

Landkarten verstehen und richtig nutzen

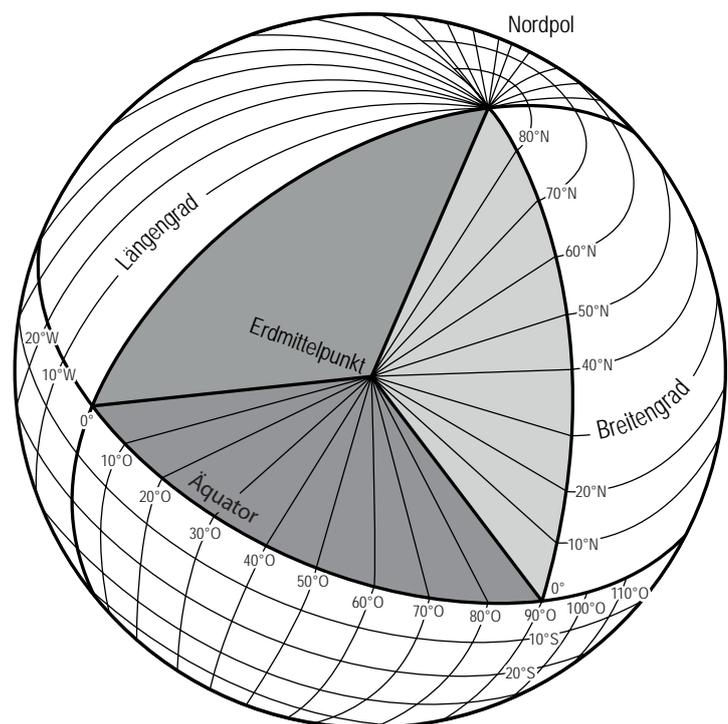


Um auf der Erde die Position eines beliebigen Ortes oder Ihre eigene Position zu bestimmen, können Sie Koordinatangaben verwenden. Das am häufigsten verwendete Koordinatennetz ist das Netz der geographischen Koordinaten, das sich aus Breiten- und Längengraden (Meridianen) zusammensetzt und das auf jeder Globusdarstellung der Erde zu finden ist. In Karten, in denen die kugelförmige Erde in einer zweidimensionalen Ebene abgebildet werden muss, ist dies nicht ganz so einfach. Dem Problem kommen Sie spätestens beim Anblick einer amtlichen (topographischen) Karte auf die Spur. Hier befinden sich am Rand der Karte neben den bekannten Gradangaben für geographische Breiten und Längen auch noch andere Zahlen und Ziffernfolgen.

Was bedeuten diese? Wozu benötige ich sie? Wie kann ich mich mit solchen Angaben im Gelände orientieren? Diesen und weiteren Fragen geht dieses Faltblatt nach. Aus didaktischen Gründen wird die eigentlich wesentlich komplexere Thematik vereinfacht dargestellt. So wird es auch ohne besondere Vorkenntnisse möglich, das Geflecht aus Gradnetz und Gitter zu entwirren.

Wofür ein Gradnetz?

Die geographischen Koordinaten für Breite und Länge verwendet man unter anderem in der Langstreckennavigation auf Schiffen und in Flugzeugen.



- **Geographische Breite**

Die geographische Breite stellt einen Winkel dar, der vom Erdmittelpunkt aus und von der Äquatorebene an in Gradwerten in Richtung der beiden Erdpole gezählt wird. Der Äquator hat dabei die geographische Breite mit dem Winkel 0° , der Nord- und Südpol stehen jeweils senkrecht auf der Äquatorebene auf $+90^\circ$ (nördliche Breite) bzw. -90° (südliche Breite).

- **Geographische Länge**

Alle Linien, die von Pol zu Pol verlaufen, heißen Längengrade oder Meridiane. Sie werden vom Nullmeridian durch die alte Sternwarte von Greenwich (bei London) nach Osten und Westen gezählt und treffen sich bei 180° . Dies ist die Datumsgrenze im Pazifischen Ozean.

- **Ortsangabe im Gradnetz**

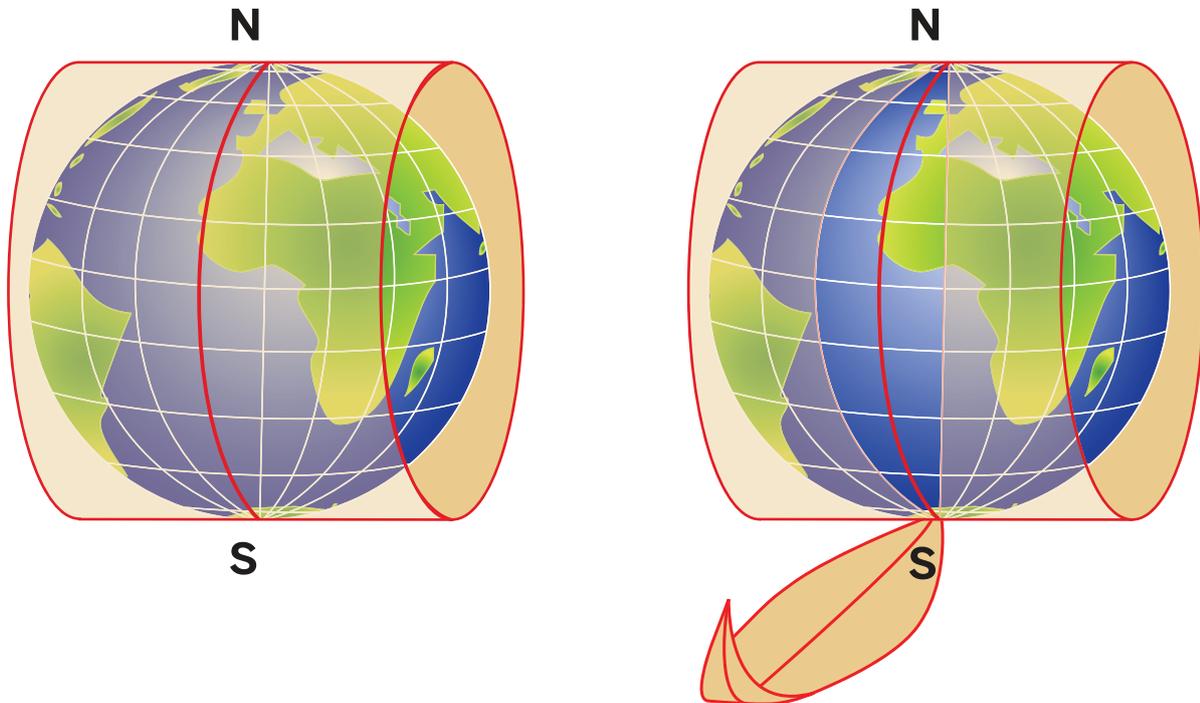
Bei Ortsangaben im Gradnetz nennt man zuerst die geographische Breite, dann die geographische Länge, jeweils mit der entsprechenden Halbkugel, also Nord bzw. Süd und West bzw. Ost. Deutschland liegt in „nördlicher Breite“ und „östlicher Länge“.

- **Probleme mit dem Gradnetz in den Karten**

Auf der Erdkugel schneiden sich Breiten- und Längengrade im rechten Winkel. Bei der Abbildung in die Kartenebene bilden die Breiten- und Längengrade jedoch bei den meisten Kartennetzentwürfen kein rechtwinkliges System mehr. Daher sind Richtungen und Entfernungen im Gradnetz aufwändiger zu bestimmen als im rechtwinkligen Gitter. Außerdem entspricht eine Längenminute nur am Äquator einer Breitenminute (= 1 Seemeile und entspricht 1,852 km). Die Meridiane laufen polwärts zusammen und treffen sich im Nord- und im Südpol.

Wie kommt die Karte aufs Papier?

Die Oberfläche des dreidimensionalen Erdellipsoides lässt sich nicht ohne Weiteres auf einer Ebene, z.B. auf einer Karte, abbilden. Dafür sind Hilfskonstruktionen erforderlich. Deshalb bedient man sich bei topographischen Karten eines ebenen geodätischen Gitters. Dazu legt man beispielsweise einen gedachten Zylindermantel so um das Erdellipsoid, dass ein bestimmter Meridian auf dem Ellipsoid den Zylindermantel berührt (Berührungsmeridian). Die entstandene Erdabbildung heißt querachsige oder transversale Zylinderabbildung. Der Berührungsmeridian wird auch als Mittelmeridian bezeichnet, da er die Mittellinie eines solchen Meridianstreifens auf dem Zylindermantel bildet. Der Zylindermantel kann dann in einer Ebene ausgerollt werden. Durch Drehung des Zylindermantels um die Erdachse können beliebig viele solcher Meridianstreifen mit jeweils einem eigenen Mittelmeridian gebildet werden.



Geodätische Gitter sind winkeltreue Abbildungen. Innerhalb eines Meridianstreifens verlaufen die Meridiane senkrecht, die Breitenkreise waagrecht zum Mittelmeridian. Mit zunehmendem Abstand vom Mittelmeridian weicht das Gitter-Nord von Geographisch-Nord ab. Diese Abweichung heißt Meridiankonvergenz (s. Seite 14). Die Hilfskonstruktion der „transversalen Zylinderabbildung“ ermöglicht auf dem ebenen Kartenpapier eine einfache Orientierung. Die Winkel stimmen, d.h. eine Winkelmessung in der Natur ergibt die gleiche Winkelgröße wie die in der Karte, daher „winkeltreue Abbildung“. Das wiederum erlaubt Ihnen, Positionsangaben in einem rechtwinkligen Koordinatensystem zu machen, was die Ortsbestimmung, die Arbeit mit dem Kompass und alle Kartierungsarbeiten vereinfacht.

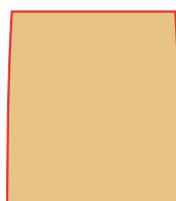
Und wozu geodätische Gitter?

Auf die Probleme mit geographischen Koordinaten wurde bereits hingewiesen: Die Breiten- und Längengrade schneiden sich in ihrer ebenen Projektion in den meisten Karten nicht im rechten Winkel. Die folgende Grafik verdeutlicht, wie die tatsächlichen Abstände zwischen den Meridianen mit wachsender geographischer Breite immer geringer werden.

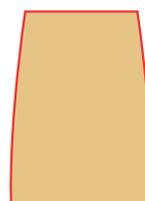
Netzmaschen...



... am Äquator



... am Wendekreis



... bei 45°N



... am Polarkreis

Koordinatensysteme auf der Basis von geodätischen Gittern

Fast jedes Land in Europa hatte zunächst ein eigenes geodätisches Koordinatensystem entwickelt, das auf die jeweiligen Landesinteressen zugeschnitten war. Die geodätischen Koordinaten endeten deshalb häufig an den Staatsgrenzen und ließen sich nur mit großem Aufwand vermischen. Erst seit Mitte des 20. Jahrhunderts gibt es zunehmend international gültige Koordinatensysteme. Mit Einführung des UTM-Gitters in der NATO und mit der Entwicklung von satellitengestützten Navigationssystemen setzte sich ein einheitliches internationales System immer mehr durch.

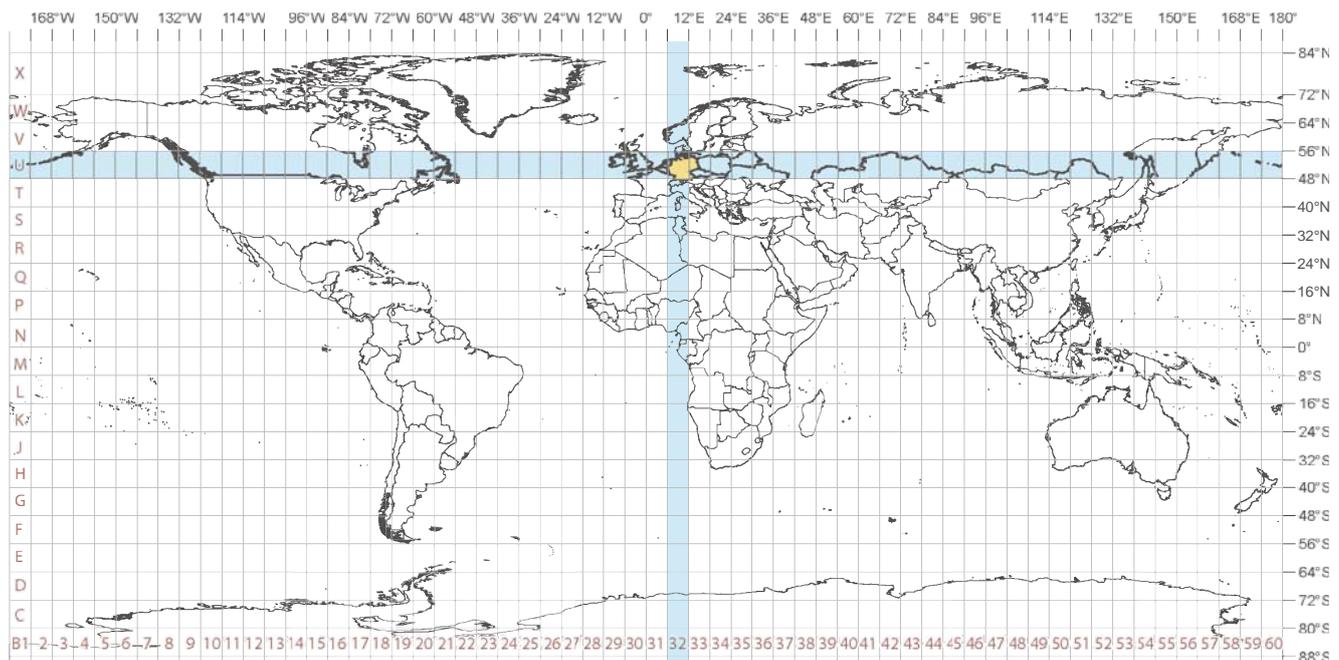
In Deutschland werden hauptsächlich zwei verschiedene Koordinatensysteme (= Gitter) verwendet:

- das UTM-Gitter und vereinzelt noch
- das Gauß-Krüger-Gitter.

Das Gauß-Krüger-Gitter wurde von Carl Friedrich Gauß (1777 - 1855) und Johann Heinrich Louis Krüger (1857 - 1923) entwickelt und in den vergangenen 80 Jahren vor allem in Deutschland verwendet.

UTM-Gitter /-Koordinatensystem

Seit dem Jahr 1998 wird den amtlichen topographischen Karten das international gültige UTM-Gitter (Universal Transverse Mercator) zugrunde gelegt. Bei der UTM-Abbildung wird die Erdoberfläche in insgesamt 60 Zonen mit einer Breite von jeweils 6° unterteilt, die von 84° Nord bis 80° Süd reichen. Damit die Verzerrungen der Darstellung am Rand der 6° breiten Zonen nicht zu groß werden, wird ein Schnitzzylinder als Projektionsfläche verwendet. Dies bewirkt, dass die Randbereiche einer Zone um bis zu 0,1% vergrößert und im Bereich des Mittelmeridians um bis zu 0,04% gestaucht dargestellt werden. Daher entspricht im Bereich des Mittelmeridians eine Entfernung von 1.000 m in der Natur nur noch einer Entfernung von 999,60 m in der UTM-Abbildung.



Die 60 Zonen sind durchnummeriert und beginnen beim Mittelmeridian 177° westlicher Länge. Deutschland liegt in den drei Zonen 31, 32 und 33 mit den Mittelmeridianen 3°, 9° bzw. 15° östlicher Länge. Im UTM-Meridianstreifensystem werden die Koordinatenwerte als Ostwert/East (E) und Nordwert/North (N) bezeichnet. Die Ziffern sind Kilometerangaben. Sie beschreiben den Abstand des Ostwertes in einem Meridianstreifen zum Mittelmeridian. Dieser erhält, um beim Berechnen der westlich des Mittelmeridians gelegenen Werte negative Vorzeichen zu vermeiden, konstant den Wert 500 km (false easting). Ob ein Punkt westlich oder östlich des Mittelmeridians liegt, lässt sich somit unmittelbar daran erkennen, ob der Ostwert kleiner oder größer 500 km ist. In der Zone 32 (Mittelmeridian 9°) liegt z.B. der Ostwert **E338** 162 km westlich vom Mittelmeridian (500 km – 338 km); **E662** bedeutet, ein Punkt liegt 162 km östlich vom Mittelmeridian (662 km - 500 km).

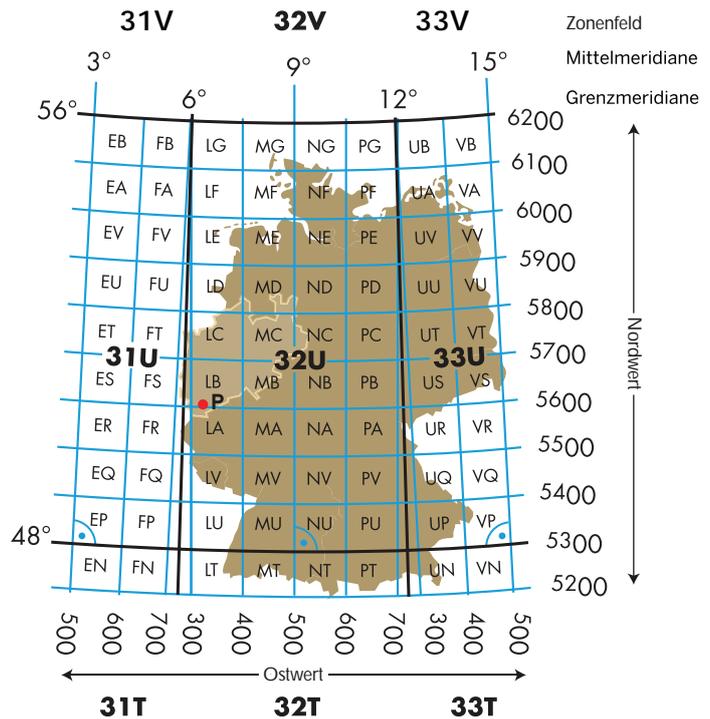
Der Nordwert gibt die Entfernung vom Äquator in Kilometern an. Auf der Nordhalbkugel besitzt der Äquator den Hochwert 0. Zur Vermeidung von negativen Koordinaten erhält der Äquator auf der Südhalbkugel einen künstlichen Hochwert (false northing) von 10.000 km, von dem der Abstand eines Punktes zum Äquator abgezogen wird. Auf der Nordhalbkugel entspricht somit der Hochwert **5608** im Meridianstreifen also einem Äquatorabstand von 5.608 km. Eine vollständige UTM-Koordinate auf der Nordhalbkugel lautet somit zum Beispiel: **Zone 32 E = 338 776 m; N = 5608 766 m**

UTM-Meldegitter (UTM-Reference-System [UTMREF])

Auf GPS-Empfängern als MGRS (Military Grid Reference System) bezeichnet

Für weltweite militärische Positionsangaben sowie bei Rettungsdiensten wird das UTM-Gitter mit seinen 60 Zonen weiter in ein Meldegitter unterteilt. Die entstandenen Querstreifen in Süd-Nord-Richtung werden als Zonenfelder bezeichnet. Sie werden mit den Buchstaben C bis X (ohne O und I, um Verwechslungen mit den Ziffern 0 und 1 zu vermeiden) bezeichnet. Jedes Zonenfeld ist 6° breit und 8° hoch. Ausnahme ist das nördlichste (X), es ist 12° hoch. Die Polkappen werden gesondert abgebildet mit den Zonenfeldern A und B am Südpol und Y und Z am Nordpol. Deutschland liegt in den Zonenfeldern 31U, 32T, 32U, 33T und 33U.

Um eine noch weitere Unterteilung des Gitters zu erzielen, wird jede Zone östlich und westlich des Mittelmeridians sowie nördlich und südlich des Äquators in 100-km-Quadrate eingeteilt, die mit Buchstabenpaaren bezeichnet werden. Das Alphabet wiederholt sich in West-Ost-Richtung nach 3 Meridianstreifen und in Süd-Nord-Richtung nach 2.000 km.



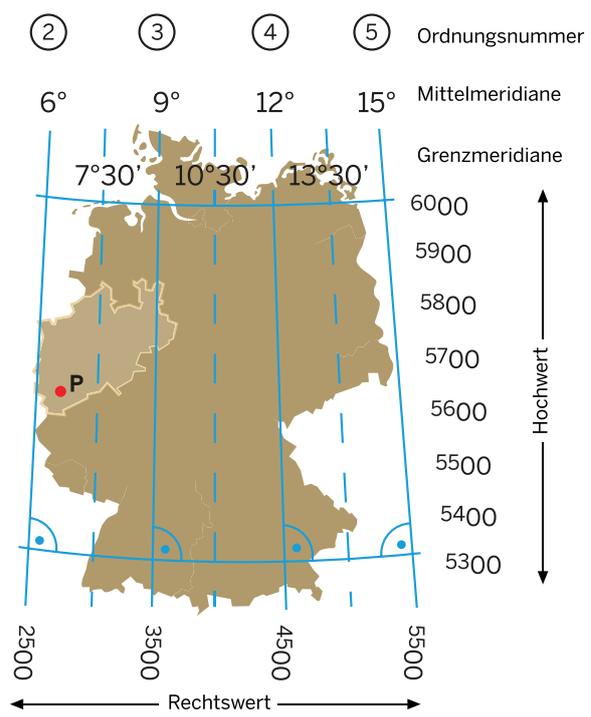
Die UTM-Koordinate des Punktes P der Zone 32 lautet: **E = 336 762 m; N = 5631 735 m** liegt im Zonenfeld 32U und im 100-km-Quadrat LB. Die vollständige UTM-Meldung als Positionsangabe mit einer Genauigkeit von 100 m lautet in der Zusammensetzung aus Zone, Zonenfeld, 100-km-Quadrat, Ostwert und Nordwert **32U LB367317**.

Gauß-Krüger-Gitter / -Koordinatensystem

In amtlichen deutschen Karten war im 20. Jahrhundert das Gauß-Krüger-Gitter weit verbreitet. Ein Meridianstreifen hat eine Ausdehnung von 1°30' östlich und westlich des Mittelmeridians und damit insgesamt eine Breitenausdehnung von 3°. Seine Mittelmeridiane liegen auf 3°, 6°, 9°, 12°, 15° usw. In der DTK25 finden Sie im Kartenrand zusätzlich zu den UTM-Koordinaten noch Gauß-Krüger-Koordinaten eingetragen.

Was bei UTM der Ostwert/East (E) ist, heißt bei Gauß-Krüger Rechtswert. Auch hier erhält jeder Mittelmeridian, wie bei UTM konstant den Wert 500 km. Beim Rechtswert ist die erste Ziffer eine Ordnungsnummer (hier: 2). Diese ergibt sich aus dem Längengrad des Mittelmeridians dividiert durch 3. Somit ist die Ordnungsnummer für den Mittelmeridian 6° = 2, für den Mittelmeridian 9° entsprechend 3. Die folgenden drei Ziffern sind Kilometerangaben. Sie beschreiben den Abstand des Rechtswertes in einem Meridianstreifen zum Mittelmeridian, z.B. lauten die Gauß-Krüger-Koordinaten des Punktes P: **R = 2548; H = 5631**.

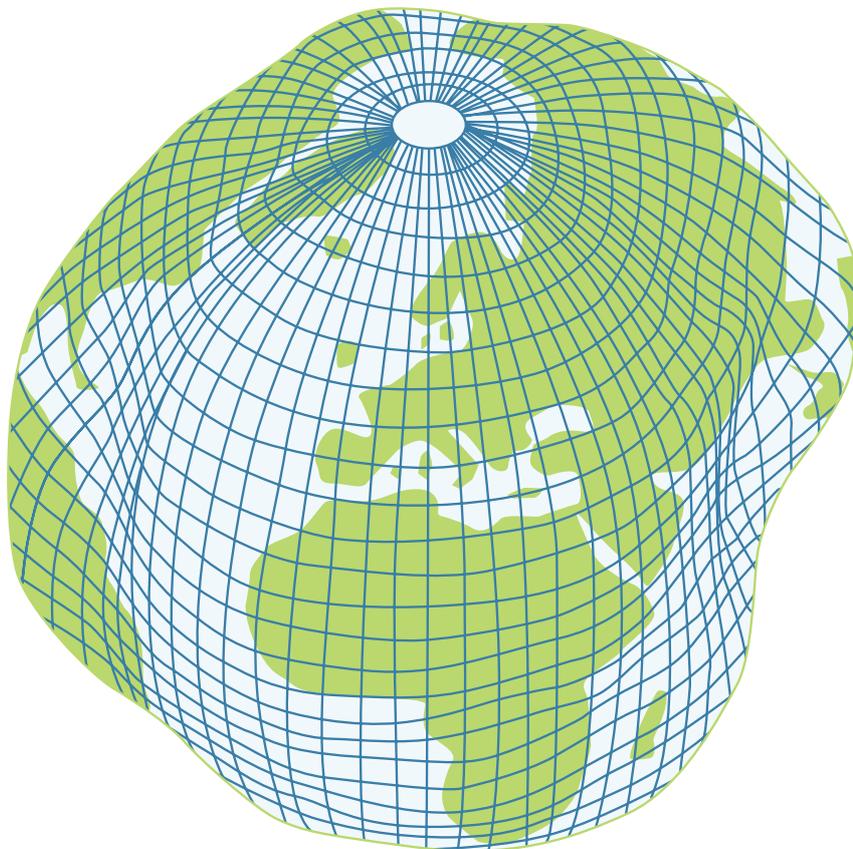
In unserem Beispiel liegt der Rechtswert 48 km östlich des Mittelmeridians. Alle Punkte, die 48 km westwärts des 6°-Meridians liegen, haben den Rechtswert **2452**. Der Hochwert beschreibt auch hier den Abstand zum Äquator in Kilometern. Der Wert **5631** entspricht also im Meridianstreifen einem Äquatorabstand von 5631 km.



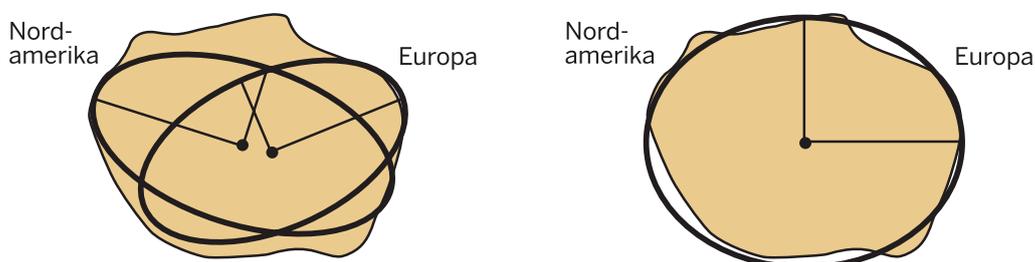
Ist die Erde rund?

Rund schon, dennoch trägt der äußere Schein. Auf den ersten Blick betrachtet hat sie die Form einer Kugel, deren Radius ungefähr 6.370 km beträgt. In Wirklichkeit sieht die Erde jedoch anders aus. Ihre unregelmäßige Form ist durch die unregelmäßige Verteilung der Erdmassen auf der Erdoberfläche und im Erdinneren bedingt und wird als „Geoid“ bezeichnet. Eine stark überhöhte Darstellung des Geoids zeigt die untenstehende Grafik. Das Geoid repräsentiert ein globales durchschnittliches unter den Kontinenten fortgeführtes Meeresspiegelniveau. Es dient als Grundlage für die Höhenmessungen, die sich auf topographischen Karten u.a. in Form von Höhenlinien und Höhenpunkten widerspiegeln.

Das Geoid kann relativ gut durch eine plattgedrückte Kugel, ein so genanntes Rotationsellipsoid, genähert dargestellt werden. Auf einem Rotationsellipsoid lassen sich Koordinaten leichter berechnen als auf einer kartoffelartigen Fläche. Aus diesem Grund liegen z.B. auch den UTM-Koordinaten ein bestmöglich an das Geoid angepasstes Rotationsellipsoid als Rechenfläche zu Grunde. Für die Gauß-Krüger-Koordinaten in Deutschland wurde das für Deutschland passend definierte Bessel-Ellipsoid verwendet. Ein derartiges regionales Ellipsoid ist für das globale UTM-System nicht geeignet. Hier wird ein weltweit einheitliches Bezugssystem, das WGS84 (World Geodetic System 1984) mit dem globalen Referenzellipsoid GRS80 (Geodetic Reference System 1980) verwendet. Dessen große Halbachse beträgt 6.378.137 m, die kleine 6.356.752 m. Die folgende Grafik erläutert die Problematik regionaler Ellipsoide im Bezug auf die weltweite Verwendung.



Auf Grund tektonischer Effekte bewegen sich die Kontinente jährlich im Bereich mehrer Zentimeter relativ zueinander. Für hochgenaue Anwendungen in einem globalen Netz müssten deshalb alle Koordinaten regelmäßig an die Kontinentaldrift angepasst werden. Um dieses zu vermeiden, wurde der europäische Teil des weltweiten Systems für hochpräzise Anwendungen zum Zeitpunkt 1989 „eingefroren“. So hat man ein europaweit festes Koordinatensystem für hochpräzise Anwendungen. Für weltweite Anwendungen muss die Kontinentaldrift seit 1989 zu den Koordinaten addiert werden. Für Navigation und Positionierung nach der Karte ist das WGS84 jedoch praktisch identisch mit dem ETRS89. Die Differenz beträgt zwischen 1 und 2 m.

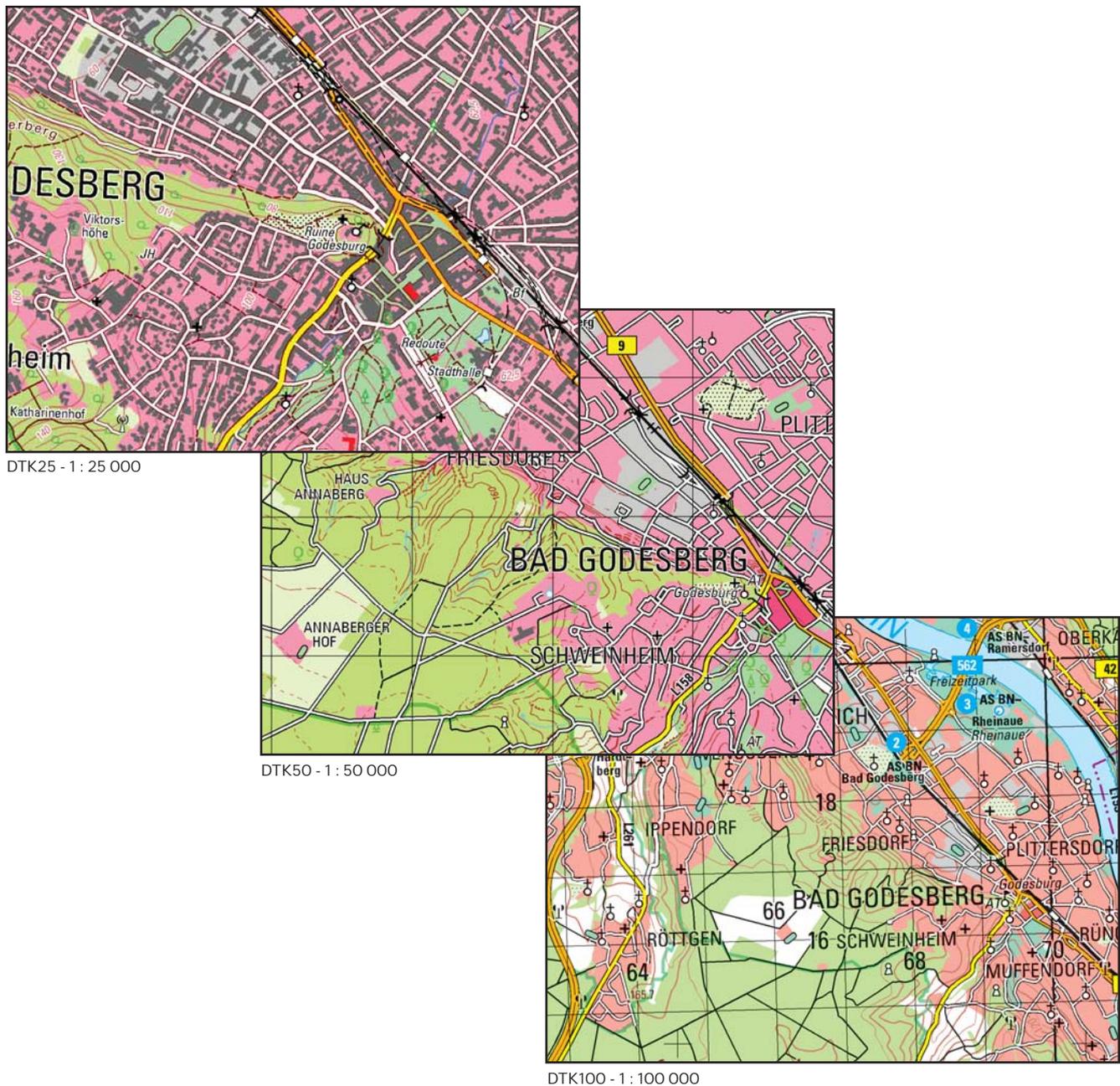


Was ist eine topographische Karte? Wie lese ich sie? Wozu kann ich sie benutzen?

Der folgende Abschnitt soll Ihnen als Kartenbenutzer einen Einblick in einige Bereiche der Kartenkunde vermitteln und mit Tipps und Informationen dazu verhelfen, die richtige Karte zu kaufen und diese optimal zu nutzen. Topographische Karten erhalten Sie direkt bei der Bezirksregierung Köln oder im Buchhandel.

Die Topographische Karte ist eine verkleinerte, auf eine Ebene projizierte Darstellung eines Teiles der Erdoberfläche. Sie stellt die Erdoberfläche in ihren Details graphisch dar. Sie dient dem Kartenbenutzer zur Orientierung. Geländeformen, Verkehrs- und Gewässernetz, Bebauung und Bodenbewachsung sowie Einzelobjekte werden durch Linien, Punkte, Zeichen und Farbflächen möglichst vollständig wiedergegeben. Die topographische Karte wird außerdem als direkte oder indirekte Grundlage für zahlreiche andere thematische Karten mit einer zusätzlichen Zweckbestimmung benutzt.

Die Vollständigkeit der Karte ist vom Maßstab, dem Verkleinerungsverhältnis, abhängig. Mit kleiner werdendem Maßstab nimmt die verfügbare Kartenfläche ab, wodurch die Darstellung von Einzelheiten begrenzt wird. Bei der Kartenherstellung werden daher die topographischen Objekte nach ihrer Bedeutung ausgewertet, zusammengefasst, vereinfacht und ausgewählt. Diesen Vorgang bezeichnet man als kartographische Generalisierung. Die Ausschnittmarkierungen der Maßstäbe 1 : 25.000 bis 1 : 100.000 im jeweils kleineren Folgemaßstab verdeutlichen, wie sehr sich die verringerte Kartenfläche auf den Generalisierungsgrad auswirkt.



Welchen Maßstab nehme ich wozu?

1 : 25.000

Nordrhein-Westfalen im Detail. Wer es genau wissen will, greift zum Maßstab 1 : 25.000. Alle Straßen, Wege, Gewässer und Wälder werden in Kombination mit einer präzisen Geländedarstellung wiedergegeben. Deshalb eignet sich dieser Maßstab hervorragend für Wandertouren. Wegen der anschaulichen Grafik setzen auch viele Lehrer diesen Maßstab in ihrem Unterricht ein.

1 : 50.000

Maßstab mit vielen Möglichkeiten. Er bietet bei guter Detailtreue einen großen Gebietsausschnitt (vierfache Fläche einer TK25). Polizei, Feuerwehr und Rettungskräfte koordinieren damit ihre Einsätze; das Militär verwendet hauptsächlich diesen Maßstab. Der Maßstab 1 : 50.000 eignet sich auch für Fahrradtouren oder zum Planen von überregionalen Wanderungen.

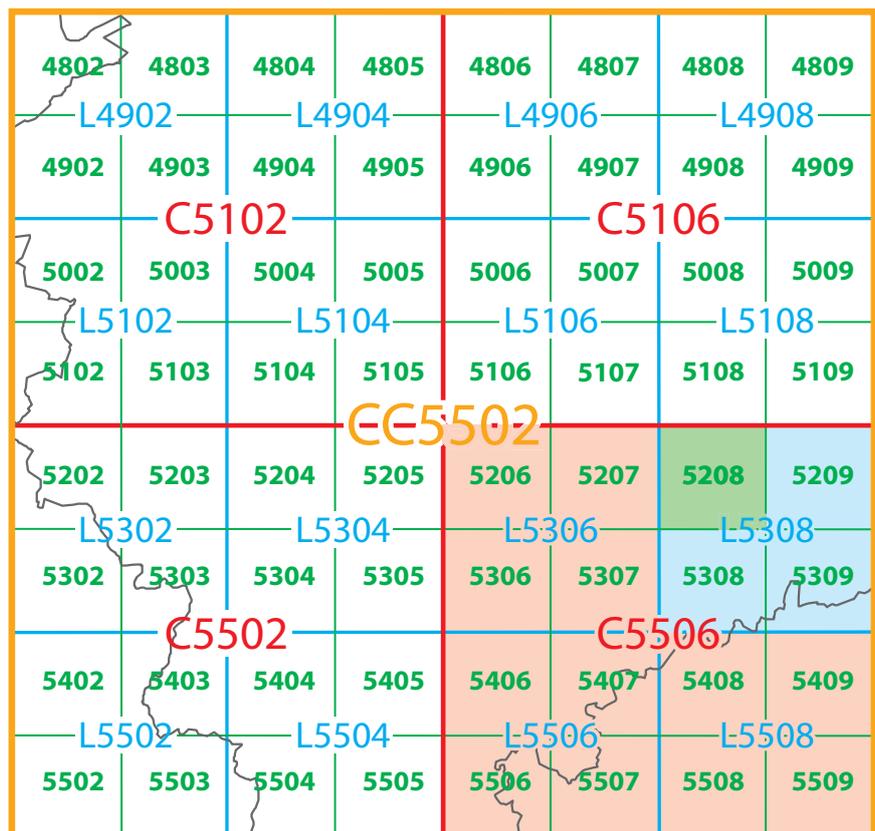
1 : 100.000

Maßstab mit Übersichtscharakter. Er bietet einen großen Gebietsausschnitt (16fache Fläche einer TK25) und eignet sich als Grundlage für großräumige fachliche Planungen (Landkreise, Raumplanung, Katastrophenschutz).

Blattschnitt und Blatteinteilung

Der Blattschnitt der amtlichen deutschen Kartenwerke orientiert sich an ganzzahligen Meridianen und Breitenkreisen (Gradabteilungskarten). Da die Meridiane jedoch zum Nordpol hin konvergieren, ändert sich die Ausdehnung der Karten von Süd nach Nord. Der heutige Blattschnitt geht ursprünglich auf das preußische Urmesstischblatt zurück, welches ab 1822 aufgenommen wurde. Die Ausdehnung einer Karte des Maßstabes 1 : 25.000 wurde damals auf 4 Längen- und 6 Breitenminuten festgelegt. Ab 1937 erhielten diese Karten ein für ganz Deutschland einheitliches Nummerierungssystem nach neu berechneten Blatteckenwerten in Gauß-Krüger-Koordinaten. Dies zählt die Karten nach Reihen (beginnend bei 56° nördlicher Breite nach Süden) und Spalten (beginnend 5°50' östlicher Länge Richtung Osten). Die Stadt Bonn liegt demnach auf dem Kartenblatt 5208. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden die Kartenblätter der Folgemaßstäbe 1 : 50.000, 1 : 100.000 und 1 : 200.000 auch in diesem System angelegt, wobei 4 Blätter des Ausgangsmaßstabes immer 1 Kartenblatt des Folgemaßstabes bilden. Dabei erhält die Karte des Folgemaßstabes immer die Nummer ihrer südwestlichen TK25. Dabei ist die Nummerierung der Reihe immer eine ungerade, die der Spalte immer eine gerade Zahl. Zur Vermeidung von Verwechslungen wird der Nummer immer eine römische Zahl für den Maßstab (L = 50, C = 100, CC = 200) vorangestellt.

Die Stadt Bonn liegt auf den Blättern L5308 der TK50, C5506 der TK100 und CC5502 der TÜK200. Bei der Umstellung auf das WGS84 mit UTM-Koordinaten wurden die alten Eckwerte beibehalten, so dass die neuen Ausgaben der Topographischen Karten heute unrunde Blatteckenwerte aufweisen aber mit den früheren Ausgaben deckungsgleich sind. Durch die neue Herstellung der Karten auf digitaler Grundlage verliert der bisherige feste Blattschnitt immer mehr an Bedeutung. Heute können die amtlichen Karten von NRW nach einem individuell festgelegten Geländeausschnitt ausgegeben werden.



Was bedeuten die Zahlen am Kartenrand?

Am Rand einer Topographischen Karte finden Sie eine Reihe von Zahlenangaben (Koordinaten). Diese dienen dazu, Positionen in der Karte zu bestimmen. Dabei wird zwischen Winkelangaben aus dem Netz der geographischen Längen- und Breitenkreise und den Kilometerangaben im rechtwinklig verlaufenden geodätischen Kilomergitter unterschieden (s. Seite 5).

- Gradnetz

(Winkelangaben der geographischen Länge und Breite, bezogen auf die Kugelform der Erde)

Im folgenden Beispiel aus der DTK100, Blatt C5106 Köln, erkennen Sie das Gradnetz anhand der geographischen Koordinaten, z.B. $50^{\circ}48'$ – gesprochen "50 Grad 48 Minuten". Die Minuten sind darüber hinaus im Rahmen graphisch gekennzeichnet. So lauten die geographischen Koordinaten der Kirche in Rath:

$6^{\circ}40,95'$ östl. Länge; $50^{\circ}48,85'$ nördl. Breite

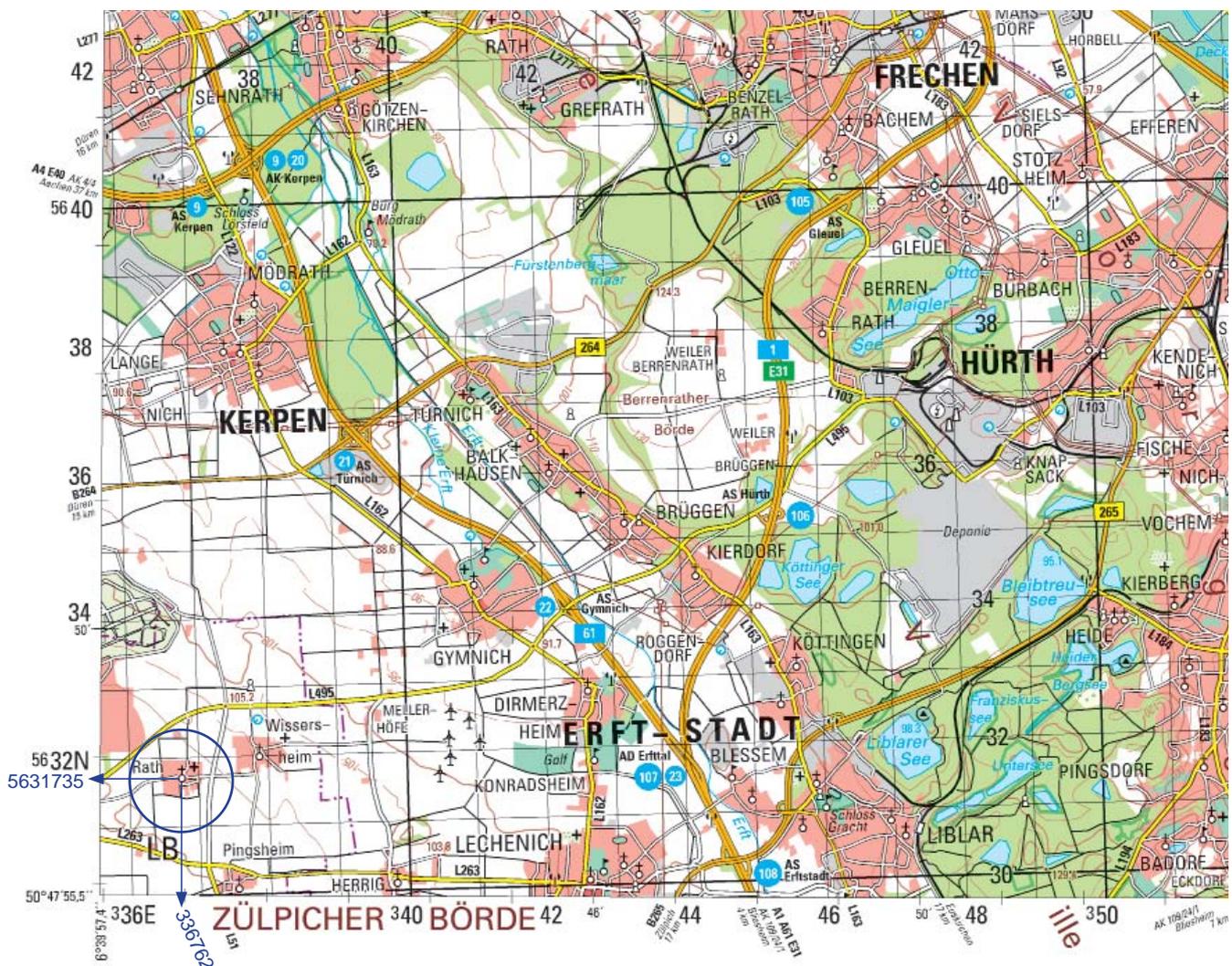
- Koordinatengitter der deutschen Landesvermessung

(Streckenangaben in geodätischen Gittern, bezogen auf die ebene Abbildung in einer Karte)

Im Kartenrand des Blattes C5106 finden Sie neben dem geographischen Gradnetz das UTM-Gitter, das metrische Angaben wie Kilometer oder Meter in der Farbe Schwarz enthält. Die Koordinaten der Kirche (Ostwert = E, Nordwert = N):

E = 336 762 m; N = 5631 735 m

In die DTK25 wird zusätzlich noch im Kartenrahmen das Gauß-Krüger-Gitter mit seinen Koordinaten in der Farbe Blau eingedruckt. Die Koordinaten der Kirche (Rechtswert = R, Hochwert = H): R = 2548 164 m, H = 5631 198 m



Aktualitätsstand

Die topographischen Karten werden regelmäßig umfassend aktualisiert. Die genauen Daten zur Aktualität findet man im unteren Teil der Titelfrückseite.

Beispiel:

- **Auflage 2012**

Die Karte wurde 2012 herausgegeben.

- **Grundaktualität 6/2011**

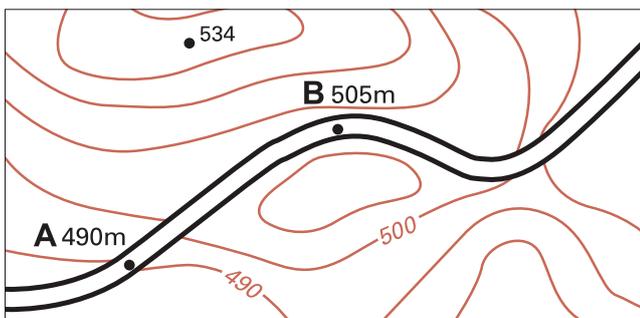
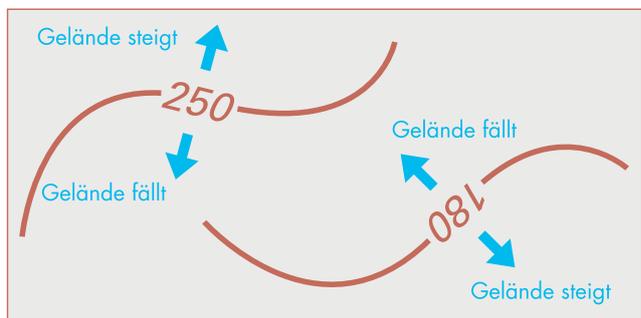
Fortführung des gesamten Karteninhalts anhand von Luftbildern, Plänen und Ortsvergleich im Jahr 2011

- **Einzelne Ergänzungen**

Aktualisierung nur einzelner Sachverhalte (z.B. Aufnahme einer neuen Umgehungsstraße oder Ortsnamenänderung)

Höhenliniensystem

Höhenlinien, auch Isohypsen genannt, sind Linien, die in der Karte Punkte gleicher Höhe miteinander verbinden. Die Bezifferung der Höhenlinien steht immer in Richtung des ansteigenden Geländes und gibt so einen direkten Hinweis auf die Geländebeziehungen. Höhenlinien werden im Allgemeinen in Braun dargestellt. Bei Gletschern und Firnfeldern sind sie in Blau, bei felsiger Landschaft in Schwarz gehalten. Soweit Tiefenmessungen in stehenden Gewässern vorliegen, können sie durch blaue Tiefenlinien wiedergegeben werden.



Berechnung der Geländeneigung

Auf den topographischen Karten sind Höhenlinien, Höhenpunkte, wichtige Straßenkreuzungen und Wasserspiegel mit Höhenzahlen versehen, die die absolute Höhe über NHN (Normal Höhen Null, ursprünglich bezogen auf den Amsterdamer Meerespiegel) angeben. Um z.B. das Gefälle der Straße zu berechnen, sucht man sich zwei Punkte (A und B) auf der Karte, deren Höhe einwandfrei festzustellen ist.

Punkt A = 490 m 1. Messen der Strecke zwischen Punkt A und B = 380 m

Punkt B = 505 m 2. Feststellen des Höhenunterschiedes = 15 m; Neigungsverhältnis = $15/380 \times 100 = \text{ca. } 4 \%$

Dies entspricht 4m Höhenunterschied auf 100m Strecke.

Geländeformen

Die Neigung des Geländes und die Geländeformen sind an der Dichte und Form der Höhenlinien erkennbar. Je enger die Höhenlinien beieinander liegen, umso steiler ist das Gelände, je weiter sie auseinander liegen, desto flacher ist es. Die Bezifferung der Höhenlinien gibt die Meterzahl über NHN an. Wichtige Formen im Höhenlinienbild sind:

Kuppe/Kegel

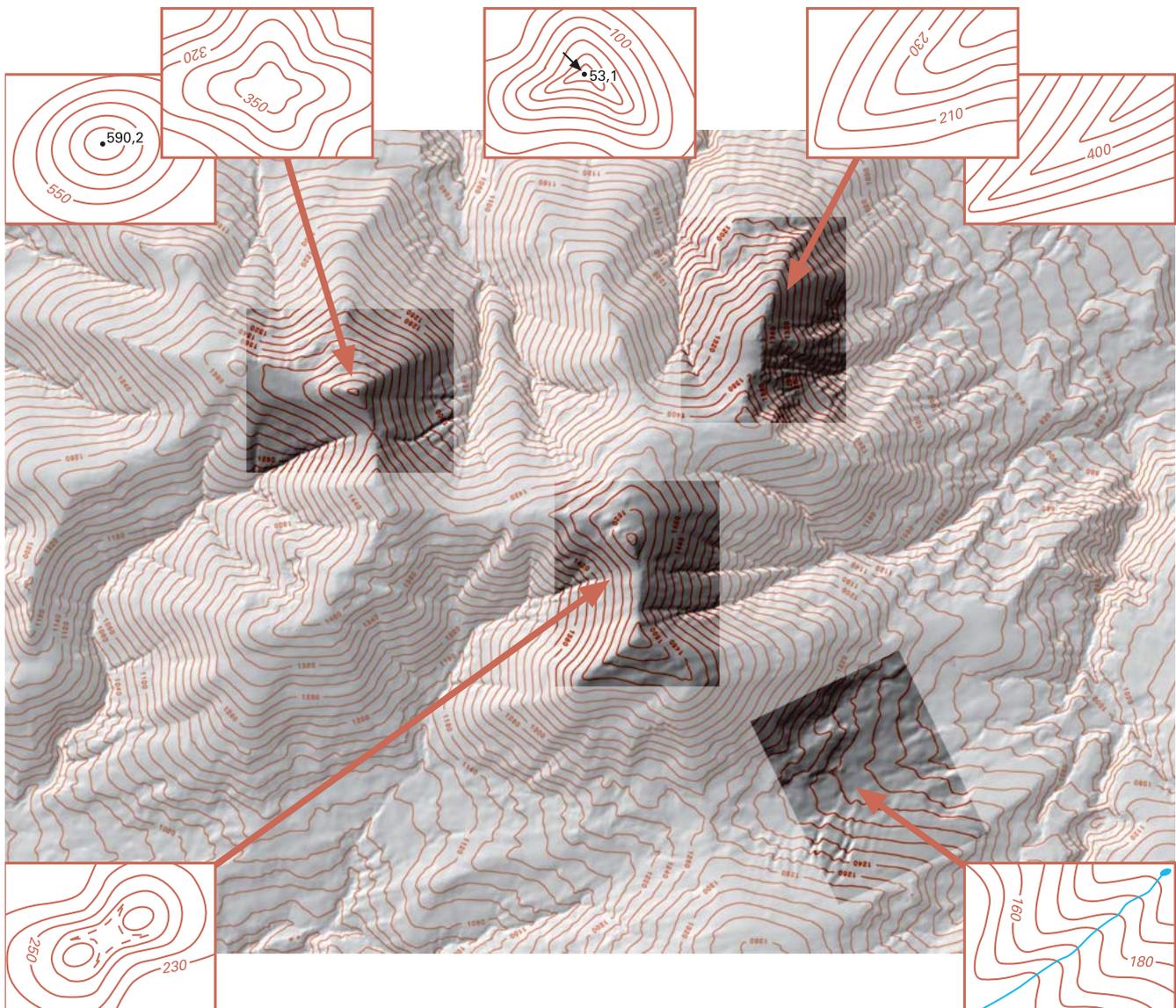
Eine Kuppe ist eine Erhebung, von der das Gelände nach allen Seiten abfällt. Je nach Höhe wird die Kuppe von einer oder mehreren geschlossenen Höhenlinien dargestellt. Beim Kegel verlaufen die Höhenlinien kreisförmig, ansonsten hat er die gleichen Merkmale wie die Kuppe.

Kessel

Das Gegenteil der Kuppe ist der Kessel, eine Einsenkung mit einer oder mehreren geschlossenen Höhenlinien, die durch einen Kesselpfeil gekennzeichnet sind. Vom tiefsten Punkt, der Kesselsohle, steigt das Gelände nach allen Seiten an.

Rücken/Grat

Die von einer Kuppe ausgehenden Ausbiegungen, zum Teil auch mit mehreren Erhebungen, werden Rücken genannt. Die Scheitellinie eines Rückens (Rückenlinie) bildet die Wasserscheide. Ist ein Bergrücken sehr schmal und scharf, so wird er als Grat bezeichnet.



Sattel

Als Sattel bezeichnet man die Einsenkung, die zwei benachbarte Erhebungen miteinander verbindet.

Tal/Mulde

Das Tal ist eine Hohlform mit Längserstreckung. Der am tiefsten gelegene Bereich wird als Talsohle bezeichnet. Die Talsohle wird seitlich durch Hänge begrenzt.

Messen von Strecken

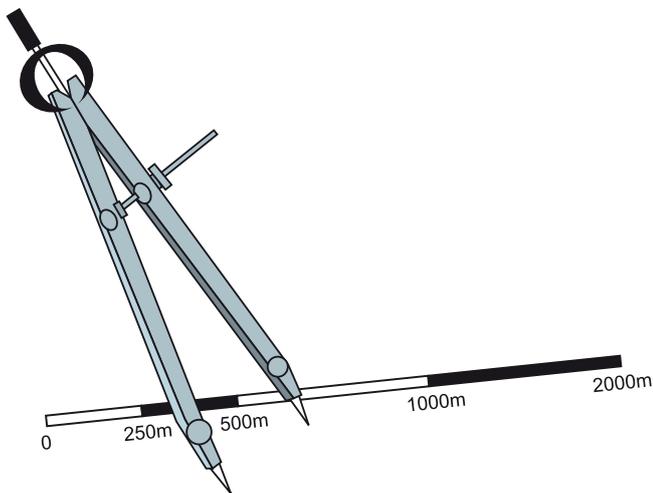
Alle Strecken, die auf einer Karte gemessen werden, beziehen sich auf die Kartenebene und sind Horizontalentfernungen. Die tatsächliche Strecke von Wasserläufen und Wegen in der Natur ist häufig länger als in der generalisierten Karte. Auch die Höhenunterschiede in der Natur tragen dazu bei, dass eine Strecke länger ist, als sie in der Karte gemessen wird.

Gerade Strecken

werden entweder mit einem Lineal in der Karte gemessen und mit der Maßstabszahl der Karte multipliziert oder mit Hilfe eines Papierstreifens oder Stechzirkels abgegriffen und dann an der Maßstabsleiste abgemessen.

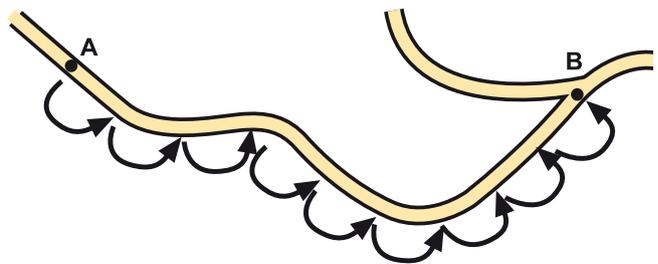
Beispiel für eine Karte im Maßstab 1 : 50.000:

$$\begin{aligned} 2 \text{ cm Kartenstrecke} \times 50.000 \\ &= 100.000 \text{ cm} \\ &= 1.000 \text{ m in der Natur} \end{aligned}$$

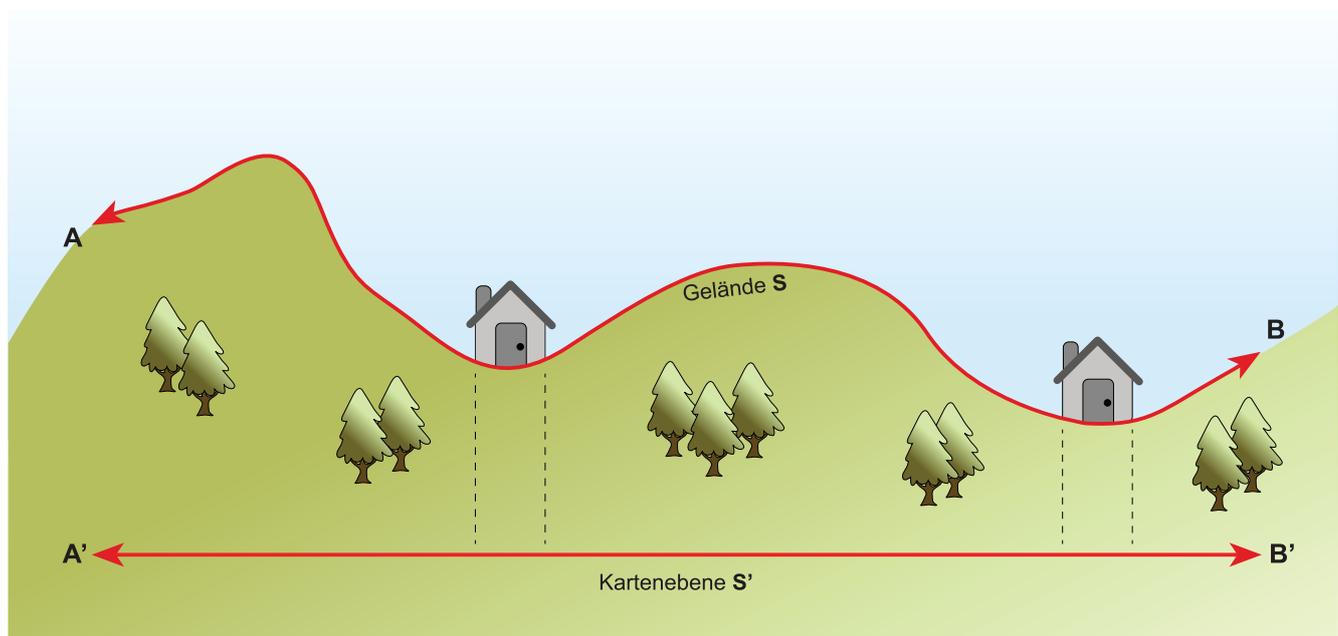


Gekrümmte Strecken

kann man mit einem speziellen Messrädchen (Kurvimeter) recht genau abfahren oder durch Abgreifen der Strecke mit gleichbleibender Zirkelöffnung (Stechzirkel) messen. Die Anzahl der Zirkelschläge wird nach dem Abgreifen mit der Größe der Zirkelöffnung multipliziert. Das Ergebnis ist allerdings ungenau, da Kurven nur annähernd berücksichtigt und Ungenauigkeiten somit multipliziert werden.



Die auf die Kartenebene projizierte Strecke S' zwischen A' und B' ist kürzer als die Naturstrecke S im hügeligen Gelände.



Standortbestimmung

Das Wichtigste zur Orientierung im Gelände mit Hilfe einer Karte ist die eigene Standortbestimmung. Da jede topographische Karte „genordet“ ist (der obere Kartenrand zeigt immer nach Norden), muss als erstes die örtliche Nordrichtung herausgefunden werden. Wird die Karte durch das Anlegen eines Kompasses gedreht, bis die beiden Nordrichtungen übereinstimmen, so ist sie „eingenordet“.

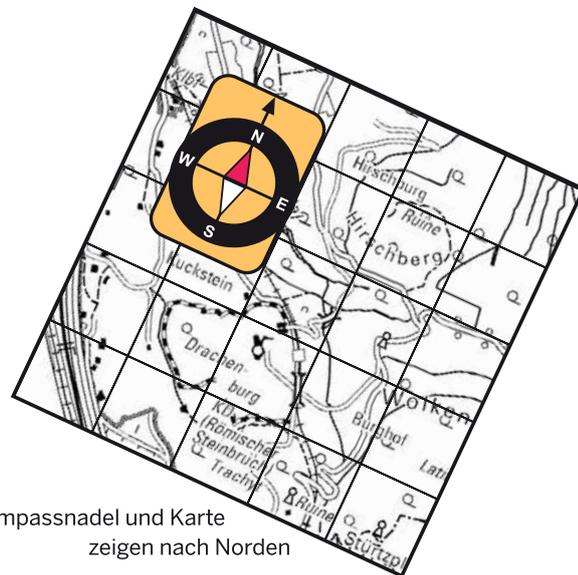
Einnorden mit dem Kompass

- Das „N“ (Norden) auf der Teilscheibe mit der Ablesemarke (Richtungspfeil) durch Drehen in Übereinstimmung bringen.
- Den Kompass mit der Anlegekante an den westlichen oder östlichen Begrenzungsmeridian der Karte anlegen.
- Visierlinie (Gitterlinie) und Richtungspfeil auf dem Kompass zeigen zum oberen Kartenrand.
- Die Karte mit angelegtem Kompass so lange drehen, bis die Magnetnadel (dunkle Spitze) auf „N“ eingependelt ist.

Die Karte ist jetzt zum allgemeinen Gebrauch ausreichend genau eingenor-det. Zum genaueren Einnorden ist die Nadelabweichung zu beachten. Die Nadelabweichung berücksichtigt die Abweichungen zwischen Gitter-Nord und Geographisch-Nord wie auch die Abweichung zwischen Gitter-Nord und Magnetisch-Nord (siehe Kapitel Missweisung, Nadelabweichung und Meridiankonvergenz).



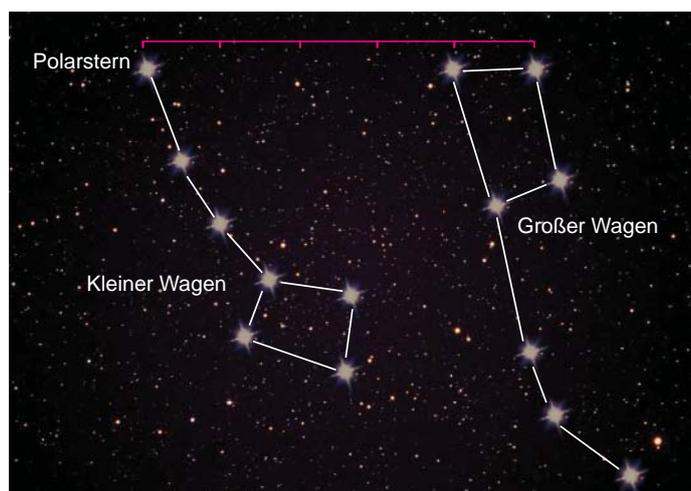
Kompassnadel zeigt nach Norden



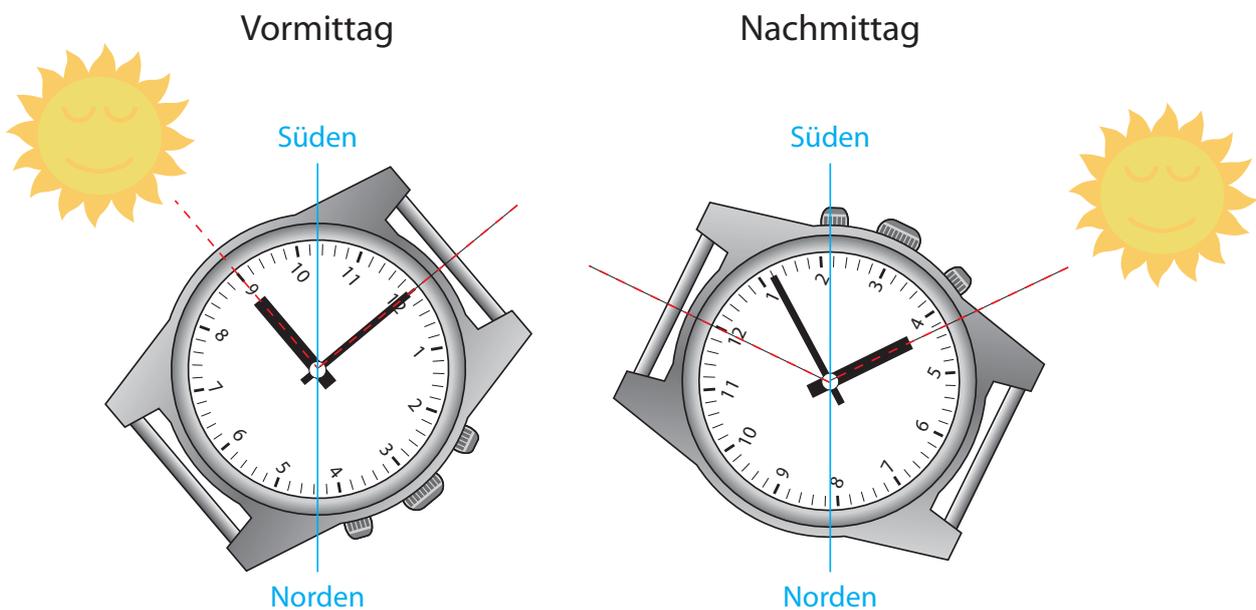
Kompassnadel und Karte zeigen nach Norden

Ist kein Kompass zur Hand, kann man sich eventuell an Merkmalen in der Natur orientieren:

- Grünliche Färbung freistehender Bäume (Bemoosung) und rissige Baumrinde finden sich in der Regel in der Nordwestrichtung.
- Durch Wind und Wetter bedingte Neigung von Bäumen zeigt meist nach Südosten.
- Sonnenwendige Pflanzen drehen ihre Blüten tagsüber immer der Sonne zu.
- Die Sonne steht in unseren Breiten nie im Norden.
- Die in der Landesvermessung zur Vermarkung der „Trigonometrischen Punkte“ verwendeten Granitsteine zeigen die Himmelsrichtungen an: Die Inschrift „TP“ weist nach Süden, ein eingemeißeltes Dreieck nach Norden.
- Bei alten Kirchen und Friedhöfen stehen Altäre und Grabsteine meist nach Osten.
- In klaren Nächten kann man den Polarstern als Nordrichtung auffinden, indem man zunächst im Sternbild „Großer Bär“ das relativ leicht erkennbare Teilsternbild „Großer Wagen“ aufsucht. Der Polarstern befindet sich in der fünffachen Verlängerung der Hinterachse des „Großen Wagens“ (und damit am Ende der Deichsel des „Kleinen Wagens“).



Bei Tag und bei wolkenfreiem Himmel kann man die Nordrichtung mittels Sonne und Uhrzeit (Beispiel angegeben für Winterzeit) ermitteln. Der kleine Zeiger der waagrecht gehaltenen Uhr wird dazu auf die Sonne gerichtet. Halbiert man den kleinen Winkel zwischen diesem Stundenzeiger und der 12, so zeigt diese Winkelhalbierende nach Süden. Die Gegenrichtung ist dann die Nordrichtung.



Bei einer Wanderung oder einem Spaziergang in unbekanntem Gebiet sollte in jedem Fall eine geeignete Karte mitgenommen und der Wegeverlauf verfolgt werden. Nur so weiß man immer, wo man sich befindet und welche Strecke man noch zurücklegen muss, um ans Ziel zu gelangen. Hat man sich aus irgendwelchen Gründen dennoch verlaufen, sollte man so weit zurückgehen, bis der eigene Standpunkt in der Karte klar gefunden ist, oder so lange in eine Richtung weitergehen, bis ein markanter Geländepunkt in der Natur, z.B. eine Lichtung, ein Bach, See oder hervorragender Baum, unmissverständlich in der Karte wiedererkannt wird. In beiden Fällen kann die Karte jetzt orientiert werden, d.h. die Nordrichtung kann bestimmt werden.

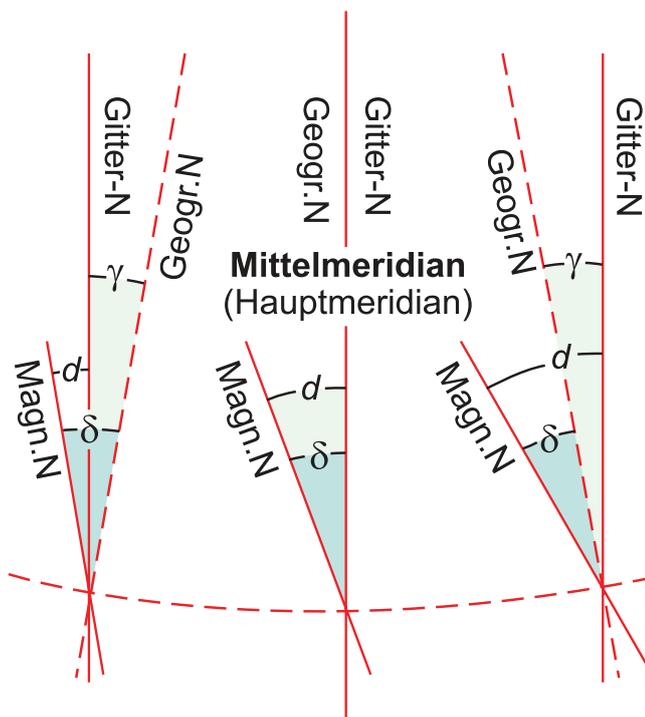
Einnorden nach Geländepunkten

- Ein gut sichtbares Objekt im Gelände (Straße oder Eisenbahnstrecke, Kirchturm, Einzelgehöft) als Orientierungspunkt suchen.
- Die Identität zwischen dem Orientierungspunkt in der Karte und in der Natur zweifelsfrei feststellen.
- Den eigenen Standpunkt in der Karte und den Orientierungspunkt in der Karte verbinden.
- Die Karte so lange drehen, bis die Linie zwischen „Standpunkt Karte“ und „Orientierungspunkt Karte“ zum Orientierungspunkt in der Natur weitergeführt werden kann.

Missweisung, Nadelabweichung und Meridiankonvergenz

Norden ist auf topographischen Karten immer oben. Für die kartographische Abbildung der Erdoberfläche werden jedoch drei verschiedene Nordrichtungen unterschieden: Geographisch-Nord, Gitter-Nord und Magnetisch-Nord

- Als Geographisch-Nord bezeichnet man die Richtung der zum Nordpol zusammenlaufenden Meridiane.
- Als Gitter-Nord bezeichnet man die Richtung, in die die senkrechten Gitterlinien eines ebenen geodätischen Koordinatensystems (UTM, Gauß-Krüger) verlaufen. Im Hauptmeridian fallen Gitter-Nord und Geographisch-Nord zusammen.
- Als Magnetisch-Nord bezeichnet man die Richtung, in die eine freischwingende, unbeeinflusste Kompassnadel weist. Da der magnetische Pol nicht mit dem geographischen Nordpol übereinstimmt und seine Lage kein fester Punkt auf der Erdoberfläche ist, muss diese Abweichung (Missweisung) bei der Navigation berücksichtigt werden. Die Missweisung wird durch Messungen auf einem Netz von festen Punkten in regelmäßigen Zeitabständen überprüft.



In den topographischen Karten der deutschen Landesvermessung spielt vor allem die Nadelabweichung eine Rolle. Sie bezeichnet den Winkel zwischen Magnetisch-Nord und Gitter-Nord einer Karte. Um eine Karte exakt nach Norden auszurichten, muss der Winkel der Nadelabweichung vom angezeigten Kompasskurs addiert bzw. subtrahiert werden. Genaue Angaben zur Nadelabweichung findet man im Kartenrand der Blätter der TK50 und TK100.

- Der Winkel δ zwischen Geographisch-Nord und Magnetisch-Nord wird als Deklination oder Missweisung bezeichnet.
- Der Winkel γ zwischen Geographisch-Nord und Gitter-Nord wird als Meridiankonvergenz bezeichnet.
- Der Winkel d zwischen Magnetisch-Nord und Gitter-Nord wird als Nadelabweichung bezeichnet.

Das Luftbild als Kartengrundlage

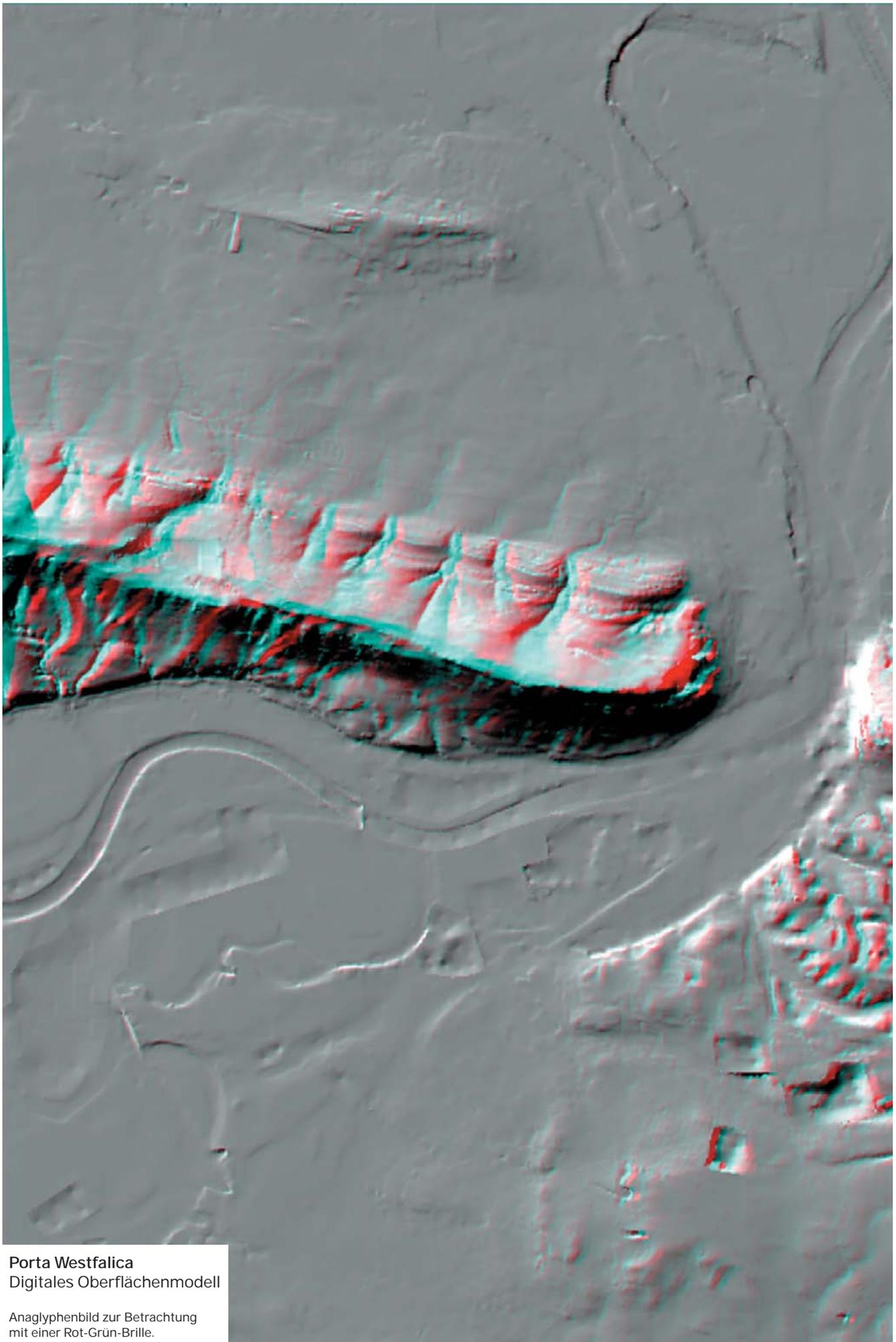
Luftbilder sind hochauflösende photographische Senkrechtaufnahmen der Erdoberfläche. Sie werden mit großformatigen, hochpräzisen Reihenmessbild-Kameras aus speziellen Bildflugzeugen aufgenommen. Als photographisches Abbild der Landschaft enthalten sie eine Fülle von Informationen und sind daher vielfältig einsetzbar. Luftbilder stellen eine nahezu unerschöpfliche Quelle zur Planung, Dokumentation und Erforschung unseres Lebensraumes dar.

Beim Bildflug wird das aufzunehmende Gebiet in Ost-West-Richtung befliegen. Dabei werden die Bilder in den Flugstreifen so aufgenommen, dass sie sich jeweils um ca. 65% seitlich überdecken. Benachbarte Streifen überdecken sich jeweils um ca. 30%. Auf diese Weise entsteht eine lückenlose Abbildung der Erdoberfläche. Im Überdeckungsbereich der Einzelbilder ist eine stereoskopische Betrachtung und eine dreidimensionale Ausmessung möglich. Die dreidimensionale Ausmessung wird heute durch Laserscannerbefliegungen ersetzt.

Orthophotos sind hochauflösende, verzerrungsfreie, maßstabgetreue Abbildungen der Erdoberfläche. Sie werden durch photogrammetrische Verfahren in Kenntnis der Orientierungsparameter und unter Hinzunahme eines digitalen Geländedemodells aus solchen Luftbildern hergestellt, die im Maßstab 1 : 13.000 als Senkrechtaufnahmen vorliegen. Wird das Orthophoto mit Kartenrahmen, Gitterlinien, Koordinatenwerten, Blattbezeichnung und Beschriftung versehen, so spricht man von einer Luftbildkarte.

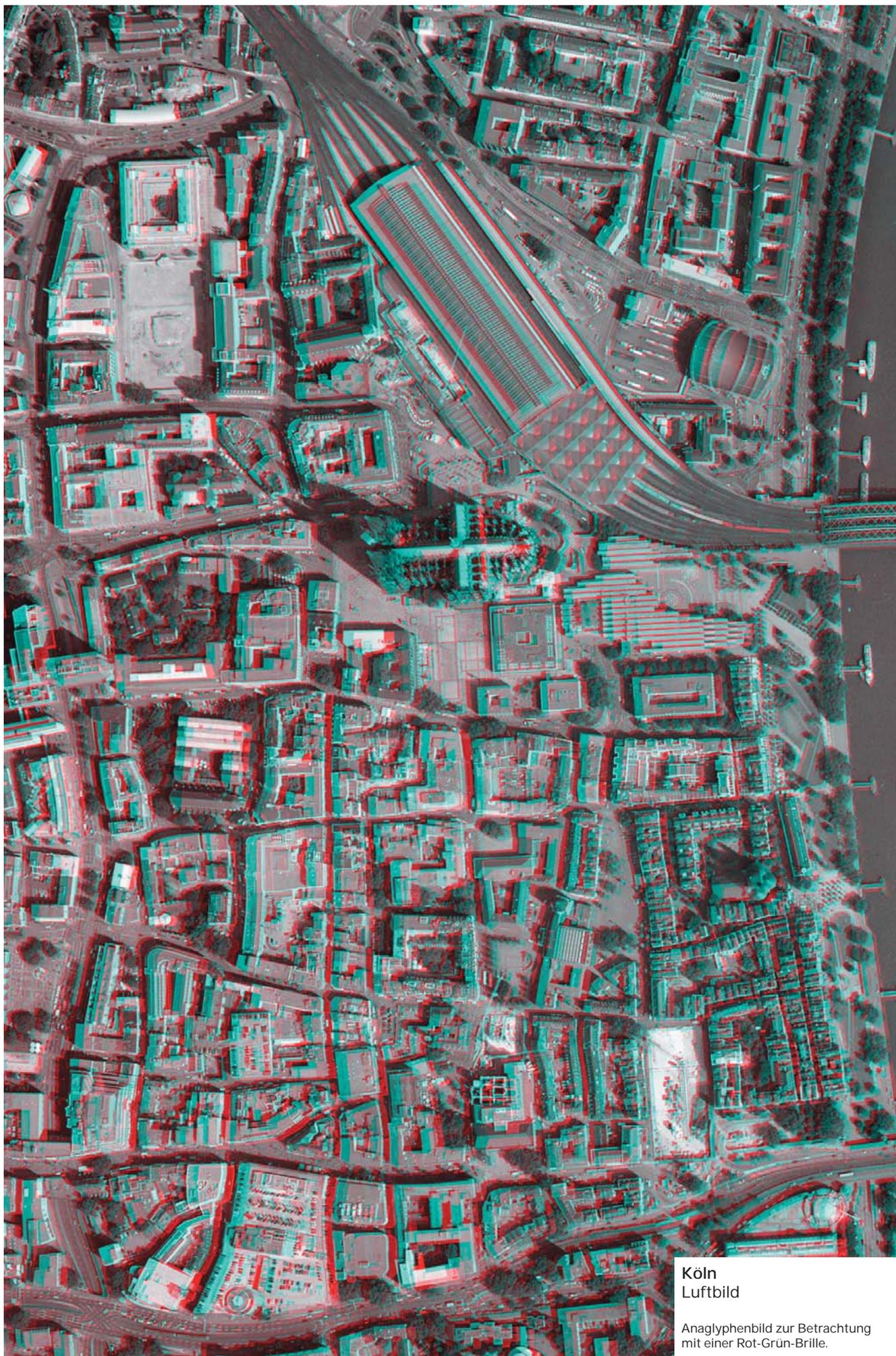
Karten, Luftbilder, Gelände- und Oberflächenmodelle in digitaler Form sind für räumliche Analysen jeglicher Art hervorragend geeignet und bieten vielfältige Möglichkeiten zur Simulation und Prognose bei unterschiedlichsten Fragestellungen: beispielsweise bei der Untersuchung von Emissionseinwirkungen, der Bestimmung von Standorten für Windkraftanlagen und Telekommunikationseinrichtungen, der Prognose des Verlaufs von Hochwassern und Waldbränden, den möglichen Auswirkungen von Kraftwerksstörfällen. Wie die Visualisierungen in diesem Faltpapier andeuten, sind Ihrer Phantasie bei der Suche nach Verwendungsmöglichkeiten keine Grenzen gesetzt.





Porta Westfalica
Digitales Oberflächenmodell

Anaglyphenbild zur Betrachtung
mit einer Rot-Grün-Brille.



Köln
Luftbild

Anaglyphenbild zur Betrachtung
mit einer Rot-Grün-Brille.

Was sehe ich in der Karte?

Siedlungen

PEINE Name einer Stadt
MITTE Name eines Stadtbezirks
DÖHREN Name eines Stadtteils

Stuhr Name einer Gemeinde
Rosenhof Name eines Gemeindeteils

Die Schriftgröße der Ortsnamen richtet sich nach der Einwohnerzahl

	Siedlungsfläche		Torturm, Stadtturm mit Mauer
	Öffentliche / nicht öffentliche Gebäude		Römisches Lager / Ringwall / Pfahlbau
	Öffentliches / nicht öffentliches Hochhaus		Steingrab / Grabhügel / Opferstein
	Kirchen, Kapelle		Friedhof
	Gewächshaus		Schießstand

Ver- und Entsorgung

	Bergbau, in Betrieb / außer Betrieb		Schornstein / Kühlturm
	Stollenmundloch, Höhleneingang / Schachtöffnung		Windmühle / Windkraftanlage
	Förderband / Rohrleitung		Sendeturm / Radioteleskop
	Hochspannungsleitung mit Mast und Umspannwerk		Sendemast / Antenne
	Kraftwerk		Kläranlage / mit Absetzbecken

Verkehr

	Autobahn		Ein- / mehrgleisige elektrifizierte Eisenbahn
	Bundesstraße mit / ohne Fahrbahntrennung		Ein- / mehrgleisige nicht elektrifizierte Eisenbahn
	Staats- bzw. Landesstraße mit / ohne Fahrbahntrennung		Bahnhof mit Anschlussgleis / Haltepunkt
	Kreis- / Gemeindestraße mit / ohne Fahrbahntrennung		Straßenbahn, Stadtbahn, U-Bahn
	Autobahnnummer / Autobahnanschlussstelle		Personen- / Materialseilbahn
	Europastraßen- / Bundesstraßennummer		Skilift, Sessellift
	Landesstraßen- / Kreisstraßennummer		Segelfluggelände / Hubschrauberlandeplatz

Vegetation

	Laubwald / Nadelwald		Hecke mit Wall
	Mischwald		Hecke ohne Wall
	Laubholz / Nadelholz		Moor, Moos
	Naturdenkmal		Sumpf, nasser Boden
	Laubbaum / Nadelbaum		Schilf, Röhricht
	Baumreihe / Naturdenkmal		

Gewässer

	RHEIN Name eines schiffbaren Gewässers		Aubach Name eines nicht schiffbaren Gewässers
	Fluss mit Fließrichtungspfeil und Buhnen		Kanal mit Schiffshebewerk
	Fluss mit Wehr und Stromschnellen		Kanal mit Schleuse
	Quelle / Bach / Graben / nicht ständig wasserführend		Sicherheitstor / Düker
			Bach mit Flutschleuse

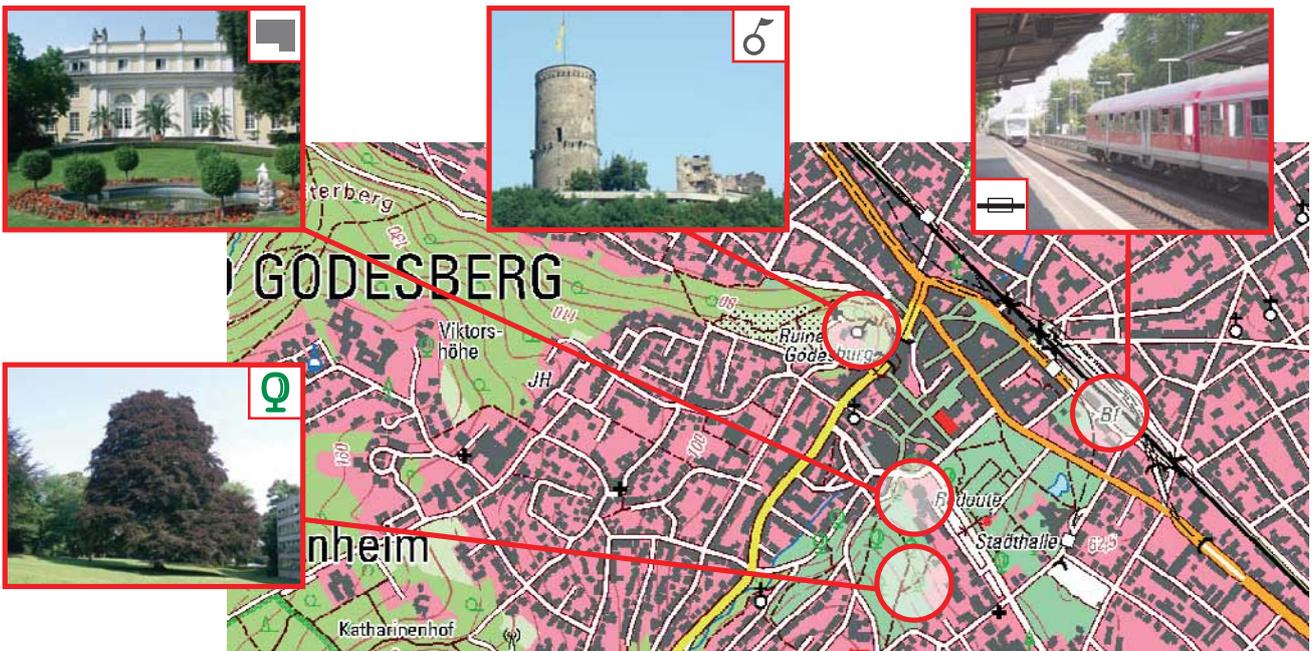
Relief

	20 m – Höhenlinie		Kessel, Senke
	10 m – Höhenlinie		Fels
	5 m – Höhenlinie		
	2,5 m – Höhenlinie		

Grenzen

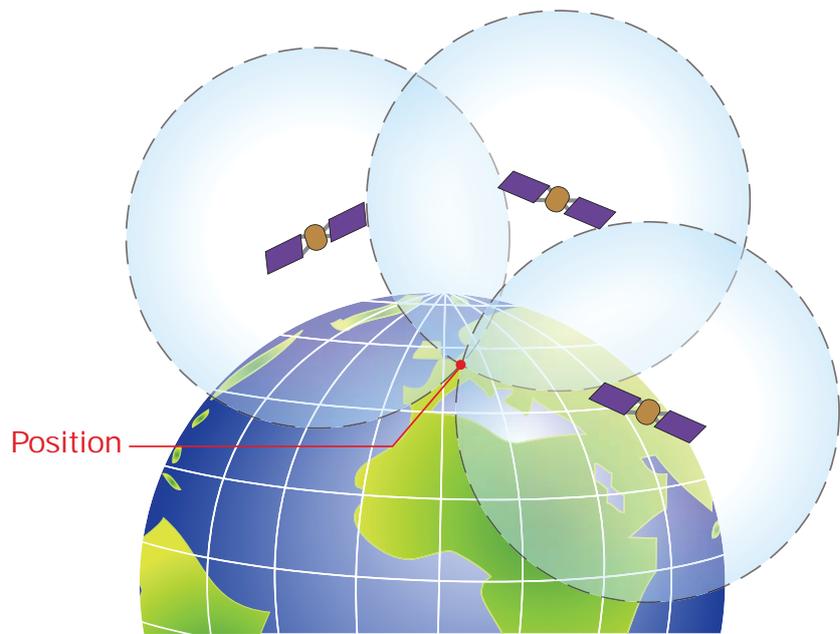
	Staatsgrenze mit Grenzübergang		Landkreisgrenze, Grenze einer kreisfreien Stadt
	Landesgrenze		Gemeindegrenze
	Regierungsbezirksgrenze		Nationalparkgrenze
			Naturschutzgebietsgrenze, Ruhezone im Nationalpark

Maßstab 1:25 000 (4cm der Karte = 1 km der Natur)



Wie funktioniert GPS?

GPS steht für „Global Positioning System“ (= weltweite Positionsbestimmung). Die Funktionsweise ist folgende: Navigationsatelliten in ca. 20.000 km Höhe senden ihre Bahndaten und die genaue Uhrzeit. Aus den Laufzeiten der Signale von mehreren Satelliten, die gleichzeitig empfangen werden, berechnet der GPS-Empfänger seinen Standort in Lage und Höhe auf der Erde. Dies geschieht laufend, z.B. einmal in der Sekunde. Dabei beträgt die Genauigkeit, die abhängig von der Anzahl der empfangenen Satellitensignale ist, ca. 15 m. Im Wald kann die Genauigkeit abnehmen. Generell ist die Bestimmung der Lage genauer als die der Höhe.



Dabei gilt grundsätzlich für die Genauigkeit der Positionierung mittels GPS: Je mehr Satelliten gleichzeitig am Himmel direkt empfangbar sind, desto präziser ist die Positionsbestimmung möglich. Aus diesem Grund wurden auch das europäische GALILEO-System und das russische GLONASS-System als Ergänzung zum amerikanischen NAVSTAR-GPS geschaffen. Sie sollen schon allein durch die Erhöhung der Satellitenanzahl am Himmel eine genauere Positionierung auch in Gebieten mit schlechter Himmelsfreiheit (Wald, Gebirgsschluchten) ermöglichen.

GPS ist genauer und vielseitiger als alle bisher verfügbaren Orientierungshilfen (z.B. Kompass) und arbeitet unabhängig von Landmarken, Wetter, Licht- und Sichtverhältnissen, Missweisungen und Ablenkung. Probleme gibt es allenfalls in Häuserschluchten und in dichten Wäldern. Dennoch braucht man zur Standortbestimmung Karten mit eindeutig bezeichnetem Gradnetz oder Gitter, es sei denn, der Kartenausschnitt mit dem Standort kann unmittelbar auf dem Display des GPS-Empfängers angezeigt werden.

Dieses Faltblatt ist entstanden in Anlehnung an die Publikation:
"Gradnetz und Gitter auf Karten" herausgegeben von der Kommission Kartennutzung der Deutschen Gesellschaft für Kartographie.

Haben Sie weitere Fragen zu diesen Themen?
Sprechen Sie uns an. Wir beraten Sie gerne.

Bezirksregierung Köln
Abteilung Geobasis NRW
Muffendorfer Straße 19-21, 53177 Bonn
www.geobasis.nrw.de

Geodatenzentrum
Fon: (0221) 147-4994
Fax: (0221) 147-4224
eMail: shop@geobasis.nrw.de

Stand: 3/2013

Exakt. Aktuell. Hoheitlich. Ergebnisse der Landesvermessung