

# LANDKARTEN – Verstehen und richtig nutzen



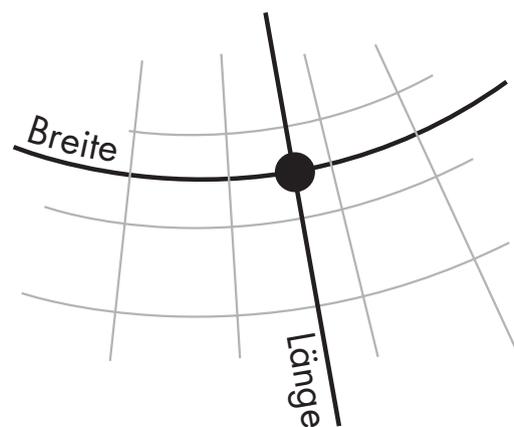
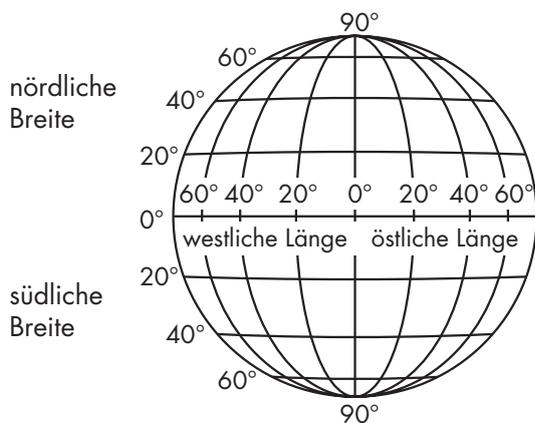
Um auf der Erde die Position eines beliebigen Ortes oder Ihre eigene Position zu bestimmen, können Sie Koordinatenangaben verwenden. Das am häufigsten verwendete Koordinatennetz ist das dreidimensionale Netz der geographischen Koordinaten, das sich aus Breiten- und Längengraden (Meridianen) zusammensetzt 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? Wofür benötige ich sie? Und 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 Grad- und Gitternetz zu entwirren.

### Wofür ein Gradnetz?

Die dreidimensionalen geographischen Koordinaten Breite und Länge verwendet man unter anderem in der Langstrecken-Navigation 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  $0^\circ$ , der Nord- und Südpol stehen jeweils senkrecht auf der Äquatorebene auf  $+90^\circ$  (nördliche Breite) bzw.  $-90^\circ$  (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  $180^\circ$ . 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 z.B. in „nördlicher Breite“ und „östlicher Länge“.

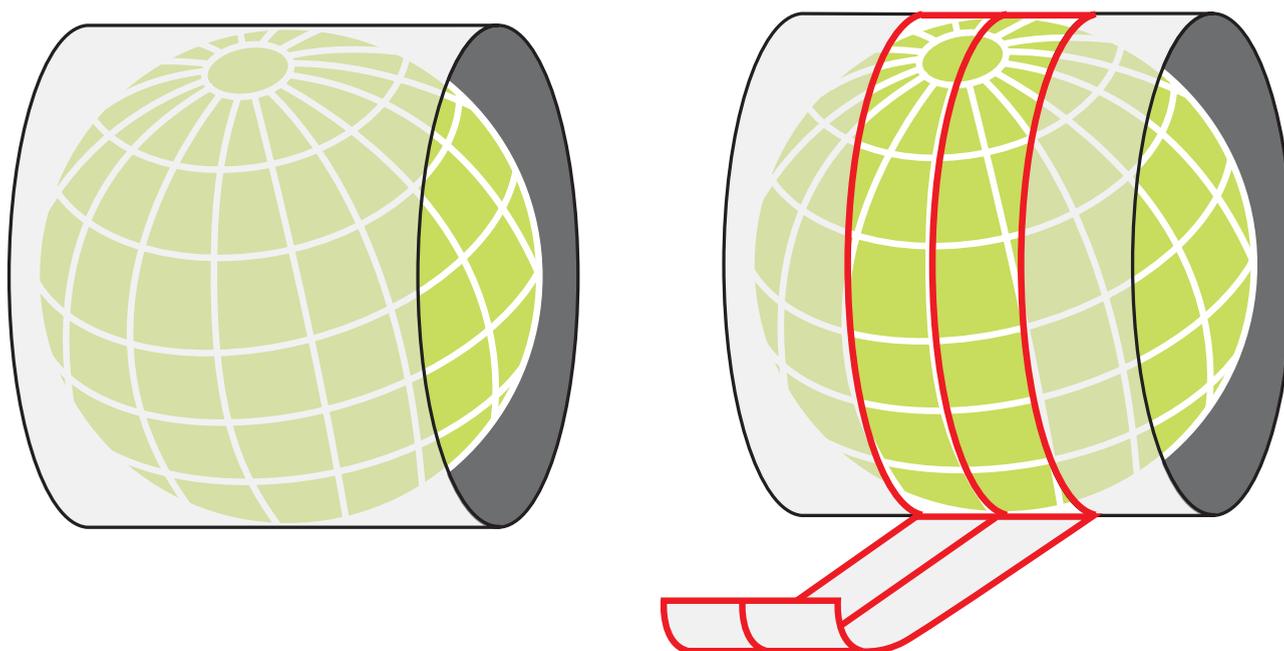
- **Probleme mit dem Gradnetz in den Karten**

Auf der Erdkugel schneiden sich Breiten- und Längengrade im rechten Winkel. Bei der Abbildung in die zweidimensionale 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 Längengradminute 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 auf's Papier?

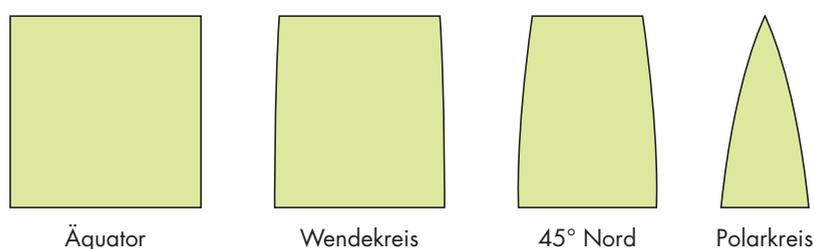
Die Oberfläche des dreidimensionalen Erdellipsoides lässt sich nicht ohne Weiteres auf eine Ebene, z.B. auf eine Karte, abbilden. Hilfskonstruktionen sind erforderlich. Deshalb bedient man sich bei topographischen Karten eines ebenen geodätischen Gitternetzes. Dazu legt man beispielsweise einen gedachten 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 Mittel- oder Hauptmeridian bezeichnet, da er die Mittellinie eines 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 Gitternetze sind winkeltreue Abbildungen. Innerhalb eines Meridianstreifens verlaufen die Meridiane parallel, die Breitenkreise senkrecht 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. Das wiederum erlaubt Ihnen, Positionsangaben in einem rechtwinkligen Koordinatensystem zu machen, was die Ortsbestimmung, die Arbeit mit dem Kompass und alle Kartierungsarbeiten vereinfacht.

## Und wofür 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.





## Koordinatensysteme auf der Basis von geodätischen Gittern

Historisch bedingt werden hauptsächlich zwei verschiedene Gitter verwendet:

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

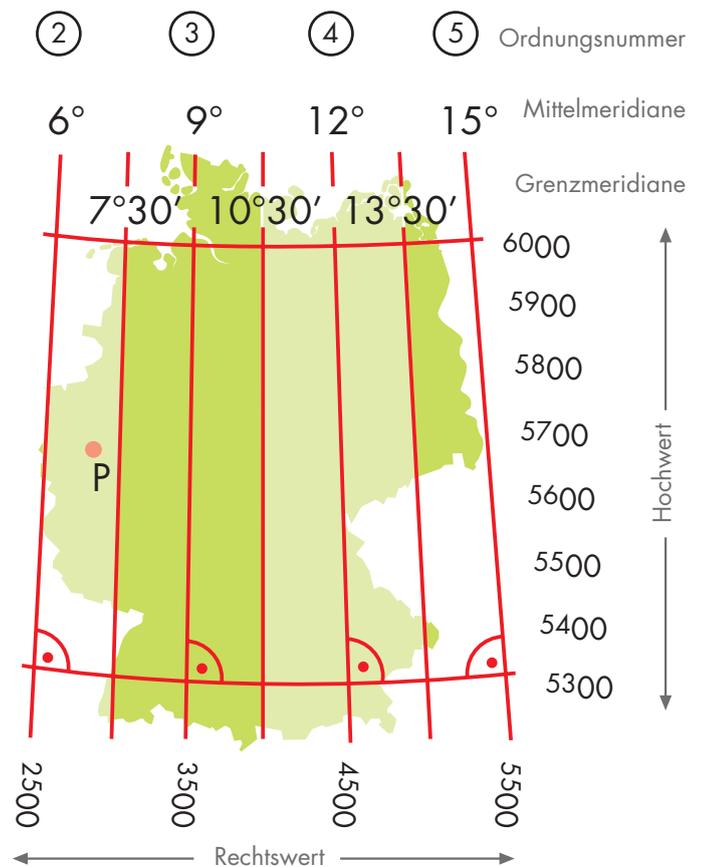
Das Gauß-Krüger-Gitter wurde von Carl Friedrich Gauß und Johann Heinrich Louis Krüger entwickelt und in den vergangenen 80 Jahren vor allem in Deutschland verwendet. Es wird inzwischen mehr und mehr durch das weltweit einheitliche UTM-Gitter ersetzt.

### Gauß-Krüger-Gitter / -Koordinatensystem

In deutschen Karten ist das Gauß-Krüger-Gitter weit verbreitet. Seine Mittelmeridiane liegen auf 3°, 6°, 9°, 12°, 15° usw. Ein Meridianstreifen hat eine Ausdehnung von 1°30' östlich und westlich des Mittelmeridians und damit insgesamt eine Breitenausdehnung von 3°.



Carl Friedrich Gauß (1777-1855)



Im Meridianstreifensystem nach Gauß-Krüger werden die Koordinatenwerte als Rechtswert (R) und Hochwert (H) bezeichnet, z.B. lauten Gauß-Krüger-Koordinatenangaben des Punktes P : **R = 2577** **H = 5622**

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 6°-Mittelmeridian 2, für den 9°-Mittelmeridian entsprechend 3. Die folgenden drei Ziffern sind Kilometerangaben. Sie beschreiben den Abstand des Rechtswertes in einem Meridianstreifen zum Mittelmeridian. Dieser erhält, um beim Berechnen der westlich des Mittelmeridians gelegenen Rechtswerte negative Vorzeichen zu vermeiden, konstant den Wert 500 km. Liegen nun Rechtswerte im Meridianstreifen westlich des Mittelmeridians, wird die entsprechende Kilometerzahl von den 500 km subtrahiert, bei Rechtswerten östlich des Mittelmeridians wird dieser addiert. In unserem Beispiel liegt der Rechtswert 77 km östlich des Mittelmeridians. Alle Punkte, die 77 km westwärts des 6°-Meridians liegen, haben den Rechtswert **2423**.

Der **Hochwert** beschreibt den Abstand zum Äquator in Kilometern. Der Wert **5622** entspricht also im Meridianstreifen einen Äquatorabstand von 5622 km.



## UTM-Gitter / -Koordinatensystem

Seit dem Jahr 1998 wird den amtlichen topographischen Karten das UTM-Gitter zugrunde gelegt. In der zivil-militärischen Ausgabe der TK50 finden Sie im Kartenrand nur noch UTM-Koordinaten eingetragen. Bei der UTM-Abbildung ist der Abbildungszyylinder um den Faktor 0,9996 kleiner als beim Gauß-Krüger-Abbildung. Dadurch dringt der Zylinder in die Erde ein und ermöglicht eine Ausweitung der Meridianstreifen auf von 3° auf 6°. Es entstehen positive und negative Verzerrungen innerhalb eines Meridianstreifens, die so verteilt werden, dass keine größeren Verzerrungen innerhalb des gesamten Meridianstreifens entstehen. Beispielsweise entspricht im Bereich des Mittelmeridians eine Entfernung von 1000 m in der Natur nur noch eine Entfernung von 999,60 m in der Abbildung.

Mit einer Streifenbreite von 6° besitzt das weltweite UTM-Meridianstreifensystem insgesamt 60 Meridianstreifen, so genannte Zonen. Zone 1 beginnt beim Mittelmeridian 177° westliche Länge. Deutschland liegt in den Zonen 32 und 33 mit den Mittelmeridianen 9° bzw. 15° östliche Länge. Was bei Gauß-Krüger der Rechtswert ist, heißt bei UTM der **Ostwert/East (E)**. Auch hier erhält jeder Mittelmeridian den Wert 500 km. An Stelle der Ordnungsnummer für den Mittelmeridian (siehe Gauß-Krüger) steht bei UTM die Zone. Für Zone 32 bedeutet der Ostwert **365**: 135 km westlich vom 9°-Mittelmeridian. **721** heißt: 221 km östlich vom 9°-Mittelmeridian. Die vierstellige Zahl für den Hochwert, bei UTM als **Nordwert/North (N)** bezeichnet, gibt wie bei Gauß-Krüger den Abstand vom Äquator in Kilometern an. **5621** entspricht im Meridianstreifen also einen Äquatorabstand von 5621 km. Eine vollständige UTM-Koordinate in Meter ausgedrückt lautet: **Zone 32 E=365 720 N=5621 766**

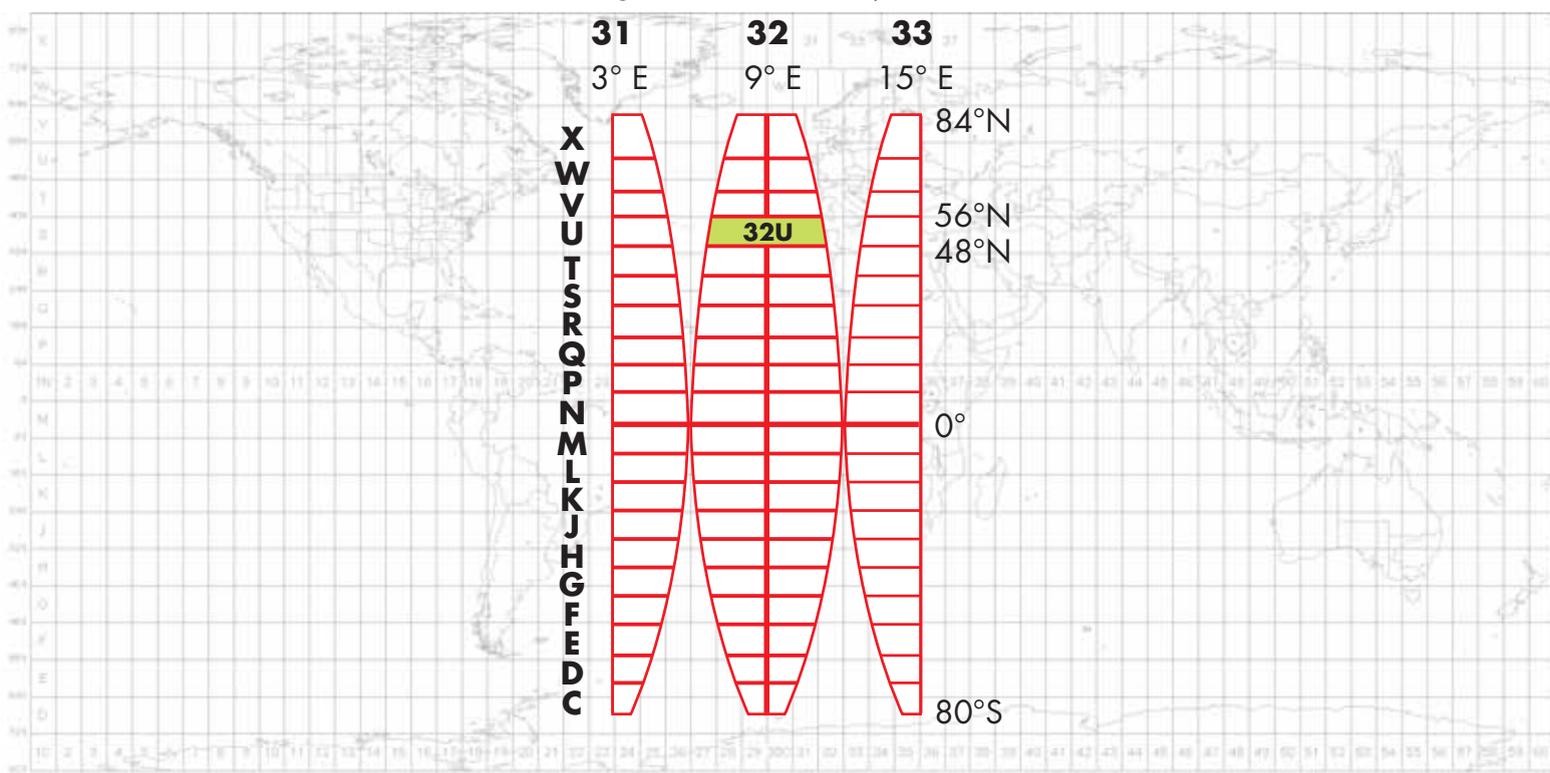
## UTM-Meldegitter (UTM-Reference-System [UTMREF9])

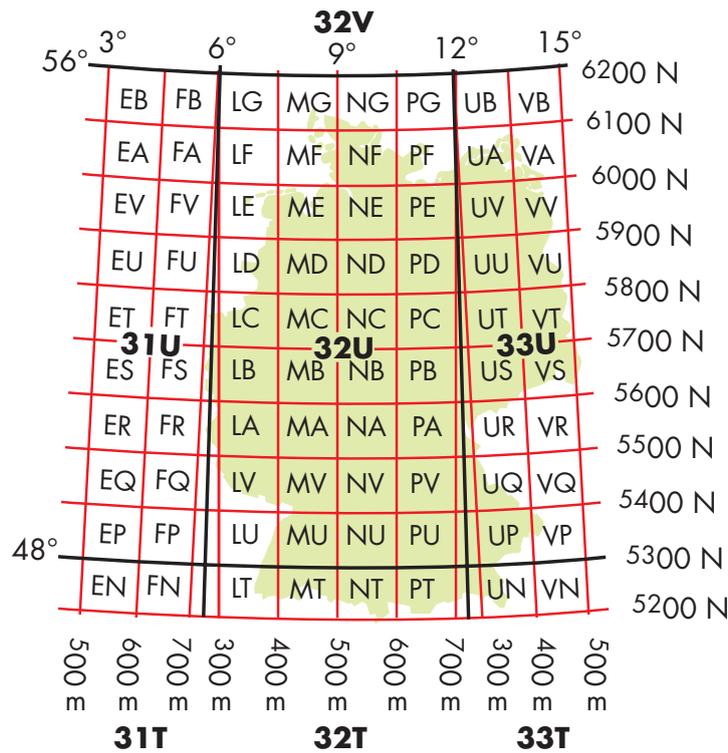
Auf GPS-Empfängern als MGRS bezeichnet

Für weltweite militärische Positionsangaben sowie bei Rettungsdiensten wird das UTM-Gitter mit seinen 60 Zonen in Nord-Süd-Richtung weiter in das UTM-Meldegitter unterteilt. Die entstandenen Querstreifen werden auch als Zonenfelder bezeichnet. Sie liegen zwischen 80° Süd und 84° Nord und werden mit den Buchstaben C bis X (ohne O und I) 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. Dabei entstehen Restfelder an den Grenzmeridianen. Sowohl Quadrate als auch Restfelder werden mit Buchstabenpaaren bezeichnet. Das Alphabet wiederholt sich West-Ost-Richtung nach 3 Meridianstreifen und in Süd-Nord-Richtung nach 2000 km.

Aufteilung des UTM-Koordinatensystems in Zonen





Aufteilung des UTM-Koordinatensystems in Zonenfelder mit 100-km-Quadraten

Eine UTM-Koordinate in der **Zone 32 E=360 352 m N=5609 351 m** liegt im Zonenfeld 32U und im 100-km-Quadrat LB. Die UTM-Meldung als Positionsangabe mit einer Genauigkeit von 100 m lautet in der Zusammensetzung aus Zone, Zonenfeld, 100-km-Quadrat, Ostwert und Nordwert (die Angaben werden ohne Leerzeichen geschrieben): **32U LB603093**

## Koordinatensysteme in topographischen Karten

In topographischen Karten wird die Lage eines Punktes durch geographische Koordinaten (Länge und Breite) und ebene Koordinaten (Rechts- und Hochwert) in zwei Koordinatensystemen angegeben. Geographische Koordinaten sind in dem in Deutschland gebräuchlichen Bezugssystem „Potsdam-Datum“ an den vier Blattecken der Karten im Normalblattschnitt vermerkt. Die Angabe für Länge und Breite erfolgt in Grad (°), Minuten (′) und gegebenenfalls in Sekunden (″). Unterteilt werden 1° in 60′ und 1′ in 60″.

Die Längenkreise (Meridiane) des geographischen Koordinatensystems sind Netzlinien, die an den Polen zusammentreffen. Sie schneiden den Äquator rechtwinklig. Der durch die Stadt Greenwich verlaufende Meridian erhält bei der Zählung den Wert 0° und die Bezeichnung „Nullmeridian“. Die Breitenkreise (Parallelkreise) verlaufen parallel zum Äquator, wobei der Äquator mit 0° der Ausgangspunkt für die Zählung in nördlicher und südlicher Breite ist. Durch Satellitennavigation (GPS) erhält man geographische Koordinaten in dem speziellen weltweiten Bezugssystem ETRS89 (WGS84). Seit 1995 werden in den Blättern im Standardblattschnitt der topographischen Karten Umrechnungswerte von ETRS89 (WGS84) in das Bezugssystem („Potsdam-Datum“) im Kartenrand angegeben.

Im Kartenrahmen befinden sich außer den geographischen Koordinaten auch die ebenen Koordinaten des Gauß-Krüger-Gitternetzes mit Rechts- und Hochwert. Militärische Ausgaben topographischer Karten enthalten ein abweichendes geographisches und ebenes Koordinatensystem (UTM-Koordinaten).

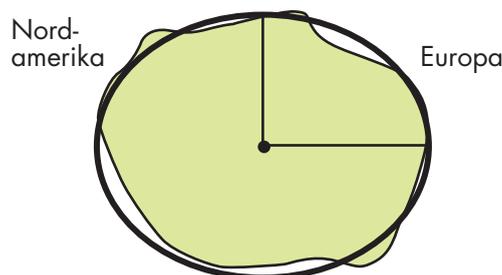
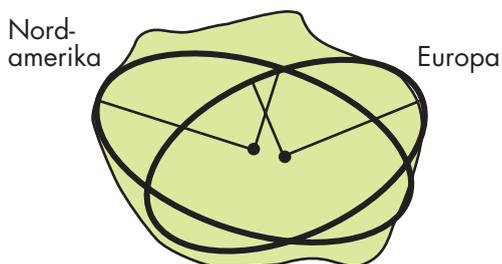
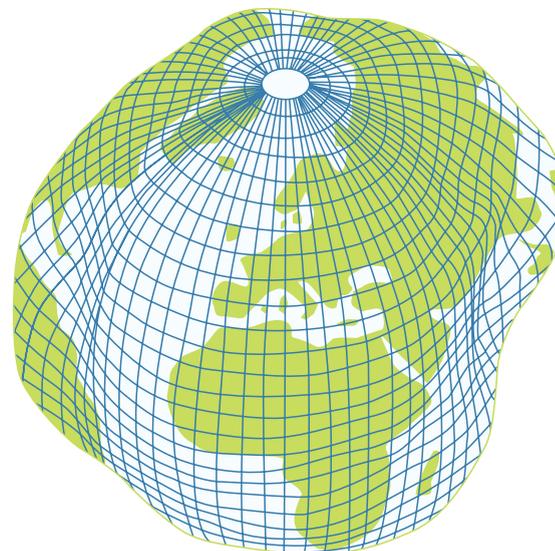




### Ist die Erde rund?

Rund schon, dennoch trägt der äußere Schein. Auf den ersten Blick betrachtet hat sie die Form einer Kugel, deren Radius ungefähr 6370 km beträgt. In Wirklichkeit sieht die Erde jedoch anders aus. Ihre unregelmäßige Form wird als „Geoid“ bezeichnet. Eine stark übertriebene Darstellung dieses Geoids zeigt die nebenstehende Grafik. Das Geoid ist die Grundlage für die Höhenmessungen, die sich auf topographischen Karten u.a. in Form von Höhenlinien und Höhenpunkten widerspiegeln.

Den geodätischen Koordinaten, z.B. den Gauß-Krüger- oder UTM-Koordinaten, liegen so genannte Rotationsellipsoide zu Grunde, die an die Form des Geoids bestmöglich angepasst sind. Für die Gauß-Krüger-Koordinaten in Deutschland wurde das Bessel-Ellipsoid mit dem Zentralpunkt in Rauenberg „Potsdam Datum“ verwendet. Da derartige regionale Ellipsoide nicht für alle Länder auf der Erde geeignet sind, wurde für das UTM-Koordinatensystem ein weltweit einheitliches Bezugssystem eingeführt, das WGS84. Das entsprechende Ellipsoid heißt GRS80 (Geodetic Reference System 1980). Dessen große Halbachse beträgt 6378137 m, die kleine 6356752 m. Die folgende Grafik erläutert die Problematik regionaler Ellipsoide im Bezug auf die weltweite Verwendung. Um die ganze Welt annähernd genau abzubilden, benötigt man ein weltweites Ellipsoid wie das GRS80. Die Annäherung der Ellipsoide an das Geoid ist hier stark übertrieben dargestellt. Das WGS84 hat auch einen europäischen Teil, der als ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) bezeichnet wird. Für Navigation und Positionierung nach der Karte ist WGS84 fast identisch mit ETRS89. Die Differenz beträgt zwischen 1 und 2 m.



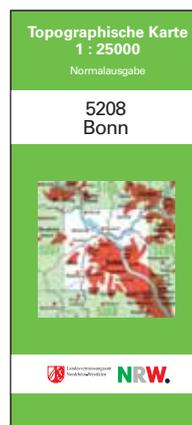
Regionale und weltweite Ellipsoide

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

Der folgende Abschnitt soll Ihnen, dem Kartenbenutzer, einen Einblick in einige Bereiche der Kartenkunde vermitteln und mit Tipps und Informationen dazu verhelfen, die richtige Karte zu kaufen und diese auch optimal zu nutzen. Topographische Karten erhalten Sie außer im Buchhandel direkt beim Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen. Dort werden auch kostenlos Kartenverzeichnisse abgegeben.

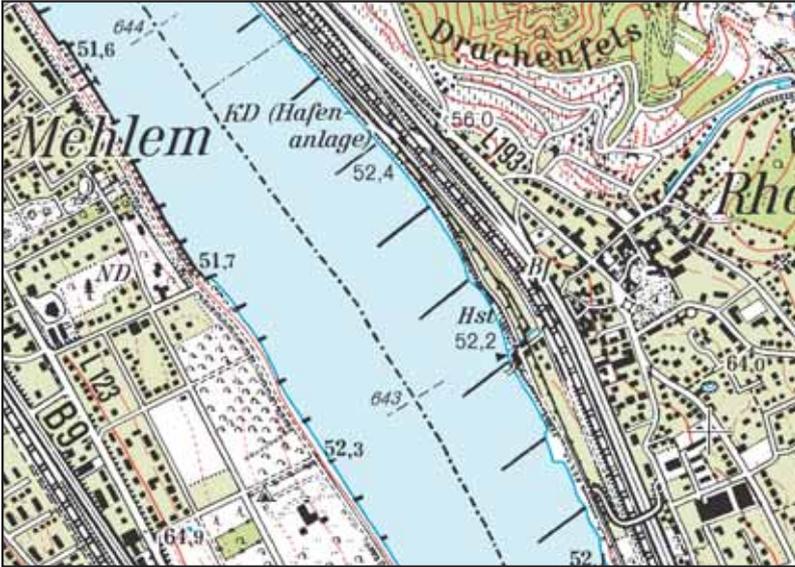
#### Topographische Karten

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. Sie wird außerdem als direkte oder indirekte Grundlage für zahlreiche Karten mit einer zusätzlichen Zweckbestimmung, den thematischen Karten, benutzt.

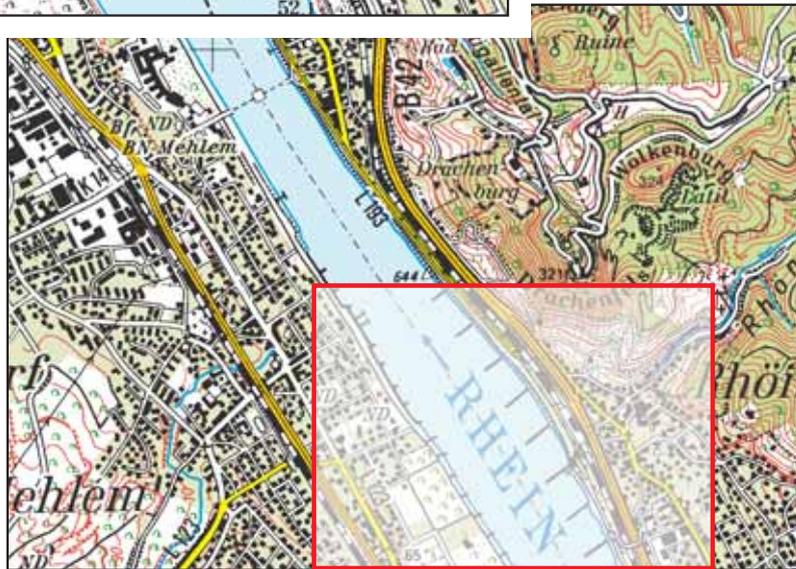




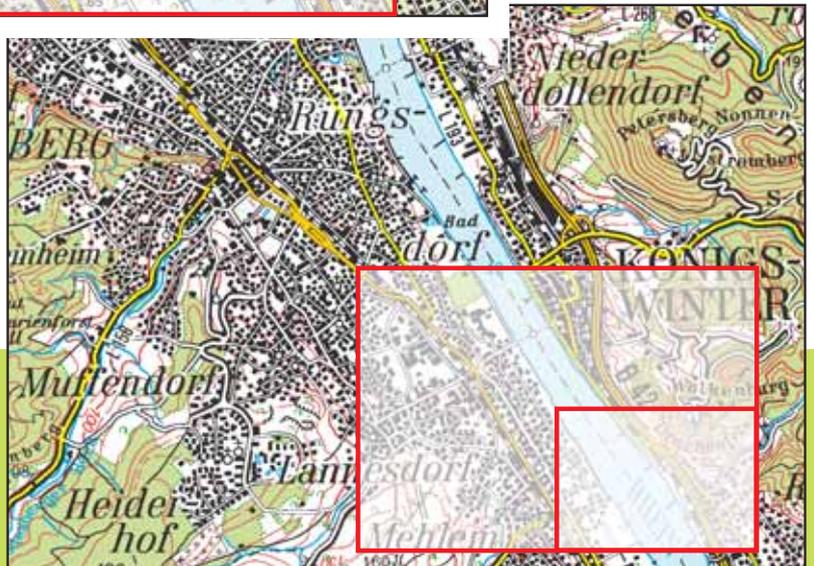
Die Vollständigkeit der Karte ist vom Maßstab, dem Verkleinerungsverhältnis, abhängig. Mit kleiner werdendem Maßstab nimmt die verfügbare Kartenfläche ab, wodurch die Darstellung von Einzelheiten begrenzt wird. Bei der Kartenherstellung wird daher nach Bedeutung ausgewertet, zusammengefasst, vereinfacht und ausgewählt. Diesen Vorgang bezeichnet man als kartographische Generalisierung. Die Ausschnittmarkierungen der TK25 und der TK50 im jeweils kleineren Folgemaßstab verdeutlichen, wie sehr sich die verringerte Kartenfläche auf den Generalisierungsgrad auswirkt.



1:25 000 (TK25)



1:50 000 (TK50)



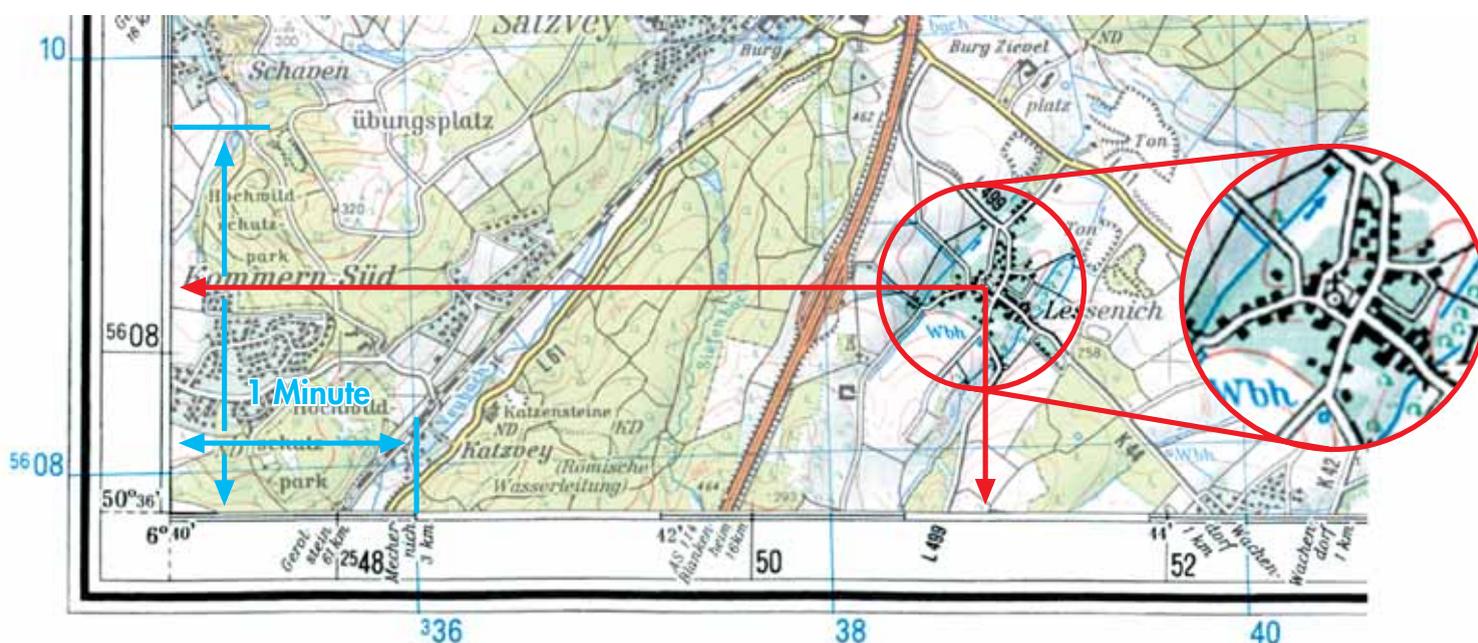
1:100 000 (TK100)



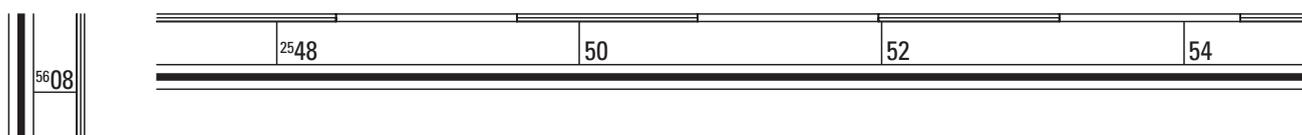
### Was bedeuten die Zahlen am Kartenrand?

Am Rand einer topographischen Karte (TK) finden Sie eine Reihe von Zahlenangaben (Koordinaten). Diese dienen dazu, Positionen in der Karte zu bestimmen. Dabei unterscheiden Sie Winkelangaben aus dem Netz der geographischen Längen- und Breitenkreise von den Kilometerangaben im rechtwinklig verlaufenden geodätischen Kilomergitter (s. Seite 4).

- **Gradnetz** (Winkelangaben der geographischen Länge und Breite, bezogen auf die Kugelform der Erde)  
Im folgenden Beispiel aus der TK50 (1:50.000), Blatt L5306, erkennen Sie das Gradnetz anhand der geographischen Koordinaten, z.B. 50°36' – gesprochen "50 Grad 36 Minuten". Die Minuten sind darüber hinaus im Rahmen grafisch gekennzeichnet. So lauten die Geographischen Koordinaten der Kirche in Lessenich: **6°43,3' östl. Länge, 50°36,5' nördl. Breite**



- **Gitternetz der Landesvermessung** (Streckenangaben in geodätischen Gittern, bezogen auf die ebene Abbildung in einer Karte)  
Im Kartenrand des Blattes L5306 finden Sie neben dem geographischen Gradnetz das so genannte Gauß-Krüger-Gitter, das metrische Angaben wie Kilometer oder Meter enthält. Die Gauß-Krüger-Koordinaten der Kirche (Rechtswert = R, Hochwert = H):  
**R = 2551 105 m, H = 5608 337 m**



In die neuen TK50 (zivil-militärische Ausgabe) wird das UTM-Gitter (Universale Transversale Mercator-Projektion) mit seinen Koordinaten in der Farbe blau eingedruckt. Die UTM- Koordinaten der Kirche (Ostwert = E, Nordwert = N): **E= 338 776 m, N = 5608 766 m**



## Aktualitätsstand

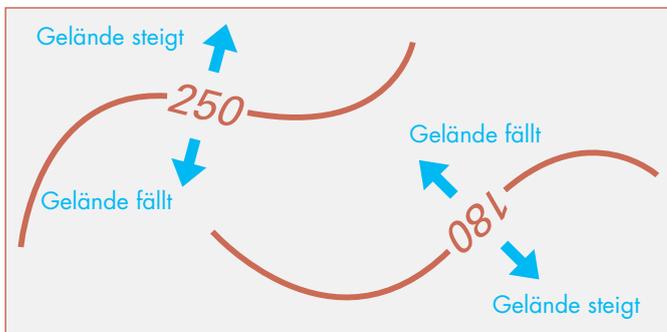
In der Regel werden topographische Karten alle 5 Jahre auf den neuesten Stand gebracht. Die genauen Daten zur Aktualität findet man im unteren Teil der Titelfrückseite.

### Beispiel:

- **Auflage 2000**  
Die Karte wurde 2000 herausgegeben.
- **Umfassende Aktualisierung 1998**  
Fortführung des gesamten Karteninhalts anhand von Luftbildern, Plänen und Ortsvergleich im Jahr 1998
- **Einzelne Ergänzungen**  
Aktualisierung nur einzelner Sachverhalte (z.B. Aufnahme einer neuen Umgehungsstraße oder Ortsnamenänderung)

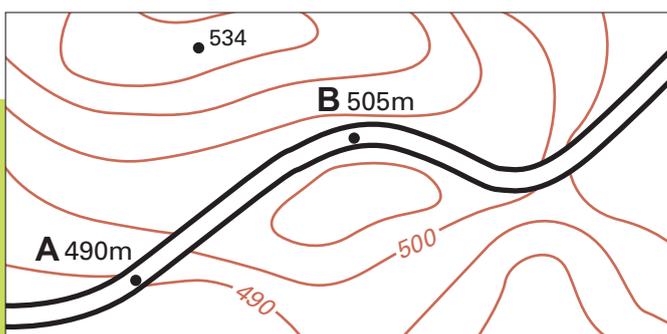
## Höhenliniensystem

Höhenlinien, auch Isohypsen oder früher Höhengichtlinien 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 Höhenlinien wiedergegeben werden.



## Berechnung der Geländeneigung

Auf den topographischen Karten sind Höhenlinien, Höhenpunkte, Trigonometrische Punkte, wichtige Straßenkreuzungen und Wasserspiegel mit Höhenzahlen versehen, die die absolute Höhe über NN (Normal Null) 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  
Punkt B=505 m

1. Messen der Strecke zwischen Punkt A und Punkt B = 380 m
2. Feststellen des Höhenunterschiedes = 15 m

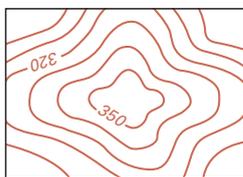
$$\text{Neigungsverhältnis} = \frac{15 \times 100}{380} = \text{ca. } 4\% \hat{=} 1 : 25$$



## Geländeformen

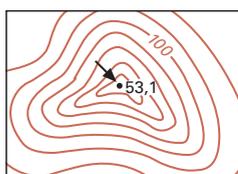
Die Neigung des Geländes und die Geländeformen sind an der Dichte und Form der Höhenlinien erkennbar. Je enger die Höhenlinien beieinander liegen, umso steiler ist das Gelände, je weiter sie auseinander liegen, desto flacher ist es. Die Bezifferung der Höhenlinien gibt die Meterzahl über NN an (NN = Normal Null, ursprünglich bezogen auf den Amsterdamer Meerespiegel).

Wichtige Formen im Höhenlinienbild sind:



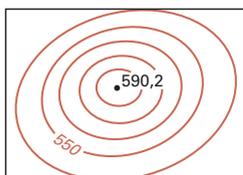
### Kuppe

Ist eine Erhebung, von der das Gelände nach allen Seiten abfällt. Je nach Höhe wird die Kuppe von einer oder mehreren geschlossenen Höhenlinien dargestellt.



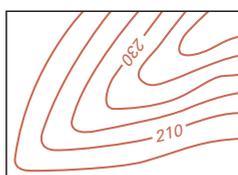
### Kessel

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



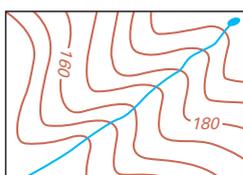
### Kegel

Beim Kegel verlaufen die Höhenlinien kreisförmig, ansonsten hat er die gleichen Merkmale wie die Kuppe.



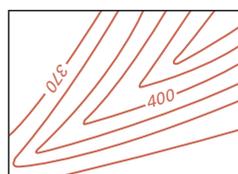
### Rücken

Die von einer Kuppe ausgehenden Ausbiegungen, zum Teil auch mit mehreren Erhebungen, werden Rücken genannt. Die Scheitellinie eines Rückens (Rückenlinie) bildet die Wasserscheide.



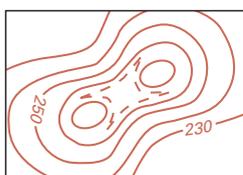
### Tal

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



### Grat

Ist ein Berggrücken sehr schmal und scharf, so wird er als Grat bezeichnet.



### Sattel

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





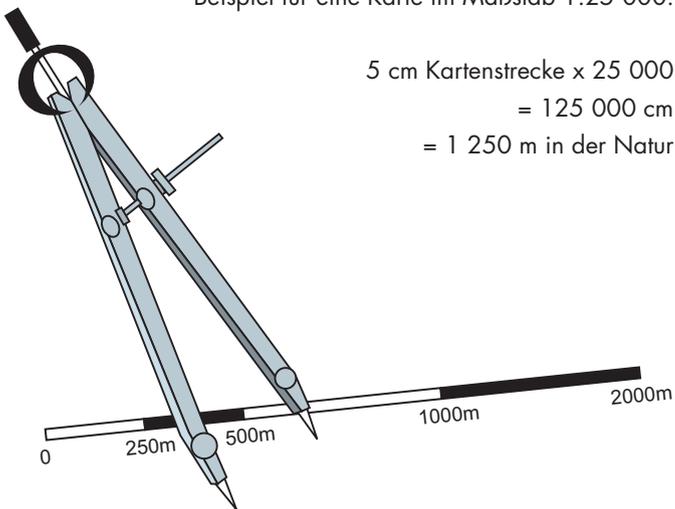
## Messen von Strecken

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

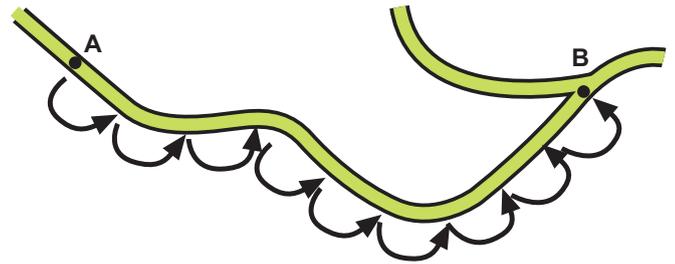
werden entweder mit einem Lineal in der Karte gemessen und mit der Maßstabszahl der Karte multipliziert oder mit Hilfe eines Papierstreifens oder Stechzirkels abgegriffen und dann an der Maßstabsleiste abgemessen.

Beispiel für eine Karte im Maßstab 1:25 000:

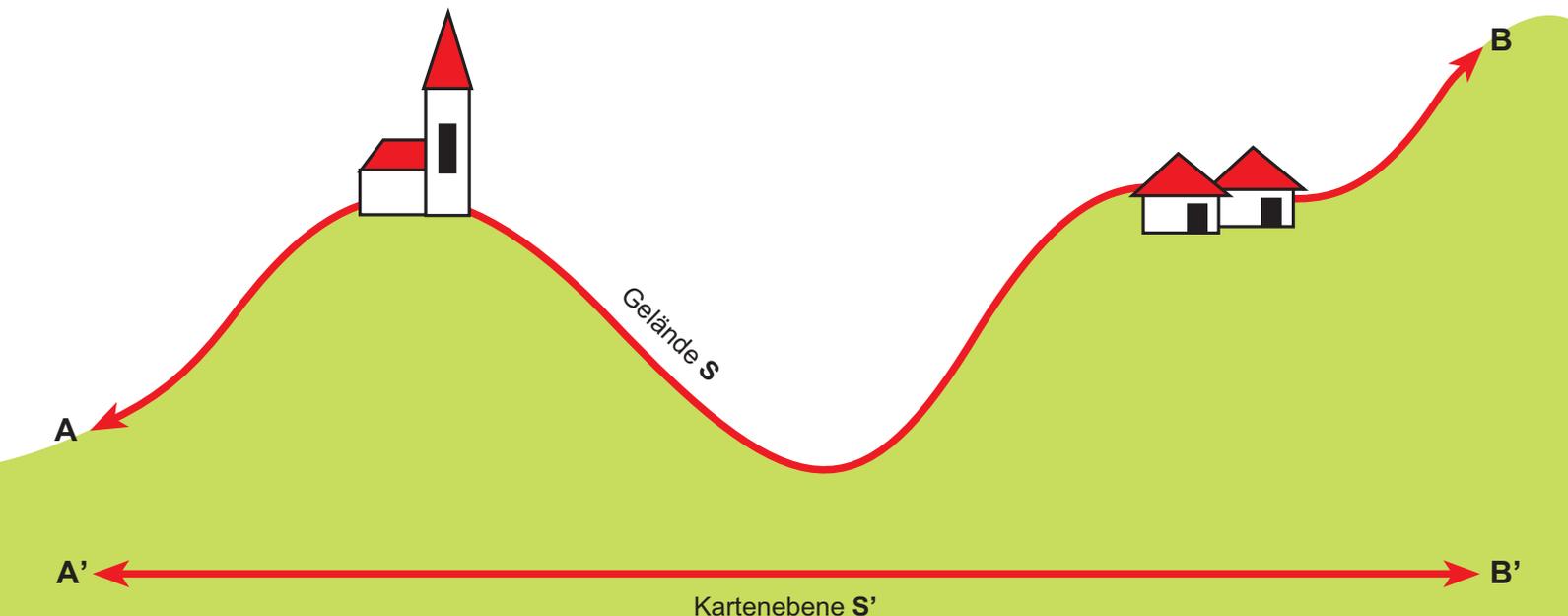


### Gekrümmte Strecken

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 werden und Ungenauigkeiten multipliziert werden.



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





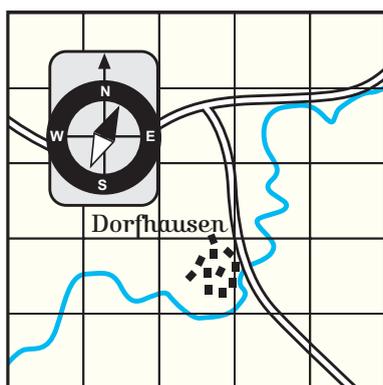
## Standortbestimmung

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 gedreht, bis die Nordrichtungen übereinstimmen, so ist sie „eingenordet“. Ein einfaches und vor allem zuverlässiges Mittel zur Orientierung im Gelände ist nach wie vor der Kompass. Um ihn sinnvoll zu nutzen, greifen Sie auf das Gitternetz der Karte zurück. Ein solches Gitternetz ist in jeder amtlichen topographischen Karte aufgedruckt.

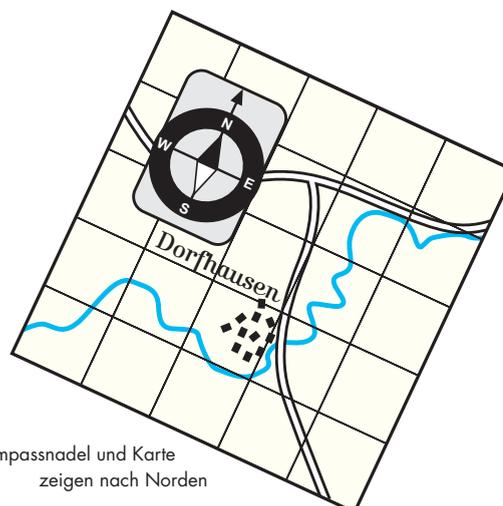
### Einnorden mit dem Kompass

- Das „N“ (Norden) auf der Teilscheibe mit der Ablesemarke (Richtungspfeil) durch Drehen in Übereinstimmung bringen.
- Den Kompass mit der Anlegekante an eine Nord-Süd-Gitterlinie auf der Karte oder rechtwinklig zur Ortsbeschriftung 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 eingennordet. Zum genaueren Einnorden ist die Nadelabweichung zu berücksichtigen, die auf den Blättern der zivil-militärischen Ausgabe der TK 50 angegeben ist.



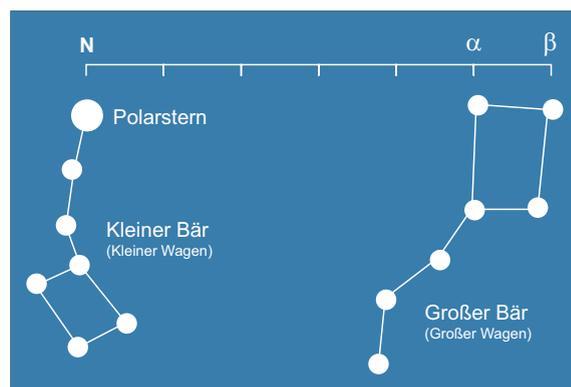
Kompassnadel zeigt nach Norden



Kompassnadel und Karte zeigen nach Norden

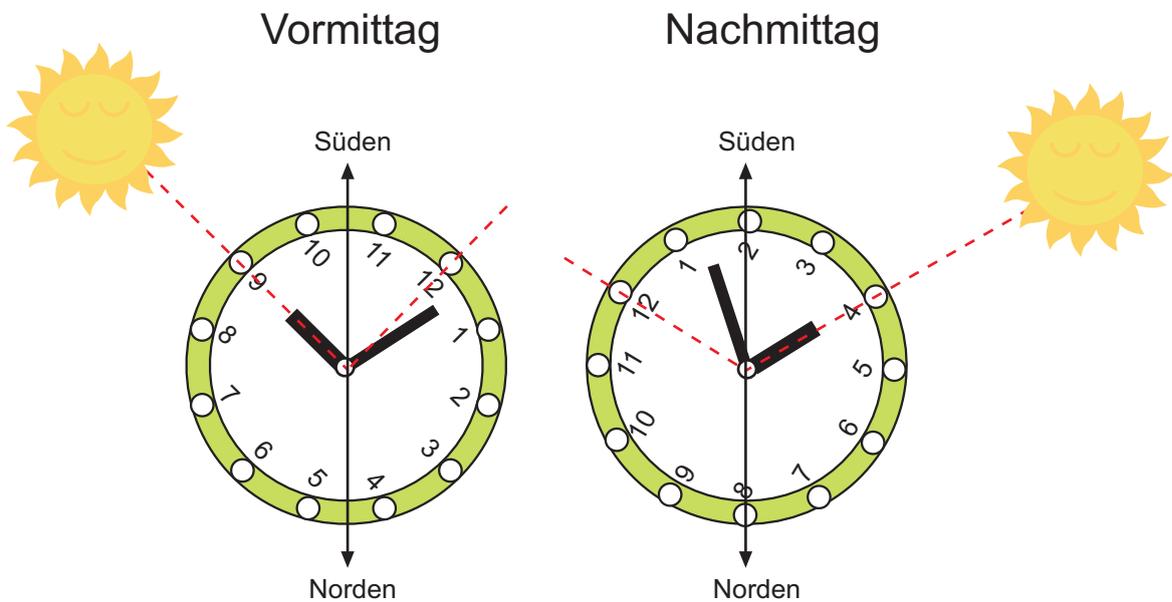
Ist kein Kompass zur Hand, kann man sich eventuell an Merkmalen in der Natur orientieren:

- 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 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 die Figur des relativ leicht erkennbaren Sternbildes „Großer Bär“ aufsucht. Der Polarstern befindet sich in der fünffachen Verlängerung der Hinterachse des „Großen 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.

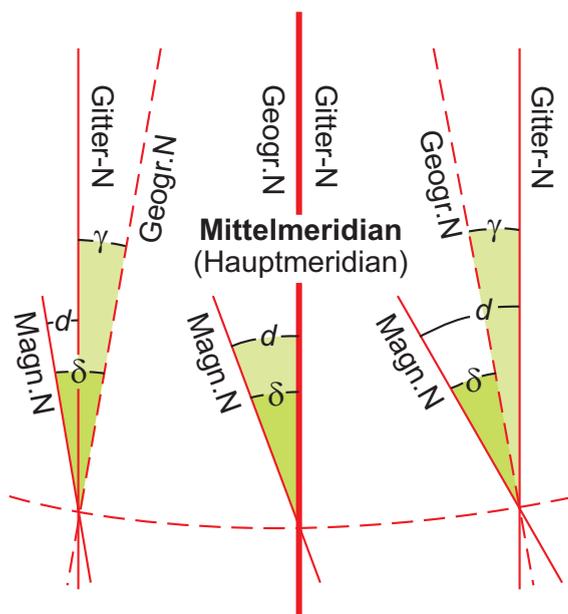
### Einnorden nach Geländepunkten

- 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 bekanntlich 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 Missweisung bei der Navigation berücksichtigt werden.



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. Genauere Angaben zur Nadelabweichung findet man im Kartenrand der Blätter der zivil-militärischen Ausgabe der TK50.

- Der Winkel  $\delta$  zwischen Geographisch-Nord und Magnetisch-Nord wird als Deklination oder Missweisung bezeichnet.
- Der Winkel  $\gamma$  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

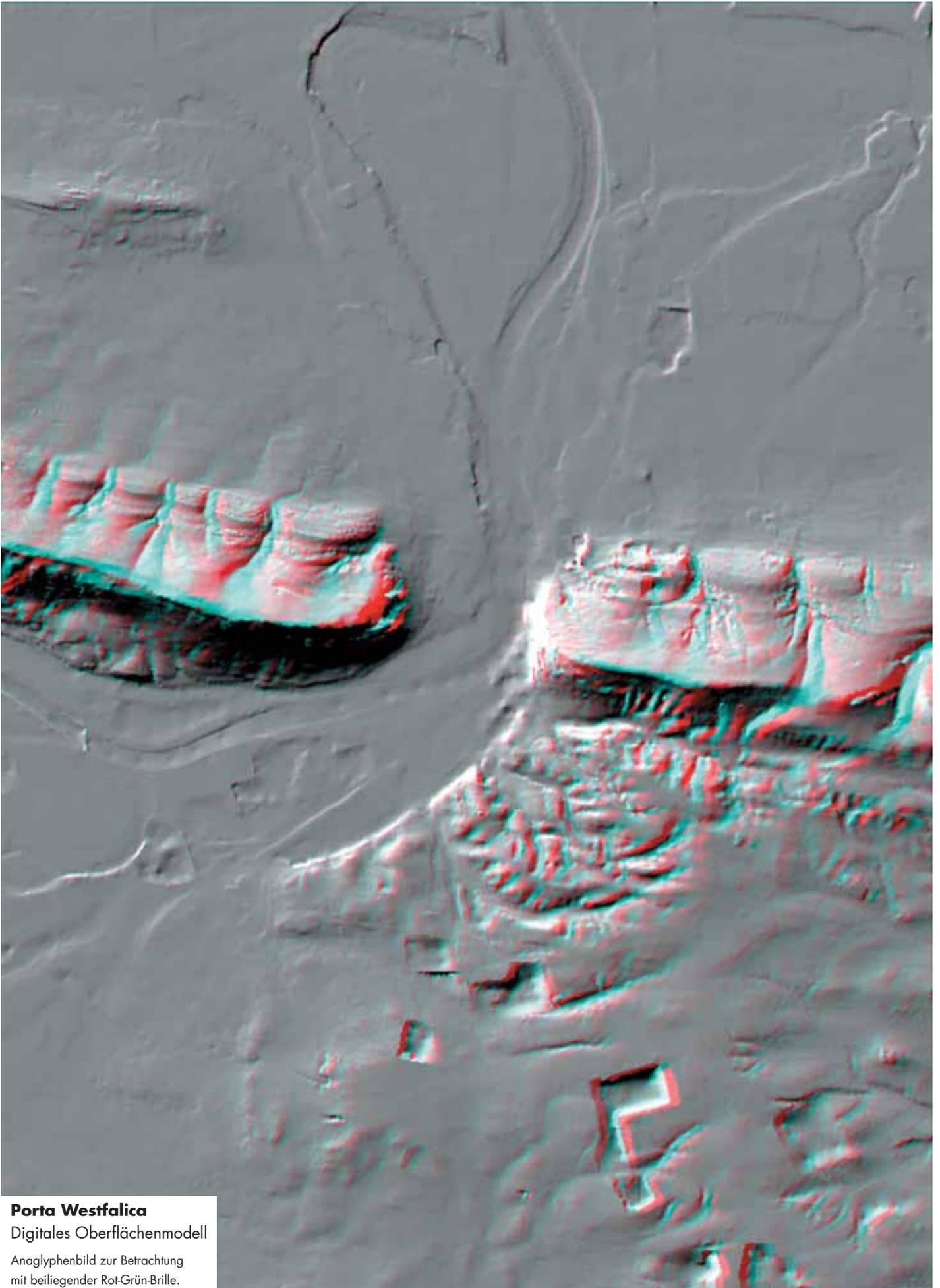
Luftbilder sind hochauflösende photographische Senkrechtaufnahmen der Erdoberfläche. Sie werden mit großformatigen, hochpräzisen Reihenmessbild-Kameras aus speziellen Bildflugzeugen aufgenommen. Als photographisches Abbild der Landschaft enthalten sie eine Fülle von Informationen und sind daher vielfältig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

Orthophotos sind hochauflösende, verzerrungsfreie, maßstabgetreue Abbildungen der Erdoberfläche. Sie werden durch photogrammetrische Verfahren in Kenntnis der Orientierungsparameter und unter Hinzunahme eines digitalen Geländemodells aus 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 Verschneidungen 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

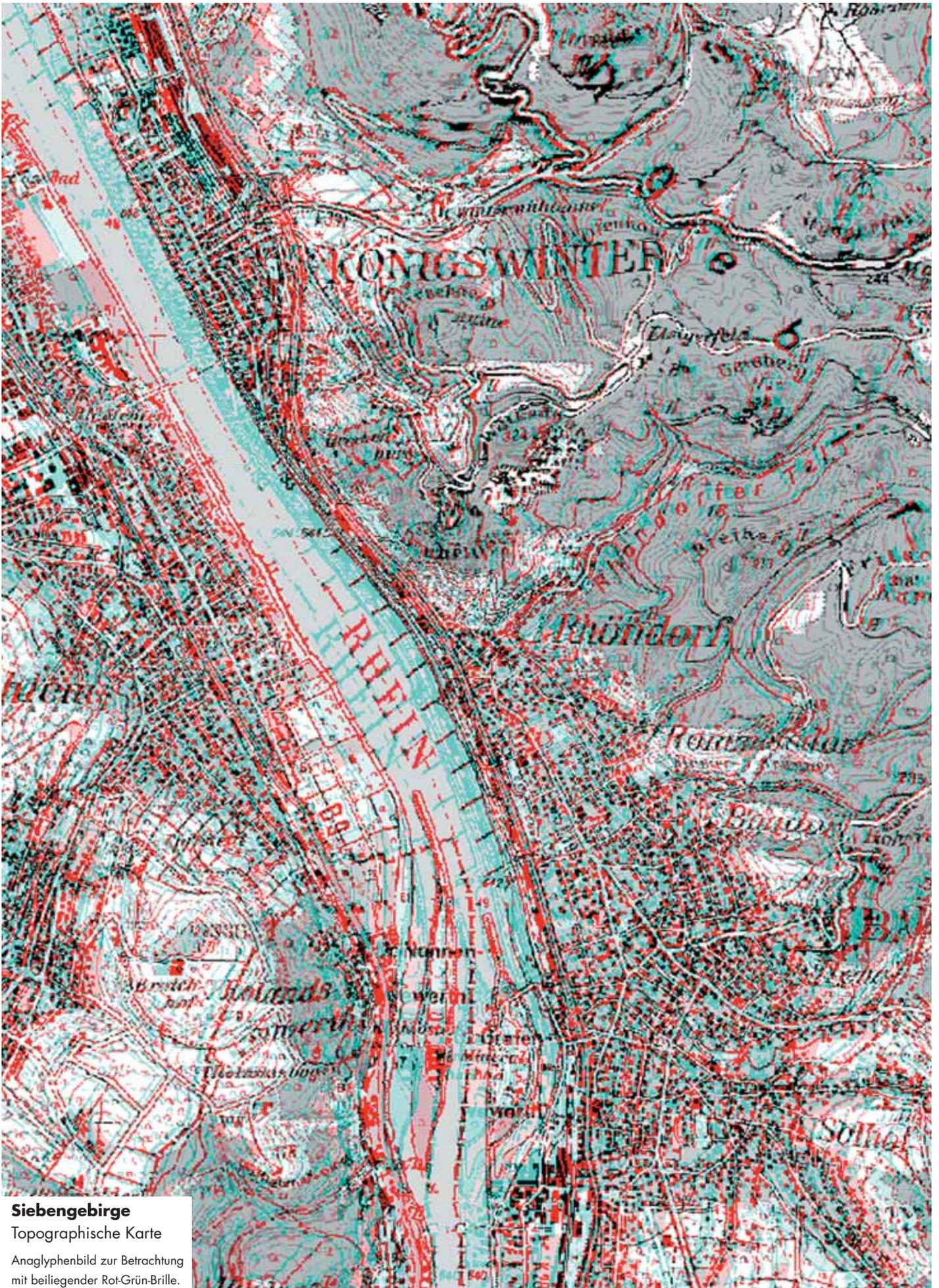
Anaglyphenbild zur Betrachtung  
mit beiliegender Rot-Grün-Brille.



**Köln**

Luftbild

Anaglyphenbild zur Betrachtung  
mit beiliegender Rot-Grün-Brille.



**Siebengebirge**

Topographische Karte

Anaglyphenbild zur Betrachtung mit beiliegender Rot-Grün-Brille.

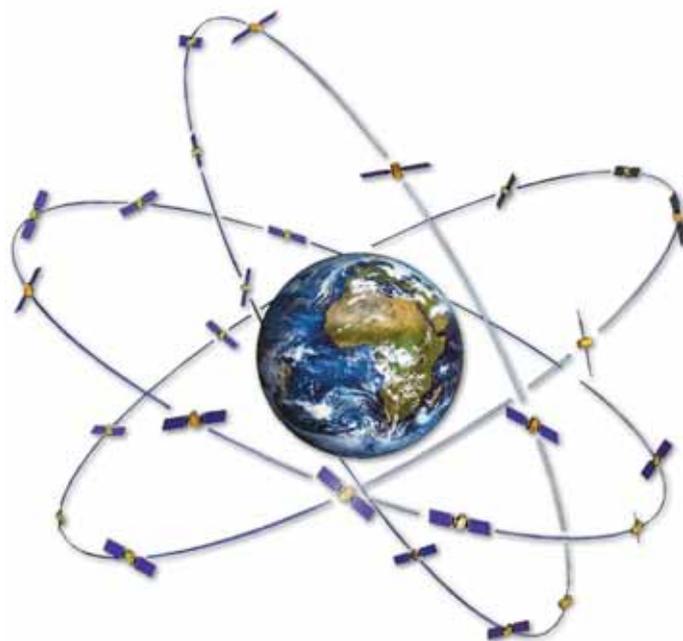


## Wie funktioniert GPS?

GPS steht für „Global Positioning System“ (= weltweite Standortbestimmung). Die Funktionsweise ist folgende: Navigationsatelliten in Erdumlaufbahnen senden ihre Bahndaten und die genaue Uhrzeit. Aus den Laufzeiten der Signale von mehreren Satelliten, die gleichzeitig ausgesandt 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 und Signalstärke der empfangenden Satelliten ist, ca. 15 m. Im Wald kann die Genauigkeit abnehmen. Generell ist die Bestimmung der Lage immer noch genauer als die der Höhe. Neue Geräte berücksichtigen bereits Differenzen zwischen Ellipsoid und Geoid.

Beim amerikanischen NAVSTAR GPS umlaufen 24 Satelliten die Erde in ca. 20 000 km Höhe. Dabei befinden sich von jedem Punkt der Erde aus gesehen mindestens vier Satelliten über dem Horizont. Zu diesen vier Satelliten wird die Entfernung gemessen, so dass eine 3-dimensionale Positionsbestimmung erfolgen kann.

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 Grad- oder Gitternetz, 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 Publikationen: „Topographische Karten: Kennen lernen, verstehn, nutzen“ herausgegeben vom hessischen Landesvermessungsamt und „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.



Rot-Grün-Brille zur Betrachtung der Anaglyphenbilder. Sollte die Brille fehlen, wenden Sie sich bitte an den Kundenservice.

# Karten für jede Gelegenheit



Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen  
 Muffendorfer Straße 19-21, 53177 Bonn  
<http://www.lverma.nrw.de>

## Kundenservice

Fon: (02 28) 8 46 - 46 46  
 Fax: (02 28) 8 46 - 46 48  
 E-Mail: [shop@lverma.nrw.de](mailto:shop@lverma.nrw.de)

## Ansprechpartner: Manfred Oster

Fon: (02 28) 8 46 - 33 00  
 Fax: (02 28) 8 46 - 30 02  
 E-Mail: [oster@lverma.nrw.de](mailto:oster@lverma.nrw.de)

Stand: 10/2005