

Die Basis für die geologische Geländearbeit ist die topographische Karte (TK). Alle Beobachtungen im Gelände werden auf die Karte bezogen dokumentiert. Deshalb ist es unbedingt notwendig, dass Studierende der Geowissenschaften sicher mit topographischen Karten umzugehen verstehen. Da in diesem Buch der praktische Aspekt im Vordergrund steht, wird hier auf die Grundlagen der Kartographie nur so weit eingegangen, wie es für die Geländearbeit notwendig ist. Eine topographische Karte ist eine verkleinerte Projektion der Geländeeigenschaften auf eine Ebene. Durch die Verkleinerung ist es unumgänglich, einige Eigenschaften aus der Vielfalt der in der Natur vorhandenen Objekte für die Darstellung in der Karte auszuwählen. Die topographische Karte ist also ein vereinfachtes Geländemodell.

Des Weiteren ist die Darstellung vieler Details mehr oder weniger abstrahiert, um die Karte übersichtlich zu gestalten. Dies erfordert eine Dokumentation der Darstellung in Form einer Legende, die jeder guten Karte beigelegt ist. Dabei muss beachtet werden, dass feine Details oft übertrieben groß dargestellt werden, damit sie gut erkennbar sind. So wird zum Beispiel auf einer TK25 eine 7,5 m breite Straße als eine 0,7 mm breite Linie dargestellt, was in der Natur einer Straßenbreite von 17,5 m entspräche. Es macht also keinen Sinn, Kompasspeilungen auf der Karte auf den rechten oder linken Straßenrand zu beziehen. Bei klei-

nen Straßen und Wegen bezieht man diese immer auf die Mittellinie des Straßenbildes auf der Karte.

Grundlage des amtlichen deutschen Kartensystems ist die TK25 im Maßstab 1:25.000, die von den Landesvermessungsämtern herausgegeben wird. Der Kartenmaßstab gibt das Verhältnis einer Strecke auf der Karte im Vergleich zu derselben Strecke in der Natur an. Der Maßstab $M = 1:25.000$ bedeutet: 1 cm auf der Karte entspricht 25.000 cm = 250 m in der Natur:

$$M = \frac{\text{Kartenmaß}}{\text{Naturmaß}}.$$

Je größer der Maßstab einer Karte ist, desto kleiner ist das auf ihr abgebildete Gebiet, und desto mehr Details sind in der Karte verzeichnet. Gebräuchlich sind neben der TK25 auch die Maßstäbe 1:50.000 (TK50) und 1:100.000 (TK100).

Karte	1 km im Gelände entspricht auf der Karte
TK25	4 cm
TK50	2 cm
TK100	1 cm

Man spricht deshalb auch von 1-cm-Karten, 2-cm-Karten etc., anstatt den Maßstab anzugeben.

Bei der Ermittlung von Flächen aus einer Karte ist die Maßstabsformel zu quadrieren:

$$M^2 = \frac{(\text{Kartenmaß})^2}{(\text{Naturmaß})^2} = \frac{\text{Kartenfläche}}{\text{Naturfläche}}.$$

Die topographischen Karten sind nach einem System vierstelliger Zahlen nummeriert. Die zwei letzten Ziffern steigen von West nach Ost und die zwei ersten Ziffern von Nord nach Süd an. Die TK25 trägt nur die vierstellige Zahl, die TK50 hat ein L davorgestellt und die TK100 ein C. Eine Übersicht über die Lage der Blätter der angrenzenden Region findet sich auf der Kartenrückseite. Die Anschlussblätter der topographischen Karten überlappen nicht.

1.1 Koordinaten

Die Lage eines Punktes auf einer Fläche kann durch die Angabe von zwei Zahlen, den Koordinaten, eindeutig festgelegt werden. Dabei ist zu beachten, dass auf einer topographischen Karte unterschiedliche Koordinatensysteme zur Anwendung kommen. Grundsätzlich können entweder die *geographischen Koordinaten des Erdellipsoids* oder ein *ebenes rechtwinkliges Koordinatennetz* aufgedruckt sein (Abb. 1.1).

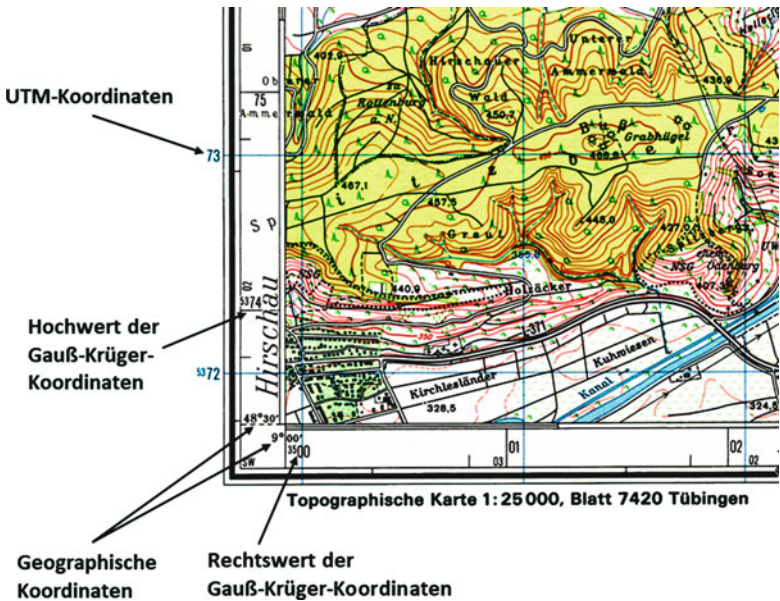


Abb. 1.1 Ausschnitt aus der topographischen Karte Baden-Württemberg 1:25.000, Blatt 7420 „Tübingen“: *linke untere Kartenecke* (SW-Ecke) mit dem entsprechenden Ausschnitt des Kartenrahmens. Das *blau* gedruckte Gitternetz sind die UTM-Koordinaten, während die Gauß-Krüger-Koordinaten und die geographischen Koordinaten nur im Kartenrahmen angerissen sind. (Grundlage: Topographische Karte 1:25.000 – © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (www.lgl-bw.de), 09.2017, Az.: 2851.2-D/812)

1.1.1 Geographische Koordinaten

Geographische Koordinaten sind *Kugelkoordinaten* und damit Winkelangaben. Die Werte werden in Grad ($^{\circ}$), Minuten ($'$) und Sekunden ($''$) oder in Grad mit mehreren Dezimalstellen angegeben. 1° wird in 60 min unterteilt ($1^{\circ} = 60'$), und 1 min umfasst wiederum 60 s ($1' = 60''$). Die *geographische Breite* φ bezeichnet den Winkel zwischen der Äquatorebene und der Flächennormalen im Bezugspunkt. Sie wird vom Äquator ($= 0^{\circ}$) bis zum Nordpol (90° N) bzw. bis zum Südpol (90° S) gezählt. Die Breitenkreise sind keine Großkreise, und sie sind äquidistant ($1' = 1,852 \text{ km} = 1 \text{ Seemeile}$).

Die *geographische Länge* λ ist der Winkel zwischen einem Nullmeridian und der im Bezugspunkt errichteten Meridianebene. Sie wird vereinbarungsgemäß von dem Nullmeridian, d. h. dem Großkreis, der durch den Nordpol, den Südpol und die Sternwarte von Greenwich läuft, nach Osten und nach Westen jeweils bis 180° gezählt (180° Ost = 180° West). Längengrade sind Großkreise, d. h., ihre Distanz entspricht *nur am Äquator* für $1'$ Längendifferenz *einer Seemeile* ($1,852 \text{ km}$). In höheren Breiten nimmt ihre Distanz gemäß der Gleichung

$$1' = 1,852 \text{ km} \cdot \cos \varphi$$

ab (Meridiankonvergenz). Am Unterrand der von Blatt 7420 „Tübingen“ liest man die geographische Breite $48^{\circ} 30' \text{ N}$ ab und erhält eine Meridiandistanz von

$$1852 \text{ m} \cdot \frac{\cos(48,5^{\circ})}{25.000} = 0,049 \text{ m} = 4,9 \text{ cm}$$

pro Minute, entsprechend 1227 m in der Natur. Die geographischen Koordinaten sind im Kartenrahmen der TK25 innen abgetragen, aber nicht als Koordinatengitter im Kartenbild enthalten. Aufgrund der Meridiankonvergenz sind der rechte und linke Kartenrand nicht genau parallel. Die topographische Karte ist am oberen Rand etwas schmaler als am unteren Rand. Für das Kartenbild des Blattes 7420 „Tübingen“ der TK25 macht der Unterschied etwa 2 mm aus. Geographische Koordinaten sind kein kartesisches Koordinatensystem. Deshalb sind Entfernungsberechnungen auf der Basis rechtwinkliger Dreiecke (Satz des Pythagoras) mit geographischen Koordinaten nicht zulässig.

1.1.2 Projektionen

Gauß-Krüger-Koordinaten und UTM-Koordinaten sind die Gitternetze einer winkeltreuen Projektion der Erdkugel auf die Ebene. Beide Koordinatensysteme sind somit *kartesisches Koordinatensysteme*. Die Erdoberfläche wird dabei in mehrere Zonen unterteilt, vergleichbar einer Orange, deren Schale man in Segmente zerschneidet, um sie zu schälen. Während auf den aktuellen topographischen Karten das UTM-Gitter als blaues Gitternetz aufgedruckt ist, um GPS-Koordinaten schnell aufzufinden, ist auf vielen geologischen Karten noch das Gauß-Krüger-Gitter eingezeichnet (Abb. 1.1), und in der älteren Literatur finden sich auch nur die Gauß-Krüger-Koordinaten bei Aufschlussbeschreibungen. Es ist deshalb wichtig, sich mit beiden Koordinatensystemen auseinanderzusetzen.

1.1.2.1 Gauß-Krüger-Koordinaten

Im Falle der Gauß-Krüger-Koordinaten sind die einzelnen Zonen 3° breit. Die Hauptmeridiane liegen also bei 3° , 6° , 9° etc. Länge.

Jeder Hauptmeridian trägt eine Kennziffer, z. B.:

- Hauptmeridian 3° : Kennziffer 1
- Hauptmeridian 6° : Kennziffer 2
- Hauptmeridian 9° : Kennziffer 3

Die Entfernung des Punktes vom Hauptmeridian in Meter (Vorzeichen: östlich +, westlich -) + 500.000 m ergeben zusammen mit der vorangestellten Kennziffer den *Rechtswert*.

Beispiel 3.502.123: Kennziffer 3 = Hauptmeridian 9° , Entfernung zwischen Hauptmeridian und Standort in West-Ost-Richtung: $502.123 - 500.000 = 2123$ m.

Der *Hochwert* gibt den Abstand zum Äquator in Kilometer an.

Beispiel 5.383.425: Die Entfernung zum Äquator beträgt 5.383.425 m oder 5383,425 km.

1.1.2.2 UTM-Koordinaten

Die Zonen sind 6° breit. Die Hauptmeridiane liegen bei 3°, 9°, 15° etc. Länge. Sie erhalten von West nach Ost, beginnend von 177° West, eine fortlaufende Nummer:

$$\text{Mittelmeridian} = (\text{Zonennummer} \cdot 6) - 183$$

Zusätzlich werden jeweils 8° breite Breitenzonen mit Buchstaben von A bis Z (ohne O und I) vom Südpol bis zum Nordpol benannt. Die 6° breiten Zonenstreifen und 8° breiten Bänder ergeben Zonenfelder. Deutschland liegt überwiegend in den Zonenfeldern 32 und 33 U. Die Zonenfelder werden weiter in Teilfelder unterteilt (Abb. 1.2 und 1.3.).

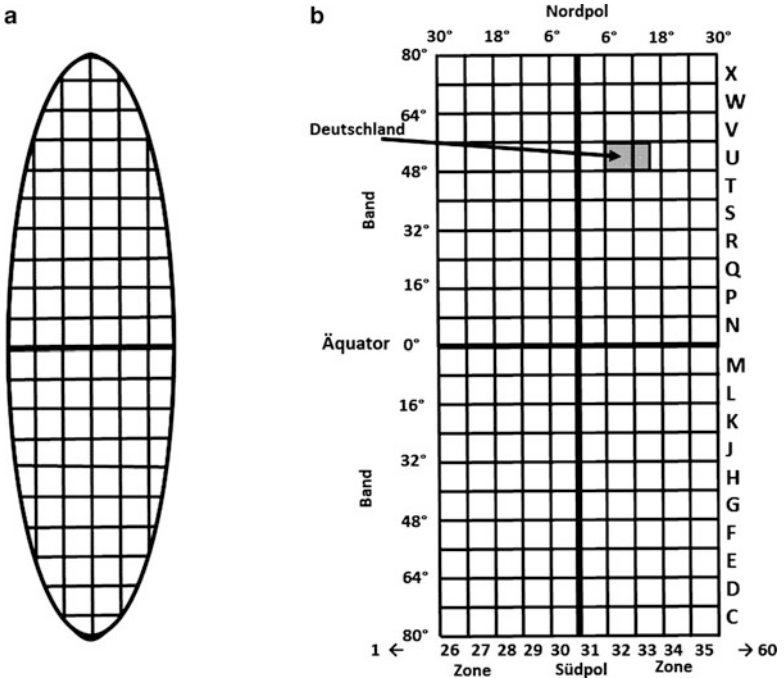


Abb. 1.2 a UTM-Meridianstreifen. b UTM-Gitterbezeichnungen; der Gitterbereich für Deutschland ist hervorgehoben

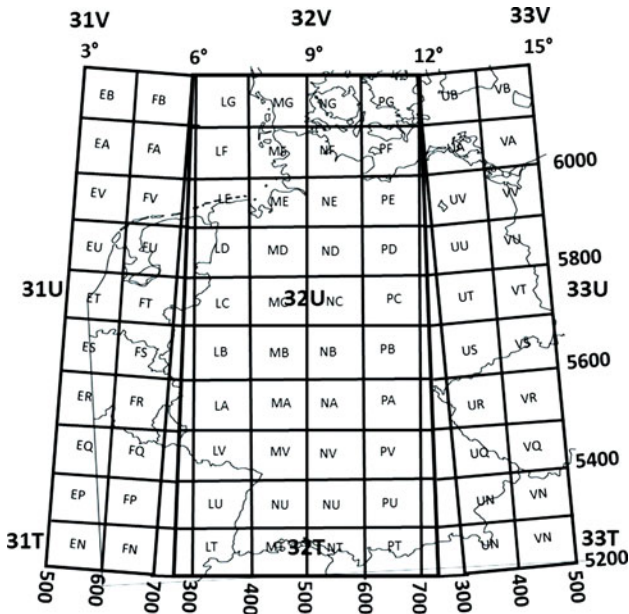


Abb. 1.3 UTM-Gitter mit den 100-km-Quadraten im Bereich von Deutschland sowie deren Benennungen

Der *Ostwert* gibt wieder den Abstand vom Mittelmeridian in Meter an (östlich +, westlich -) + 500.000 m.

Beispiel 504040: Die Entfernung vom Hauptmeridian beträgt $504.040 - 500.000 = 4040$ m.

Der *Nordwert* gibt den Abstand vom Äquator in Meter an. Zur Vermeidung negativer Werte werden bei den Werten südlich des Äquators 10.000.000 m hinzugezählt.

Beispiel 5.374.510: Die Entfernung zum Äquator beträgt 5.374.510 m oder 5374,51 km.

Zu beachten ist, dass aufgrund unterschiedlicher zugrunde liegender Ellipsoide sind Gauß-Krüger-Koordinaten und UTM-Koordinaten *nicht*

kompatibel (Abb. 1.1) sind. Sie müssen daher mit einer Transformationsvorschrift oder einem Softwareprogramm ineinander umgerechnet werden.

1.2 Planzeiger

Die Koordinaten eines Geländepunktes können bequem mit einem Planzeiger aus der Karte entnommen werden. Üblicherweise sind Planzeiger erhältlich, die zwei senkrecht aufeinander stehende Maßskalen mit 50-m-Teilung (Maßstab 1:25.000) oder mit 100-m-Teilung (Maßstab 1:50.000) besitzen. Sie eignen sich zur Bestimmung von Gauß-Krüger-Koordinaten und UTM-Koordinaten auf topographischen Karten des genannten Maßstabs. Planzeiger für Gauß-Krüger- und UTM-Koordinaten sind bei guten Linealkompassen für die Kartenmaßstäbe 1:25.000 und 1:50.000 auf der durchsichtigen Kompassbasisplatte eingraviert. Das ideale Instrument für die Kartenarbeit ist der mit vielen Funktionen ausgestattete Planzeiger des Deutschen Alpenvereins (DAV) (Abb. 1.4).

Man kann sich einen einfachen Planzeiger auch leicht auf dem Computer selbst herstellen und so weit verkleinern bzw. vergrößern, bis der Maßstab mit dem der Karte übereinstimmt. Die Handhabung wird erleichtert, wenn man den Planzeiger dann auf eine Overhead-Folie kopiert. Ein Planzeiger wird zunächst mit der horizontalen Skala an die nächste unter dem Geländepunkt gelegene Gitterlinie gelegt und dann so weit entlang dieser Linie verschoben, bis die vertikale Skala über dem Geländepunkt zu liegen kommt. Dann liest man auf der horizontalen Skala die Entfernung zur nächsten linken Gitterlinie ab, zählt die Entfernung in Metern zu der Koordinatenangabe dieser Gitterlinie hinzu und erhält so den Ostwert. Auf der vertikalen Skala liest man die Entfernung von der unteren Gitterlinie ab, zählt den Wert zu deren Koordinatenangabe am Kartenrand hinzu und erhält den Nordwert.

Beispiel Es sollen die UTM-Koordinaten des Westturms der Burg Hohenzollern bestimmt werden (Abb. 1.5). Der Planzeiger wird mit der horizontalen Skala an die Gitterlinie mit den UTM-Koordinaten 5352 angelegt und so weit verschoben, bis die vertikale Skala über dem Turm verläuft. Der Ostwert ergibt sich aus der Summe der Koordinatenangabe

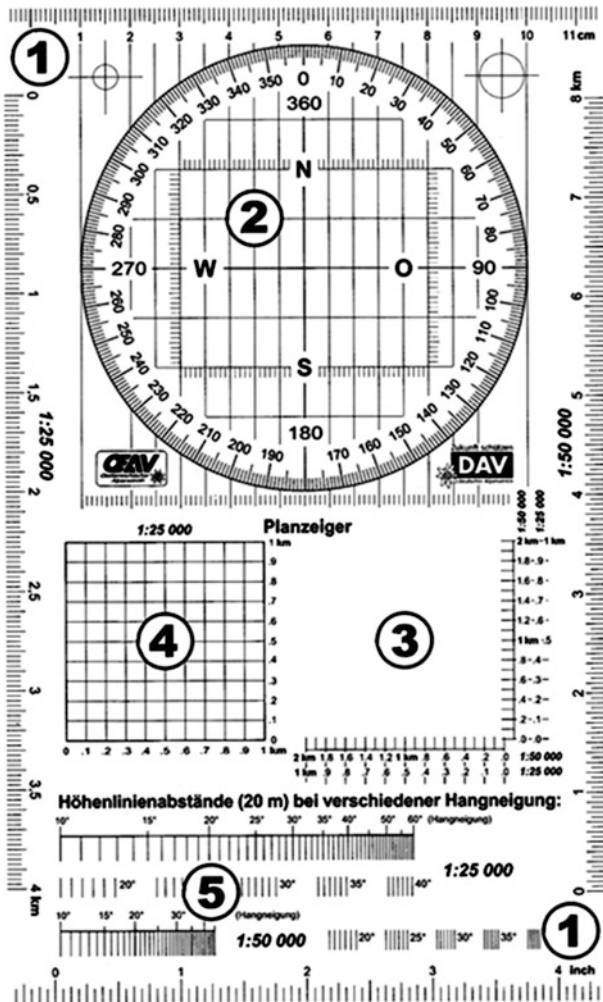
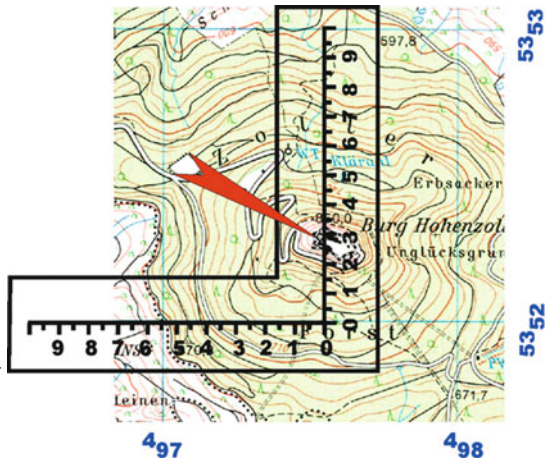


Abb. 1.4 Planzeiger des Deutschen Alpenvereins (DAV). Mit ihm können Distanzen (1), Richtungswinkel (2), Koordinaten (3 und 4) sowie Geländeneigungen (5) direkt aus der Karte ermittelt werden. (© Deutscher Alpenverein, mit freundlicher Genehmigung)

Abb. 1.5 Benutzung des Planzeigers. Das Bild zeigt einen vergrößerten Ausschnitt aus TK25, Blatt 7619 „Hechingen“. Es sollen die UTM-Koordinaten des Eckturms der Burg Hohenzollern (Pfeilspitze) bestimmt werden. (Grundlage: Topographische Karte 1:25.000 – © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (www.lgl-bw.de), 09.2017, Az.: 2851.2-D/812)



der Gitterlinie links vom Geländepunkt (497.000) und der Ablesung der horizontalen Skala 545 m zu 497.545. Den Nordwert erhält man aus der Summe der Koordinaten der unteren Linie 5.352.000 und der Ablesung der vertikalen Skala 290 m zu 5.352.290.

Planzeiger kann man sich auch für das Gitter der geographischen Koordinaten herstellen. Diese teilt man dann vorzugsweise in Grad, Minuten und Sekunden ein.

Steht kein Planzeiger zur Verfügung, so müssen die Entfernungen mit einem Zentimetermaß abgemessen und gemäß dem Kartenmaßstab umgerechnet werden.

1.3 Richtungen und Entfernungen

1.3.1 Nordrichtungen

Es gibt drei verschiedene *Nordrichtungen* (Abb. 1.6):

- *Magnetisch Nord (MN)*: Richtung zum magnetischen Nordpol. Diese liegt neben dem geographischen Nordpol und wandert im Laufe der Zeit. Die Richtung wird von der Kompassnadel angezeigt.

Messen im Gelände

Pfretzschner, H.-U.

2018, XI, 108 S. 66 Abb., 30 Abb. in Farbe., Softcover

ISBN: 978-3-662-46261-4