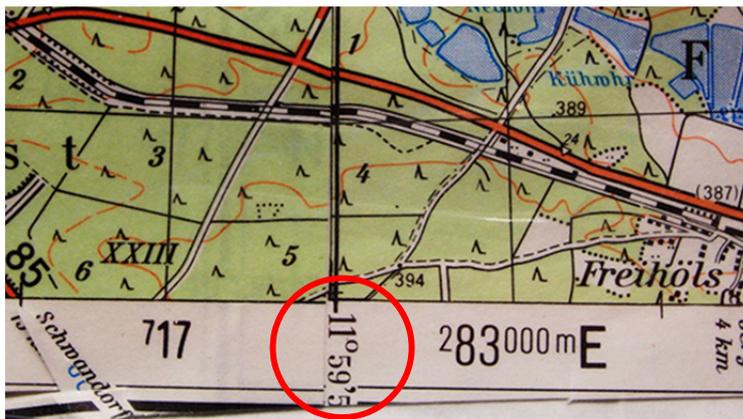
⁶⁴**75**: der Ort liegt 6475 km nördlich des Äquators **oder** 3525 km südlich des Äquators Licht ins Dunkle kann hier nur die Angabe des Zonenfeldes geben.



UTM-Koordinaten und Zonenfelder für Deutschland

Skizze aus www.Vermessung.bayern.de

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



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

Wie funktioniert die Ortsangabe bei UTM-Koordinaten?

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

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

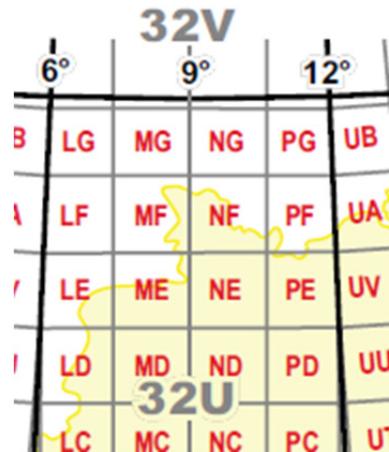
Zonenfeld: **32U**
Ostwert: **575612**
Nordwert: **6024400**

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

5.5 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 unten). 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.

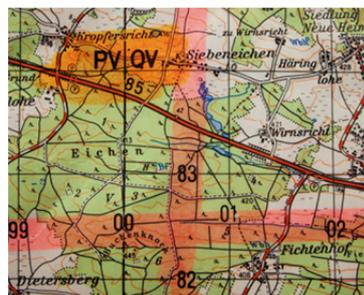


Skizze aus www.Vermessung.bayern.de

Anbei einige Beispiele:



100 km Quadrate
PA/QA/PV/QV



100 km Quadrate PV/QV



Übergang der Zonenfelder
32U/ 33U mit Verzerrung

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.

Anmerkung: die Kartenblätter wurden zusammengeklebt. Beim Zusammenkleben der Kartenblätter bei den Zonenfeldern 32U und 33U ergeben sich sichtbare 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
- Nordwert 10 km *innerhalb* dieses Planquadrats

5.5.1 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.

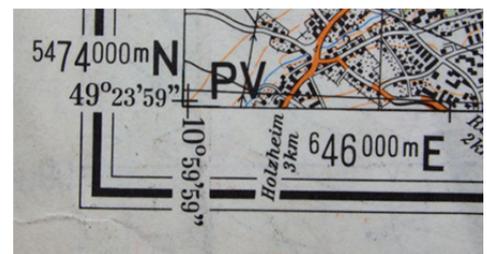
Das **Amt für Militärisches Geowesen** (AMilGeo) war vom 1. April 1985 bis zum 11. März 2003 das zentrale Amt zur Bearbeitung der Fachgebiete des Militärischen Geowesens (MilGeo) und zur Leitung des Fachdienstes „Militärgeographischer Dienst“ (MilGeoDst, MilGeo-Dienst) der Bundeswehr. Im Zuge der Fusion 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 Universal 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.

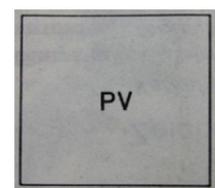


Beispiel für die **Ermittlung der Koordinaten** für die Brandnermühle der folgenden Seite:

32U

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

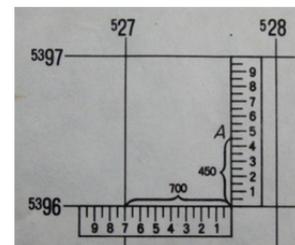
Geht nun eine Meldung über das **Gebiet eines 100 km** hinaus, oder enthält das 100km Quadrat ein überlappendes Gitter, so muss noch die Buchstabenbezeichnung des 100 km Quadrates mit angegeben werden:

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.

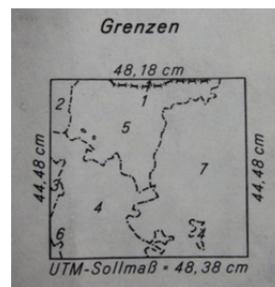
Um nun die Anschlußblätter eindeutig darzustellen werden die Anschlußblätter mit den Bezeichnungen noch im Blattrand aufgeführt.

L 6330	L 6332	L 6334
6331	6332	6333
6431	6432	6433
L 6530	L 6532	L 6534
6531	6532	6533
6631	6632	6633
L 6730	L 6732	L 6734

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

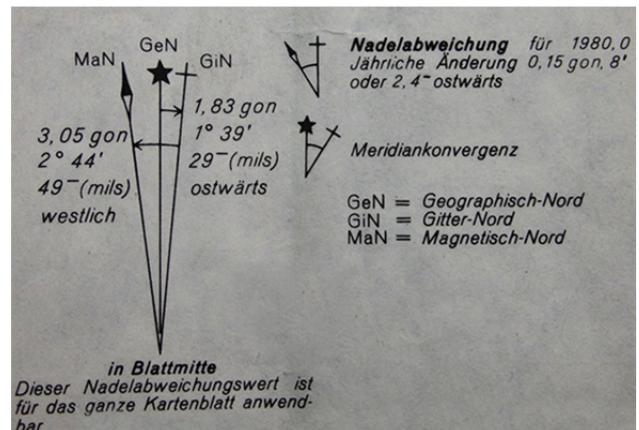


Weiterhin zeigt uns das Kartenblatt zusätzlich die politischen Grenzen an. Hier das Bundesland, den Regierungsbezirk und die Landkreise, welche in das Kartenblatt fallen. Weiterhin erhalten wir eine Information über das Sollmass der Abmessung des Kartenblattes.

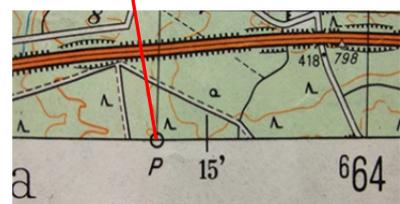
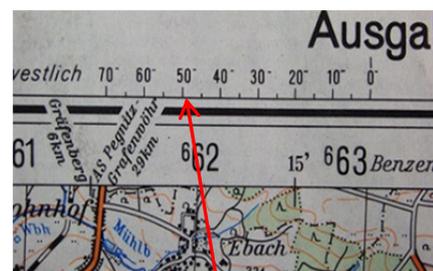


- Bayern
Regierungsbezirk Oberfrank
1 Landkreis Forchheim
Regierungsbezirk Mittelfran
2 Stadtkreis Erlangen
3 Stadtkreis Fürth
4 Stadtkreis Nürnberg
5 Landkreis Erlangen-Höchsta
6 Landkreis Fürth
7 Landkreis Nürnberger Land

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



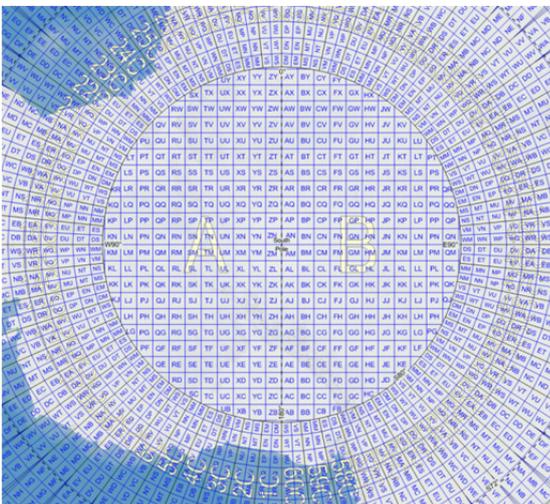
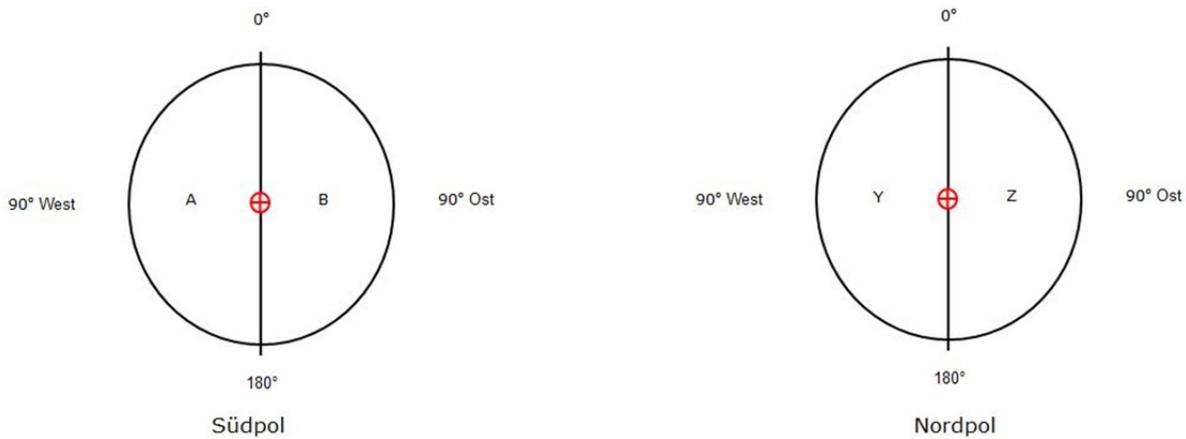
Mithilfe eines definiertes **Punktes „P“** auf dem Kartenrand und einer Skala in Strich auf dem Nördlichen Kartenrand konnte durch eine Verbindungslinie die Nadelabweichung auf dem Kartenblatt sichtbar gemacht werden und der **Kompass ohne Missweisungskorrektur die Karte einnorden.**



5.6 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.

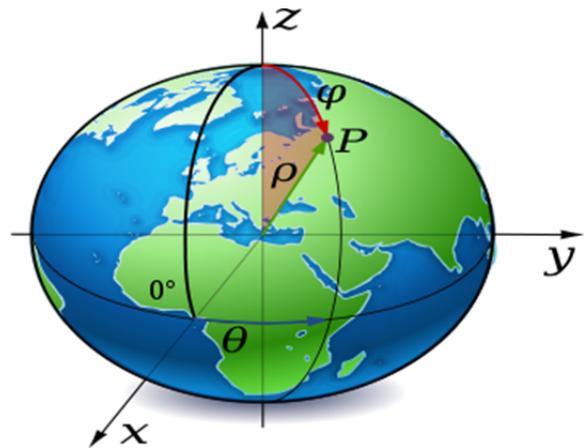
Man findet es in den beiden Polargegenden nördlich bzw südlich des 80. Breitengrades. Die Abbildung der Polargegenden werden mit einem rechtwinkligen Gitter überzogen. Im Süden gibt es die Gitterzonen A und B, im Norden die Gitterzonen Y und Z. Diese Zonen werden ebenfalls in 100 km-Quadrate aufgeteilt 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 Rittri,
 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

5.7 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 Koordinatensysteme in globale Koordinatensysteme umgewandelt werden** und auch umgekehrt.



<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10207536>

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.

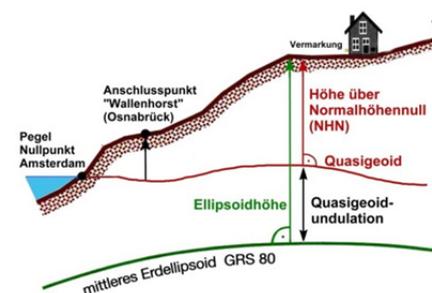
„Der **Fundamentalpunkt** auf dem Rauenberg, bei **Berlin Tempelhof**, gilt als Trigonometrischer Punkt 1.Ordnung. Er war der Ausgangspunkt für die Berechnung der geographischen Koordinaten des damaligen preußischen Hauptdreiecknetzes. Als Zentralpunkt bestimmt er noch heute die Lage und die Orientierung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



(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/Tropo/tp_rauenberg.jpg)

5.8 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>

Anmerkung: 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 Fundamentpunkt 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

6 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. „**Karten sind verkleinerte, vereinfachte, inhaltlich ergänzte Grundrißbilder der Erdoberfläche oder von Teilen derselben.**“ Eduard Imhof, Gelände und Karte, 1968.

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 Topografische und die Thematische Karte.

6.1 Die Topografische Karte

6.1.1 Allgemeines zur Topografischen Karte

Eine **Topographische Karte** erfasst die Ortsbeschreibung mit der Darstellung von natürlichen und künstlichen Objekten. Man erkennt auf einer Topografischen Karte Gewässer, Vegetation, Relief, Verkehrsnetz, Siedlungsstrukturen usw..

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 geographischen 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.

Mit Hilfe einer Topografischen Karte kann der Wanderer sich schnell im Gelände orientieren, da die Landschaft in der Karte so dargestellt wird, wie man es vor sich sieht. Sie dient daher dem Zweck der allgemeinen Lageorientierung und wird maßgeblich vom Maßstab beeinflusst.

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

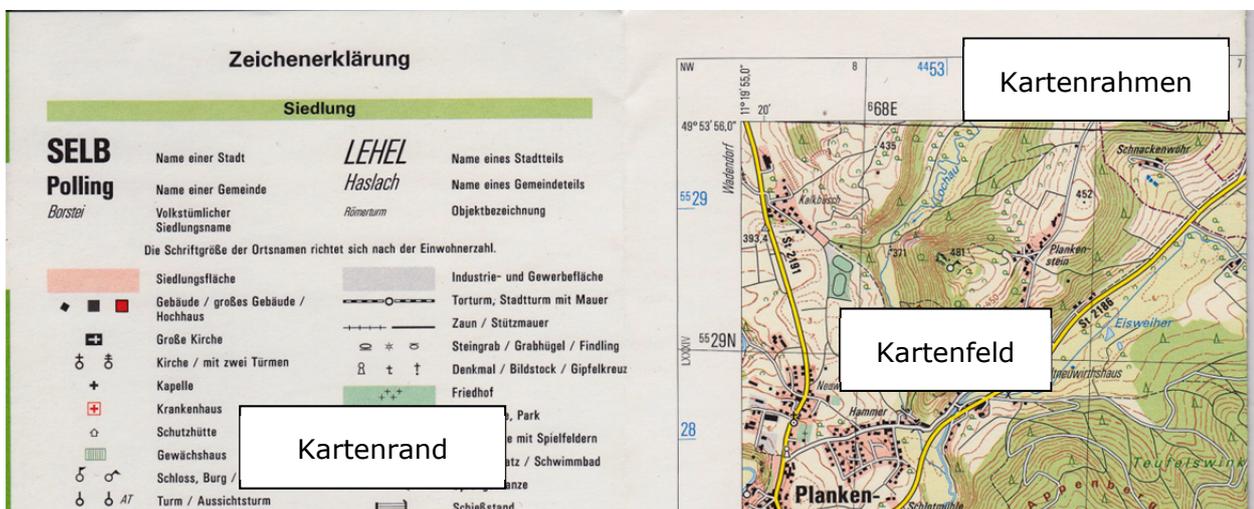
6.1.2 Die Bestandteile einer Karte

Hat man noch nie eine Karte in seinen Händen gehalten, so diese auf den ersten Blick mehr Verwirrung stiften als einen die Position im Gelände aufzeigen. Beschäftigt man sich aber schon vor einer Tour mit der Karte, dann fallen eine die einzelnen Bestandteile einer Karte sofort ins Gesicht.

Das **Kartenfeld** nennt man auch Kartenbild oder Kartenspiegel. In diesem Feld wird der Karteninhalt dargestellt. Die Begrenzungen des Kartenfeldes erfolgt heute mittels Begrenzungslinien.

Der **Kartenrahmen** ist ein schmaler Streifen, welches das Kartenfeld begrenzt.

Der **Kartenrand** ist die Kartenfläche ausserhalb des Kartenrahmens.



Topografische Karte 1:25:000

Der **Karteninhalt** liegt innerhalb des Kartenfeldes und stellt die geografischen Strukturen und die Gesamtheit an Informationen der Karte dar.

Das **Kartennetz** stellt die Linien des geodätischen und / oder geografischen Netzes dar.

Die **Kartenrandangaben** erfassen alle textlichen Darstellungen im Kartenrand.

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) 68 E Ostwert (in km) 55 19 N Nordwert (in km)	Geographische Koordinaten (bezogen auf ETRS89/WGS84) 11° 20' Geographische Länge 49° 49' Geographische Breite (östliche Länge von Greenwich)	Gauß-Krüger-Koordinaten (bezogen auf Potsdam-Datum) 44 53 Rechtswert (in km) 55 19 Hochwert (in km)
Trigonometrische Punkte		
△ 348,7 Bodenknoten mit Höhenangabe ⊕ ⊙ Hochpunkte: Kirche / Turm	⊕ ⊙ Kapelle / Denkmal ⊕ ⊙ 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 Quelle / Bach, Graben / nicht ständig wasserführend Wasserfälle Binnensee mit Staudamm / 355,1 Wasserspiegellänge / 348,2 tiefster Punkt im See	Personenfähre Leuchtturm / Leuchtfeuer / Bake Kanal mit Schleuse Sicherheitstor / Düker Pegel Bach / Weiher	23
Relief		
Höhenlinien / im Gewässer (in Meter) Zähllinie 50 Hauptlinie 10 1. Hilfslinie 5 2. Hilfslinie 1	Geländekante / Böschung Damm, Deich Kessel, Senke / Doline Höhenpunkt mit Höhenangabe Felsen	22
Grenzen		
Staatsgrenze mit Grenzübergang Landesgrenze Regierungsbezirksgrenze	Nationalparkgrenze Naturschutzgebietsgrenze, Ruhezone im Nationalpark Naturschutzgebiet	LXXX

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.

6.1.3 Auszug aus den amtlichen Kartenwerken in Deutschland:

Natürlich gibt es in Deutschland als auch in anderen Ländern eine Vielzahl von unterschiedlichen Kartenwerken. Anbei ein Auszug:

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

Quelle Auszug aus Lukas Wehner, Wir Kartografen, perpetuum publishing 2010

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:

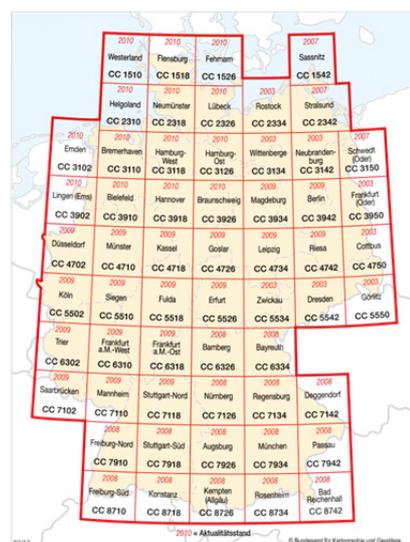
TÜK 1:200.000

(Topografische Übersichtskarte)

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.

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

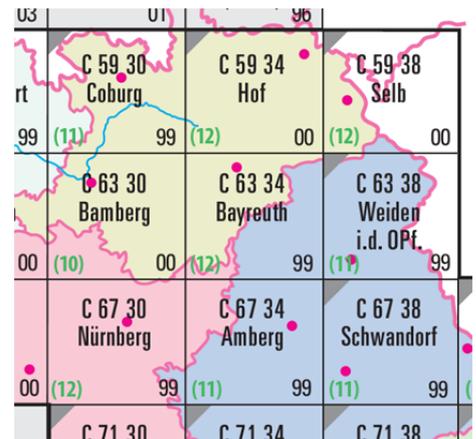


TK 1:100.000:

(Topografische Karte)

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.



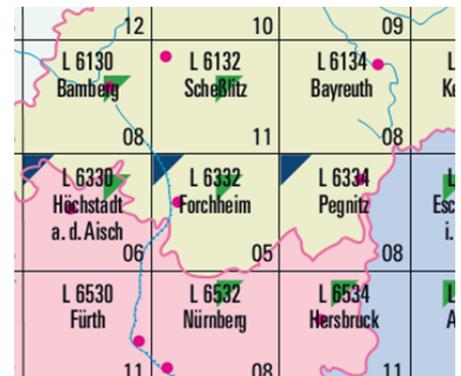
(Skizze aus <http://vermessung.bayern.de/file/pdf/3836/TK100-Blatt%C3%BCbersicht%20und%20Ausgabejahr.pdf>)

TK 1:50:000:

(Topografische Karte)

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 vier Blättern der TK25.

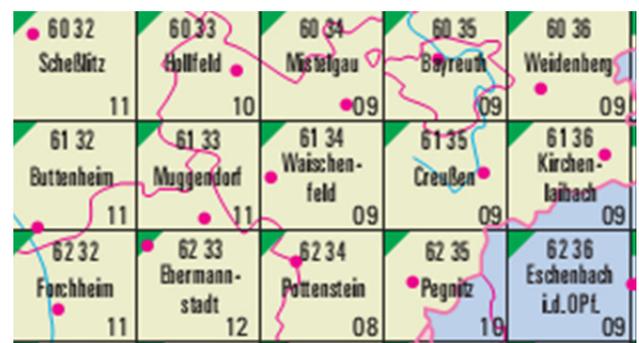


Skizze aus: <http://vermessung.bayern.de/file/pdf/1897/TK50-Blatt%C3%BCbersicht%20und%20Ausgabejahr.pdf>

TK 1:25:000:

(Topografische Karte)

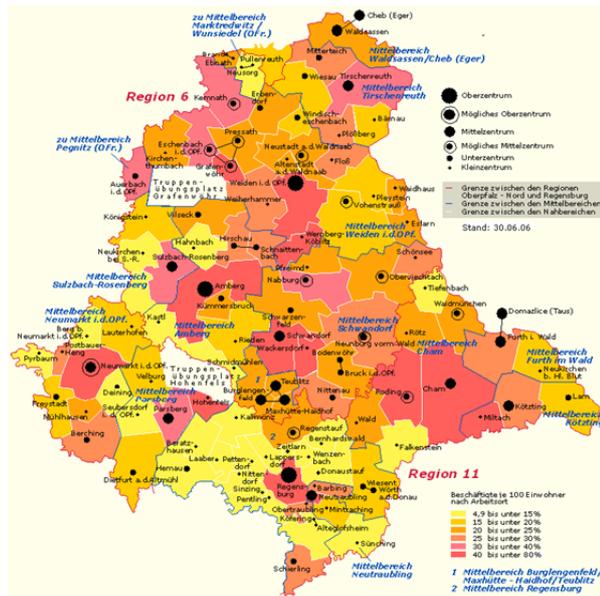
Jedes Rahmenblatt 1:25 000 stellt mit vielen Einzelheiten eine Landschaft von ca. 130 km² dar. In Bayern werden 546 Einzelblätter turnusmäßig bearbeitet. Das geografische Netz bestimmt den Schnitt des Kartenbildes. Die Blätter haben keinen Überlappungsbereich.



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

6.2 Die Thematische Karte

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)

Natürlich kann man eine Thematische Karte auch lesen, d.h. Inhalte aus der Darstellung entnehmen.

Das **Thema**, bzw. die Überschrift, gibt uns Auskunft über das zu behandelnde Thema

Eine **Karteneinordnung** zeigt uns in welchem Gebiet die Analyse stattfindet und welchen Maßstab die Karte und zeigt.

Durch das Lesen der **Legende** erfolgt die Zuordnung zu Begriffen, die Auswertung erfolgt mittels der Kartensymbole aus der Legende

Man sollte Fragen 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.

Und zuletzt erfolgt eine **Interpretation** bzw. eine **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>

Anmerkung: Da in diesem Handbuch nur die Orientierung im Gelände angesprochen werden soll, wird die Thematik einer Thematischen Karte hier nicht weiter behandelt.

7 Kartenmaßstab, Generalisierung und Karteninhalt

7.1 Der Kartenmaßstab

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. M ist dabei die Maßstabszahl. Die Maßstäbe 1:25.000 und 1:50.000 haben sich zum Wandern als nützlich erwiesen

$$\frac{1}{M} = \frac{\text{Bild}}{\text{Natur}} = \frac{\text{Kartenstrecke}}{\text{Naturstrecke}}$$

Maßstab	cm [Karte]	cm [Natur]	m [Natur]
1:25.000	1	25.000	250
1:50.000	1	50.000	500
1:100.000	1	100.000	1.000

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

Die Karte **1:25.000** hat aber auch einen **Nachteil**. Vier Karten 1:25.000 decken das Gebiet einer Karte 1:50.000 ab. Die Übersicht bei langen Wanderungen kann hier verloren gehen, da man schnell das Gebiet der Karte verlässt.

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. **Nachteil:** Viele Details der Karte 1:25.000 gehen bei diesem Maßstab 1:50.000 durch eine Generalisierung verloren.

TIPP: 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.

7.1.1 Die Maßstabsleiste

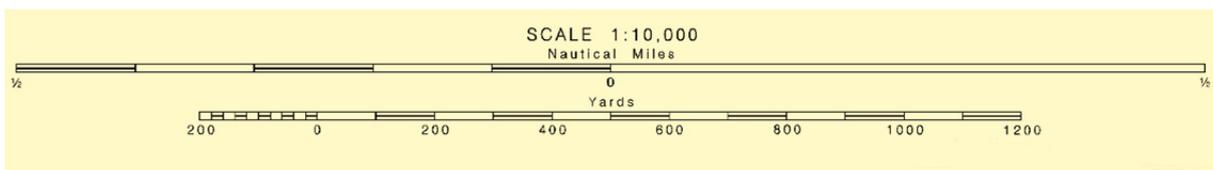
Seit Mitte des 19. Jahrhunderts wird ein numerischer Maßstab als Bruch z.B. 1:50.000 dargestellt. Dieser wird an einer gut sichtbaren Stelle des Kartenrandes positioniert und ist neben dem Kartentitel ein wichtiger Bestandteil der Karte. Neben dieser Verhältniszahl gibt es auch einen grafischen Maßstab auf dem unteren Kartenrand. Dieser wird als **Maßstabsleiste** bezeichnet.

Sie erleichterte bereits vor der Einführung des numerischen Maßstabs das Messen von Entfernungen auf der Karte und musste daher sehr genau auf der Karte angegeben sein. Oftmals wurden mehr als nur eine Maßstabsleiste mit unterschiedlichen Längenmaßen angegeben. Es gibt auf alten Landkarten für heute recht seltsam anmutende Maßstabsleisten mit sehr ungewöhnlichen Einheiten. Es gab neben der Einteilung für deutsche und nautische Meilen auch die **Einteilung in Stunden**. Stunden war ein Wegmaß und kein Zeitmaß, wie es oftmals leider irrtümlich beschrieben wird.

Quelle zu Maßstabsleiste : [https://de.wikipedia.org/wiki/Ma%C3%9Fstab_\(Kartografie\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Ma%C3%9Fstab_(Kartografie))

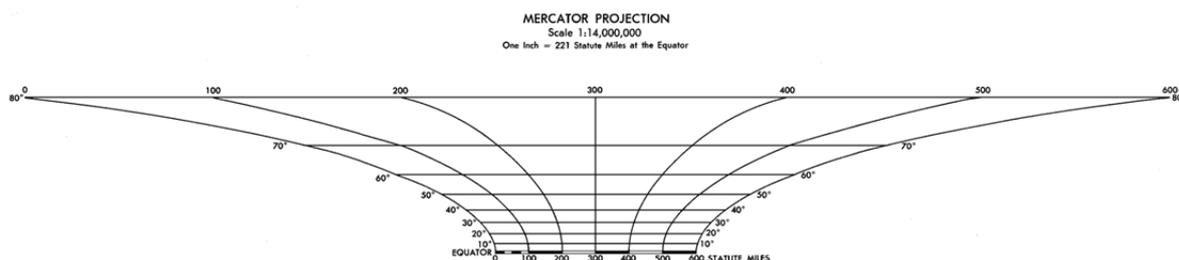
Beispiele:

Eine Maßstabsleiste mit den Angaben Nautische Meilen und Yard.



Von NOAA - Scan from NOAA Chart 13272, Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8878536>

Unten erkennt man eine Maßstabsleiste für eine Weltkarte welche mit der Mercatorprojektion abgebildet ist.



Von DMA - Scan of Defense Mapping Agency World Map, series 1150, Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8878507>

Wie bereits erwähnt findet man auf alten Messtischblättern des 19. Jahrhunderts einen grafischen Maßstab der als Maßstabsleiste am unteren Kartenrand angebracht ist.



aus Messtischblatt „Schwiebus“ von 1896, berichtigt 1933

Im obig aufgeführten Beispiel aus dem Jahre 1933 wurde neben der Angabe in Metern zusätzlich die Angabe in Schritt angegeben. Ein Zeichen dafür, dass man noch in den 1930er Jahren die Ermittlung von Entfernungen durchgeführt hat. Anscheinend war das Schrittmaß noch eine gängige Entfernungseinheit für nicht allzu lange Strecken. Vergleicht man diese Tatsache mit der [Erstellung eines Geländekrokis](#) so ist das nicht verwunderlich. (siehe auch das Kapitel zu Beginn des Handbuches).

Für ein Geländekroki, und erst recht für eine Karte, ist es für die Orientierung erforderlich neben der Richtung auch die Entfernung zu einem Punkt vom eigenen Standort einzuschätzen. Um dies einigermaßen richtig zu tun, bedarf es des Maßstabs der einem Wanderer neben der Richtung auch die Entfernung angibt. Am unteren Kartenrand findet man daher auch eine Maßstabsleiste vor.

Deutschland war im frühen 18. Jahrhundert sehr zersplittert. Infolge dieser gab es verschiedene Längeneinheiten. Selbst in Kursachsen gab es unterschiedliche Längenmaße. Die Mittelmeile, die Geografische Meile, die Jagdmeile, die Biermeile und die große sächsische Meile. **August der Starke** wollte nun dem Einhalt gebieten und wollte aus militärischen Gründen eine geordnete Strassenvermessung und eine exakte Vermessung der Meile. Die neue Meile wurde in 2.000 Ruten das entspricht 16.000 Ellen oder zwei **Stunden** festgelegt. Die **Stunde war daher ein Entfernungsmaß** und nicht, wie oftmals fälschlicherweise angenommen wird, ein Zeitmaß für Entfernungen. Die Setzung von **kursächsischen Postmeilensäulen** war für die exakte Festlegung der Meilenlänge notwendig. Weitere Details bekommt man in der Dauerausstellung für Postmeilensäulen im Museum des Schlosses Lauenstein im Osterzgebirge.

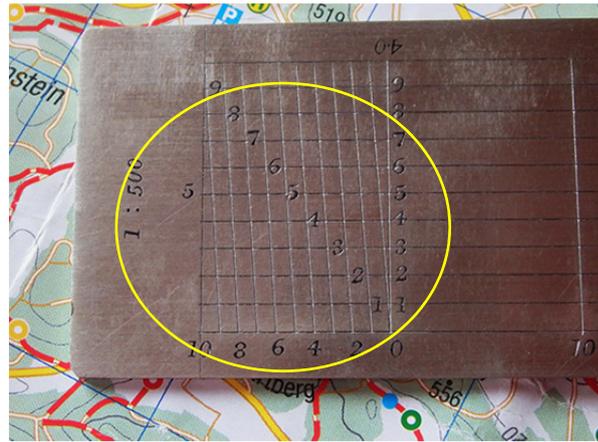


Postmeilensäule in Marienberg,
Erzgebirge

Tipp: wer mehr über die kursächsischen Postmeilensäulen wissen möchte sollte auch die folgende informative Webseite besuchen: <https://www.postmeilensaeulen-kursachsen.de/>

7.1.2 Der Transversalmaßstab

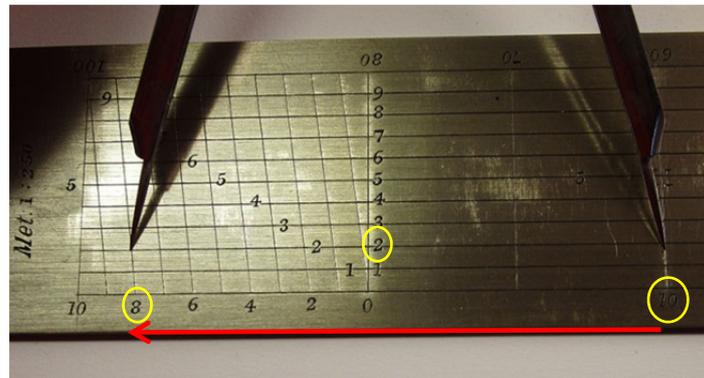
Haben wir aus einer Karte aber nun sehr viele Entfernungen herauszugreifen, so kommen wir mit der Maßstabsleiste zurecht, so richtig glücklich werden wir aber dabei nicht. Bedarf es doch bei diesem Maßstab oftmals einer Umrechnung, da die Entfernungen auf der Karte oftmals größer sind als in der Maßstabsleiste angegeben. Hier kann es zu Ungenauigkeiten in der Ermittlung der Strecke kommen. Kartographen haben bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts zu einem Hilfsmittel gegriffen – zum Transversalmaßstab. Dieser Maßstab ist auf einer handlichen Messing-platte graviert oder wurde früher auf dem Kartenrand aufgedruckt. Die Besonderheit liegt in der Feinteilung. Quer verlaufende Linien, auch **transversale Linien** genannt, ermöglichen eine stufenlose Messung der Strecke



Transversalmaßstab 1:500

Mittels eines Stechzirkels wird eine Strecke auf der Karte abgegriffen. Nun kann die Länge der Strecke, welche durch die Öffnung des Stechzirkels grafisch bestimmt ist, auf dem Transversalmaßstab abgetragen werden.

Dies geschieht wie folgt:



Anmessen einer abgegriffenen Strecke aus der Karte

Eine Spitze des Stechzirkels wird in einer senkrechten Linie des Maßstabs eingestochen. Dies geschieht so, dass die zweite Spitze des Stechzirkels sich in dem Bereich der transversalen Linien befindet. Dann verschiebt man den Zirkel so, dass die zweite Spitze in einer der transversalen Linien einrastet. Jetzt wird der Wert abgelesen.

Beispiel:

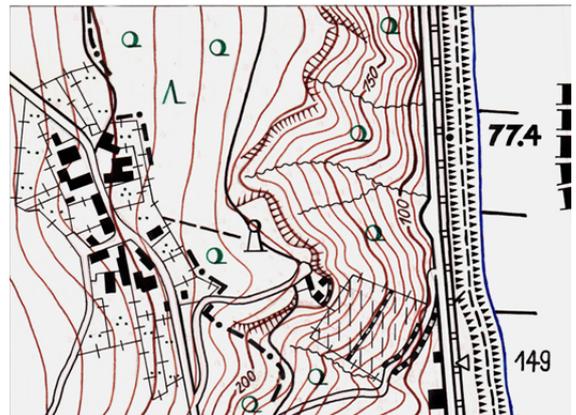
- Verwendeter Maßstab im Beispiel ist 1:250
- 1cm entsprechen 250 cm und somit 4cm entsprechen daher 10 m
- rechte Spitze steht bei 10m
- linke Spitze bei Schnittpunkt 8 und bei 2
- Ergebnis $10 + 8 + 0,2 = \mathbf{18,20\ m}$

Kontrolle:

- Messung mit Lineal (**rote Linie**) ergibt: 7,25 cm
- Multipliziert mit der Maßstabszahl 250 = 1812,5 cm = **18,125m**

7.2 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 kartografischen Aussage geht hierbei verloren.



Eigene Studienarbeit

Die 7 Elementarvorgänge beim Generalisieren:

- 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)



Elementare Vorgänge der kartografischen Generalisierung

Elementarer Vorgang	Darstellung in der		
	Ausgangskarte	neuen Karte	
	Ausgangskarte	Maßstab der neuen Karte	
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

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

7.3 Der Karteninhalt

7.3.1 Allgemeines

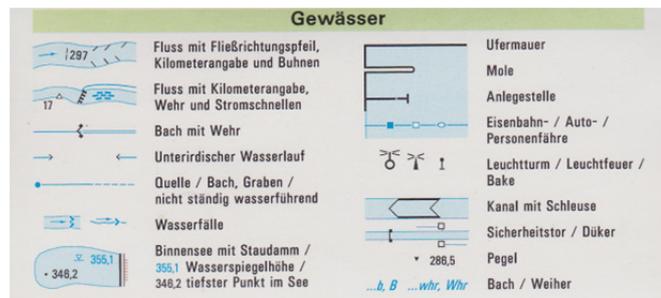
In einer Karte erkennen wir als Erstes die Signaturen. Wir unterscheiden punkthafte Signaturen (Orte), linienhafte Signaturen (Verkehrswege) und flächenhafte Signaturen (Seen, Waldflächen, Felder,...). Sie können räumlich klar voneinander abgrenzen.

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:

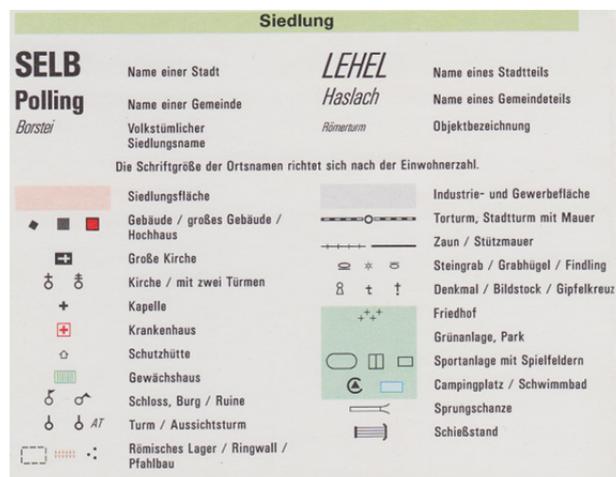
- Gewässer (Bäche, Flüsse, Seen, Meer,...)
- Siedlungen (Häuser, Industrieanlagen, Gehöfte...)
- Verkehrswege (Wege, Straßen; Eisenbahnlinie,...)
- Vegetation (Wald, Grünland, Einzelbäume,...)
- Topographische Einzelmerkmale (Strommasten, Zäune,...)

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.

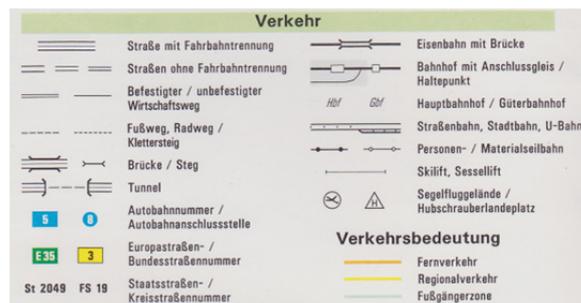


Siedlungen und Ortschaften werden in den Karten mit großem Maßstab maßstabsgerecht dargestellt.

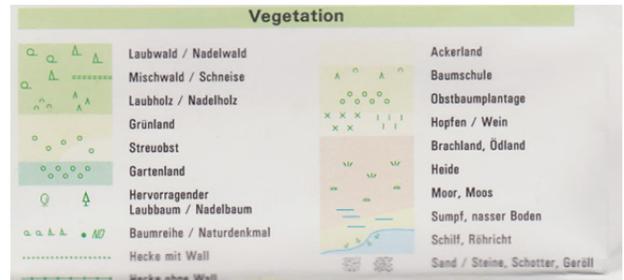


Der Grundriß bleibt erhalten. Schriftart und Größe zeigen uns, wieviele Einwohner die Stadt oder der Ort hat. Weiterhin erkennen wir trigonometrische Punkte (z. B. Kirche), die uns bei der Orientierung ein wichtiges Hilfsmittel sind.

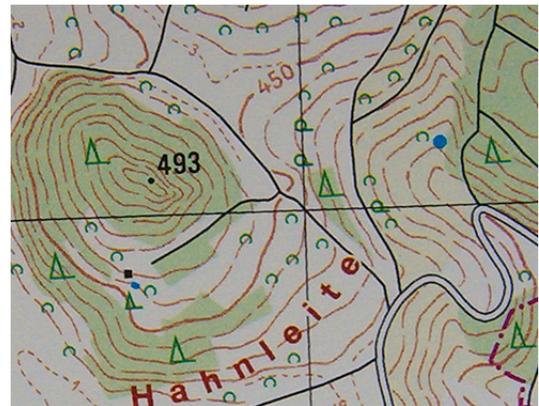
Verkehrswege bestehen aus Straßen, Wegen und Eisenbahnlinien. Diese sind besonders hervorgehoben. Die Kartenzeichen sind aber nicht maßstabsgetreu eingezeichnet.



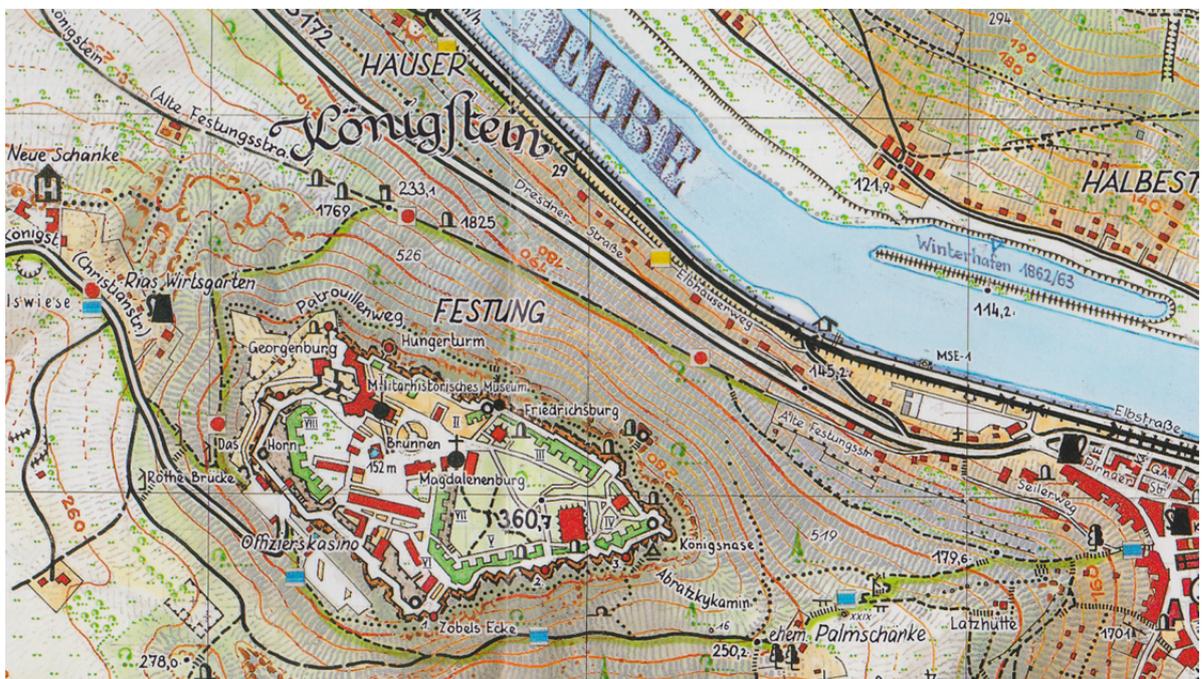
Vegetation die Bodenbewachsung wird in Karten mit großem Maßstab durch besondere Kartenzeichen farbig dargestellt. Ein Nadel- oder auch ein Laubbaum haben hier die natürliche Form wie man sie auch in der Natur vorfindet.



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 für Deutschland 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 schöner Auszug einer Wanderkarte aus der Sächsischen Schweiz von Rolf Böhm aus Bad Schandau im Maßstab 1:10.000, 2. Auflage 2002

7.3.2 Die Bodenformen

Befinden wir uns im Gelände, so haben wir es hier mit Vertiefungen und Erhebungen, mit Tälern und Gebirgen zu tun. Um sich nun nicht nur im Gelände sondern auch in der Kommunikation miteinander nicht zu verheddern stelle ich in diesem Kapitel einige Bodenformen vor.

Erhebungen:

Kleine Erhebungen finden wir hauptsächlich in flachen Gegenden. Hier spricht man von Anhöhen, Hügeln, Kuppen oder Kegeln. Aber auch Dünen fallen in diese Sparte. **Erhebungen** steigen mehr als 20 Meter über die sie trennenden Täler an. Manche „Flachlandtiroler“ nennen Ihre Hügel liebevoll auch Berge ☺.

Ein **Gebirge** ist in der Regel durch ausgedehnte und zusammenhängende Erhebungen mit einer scharfen Gliederung gekennzeichnet. Man unterscheidet grob in Niederes Gebirge (Taunus), dem Mittelgebirge (Erzgebirge) und einem Hochgebirge (Alpen). Besonders dort wird für die Orientierung im Gelände wird ein weiteres Instrument wichtig. Der **Höhenmesser**. Ohne ihn kann es in Extremsituationen, z.B. bei schlechter Sicht, gefährlich werden seinen Weg einfach fortzusetzen.



Seiffen im **Erzgebirge** mit Blick vom Ahornberg



Garmisch-Partenkirchen
Blick vom Wank auf die Zugspitze

Einsenkungen

Sind Einsenkungen, kurz auch Senken genannt, sind rings herum von höher gelegenem Gelände umschlossen, nennt man sie **Kessel**. Der tiefste Punkt eines Kessels ist der Kesselpunkt. Eine **Mulde** ist dadurch gekennzeichnet, dass sie flach ausgeprägt ist oder auch eine breitere Einsenkung darstellt. Sie beginnt an Sätteln. Hat nun eine Einsenkung eine bedeutende Länge, eine breite Sohle, eventuell auch einen Wasserlauf, so nennt man sie **Tal**. Einsenkungen haben gemeinsam, dass das Gelände zur der Tallinie auf der einen Seite fällt und auf der anderen Seite steigt.



Gesäuse in der Steiermark

Sattel

Ein Sattel verbindet mindestens zwei Erhebungen miteinander und trennt ebenso viele Einsenkungen. Bei einem Sattel steigt daher das Gelände vom Sattelpunkt, dem tiefsten Punkt zwischen den Erhebungen, nach mindestens zwei Seiten an und fällt nach ebenso vielen Seiten.

Böschungen und Böschungsformen

Gustav Baumgart bezeichnet in seinem Buch „Gelände und Kartenkunde“ eine Böschungsform als die Gestalt des Hanges einer Erhebung oder einer Einsenkung. Die Steilheit eines Hanges wird demnach vom Böschungsgrad an einer bestimmten Stelle angezeigt. Je nach Ausprägung spricht man von einer flachen, steilen oder schroffen Böschung. Böschungsangaben sind wichtig für die Befahrbarkeit durch Rettungskräfte oder die Gangbarkeit von Geländeabschnitten. Die Steilheit einer Böschung kann in Grad oder auch in Prozent angegeben werden.

Böschungsangaben		Ausprägung	Begehbarkeit
[Prozent]	[Grad]		
2	1	flach	gut
5	3	flach	gut
10	7	flach	gut
15	9	flach	schwer
20	11	flach	schwer
25	14	flach	schwer
30	17	steil	gangbar
40	22	steil	gangbar
50	27	schröff	ersteigbar
100	45	schröff	ersteigbar

Und hier zwei Beispiele:



flache bis steile Böschung

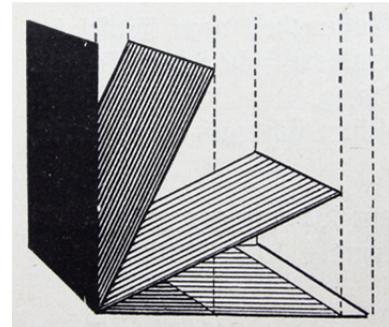


schröffe Böschung

7.3.3 Die Darstellung der Bodenformen auf der Karte

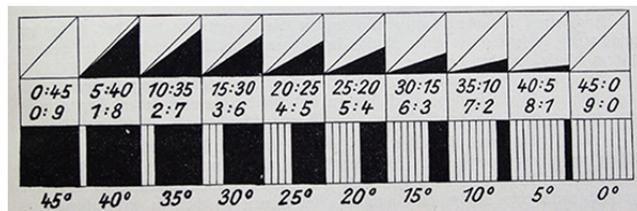
7.3.3.1 Bergstriche bzw Schraffen

Schraffen wurden bereits 1799 vom sächsischen Major Lehmann erdacht um schiefe Flächen im Grundriß mit der Situationszeichnung der Berge darzustellen. Als grundlegende Idee dazu nimmt man an, dass **parallele Lichtstrahlen** senkrecht auf eine waagerechte Fläche treffen. Diese erscheint dem Betrachter nun ganz hell, da diese Fläche alle Lichtstrahlen empfängt. Hebt man nun aber die Fläche an wird sie steiler und nur noch von einem Teil der Lichtstrahlen getroffen. Je steiler die Fläche, desto weniger Lichtstrahlen treffen die Fläche und desto dunkler wird sie dargestellt.



Quelle Gustav Baumgart, Gelände und Kartenkunde, 1938

Wie wurde nun der Grad der Helligkeit bzw der Dunkelheit bestimmt? Hell und Dunkel drückt man in der Bergstrichzeichnung durch das Verhältnis der Stärke der Bergstriche durch das Verhältnis zu der Breite der sie trennenden Zwischenräume



AUS. Quelle Gustav Baumgart, Gelände und Kartenkunde, 1938

Ein Beispiel zum 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)*



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

<http://mars.geographie.uni-halle.de/geovlexcms/qolm/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

7.3.3.2 Farbskala

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 Höhenschichten, 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>)



7.3.3.3 Schummerung

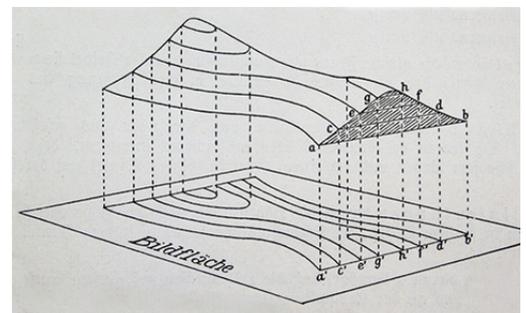
Die **Schummerung** hat die Aufgabe die Geändeformen möglichst anschaulich darzustellen. Dies wird durch Schatteneffekte erreicht. Sie ist eine wesentliche Unterstützung der Geländedarstellung durch Höhenlinien und zur plastischen Wahrnehmung der Geändeformen. Natürlich lassen sich absolute Höhen nicht 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 Schräglichtschummern. Hier nach dem Prinzip: je schattiger, desto dunkler. Der Vorteil zu Schraffen: die Lesbarkeit wird kaum beeinträchtigt. Höhenlinien



Studienarbeit von **Petra Beike**, eine sehr gute Freundin aus meiner Studienzeit

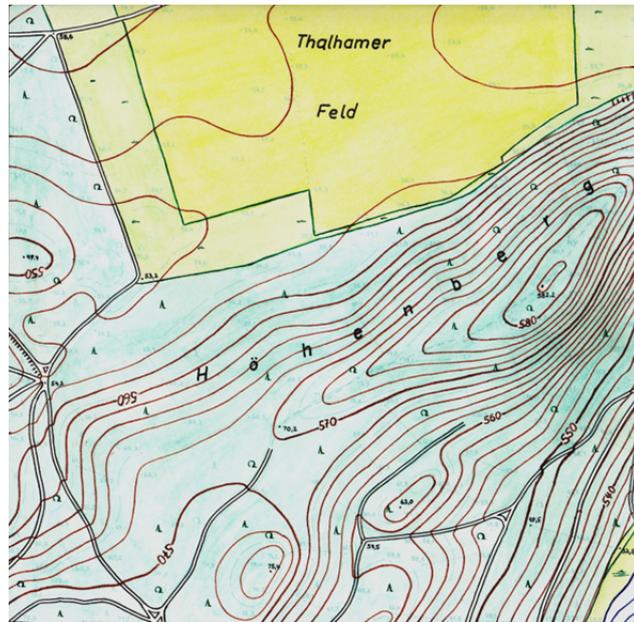
7.3.3.4 Höhenlinie

Bereits im 18. Jahrhundert hat der französische Geograf P. Buache Bodenformen in Höhenlinien dargestellt. Diese Höhenlinien werden auch als Niveaulinien, Schichtlinien, Höhenkurven oder Isohypsen bezeichnet. Eine Höhenlinie ist dabei eine gedachte Linie im Gelände, die benachbarte Punkte gleicher Höhe über einer Bezugsfläche miteinander verbindet. Die Erdoberfläche wird dabei in waagrechte, der Erdkrümmung gleichlaufende, Schichtflächen durchschnitten. Diese Schichten liegen in gleichen Höhenabständen übereinander.



Quelle Gustav Baumgart, Gelände und Kartenkunde, 1938

Die Ränder der Schichtflächen bilden Schnittlinien. Die Ausprägung der Schnittlinien entsprechen der Bodenform. Jede Höhenlinie verbindet nun Punkte gleicher Höhe über der Referenzfläche. Überträgt man nun die Höhenlinien auf einer waagrechte Bildfläche, so erhält man das zeichnerische Bild der Boden und Böschungsformen.



Eigene Studienarbeit

Eine **Äquidistanz** ist dabei nichts anders als der vertikale Abstand zwischen zwei Höhenlinien. Besonders im Mittelgebirge wird das besonders deutlich. Die nebenstehenden Bilder sind ein Beispiel für die Lage von Höhenlinien. **Wo die Höhenlinien besonders eng beieinander liegen, ist es auch besonders steil.** Nicht unbedingt der beste Wanderweg.

Wir unterscheiden Haupthöhenlinien von Hilfhöhenlinien.

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 **Hilfhöhenlinien** 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.



Kompass mit Äquidistanzskala

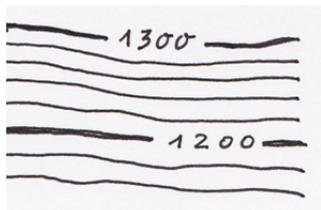
Nachteile der Höhenlinien:

Bei Höhenlinien muss man schon genau hinsehen. Zum Einen, in welcher Richtung die Zahlen für die Haupthöhenlinien lesbar 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, den sogenannten Höhenkoten, behelfen. Dämme und Steinbrüche werden als Signatur dargestellt.

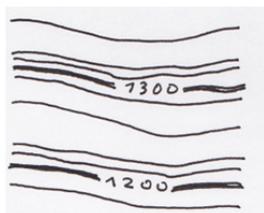
Die Interpretation von Höhenlinien

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?

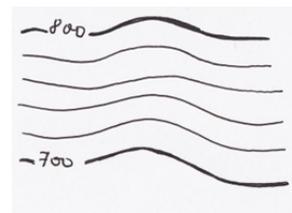
Neben den Höhenlinien mit deren Lage und Dichte, den Höhenpunkten, ist auch der Verlauf der Bäche mit in die Interpretation zu berücksichtigen. Hier sind einige Beispiele:



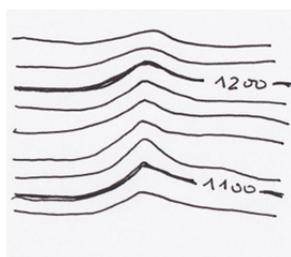
gleichmässig geböschter Hang
Äquidistanz 20 m



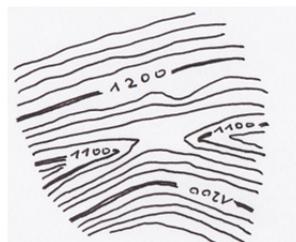
Hang in Terrassen, gleichmässig
Äquidistanz 20 m



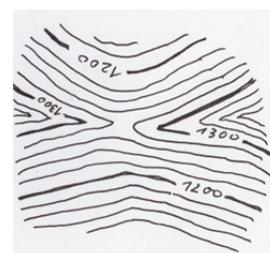
Mulde
Äquidistanz 20 m



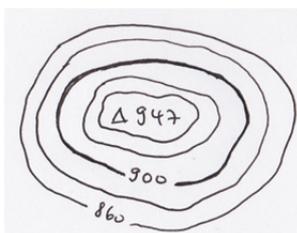
Graben
Äquidistanz 20 m



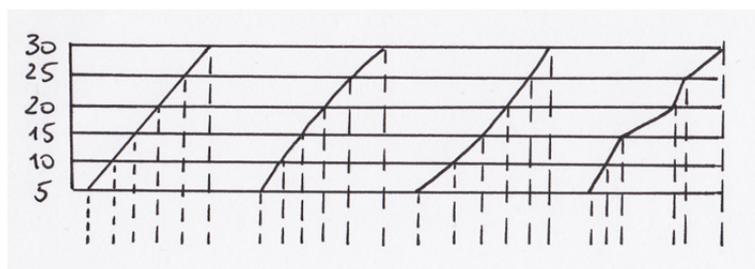
Tal mit Längssattel
Äquidistanz 20 m



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 folgenden 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 Schwartenbergbaude. Als erstes schauen wir uns die Höhenlinien an. Wie verlaufen Sie? Hier ist es besonders einfach, da wir in Zielrichtung einen Höhenpunkt von **720,1m** NN haben. Wir befinden uns auf einer Höhe von **770m 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 Schwartenbergbaude steigt sie stetig an. Einfach nur abzählen. Die Schwartenbergbaude ist ein Trigonometrischer Punkt und hat eine Höhe von 787,4m NN und steht auf einer Kuppe.

Eine Auswertung über <http://geo.ebp.ch/gelaendeprofil/> kommt 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), Suissystem momentan nicht im Internet Explorer



7.3.3.5 Die Höhenkote

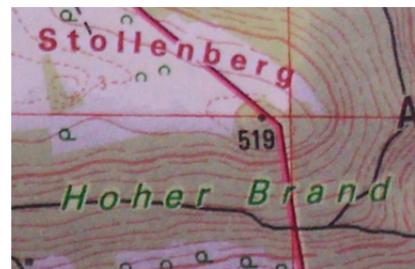
Eine Höhenkote ist ein Punkt, der eindeutig auf der Karte mit seiner Höhenangabe bezeichnet ist. Sie ist ein wichtiger Teil der Geländedarstellung einer Topografischen Karte und stellt neben den Höhenlinien ein wichtiges Mittel zum Interpretieren des Geländeverlaufs dar.

Die Höhenkote besteht aus dem eigentlichen Höhenpunkt, der sogenannten Kote, und der Höhenzahl. Die Höhenzahl gibt den absoluten Höhenunterschied des Punktes zu Normal Null zum entsprechenden Pegel an. Bei uns in Deutschland ist das der Pegel in Amsterdam, in Österreich der Pegel von Triest, in der Schweiz der in Marseille. Weitere Pegelreferenzorte siehe bitte das Kapitel „Normal-Null“ einige Seiten voraus.

Die Höhenzahl wird als eine Zahl in Metern angegeben und bezieht sich in der Regel auf den natürlichen Boden. Eine Höhenkote kann sich aber auch auf die Bezugsebene eines Bauwerkes beziehen. Bei einer Kirche ist das in der Regel die Kirchenschwelle, die Schienenoberkante von Eisenbahnschienen, der Mittelwasserstand von stehenden Gewässern oder auch der höchste Punkt der Fahrbahnoberdecke bei Brücken. Als Bauwerke eignen sich besonders Kirchen und Kapellen, Kreuzungen und Abzweigungen von Verkehrswegen als auch Bahnhöfe und Brücken.

Quelle : Kartenkunde, Truppendienst Taschenbuch, AV Druck plus, GmbH Wien

Anbei einige Beispiele



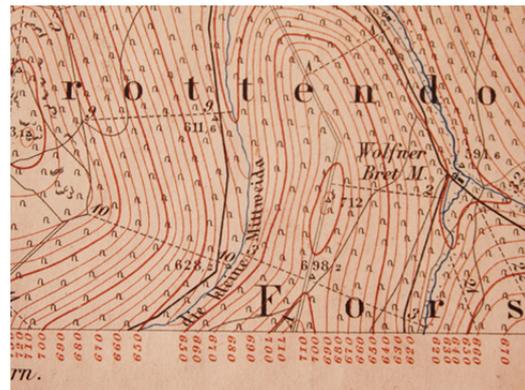
Eine Höhenkote muss eindeutig erkennbar in Lage und der Höhe als auch dauerhaft sein. Hinsichtlich der Geländeform sollte die Höhenkote wichtige Informationen liefern.



7.3.3.6 Konstruktion der Höhenkurven in einem kotierten Plan

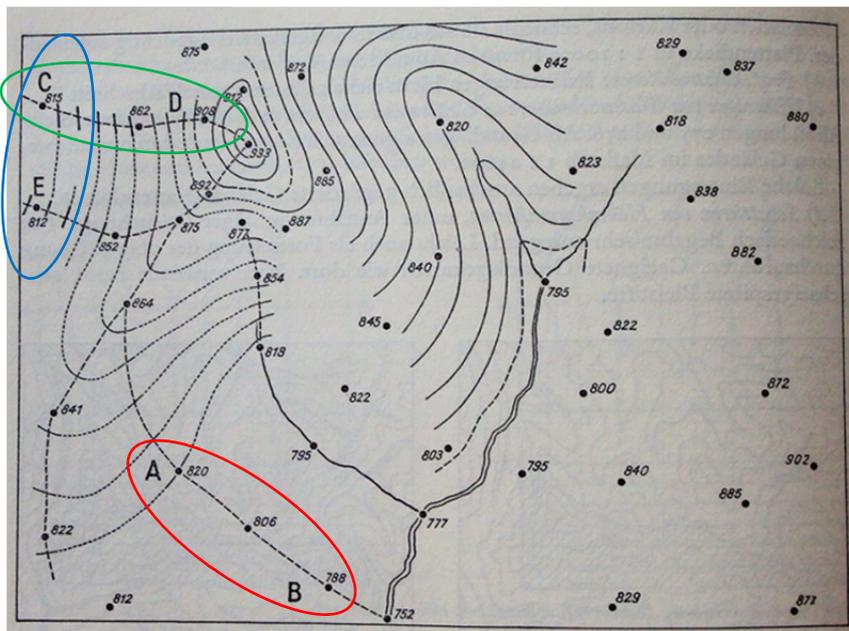
Bereits zu meiner Studienzeit musste ich mehrere praktische Arbeiten im Fach Kartographie anfertigen. Eine war das Erstellen von Höhenlinien in einem kotierten Plan.

Wie im Beispiel auf der rechten Seite aus einem Messtischblatt des Jahres 1875 erkennt man ein Gelände welches einen Talausschnitt der „Kleinen Mittweida“, einem kleinen Nebenfluss der „Großen Mittweida“ aus dem Sächsischen Erzgebirge zeigt.



Kartenausschnitt Meßtischblatt 1875

Bei einer Messtischaufnahme werden sehr viele einzelne Punkte von einem Standpunkt grafisch aufgenommen und auf dem Kartenblatt kartiert. Man erhält die Strecke zu zu messenden Punkt und kann neben der Strecke auch den Höhenunterschied zum eigenen Standort und somit die Höhe des gemessenen Punktes ermitteln. Ich erhalte ein Kartenblatt mit vielen eingemessenen Punkten deren Höhe ich nun ermittelt habe.



Quelle Bild aus Eduard Imhof, Gelände und Karte, Eugen Rentsch Verlag 1968

Um nun die Höhenlinien zu konstruieren muss ich wie folgt vorgehen:

- Ich suche mir zwei voneinander in der Höhe unterschiedlichen Höhenkoten aus (Beispiel die **Punkte A-B**) und verbinde diese mittels einer Hilfslinie
- Dann wird **auf dieser Hilfslinie** die Lage von Höhenpunkten geschätzt (Interpolation von Höhen zwischen bekannten Höhen) und markiert (wie bei den **Punkten C-D**)
- Entsprechende Höhenmarken werden nun miteinander verbunden (**Punkte C-E**)

8 Die Nordrichtung

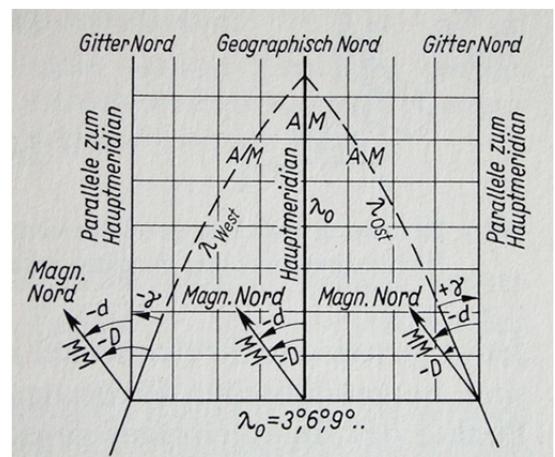
Wo ist eigentlich Norden? Das scheint auf den ersten Blick eine ganz einfache Frage zu sein. Norden ist die Richtung, in welche die Kompassnadel zeigt. So oder so ähnlich denken Viele, die sich bisher damit etwas beschäftigt haben. Steigt man aber tiefer in die Materie ein, so sieht man sich mit mehreren Nordrichtungen konfrontiert. Allein schon die Kompassrose auf meinem Patent Bezard Kompass Mod Nr II zeigt mir zwei verschiedene Nordrichtungen an. Ein Fehler? Für die kartographische Abbildung der Erdoberfläche werden **drei verschiedene Nordrichtungen** unterschieden:



Marschkompass Bezard Mod. II, ca 1910

Geografisch Nord ist dort, wo ein 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 Hemi-sphäre 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.



[Volquards/ Matthews, Vermessungskunde 2, Teubner Verlag.](#)

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

Da es nun unterschiedliche Nordrichtungen gibt, bezeichnen wir auch die Winkel zwischen diesen Richtungen. Wir unterscheiden die **Deklination**, die **Nadelabweichung** und die **Meridiankonvergenz**. Im Allgemeinen werden die Deklination und die Nadelabweichung auch als Missweisung bezeichnet.

Detaillierte Informationen zu den Missweisungen und wie man damit praktisch umgeht erhält man in meinem Handbuch „[Orientierung-Leichtgemacht](#)“. Dieses Handbuch ist praxisbezogen und vermittelt die Grundlagen der Orientierung im Gelände mit Karte, Kompass, Karten- und Höhenmesser. Wie immer kostenfrei zum Download.

8.1 Die Deklination

Die Deklination ist keine neue Entdeckung. In Europa um das Jahr 1510 hatte der Nürnberger Georg Hartmann als Mathematiker und, seiner Zeit der berühmteste Nürnberger Instrumentenhersteller, bereits erste Messungen zur Deklination und im Jahre 1544 auch zur Inklination durchgeführt. Unter anderem entwickelte er auch Kompass für seine Klappsonnenuhren aus Elfenbein.

Im Bild rechts ist eine Klappsonnenuhr des Kompassmachers Kleininger aus Nürnberg abgebildet. Auch hier ist in der Kompassskala eine Deklinationskorrektur angebracht.

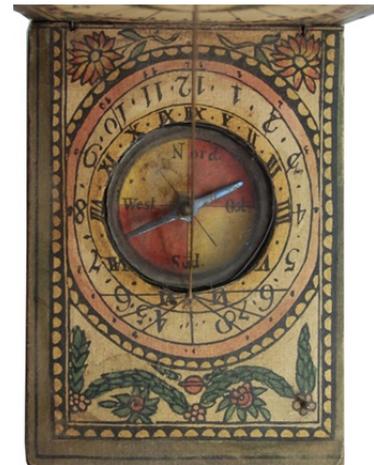
Quellen: <https://www.astronomie-nuernberg.de/index.php?category=personen&page=hartmann-georg> und [https://de.wikipedia.org/wiki/Georg_Hartmann_\(Mathematiker\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Georg_Hartmann_(Mathematiker))

Auf alten Kompassen wurde in der Vergangenheit bereits eine feste Deklinationskorrektur angebracht. Meistens wurde sie von den Kompassmanufakturen in Form eines Pfeiles auf der Skala aufgedruckt oder eingraviert. Sie war fix und nur für eine bestimmte Region zu einem gewissen Zeitabschnitt gedacht.

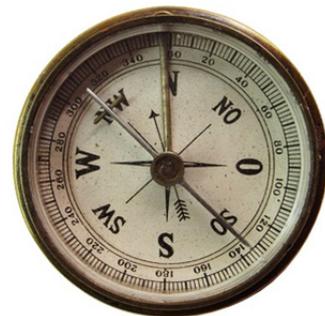
Was ist nun überhaupt die Deklination?

Die Magnetnadel richtet sich mit ihrer Nordspitze automatisch aus. Sie zeigt orts- und zeitgebunden immer in die gleiche Richtung. Im Gegensatz zur allgemeinen Meinung zeigt sie aber nicht zum Geografischen Nordpol, also zu dem Punkt, an dem die Meridiane sich auf der Nordhalbkugel in einem Punkt schneiden. Die Magnetnadel zeigt je nach Region etwas mehr oder weniger daneben. Sie zeigt zum magnetischen Nordpol. Dieses „Danebenzeigen“ wird physikalisch durch die Feldlinien des Erdmagnetfeldes, den sogenannten Isogonen, verursacht.

Die Magnetnadel richtet sich parallel zu diesen Feldlinien aus und nicht nach dem Geografischen Nordpol. Da sich **das Magnetfeld stetig ändert** und jährlich um kleine aber meßbare Beträge jeweils zu- bzw. abnimmt, haben wir auch eine sich stetig verändernde Missweisung vorliegen. Der Betrag der Veränderung hängt natürlich von der räumlichen Lage ab, in etwa beträgt dieser 0,5` (Minuten) pro Jahr. Der Winkel zwischen der Richtung Geographisch-Nord und Magnetisch-Nord wird als Deklination oder mit dem Oberbegriff **Missweisung** bezeichnet. Lokale magnetische Störungen beeinflussen ebenfalls die Deklination. Sie wird daher in regelmäßigen Abständen durch magnetische Messungen überprüft.



Klappsonnenuhr von Kleininger aus dem 19. Jahrhundert mit Deklinationskorrektur



Taschenkompass 1910er Jahre C. Stockert & Sohn



By Pearson Scott Foresman [Public domain], via Wikimedia Commons

8.2 Die Ermittlung der Deklination

8.2.1 Mittels Deklinationsrechner - weltweit

Wie wir schon gehört haben, ist die Deklination von der Geografischen Koordinate und dem aktuellen Datum abhängig. Es gibt verschiedene **Deklinationsrechner**, die uns anhand von Geografischen Koordinaten und dem gewünschten Datum die Deklination des Ortes anzeigen. Mit ihnen kann ich die aktuelle Deklination bestimmen, bei manchen auch die seit dem Jahr 1900. Ein **Deklinationsrechner**, der uns dies **weltweit** bietet finden wir auf folgender Seite:

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

und hier gibt es geografische Koordinaten, falls diese nicht bekannt sind:

<http://www.gpskoordinaten.de/>

Wir bekommen folgendes Bild:

Entweder, wir geben die exakten Längen- und Breitengrade des gesuchten Ortes ein, oder wir nutzen die Lookup Location für eine genäherte Ermittlung der Deklination durch Eingabe des Landes und des Ortes 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 /

Die Eingabe des Ortes kann über die Lookup location Funktion erfolgen. Man braucht nicht unbedingt die Geografischen Koordinaten wissen. Hier im Beispiel zeigt mir der Deklinationsrechner zeigt mir eine aktuelle Deklination (im November 2014 ☺) für München von $2^{\circ}36'18''$ mit ein jährlichen Veränderung von $6,4'$ ostwärts an.

Eingabemaske mit Lookup Funktion und Ergebnismaske mit der aktuellen Deklination

8.2.2 Deklinationsrechner des Helmholtz-Zentrum Potsdam

„Der Forschungsgegenstand des Deutschen GeoForschungsZentrum (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.“ (Quelle: <http://www.gfz-potsdam.de/zentrum/ueber-uns>)

Und hier ein Beispiel (Januar 2013) anhand des Deklinationsrechners des **Helmholtz-Zentrums** aus Potsdam erhalten wir für München folgende Deklinationswerte:

<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	Alternativ ist eine manuelle Koordinateneingabe möglich.
Datum:	Januar 2013	(1900 - 2015)
Höhe (optional):	0 m ü.NN	(-1000 - 600000)
geogr. Breite:	00 ° 00 '	(-89°59' - 89°59')
geogr. Länge:	00 ° 00 '	(-180°00' - 180°00')

Zurücksetzen Berechnen

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 Deklinationswerte bedeuten eine Abweichung der Magnetnadel 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. (Stand November 2014)

Deklinationswerte	
Jahr	München
Juni 1900	- 10° 38'
Juni 2009	1° 53'
Nov 2014	2° 42'
Aug 2016	2° 58'

Positive Werte zeigen eine ostwärtige Deklination an, negative Werte eine westliche

Bemerkung: In der Regel wurden **die Deklinationswerte** noch in den 1930er Jahren **als Mittelwert angegeben**. Potsdam galt als Referenz. So hatte man in Westdeutschland 1938 einen Deklination von ca. 8,8 Grad West (entspricht ca 150 Strich), in Potsdam 5,3 Grad West und in Teilen des damaligen Ostpreussens bereits 2 Grad Ost. Aus diesem Grund finden wir auf vielen Marschkompassen der 1930er und 1940er Jahren einen **Deklinationswert, der fest auf dem Teilring der Skala angebracht war**.



Kompass Pfadfinder von C.Stockert & Sohn, 1930er Jahre

8.2.3 Die Ermittlung der Deklination im Gelände mit Karte und Kompass

Im Gelände haben wir nicht immer einen PC oder ein Smart Phone zur Hand, ich zumindest nicht. Auf manchen Landkarten ist die Deklination mit angegeben, auf manchen aber auch nicht. Nun stehen wir im zweiten Fall vor dem Problem im Gelände die aktuelle Missweisung zu ermitteln. Dazu muss ich beachten ob ich eine Karte mit Geografischen Koordinaten verwende, dann ermittel ich die Deklination. Verwende ich eine Karte mit einem Geodätischen Gitter (UTM oder Gauss Krüger), dann bekomme ich die Nadelabweichung.

Dazu messe ich mit einem Peilkompass (Ablesegenauigkeit $0,5^\circ$) 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:	Winkel Gelände > Winkel Karte
Östliche Missweisung:	Winkel Gelände < Winkel Karte

Die Differenz Soll und Istwert ist dann die Deklination.

Beispiel 1: Geländewinkel 1 = 90°
Kartenwinkel 1 = 95°
Östliche Missweisung 5°

Beispiel 2: Geländewinkel 2 = 60°
Kartenwinkel 2 = 55°
Westliche Missweisung 5°

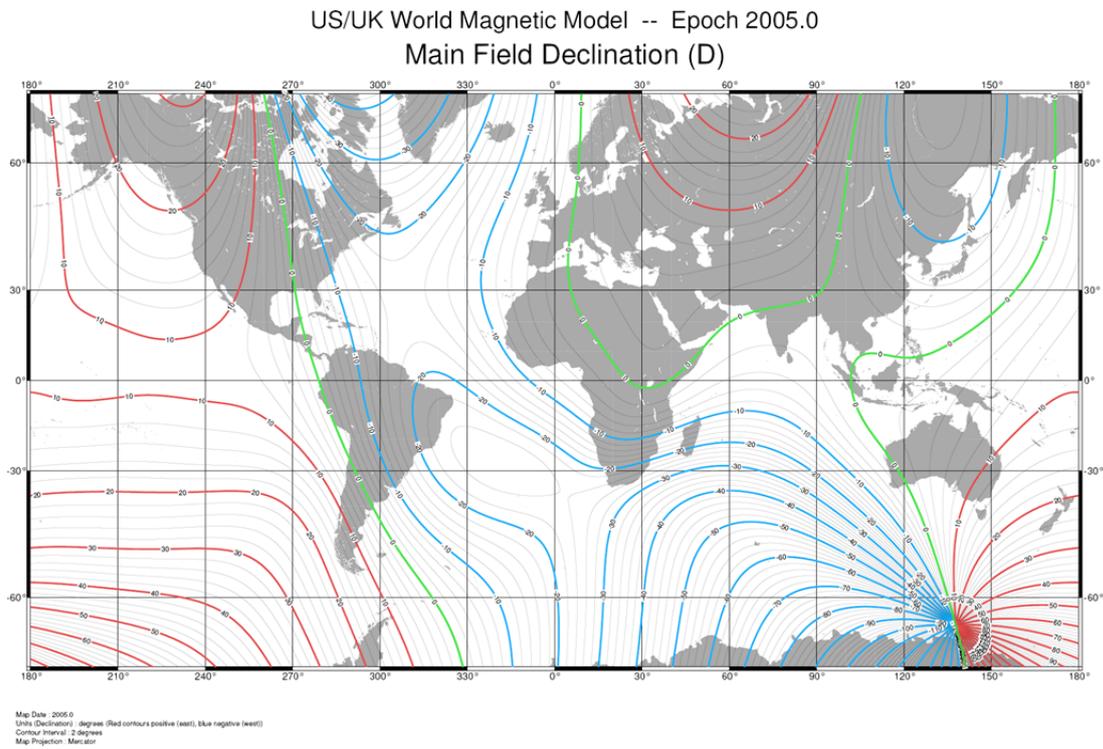
Tipp aus der Praxis:

Nach meiner Erfahrung sollte man sich bei dieser Messung viel Zeit nehmen und so genau als möglich arbeiten. Folgende Punkte erscheinen mir dabei als besonders wichtig:

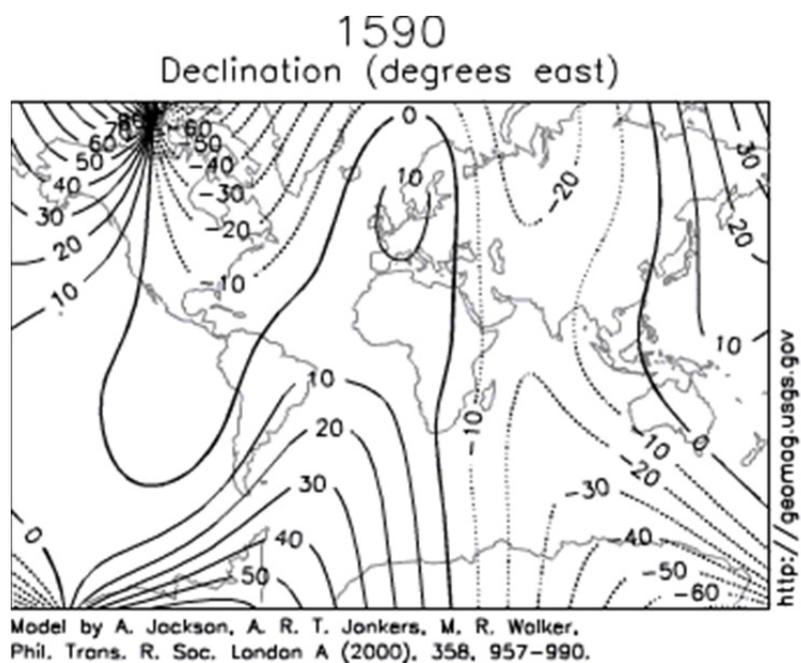
- Man verwende einen Peilkompass oder ein Sitometer um die Ablesung so genau als möglich durchzuführen.
- Der eigene Standort, auf dem die Messung stattfindet und die beiden Ziele sollten **eindeutig** aus der Karte zu ermitteln sein.
- Man sollte sich für die Messung Zeit nehmen und lieber zwei statt nur eine Messung durchführen.
- Die Ergebnisse der Messung sollte man sich auf einem Zettel notieren und in Ruhe ermitteln ob man nun eine östliche oder westliche Deklination ermittelt hat.

8.2.4 Die Deklination im Wandel der Zeit

So stellen sich die Deklinationswerte im Jahr 2010 dar:



und in der Vergangenheit ergaben sich folgende Werte:



8.2.5 Die rechnerische Ermittlung der Deklination aus der Karte

Auf vielen Topografischen Karten und auf alten Meßtischblättern finden wir am Kartenrand eine Angabe über den Wert der Missweisung zu einem bestimmten Datum genau für diese Region des Kartenblattes. In unserem Beispiel rechts aus dem Jahr 2014.

Jetzt muss man nur das aktuelle Datum nehmen und die Differenz an Jahren mit der jährlichen Änderung multiplizieren und das Ergebnis mit der Deklination des Kartendatums addieren bzw subtrahieren.

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

Die Deklination wird mit +3° 19` mit einer jährlichen Veränderung von +0°07,1` angegeben

Hinweis: + entspricht ostwärts, - westlich

im Jahr 2017 haben wir daher folgende Deklination: +3° 19` + (3 x +0°07,1`) = +3° 19` + 0°21,3` = +3° 40,3`

8.2.6 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.

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



Kasper & Richter Modell Alpin 2015

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

8.3 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.

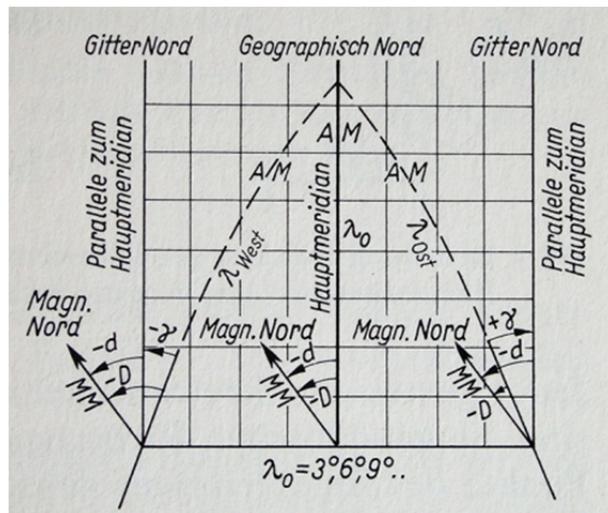
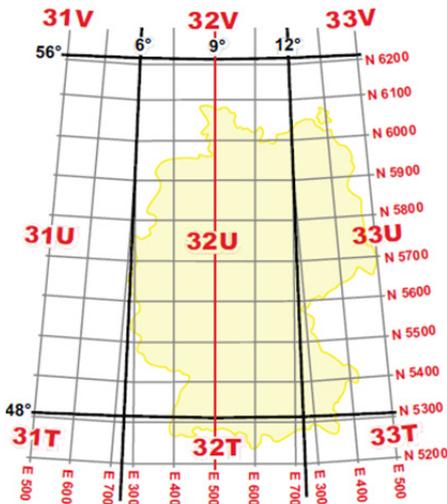
Beispiel: In der geographischen Breite von Nordrhein-Westfalen zwischen etwa 50°30' und 52°20' nördlicher Breite nehmen die Meridiankonvergenzen im UTM-Meridianstreifensystem an den jeweiligen westlichen und östlichen Grenzmeridianen maximale Werte von -2°40' bis + 2°40' an, in Polnähe hat sie einen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



Deklination D , Nadelabweichung d , Meridiankonvergenz γ
Magnetischer Meridian MM , Astronomischer Meridian AM

Skizze aus www.Vermessung.bayern.de

aus Volquardts/ Matthews, Vermessungskunde 2, Teubner Verlag, 1986

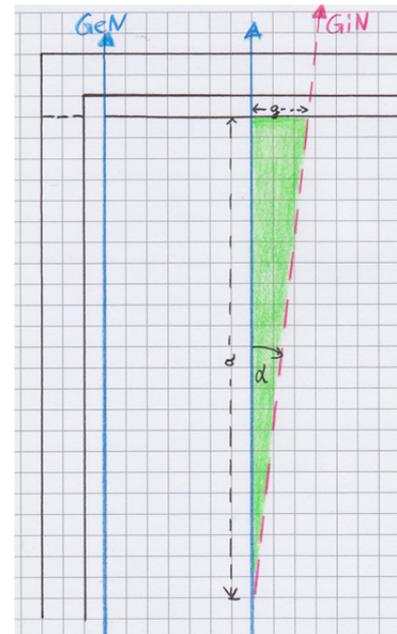
Betrachten wir einen Punkt, der westlich vom Hauptmeridian (der Hauptmeridian ist hier mit 9° dargestellt) liegt. Auf dem Hauptmeridian fällt Gitter Nord mit Geografisch Nord exakt zusammen. Sehen wir uns dazu Skizze 2 genauer an. Der Sachverhalt wird damit sehr deutlich: Liegt ein Punkt nun **westlich 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**.

8.3.1 Die Berechnung der Meridiankonvergenz α

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.



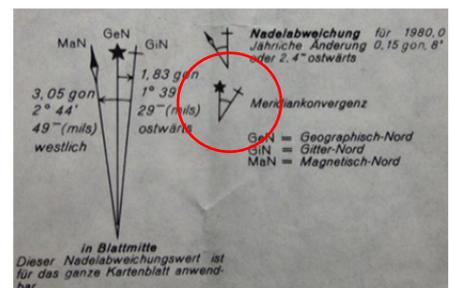
$$\tan(\alpha) = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}} = \frac{g}{a}$$

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

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

8.3.2 Die Meridiankonvergenz im Kartenrand:

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



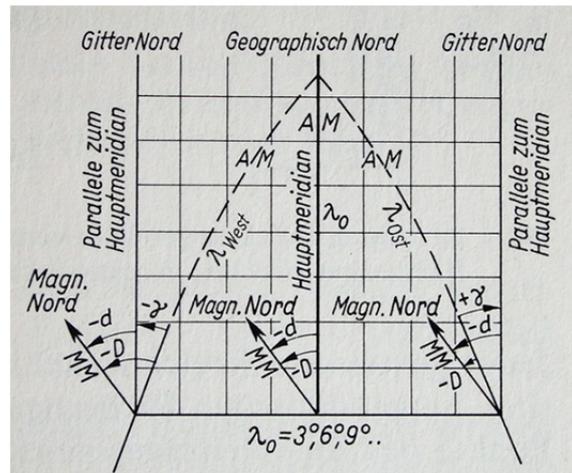
Meridiankonvergenz für UTM-Zone 32, bezogen auf Blattmitte: $+1^\circ 31'$ (östlich)
 Nadelabweichung für UTM-Zone 32 (1.1.2014): $+1^\circ 05'$ (östlich), jährliche Änderung $+8'$
 Magnetische Deklination für UTM-Zone 32 (1.1.2014): $+2^\circ 36'$ (östlich), jährliche Änderung $+8'$
 Beispiel: Die Nadelabweichung für UTM-Zone 32 beträgt am 1.1.2015 $+1^\circ 11'$ (östlich)

Nordrichtungen			
#	★		
Deklination	δ		2014
$+3,69^\circ = +3^\circ 19'$	=	$+59,1'$	ostwärts
Nadelabweichung	N		2014
$+4,38^\circ = +3^\circ 56'$	=	$+70,0'$	ostwärts
Meridiankonvergenz	γ		
$-0,68^\circ = -0^\circ 37'$	=	$-10,9'$	westlich
Jährliche Änderung von Magnetisch-Nord			
$+0,13^\circ = +0^\circ 07,1'$	=	$+2,1'$	ostwärts
Die Werte beziehen sich auf die Mitte des Kartenfeldes NL 33-02-13.			
★	Geographisch-Nord	#	Gitter-Nord
	True North		Grid North

8.4 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 der Deklination. In den Topographischen Karten mit Geodätischem Gitter spielt die Nadelabweichung eine Rolle.

Beachte: Am Mittelmeridian fällt Gitter-Nord mit Geografisch-Nord zusammen. Die Meridiankonvergenz 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.



Deklination D , Nadelabweichung d , Meridiankonvergenz γ , Magnetischer Meridian MM , Astronomischer Meridian AM

[Volquards/ Matthews, Vermessungskunde 2, Teubner Verlag, 1986](#)

Anmerkung: 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- oder Gauss-Krüger-Gitter, muss ich zusätzlich den Einfluss der Meridiankonvergenz mit berücksichtigen. Dies ist der Winkel zwischen Gitter Nord und Geografisch Nord.

Hinweis:

Das Thema der Nadelabweichung bzw. der Missweisung im allgemeinen wird heutzutage noch immer etwas stiefmütterlich behandelt. „In den letzten Jahren haben wir in unserer Region das nicht verwendet, jetzt brauchen wir das auch nicht.“

Orientiere ich mich nur im Gelände ohne eine Karte, nutze ich den Kompass also nur für Peilungen zu einem sichtbaren Ziel, dann kann man ohne Probleme auf die Missweisung verzichten. Da aber heutzutage selbst in Deutschland die Nadelabweichungen einen Betrag von ca 4° Ost im Durchschnitt haben, sollte man sich schon die Zeit nehmen sich dieser Tatsache anzunehmen.

Besonders ausführlich und praxisnah habe ich das in meinem ersten Handbuch „[Orientierung Leichtgemacht](#)“ dargestellt, zumindest habe ich das versucht.

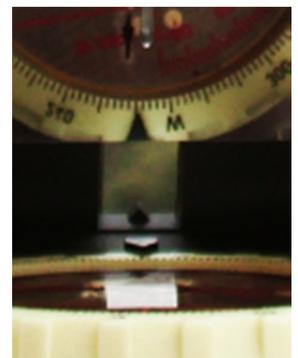


8.4.1 Orientieren im Gebirge mit Vorwärtseinschneiden und Berücksichtigung der Nadelabweichung

Ich möchte den Namen eines Berges bestimmen und kann das nicht so ohne Weiteres durch einen Karten-Gelände-Vergleich tun. Ich benötige zusätzlich einen Kompass. 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°** (gelbe Linie). 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 meinem Kompass **264°**. (einen Kartenwinkelmesser hatte ich leider nicht zur Hand).



Beispiel Gesäuse / Steiermark

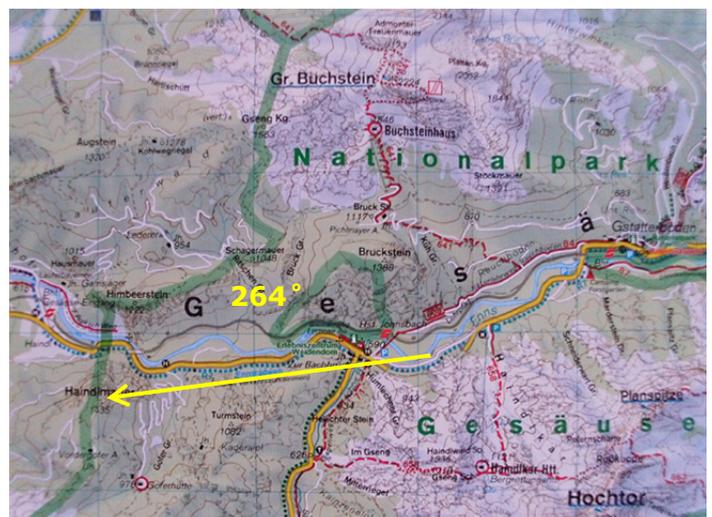


WARUM? Man muss heutzutage die Nadelabweichung berücksichtigen. Im Jahr 2014 hatten wir in der Steiermark (Bad Mitterndorf) folgende Werte:

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

Beachte: bei einer östlichen Missweisung ist der Geländewinkel kleiner als der Kartenwinkel. 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: $260^{\circ} + 4^{\circ} = 264^{\circ}$

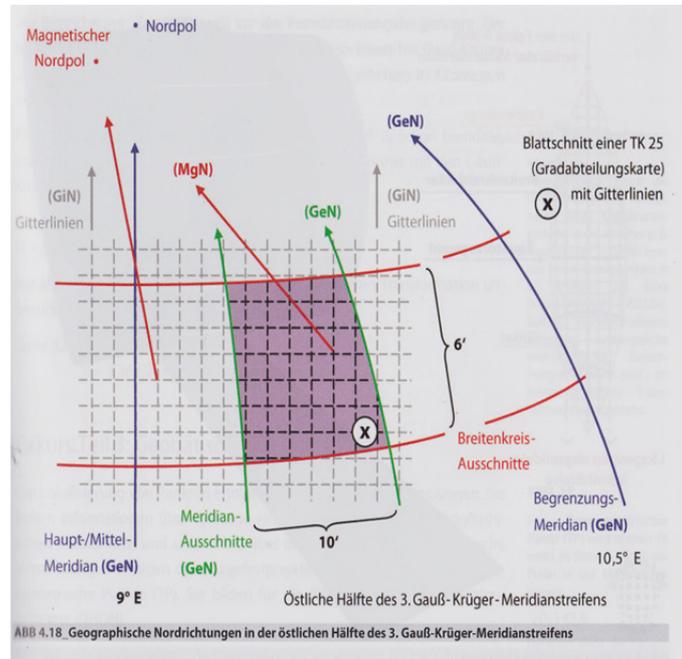
Man darf heutzutage die Missweiskorrektur nicht vernachlässigen und sollte diese bereits im Vorfeld aus der Karte entnehmen bzw. vorab ermitteln. Wie das geht steht auch im Handbuch [Orientierung Leichtgemacht](#).

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

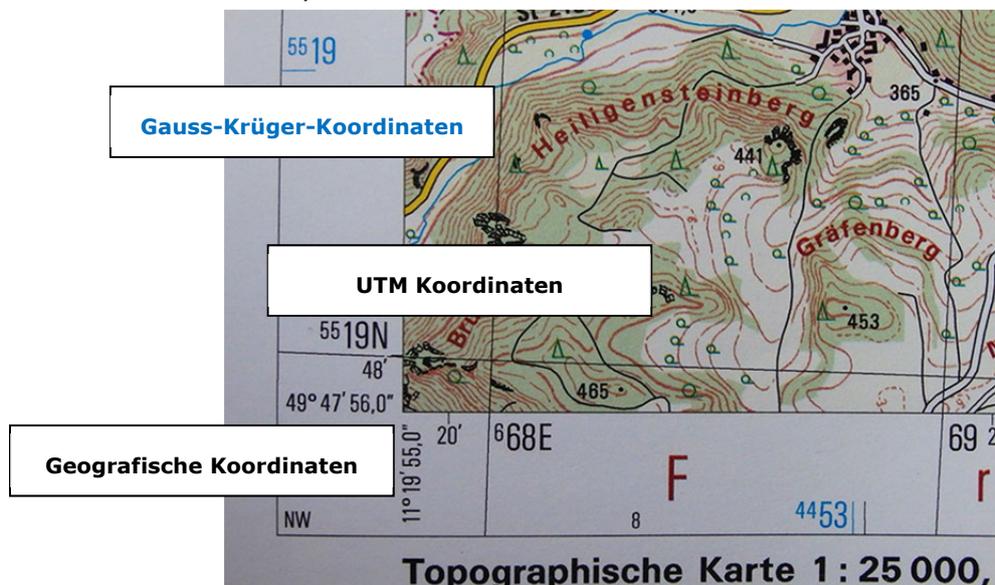
Zur Verdeutlichung der unterschiedlichen Nordrichtungen zeige ich gerne am Beispiel des Gauß-Krüger Meridianstreifens. Man beachte den Magnetischen Nordpol mit den Richtungen Magnetisch-Nord (MgN) und den Geographisch-Nord (GeN). Gitter-Nord (GiN) wird durch das Gitter bestimmt.

Auch sehr schön wird der Haupt-/Mittelmeridian und der Begrenzungsmeridian dargestellt. Bereits angesprochene Details zum Gauß-Krüger-Koordinatensystem siehe bitte [hier](#).



Skizze aus dem Fachbuch von Lukas Wehner, „Wir Kartographen“,perpetuum Publishing

Und am **Kartenbeispiel** ist es wichtig zu sehen wo wir auf der topografischen Karte welches Koordinatensystem finden:



Auszug topografische Karte 1:25.000, Blatt Waischenfeld mit der Angabe der Koordinatensystemen

8.5.1 Das Einnorden der Karte im Geografischen Koordinatensystem

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



Anlegen eines Marschkompasses an die Meridianlinie

Wer hierzu mehr wissen möchte, dem empfehle ich mein erstes Handbuch „Orientierung Leichtgemacht“ mit Kompass, Karte, Schrittzähler, Karten- und Höhenmesser. Dieses kann man frei unter <http://www.orientierung-leichtgemacht.de/> downloaden.

In Nürnberg hatten wir im Jahr 2014 eine Deklination von $2^{\circ}40'$. Je nach Ablesegenauigkeit des Kompasses kann ich diese Missweisung eigentlich noch vernachlässigen. Daher hatte ich Sie damals auch nicht in der Kompasskapsel eingestellt. Im Januar 2018 wird dieser Betrag auf $3^{\circ}5'$ angestiegen sein. Gravierend ist das auch noch nicht, aber wenn man mittels Karte und Kompass ein Rückwärtseinschneiden durchführen muss und das mit einem Kartenblatt mit UTM-Koordinaten, also unter Berücksichtigung der Nadelabweichung durchführt, dann kann der Wert schon mal größer ausfallen und die Ergebnisse je nach Entfernung zum Ziel verfälschen.

Komponente	Wert	Säkularvariation
Deklination*	2° 40'	8.4 arcmin/year
Totalintensität	48602.5 nT	31.0 nT/year
Inklination	65° 17'	0.0 arcmin/year
Horizontalintensität	20324.3 nT	12.6 nT/year
Nord-Komponente	20302.4 nT	10.2 nT/year
Ost-Komponente	943.4 nT	50.2 nT/year
Vertikal Komponente	44148.9 nT	28.3 nT/year

*Negative Deklinationswerte bedeuten eine Abweichung der Magnetnadel nach Westen, positive nach Osten!

Komponente	Wert	Säkularvariation
Deklination*	3° 5'	8.4 arcmin/year
Totalintensität	48695.6 nT	31.1 nT/year
Inklination	65° 17'	0.0 arcmin/year
Horizontalintensität	20362.3 nT	12.9 nT/year
Nord-Komponente	20332.9 nT	10.2 nT/year
Ost-Komponente	1094.1 nT	50.2 nT/year
Vertikal Komponente	44233.9 nT	28.3 nT/year

*Negative Deklinationswerte bedeuten eine Abweichung der Magnetnadel nach Westen, positive nach Osten!

<http://www-app1.gfz-potsdam.de/cqi-bin/iqrf.pl>

8.5.2 Das Einnorden der Karte mit einem Kompass im UTM Koordinatensystem

Die Nadelabweichung ist der Winkel zwischen GiN und MaN. Wenn ich im UTM- oder Gauss-Krüger-Koordinatensystem arbeite, lege ich meinen Kompass **an die Gitterlinie** an und muss die Nadelabweichung berücksichtigen.

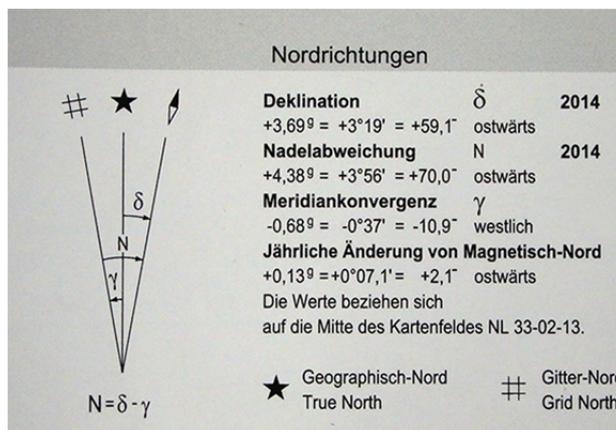
Dieser Winkel ist wie bereits besprochen bei guten topografischen Karten angegeben (siehe unten). Eine Abweichung von 2° kann ich aber bei einer Kompass-Ablesegenauigkeit von 1° beruhigt vernachlässigen. So genau kann ich die Richtung beim Orientieren praktisch nicht einhalten. (Ich zumindest nicht ☺). Daher wurde Sie in diesem Beispiel nicht eingestellt.



Anlegen eines Marschkompasses an ein Geodätisches Gitter

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.



Angabe der Nordrichtungen mit dem Betrag der jährlichen Veränderungen

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 dem Deklinationsrechner vom Helmholtz-Zentrum in Potsdam ein: <http://www-app3.gfz-potsdam.de/Declinationcalc/declinationcalc.html>. Man erhält im Juli 2011 folgenden Wert:

+2°1' östliche Deklination, (das entspricht in einer Dezimalzahl ausgedrückt: 2,0166°).

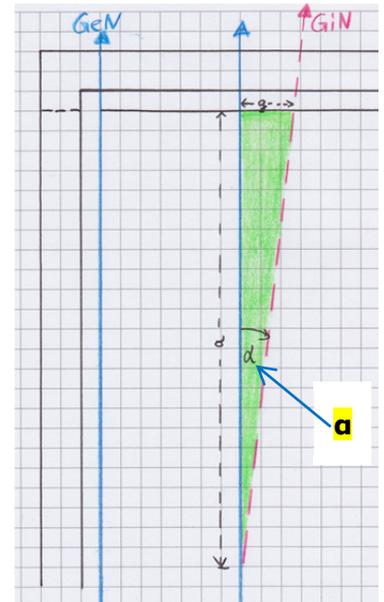
Die **Meridiankonvergenz** für die Orientierung erhält man durch einfache Rechnung aus der Topografischen Karte. [Die Berechnung der Meridiankonvergenz \$\alpha\$](#) wird dieser Stelle im Handbuch beschrieben. In diesem Kartenblatt sei gegeben:

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), hier als g bezeichnet
- Höhe: 300 mm (von Oberkante bis Schnittpunkt beider Linien auf der Karte), hier als a bezeichnet

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

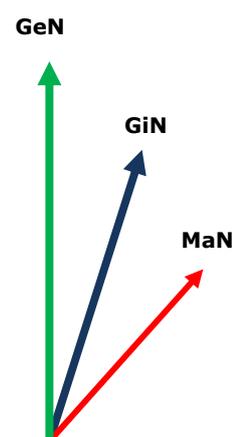
Wie komme ich auf den Wert α ? Ich habe den Wert $0,02833^\circ$ mit dem Taschenrechner errechnet. Nun brauche ich den $\arctan 0,02833^\circ$. Das ist so nicht auf dem Taschenrechner verzeichnet. Entweder man nutzt eine Tangententabelle oder man drückt auf dem Taschenrechner die **\tan^{-1}** Taste, meistens gleichbedeutend mit der Tastenfolge: **2nd tan**.



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

Nach der geografischen Länge des Punktes mit **11° 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 $+2,016^\circ$
- **Nadelabweichung**, Winkel GiN und MaN) beträgt somit $0,393^\circ$



und konnte **im Jahr 2011 in diesem Kartenblatt** zu diesem Zeitpunkt vernachlässigt werden. Eine Skizze ist hier hilfreich um den Wert mit dem richtigen Vorzeichen zu bestimmen.

8.5.3 Einstellen der Missweisung in einer Kompasskala

Eingestellt werden 4 Grad Ost, in der Regel ist das eine heutzutage gängige Nadelabweichung in unserer Region. Doch das kommt natürlich auf das Kartenblatt und die Lage zum Hauptmeridian an (Meridiankonvergenz ☺).

Bei diesem Suunto MC-2 Kompass wird, ähnlich wie beim alten Recta Kompass, (Recta aus der Schweiz wurde ja verkauft), die Einstellung der Missweisung in der Kompasskapsel selber vorgenommen. Durch das Verdrehen einer kleinen Schraube auf dem Kapselboden wird die innen liegende Skala mit den N-S Linien, der Nord-Markierung für die Missweisung und der Inklinometerskala, die gleichzeitig auch die Missweisungsskala ist, verdreht. In unserem Fall um 4 Grad OST.

ohne Deklinationskorrektur

Deklinationskorrektur 4Grad OST



Nun wird nur noch die aus der Karte ermittelte Marschrichtung, hier im Beispiel sind es 41°, an der Ablesemarke eingestellt. Der Nordteill der Magnetnadel wird nun nicht auf die Nordmarkierung des Drehrings durch Drehen des ganzen Kompasses in Übereinstimmung gebracht, sondern mit der Nordmarkierung der Missweisung auf dem Kapselboden.

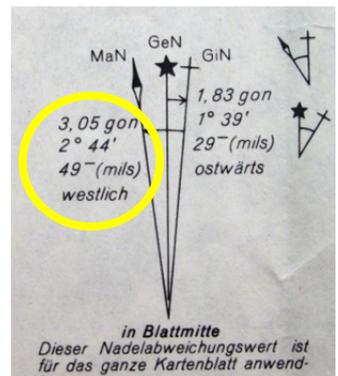
Wie man im Bild erkennen kann ergeben 4° Differenz in einer Ableseung eine seitliche Abweichung am Ziel. Sehen wir nun das Ziel nicht und haben wir keine Anschlußsicht, verlassen wir uns auf einer weiten Strecke nur auch die Richtungsanzeige unseres Kompasses, so kann das die Folge haben unser Ziel nicht zu erreichen.

		Missweisung							
		1	2	3	4	5	8	10	15
E n t f e r n u n g	100	1,75	3,5	5,25	7	8,75	14	17,5	26,25
	250	4,36	8,72	13,08	17,44	21,8	34,88	43,6	65,4
	500	8,72	17,44	26,16	34,88	43,6	69,76	87,2	130,8
	750	13,1	26,2	39,3	52,4	65,5	104,8	131	196,5
	1000	17,45	34,9	52,35	69,8	87,25	139,6	174,5	261,75
	1500	26,18	52,36	78,54	104,72	130,9	209,44	261,8	392,7
	2000	34,91	69,82	104,73	139,64	174,55	279,28	349,1	523,65
	3000	52,4	104,8	157,2	209,6	262	419,2	524	786
5000	87,3	174,6	261,9	349,2	436,5	698,4	873	1309,5	

Seitlicher Fehler in [m] bei gegebener Entfernung [m] und Missachtung der Missweisung in [°], mathematische Ermittlung nach dem Tangenssatz: $\tan(\alpha) * \text{Ankathete} = \text{Gegenkathete}$ (die seitliche Abweichung).

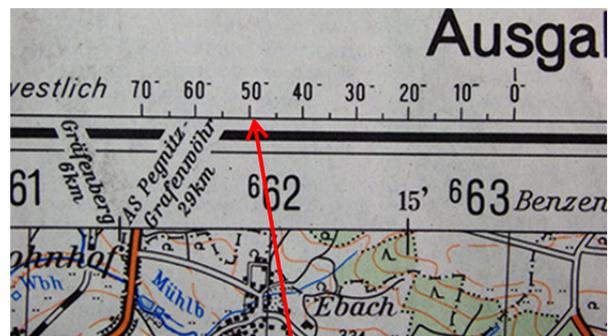
8.5.4 Die Vereinfachung der Arbeit mit einer Topografischen Karte bei einer größeren Nadelabweichung

Anhand eines Beispiels einer Topografischen Karte aus den 1980er Jahren kann hier eine Vereinfachung für das Einnorden der Karte dargestellt werden. Folgende Werte sind auf dem Kartenblatt aufgeführt:



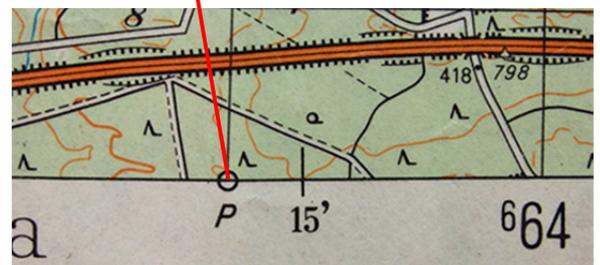
Wir hatten daher eine Nadelabweichung von 2°44' WEST oder in Strich ausgedrückt 49 Strich WEST. Dieser Wert war für das ganze Kartenblatt anwendbar.

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.

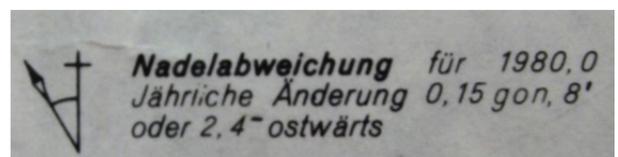
Diese Einteilung diente der Bestimmung von Magnetisch Nord (MaN). Die aufgeführte Nadelabweichung von 49 Strich WEST wird nun auf der Skala angemarkert, der Punkt „P“ nun mit dem Skalenwert 49 Strich WEST durch eine Linie miteinander verbunden.



Zusammenschnitt des Kartenblattes zur Darstellung

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 abziehen!

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

9 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**, eine Art mathematische Auswertung der Karte und das
- **Kartenlesen**, eine geographische Auswertung durch Wahrnehmung und Deutung

Die Wahrnehmung des Karteninhaltes, d.h. die 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.

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.

Hier im **Beispiel** rechts die Kläranlage an der Staatsstraße 2185 mit einer direkten Zufahrt in einem Talabschnitt. Wir erkennen braune nahezu parallel verlaufende Linien, die Höhenlinien. Aufgrund einer bezifferten Höhenlinie und deren Ausrichtung als auch mittels einer Höhenkote können wir diese Kläranlage einem Talabschnitt zuordnen. Sie liegt, wie auch nicht anders zu erwarten, abseits von weiteren Niederlassungen, Gehöften oder weiteren Orten. Der Nordteil ist bewaldet und relativ stark ansteigend, im Süden ist der Anstieg im Großen und Ganzen relativ flach. Direkt an der Kläranlage verläuft ein Bach, der parallel zur Staatsstrasse ST 2185 verläuft.



Auszug aus topografischer Karte
1:25.000

In der Regel reicht es aus wenn wir die Legende der Karte zu Beginn eingehend studieren und uns mit den Symbolen eingehend vertraut machen. Nach meiner Erfahrung reicht es in ca. 85 bis 90% aller Fälle aus eine Wanderung nur mit einer Karte durchzuführen. Für eine Orientierung im flachen bis hügeligen Gelände, bei einer Tagestour unter normalen Bedingungen können wir meistens auf weitere Hilfsmittel verzichten. Man sollte Sie aber dabei haben.



Hinweis: Sind wir zu einer Bergwanderung unterwegs oder haben wir ein unübersichtliches Gelände vor uns welches problematisch werden könnte, dann sollte man immer weitere Hilfsmittel bei sich tragen und den Gebrauch dieser Hilfsmittel auch beherrschen! Dazu zählen Kompass, Schrittzähler, Höhenmesser, Kartenwinkelmesser, Kartenmesser und natürlich ein GPS Gerät. Sie schmunzeln? - Mancher Bergwanderer verdankt seinem GPS-Gerät seine schnelle Rettung aus einer misslichen bis gefährlichen Lage.

9.1 Orientierung im Gelände mit der Karte

9.1.1 Orientierung der Karte nach markanten Geländemerkmale

Mit einer 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 helfen einem bei der Orientierung.

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.



Orientierung im Erzgebirge bei guter Sicht, Bilder sind vergrößert, Strecken von 1.000m bis 6.000 m zum Ziel

9.1.2 Wandern und Orientieren mit dem Karten-Gelände-Vergleich

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 auch 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. Man sollte in so einem Fall einen GPS-Empfänger nutzen ☺. **BEACHTE:** 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)

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?



Das Halten einer Karte zur Orientierung mit dem Karte-Gelände-Vergleich

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.**

9.1.3 Orientierung mit Auffang- und Leitlinien

In diesem wichtigen Kapitel werden die Grundlagen für eine einfache und schnelle Orientierung im Gelände angesprochen. Mit Hilfe eines Kompasses können viele weitere einfache Tricks zusätzlich angewandt werden. Diese ist in diesem Handbuch nicht das Thema, ich möchte mich daher hauptsächlich auf Tricks mit der Karte und auf eine grundlegende Kompassnutzung beschränken. Weitergehende detaillierte Informationen zum Umgang mit Karte und Kompass finden Sie im Handbuch „[Orientierung Leichtgemacht](#)“.



9.1.3.1 Die Auffanglinie

Auch wenn ich versuche in einem unübersehbaren Gelände so gut als möglich die Richtung einzuhalten und alle Möglichkeiten des optimalen Wanderns nutze - ohne Auffanglinien und Querlinien werde ich mein Ziel nicht immer problemlos erreichen können. Dies geschieht mittels Auffang- und Leitlinien. Was ist nun eine **Auffanglinie**?

Eine Auffanglinie ist ein Geländemerkmale, welches auf der Karte eingezeichnet ist und mich indirekt aber sicher zum Ziel führt. Das kann ein Feldweg, eine Hochspannungsleitung, eine Schneise, 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 während des Marschierens aber nicht 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 (Hügel, Maisfeld, hohes Gras, hohe Hecken versperren mir die Sicht,...) dann sollte ich nicht direkt auf den Zielpunkt marschieren, sondern links oder rechts davon anhalten und mich dann beim Auftreffen auf die Auffanglinie neu orientieren und 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.



Funktionsweise einer Auffanglinie

Nutze ich dazu keinen Kompass kann es besonders im unübersichtlichen Gelände ohne eine Anschlußsicht zu Fehlern in der Orientierung kommen. Ich kann die Richtung nicht einhalten und laufe Gefahr einen leichten Rechts- oder Linksdrall zu haben. Ich gehe, wenn es gut läuft, nicht im Kreis aber auf jeden Fall in die falsche Richtung. **Vorteil:** ich verpasse nicht mein Ziel und laufe nicht in die falsche Richtung, falls ich doch das Ziel verfehle.



Mit dem Kompass durch den Wald ohne Anschlußsicht

9.1.3.2 Die Leitlinie

Nicht immer können wir einen beschilderten Wanderweg folgen. Entweder weil keiner vorhanden ist, oder weil wir einfach querfeldein laufen wollen. In diesem Fall kommt es manchmal dazu, dass wir „plötzlich“ vor einem Hindernis stehen und nicht genau wissen, wie es weiter geht. Entweder wir umgehen das Hindernis, siehe auch mein Handbuch „[Orientierung Leichtgemacht](#)“, oder wir suchen uns eine Leitlinie um an das Ziel zu gelangen.

Eine **Leitlinie** im Gelände kann so ziemlich alles sein. Der Verlauf eines Baches oder auch der eines Waldrandes, ein Maisfeld, ein begehbarer Höhenrücken im Gebirge Ein kleiner Umweg ist oftmals der sichere und schnellere Weg zum Ziel.

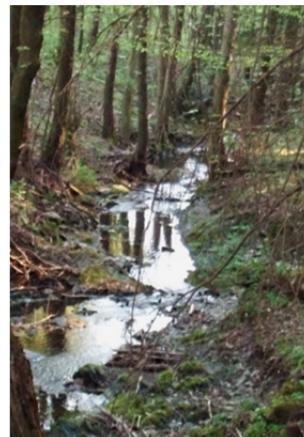
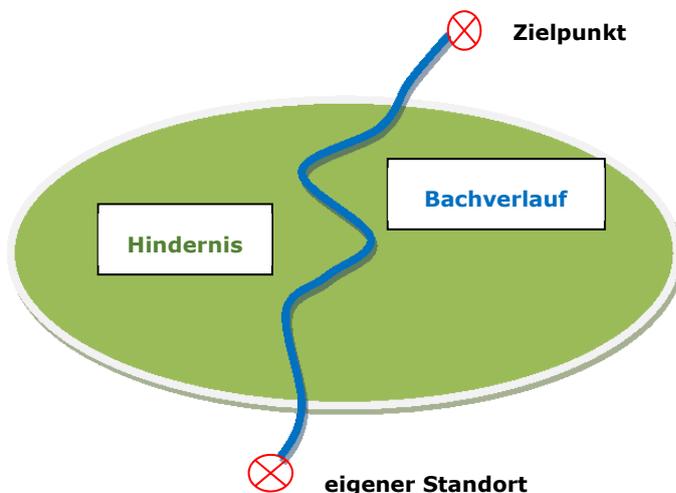


Quer durch den Wald sollten nur ausgebildete Pfadfinder gehen ☺



Entlang des Waldrandes kommt man meistens ohne großen Zeitverlust ans Ziel

Bin ich nun aber mitten im Hindernis, z.B. mitten im Wald, dann kann es sinnvoll sein einfach einem Bachlauf zu folgen um auf einfachen Weg das Ziel zu erreichen. Dieser ist oftmals auch in der Karte verzeichnet, sodass wir beim Verlassen des Waldes auch wissen wo wir genau sind.



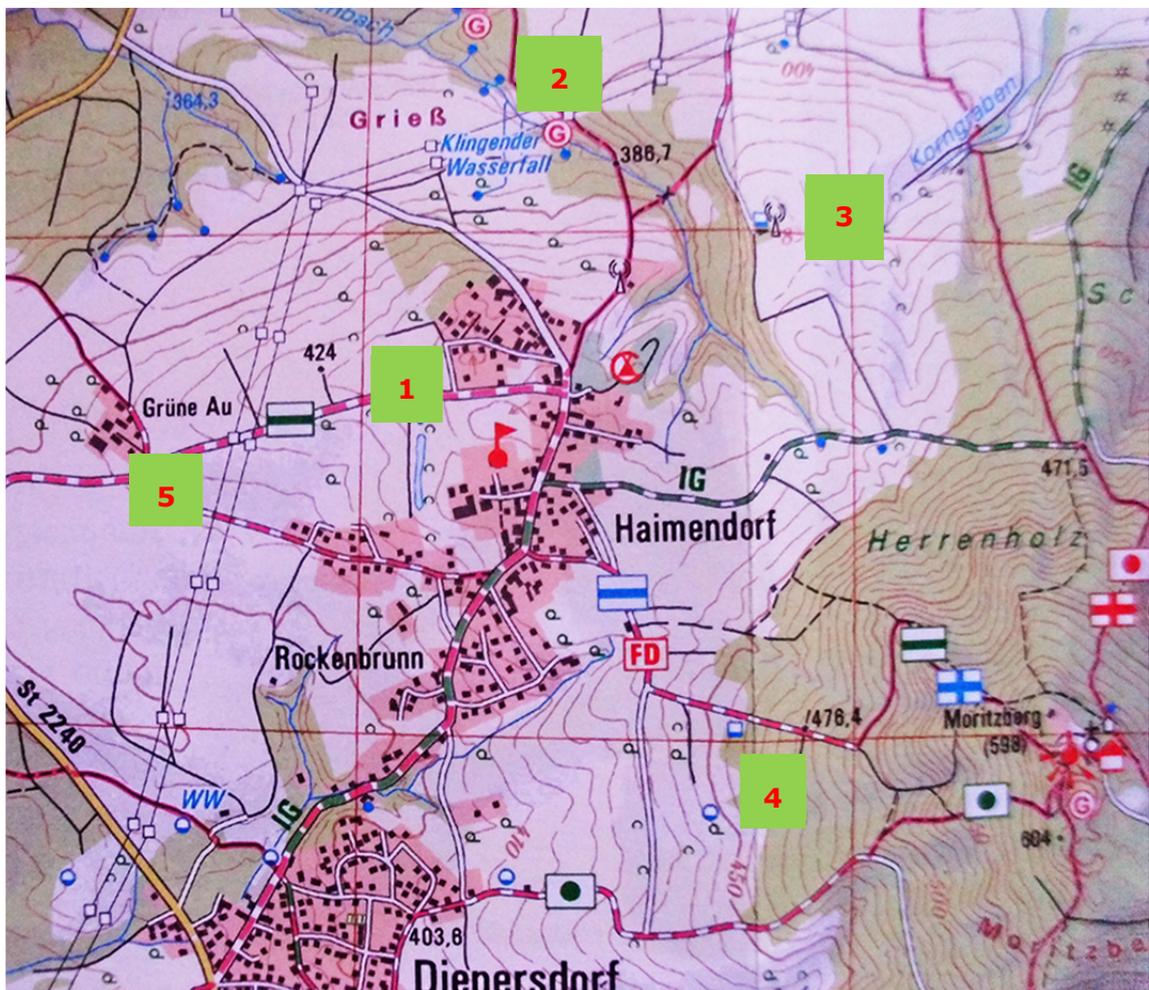
einfaches Beispiel für eine Leitlinie, die uns sicher durch ein Hindernis führt

9.1.3.3 Einfaches Beispiel für das Orientieren nach Leit- und Auffanglinien

Um die 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 Freunden und Bekannten von der geplanten Tour erzählen. Eventuell die Tour sogar in schriftlicher Form dort hinterlegen! Damit man im Ernstfall von unseren ehrenamtlichen Rettern auch gefunden wird.

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 Handbuch „[Orientierung Leichtgemacht](#)“)
- 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, dem Waldrand entlang
- überqueren der Auffanglinie Strasse
- Nutzen von Wegen als Leitlinie und
- entlang des Hüttenbaches zum Punktziel „Klingender Wasserfall“
- Marschstrecke ist auf der Karte rot markiert.



An sich ist eine Strasse kein besonderer Punkt um diese besonders hervorzuheben. Wenn man aber ohne Anschlußsicht aus einem Wald herauskommt, dann bleibt man, wie wenn man eine Bremse bei einem STOPP-Schild tritt, beim Auftreffen auf diese hier quer verlaufende Strasse stehen. Man kann sich nun in Ruhe neu orientieren und geht nicht zu weit. Die **Straße dient als Auffanglinie**.



Sicht wenn man aus dem Wald herauskommt

Einen **Weg als Leitlinie** zu nehmen ist wahrscheinlich das, was ein Jeder unwillkürlich nutzt ohne groß darüber nachzudenken. Kein Wanderer würde auf die Idee kommen querfeldein durch ein Maisfeld zu gehen, wenn man außen herum einen Weg als Leitlinie verwenden kann. Das ist nicht so kräfteraubend und viel leichter in der Orientierung, da Anschlußsichten wahrscheinlich vorhanden sind. Es sei denn, man muss seinen Weg so wählen, dass man nicht gesehen wird. Aber das ist eine andere Geschichte. Wir haben es mit Wanderern zu tun und müssen uns nicht verbergen.



Wege als Leitlinie

Im Hintergrund sehen wir bereits eine weitere Möglichkeit sich zu Orientieren. Hochspannungsmasten und auch dementsprechende Leitungen. Mit Blick auf die Karte lässt sich nun abschätzen inwieweit man diese Merkmale als Leitlinie auch mit in die Planung mit einfließen lassen kann. Schließlich kann man diese Hochspannungsleitungen auch bei ungünstigen Witterungsbedingungen noch einigermaßen gut erkennen und leiten uns auch durch schlechte Sichtverhältnisse zum Ziel. Ach ja, und bevor jemand sagt, dass man unter Hochspannungsleitungen nicht messen kann, bitte lesen Sie das entsprechende Kapitel im Handbuch „[Orientierung Leichtgemacht](#)“. Das gilt nur für Gleichstrom und nicht für Wechselstrom ☺.



Leitlinie Weg mit Hochspannungsmasten im Hintergrund als neue Leitlinie



der Hüttenbach



das Punktziel Klingender Wasserfall

Und ist man im Wald und sieht vor lauter Bäumen keinen Weg mehr bzw. ist keiner vorhanden, wir wollen ja schließlich ein kleines Punktziel im Wald aufsuchen, dann macht eine weitere Leitlinie einen Sinn, sofern uns diese zum Ziel führt. In unserem Fall ist das der Hüttenbach. Da wir den „Klingenden Wasserfall“ suchen, ist es natürlich logisch dem Verlauf des Baches entgegen der Fließrichtung zu folgen.

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.

Hinweis: In jedem Fall ist es hier sinnvoll in kurzen zeitlichen Abständen einen Karten-Gelände-Vergleich durchzuführen. Man sollte bei der Routenwahl auch immer daran denken, dass der kürzeste Weg nicht immer unbedingt der einfachste und beste Weg ist. Manchmal macht es einfach Sinn entlang der Höhenlinie in Serpentinaufstiegen auf den Hügel zu laufen als den geraden aber steilen Weg.

Zielpunkt [3]: Erreichen des Funkmasten und des Wasserbehälters

Von unserem 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 **Seitwärtseinschneiden** von einer Standlinie (Waldrand) zur Kirche in Schönberg durch. Ein Kompass ist hier ein nützliches Hilfsmittel um den eigenen Standort durch ein Seitwärtseinschneiden zu bestimmen. Grob kann man das auch mit einem Karten- Geländevergleich tun. Siehe auch mein Handbuch „[Orientierung Leichtgemacht](#)“.



Anschlußsicht Kirche in Schönberg



die Peilung (Seitwärtseinschneiden)



Ablesung 29°



Wegegabelung mit



Sicht zum Funkmasten



Wegstrecke mit Ziel

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 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.



Weg zum 2ten Wasserbehälter



Ermitteln der Marschrichtung

Wie das Ermitteln der Marschrichtung aus der Karte funktioniert steht im Handbuch „[Orientierung Leichtgemacht](#)“



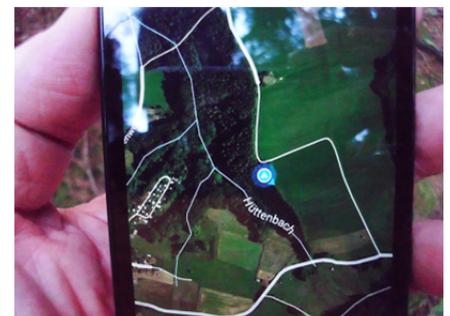
Übertragen der Richtung ins Gelände



das Zwischenziel Waldeingang

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

Ohne Anschlussicht, 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 den Gebrauch eines GPS-Empfängers, der auch unter schlechten Voraussetzungen die Koordinaten anzeigt.

Wir verlassen nun 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.



Einfache Waldwege als Leitlinien

Den Leitlinien Waldweg zu folgen stellt wahrscheinlich niemanden vor einer größeren Herausforderung.

Zielpunkt 4: Erreichen des Wasserbehälters Nr 2

Zielpunkt 5: zurück zum Startpunkt / Parkplatz

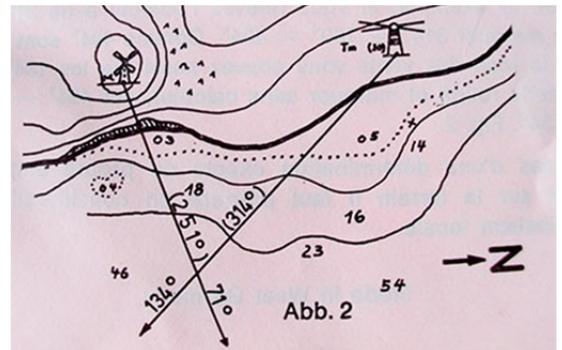


Ziel erreicht: Wasserbehälter NR 2

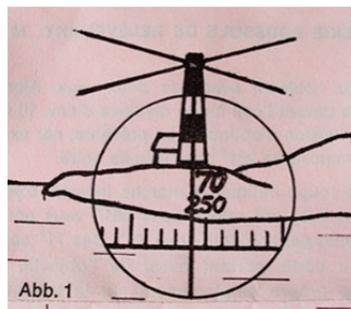
9.1.4 Bestimmen des eigenen Standortes per Kreuzpeilung mit und ohne Kompass:

Orientierung der Karte mit einem Kompass

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 sich kreuzenden Linien bezeichnet den eigenen Standort. Daher der Name **Kreuzpeilung**. In meinem Handbuch „[Orientierung Leichtgemacht](#)“ wird das Verfahren mit dem Kompass genau beschrieben.



Peilkompass M107F von WILKIE aus den 1960er Jahren



ein mögliches Ziel

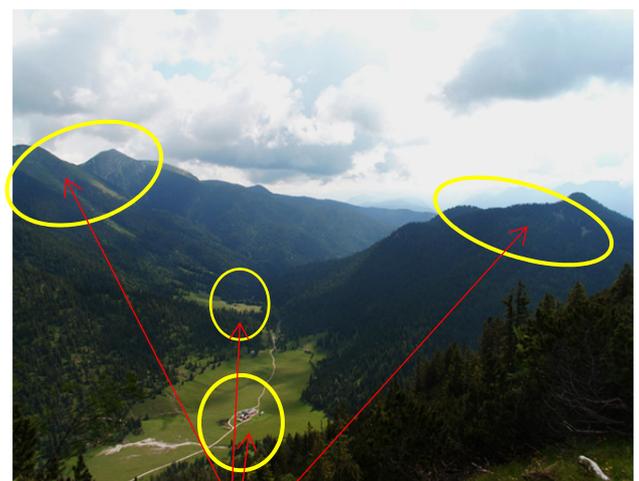


die Ablesung (schwarz) und Gegenrichtung (rot)

Orientierung der Karte ohne einen Kompass

Auch **ohne einen Kompass** kann man die Karte anhand von markanten Geländemerkmale einnorden. Hierzu macht man das gleiche wie bei der Kreuzpeilung. Man richtet die Karte nach den Geländemerkmale aus und versucht aufgrund der gedachten Schnittlinien seinen eigenen Standort auf der Karte zu lokalisieren.

Natürlich kann man sich anhand des Sonnenstandes und der Uhrzeit auch die Suche etwas erleichtern indem man schon vorab die Himmelsrichtung Süden ermittelt. Auch hier empfehle ich mein Handbuch „[Orientierung Leichtgemacht](#)“



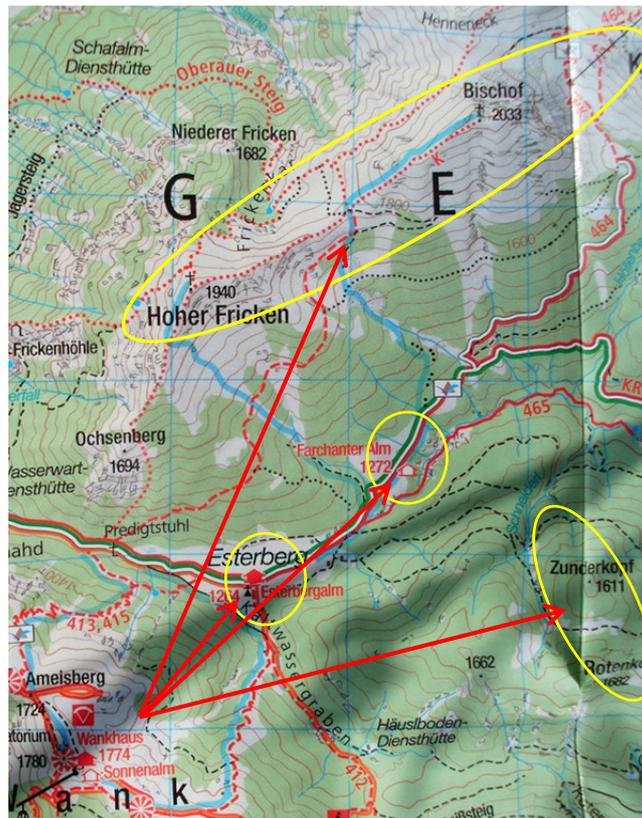
Eigener Standort

Panoramaansicht zum folgenden Kartenbeispiel

Beispiel zum vorausgegangenen Bild

Wir stehen auf dem Wank, einem Panoramaberg nahe Garmisch-Partenkirchen. Wie sehen vor uns eine Bergalm direkt im Tal. Im weiteren Verlauf können wir eine weitere Alm nach einem Waldstück direkt am Weg erkennen.

Zu unserer linken Hand erkennen wir eine Reihe von Gipfeln, die über unserem Standort liegen. Wir selber stehen auf ca 1.720 Metern. Das ist für die Ausrichtung der Karte nicht unbedingt notwendig, aber für den Standort wie wir später noch sehen werden hilfreich. Zu unserer rechten Hand haben wir einzel stehende Berge, die nicht auf unserer Höhe sind.

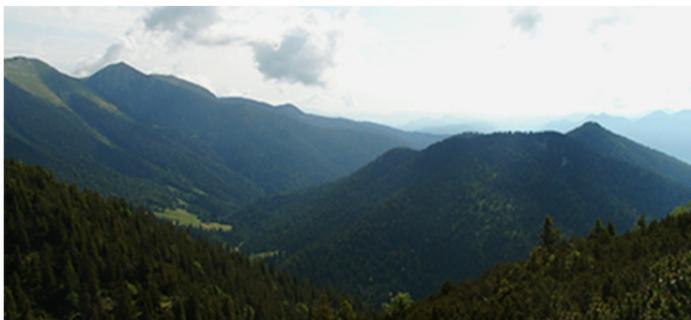


Vergleiche ich nun die Karte mit den Höhenzügen und meinem gedachten Standort, nehme ich die Lage der beiden Almen hinzu kann ich die Karte entsprechend meiner Blickrichtung ausrichten und sogar eine einfache Standortermittlung aufgrund der Höhenlinien durchführen.

Somit kommen gleich zum nächsten Thema:

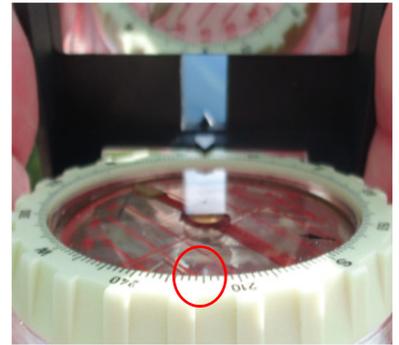
9.1.5 Orientieren im Gebirge mit einem Höhenmesser

Ich befinde mich auf einem Wanderweg im Gebirge, habe Anschlußsichten zu den umliegenden Bergen, weis aber nicht genau wo ich mich befinde. Der Höhenmeter zeigt mir eine Höhe von 1.820m an.



gleicher Panoramaberg, anderer Standort

Ich habe eine Peilung zu einem Gipfel von 40° (Hier im Bild leider nur am Gegenrichtungswinkel von 220° zu erkennen, rot markiert).

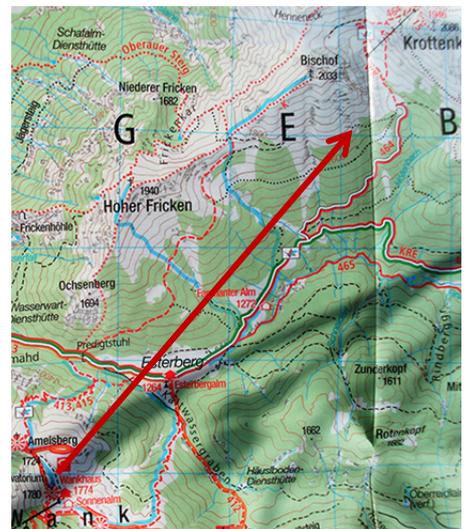


Einfache Peilung zu einem Gipfel

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

Es ist nicht einfach im Gebirge einen Berg von dem anderen zu unterscheiden. Besonders wenn man im Flachland zu Hause ist. Viele Gipfel liegen nebeneinander und sehen alle gleich aus. Unterstützen kann uns hier eine einfache Peilung mittels eines Spiegelkompasses, den man genauso wie ein GPS Gerät bei einer Tour in den Bergen dabei haben sollte.

Ich führe als erstes einen Karten-Gelände-Vergleich durch und kann in etwa sagen wo ich stehen müsste. Dann eine Peilung zu einem eindeutig identifizierbaren Berg. Dieser sollte alleine stehen, eine markante Form haben und mittels Entfernung einzigartig zur Identifizierung sein. Jetzt sollte ich die Nadelabweichung am Kompass einstellen, sofern noch nicht geschehen und eine Peilung zu dem Berg durchführen. Ich erhalte im Gegensatz zu Rückwärtseinschneiden keinen Schnittpunkt bzw. ein Fehlerdreieck, sondern nur eine Linie, die ich am besten mittels Bleistift in die Karte einzeichne.



Peilung zu einem Berg

Nehme ich nun meinen Höhenmesser heran kann ich die Höhe auf diesem ablesen. Vergleiche ich nun meine eingezeichnete Linie (die Richtung zum Berg) mit dem Höhenprofil der Karte, kann ich nun feststellen wo ich stehe.

ACHTUNG: der analoge Höhenmesser sollte vorab an der Talstation oder an einer Referenzhöhe (Höhenkote) 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.



Einstellen des Höhenmessers an einer Höhenkote

Habe ich ein GPS-Gerät mit im Gepäck, welches funktionierende Batterien hat, dann kann ich mir den ganzen Aufwand sparen und auf das Display sehen. Ich habe dann meine UTM-Standort-Koordinaten mit der vorgegebenen Ungenauigkeit des Systems. Aus **Sicherheitsgründen** empfehle ich bei einer Tour in den Bergen neben der Landkarte und einem Handy sowohl einen Kompass als auch ein GPS-Gerät mit dabei zu haben. Hinterlassen Sie immer zusätzlich auch die Tourenroute beim Hotel oder bei einer vertrauenswürdigen Person!

9.1.6 Orientierung nach den Höhenlinien mittels 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 und auf der Karte die Äquidistanzen der Höhenlinien.



Blick zur Kirche in Hallstatt

Beispiel 2: Aussichtsplattform Scharfberg mit Blick zum Attersee



Mittels Karten-Gelände-Vergleich können Rückschlüsse auf den Standort getroffen werden. Der gelbe Pfeil ist die Blickrichtung ©.

Beispiel 3

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



Blick zur Spinnerin



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 ☺.

9.1.7 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.

9.1.7.1 Ablesen von Höhenwinkeln im Gelände:

In der Fluiddose meines Kompasses ist ein beweglicher schwarzer Zeiger eingearbeitet. Diesen nennt man Inklinometer. Er zeigt zum Erdmittelpunkt. Daher kann man an der Skala in der Kompasskapsel die Steigung bzw. das Gefälle in Grad ablesen. Hier sind es 22° Steigung.



Sportkompass 6649 von Eschenbach Optik, 1990er Jahre

Man winkelt den Spiegelkompass wie rechts im Bild an und visiert die Bergspitze oder ein ähnliches Ziel mit Kimme und Korn der Visiereinrichtung an. Nun muss ich nur noch den Winkel, der in der Kompasskapsel an der Höhenskala angezeigt wird, im Spiegel ablesen.



K&R Spiegelkompass ALPIN, 2009

Anmerkung: Der Sportkompass 6649 von Eschenbach, das Vorgängermodell zum Kompass Alpin von K&R, ist in Zusammenarbeit mit Bergführern bereits in den frühen 1990er Jahren entwickelt worden und daher auch für diese Zielgruppe sehr gut geeignet.

Eine Skala auf dem Kompassdeckel gibt uns aufgrund der Gradzahl die Steigung in Prozent an. Die gemessenen 22° entsprechen 40% Steigung. Auf 100 Meter Strecke haben wir also 40 Meter Höhendifferenz. Aufgrund der Funktionalitäten dieses Kompasses ist er für längere Touren optimal geeignet. Der Deckel dient gleichzeitig als Schutz für die Kompasskapsel.



Inklinometer beim Peilkompass Meridian Pro

Beim Peilkompass Meridian Pro kann man die Steigung und gleichzeitig die Anzeige in Prozent an der seitlich angebrachten Skala ablesen. Aufgrund des Gewichts ist dieser Kompass für längere Wanderungen aber nicht so gut geeignet.

9.1.8 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.



Ablesung der Steigung aufgrund der Lage der Höhenlinien in Grad

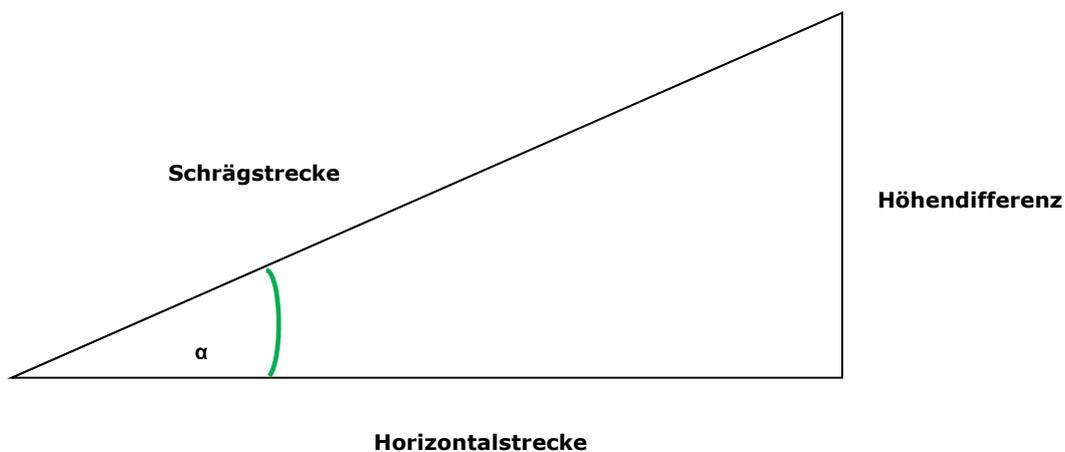
Hier muss man natürlich den Kartenmaßstab berücksichtigen. Auch bei diesem Kompassmodell kann ich auf dem Deckel die Steigung in Prozent ablesen. Die Steigung zwischen diesen Höhenlinien beträgt bei meiner TK 1:25.000 **30°**, in Prozent ausgedrückt knapp 60%. Nur zum Klettern geeignet-

Verlängerung der Schrägstrecke in Abhängigkeit von der Steigung

Wenn wir auf unsere Karte sehen, dann können wir aufgrund der Strecke auf der Karte und dem Maßstab die Strecke in der Natur ermitteln. An sich ist das richtig. Doch befinden wir uns im hügeligen Gelände oder gar im Gebirge stimmt dieser Sachverhalt nicht mehr zu 100%.

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.

Zur Veranschaulichung dient folgende Skizze:



Einfache Annahme: ich habe eine Strecke von 100 Meter als Horizontalstrecke aus der Karte entnommen und die Höhenunterschiede welche mir auf der Karte als Höhenlinien angezeigt werden. Diese Höhenunterschiede entsprechen unterschiedlichen Steigungen im Gelände. Mit einem Blick auf die Tabelle wird klar, dass bei steigender Höhendifferenz und somit auch mit einer größeren Steigung die Schrägstrecke, d.h. die Strecke die wir im Gelände auch wirklich laufen, länger wird. Diese ist länger als auf der Karte angezeigt wird.

Höhenunterschied [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 ich pro 100 Meter mehr laufen muss, wenn ich folgende Steigung habe:

Mathematische Grundlage:

Die Ermittlung erfolgt durch einfache Winkelberechnung und Streckenberechnung im **rechtwinkligen Dreieck** mit der sin Funktion.

Berechnen des Winkels α :

$$\tan(\alpha) = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}} = \frac{\text{Höhenunterschied}}{\text{Horizontalstrecke}}$$

Anmerkung: Den Winkel α erhalte ich, in dem ich auf dem Taschenrechner das Ergebnis mit der Tastenfunktion „2nd tan“ bzw. „tan⁻¹“ belege.

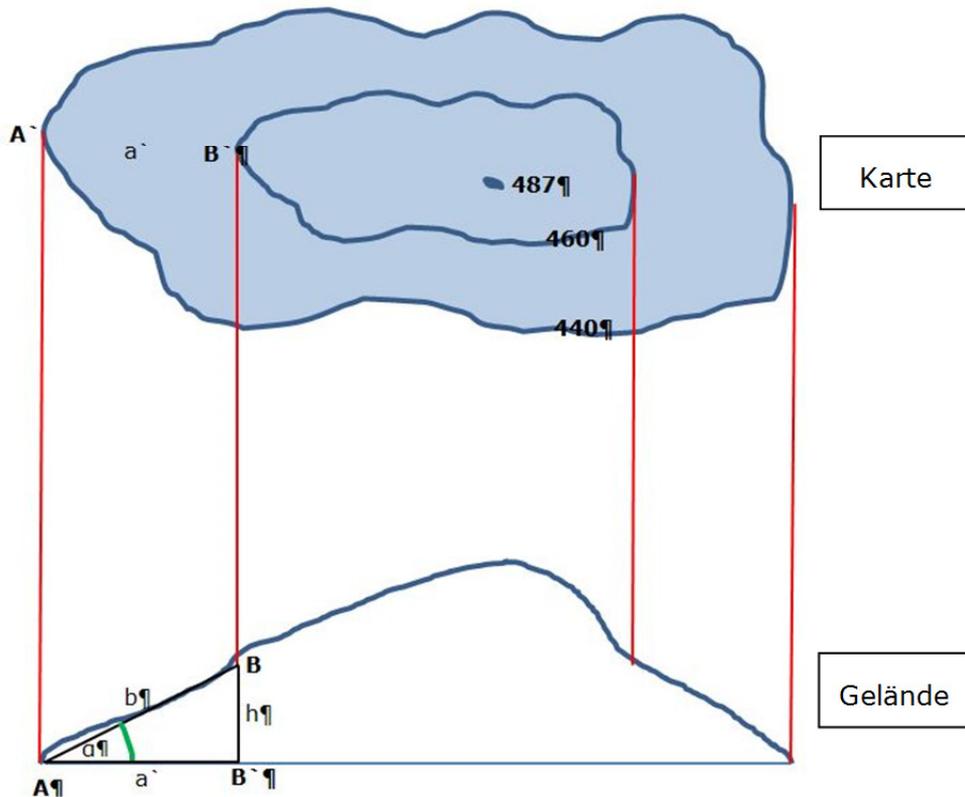
Berechnen der Schrägstrecke:

$$\sin(\alpha) = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypothense}} = \frac{\text{Höhenunterschied}}{\text{Schrägstrecke}}$$

$$\text{Schrägstrecke} = \frac{\text{Höhenunterschied}}{\sin(\alpha)}$$

9.1.9 Der Geländewinkel – Ermittlung mittels Geländedreieck

Hat man keinen Kompass mit einer Äquidistanzskala oder einen Kartenwinkelmesser zur Hand, so kann man den Geländewinkel auch auf einem anderen Weg ermitteln. Dies ist aber eher der Tourenplanung zu Hause vorbehalten. Man benötigt einen Taschenrechner oder man verwendet die Näherungsformel für eine einfache Berechnung. Auf unserer Karte sehen wir Höhenlinien und wir möchten den **Geländewinkel α** bestimmen. Dieser bestimmt die Steigung unserer Wanderung. Dabei ist **a'** die Horizontalstrecke (auf der Karte) zwischen den Punkten **A'** und **B'**. Die Äquidistanzlinien haben einen Höhenunterschied von **$h = 20\text{m}$** . **b** ist die Strecke, welche wir im Gelände gehen müssen.



Allgemein gilt:

$$\tan(\alpha) = \text{Höhenunterschied} / \text{Horizontalstrecke} = h / a' \text{ damit ist } \alpha = \arctan(h/a')$$

$$\text{oder als Näherungsformel: } \alpha = 60 h / a'$$

Beispiel: für eine Kartenstrecke $a' = 300\text{ m}$ und einem Höhenunterschied $h = 20\text{ m}$ ergibt sich:

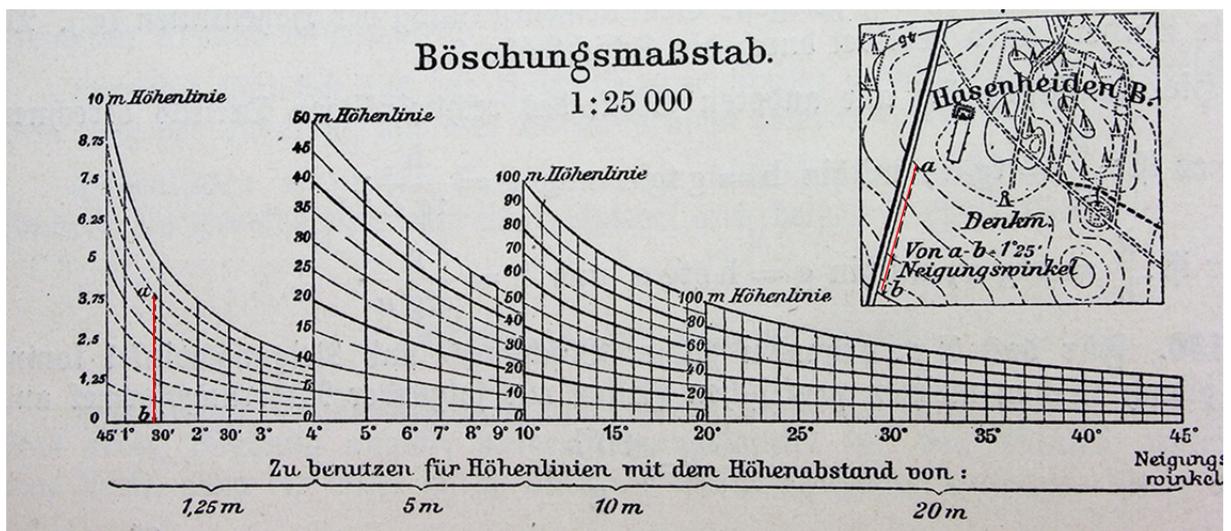
- mathematische Lösung: $\alpha = 3,81^\circ$
- Näherungsformel: $\alpha = 4,00^\circ$

Anmerkung: Im Sinne der größtmöglichen Genauigkeit empfiehlt es sich die Karte nicht im Kartenmaßstab zu analysieren sondern fünf oder 10 fach vergrößert. Diese Form der Ermittlung des Geländewinkels wird wohl eher die Ausnahme sein. Der Vollständigkeit halber habe ich sie aber mit aufgenommen.

9.1.10 Der Böschungsmaßstab

Auf alten Meßtischblättern und auch auf alten Karten aus den 1930er Jahren mit dem Maßstab 1:50.000 haben wir oftmals auf dem unteren Kartenrand einen Böschungsmaßstab. Mit diesem kann man den Neigungswinkel des Geländes bestimmen. Hierzu nutzt man einen Stechzirkel. Man greift die Grundrissentfernung, hier im Beispiel die Entfernung **ab** aus der Karte, ab. In unserem Beispiel hat diese Strecke ab auf der Karte einen Höhenunterschied von 7,5 Meter.

Nun geht man in die Skala die der Äquidistanz entspricht. In unserem Fall die Höhenlinien mit einer Höhendifferenz von 1,25 m. Dort greift man bei der Linie mit dem Höhenunterschied von 7,5 m den Neigungswinkel auf der waagrechten Achse ab. In unserem Fall sind das ca. $1^{\circ}25'$.

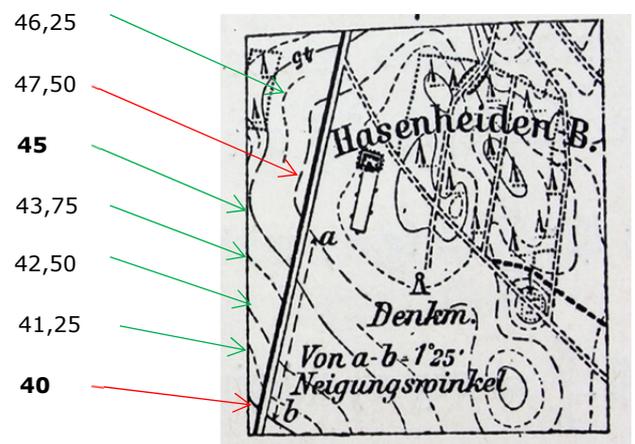


Quelle Skizze: Gustav Baumgart, Gelände und Kartenkunde, Verlag Mittler & Sohn, 1938

Erläuterung der Höhenlinien:

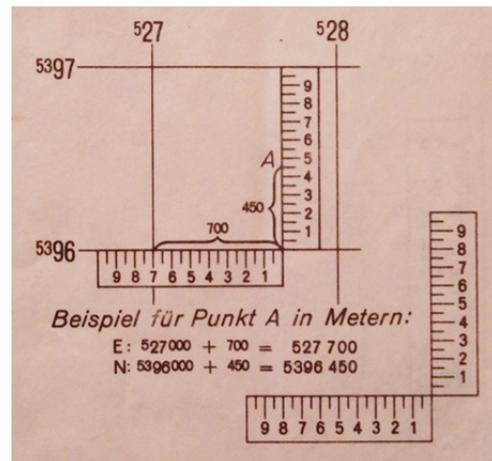
Woran erkennt man nun, dass es sich um Höhenlinien mit einer Äquidistanz von 1,25 m handelt?

Hierzu muss man sich nur die Form der Höhenlinien ansehen - sie sind gestrichelt. Alle 5 m sind sie stärker und durchgehend dargestellt. Man vergleiche hierbei die Skala mit dem Böschungsmaßstab bei 1,25 m. Aufgrund der Anordnung der Höhenzahl (45, oben links ☺) ist die Anordnung der Höhenlinien und somit auch die Steigung im Gelände klar definiert. Punkt b liegt auf der Höhenlinie mit dem Wert 40 m, Punkt a auf der Höhenlinie mit dem Wert 47,5 m.



9.2 Der Planzeiger zum Ermitteln der Koordinaten aus der Karte

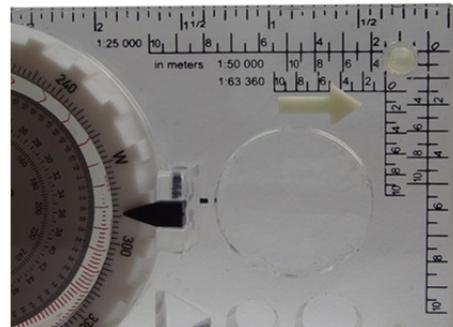
Der Planzeiger dient dazu, die Lage eines Punktes auf der Karte für einen anderen Benutzer der gleichen Karte exakt zu beschreiben. Einen Planzeiger findet man z.B. auf der Grundplatte eines Spiegel- und Lineal-kompasses aber auch auf einem **Kartenwinkelmesser**. In der Vergangenheit gab es auf den Kartenblättern auch einen Planzeiger zum Ausschneiden. Zum ersten mal hatte ich damit bei unserem Professor für Kartographie Herrn Neugebauer Bekanntschaft gemacht. Damals dachte ich mir, ich zerschneide doch mine Karte nicht, doch wenn man das genauer betrachtet, dann hatte das durchaus seinen Sinn.



Planzeiger zum Ausschneiden

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

In unserem Kompassbeispiel (rechtes Bild) 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.

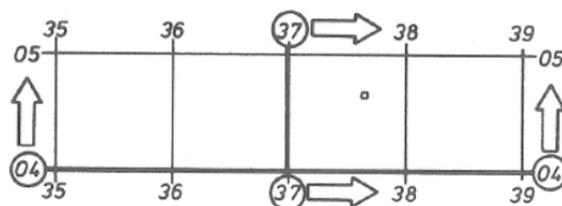


Planzeiger von K&R-Alpin Pro

Wie lese ich die Koordinaten?

Wie bereits kurz erwähnt benötigen wir für die Ablesung ein Geodätisches Gitter. Ein [UTM-](#) oder [Gauß-Krüger-Koordinatensystem](#) wäre von Vorteil, wenn wir den Planzeiger einsetzen. Es gibt einen Rechtswert (Ostwert) und einen Hochwert (Nordwert). Je nach Koordinatensystem gibt es unterschiedliche Bezeichnungen.

- **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.



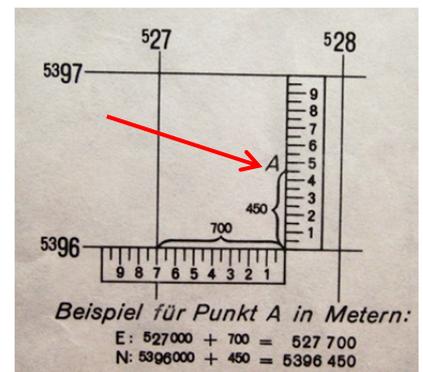
Schema der Ablesung von Geodätischen Koordinaten

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 waagerechten Gitterlinie dem linken oder rechten Rahmen.

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

Bei **Gauß-Krüger-Koordinaten** sprechen wir von Rechts- und Hochwert, bei den **UTM -Koordinaten** von East und North.



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 grob bestimmt:

- Zone: 32U (aus dem Kartenblatt)
- Ostwert: 674xxx
- Nordwert: 5491xxx...



Nun benötigen wir den genauen Wert. Die roten Ziffern zeigen uns die Koordinaten des UTM-Systems, die schwarzen Ziffern gehören zum Geografischen Koordinatensystem.



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

Die Ablesung erfolgte über einen Planzeiger eines Kompasses (hier ein hochwertiger Silva Kompass). Die Ablesung am Planzeiger in schwarzer Farbe bietet bei den neuen Topografischen Karten einen guten Kontrast zum Hintergrund. Oder man verwendet einen Kartenwinkelmesser.

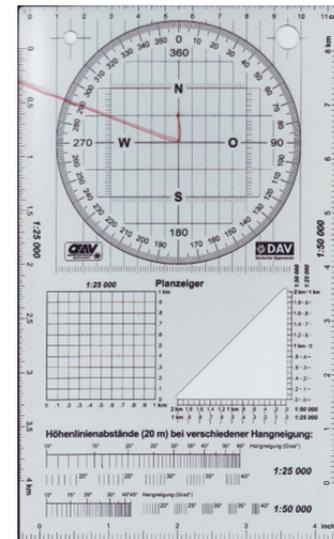
9.3 Der Kartenwinkelmesser - ein universelles Instrument für die Orientierung mit der Karte

Sofern ich keinen Planzeiger auf meinem Kompass habe, kann ich die geodätischen UTM- bzw. Gauß-Krüger-Koordinaten auch mittels eines Kartenwinkelmessers ermitteln. Mit diesem habe ich viele Möglichkeiten, die mir das Leben zur Orientierung erleichtern.

Es gibt auf dem Markt viele unterschiedliche Modelle. Ein gängiger ist der vom Deutschen Alpenverein. Er kostet etwa sieben EUR und kann im Fachhandel erworben werden. Er ist einfach zu handhaben und sehr vielseitig im Gebrauch.

Die Schablone ist biegsam und eine Vielzahl an Skalen, Strichen und Anlegekanten zur Verfügung.

Was kann ich alles mit so einer Schablone machen?



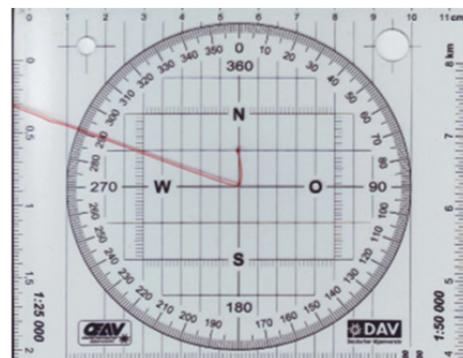
Kartenwinkelmesser DAV

Messen	Ermitteln
Richtung und Gegenrichtung	Eigene Standortbestimmung mittels Kreuzpeilung, Vorwärts- und Seitwärtseinschneiden Grundlage zur Ermittlung der örtlichen aktuellen Nadelabweichung im Einklang mit der Messung im Gelände mittels Peilkompass
Höhenlinienabstände messen mittels Äquidistanzskala	Steigung und Gefälle aus der Karte
Lineal	Horizontalstrecke aus der Karte
Planzeiger 1:25.000 und 1:50.000	geodätische Koordinaten (UTM und Gauß-Krüger)

Das Ermitteln von Richtungen aus der Karte

Legt man die 360 Grad Skala mit dem Zentrum auf einen Punkt in der Karte und verbindet man von diesem Punkt einen Zielpunkt die der zentriert angebrachten Peilschnur kann man die aus der Karte ermittelte Richtung zum Ziel direkt an der Skala ablesen.

Wie man damit praktisch arbeitet habe ich im Handbuch [Orientierung Leichtgemacht](#) etwas genauer dargestellt.



360 Grad Skala zur Ablesung von Richtungen aus der Karte

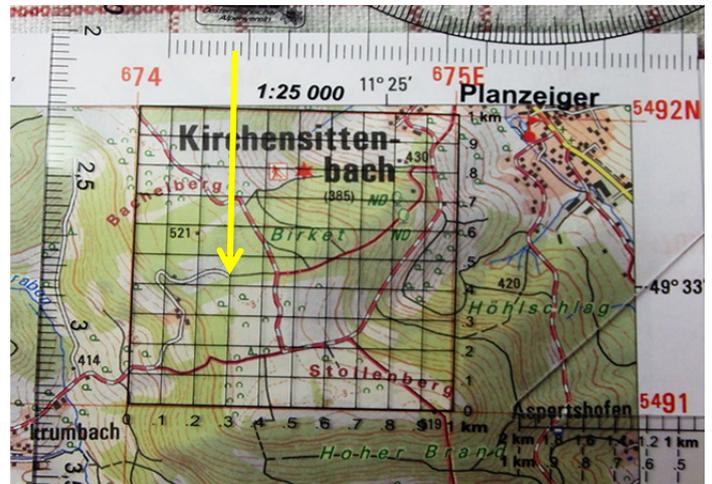
Ermitteln der geodätischen Koordinaten

Ich lege dazu den Planzeiger des Kartenwinkelmessers deckungsgleich auf das Gitter-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 erfolgt relativ einfach:

- Zone: 32U
- Ost: 674300
- Nord: 5491435...

Die Werte differieren leicht zur Ablesung mit den ermittelten Werten 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.



Der Planzeiger 1:25.000 passt genau in das Gitter der topografischen Karte 1:25.000

BEACHTEN die folgende Fehlerquelle: Bitte beim Anlegen des Planzeigers 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.

Ermitteln der Äquidistanz (die Abstände der Höhenlinien bei unterschiedlicher Hangneigung)

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.



9.4 Das einfache Messen von Strecken auf der Landkarte

9.4.1 Das Kurvimeter

Einige Hersteller wie die Freiburger Präzisionsmechanik, Silva oder auch Kasper & Richter haben bereits vor sehr vielen Jahrzehnten mechanische (analoge) Geräte produziert, mit denen man Strecken auf der Landkarte abfahren und an dessen Anzeige man diese Strecke ohne Probleme ablesen kann. Das Kurvimeter arbeitet nach dem Prinzip des Zählrades.

Neben Geraden können auch Kurven ohne Mühe abgefahren werden. Etwas Sorgfalt und eine ebene Unterlage ist für ein gutes Ergebnis aber notwendig. Man nennt diese kleinen und handlichen Geräte Kartenmesser oder auch Kurvimeter. Mit deren Hilfe kann man seine Wanderung bzw. Tour im Voraus planen. Mittels einem kleinen Rädchen wird die geplante Tour auf der Landkarte abgefahren und an der Skala die Strecke in Kilometer abgelesen.

Hierzu muß man beachten, dass die Ablesung der Strecke an dem Maßstab der Skala abgelesen wird die dem der Karte entspricht. Ich muss dem Abfahren der Strecke auf der Karte 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.



K&R 1970er Jahre



K&R 1970er Jahre



Freiburger Präzisionsmechanik
1960er Jahre

Anmerkung: Bedeutend für die Produktion eines solchen Kurvimeters ist natürlich die Mechanik. Die Übersetzung der abgefahrenen Strecke mittels kleiner Zahnrädchen im Inneren muss exakt mit der angezeigten Strecke übereinstimmen. Das Material der Zahnrädchen und deren Verarbeitung bestimmen die Genauigkeit. Wird das kleine Rädchen zum Abfahren der Strecke beschädigt, kann man den Kartenmesser schon nicht mehr verwenden.

9.4.2 Die Anlegekante beim Kompass

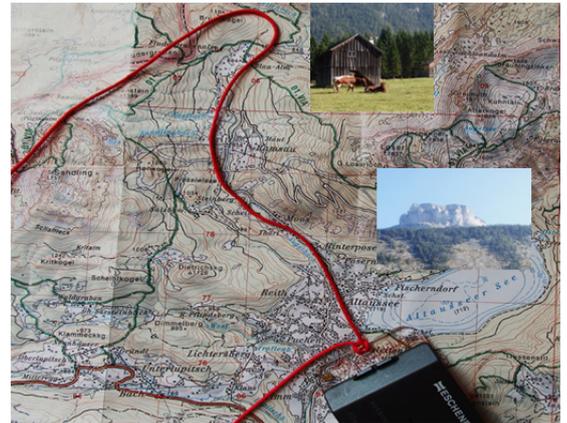
Um gerade Strecken auf der Karte abzulesen haben viele Kompass an der Seite ein Lineal angebracht. Mit Deckel hat man bei einem Spiegelkompass ein Lineal von fast 20 cm Länge zur Verfügung. Man legt die Null Markierung auf den Startpunkt und liest den Wert auf dem Zielpunkt ab. Dabei kann man den Wert in cm mit Blick auf die Karte bequem ablesen. Die Naturstrecke erhält man durch Multiplikation der Streckenlänge auf der Karte (cm) mit der Maßstabszahl. Natürlich bekommt man mit so einem Kompass nur die Luftlinie. Diese ist natürlich wesentlich kürzer als die eigentliche Laufstrecke.



Kompass der Freiburger Präzisionsmechanik

9.4.3 Die Kompass-Schnur und der Grashalm

Ich habe keinen Kurvimeter zur Hand will aber **im Gelände** für die Planung meiner Tour zwei oder drei verschiedene Strecken auf die Entfernung überprüfen. Manche Kompass haben noch statt des heute üblichen Halsbandes (Lanyard) eine nützliche dünne Schnur. Man kann dazu die dünne Schnur dem Streckenverlauf gut anpassen und der Länge nach anlegen. Die Ablesung der Streckenlänge kann entweder am Anlegelineal des Kompasses erfolgen, am Linearmaßstab der Landkarte oder am Gitternetz. 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 den man nacheinander mehrmals anlegt.



9.4.4 Der Stechzirkel

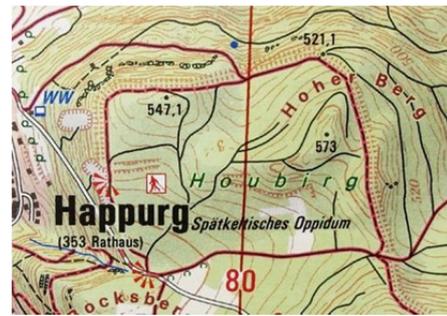
ist eine weitere Möglichkeit **gerade und kurvige Strecken** auf der Karte zu ermitteln. Allerdings haben die Wenigsten im Gelände einen Zirkel bei sich und eventuelle Ungenauigkeiten führen zu Folgefehlern bei der Ermittlung der richtigen Streckenlänge. Bei einer geraden Strecke wird eine vorab eingestellte Entfernung mehrmals durch Umgreifen wiederholt abgesetzt und somit die Entfernung genau ermittelt. Natürlich muss dazu die zuerst abgegriffene Strecke des Stechzirkels bekannt sein.



Abgreifen von geraden Strecken durch Umgreifen mit dem Stechzirkel

Natürlich kann man mit dem Steckzirkel auch **kurvige Strecken** genau ermitteln.

Beispiel: Wir wollen den Wanderweg bei Happurg um die Houbirg, einer spätkeltischen Ansiedlung, von einem Aussichtspunkt zum anderen messen. Dazu benötigen wir einen Steckzirkel. Hierzu erweitern wir jeweils die „Breite des Steckzirkels“. Hier die Vorgehensweise:



Ermittlung der Streckenlänge bei einem kurvigen Kurs



Bild 1



Bild 2



Bild 3

Bild 1: Man greift zunächst die Strecke Start (Happurg) zum Zwischenziel 1 (ZZ 1) ab.

Bild 2: Die Zirkelspitze bei ZZ 1 bleibt stehen und die Spitze Startpunkt wird zu einem neuen Punkt positioniert. Dieser neue Punkt sollte in der Flucht zur neuen Strecke ZZ 1 zu ZZ 2 sein.

Bild 3: Nun wird einfach die Breite des Steckzirkels mit der Zirkelspitze von ZZ 1 zu ZZ 2 erweitert.



Die gleiche Vorgehensweise erfolgt nun bei der kompletten Strecke. Sollte diese länger sein, so misst man die Breite des Steckzirkels und notiert den Wert um mit der Messung neu fortzufahren. Die einzelnen Streckenlängen werden summiert.

In unserem Beispiel erhalten wir folgendes Ergebnis für die Streckenmessung rund um die Houbirg 8,7 cm.

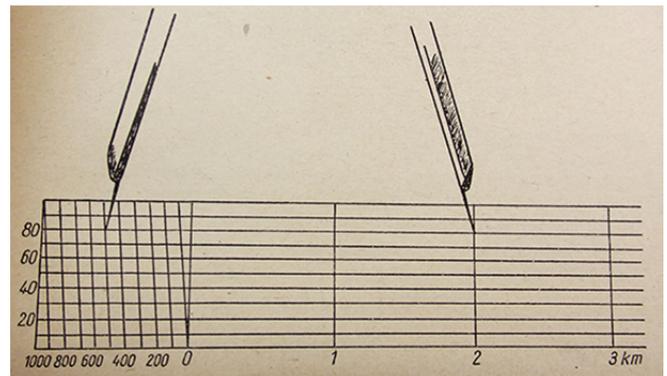
8,7 cm Länge (Zirkelbreite) bei einem Maßstab 1:25:000 entspricht 2,17 km. Eine Kontrollmessung mit dem Kurvimeter (re) ergibt in etwa das gleiche Ergebnis.



Ablesung

9.4.5 Anwendung des Stechzirkels mit dem Transversalmaßstab

Ohne die zu ermittelnde Strecke mit dem Lineal zu messen und dann mit dem Kartenmaßstab zu rechnen könnten wir einen Maßstab verwenden, der bis Mitte der 1950er Jahre verwendet wurde. Man kann diesen auch noch heute selber erstellen. Hierzu sollte man Millimeterpapier verwenden. Dieser Maßstab hat bei einer Karte von 1:25.000 die Basis 4 cm (4 cm in der Karte entsprechen 1 km in der Natur), jede waagrechte und transversale (schräge) Linie hat den Abstand von 4 mm.



Quelle Bild: Die praktische Kartenkunde, Verlag Sport und Technik, 1958

Beispiel: Auf einer Karte sollen 2.580 m abgegriffen werden (siehe Skizze oben). Die dazugehörige Weite des Stechzirkels werden wir mit dem Transversalmaßstab ermitteln. Zuerst kümmern wir uns um die 580 Meter.

Die rechte Zirkelspitze setzen wir auf die Null-Linie. Mit der linken Zirkelspitze suchen wir den Wert 580. Diesen finden wir auf der transversale Linie mit dem Schnittpunkt bei den Werten 500 in der Waagrechtchen und 80 in der Senkrechten. Die linke Zirkelspitze bleibt bei Wert 580 fest stehen. Um nun den Wert 2.580 einzustellen müssen wir nun einfach nur die rechte Zirkelspitze vom Wert Null auf 2 km setzen.

„Als Zeichenhilfsmittel waren die Transversalmaßstäbe bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts weit verbreitet. Sie wurden in Messingplatten gestochen, doch auch auf manchen Papier- oder Kartongeräten (z. B. Winkelmessern) aufgedruckt. Die Verwendung der Maßstäbe war auch deshalb praktisch, da es sie in allen verschiedenen Maßeinheiten gab. Damit konnte man trotz der Vielfalt der damals selbst in einem Land gleichzeitig verwendeten Längenmaße ohne Umrechnung zwischen Maßeinheiten hin und her wechseln.“ Quelle <https://de.wikipedia.org/wiki/Transversalmaßstab>

Anmerkung: Gekrümmte Strecken sind auf Karten mit einem kleinen Maßstab generalisiert dargestellt. Sie werden daher immer verkürzt und geben nicht die tatsächliche Strecke an. Ebenso muss man im hügeligen Gelände beachten, dass die horizontale Strecke nicht der tatsächlichen Strecke entspricht.

9.5 Die Tourenplanung mittels Karte im Vorfeld einer Tour

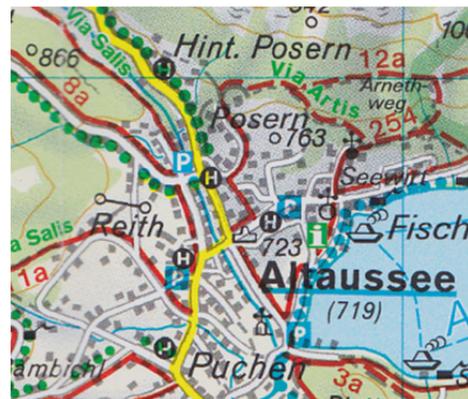
Wenn man sich seinen Marschweg vor Beginn einer Tour oder einer Wanderung aussucht sollte man sich generell folgende Fragen zur Route stellen:

- Welchen Weg soll man einschlagen um an das Ziel zu gelangen?
- Wie kommt man am schnellsten voran? Besonders die **Höhenlinien** müssen für eine gute Tourenplanung 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?
- Ist die Tour einigermaßen festgelegt dann halte ich diese schriftlich fest und gebe diese an eine **vertrauenswürdige Person** weiter. Es kann immer was passieren und die Rettung ist dann zumindest über die geplante Route informiert.



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.

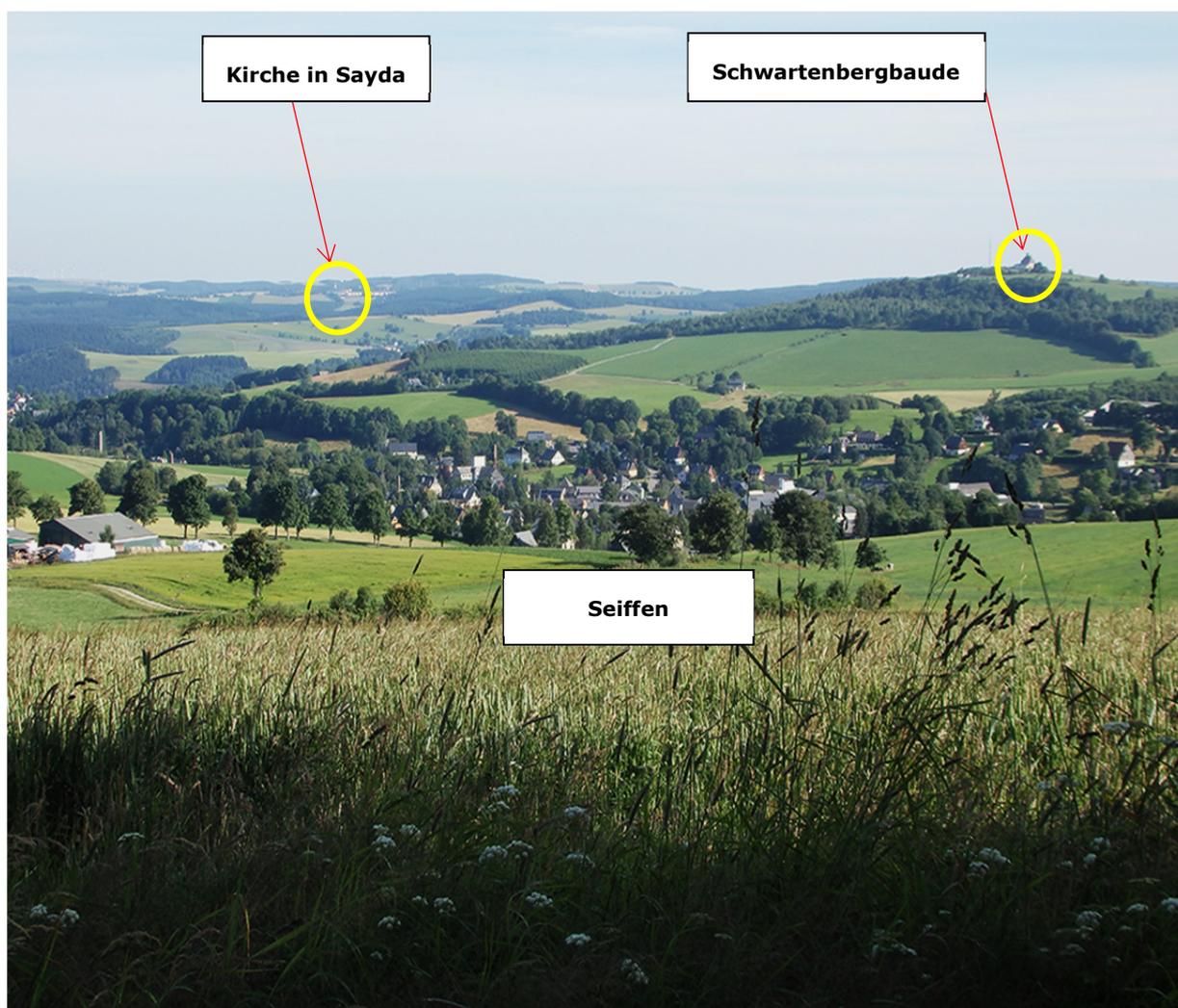
Eine Topografischen Karte 1: 50.000, welche in der Regel mit den Buchstaben TK abgekürzt wird, umfasst ein Gebiet von vier Karten TK 1:25.000, kann natürlich nur das Wesentliche mit zeigen. Viele Objekte werden generalisiert bzw. nicht mit aufgeführt. In der Karte TK 1:25.000 sind alle wichtigen und auch kleineren 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 in der Steiermark.



Man sollte nach Möglichkeit aktuelles Kartenmaterial verwenden. Sicherlich kann man auch mit einer älteren Karte ans Ziel gelangen, aber aufgrund von äußeren Einflüssen kann sich das Landschaftsbild schnell ändern und einem die Orientierung erschweren.

9.5.1 Die Tourenplanung im Detail

Bereits im Vorfeld einer Wanderung oder einer Tour sollten wir uns mit unserem Weg oder einfach nur mit dem Start- und Zielpunkt auseinandersetzen. Am besten man macht das zu Hause oder auf der Hütte mittels Karte. Wenn wir nun aber schon im Gelände stehen, dann kann uns auch folgende Situation betreffen. Nehmen wir also mal an wir stehen auf dem Ahornberg und blicken ins Gelände. Zuerst müssen wir uns orientieren. Wo ist unser Standort und wo wollen wir hin? Und dann welcher Weg führt uns sicher ans Ziel? Wir sehen die Ortschaft vor uns – Seiffen am Erzgebirgskamm:



Rechts vor uns auf der Kuppe befindet sich eine „Schutzhütte“, die Schwartenbergbaude. Wir sehen einige Hügel und im Hintergrund unser Ziel, die Kirche in Sayda. Aufgrund der Geländestruktur sehen wir das komplette Gelände nicht ein. Große Flächen hinter den Anhöhen und weit entfernte Gebiete sind nicht mit dem Geländeblick zu analysieren. Viele Gebiete bleiben dem Beobachter „verborgen“. Werfen wir einen Blick auf die Karte, dann erkennen wir aufgrund der Höhenlinien und entsprechend der Wege, dass unser Ziel nicht so ohne Weiteres erreichbar ist. Laut Karte haben wir eine Luftlinienentfernung von 37,2 cm. Das entspricht bei unserem Maßstab 1:25.000 einer realen direkten Entfernung von 9,3 km. Erfahrungsgemäß wird die Wanderung um einige Kilometer länger sein ☺.

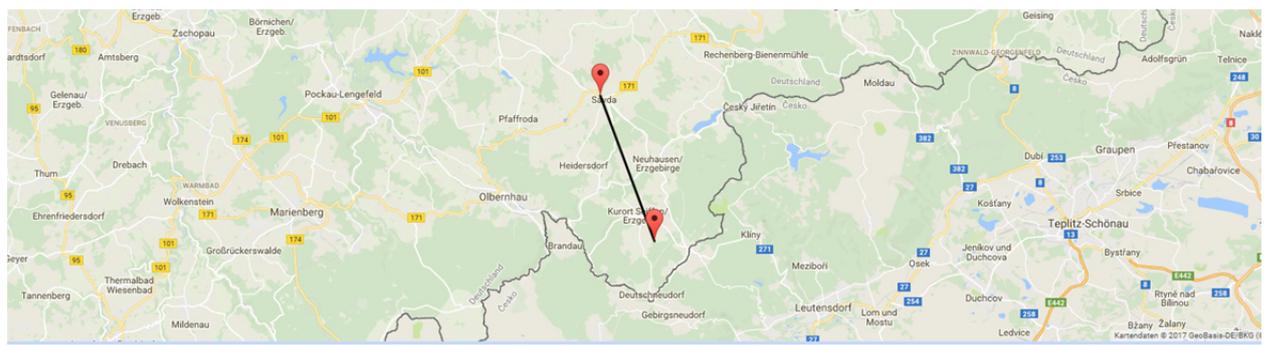


Kartenausschnitt Topografische Karte 1:25.000, Osterzgebirge Kurort Seiffen
Landesvermessungsamt Sachsen 1998

9.5.2 Das Heranziehen 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 verschiedene Möglichkeiten dies 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 1,8 km länger.

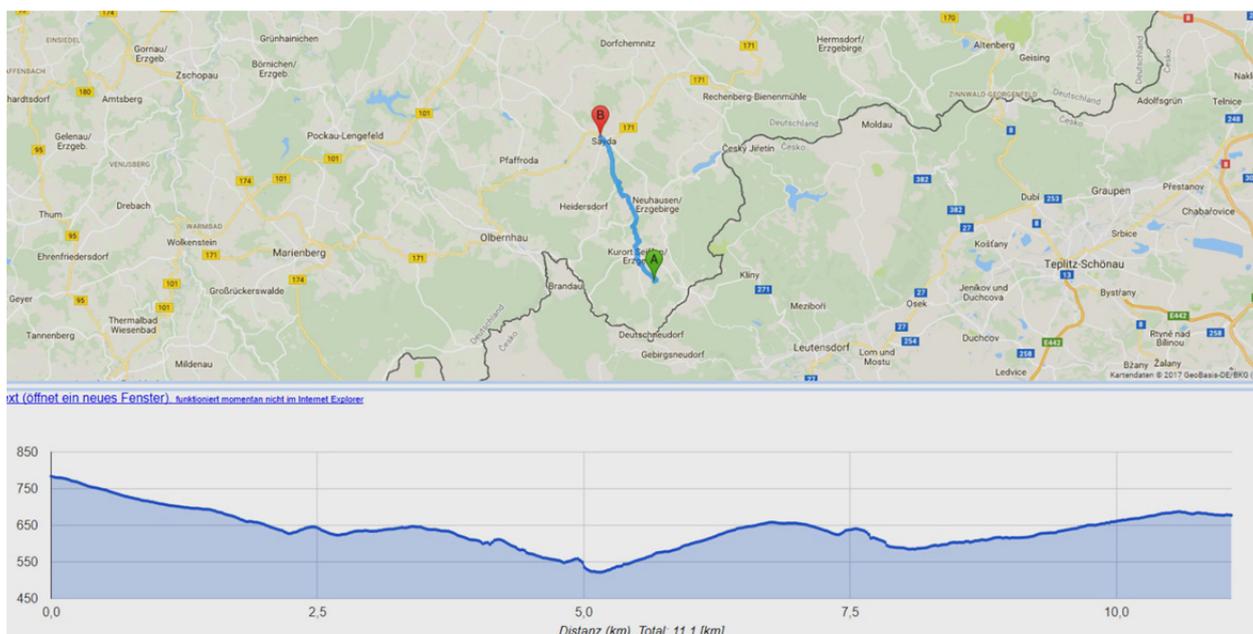


Die gerade Strecke von einem Standort zum Zielpunkt eignet sich nur als ein grober Anhalt für die Entfernung, die ich bis zum Ziel zurücklegen muss. Wenn ich zu Fuß durch das Gelände gehe werde ich nie den direkten Weg einschlagen können. Meine Wege werden niemals die kürzeste Strecke nehmen. Sollte ich querfeldein gehen, dann werden Hindernisse auftreten, die ich auch aus der Karte nicht in jedem Fall erkennen kann. Und sei es nur eine Koppel oder ein Weidezaun mit „wilden“ Tieren.

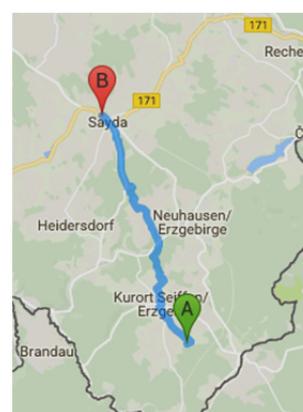
Mit Hilfe des Querschnittes kann ich aber schon jetzt erkennen, um welches Geländeprofil es sich handelt. Je nach Region ist das unterschiedlich ausgeprägt. In unserem Fall habe ich Höhen von 520 bis zu 770 Metern die ich immer wieder mal bewältigen muss. Nicht unbedingt ein Spaziergang, aber auch nicht allzu anstrengend. Wandere ich z.B. vom Vorderen zum Hinteren Gosausee, welche unterhalb des Dachsteins gelegen sind, dann gibt es Steigungen, die es für einen Flachlandtiroler in sich haben. Dann ist es gut zu wissen was man vor sich hat.



Der direkte Weg



Nehme ich jetzt den Fußweg, dann erkenne ich, dass allein die Wegstrecke schon mal zugenommen hat. Die Höhenunterschiede sind die gleichen, aber die Strecke zum Ziel ist schon mal länger geworden. Besonders bei Dunkelheit kann das einen Wanderer etwas zurückschrecken. Zu der Zeit meiner Ausbildung an der Artillerieschule der Bundeswehr in Idar-Oberstein führten wir des öfteren Einzelmärsche im Hunsrück durch. Eine Stelle hat sich mir dabei besonders eingeprägt. Nach einem Nachtmarsch, der bereits mehrere Stunden andauerte, gelangten wir in die Nähe unseres Zieles, welches trotz Nacht bei Vollmond gut sichtbar war. Das Ziel war zum Greifen nah. Das Dumme war nur, das Ziel war auf einem Hügel gelegen und wir gleicher Höhe auf einem anderen Hügel. Es hat uns noch einige Zeit gekostet das Ziel zu erreichen. Ein Spaß vom Ausbilder, welchen ich mir seit dieser Zeit abgeschaut habe. ☺



der Weg zum Wandern

Das Umgehen von Hindernissen

Auch wenn man die Tour noch so sorgfältig plant, es ist nie auszuschließen, dass man von einem zum anderen Moment improvisieren muss. Es taucht vor uns ein Hinderniss auf, das so nicht eingeplant war oder in der Karte verzeichnet ist. In diesem Fall kann es möglich sein das Ziel mittels Karte-Gelände-Vergleich zu umgehen oder manchmal ist es zwingend notwendig einen Kompass mit in die Planung einzubeziehen. Hier empfehle ich mein Handbuch „[Orientierung Leichtgemacht](#)“. Dort findet man einige Möglichkeiten Hindernisse mit und ohne Kompassnutzung zu umgehen.



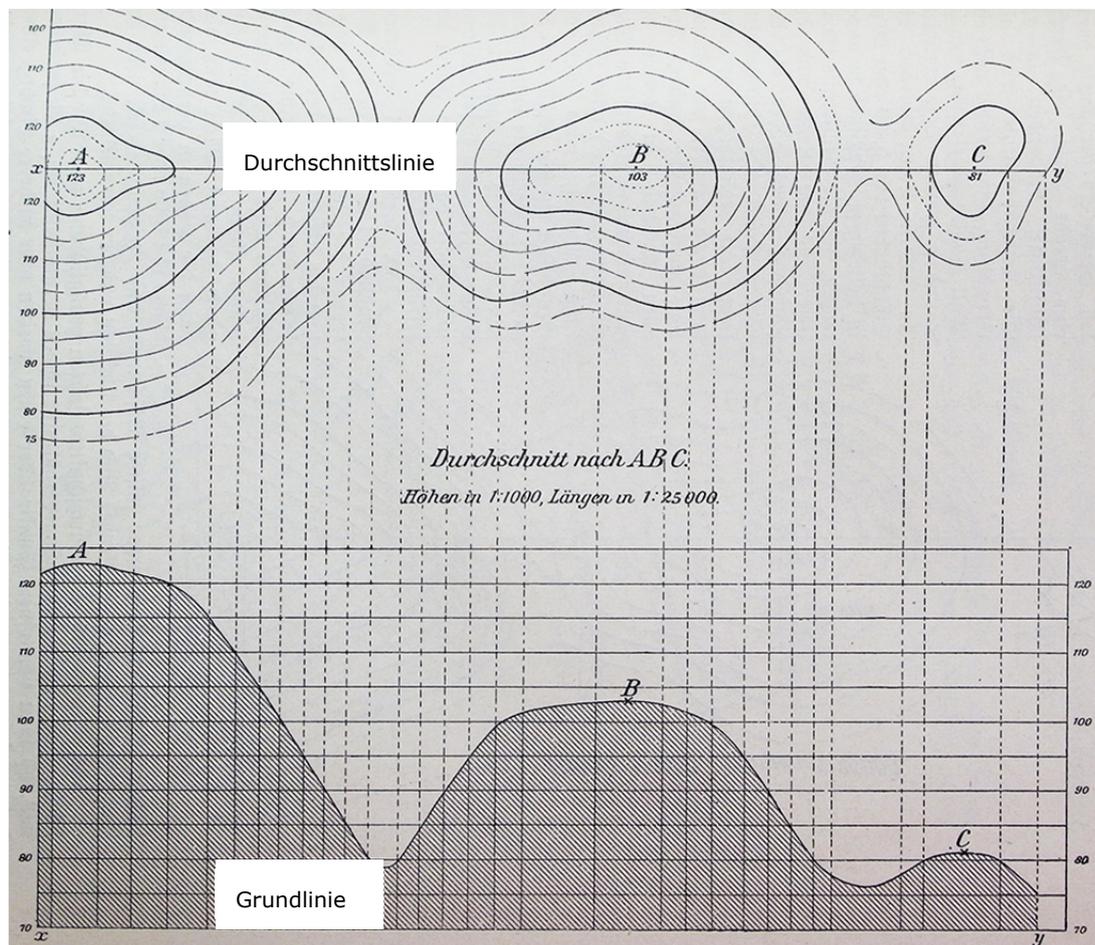
eine Weide mit „wilden Tieren“ als Hindernis

9.5.3 Der Geländedurchschnitt mittels einer topografischen Karte

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

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 und markiert diese z.B. auf ein Millimeterpapier welches unter dem geplanten Weg auf die Topografische Karte gelegt wird. Man erhält das Höhenprofil des Weges.

Diese Linie nennen wir nun Grundlinie. Senkrecht zur Grundlinie erstellen wir eine Achse mit Höhenangaben, entsprechend des Höhenprofils der Landkarte. Höhenlinien der topografischen Karte, welche die Durchschnittslinie schneiden, werden nun in einem Höhendigramm, welches auf der Grundlinie basiert, übertragen. Nach Verbinden der einzelnen Höhenpunkte im Höhenliniendiagramm erhalten wir den Querschnitt des Geländes im zu ermittelnden Bereich.



Quelle Skizze: Gustav Baumgart, *Gelände und Kartenkunde*, Verlag Mittler & Sohn, 1938

Für größere Touren ist diese Vorgehensweise natürlich nicht geeignet. Sollte eine mehrtägige Tour geplant werden, so empfehle ich folgende Vorgehensweise. Für die Planung einer **mehrtägigen Wanderung** empfehle ich folgende Seite:

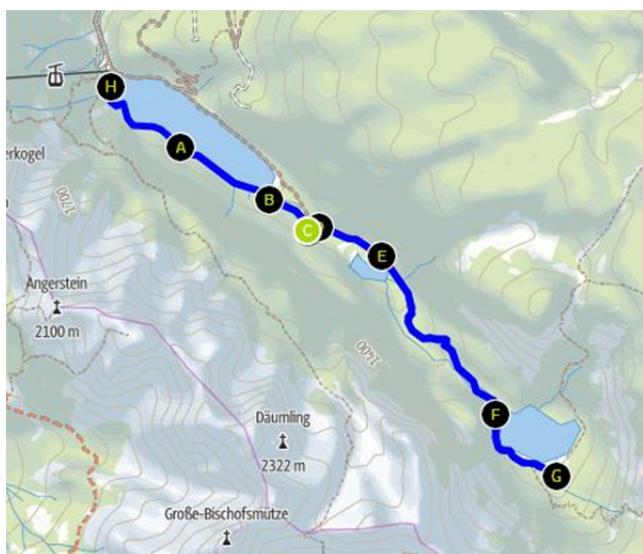
<http://regio.outdooractive.com/oar-ortovox/de/tourenplaner/>

Auf dieser Seite kann man Aktivitäten sowohl für den Winter als auch den Sommer auswählen. Im Sommer stehen einem Planungsmöglichkeiten für Wandern, Klettersteig, Mountainbike, einer Mehrtagestour, Alpinklettern zur Verfügung. Im Winter werden u.a. Skitouren, Skidurchquerungen, Eisklettern und weitere Aktivitäten angeboten. Ein Bestimmen der Zielpunkte erfolgt durch einfaches Anklicken des Zieles auf der Karte oder durch das Eingeben des Zielortes. Die Tour wird grafisch auf der Karte angezeigt.

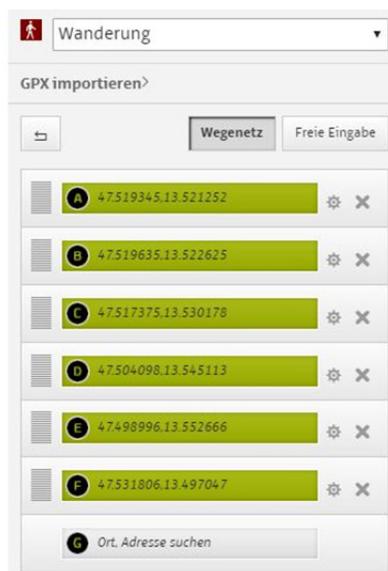


Blick zum Dachstein vom Vorderen Gosausee

Ein schönes und einfaches Beispiel ist eine einfache Wanderung vom Vorderen zum Hinteren Gosausee am Fuße des Dachsteins in Österreich.



Anklicken des geplanten Weges

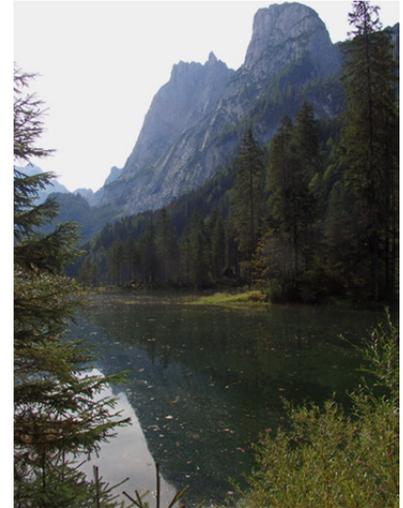


Ich suche mir den Startpunkt aus der Karte heraus, zoomte mich in die Karte hinein und wähle mir durch einfaches Anklicken den Weg aus. Ich erhalte automatisch die Koordinaten angezeigt. Parallel dazu wird das Höhenprofil für die Wegstrecke angezeigt.



Geländequerschnitt für die Wanderung Vorderer zum Hinteren Gosausee und zurück

Auch die Beschaffenheit des Weges wird dargestellt. Rot ist ein asphaltierter Weg, grün ein geschotterter Weg. Wie man unschwer erkennt, ist der erste Teil der Wanderung relativ einfach und fast ein Spaziergang, während er ab km 2,5 bis km 4,0 um 200 Höhenmeter zunimmt. Für den geübten Gebirgswanderer ein Kinderspiel, für den Flachlandtiroler eine anstrengende Sache.



Gosaulacke



Steigung zum Hinteren Gosausee



Hinterer Gosausee

Es kann daher nützlich sein sich vor der Wanderung schon mal mit dem Gelände und besonders mit den Höhenlinien genauer zu beschäftigen. Es werden die Entfernungen und die Steigungen angegeben. Nicht das man spazieren gehen will und plötzlich mit dem Kinderwagen in Flip Flops Steigungen bewältigen muss, die keine Ende mehr nehmen.

Hört sich lustig an, entspricht aber leider den Tatsachen. Uns sind bei der Wanderung solch „schräge Typen“ entgegengekommen. Besonders im Gebirge gibt es eigentlich keine Spaziergänge wie im Flachland. Man sollte sich auf den Geländequerschnitt und auf sich schnell wechselndes Wetter einstellen.

9.5.4 Folgende Punkte sollte man bei der Tourenplanung im Auge behalten

Aufgrund meiner Erfahrung mit der Durchführung und Planung von Märschen mit und ohne Gepäck zu jeder Jahres- und Tageszeit gibt es eine Anzahl von Kriterien die für einen Marsch oder einer Wanderung wichtig werden könnten. Nehmen Sie die Aufstellung als eine Zusammenstellung von wenigen Punkten, die individuell ergänzt werden sollten.

Landkarte: habe ich die richtige(n) Landkarte(n) bei der Tour dabei - TK 1:50.000 und / oder 1:25.000? Habe ich auch eine Landkarte mit detaillierten Höhenlinien eingepackt? Sind diese auch aktuell? Besonders im Gebirge ist das wichtig. Eine Landkarte auf der alles grün dargestellt ist und nur mittels Höhenkoten die Höhen angegeben sind ist für den Anfänger nicht besonders aussagekräftig.

Entfernung zum Ziel: man sollte sich schon zu Beginn einer Wanderung oder einer Tagestour im Klaren sein wie viele Kilometer man wandern möchte. Eine Wanderung im Gebirge dauert länger und ist kräfteaubender als in der Ebene. Wie setzt sich die Gruppe zusammen? Sind Kinder dabei? Kann es unterwegs zu eventuell zu Komplikationen kommen? Kann der Weg auch abgebrochen werden?

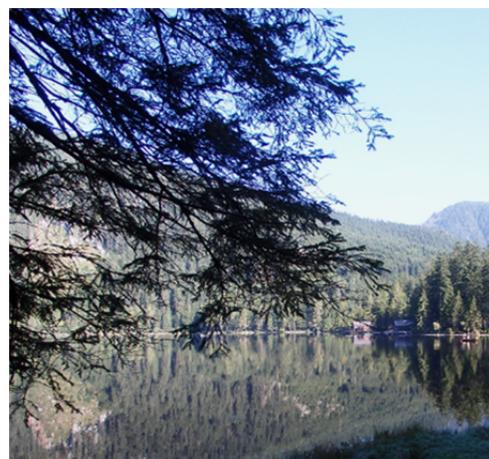
Höhenlinien: nicht immer ist der kürzeste auch gleichzeitig der schnellste Weg zum Ziel. Größere Steigungen verhindern eine entspannte Wanderung. Manchmal ist es sinnvoller Umwege zu laufen und den Höhenlinien zu folgen als im rechten Winkel die Steigung bzw. das Gefälle zu bewältigen.

Wegführung: gibt es Wege, auf denen ich laufen kann oder muss ich querfeldein laufen. Kreuze ich größere Strassen und liegen Siedlungen und Dörfer auf meinem Weg? Komme ich eventuell an Berghütten bzw. Schutzhütten vorbei

Hindernisse: gibt es fließende oder stehende Gewässer, eventuell auch steile Anstiege? Gibt es Brücken oder wie kann ich diese Hindernisse am besten umgehen? Am besten man plant schon mal das Umgehen von eindeutig identifizierbaren Hindernissen am Vortag ein und kann somit die Zeitplanung optimieren. Hindernisse, welche zu Beginn einer Wanderung nicht eindeutig sind, erscheinen einem manchmal unerwartet .



Berghütte im Gebirge



Ödensee in der Steiermark

Vegetation: sollte ich mal in die Situation kommen keine befestigten Wege zu haben, dann sollte man sich mit der Vegetation intensiver beschäftigen. Wie dicht ist das Unterholz? Was macht das sumpfige Gelände? Komme ich da überhaupt durch?



dichte Vegetation im Gebirge

Startzeit: besonders wichtig ist das Planen der Startzeit. Das hängt natürlich von vielen verschiedenen Kriterien ab. Wie lang ist die Strecke, wie ist sie beschaffen, wer kommt mit? Wann will ich ankommen; wie lange brauche ich für den Weg? Wie wird das Wetter? Auch hier gilt: „der frühe Vogel fängt den Wurm“.

Wetteraussichten: befinde ich mich im Gebirge dann ist es schon grob fahrlässig nicht den Wetterbericht zu verfolgen bzw. die Wetteranzeichen nicht zu beachten. Ein plötzlicher Wetterumschwung kann dazu führen, dass die Tour abgebrochen oder ein anderer Weg genommen werden muss.



Winter im Erzgebirge

Ausrüstung und Verpflegung: Elementar wichtig ist es im Gebirge die richtige Ausrüstung und genügend Proviant mit im Gepäck zu haben. Passt meine Ausrüstung wie die Bekleidung, die Schuhe und der Rucksack zu meinen Ambitionen? Habe ich zusätzliche Bekleidung für den Notfall mit eingepackt. Eventuell auch eine Rettungsweste um gut sichtbar zu sein? Habe ich meinen Kompass, einen GPS-Empfänger und natürlich meine Karte dabei? Was zu Trinken und zu Essen sollte auf jeden Fall bei einer längeren Tour in ausreichender Menge im Rucksack eingepackt sein. Proteinriegel haben sich bestens als Notnahrung bewährt. Vergessen Sie auch nicht eine geeignete Lichtquelle, eine Trillerpfeife und ein Handy einzupacken mit dem man in Notfallsituation die Rettung verständigen kann.

Kondition und Sicherheit: Man sollte sich vor einer längeren Tour vergewissern, dass man die nötige Fitness hat. Ist das Handy aufgeladen um im Notfall Hilfe zu rufen? Kann ich manuell das Handy laden? Gibt es überhaupt einen Empfang? Verbandszeug gehört mit in den Rucksack. Bei längeren Touren in unwegsamen Regionen empfehle ich Ihnen vorab ein [spezielles Survivaltraining bei einem Fachmann](#). Hinterlassen Sie bei längeren Touren auf jeden Fall Ihre Route im Hotel oder bei Menschen Ihres Vertrauens!

Und bitte nie vergessen:

Wie komme ich wieder zurück?

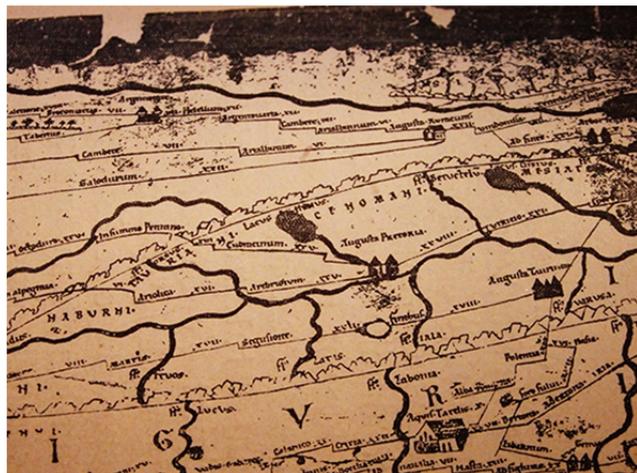
10 Informationen im Detail

10.1 Chronologie zur Entwicklung der Kartographie

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 ein Gradnetz. Die Griechen bezeichneten ihre Erdkarten mit dem Wort **νῦναξ**, 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.

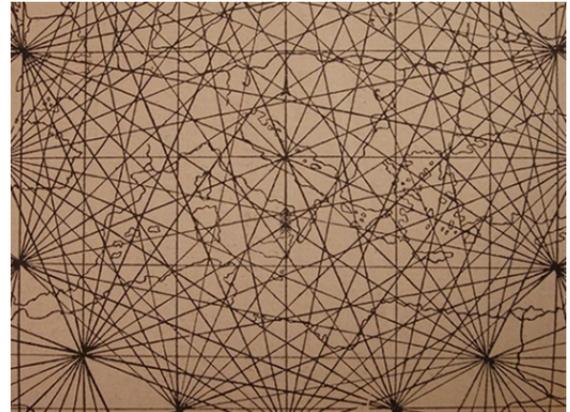


Im Gegensatz dazu gab es bei der **Geografie des Ptolemäus** (150 n. Chr) bereits wirkliche Projektionen. Die Ortsnamen wurden bereits nach der Geografischen Länge und Breite verzeichnet.

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

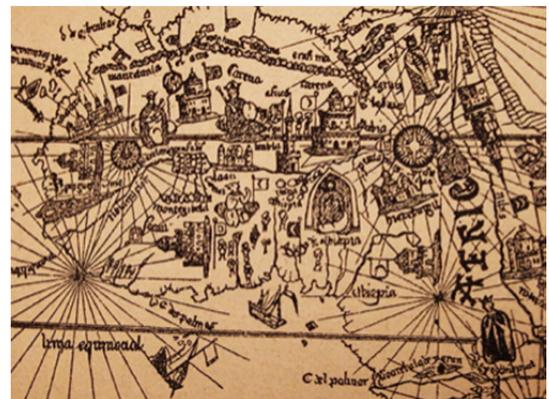
In der Karte sind eine oder mehrere Windrosen angebracht. Dadurch litt die Lesbarkeit der Karte. Nach diesen Kompassrosen wurden die Karten auch **Kompasskarten** genannt. Diese Kompasskarten erhalten kein Gradnetz, geben aber die Proportionen des Mittelmeeres erstaunlicherweise recht genau wieder.



Schema einer Kompasskarte

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 Umriss gezeichnet. Sehr wahrscheinlich hat auch die Einführung des Schiffskompasses zur genauen Aufnahme der Umriss des Küsten im Mittelmeerraum mit 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 für die 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.



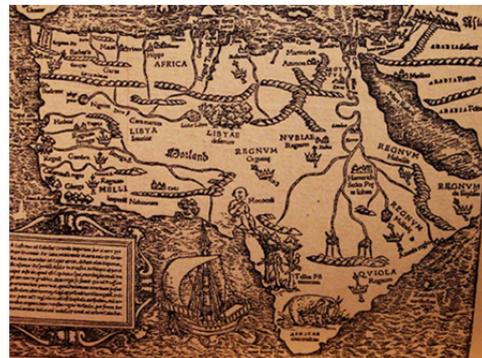
Die bekannte Weltkarte des **Juan de la Cosa** (1500) stellt eine Übersicht der damals bekannten Welt dar.



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.

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:

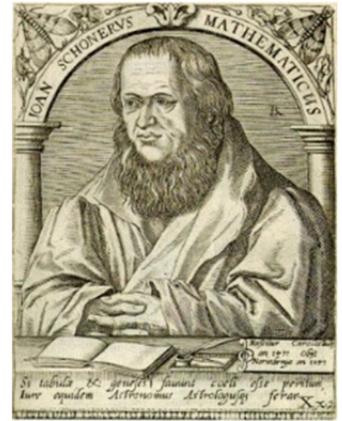
Der Behaim-Globus, auch Behaimscher Erdapfel genannt, ist der älteste erhaltene Erdglobus der Welt. Er wurde ca. 1492–1493 im Auftrag des Nürnberger Rates von verschiedenen Handwerkern unter der Anleitung des Ritters **Martin Behaim** gefertigt. Der Globus wird heute in Nürnberg im Germanischen Nationalmuseum 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



Globus Martin Behaim

Durch die Möglichkeit Längenbestimmungen auf See auszuführen (Tafel der Mondörter, Einführung des Schiffschronometer) wurde im **18. Jahrhundert** 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.**

Der Schöner-Erdglobus von 1515 ist ein Werk des Pfarrers, Mathematikers, Astronomen, Kartographen und Kosmographen **Johannes Schöner**. Quelle http://de.wikipedia.org/wiki/Johannes_Sch%C3%B6ner



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.

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

10.2 Adam Zürner, der Kartograph von August dem Starken

Im 18. Jahrhundert beauftragte der sächsische Kurfürst und König von Polen **August der Starke** den Pastor Adam Friedrich Zürner mit dem Erstellen von Landkarten seines Herrschaftsgebietes und resultierend auch mit der Einführung der sächsischen Postmeilensäulen. Diese wurden an wichtigen Post- und Handelsstraßen für die Angabe amtlicher Entfernungen aufgestellt. Im ehemaligen Kurfürstentum Sachsen findet man noch heute diese Säulen in der Form eines Obelisken aus Stein. Das Gebiet umfasst im Wesentlichen die heutigen Bundesländer Sachsen, Thüringen, Brandenburg, Sachsen-Anhalt und, da August der Starke gleichzeitig König von Polen war, auch heutige Gebiete in Polen.



Glashütte im Erzgebirge

Adam Friedrich Zürner (1679 bis 1742) hatte die Aufmerksamkeit August des Starken erweckt, indem er eine Karte der Diözesen Dresden und Großenhain zeichnete und sie dem Kurfürsten zur Verfügung stellte. Großenhain war damals seine Heimatregion. Da Zürner die Karten sehr sorgsam und detailtreu angefertigte, wurde er ab dem Jahr 1713 als Kartograph August des Starken damit beauftragt die kursächsischen Gebiete topografisch zu erfassen. Das erstellte Kartenmaterial war für den Kurfürsten wirtschaftlich und militärisch so wertvoll, dass er es mehrere Jahrzehnte lang nicht veröffentlichte.

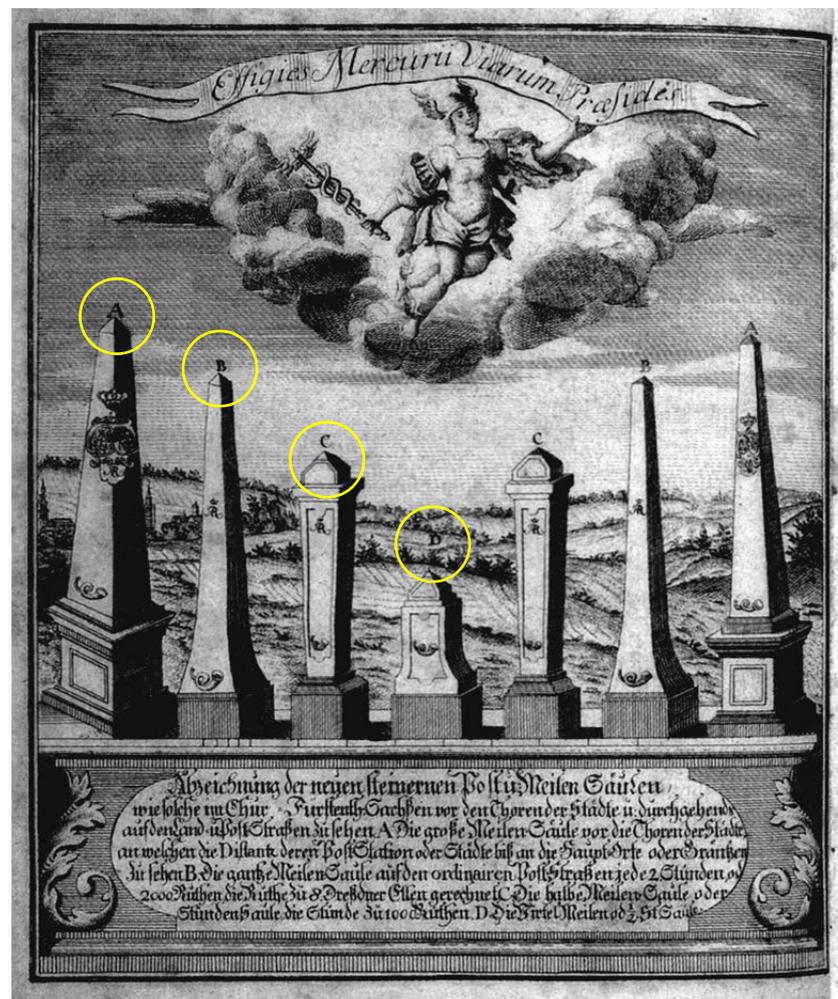
Entfernungsangaben waren damals sehr ungenau und meistens geschätzt, sodass Adam Zürner sich entschloss die Entfernungen zu messen. Dies geschah in Form eines von ihm konstruierten Reisegepäckwagens, welches mit einem Zählwerk ausgestattet wurde. Das hintere Rad des Wagens hatte den Umfang einer Dresdner Rute mit 4,531 m. Jede Umdrehung des Hinterrades verursachte ein Zählen des Zählwerkes. Da der Radumfang bekannt ist, kann man nun sehr exakt auch die Strecken die abgefahren wurden ermitteln. Für Strecken, die man nicht mit der Kutsche befahren konnte gab es einen Messkarren. Dieser wurde als „fünftes Rad am Wagen“ auf der Reisekutsche mitgeführt. Nach sieben Jahren der Vermessung war die neue „**Chursächsische Post-Charte**“ fertiggestellt. Quelle in

Teilen: <http://www.landkarten-sammeln.de/Kupferstecher/ZuernerAdamFriedrich.htm>



Tipp: Die Bilder stammen aus dem Osterzgebirgsmuseum im **Schloss Lauenstein** – hier gibt es u.a. eine Dauerausstellung über die Geschichte der Postmeilensäulen. Wenn Sie mal in der Nähe sind – besuchen Sie die kleine Ausstellung – es lohnt sich! <http://www.schloss-lauenstein.de/start/>

Bei den **Kursächsische Postmeilensäulen** gab es, je nach Entfernungen, unterschiedlich gestaltete Formen. Wir unterscheiden Distanzsäulen, Ganzmeilen-, Halbmeilensäulen und Viertelmeilensteine.



Quelle: Von "Versuch einer ausführlichen Erklärung des Post-Regals", Jena 1747, Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11443477>

A: Postdistanzsäule

B: Ganzmeilensäule

Distanz Postdistanzsäule zu Ganzmeilensäule: 2.000 Ruten / 2 Wegstunden / 9,062 km

C: Halbmeilensäule

Distanz Postdistanzsäule zu Halbmeilensäule: 1.000 Ruten / 1 Wegstunde / 4,531 km

D: Viertelmeilenstein

Distanz Postdistanzsäule zu Viertelmeilenstein: 500 Ruten / ½ Wegstunde / 2,265 km

Stationssteine

Ab dem Jahr 1840 wurde die Länge der Meile neu definiert. Sie betrug nun 7,5 km. Die Regionen mussten nun neu vermessen werden. Dazu wurden an den Ausgangspunkten der Vermessungen ab dem Jahr 1859 bis 1866 sogenannten Stationssteine aufgestellt. Diese waren königlich sächsische Meilensteine. Die Stationssteine waren die Nachfolger der Kursächsischen Distanzsäulen und stehen zum Teil heute noch an der Erzgebirgs-Kammstraße.



Stationstein in der **Bergstadt Altenberg**
im Ost-Erzgebirge mit der Angabe
der Entfernung in Meilen



Stationsstein in **Lengfeld**
im Mittleren Erzgebirge mit der
Angabe der Entfernung in Kilometern

Ab dem Jahr 1875 wurde das metrische System eingeführt. Die Meilensteine, die bis dahin die Entfernungen in Meilen angegeben haben, waren somit nicht mehr zu aktuell. Oftmals wurden die Entfernungen nun aber im Kilometer angegeben und nicht mehr in Meilen. Quelle:

https://de.wikipedia.org/wiki/Galerie_der_k%C3%B6niglich-s%C3%A4chsischen_Meilensteine

In Sachsen kann man noch heute die Meilensteine und auch die Distanzsäulen erkennen, wenn man mit offenen Augen durch die Orte geht bzw. die neuen topografischen Karten des Landesvermessungsamtes im Detail betrachtet. Auch die freundlichen Anwohner der Orte in Sachsen und besonders die im Erzgebirge helfen einem gerne beim Auffinden dieser Steine weiter. Sie sind nicht immer im Original erhalten, da sie aber denkmalgeschützt sind werden sie liebevoll gepflegt.

Tipp: siehe auch die folgende Webseiten zu diesem Thema:

https://de.wikipedia.org/wiki/Galerie_der_k%C3%B6niglich-s%C3%A4chsischen_Meilensteine

<http://www.ardmediathek.de/tv/LexiTV/Adam-Friedrich-Z%C3%BCrner-der-Kartograf-Au/MDR-Fernsehen/Video?bcastId=7545188&documentId=17575844>

10.3 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 Fabriksschote 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)



Bodenpunkt

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.



Markierung aus der Region von 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.

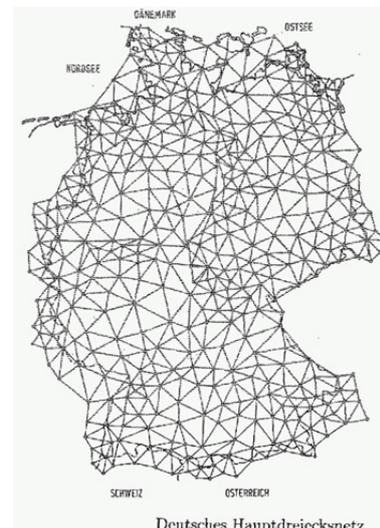
Manche Punkte im Netz erster Ordnung oder wichtige Kontrollpunkte z.B. bei Staumauern werden anstelle von Granitsteinen mit Vermessungspfeilern vermarktet, die etwa 120 cm hoch sind. Sie müssen mindestens 80 cm tief fundiert oder direkt auf gewachsenem Fels errichtet werden. Der Querschnitt beträgt mindestens 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:



Vermessungsturm

Trigonometrische Netze 1. bis 4.ter Ordnung

- **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)

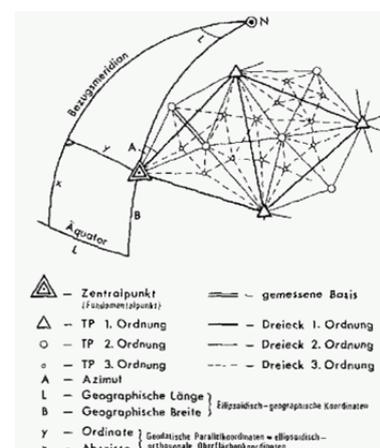


Deutsches Hauptdreiecksnetz

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

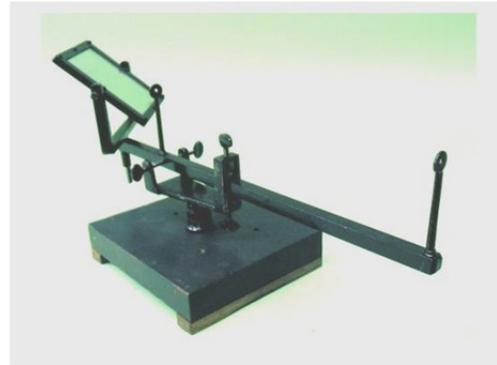
Text „Trigonometrischer Punkt“ aus http://de.wikipedia.org/wiki/Trigonometrischer_Punkt

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.



Quelle Bild aus Wikipedia

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.



(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

Anmerkung: 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. (Quelle Text aus Wikipedia, [http://de.wikipedia.org/wiki/Heliotrop_\(Messgerät\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Heliotrop_(Messgerät)))

Zur Bestimmung der Längen der Dreiecksseiten wurden in Abständen von 200 - 300 km Grundlinien, sogenannte Basislinien, von 6 - 10 km Länge mit großer Genauigkeit gemessen. Bis zum Jahr 1905 erfolgte dies mit Metallstäben, danach mit Invardrähten. Das Hauptdreiecksnetz wurde durch Folgenetze in stufenweiser Anordnung "vom Großen ins Kleine" verdichtet .

In den Jahren 1955 bis 1973 wurden im **niedersächsischen Anteil** am DHDN Ergänzungsmessungen durchgeführt, bis zum Beginn der 1990er Jahre wurden die Verdichtungsnetze (zuletzt mit GPS) neu vermessen. Ab 1866 wurden die Netze von **SCHREIBER** nach Westen weitergeführt (SCHREIBERscher 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)



10.3.1 Vermessung in Bayern

Ausgangspunkt der Vermessung war nach sorgfältigen Vorarbeiten die Sichtverbindungsline des nördlichen Turmknopfes der Münchner Frauenkirche, welcher gleichzeitig der ehemalige Nullpunkt des Bayerischen Soldnerkoordinatensystems war, mit der Turmspitze der Kirche von Aufkirchen. Auf dem rechten Isar-Ufer wurde im Laufe dieser Linie zwischen einem Punkt östlich Oberföhring und dem Dorfrand von Aufkirchen das zentrale Stück der Basislinie mit seinen Endpunkten festgelegt. Sie sind durch die **Basispyramiden** gekennzeichnet. Mit best möglicher Genauigkeit begann die Vermessung mit fünf Latten auf höhenverstellbaren Holzstativen quer durch Wiesen und Moore, über Bäche und Gräben, die Reststrecken wurden mittels Dreiecksmessungen berechnet. „Die jeweilige Basispyramide stellt einen Eckpunkt der Basis- oder Grundlinie für die trigonometrische **bayerische Landvermessung** dar. Der Anfangs- bzw. Endpunkt dieser Linie wird dabei auch noch heute von zwei steinernen Pyramiden markiert. Die eine steht in Unterföhring (Landkreis München) und die andere in Aufkirchen (Gemeinde Oberding, Landkreis Erding).



Basispyramide

Nach einer am 24. August 1801 begonnenen, und am 12. November 1801 abgeschlossenen Messung beträgt die Länge 21 Kilometer, 653 Meter und 80 Zentimeter. Das Ergebnis der damaligen Messung wurde mit 74,175 bairischen Schuh angegeben. Die Pyramiden mit ca. fünf Metern Höhe wurden 1802 errichtet.“ Bild und Text aus <http://www.muenchenwiki.de/wiki/Basispyramide>



Das sehr genaue Messen der Länge einer Basislinie

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

10.3.2 Königlich Sächsische Triangulierung im 19. Jahrhundert

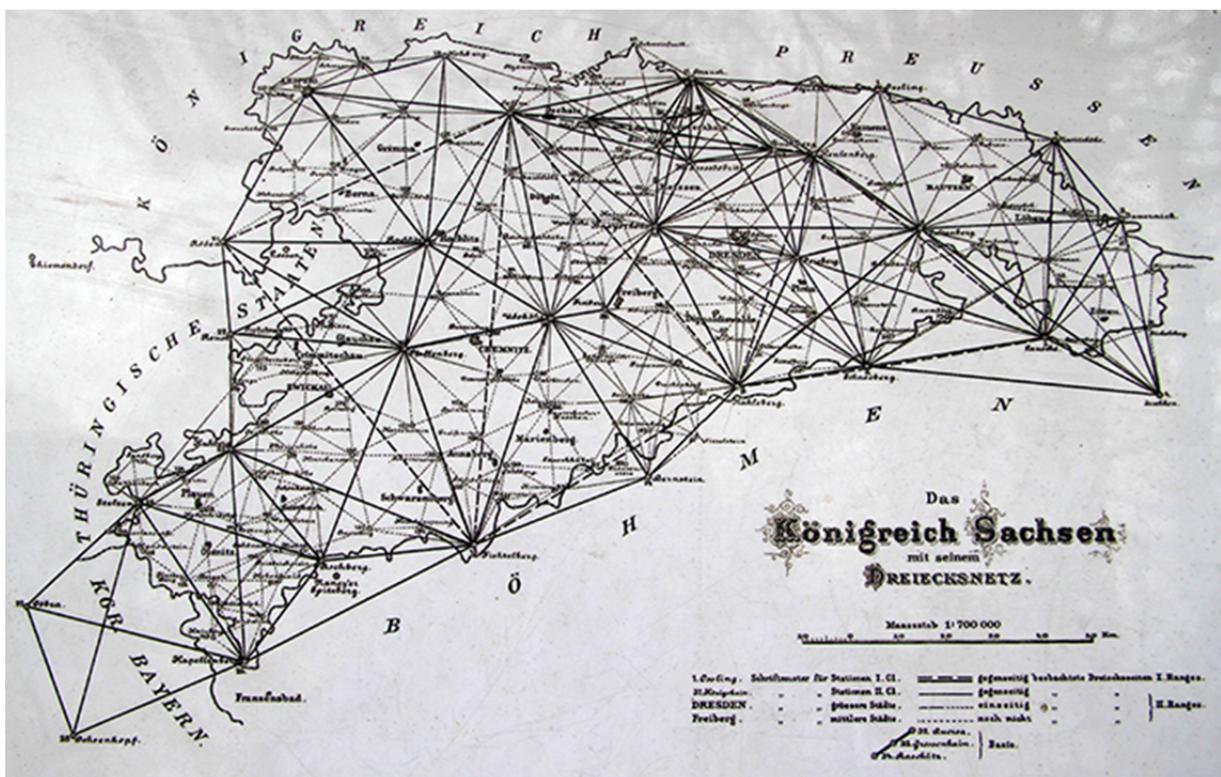
Im Erzgebirge stehen an markanten Orten interessant aussehende Steine und Säulen. Auf den ersten Blick könnte man meinen, dieser Stein auf dem rechten Bild ist nur für das darauf stehende Gipfelkreuz gedacht. In Wirklichkeit ist es aber eine Markierung eines Trigonometrischen Punktes 2.Ordnung der Sächsischen Landesvermessung aus den Jahren 1862 bis 1890. Das Königlich Sächsische Staatsgebiet von Sachsen wurde vermessen. Als Basis der Triangulierung wurde die Großenhainer Grundlinie verwendet. Das hört sich alles unspektakulär an, beim nahen Hinsehen ist das aber eine recht interessante Geschichte.



TP auf dem Schwartenberg

https://de.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6niglich-S%C3%A4chsische_Triangulierung

Anmerkung: der Kartograph August des Starken, Adam Friedrich Zürner, kam aus Großenhain. Wahrscheinlich besteht hier ein Zusammenhang mit der Festsetzung dieser Basislinie. Des Weiteren ist in Großenhain ein weiterer Nullpunkt des Soldnerschen Koordinatensystems.



Triangulationspunkte in Sachsen im Rahmen der **Königlich-Sächsischen Triangulierung**, ca. 1890

Quelle Bildausschnitt: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/52/Dreiecksnetz_sachsen.jpg, das Werk ist gemeinfrei

This work is in the [public domain](#) in the United States because it is a [work prepared by an officer or employee of the United States Government as part of that person's official duties](#) under the terms of Title 17, Chapter 1, Section 105 of the [US Code](#).

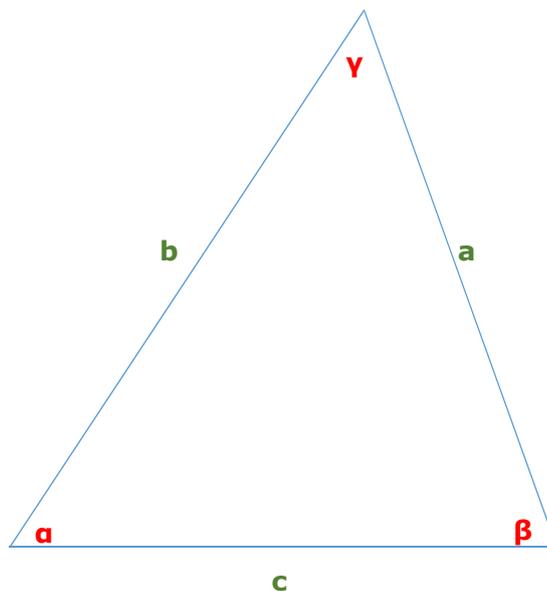
Woher kommt eigentlich die Bezeichnung **Triangulation**? Sicher kommt man hierbei auch auf den Begriff der Triangel, welches zu einem Dreieck geformt ist. Seit dem 17. Jahrhundert wurden bereits die zu vermessende Gegenden in Dreiecke zerlegt. Diese Dreiecke liegen aneinander an und sichern gegenseitig die Ergebnisse. Diese Flächenaufteilungen dienen der Erdvermessung, der Landesaufnahme als auch für weitere Vermessungsarbeiten.

Eine gewisse Anzahl von Punkten des Gebietes, welches bildlich dargestellt werden sollten, wurde vorab astronomisch exakt bestimmt. Mittels der Triangulierung wurde nun eine weitere Vielzahl an Punkten in relativ kurzer Zeit dargestellt und mit Koordinaten erfasst. Schon **Willebrord Snel van Royen** (1581 bis 1626) oder auch **Snellius** genannt, erdachte diese Methode und wandte sie an. Diese beruht auf der mathematischen Grundlage, dass das Messen von Winkeln wesentlich einfacher und genauer ist als das Ermitteln von großen Strecken. Wenn nun in einem Dreieck die Winkel und mindestens eine Seite gemessen wurde, so können alle weiteren Seitenlängen mittels trigonometrischer Formeln berechnet werden. In einem Dreieck gilt der folgende Zusammenhang:

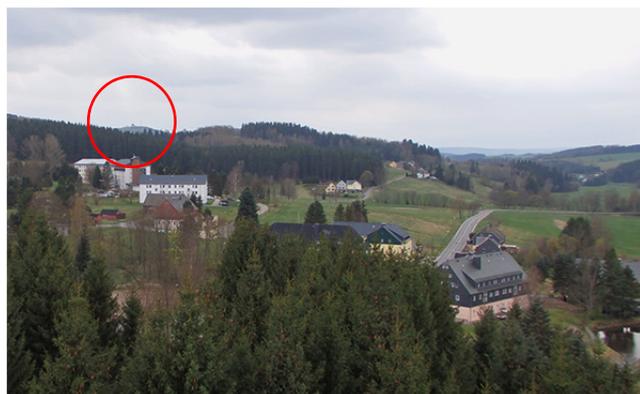
SINUS – Satz:	$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$
----------------------	--

„Messen wir drei Winkel in einem Dreieck und mindestens eine Seite ist bekannt, so können wir die beiden anderen Seiten berechnen“.

Schließen sich nun weitere Dreiecke an das so bestimmte Dreieck an, können bei dem neuen Dreieck die weiteren Seiten als auch die Koordinaten der Eckpunkte errechnet werden.



Die Eckpunkte der Dreiecke waren durch künstliche Beobachtungsstationen, z.B. Holzgerüste und Steinpfeiler gekennzeichnet. Mancherorts nutzte man bereits vorhandene Bauwerke wie Kirch- oder Schlosstürme. In jedem Fall mussten die Punkte hoch gelegen sein um Beobachtungsstellen auf ihnen errichten.



Steinpfeiler auf dem **Schwartenberg**, Blick von der Rauschenbach Talsperre

Die Dreiecksverhältnisse mussten dazu aber stimmig sein. Daher wurde bereits im Vorfeld großen Wert darauf gelegt diese Punkte durch eine flüchtige Winkelmessung oder auch nur durch eine Kompasspeilung provisorisch zu ermitteln. Die gewonnenen Resultate wurden durch eine einfache Kartenskizze erfasst oder in die vorhandenen Karten eingezeichnet. Für Strecken, die für die Netzerfassung mittels Triangulierung nicht erfassbar waren, wurden Polygonzüge verwendet. Diese mussten so gut als möglich mit den Dreiecken in Verbindung gebracht werden. Quelle: H.Zondervan, Allgemeine Kartenkunde, Teubner Verlag Leipzig, 1901

Bei der Erstellung der Dreiecksnetze wurden vertikale und horizontale Winkelmessungen durchgeführt. Eine aufwendige Streckenmessung erfolgte in Form einer Basislinie. Diese Basislinie bildet die Grundlage (Basis) der weiteren Berechnung der Dreiecksnetze und musste daher sehr exakt ausgeführt werden. Winkelmessungen wurden in der Regel mit einem Theodoliten durchgeführt, die Ermittlung der Basis mittels Aneinanderlegen von Maßstäben oder Messbändern. Quelle: <http://de.academic.ru/dic.nsf/dewiki/1410878>

Diese Messketten und gegen Ende des 19. Jahrhunderts auch Invar-Drähte waren sehr genau kalibriert. Sie durften sich bei unterschiedlichen Temperaturen nur minimal ausdehnen. Sollte das nicht der Fall sein würde die Basis falsch ermittelt werden und somit die Berechnung des komplettes Dreiecknetzes ungenau. Für einen Vermesser der Albtraum schlecht hin. Die Messung einer Strecke von „nur“ fünf Kilometer Länge dauerte je nach Geländebeschaffenheit bis zu drei Wochen. Dafür war das Ergebnis der Streckenmessung sehr genau, meistens mit einem „mittlerem Fehler“ unter einem Millimeter.

„Beim Basisapparat nach Jäderin waren die Drähte, deren Legierung nur einen minimalen thermischen Ausdehnungskoeffizient besitzt, jeweils 24 m lang. Sie wurden durch speziell eingeschulte Messtrupps horizontal ausgelegt, mit geeichten Spannungswichten gestreckt und an Messpflöcken übergreifend auf Zehntel Millimeter abgelesen.“ Im Bild rechts ist ein Basisapparat zur Ausmessung von Basislatten (im Bild ein hölzerner Maßstab) des Herstellers Gebrüder Brunner in Paris, Baujahre 1876 bis 1878 abgebildet.

Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Basismessung>
Quelle Bild: Von Bautsch - Eigenes Werk, CC0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=58114526>



Basisapparat zur Ausmessung von Basislatten

10.3.3 Die Großenhainer Grundlinie

Die **Großenhainer Grundlinie** war die Basislinie für die Königlich-Sächsische Triangulation und gleichzeitig der sächsische Beitrag zur Mitteleuropäischen Gradmessung. Sie besteht aus drei Geodätischen Festpunkten:

- östliches Basisende Quersa
- Basismitte Großenhain
- westliches Basisende Raschütz

Die Punkte wurden in den Jahren 1869 bis 1872 angelegt. Die Basis hat eine Länge von 8908,648m und wurde zweimal vermessen (eine Messung ist keine Messung). Über einem in den Boden eingelassenen Grundpfeiler erhebt sich ein Basishäuschen, auf dem sich ein weiterer Pfeiler genau senkrecht über dem Basispfeiler befindet. In dieser Form existiert nur noch der Punkt Quersa. https://de.wikipedia.org/wiki/Gro%C3%9Fenhainer_Grundlinie

Insgesamt umfasste das Triangulationsnetz **158 Stationen der 1. und 2.Ordnung**. Damit war es seinerzeit eines der engmaschigsten und fortschrittlichsten in Europa. Die Stationen der 1.Ordnung dienten der Mitteleuropäischen Gradmessung, während die Stationen der 2.Ordnung zusätzlich der sächsischen Triangulierung dienten.

Die 36 Festpunkte der 1.Ordnung sind jeweils etwa 20 bis 50 Kilometer vom nächsten Festpunkt entfernt. Von jeder Station waren mindestens drei weitere Festpunkte der 1.ten Ordnung direkt beobachtbar. Gleichzeitig wurde ein engmaschigeres Netz 2.Ordnung festgelegt, dessen 122 Festpunkte innerhalb der Dreiecksmaschen der 1. Ordnung liegen. Die Punkte 2.Ordnung sind etwa 10 bis 20 km voneinander entfernt. Das Vermessungsnetz umfasste etwa 16.000 km². Die längste Netzseite misst 53 km, an der Südgrenze konnten einige Netzdiagonalen über das Staatsgebiet Böhmens bis zu 60 km Länge beobachtet werden.



Östliches Basisende nordwestlich von Quersa

Text: https://de.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6niglich-S%C3%A4chsische_Triangulierung
Bild Quersa: von Elsaxo, gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=14524722>

Die **Triangulationssäule auf dem Schwartenberg** wurde im Jahr 1869 aufgestellt. Aufgrund der Verwitterung und der Tatsache, dass man die Inschrift nicht mehr lesen kann, vermute ich, dass es sich hier um die Originalsäule handelt. Von hier aus hat man Sichten zu weiteren Vermessungspunkten 2. Ordnung:

- Nr. 88: Saydahöhe
- Nr. 80: Drachenkopf
- Nr. 81: Wiesenstein
- Nr. 14: Bernstein
- Nr. 89: Lauschhübel



Triangulationssäule auf dem Schwartenberg

Interessante Links zu dem Thema Triangulationssäulen im Königlichen Sachsen:

Datum der Säulenaufstellung: <http://www.primacom.net/quaiser/Nagelnetz.htm>

Kartenübersicht: http://www.historic.place/themes/K%C3%B6niglich-S%C3%A4chsische_Triangulation/

10.4 Historische Landkarten

10.4.1 Suchodoletz-Karte

Im Auftrag des preußischen 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 Innenstadt-bereich 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)

10.4.2 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)



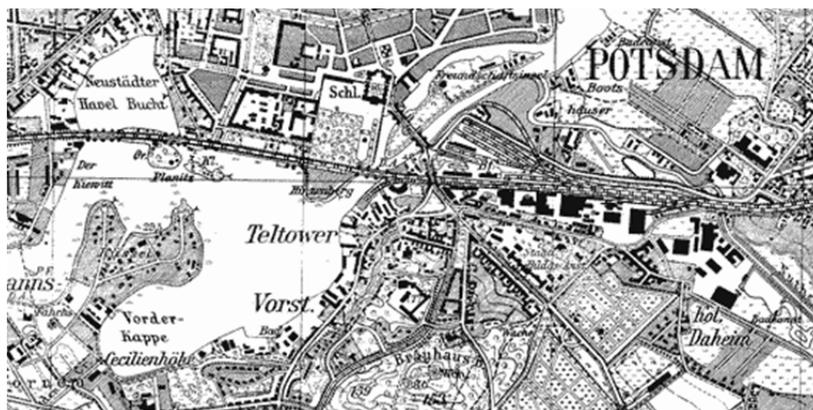
10.4.3 Urmesstischblätter

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)



10.4.4 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)

10.4.5 Das Sächsische Messtischblatt aus dem Jahre 1875

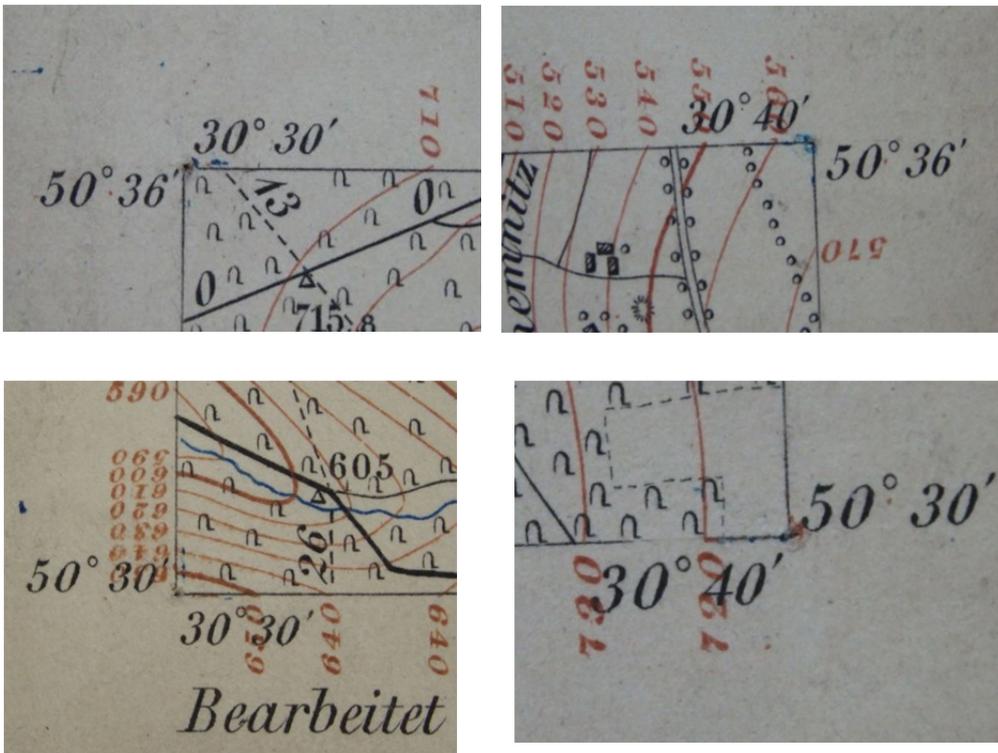
Bis zur Reichsgründung 1871 hatten die deutschen Staaten eigene kartographische Institute, welche seit ca. 1821 in der Detailaufnahme der topografischen Gegebenheiten verschiedene Modelle anwandten und somit verschiedene Kartenwerke herausbrachten. Nur eine gemeinsame Triangulierung in der Landesvermessung hatte sie verbunden. Quelle Grundriss der allgemeinen Kartenkunde; Prof. Paschinger, Wagner Verlag 1967

Mit Gründung des Deutschen Reiches im Jahre 1871 startete ein einheitliches Kartenwerk, die „Karte des Deutschen Reiches im Maßstab 1:100.000“, die sogenannte 1 cm Karte. Sie umfasste 675 Blätter und wurde 1878 bis 1909 herausgebracht. Es handelte sich um eine Gradabteilungskarte, 15`x 30`. **Die Längenzählung bezog sich auf Ferro**, einer Insel auf den Kanaren, ca. **17°40` westlich von Greenwich**. Sie umfasste 16 Messtischblätter mit dem Maßstab 1:25.000 oder 4 Blätter der Karte im Maßstab 1:50.000. Ähnlich wie die Topografische Karte von Bayern sind die Topografischen Karten von Sachsen gut ausgeführte, mehrfarbige Höhenlinienkarten. Nur in wenigen Fällen ist das Gelände durch eine leichte Schummerung unterstrichen.



Der Nullmeridian geht durch Ferro

Schaut man sich die Messtischblätter näher an, so erkennt man auf dieser Gradabteilungskarte, dass irgendwas mit der damaligen Einteilung und unseren heutigen Erfahrungen nicht passt. Diese Messtischblätter hatten den Maßstab 1:25.000 und die Ausmaße 6`x 10`. Was einem sofort ins Auge springt ist die Angabe der geografischen Länge. Diese ist mit 30° 30` angegeben.



Angebe der Grade am Kartenrahmen

Der kleine Ort Elterlein, aus diesem Kartenblatt Elterlein im Erzgebirge, um dieses handelt es sich bei diesem Messtischblatt, hat heute die geografischen Koordinaten:

GMS (Grad, Minuten, Sekunden)*

Breitengrad N S 50 ° 34 ' 37.672 "

Längengrad O W 12 ° 52 ' 5.531 "

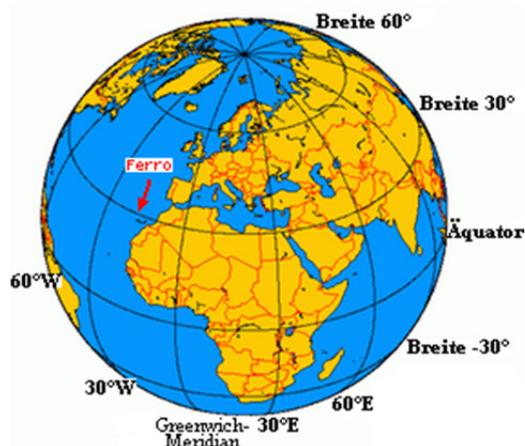
Quelle aus: <http://www.gpskoordinaten.de/>

Berücksichtigt man die Geografische Länge von Ferro mit 17°40` westlich Greenwich und rechnet diese auf Greenwich um, bekommt man die heutige Länge von Elterlein:

$$30^{\circ}32' - 17^{\circ}40' = 12^{\circ}52'$$

Wo liegt eigentlich Ferro?

Der **Meridian von Ferro**, auf der Kanareninsel *Ferro* gelegen, war der seit der Antike bis 1884 in Europa am weitesten verbreitete Nullmeridian, zuletzt gekoppelt an den Meridian von Paris und, durch das Vorherrschen des Meridians von Greenwich auf Seekarten, beschränkt auf Landkarten. Nach dem Meridian von Ferro sind die Koordinaten zahlreicher Navigations- und Landkarten insbesondere vom 16. bis ins 19. Jahrhundert ausgerichtet.



<https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AFerro-MeridianDe.png>

Erstmals um das Jahr 100 wurde das westliche Ende der damals bekannten Welt, als Referenzpunkt festgelegt. Mit dem Mittelalter gerieten aber leider viele Kenntnisse der Antike in

Vergessenheit. Mit Aufkommen der Radkarten wurden Meridiane bedeutungslos, die Kanaren verschwanden aus der bekannten Welt Europas. Erst mit der Wiederentdeckung der kanarischen Inseln im 14. Jahrhundert und der Renaissance wurde die Insel *Ferro* im Westen der Inselgruppe als Nullmeridian wieder festgelegt. Im Zusammenhang mit den Entdeckungsreisen und der Errichtung von Sternwarten in Europa stieg die Zahl konkurrierender Nullmeridiane ab dem 16. Jahrhundert an. Jedoch erlangten die meisten nur lokale oder nationale Bedeutung.

Unterstützend für die Beibehaltung Ferros wirkte, dass der Meridian des Magnetpols, der als mögliche natürliche Definition des Nullmeridians erschien, offensichtlich nur wenig weiter westlich lag. Ein weiterer Vorteil dieser Längenzählung waren positive Werte für ganz Europa.

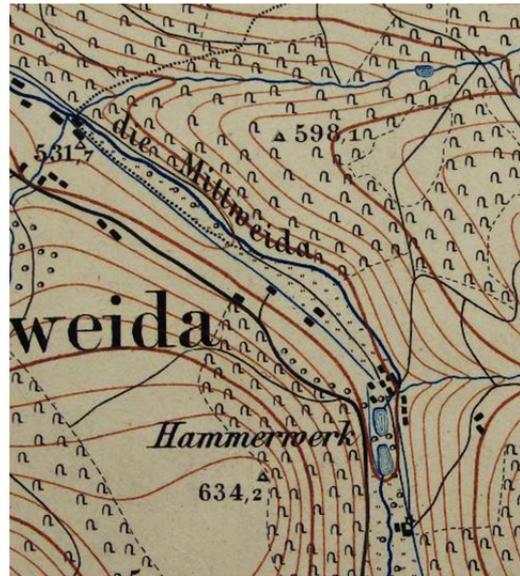
In der Folge wurden viele nationale Nullmeridiane durch Ferro ersetzt oder auf Ferro zurückgeführt, so dass ab Mitte des 18. Jahrhunderts nur noch Ferro und Paris einerseits sowie, zunächst in geringerem Umfang, Greenwich andererseits größere Bedeutung hatten. Die führende Seemacht England setzte auf Seekarten den Nullmeridian Greenwich durch. Erst 1884 wurde aufgrund dessen Greenwich als Bezugspunkt international als Empfehlung vereinbart und setzte sich dann auch sehr schnell durch, verbindlich wurde es auf der internationalen Weltkartenkonferenz 1913. Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Ferro-Meridian>

Den Messtischblättern liegt die „Preußische Polyederprojektion“ zugrunde. Die Abgrenzung der Karte erfolgt, wie wir bereits gesehen haben, in **sechs Breiten- und zehn Längenminuten**. Berichtigungen der Messtischkartblätter sollten spätestens alle 25 Jahre erfolgen, Nachträge das Verkehrsnetz betreffend alle fünf Jahre. Ab den 1930er Jahren wurden auch Luftbildaufnahmen für die Berichtigungen herangezogen.

Quelle: Gustav Baumgard, Gelände und Kartenkunde, Verlag Mittler & Sohn, 1939

Gewässer werden unterschiedlich als stehende oder fließende ausgewiesen. Tiefenlinien zeigen einen die Struktur eines stehenden Gewässers.

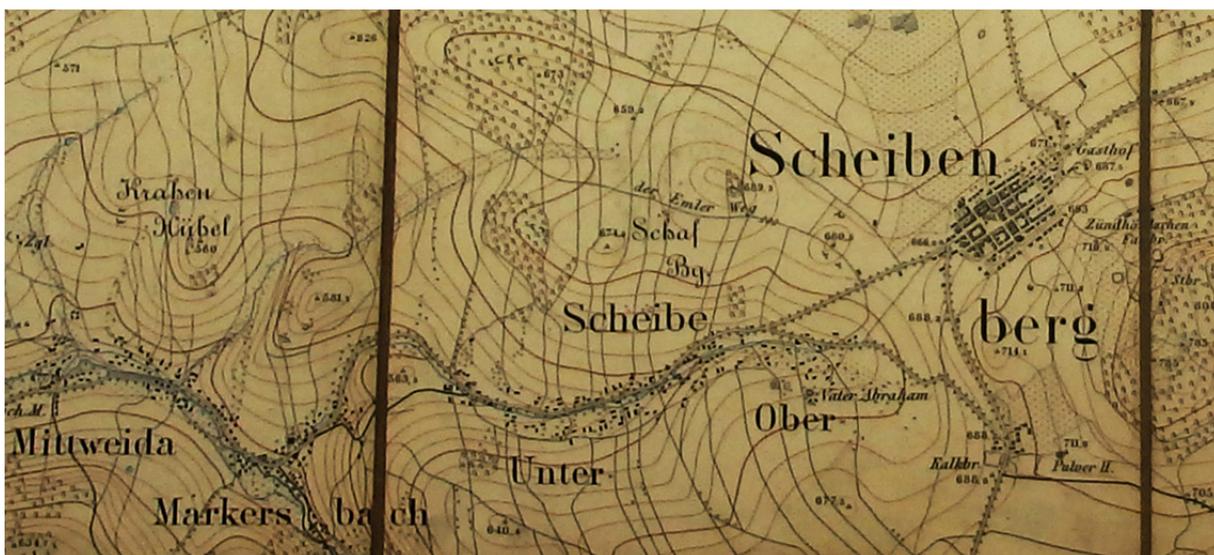
Fließende Gewässer werden lesbar gekennzeichnet und entsprechen nicht unbedingt der Richtung des Flusslaufes. Die Fließrichtung muss man anhand des Höhenverlaufes herausfinden. Es ist gar nicht so einfach bei der Anzahl vieler Höhenlinien den Überblick zu behalten und die Bezeichnungen der Flüsse zu finden. Nicht schiffbare Gewässer werden kursiv geschrieben.



Stehende und fließende Gewässer

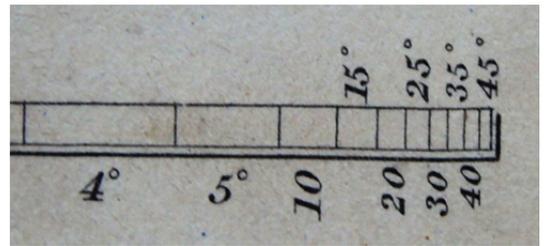
Die **Schriftgröße und -stärke** richtet sich nach der Größe der Ortschaften: Insgesamt gibt es 12 Höhenformen. Daher kann man mit der Schriftgröße der Ortschaften auch gleichzeitig die Größe und Bedeutung dieser mit einem Blick erfassen.

Daneben werden aber auch wichtige Einzelheiten von Gebäuden mit ins Messtischblatt aufgenommen. So werden Gasthöfe und Fabriken separat mit einem Schriftzug aufgeführt (ostwärts der Ortschaft Scheibenberg)



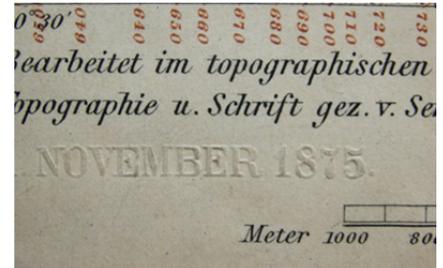
Unterschiedliche Schriftarten und -größen eng beieinanderliegend

Die **Schichtenhöhe** wird durch eine am unteren Kartenrand angebrachten linearen Maßstab angezeigt. Mittels Stechzirkel konnte man nun anhand der Äquidistanz der Höhenlinien, genauer gesagt anhand der an den Höhenlinien eingestellten Zirkelweite, die Steigung in Grad am Maßstab ablesen. Ein **Linearmaßstab** für das Abgreifen von Entfernungen war vorhanden.



Abgreifen der Schichtenhöhe

Das **Erscheinungsjahr** des Messtischblattes ist in diesem Druck eingestanzt. Ein Korrekturdatum ist nicht wie sonst allgemein üblich angegeben.



Erscheinungsjahr 1875

Anmerkung: Leider ist meinem Messtischblatt aus dem Jahr 1875 keine Legende beigelegt wie bei den später erscheinenden Messtischblättern. Das würde einem das Lesen der Karte erleichtern. Zumal die Zeichen sich in einigen Punkten den heutigen nicht entsprechen.

Wie kann man sich das Erfassen der Geländepunkte vorstellen?

Mittels Messlatte und **Kippregel**, welche aus einem Fernrohr, einem Höhenwinkelkreis und einem Lineal besteht, wird auf optisch-grafischen Wege vom Standpunkt des Messtisches aus im Umkreis von etwa 500 Metern Kleinmessungen durchgeführt und auf den Messtisch aufgetragen. Im Vorfeld wurde die Position des Messtisches gegenüber einem Trigonometrischen Punkt mittels Messverfahren exakt bestimmt.

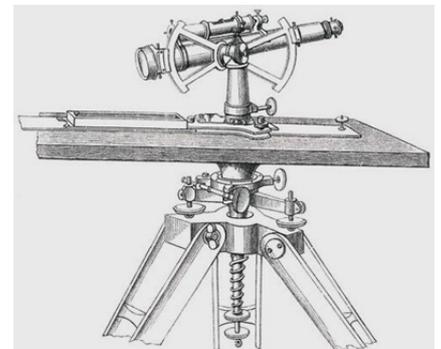


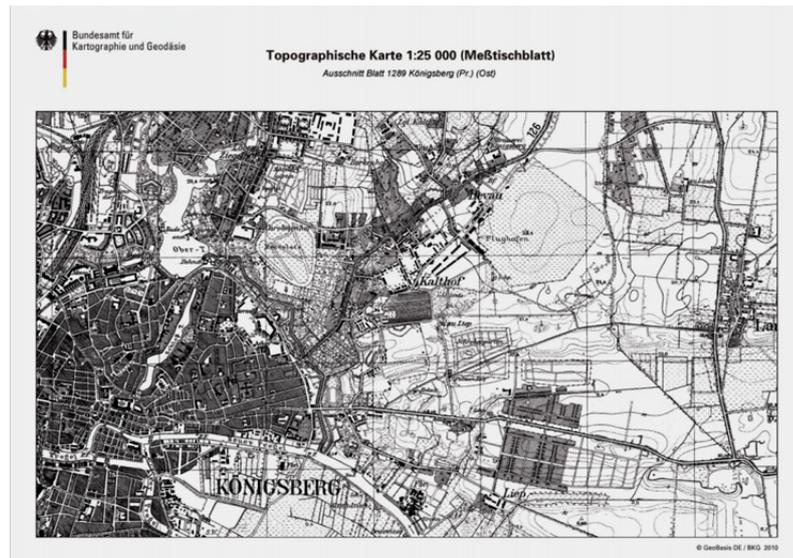
Bild: <http://www.zeno.org/Meyers-1905/I/110029a>

Die Messungen beinhalten die Ermittlung von Richtungen, Entfernungen und Höhenunterschieden. Es wurden in erster Linie Gebäude, Flüsse, Verkehrswege und Waldränder aufgenommen. Weiterhin waren Punkte wichtig, die für die Erstellung der Höhenlinien unerlässlich waren. Man kam pro Messtischblatt auf ca. 80 bis 400 Lattenpunkte auf 1 km². Quelle Werner Bormann, Allgemeine Kartenkunde, Astra Verlag, 1954

Anmerkung: die Kippregel wurde aus einem Diopterlineal, welches von Herrn Professor Johann Richter genannt „Praetorius“ der Universität Altdorf bei Nürnberg im Jahre 1590 erfunden wurde, weiterentwickelt.

10.4.6 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.



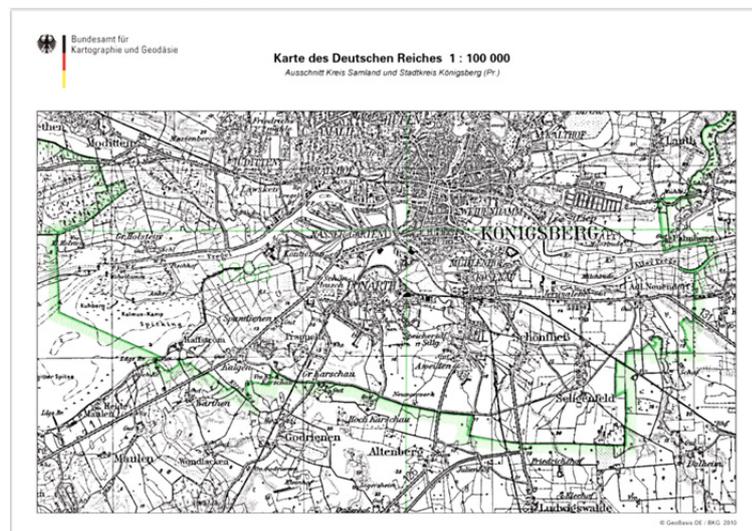
Blatt 1289, Königsberg (Pr.) (Ost), Format: 58cm x 60cm

Topografische Karte 1:25.000 aus dem Jahr 1937.

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

10.4.7 Karte des Deutschen Reiches 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.



Karte des Deutschen Reiches 1:100.000

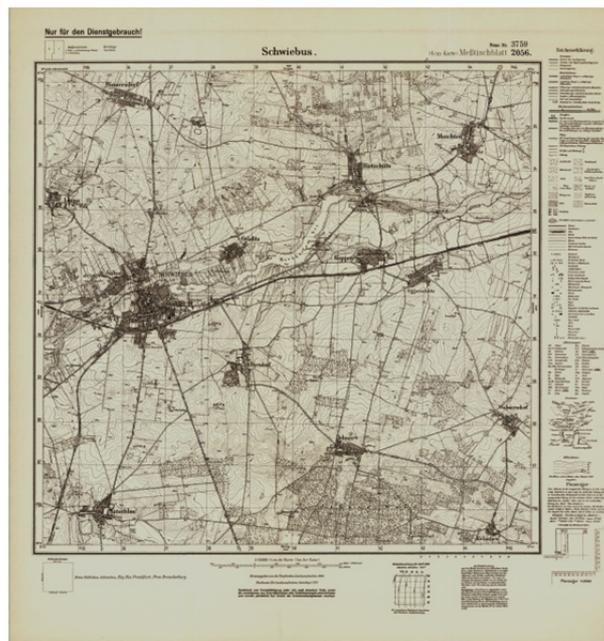
Text:
http://de.wikipedia.org/wiki/Karte_des_Deutschen_Reiches

KDR100 KK, Kreis Samland und Stadtkreis Königsberg (Pr.0, Format: 96cmx 77cm

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

10.4.8 Das Preußische Messtischblatt 1:25.000 ab 1876

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



Meßtischblatt 1:25.000 aus der Region Schwiebus

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.

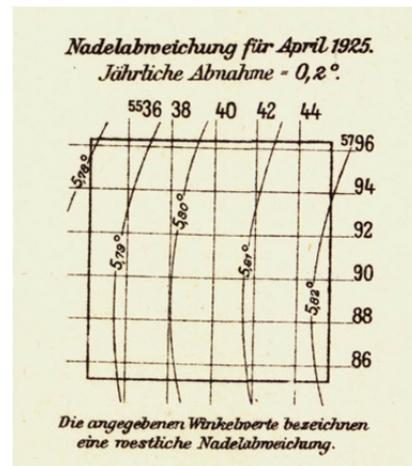


Die Angabe der Nadelabweichung

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.

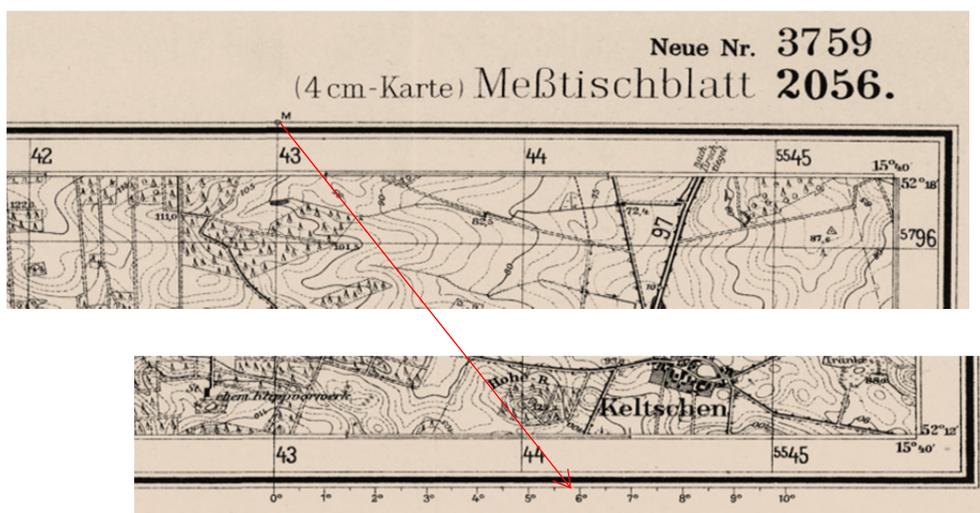
Darstellung der Nadelabweichung auf dem Kartenblatt

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 Anlegkante 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 reisenden 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.

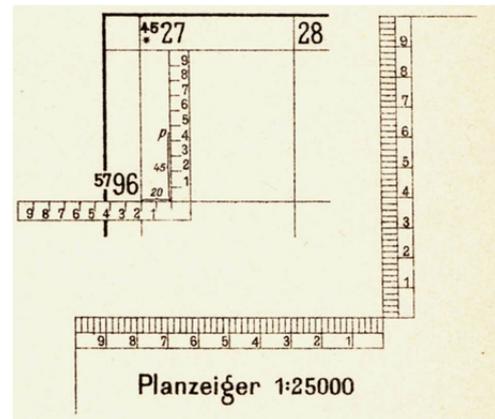
Anwendung: 1.) Die Karte ist eingerichtet, wenn eine Bussole mit ihrer Nord-Südrichtung an eine Gitterlinie nicht Blattrandseite gelegt wird und die Nadel auf den Abweichungswert einspielt. Oder: 2.) Die Richtung der Magnetnadel erhält man durch Verbindung des in die Gradteilung am unteren Blattrande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



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 steht dazu auch in meinem Handbuch zum Download [Orientierung Leichtgemacht](#)

Der Planzeiger

Auf dem Kartenblatt gibt es 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

Auf manchen Messtischblättern war eine Legende zu finden, auf manchen anderen Kartenblättern leider nicht.



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>

10.4.9 Das Sächsische Meßtischblatt 1:25.000 aus dem Jahre 1904 bis 1933

Anbei ein sehr schönes Beispiel des **Meßtischblattes Riesa** aus Sachsen. Die Aufnahme fand im Jahr 1904 statt, die Herausgabe im Jahr 1907. Im Jahr 1923 wurde sie das erste Mal berichtigt, ein weiteres Mal im Jahr 1933. Das Blatt wurde auf Leinen aufgebracht.

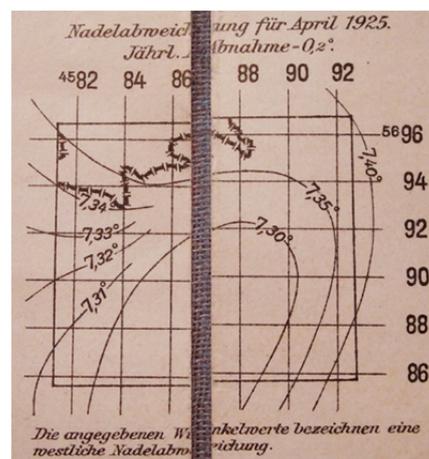


Die Karte wurde dreifarbig in den Farben Blau, Braun und Schwarz gedruckt. In Blau werden alle stehenden und fließenden Gewässer dargestellt, in Braun die Höhenlinien und in Schwarz die Vegetation, die Infrastruktur und Ortschaften. Diese Karte wurde auch **4-cm Karte** genannt. Beim Maßstab bei 1:25.000 entsprechen 4 cm in der Karte 1 km in der Natur. Daher der Name.

Auch bei diesem Kartenblatt wurde die Nadelabweichung auf einem gesonderten Feld im Kartenrand vermerkt und für einzelne Regionen auf dem Kartenblatt angegeben.

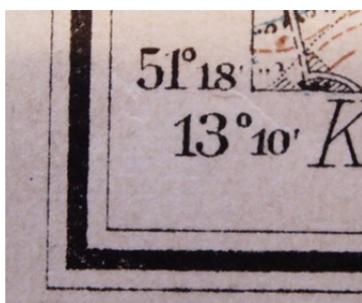
Es handelt sich, wie nicht anders zu erwarten, für das Jahr 1925 um eine westliche Nadelabweichung mit einem Wert von ca $7,5^\circ$, was in etwa 135 Strich entspricht.

Für Kompass der Reichswehr Mitte der 1920er Jahre wurden in etwa zu dem Zeitpunkt die Nadelabweichungen als gemittelter Wert für Deutschland von 160 Strich angegeben, was in etwa 9° entspricht.

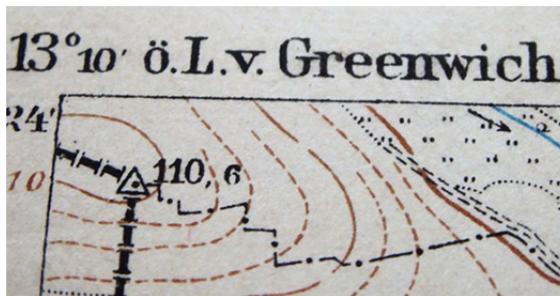


Marschkompass von Emil Busch: Verwendung in der Reichswehr Mitte der 1920er Jahren

Bei diesen alten Meßtischblättern wird deutlich, dass es sich bei den Missweisungskorrekturen nicht um die Korrektur der Deklination sondern um die der Nadelabweichung handelt. Hatten wir doch schon bei diesem Meßtischkarten eine Einteilung der Gauß-Krüger-Koordinaten.



Einteilung in Altgrad mit Greenwich als Nullmeridian



Angabe des Nullmeridians, da Ferro nicht mehr verwendet wurde



Gauß-Krüger-Koordinaten

Die fließenden als auch die stehenden **Gewässer** wurden blau dargestellt, die Fließrichtung mittels eines Pfeiles. Diese Art von Pfeil muss typisch für die Zeit des frühen 20.

Jahrhunderts gewesen sein. Auf Kompassen der Manufaktur C.Stockert & Sohn finden wir als Deklinationskorrektur



Taschenkompass C.Stockert & Sohn- 1910



Kartenausschnitt mit Fließrichtung

ebenso solch

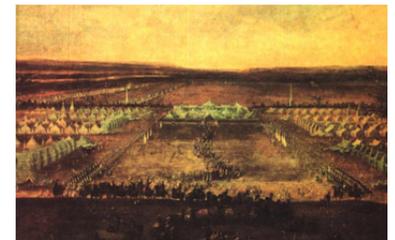
gestaltete Pfeile. Natürlich schaut man sich solche alte Karten daher auch etwas genauer an. Und da entdeckte ich eine Besonderheit in dieser Karte RIESA. Das **Lager Zeithain** und ein Munitionsdepot werden dargestellt, ebenso eine Schießanlage. Auf heutigen öffentlich zugänglichen Karten ist das undenkbar. Wahrscheinlich war das in den 1930er Jahren aber auch so. Mein Interesse war geweckt.



Lager Zeithain mit Munitions-Anstalt und Schießstand

Bei der **Munitionsanstalt** sieht man sofort die Gleise, welche zu den einzelnen Produktionsstätten bzw. Bunkern führen. Irgendwie muss die Munition ja auch abtransportiert werden. Das es dort nun auch ein **Baracken-Lager** gibt, heute sagen wir Kaserne dazu, verwundert nicht, da das Militär diese Einrichtung auch schützen musste. Zumal dieser Ort seit dem Jahr 1879 als „Zeithainer Lager“ für die Dresdner Garnison eingerichtet wurde. Und ein **Schießstand** macht zur Erprobung neuer Munition und der Qualitätskontrolle natürlich dort auch einen Sinn. Also stellte ich Nachforschungen an und bekam erstaunliche Ergebnisse. siehe auch: <http://www.lexikon-der-wehrmacht.de/Karte/Truppenübungsplatze/Zeithain.htm>

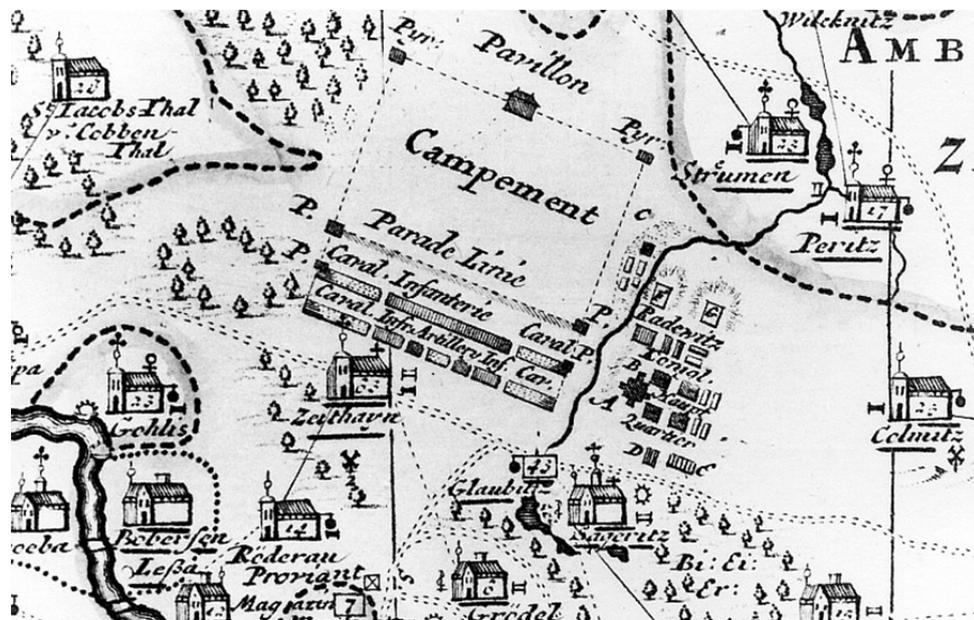
Bereits zur Zeit **August des Starken** (1670 bis 1733) war diese Region sehr bekannt. Dort wurde das „Spektakulum des Jahrhunderts“, eine Truppschau und ein Barockfest, abgehalten, welche von Friedrich Zürner, dem Kartographen von August des Starken und auch vom Kupferstecher Tobias Conrad Lotter auf Karten festgehalten wurden. Es handelt sich um das legendäre **Lustlager von Zeithain** welches vom 31. Mai bis zum 28. Juni 1730 stattfand. Es zeigte die Neuorganisation der 27.000 Mann starken sächsischen Armee und demonstrierte sowohl die Leistungsfähigkeit der Regimenter als auch die der sächsischen Kunst. Schon damals gab es einen Riesenstollen für 28.000 Mann. Unter anderem waren Friedrich Wilhelm I, und der damalige Kronprinz Friedrich, den man später Friedrich den Große nannte, anwesend.



Lustlager von Zeithain 1730

Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Zeithainer_Lustlager#/media/File:Lager_bei_Zeithain_1730_von_Alexander_Thiele.jpg

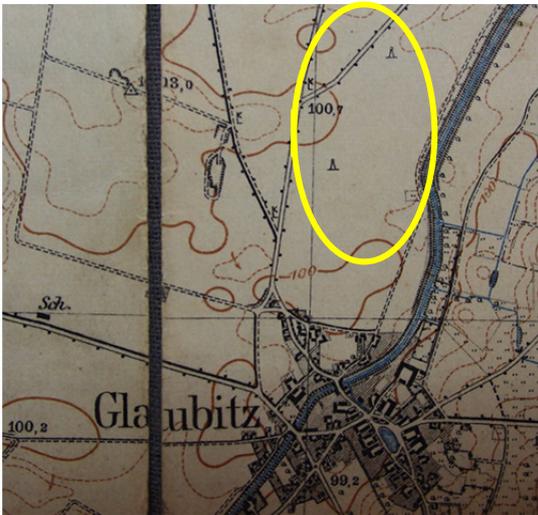
Auf dieser Karte von **Adam Friedrich Zürner** erkennt man den Ort **Gohlis, Glaubitz** und **Zeithayn** welche an der Elbe liegen. Auf dem Meßtischblatt ist Gohlis rot markiert.



Quelle: Deutsche Fotothek

Karte des Amtes Großenhain, von **Zürner**, 1711, Nachträge 1730 (Sign.: VII 108)
 Quelle: Von Deutsche Fotothek, CC BY-SA 3.0 de, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6465653>

Im sich anschließenden Kartenblatt Colmnitz aus dem Jahre 1903 finden wir in den alten Karten die **Positionierung des Lustlagers** von August dem Starken aus dem Jahre 1730 wieder. Dieses wird noch heute durch drei Obelisken markiert.



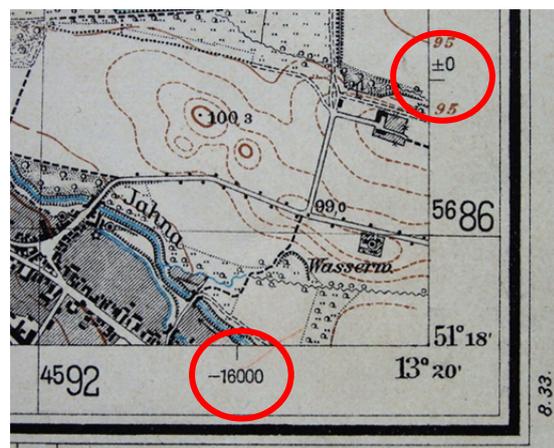
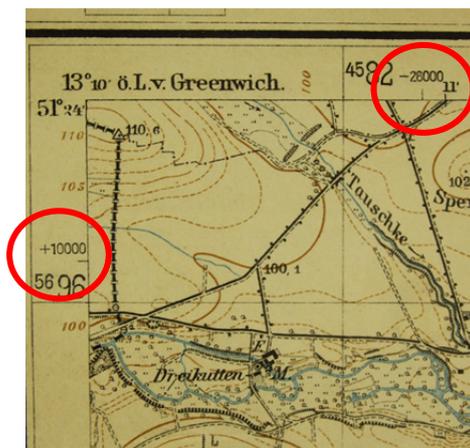
Zwei von drei Obelisken zur Markierung der Lagerposition



Zwei barocke Obelisken welche die Position des Lustlagers noch heute kennzeichnen

Quelle Bild re: Von LutzBruno - Eigenes Werk, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10374422>

Doch es gibt noch weitere interessante Details in dieser Karte. Am Kartenrahmen finden wir kleine Ziffern mit positiven und negativen Werten. Es ist ein weiteres Koordinatensystem - [Soldner Koordinaten](#). Wir erkennen auf dem rechten Bildausschnitt die Soldner-Koordinaten als Hochwert mit dem Wert +/-0 und einen Rechtswert mit -16000. Da diese Tatsache gerade in dieser Gegend sehr interessant ist, gehe darauf etwas genauer ein. Wahrscheinlich haben einige Leser das so noch nicht gesehen.



Soldner-Koordinatensystem am Kartenrahmen

Wie der Nullpunkt der Soldner-Koordinaten in München, der Nordturm der Frauenkirche, gab es auch ganz in der Nähe von Riesa einen weiteren Nullpunkt. Den Nullpunkt von **Grossenhain**. In Preußen wurden gemäß Anweisung der Königlich Preussischen Landesaufnahme von 1881 vierzig Koordinatensysteme nach Soldner veröffentlicht. Die Soldner-Koordinaten wurden in weiten Teilen Deutschlands noch bis in das 20. Jahrhundert hinein benutzt, dann aber beginnend in den 1920er Jahren weitgehend durch das Gauß-Krüger-Koordinatensystem ersetzt.



Soldner Koordinatensystem Nullpunkte um 1900

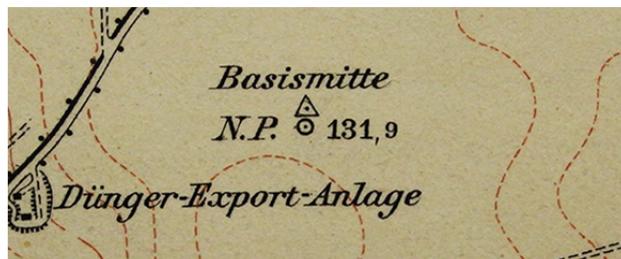
Quelle: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Soldner-Koordinatensysteme_um_1900.jpg

Anmerkung: Grossenhain kommt schon bei der [Triangulierung Sachsens](#) zum Vorschein. Hier gab es die sogenannte Großenhainer Grundline. Als Nullpunkt eines weiteren Soldner-Koordinatensystems wurde der Zwischenpunkt Nr 33 in Grossenhain gewählt.

Quelle: Wolfgang Torge, die Geschichte der Geodäsie in Deutschland

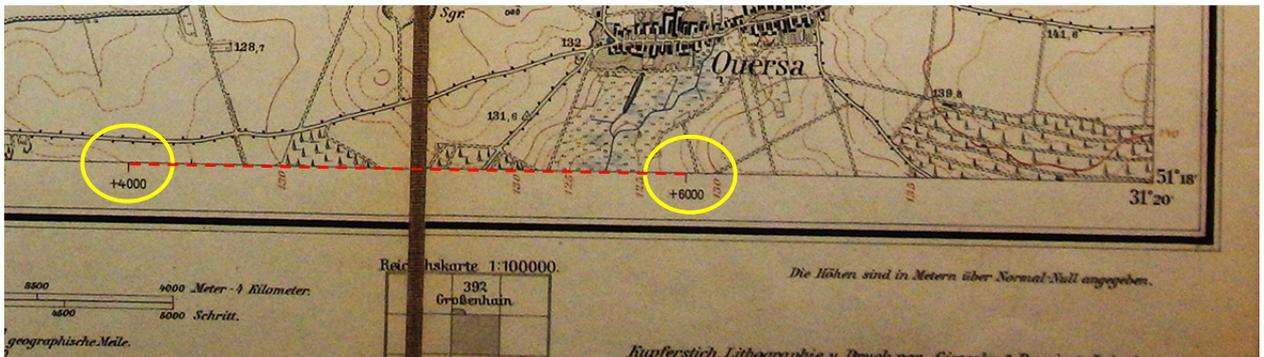
Um das etwas genauer zu beleuchten müssen wir zum nächsten Kartenblatt wechseln, zum **Preussischen Kartenblatt Skäbschen/ Hirschfeld**. Dort findet man im Schnittpunkt der **+/-0 Koordinate** folgendes Symbol in der Karte vor: Basismitte und N.P. 131,9.

Der **Schnittpunkt** der **+/-0 Koordinaten** kennzeichnet den **Nullpunkt** des Soldner-Koordinatensystems in Großenhain.



Nullpunkt N.P. der Soldner-Koordinaten und **Basismitte** der Grundline von Großenhain

Vergleichen wir nun die **Koordinatenabstände** auf der Karte. Dabei muss man natürlich den Spalt berücksichtigen, der aufgrund der Anbringung auf Leinentuch stattfand. Nun möchte man (zumindest ich ☺) natürlich wissen, wie lang die Strecke in der Natur ist.

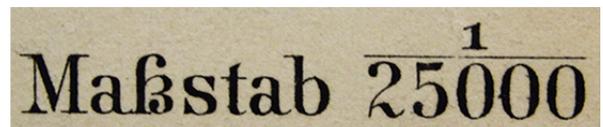


Soldner Koordinaten

Bei der Messung von der Koordinaten **+4000** zu **+6000** erhalten wir eine Strecke auf der Karte von 8,10 cm. Der Spalt hat eine geschätzte Breite von 2,1 mm. Rechne ich den **Papierverzug** mit ein, also das Schrumpfen des Kartenblattes im Laufe der letzten 90 Jahre, so kann man wohl davon ausgehen, dass die Strecke auf der Karte 8,0 cm betragen soll.

- +2000 Einheiten (die Differenz) betragen daher 8,0 cm, damit entsprechen
- +1000 Einheiten 4,0 cm

Die Karte hat den Maßstab 1:25.000. Dieser wird auf diesem Kartenblatt als Bruch und nicht als Verhältniszahl angegeben. **Somit beträgt die Strecke +1000 in Soldner-Koordinaten 1 km in der Natur.**



Maßstab als Bruch

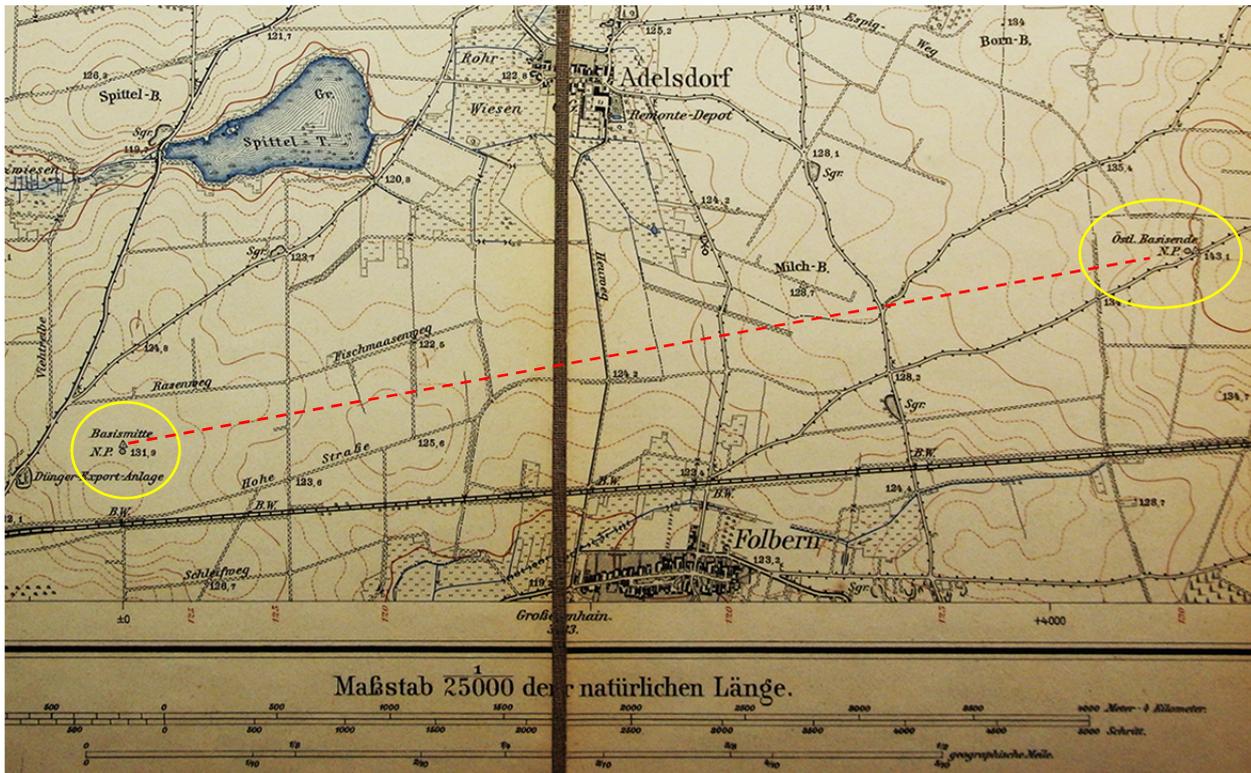
Die Geografischen Koordinaten mit Nullmeridian Bezug Ferro

An sich gibt es hier nichts Spektakuläres zu sagen, ist es aber interessant, dass das Meßtischblatt Hirschfeld unter der Bearbeitung Preußens im Gegensatz zu den hier vorgestellten von Riesa und Colmnitz, noch einen Nullmeridian von Ferro als Grundlage der Geografischen Länge annahm. Die Sächsischen Meßtischblätter bezogen sich bereits auf Greenwich als Nullmeridian.



Nullmeridian als Längenbezug ist Ferro

Und es gibt noch eine weitere Besonderheit. Die [Basislinie von Großenhain](#) wird im Kartenblatt Hirschfeld von Quersa zur Basismitte in Großenhain dargestellt. Das westliche Basisende in Raschütz wird auf dem Kartenblatt Nr. 33 Großenhain dargestellt.



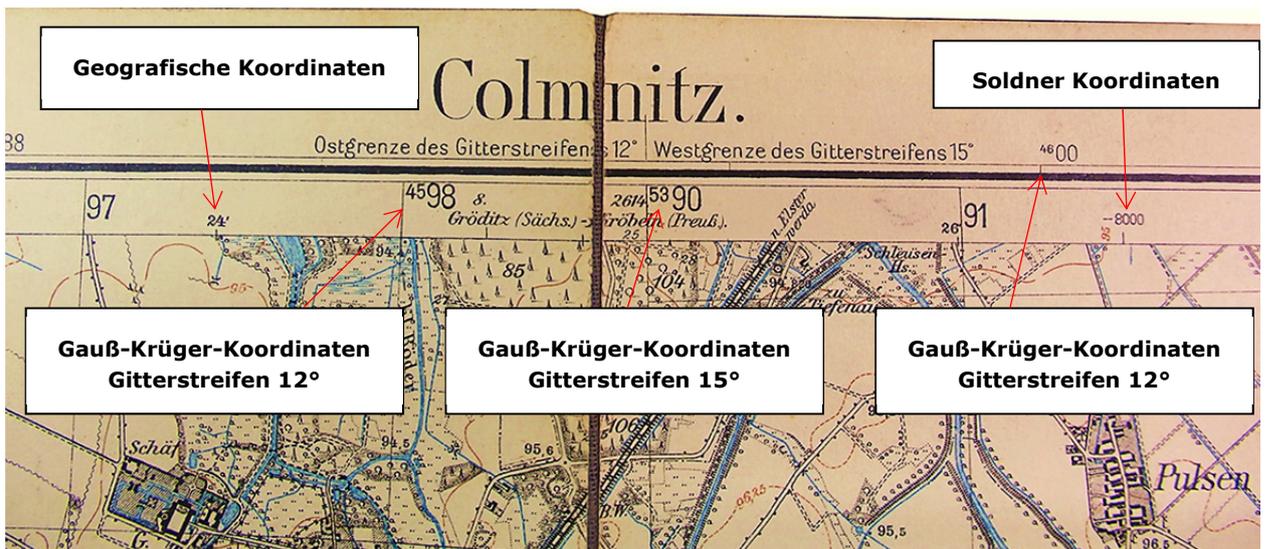
Strecke östliches Basisende Quersa zu Basismitte Großenhain

Gauß-Krüger Koordinaten des Meßtischblattes aus dem Jahr 1903

Die Angabe einer Kennziffer des Meridianstreifens ist, wie wir wissen, kennzeichnend für das geodätische [Gauß-Krüger Koordinatensystem](#). Auf dem Riesa ostwärts angrenzenden Kartenblatt Colmnitz findet man für das Gauß-Krüger-System typischen **Übergang in den benachbarten Gitterstreifen**. Diese Gitterstreifen überlappen sich, sodaß man ohne weiteres bei einem angrenzenden Kartenblatt mit den Koordianten des anderen Gitterstreifens weiterrechnen kann. Sehr praktisch. Da die Rechtswerte der Koordiaten jeweils am Hauptmeridian einen Wert von 500.000 dazu addiert bekommen, erhalten wir, im Gegensatz zu den Soldner Koordinaten, keine negativen Werte. Schauen wir uns die Koordinatensysteme auf diesem Kartenblatt aus dem Jahr 1903 etwas genauer an.



Übergang in den nächsten Gitterstreifen



Die Koordinatensysteme im Detail

Auf den ersten Blick ist das alles etwas verwirrend, geht man aber systematisch vor, dann gibt es eigentlich keine Probleme:

- Gauß-Krüger-Koordinaten des Gitterstreifen **12°** haben eine **4** als erste Ziffer
- Gauß-Krüger-Koordinaten des Gitterstreifen **15°** haben eine **5** als erste Ziffer

Koordinaten des benachbarten Gitterstreifens werden am äußeren Kartenrahmen in kleinen Ziffern weitergeführt. Man kann somit mit den gleichen Koordinaten beim „Herausgehen aus dem Kartenblatt“ weiterrechnen.



Kennziffer des Meridianstreifens

Weiterhin sollte man beachten, dass der Hauptmeridian im Gauß-Krüger-System (0°, 3°, 6°, 9°, 12°,...) einem vorgegebenen Rechtswert von 500.000m zugeordnet bekommt. Damit werden negative Beträge der Rechtswerte vermieden.

10.4.10 Die Manöverkarte

Wie wir bereits gehört haben benötigte schon das Militär unter August des Starken und unter dem Preußischen Soldatenkönig Wilhelm der I. eine wesentliche Grundlage um taktische Maßnahmen für Militäroperationen zu planen. Eine genaue Karte war für diese Planungen entscheidend. Das hatte sich auch nicht geändert, als im 19. Jahrhundert Manöver abgehalten wurden. Zu der Zeit von August des Starken im frühen 18. Jahrhundert war ein Manöver eher eine Truppenschau als ein Üben auf dem Gefechtsfeld so wie wir es heute kennen. Beim **Zeithainer Lustlager im Jahre 1730**, bzw. auch „Großes Campement bey Mühlberg“ genannt, dauerte das Manöver vier Wochen. In diesem stellte August der Starke seine Truppenstärke in Exerzitien und Scheingefechten als auch seine wirtschaftliche und kulturelle Macht zur Schau. Er strebte eine enge Zusammenarbeit mit dem Preußischen Soldatenkönig Friedrich Wilhelm I. an. Karten von diesem Lustlager sind heute noch einzusehen, von einer Manöverkarte kann man aber nicht sprechen, eher von einer Positionierung des Lagers für die Nachwelt.

Preußische Generalstabskarte

In Preußen wurde ab dem Jahr 1830 das Preußische Staatsgebiet zum erstem mal gründlich aufgenommen. Man spricht daher von der **Preußischen Uraufnahme**. Eine Triangulation und eine Neuaufnahme des Staatsgebietes folgten in den 1860er Jahren. Erst im Jahr 1878 wurde in den Ländern Preußen, Bayern, Sachsen und Württemberg bestimmt, dass aufgrund des Preußischen Meßtischblattes des Maßstabs 1:25.000 eine Generalstabskarte 1:100.000 auf das ganze Deutsche Reich ausgedehnt wird. Diese Generalstabskarten hatten alle eine militärische-operative Bedeutung für Planungen von militärischen Einsätzen oder für Durchführungen von Manövern. Diese Generalstabskarte besaß keine Höhenlinien und stellte die **Geländeformen mit Schraffen** dar.

Kaisermanöver

Befasst man sich mit Manöverkarten, dann kommt man nicht um den Begriff des Kaisermanövers herum. Das Kaisermanöver war auch in Deutschland zur Zeit des Deutschen Kaiserreiches ein jährlich im September abgehaltenes Militärmanöver aller Truppengattungen. Es diente hauptsächlich der Demonstration der Stärke der Truppen und zugleich der Darstellung der militärischen Macht für die benachbarten Staaten. Sie wurden ab den Jahren 1861 bis 1911 fast kontinuierlich abgehalten. Kaisermanöver sollten ab dem Jahr 1913 dazu dienen den Führen von Armeekorps und von Armeen zu helfen selbständiger zu handeln. Quelle Bild, gemeinfrei : http://media.iwm.org.uk/ciim5/32/725/large_000000.jpg



Husaren beim Kaisermanöver im Jahre 1899

Originalaufnahme: Die Durchführung eines Kaisermanövers kann man hier sehen:

<https://www.youtube.com/watch?v=vYxE9LwTn90>

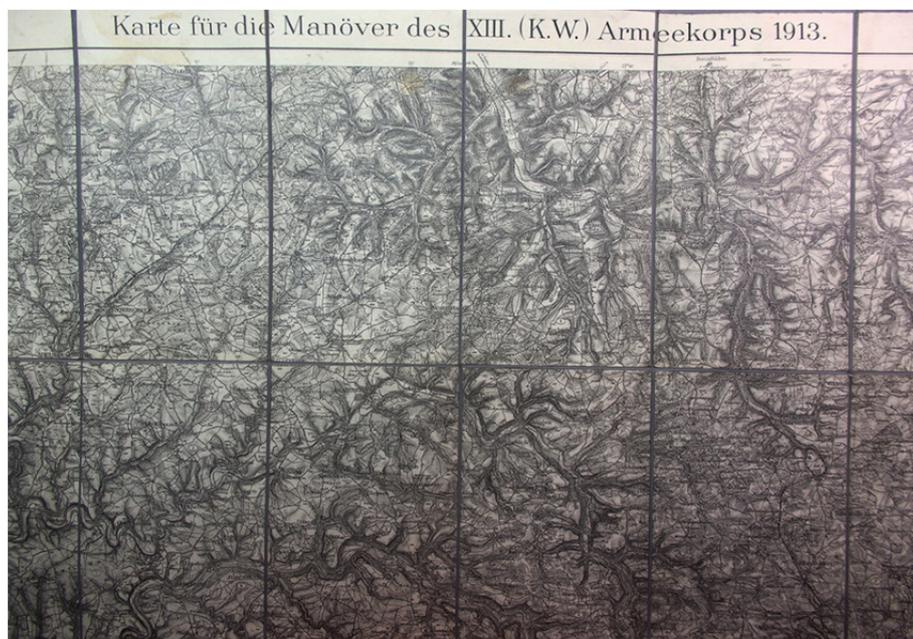
Zu diesen Manövern gab es nun auch die entsprechenden Manöverkarten. Diese dienten der **Übersicht für die Truppenbewegungen** und hatten i.d.R. den Maßstab 1:100.000. Es gibt aber auch Landkarten mit dem Maßstab 1:300.000 die als **Wegekarte für das Kaisermanöver** um das Jahr 1900 ihre Anwendung fanden. Diese dienten wahrscheinlich dem Heranführen ortsfremder Truppenteile zum wechselnden Ort des jährlich wiederkehrenden Kaisermanövers. Herausgeber war jeweils die Kartographische Abteilung der Königlich Preußischen Landesaufnahme. Auf diesen militärischen Wegekarten wurden die Infrastruktureinrichtungen für den Marsch besonders gekennzeichnet. Die Zugangsstraßen wurden auf der schwarz-weißen Karte braun gekennzeichnet. Gewässer wie immer in der Farbe Blau.



Kaisermanöver 1896

Die Bezeichnung als Wegekarte war aber noch in den 1920er Jahren auch für die **Wanderkarten** mit dem Maßstab 1:150.000 **für den privaten Gebrauch** üblich. Auf der Rückseite hatten diese Wanderkarten Tabellen mit Entfernungsangaben, Fahrplänen für Busse und Eisenbahnen und im Kartenblatt selber wurden die Orte mit Jugendherbergen mittels einer eigenen Signatur extra hervorgehoben. An sich ist das nicht verwunderlich, bedenkt man, dass es zu dieser **Zeit die Jugendbewegung** mit den Wandervögeln, der Jungschar, der Pfadfinder und weitere Organisationen gab, die mit Sang und Klang unterwegs waren. Man wollte dem Wilhelminischen Zeitgeist und der immer weiter zunehmenden Industrialisierung entfliehen. Der Begriff der Wegekarte war selbst in den 1950er Jahren noch üblich.

Manöverkarte des XIII. (K.W.) Armeekorps aus dem Jahre 1913



Manöverkarte des XIII. (K.W.) Armeekorps aus dem Jahre 1913

Das XIII. (Königlich-Württembergische) Armeekorps wurde im Jahre 1871 nach dem Deutsch-Französischen Krieg 1870/71 aus der Württembergischen Armee aufgestellt.

„Zur Unterscheidung von Truppenteilen anderer deutscher Staaten erhielten die württembergischen Regimenter im Jahre 1871 den Zusatz: „... württembergisches ... Regiment“. mit zusätzliche Nummern. Diese entsprachen der fortlaufenden Nummerierung aller Regimenter des deutschen Bundesheeres, unabhängig von ihrer Zugehörigkeit zu einem der Kontingente. Die württembergischen Infanterieregimenter erhielten die Nummern 119 bis 126, die Kavallerieregimenter die Nummern 19, 20, 25 und 26 und die Artilleriesregimenter die Nummern 26 und 27.“

Quelle: [https://de.wikipedia.org/wiki/XIII._\(K%C3%B6niglich-W%C3%BCrttembergisches\)_Armee-Korps](https://de.wikipedia.org/wiki/XIII._(K%C3%B6niglich-W%C3%BCrttembergisches)_Armee-Korps)

Das XIII (K.W.) Armeekorps gliederte sich in zwei Divisionen.

- 26. Division (1. Königlich Württembergische) in Stuttgart
- 27. Division (2. Königlich Württembergische) in Ulm



Ausschnitt aus der Manöverkarte, **Höhendarstellung mittels Schraffen**

Die Höhenlinien, welche wir bereits in der Sächsischen Topografischen Karte aus dem Jahre 1875 kennen, sind auf dieser Karte aus dem Jahr 1913 nicht aufgeführt. Stattdessen finden wir eine **Höhendarstellung mittels Schraffen**. Auch durch diese erhalten wir einen plastischen Eindruck von den Bodenformen.

In der Manöverkarte findet man einige Kennzeichnungen, die aufgrund fehlender Legende nur mutmaßlich hergeleitet werden können. Relativ versteckt findet man die umrandeten Ziffern 1,2,3,6,7,9. Hier könnte es sich um Standorte von Regimentern handeln. Nach der Friedensgliederung aus dem Jahre 1914 waren das im XIII. (K.W.) Korps die



- 53. Infanterie-Brigade (3. Königlich Württembergische) in Ulm
- Grenadier-Regiment „König Karl“ (5. Württembergisches) Nr. 123 in Ulm
- Infanterie-Regiment „König Wilhelm I.“ (6. Württembergisches) Nr. 124 in Weingarten
- 54. Infanterie-Brigade (4. Königlich Württembergische) in Ulm
- Infanterie-Regiment „Kaiser Wilhelm, König von Preußen“ (2. Württembergisches) Nr. 120 in Ulm
- 9. Württembergisches Infanterie-Regiment Nr. 127 in Ulm und Wiblingen
- 10. Württembergisches Infanterie-Regiment Nr. 180 in Tübingen und Gmünd
- 27. Kavallerie-Brigade (2. Königlich Württembergische) in Ulm
- Ulanen-Regiment „König Karl“ (1. Württembergisches) Nr. 19 in Ulm und Wiblingen
- Ulanen-Regiment „König Wilhelm I.“ (2. Württembergisches) Nr. 20 in Ludwigsburg
- 27. Feldartilleriebrigade (2. Königlich Württembergische) in Ulm
- Feldartillerie-Regiment „König Karl“ (1. Württembergisches) Nr. 13 in Ulm und Cannstatt
- 3. Württembergisches Feldartillerie-Regiment Nr. 49 in Ulm
- Württembergisches Pionier-Bataillon Nr. 13 in Ulm
- Württembergische Train-Abteilung Nr. 13

Quelle : [https://de.wikipedia.org/wiki/26._Division_\(1._K%C3%B6niglich_W%C3%BCrttembergische\)#Friedensgliederung_vom_1._August_1914](https://de.wikipedia.org/wiki/26._Division_(1._K%C3%B6niglich_W%C3%BCrttembergische)#Friedensgliederung_vom_1._August_1914)

Und es gibt den Buchstaben „M“ gemeinsam mit den Ziffern“ 1,2,3,4,5 umrandet. Hierbei könnte es sich um die Einsatz-Regionen einzelner Manöver handeln, da es sich um eine Karte für **die Manöver** des XIII. (K.W.) Armeekorps handelt.

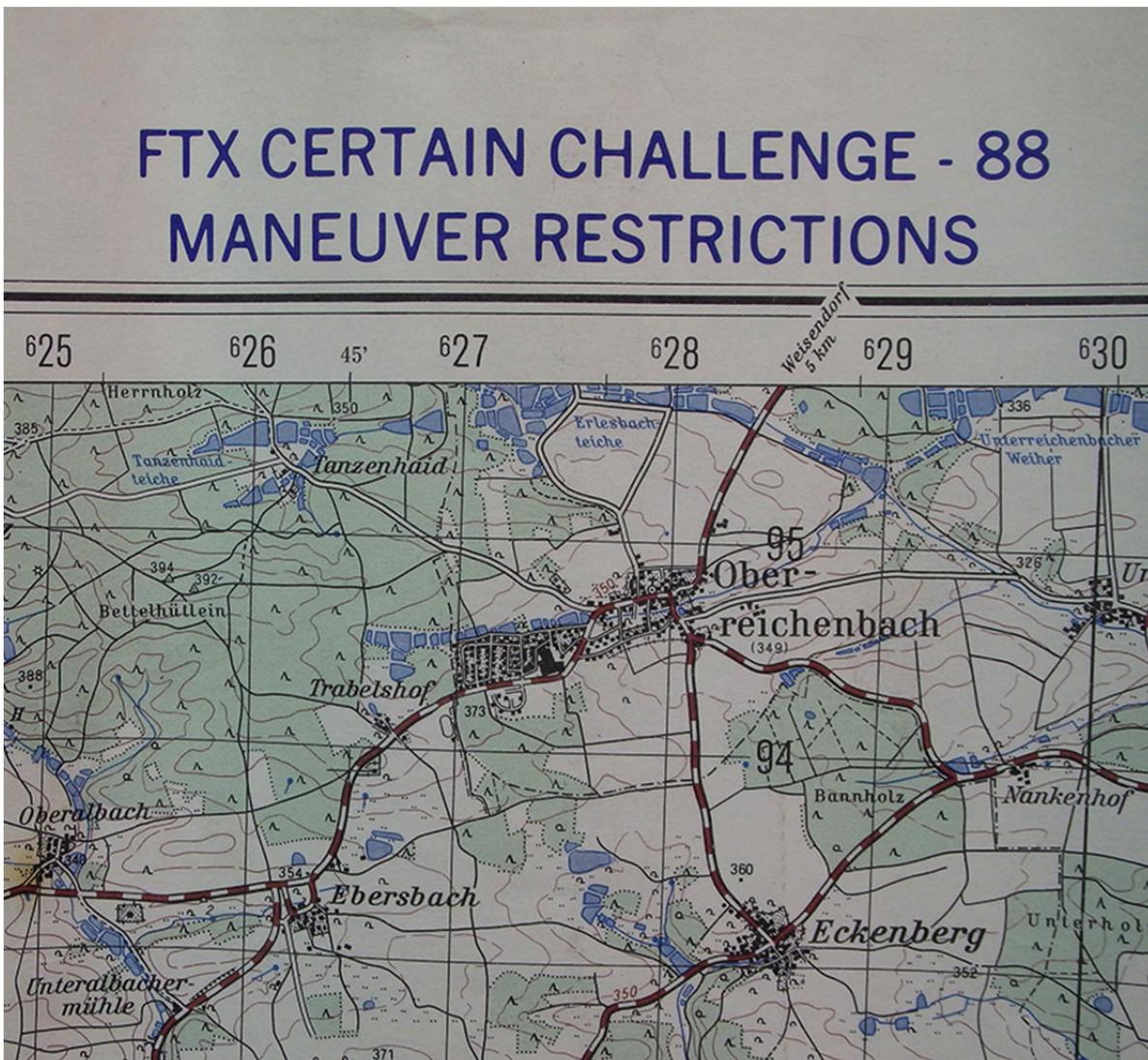


Bereits zu meiner aktiven Militärzeit gab es unterschiedliche Arten der Manöver. Man marschierte in Kolonne auf einem vorgeschriebenen Weg zu einer gewissen Zeit mit bestimmter Marschgeschwindigkeit oder per Bahntransport zum Truppenübungsplatz. Dort führte man mehrere Tage andauernde zusammenhängende taktische Abläufe mit Schießübungen durch und trainierte diese immer wieder von neuem. Man nutzte eine Wegekarte um in den Zielraum bzw. Verfügungsraum zu gelangen. Es gab aber auch Freilaufende Übungen, bei denen entweder ganze Truppenteile mit bis zu 130.000 Soldaten (REFORGER) im freien Gelände taktische Übungen durchführten oder nur die Gefechtsstände ohne Truppenbewegungen bewegt wurden. Hier wurden nur Simulationen auf der Lagekarte mit sich wechselnden Szenarien bei sich bewegenden Gefechtsständen durchgeführt. Diese haben bei Weitem den meisten Spaß gemacht.

Manöverkarte „Certain Challenge“ 1988

Im Rahmen der **REFORGER Manöver** fand in Süddeutschland im September 1988, unter anderem auch im Fränkischen Raum, eine der größten Manöver der Herbstübungsserien des Alliierten Kommandobereichs Europa statt. Es nahmen Truppenteile der US-Streitkräfte, Soldaten aus Kanada, Frankreich und Dänemark und natürlich auch der Bundeswehr teil. Insgesamt ca. 125.000 Mann. Selbstverständlich wurden für diese Übungen auch eigene Manöverkarten gedruckt und ausgegeben.

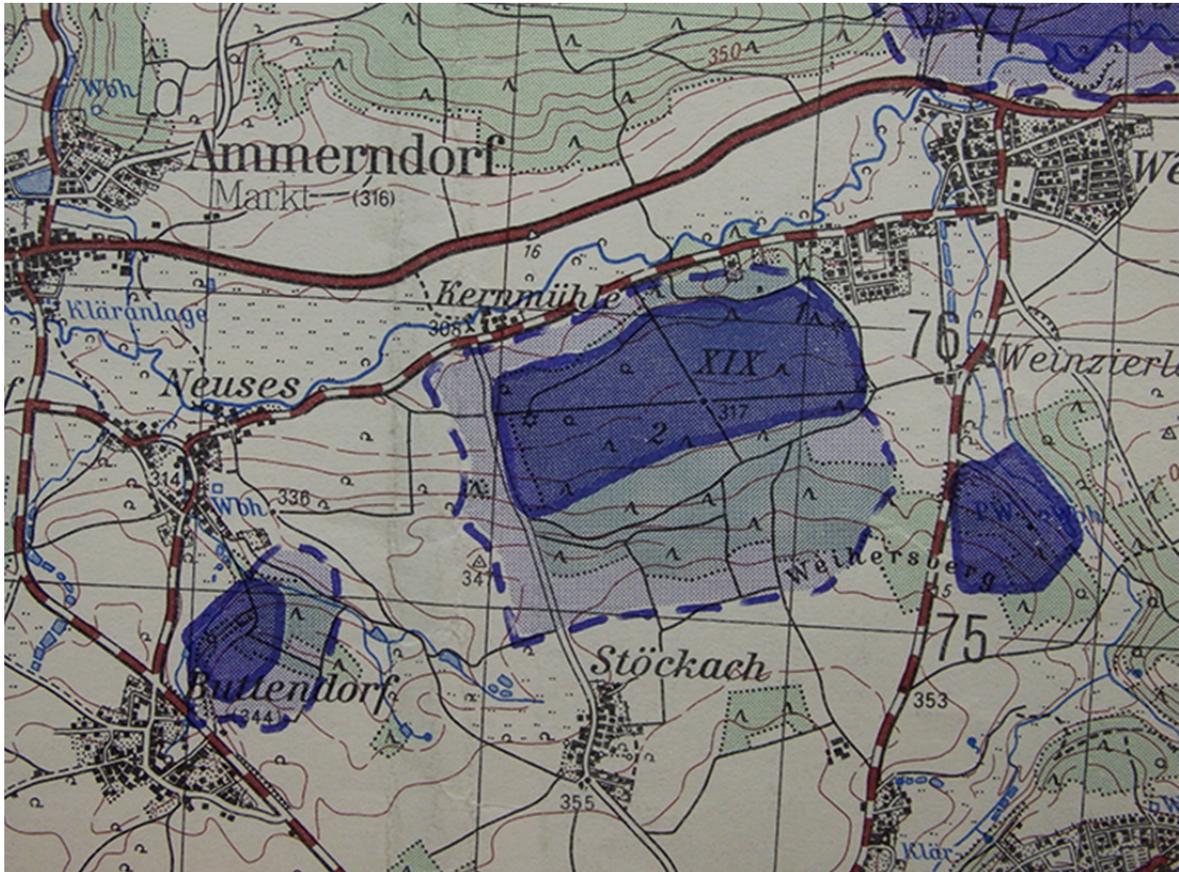
Diese waren natürlich nicht im freien Handel erhältlich sondern wurden in unserem Fall von der 585th Engineer Company gedruckt. Die Grundlage der Karte ist die Karte 1:50.000 L 6532 der Serie M 745, Ausgabe 4 DMG (militärisches Kartenwerk im Maßstab 1:50.000 mit 1 km UTM-Gitter-Quadrate). Herausgeber war das Amt für Militärisches Geowesen, der Bearbeiter das Bayerische Landesvermessungsamt, die Grundlage der Karte ist Topografische Karte 1:50.000 Blatt Nr. 6532



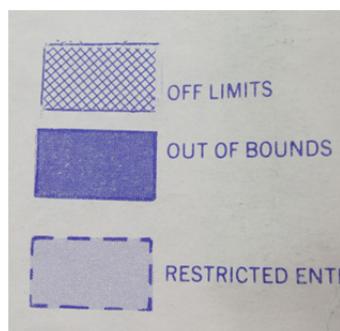
REFORGER Übung **Certain Challenge 1988**

Zugangsbeschränkungen

In dieser Karte wird den Truppenteilen der Zugang zu Räumen mehr oder minder stark verwehrt. Es sollte somit die Infrastruktur und die Bevölkerung nicht über die Maßen hinaus mit den Truppenbewegungen belastet werden. Diese Sperrzonen werden in der Karte sehr auffällig dargestellt. Gab es doch durch diese Übungen Flurschäden in größerem Umfang.



Zugangsbeschränkungen zu gekennzeichneten Gebieten, kleiner Ausschnitt aus der Karte



KEIN REFORGER VERKEHR

Fahrzeugbewegungen querfeld sind verboten. Fahren nur erlaubt auf folgenden Allwetterstrassen: Autobahnen, IA-Strassen (markiert mit roter Linie) bzw. IB-Strassen (markiert mit roter gestrichelter Linie auf Karten Masstab 1:50,000).

Fahrzeugbewegungen querfeld sind zulässig. Nicht statthaft sind Betankung, Betriebsstoffumschlag, Kfz-Instandsetzung und -Wartung, Erdarbeiten, Biwakieren, Einrichten von Latrinen ebenso wie Abfallbeseitigung.

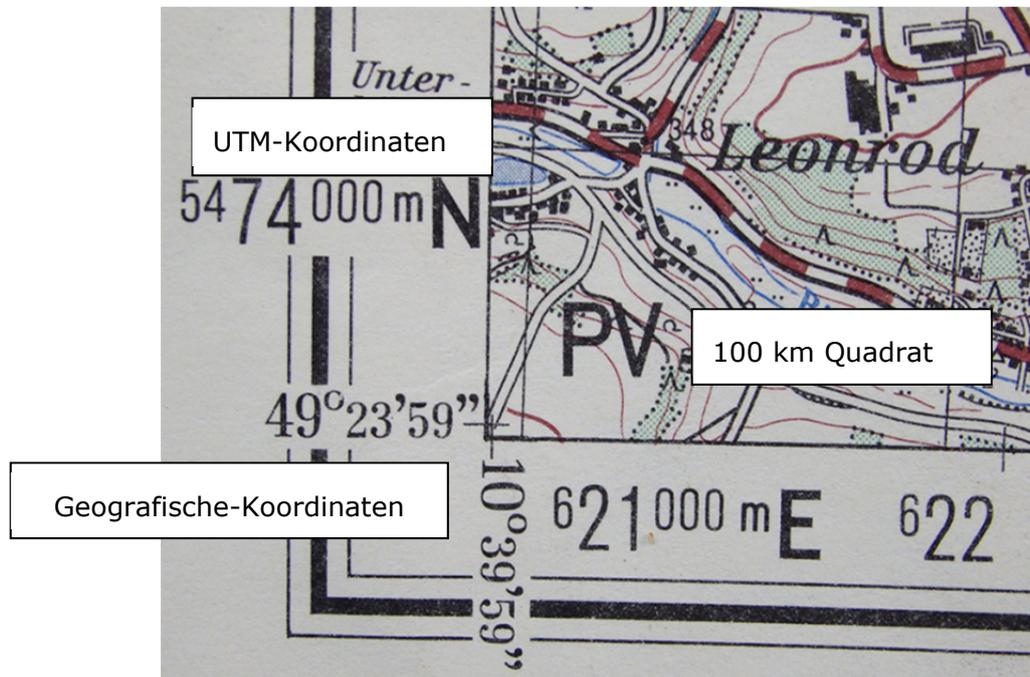
Eisenbahngleise dürfen nur an bezeichneten Stellen überquert werden.
VORSICHT: ANTENNEN HERABLASSEN vor Überqueren von elektrifizierten Bahnstrecken.

Legende zu dem Kartenblatt für die Zugangsbeschränkung zu einzelnen Gebieten

Koordinatensysteme:

Wie wir bereits gehört haben handelt es sich bei dieser Manöverkarte um eine UTM-REF Karte mit dem UTM Meldesystem. Diesbezüglich haben wir

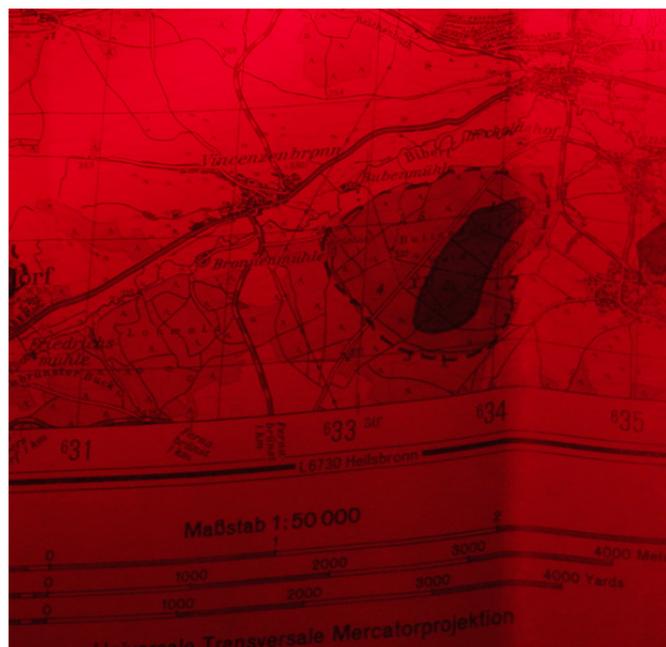
- UTM Koordinaten, hier mit Ost- und Nordkoordinaten
- Geografische Koordinaten.
- 100 km Quadrat ist mit der Kennziffer PV gekennzeichnet.



Angaben der Koordinatensysteme am Kartenrand

Karte ist lesbar unter Rotlicht

Eine Besonderheit dieser Manöverkarten ist die Tatsache, dass man auch in der Nacht mit Rotlicht alle wesentlichen Bestandteile der Karte einigermaßen gut lesen kann. Aufgrund des **Purkinje-Effektes** sollte man in der Nacht nicht mit Weißlicht herumhantieren, sondern Rotlicht verwenden. Das Auge hat damit keine Anpassungsschwierigkeit sich an die bestehenden Lichtverhältnisse zu gewöhnen. Weiterhin wird man in der Nacht auch nicht so schnell als Person erkannt, als wenn man Weißlicht verwendet.



Ausschnitt der Karte unter Rotlicht

10.4.11 Die Topografische Landkarte der NVA 1:200.000 für die BRD

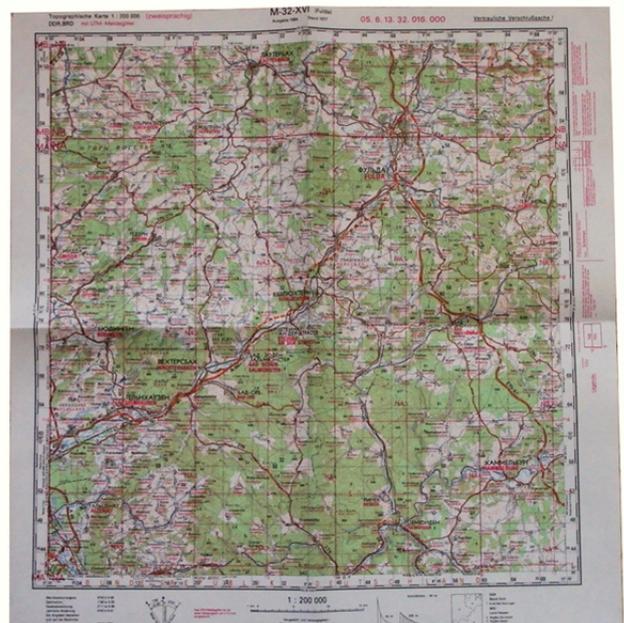
Ohne Probleme haben wir heutzutage Zugang zu Topografischen Landkarten der ehemaligen Nationalen Volksarmee. Diese Kartenblätter wurden vom Ministerium für Nationale Verteidigung, insbesondere dem Militärgeografischen Dienst hergestellt und herausgegeben. Sie wurden als Vertrauliche Verschlusssache eingestuft.

Die Karte, welche ich hier kurz vorstelle, wurde 1977 hergestellt und 1984 im Maßstab 1:200.000 aktualisiert. Sie diente wahrscheinlich als Wegekarte für den Einsatzfall. Sie hat Ähnlichkeiten zu den damaligen Karten der BRD und verfügte über ein UTM-Meldegitter. Das was einem natürlich als erstes ins Auge fällt ist die zweisprachige Ausgabe. Alle Orte wurden sowohl in Deutsch als auch in Russisch gekennzeichnet.

Alle wesentlichen Punkte der groben Orientierung auf einem möglichen Gefechtsfeld sind in der Wegekarte dargestellt. Auch die Kennzeichnung der Höhenkoten und der Höhenlinien sind vorhanden. Doch wesentlich ist die übersicht der Darstellung der Verkehrswege für den geplanten „Durchmarsch durch das Gebiet der BRD“ in Richtung Frankreich.

Selbstverständlich wurden auch weitere Kennzeichnungen der Karte am Kartenrand mit beigefügt.

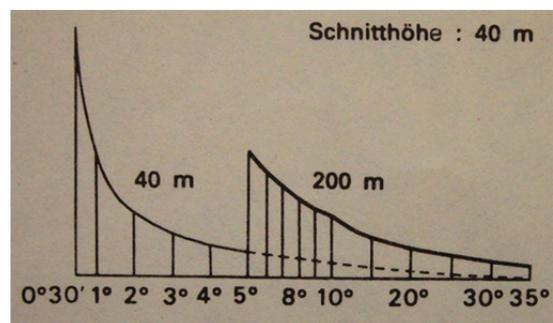
Die Schnitthöhen bzw. die Angabe der Steigung des Geländes in Grad konnte mittels der Höhenlinien und einem Stechzirkel aus den Höhenlinien entnommen werden.



Topografische Landkarte 1:200.000 der NVA
zweisprachig Deutsch und Russisch

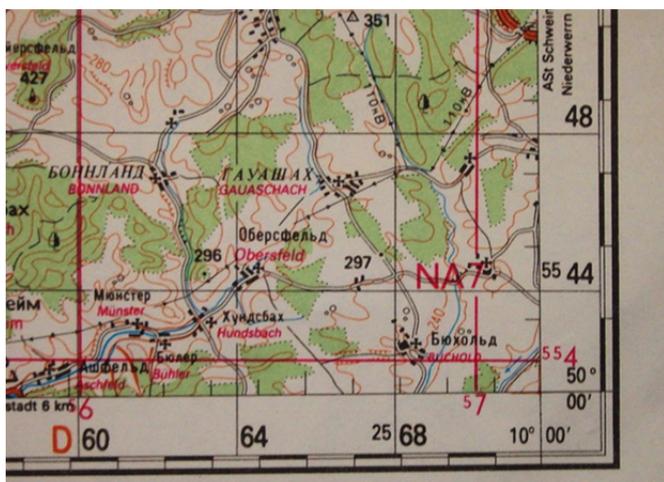


Kartenausschnitt Region Fulda



Skala zur Ermittlung der Steigung in Grad

Am Kartenrahmen finden wir die Angaben zu den beiden Koordinatensystemen. Das Ellipsoid, auf welches sich die UTM-Koordinaten beziehen, ist nicht angegeben. Eine Kennzeichnung der 100-km-Meldequadrate ist gegeben.



Geografische Koordinaten mit UTM-Koordinaten

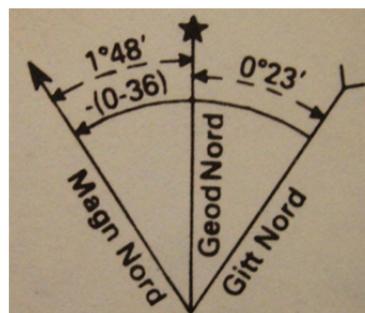


Angabe 100 km Meldequadrate

Natürlich wurde auch die Missweisung sowohl numerisch als auch grafisch dargestellt:

Meridiankonvergenz	0°23'ö 0-06
Deklination	1°48'w 0-30
Nadelabweichung	2°11'w 0-36
Jährliche Änderung	0°02'ö 0-01
Die Angaben beziehen sich auf die Blattmitte	
Stand	Mitte 1980

Angabe der Missweisung



Angabe der Missweisung grafisch

Auch die Anwendung des Meldegitters wurde exemplarisch am Kartenrand dargestellt. Eine Legende der Symbole sucht man auf dem Kartenblatt vergebens. Die NVA-Karte war auch mehr als Wegekarte zur groben Übersicht gedacht als ein Karte zur Geländebeurteilung im Detail. Hier gab es Karten im Maßstab 1:25.000. Ich bin mir sicher, dass auf Seiten der NATO-Streitkräfte ebenso derartige zweisprache Topografische Karten im Bestand waren wie auf Seiten des Warschauer Vertrages. Nur eben in Deutsch und auf Englisch.

1.	NA	0	9	
2.			9	
3.				4
Punktbestimmung		NA0994		
Bei Meldung über 18° hinaus in jeder Richtung wird die Bezeichnung des Zonenfeldes vorangestellt:		32UNA0994		

Anwendungsbeispiel

10.5 Die historische Darstellung der Geländeneigung mittels Schraffen bzw. Bergstrichen

Die meist verwendete Methode zur Geländedarstellung im 19. Jahrhundert war wohl die der Vertikalschraffen, welche sich durch große Genauigkeit und Deutlichkeit hervorhob, vor allem auf den Generalstabskarten im Maßstab 1:100.000. Um dies zu verwirklichen musste der Zeichner bzw. der Stecher viel Zeit und Mühe investieren. Die anschauliche Darstellung von Höhenunterschieden mittels Schraffen bzw. Bergstrichen war bis in die 1920er Jahre eine gebräuchliche Form der Geländedarstellung. Grundsätzlich kann man diese auf den sächsischen Major Johann Georg Lehmann zurückführen. Daher wird der Begriff



Ausschnitt aus der Generalstabskarte Kartenblatt Bautzen, 1868

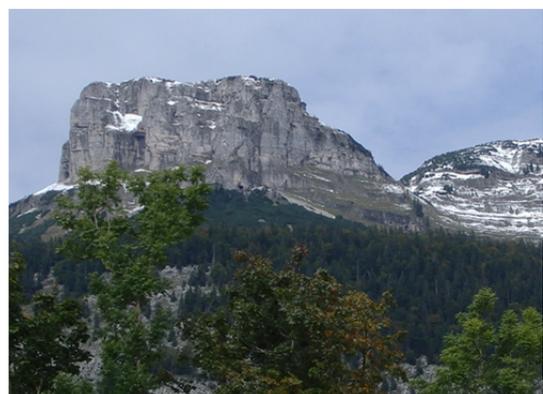
Lehmansche Schraffenmanier verwendet. Diese Methode wurde vor allem auf den Generalstabskarten als Vertikalschraffen genutzt. Diese hatte einen Vorläufer, die Manier vom **Ingenieur-Major Ludwig Müller**. Er war der Kartograph von Friedrich dem Großen und kam als erster auf den Gedanken die größere oder auch die geringere Steilheit der Böschungen streng schematisch durch das Prinzip „**Je steiler desto dunkler**“ zu veranschaulichen. Quelle: F.Chauvin, Die Darstellung der Berge in Karte und Plänen, Berlin 1852

10.5.1 Die Lehmannsche Schraffenmanier

Major Lehmann war im Jahr 1799 Lehrer an der sächsischen Militärschule und war somit Mitglied des Sächsischen Ingenieur-Korps. Er stellte bereits im Jahr **1794** die Böschungsdarstellung mittels mathematischer Grundlagen vor. Es gab **vier Grundsätze**:

- senkrechte Beleuchtung von oben und nicht von der Seite
- je steiler desto dunkler
- neun Stufen der Neigung
- die Bergstriche, damit meinte er die Schraffen, stehen senkrecht auf den Niveaulinien (Höhenlinien) in der Richtung des abfließenden Wassers.

Die Schattierung wurde nun mittels **Bergstrichen**, den sogenannten Schraffen oder auch **Böschungsschraffen** genannt, geschaffen. Diese wurden in der Richtung des größten Falls bzw. des Wasserlaufs gezeichnet und füllten stets in gleicher Anzahl den Raum. Die Breite der Schraffen und die der Zwischenräume stehen für jede Neigung in einem bestimmten Verhältnis. Major Lehman bezog sich dabei nur auf Flächen mit einer maximalen Steigung von 45 Grad, da weitere Steigungen für ihn militärisch uninteressant waren.



charakteristisches Bild für eine Geländeform in Österreich, hier der Loser

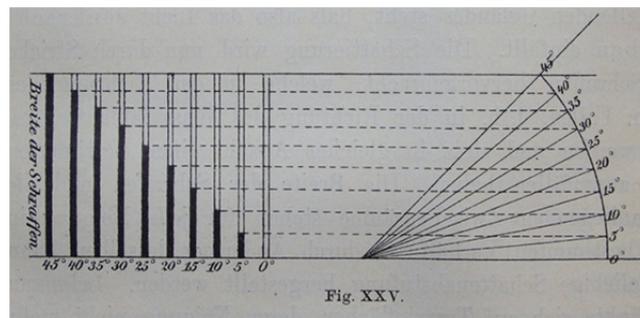
Für ihn war die Erfassung der Neigungen hauptsächlich nur für militärischen Zwecke interessant. Er stellte neun Schattierungsstufen für Neigungswinkel von 5° bis zu 45° fest. Die Breite der Schraffen und der Zwischenraum wurden für jede Neigung exakt festgelegt.

Böschungswinkel [°]	Weiß	:	Schwarz
5	8	:	1
10	7	:	2
15	6	:	3
20	5	:	4
25	4	:	5
30	3	:	6
35	2	:	7
40	1	:	8
45	0	:	9

Beispiel: Bei einem Feld von 9 mm Breite und einem Böschungswinkel von 20° muss die Schraffe, d.h. der schwarze Anteil 5 zu 4 Anteile weißer Zwischenraum betragen.

Skala für Anteile schwarze Schraffe und weißer Zwischenraum
Quelle: H.Zondervan, Allgemeine Kartenkunde, Teubner Verlag, 1901

Ein Gelände mit der Neigung 0° erscheint daher vollkommen weiß, ab der Neigung von 45° wird sie schwarz dargestellt. Grafisch kann man diesen Zusammenhang mittels der rechten Skala zeigen.



Darstellung des Verhältnisses zwischen Schraffen und der Boden­neigung

Quelle: H.Zondervan, Allgemeine Kartenkunde, Teubner Verlag, 1901

Natürlich wollte man auf den bestehenden Mechanismen der Schraffenmanier des Major Lehmann nicht stehen bleiben und verschiedene Versuche zur Darstellung des Geländes sollten die militärischen Einsatzplanung verbessern.

Für die militärische Taktiken und Einsatzstrategien war es wichtig die Neigungswinkel der Böschungen auf den Generalstabskarten noch einfacher und genauer abzulesen. Hier trat sich **General Müffling in den 1820er Jahren** besonders hervor. Er erweiterte den Böschungswinkel von 45° auf 50° und machte, was besonders hervorzuheben ist, aus einzelnen Strichen punktierte, geschlängelte und abwechselnd dicke und dünne Striche. Es gab aber auch weitere Versuche, die das Terrain besonders berücksichtigten. Die **Müffling'sche Skala** war für die Karte 1:25.000 nicht allzu lange, bei der Karte des Deutschen Reiches mit dem Maßstab 1:100.000 allerdings bis in die 1930er Jahre im Gebrauch. Quelle Siewke, Kartenkunde, Reimer Verlag Berlin, 1934

	Lehmansche Manier.	Müfflingsche Manier.	Deutsche Reichskarte.	Bayern.	Österreich.
1°					
5°	1:8			1:11	8:72
10°	2:7			2:10	13:67
15°	3:6			3:9	18:62
20°	4:5			4:8	23:57
26°	5:4			5:7	28:52
30°	6:3			6:6	33:47
35°	7:2			7:5	38:42
40°	8:1			8:4	43:37
45°	9:0			9:3	48:32
50°				10:2	53:27
55°				11:1	58:22
60°				12:0	63:17
65°					68:12
70°					73:7
75°					78:2
80°					80:0

für die Karte des Deutschen Reiches 1:100.000 kommt eine Kombination aus Lehmannsche Manier und der Müfflingschen Manier in Anwendung

Quelle: H.Zondervan, Allgemeine Kartenkunde, Teubner Verlag, 1901

Natürlich kann man in Norddeutschland nur von geringen Böschungswinkeln ausgehen, während dessen in Österreich Neigungswinkel bis 80° keine Seltenheit sind. Für die Karte des Deutschen Reiches im Maßstab 1:100.000 kam eine Kombination aus der Lehmann'schen und der Müffling'schen Schraffenmanier zum Einsatz.

Im 19. Jahrhundert wurde auf die alleinige Verwendung von **Horizontalschraffen**, auch **Isohypsen** genannt, noch keinen allzu großen Wert gelegt. Waren diese allein nicht so anschaulich wie die Methodik der Vertikalschraffen. Die Systematik der Horizontalschraffen war die gleiche wie die Methodik der Verwendung von Höhenlinien heute. Je näher die Isohypsen aneinander liegen desto steiler ist das Gelände. Je steiler die Böschung, desto dunkler wird die Darstellung durch das Aneinanderliegen der Höhenlinien. Im wenig geneigten Terrain wurde diese Methode im 19. Jahrhundert als nicht aussagekräftig empfunden.



Isohypsen einer Topografischen Karte mit dem Maßstab 1:25.000 aus dem Jahre 1920

In Verbindung der Isohypsen mit einer **Verwaschungs- oder Lasiermethode** entstand ein plastischer Eindruck, sodass man eine solche Karte auch für militärische Zwecke einsetzen konnte. Diese **Lasiermethode** aus dem 19. Jahrhundert beinhaltet dass man einen bestimmten Farbton, z.B. grün oder braun mit einem Pinsel auf die Karte aufsetzt und diesen nach der Gegend mit der abnehmenden Steigung hin verwäscht. An Stellen mit einer größeren Steigung dagegen mehrfach aufgetragen wird. Die Karte bekommt dadurch einen plastischen Anschein. In unserem Beispiel rechts wurden allerdings keine Horizontal- sondern Vertikalschraffen verwendet. Die Breite und die Länge der Lehmann'schen Schraffe durften nicht willkürlich gewählt werden. Bevor man die Schraffen zeichnete, wurden im Vorfeld die Niveaulinien auf die Karte aufgetragen und nach Zeichnen der Schraffen wieder aus dem Kartenblatt entfernt. Bei Lehmann wurde eine senkrechte Beleuchtung auf die Karte angenommen. Nachfolgende Methoden nutzten eine Beleuchtung von der Seite unter einer Neigung von 45° aus Richtung Nordwesten. Die so entstehenden Vertikalschraffen nannte man auch, **Schattenschraffen**.



Lasiermethode bei dem Kartenblatt Bautzen aus dem Jahre 1868 mit dem Maßstab 1:100.000

Quelle: H.Zondervan, Allgemeine Kartenkunde, Teubner Verlag, 1901



Schraffen bei senkrechter Beleuchtung



Schraffen bei schräger Beleuchtung

Die Schattentiefe hing nun nicht einzig und allein von dem Gelände ab, sondern auch von der Beleuchtung und der Orientierung des darzustellenden Geländes. Die Darstellung mittels einer Beleuchtung von der Seite war eher individuell dem Zeichner geschuldet als streng nach den Regeln. Um den alpinen Charakter eines Geländes darzustellen eignet sich diese Methode hervorragend, für die Bodenformen Hügel und Flachland war sie aber gänzlich ungeeignet.

Die **Schwierigkeit bei der Geländedarstellung mit den Böschungsschraffen** war, dass man um die Schraffenstufen auf den Karten zu unterscheiden meistens eine Lupe zur Hilfe mit heranziehen musste. Nicht jede Karte hatte aber eine Legende mit einem Schattenmaßstab zur Unterscheidung aufgedruckt. Daher hatten die Schraffen eigentlich nur einen imaginären Wert. Ohne Höhenkoten sind die Orientierung und die Beurteilung des Geländes mittels dieser Karten relativ schwierig.

Bereits um das Jahr 1900 gab es eine rege Diskussion ob nun die horizontalen Schraffen, nach unserem Sprachgebrauch die Isohypsen, oder die Vertikalschraffen das geeignete Mittel zur Darstellung der Bodenneigungen seien.

Man nutzte damals auch eine Kombination von beiden: Schraffen und Höhenlinien, welche auch Schichtlinien genannt wurden. Die Schraffen zeigten die Geländeneigung, die Schichtlinien halfen bei der Ermittlung der Höhe. Die Schraffen schneiden die Schichtlinien nur im rechten Winkel. Damit war die gegenseitige Lage beider Mittel bestimmt. Quelle: H.Zondervan, Allgemeine Kartenkunde, Teubner Verlag, 1901



Horizontale mit Schraffen

10.5.2 Die Charakteristik bei der Erstellung der Schraffen

Bei einem gleichmäßigen Hang sind die Striche sowohl in Abstand als auch in Linienstärke einander gleich. Ist ein Hang nach außen hohl, so nehmen die Striche nach der Höhe hin an Stärke zu, ist der Hang aufgewölbt, so werden stärkere Striche am Fuße des Hanges hervorgehoben. Ein Bergrücken wird durch ein Auseinanderfließen der einzelnen Schraffen ersichtlich. Ein strahlenförmiges Auseinanderfließen der Schraffen kennzeichnet einen Berg bzw. eine Kuppe. Bei einer Muldenlinie stehen sich die Schraffen gegenüber, der Grund selber bleibt weiß.



Geländeschraffen einer Manöverkarte aus dem Jahre 1913

Bereits in den 1930er Jahren war man der Ansicht, dass die **Böschungsschraffen** eine auslaufende Methodik zum Darstellen der Geländeneigung sein. In jedem Falle wurde die Böschungsschraffe der Schattenschraffe vorgezogen. Die Schattenschraffe hatte eine besser plastische Wirkung aber eine geringere Aussagekraft zur Geländeform.

10.5.3 Die Darstellung der Bodenformen mittels Schummerung

Wie wir bereits gehört haben hat die Methodik der Schraffe auch Nachteile. Diesbezüglich kam es zu einer weiteren Möglichkeit der Darstellung des Geländes – die der Schummerung. In der Vergangenheit wurde dies als Lasierung, sofern man einen Pinsel dazu benutzte, bezeichnet. Der Kartograph muss bei dieser Methodik schon eine künstlerische Ader haben. Die Schummerung wurde systematisch ab den 1850er Jahren angewandt, man findet sich aber auch schon auf kleinmaßstäbigen Karten die noch früher gezeichnet wurden wieder.



Verwendung von Höhenlinien ohne plastischen Eindruck



Höhenlinien mit Schummerung für den plastischen Eindruck

Quelle Bilder: H.Zondervan, Allgemeine Kartekunde, Teubner Verlag, Leipzig, 1901

Aufgrund der teilweise unbefriedigenden Ergebnisse als auch der entstehenden Kosten für die Darstellung der plastischen Höhe mittels Schraffen suchte man eine weitere Methode das Gelände darzustellen – die Schummerung. Diese findet man ab Mitte des 19. Jahrhunderts seitdem mittels Flachdruckverfahren (Lithografie) Schattentöne ohne Schwierigkeiten reproduziert werden konnten. Die Schummerung wird auf den Karten mit den Farbtönen braun, oder grau, auch in violett dargestellt. Man unterscheidet verschiedene Arten der Schummerung:

Böschungsschummer

Bei senkrechter Beleuchtung werden die steilen Hänge dunkler schattiert als bei sanft verlaufenden Hängen. Wie bei der Schattierung werden die Ebenen Weiß gehalten.

Schummerung bei schrägem Lichteinfall

Hierbei werden waagrechte Flächen im Halbton, die Hänge, welche der Lichtquelle zugewandt sind werden hell und die Schattenhänge dunkel schattiert dargestellt. Durch die Schrägschattierung wird ein hoher Grad an räumlicher Gestaltung erreicht, ähnlich der Schattenschraffe. Nur bei dieser werden die Ebenen nicht im Halbton wiedergegeben.

Kombinierte Schummerung

Hier wurde das Schattenschraffenprinzip verwirklicht. Lichthänge werden dunkler dargestellt als die Ebene, die Schrägbeleuchtung und das Prinzip „Je steiler desto dunkler“ umgesetzt. Anbei ein Beispiel für eine steile und eine flache Geländeform.



Lasierung bei einer Karte aus dem Jahr 1868. mit „Schraffen und Schummerung“

Schummerung mit Höhenlinien

Der Nachteil der Schummerung liegt eindeutig in der fehlenden mathematischen Grundlage der Darstellung. Höhenunterschiede als auch Gefällsrichtungen können alleinig mittels der Schummerung nicht abgelesen werden. Erst in Kombination mit den Isohypsen (Höhenlinien) wird die Schummerung für die Orientierung im Gelände wichtig. Diese Kombination ist heute nicht mehr wegzudenken.



*Handgezeichnete Topografische Karte von [Rolf Böhm](#)
Große Karte der Sächsischen Schweiz 1:30.000*

Schummerung wird heute manuell als Handschummerung, auf fotomechanischen Weg als Foto eines Gipsmodells oder automatischem rechnergestütztem Wege hergestellt. Das automatisierte Verfahren nutzt die Daten eines digitalen Geländemodells.

http://universal_lexikon.deacademic.com/120055/Schummerung

10.5.4 Die Darstellung der Geländeform mittels der Felsdarstellung

Noch heute wird in Karten der Alpen, so z. B. in den Karten von Freytag & Berndt oder auch des Deutschen Alpenvereins die Felsen sehr anschaulich in der Landkarte dargestellt.

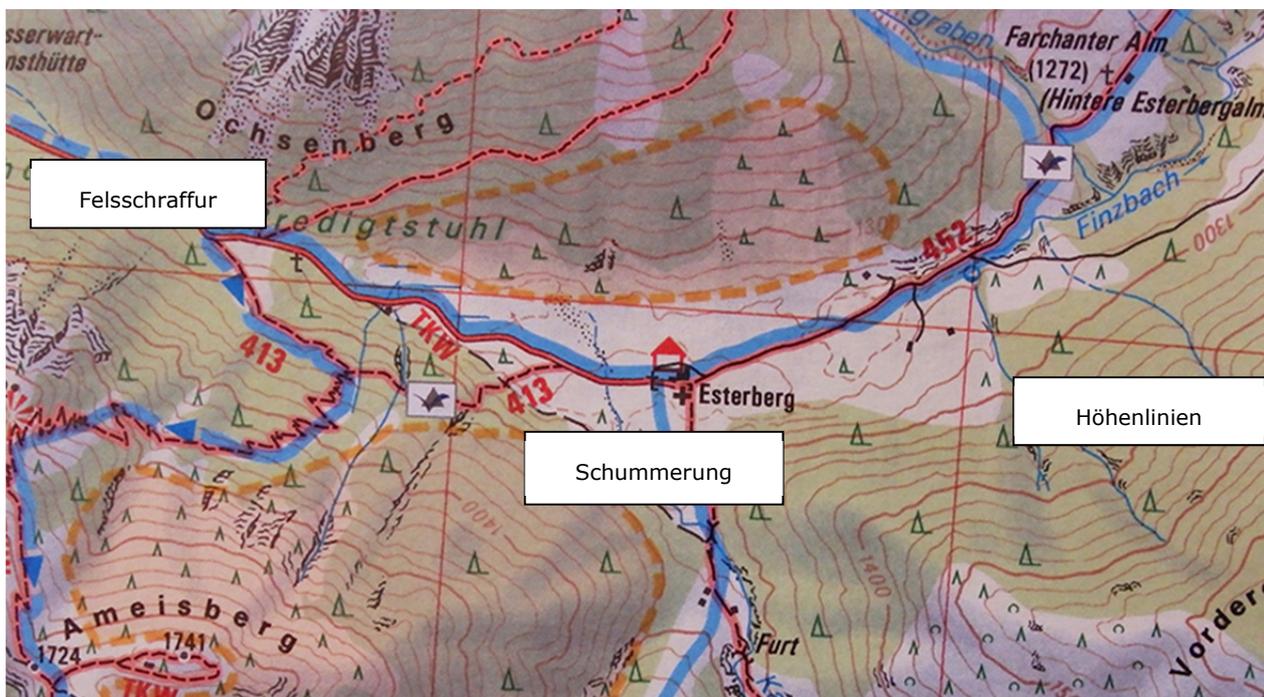
Bei der Geländedarstellung im Gebirge ist es wichtig die Kombination von Höhenlinien und Felsdarstellung richtig zu treffen. Meistens kennen wir eine Landkarte mit Höhenlinien in Verbindung mit einer leichten Schummerung. Bei den Steigungen im Gebirge gibt es die Problematik, dass wenn zu viele Höhenlinien eng aufeinandertreffen es bei ungeübten Wanderern zu Schwierigkeiten bei der Interpretation der Bodenform kommen kann.

Bei der Felszeichnung müssen sich die Kanten und Rinnen hervorheben. Zwischen den Kanten und Rinnen werden die Zwischenräume durch Felsscharaffen dargestellt, wobei schräge Beleuchtungseffekte verwendet werden.



Österreichische Karte
Altaussee 1:25.000 von
Freytag & Berndt

Die Struktur der Felsgebiete soll durch die Höhenlinien, Kanten, Felszeichnungen und mittels Schattentönen so exakt als möglich dargestellt werden. Ein sehr schönes Beispiel dazu findet man in der Alpenvereinskarte des DAV in der Region Wettersteingebirge mit dem Maßstab 1:25.000.



Auszug aus der Alpenvereinskarte Bayerische Alpen Wettersteingebirge 1:25.000

Besonders in den Regionen mit einer Felsschraffe sollte der Wanderer nicht gehen, hier ist nur der geübte Bergsteiger mit seiner passenden Ausrüstung willkommen.

10.5.5 Die Darstellung der Tiefenlinien in fließenden und stehenden Gewässern

In einigen alten aber nicht allen Karten finden wir bereits die Darstellung von „Höhenlinien in Gewässern“ vor. Da es sich hierbei nicht um Erhebungen im eigentlichen Sinne sondern um die Geländedarstellung des Bodens im Gewässer handelt sprechen wir hier von Tiefenlinien. Zum Teil wird heute die Tiefenlinie auch als Grenzdefinition zweier Länder definiert. Diese Linien wurden bereits vor dem 18. Jahrhundert auf Karten dargestellt, schon vor der Darstellung der Isohypsen. Diese Tiefenlinien werden auch Isobathen genannt. Diese sind Höhenlinien in Gewässern und beziehen sich jeweils auf die Oberfläche des Gewässers, dem sogenannten Seekartennull (SKN) und nicht auf die Höhenangaben NN. Man nennt die **Isobathen** aber auch **Tiefenkurve** bzw. **Tiefenschichtlinie**.

Quelle Wikipedia

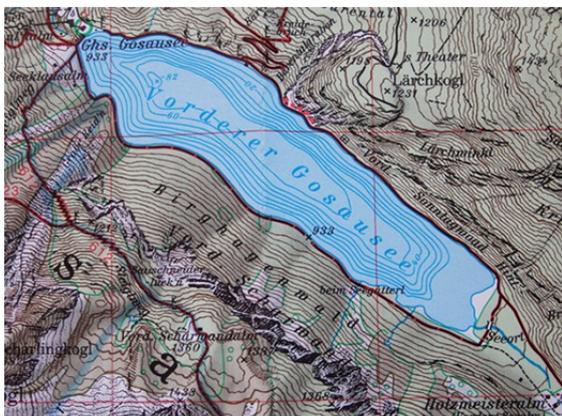
Bereits in alten Meßtischblättern des frühen 20. Jahrhunderts finden wir bereits die Angabe der **Tiefenlinien** dargestellt. Die Gewässer sind sinnvollerweise Blau gehalten. Die Tiefenlinien sind auf diesen alten Meßtischblättern in der Regel blaue parallel zueinander liegende Linien, die wahrscheinlich nicht unbedingt den richtigen Verlauf wiedergeben. Eine Angabe der Tiefenlinie in numerischer Form ist nicht (immer) vorhanden. Neben der Tiefenschichtlinie gibt es auch die **Tiefenzahl**. Diese entspricht der Höhenkote im Gelände, nur eben am Grund des Gewässers. Ein Pfeil zeigt uns bei fließenden Gewässern die Fließrichtung an.



Meßtischblatt Colmnitz 1:25.000 aus dem Jahr 1904



Meßtischblatt Riesa 1:25.000 aus dem Jahr 1904



Österreichische Alpenvereinskarte 1:25.000 aus dem Jahr 2012



Kartenblatt der Wanderkarte von Freytag & Berndt 1:50.000 aus dem Jahr 1961

Aus dem Beispiel der beiden vorangegangenen Kartenausschnitten nun auch die Sicht, welchem sich dem Wanderer erschließt wenn er vom Vorderen zum Hinteren Gosausee wandert.



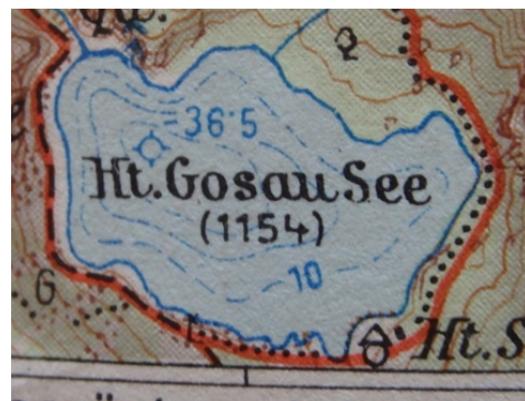
Vorderer Gosausee Ansicht vom Wanderweg, im Hintergrund der Dachstein

Die Tiefenzahlen der Isobathen weisen einem leider nicht auf den Karten einheitlich die Richtung zur Tiefe. Die Isobathen sind so gekennzeichnet, dass man sie auch gut lesen kann. Im Gegensatz zu den Isohypsen zeigt die Spitze der Ziffer daher bei topografischen Karten leider nicht immer zum tiefen Wasser. Rinnen und Kessel am Boden der Gewässer kennzeichnen den lokalen Tiefpunkt. Bereits im 18. Jahrhundert gab es erste Seekarten mit Tiefenlinien. An sich ist das nicht verwunderlich, benötigte doch man in der Seefahrt, um Unfälle zu vermeiden, eine genaue Darstellung der Seewege und die Möglichkeit Riffe und Wracks in Küstennähe zu vermeiden. Quelle in Teilen: <http://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/tiefenlinie/16645>



Kartenblatt der Österreichischen Karte 1:25.000 Bad Aussee Ausgabe 2015

Am Rand eines Sees finden wir auf aktuellen Karten meistens aufgrund der Höhenlinien (Isohypsen) eine Höhenangabe, welche sich auf NN bezieht. Zur Erinnerung: in Österreich bezieht sich NN auf den Pegel von Triest, in Deutschland auf den Pegel von Amsterdam. Auf alten Karten z.B. von Freytag & Berndt aus den 1960er Jahren ist der See Pegel mit einer Höhenangabe für NN versehen.



Kartenblatt der Wanderkarte von Freytag & Berndt 1:50.000 aus dem Jahre 1961

Im See selber werden dann die Höhen gleicher Tiefe unter der Referenzfläche des Sees dargestellt. Tiefenkoten mittels eines kleinen Kreuzes oder eines anderen Symboles mit der numerischen Tiefenangabe markiert.

Tiefenlinien sind für Seekarten von großer Bedeutung. Für uns als Wanderer im Gebirge oder im Binnenland sind diese Informationen eher eine zusätzliche Information wie tief der See vor einem ist. Es sei denn, man gehört zu den Anglern, die zum Teil auch Interesse daran haben wie der Grund des Sees sich gestaltet und wie tief dieser eigentlich ist. In den Fachbüchern, welche ich in der Hand hatte, gibt es nur sehr wenige Autoren, die dieses Thema überhaupt behandeln. Will man sich näher mit diesem Thema beschäftigen, so sollte man das Thema Seekarten näher betrachten. Aber auf vielen topografischen (Wander-)Karten, welche ich kenne, gibt es diese Tiefenlinien leider nicht. Oftmals finden wir nur eine blau gestaltete Fläche vor

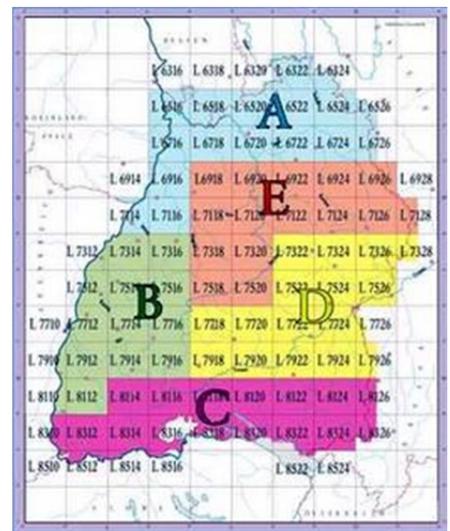
10.6 Die Fortführung von Topographischen Karten

Den folgenden sehr interessanten Artikel habe ich aus dem Internet übernommen: Quelle: Carsten Wasow (Landesvermessungsamt Baden Württemberg), Bilder ohne Angabe sind von der Homepage des Landesvermessungsamtes Baden-Württemberg © 2007

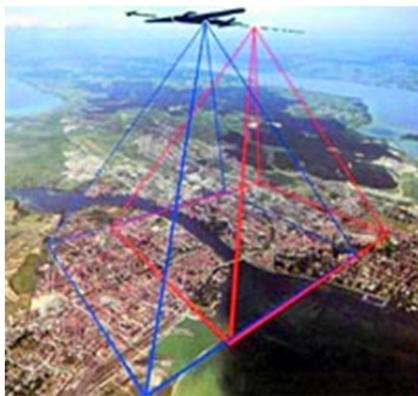
Wie kommt die neue Straße in eine Topographische Karte?

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.

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



Bildflug



Ausschnitt aus einem Luftbild

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.

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. 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.



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

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. Ausdrucke 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. Es dauert in der Regel einige Monate, bis



Arbeitsplatz eines Kartographen

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. 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.

10.7 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

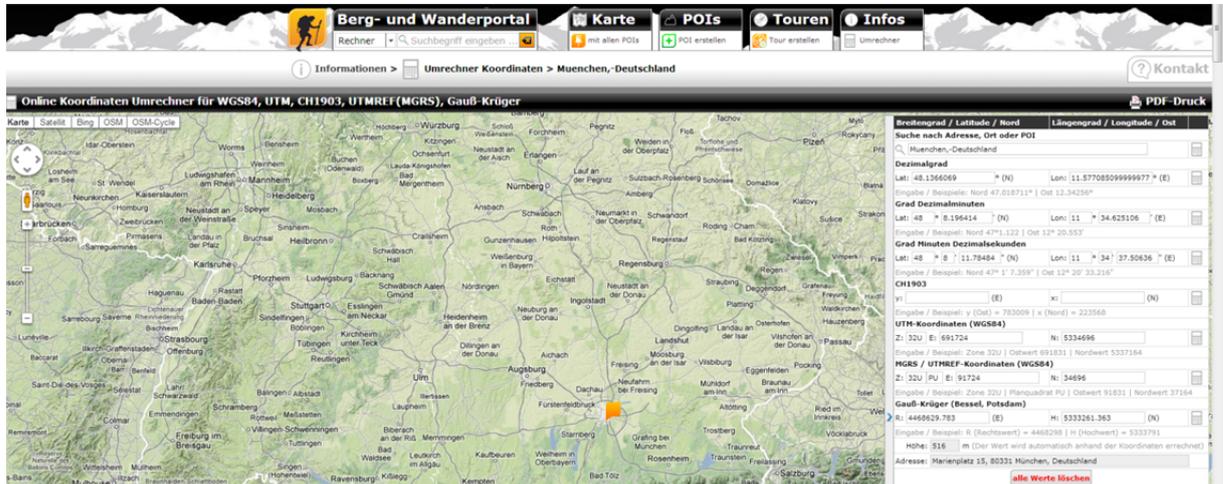
Hier im Beispiel habe ich die Geographischen Koordinaten von München angegeben

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 am Beispiel München:

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



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="Muenchen,-Deutschland"/>	
Dezimalgrad	
Lat: <input type="text" value="48.1366069"/> ° (N)	Lon: <input type="text" value="11.577085099999977"/> ° (E)
Eingabe / Beispiele: Nord 47.018711° Ost 12.34256°	
Grad Dezimalminuten	
Lat: <input type="text" value="48"/> ° <input type="text" value="8.196414"/> ' (N)	Lon: <input type="text" value="11"/> ° <input type="text" value="34.625106"/> ' (E)
Eingabe / Beispiel: Nord 47°1.122 Ost 12° 20.553'	
Grad Minuten Dezimalsekunden	
Lat: <input type="text" value="48"/> ° <input type="text" value="8"/> ' <input type="text" value="11.78484"/> " (N)	Lon: <input type="text" value="11"/> ° <input type="text" value="34"/> ' <input type="text" value="37.50636"/> " (E)
Eingabe / Beispiel: Nord 47° 1' 7.359" Ost 12° 20' 33.216"	
CH1903	
y: <input type="text"/>	x: <input type="text"/> (N)
Eingabe / Beispiel: y (Ost) = 783009 x (Nord) = 223568	
UTM-Koordinaten (WGS84)	
Z: <input type="text" value="32U"/> E: <input type="text" value="691724"/>	N: <input type="text" value="5334696"/>
Eingabe / Beispiel: Zone 32U Ostwert 691831 Nordwert 5337164	
MGRS / UTMREF-Koordinaten (WGS84)	
Z: <input type="text" value="32U"/> PU E: <input type="text" value="91724"/>	N: <input type="text" value="34696"/>
Eingabe / Beispiel: Zone 32U Planquadrat PU Ostwert 91831 Nordwert 37164	
Gauß-Krüger (Bessel, Potsdam)	
R: <input type="text" value="4468629.783"/> (E)	H: <input type="text" value="5333261.363"/> (N)
Eingabe / Beispiel: R (Rechtswert) = 4468298 H (Hochwert) = 5333791	
Höhe: <input type="text" value="516"/> m (Der Wert wird automatisch anhand der Koordinaten errechnet)	
Adresse: <input type="text" value="Marienplatz 15, 80331 München, Deutschland"/>	
alle Werte löschen	

10.8 GPS-Referenzpunkt der Stadt Nürnberg

Den GPS-Referenzpunkt der Stadt Nürnberg finden wir sehr zentral nordwestlich vom **Schönen Brunnen** in der Nürnberg Innenstadt am Hauptmarkt.

Auf diesem sind die exakten Koordinaten sowohl in geografischen als auch als UTM-Koordinaten mit dem Bezugssystem dargestellt. Auch die Höhe über NN kann abgelesen werden.



Was kann man damit anfangen?

Mit dem Referenzpunkt können alle Gäste der Stadt und natürlich auch die Nürnberger ☺ ihre Navigationsgeräte auf deren Genauigkeit überprüfen. Durch Vergleich der Anzeige auf dem Navigationsgerät mit den dargestellten Koordinaten kann auf die Genauigkeit des Gerätes geschlossen werden. Eine Genauigkeit von drei bis 20 Meter ist normal

UTM Koordinaten: Ablesung und Bilden der Differenz mit dem Referenzpunkt

Geografische Koordinaten: man kann die Genauigkeit wie folgt ermitteln:

Genauigkeit	Längendifferenz	Breitendifferenz
0,01'	11 m	18 m
0,001'	1 m	1,8 m

GPS-Referenzpunkt Nürnberg	
Geografische Koordinaten (WGS84):	
N (nördl. Breite)	49° 27,259'
L (östl. Länge)	11° 04,616'
UTM-Koordinaten (ETRS89):	
E (East)	32U 650520
N (North)	5480035
Höhe	299 m ü. NN.

Die UTM Koordinaten sind auf das **ETRS89** (dem **Europäischen Terrestrischen Referenz System**) und nicht auf das globale WGS84 Ellipsoid bezogen. Der Unterschied beträgt aber nur ca 0,5 m.

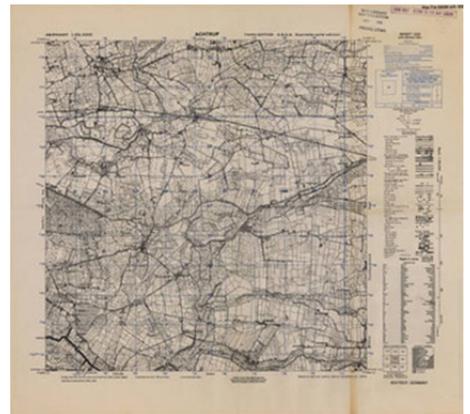
Quelle Text und Koordinaten: https://www.nuernberg.de/imperia/md/geoinformation/dokumente/internet/gps_referenzpunkt_folder.pdf

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

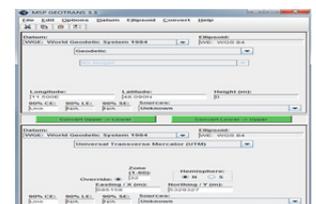
<http://www.boehmwanderkarten.de/index.html>, auch sehr umfangreiches Hintergrundwissen zum Thema Kartographie.



Koordinatentransformation/ Online Koordinatenumrechner

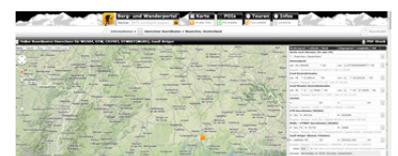
<http://earth-info.nima.mil/GandG/geotrans/#zza1>

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.



10.9 Training im Umgang mit Karte und Kompass

Den Umgang mit einer Karte und natürlich auch mit einem Kompass bzw. einem GPS Gerät erlernt man nicht indem man ein Buch über dieses Thema kurz durchblättert und es dann unter das Kopfkissen legt.

Die Grundbegriffe kann man sicherlich zuerst zu Hause im Wohnzimmer oder im Garten lesen und dann verinnerlichen. Das Lernen sich sicher im Gelände zu orientieren klappt nur in der mehrmaligen praktischen Anwendung. Die Grundbegriffe einer Karte zu verinnerlichen und das damit verbundene Lesen und Interpretieren einer Karte gelingt einem erst im Gelände. Ich empfehle daher den Umgang mit der Karte so bald als möglich zuerst im bekannten Gelände durchzuführen!

Als Anfänger tut man sich da erfahrungsgemäß etwas schwer, wenn man noch nie eine Karte in der Hand gehalten und einen Kompass noch nie so richtig angesehen hat. Viele in unsere Zeit koketieren damit, dass sie in der Schule im Fach Mathematik nicht besonders gut waren. Diese Einstellung finde ich nicht optimal, zumal Mathematik beim ersten Begreifen Spaß macht und auch logisch aufgebaut ist. Man muss bei der Orientierung im Gelände keine Angst vor angewandter Trigonometrie und vor Richtungen und Winkel haben.

Dieses Handbuch ist als Ergänzung zu meinem ersten Handbuch [Orientierung Leichtgemacht](#) zu verstehen. Hier habe ich versucht Grundbegriffe zu Orientierung mit einer Karte aufzuzeigen, was man aber nicht ohne die Orientierung mit einem Kompass oder gar einem GPS-Gerät bei längeren Touren sehen sollte. In diesem Handbuch werden nur die Grundbegriffe zur Karte und einige ich hoffe für den Leser interessante Details, die nicht zwingend für die Orientierung benötigt werden, gezeigt.

Ich empfehle daher dem Neuling oder auch dem Wiedereinsteiger eine Einführung in die Geländeorientierung mittels eines Kurses bei einer Volkshochschule, beim Alpenverein oder bei einem Survivaltrainer zu buchen. Oder noch besser, man kennt einen mit Erfahrung, der einem das auch richtig! zeigen kann. Ein Survivaltrainer hat den Vorteil, dass noch weiteres Wissen zur Natur und zum Überleben in Notfällen vermittelt wird.

Mein langjähriger Freund Lars Konarek bietet Kurse zum Thema [Navigation und Survival](#) bereits seit vielen Jahren in seiner Heimat im Schwarzwald an. Wer eine professionelle Ausbildung erhalten möchte sollte zum Profi gehen. Man findet z.B. seine Webseite unter: www.safeyourlife.de

Ich wünsche Ihnen allzeit viel Spaß beim Orientieren und eine sichere Heimkehr.



Lars Konarek

Fragen?

Jederzeit gerne- Sie erreichen mich unter

frank.liebau@t-online.de



Vielen Dank für Ihr Interesse!

Frank Liebau