



**SCHOOL-SCOUT.DE**

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Arbeitsblätter zu kartographischen Themen*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)



## Was ist eine Karte?

### Die Karte als Modell

1988 stellte der deutsche Kartograph Günther Hake eine Kartendefinition auf, die auch heute noch gültig ist. In Kurzform lautet sie:

Die Karte ist ein maßgebundenes und strukturiertes Modell räumlicher Bezüge.

Diese zwar prägnante, aber doch abstrakte Feststellung wird durch das beiliegende Arbeitsblatt erläutert:

Ein Modell ist jede graphische, textliche oder andersartige Beschreibung oder Darstellung („Abbild“) eines realen oder gedanklichen Objektes („Urbild“), die nach bestimmten Regeln vereinfacht wurde.

Im Fall einer Karte ist das Urbild meistens der Erdkörper oder ein Teil davon, das Abbild ist die fertige Karte.

Das „Vereinfachen“ bezeichnet man in der Kartographie als Generalisierung. Dabei werden sowohl bestimmte Themen und Objekte ausgewählt als auch die Form der Objekte geometrisch vereinfacht.

Die Karte ist ein graphisches Modell, d.h. die Darstellung des Urbildes geschieht durch graphische Zeichen, die als Signaturen oder Kartensymbole bezeichnet werden („Symbolisieren“).

Der Prozess der Modellierung ist bei der Karte zusätzlich durch einige spezielle Schritte zur Erhaltung der räumlichen Bezüge gekennzeichnet:

Zuerst wird der Erdkörper maßstäblich verkleinert, um eine sinnvolle Größe für die Darstellung zu erreichen („Maßgebundenheit“).

Dann wird der Erdkörper oder ein Teil davon mit Hilfe einer Kartenprojektion verebnet, um eine Darstellung in einer zweidimensionalen Ebene zu erreichen. Noch zeigt das Modell Höhenunterschiede in der dritten Dimension (diese Darstellung wird als „Relief“ bezeichnet).

Schließlich wird jeder Höhenpunkt auf seine Grundrisslage reduziert („Grundrissdarstellung“). Höhen sind dann nur mehr durch Höhenzahlen, Höhenlinien oder farbige Höhenstufen darstellbar.

## Die „wahre“ Erdgestalt

### Das Geoid

Um auf der Erde Höhenunterschiede messen zu können, muss man eine Ausgangshöhe festlegen (Normalnull). Als solche wurde von den Vermessungswissenschaftlern (Geodäten) die mittlere Höhe des Meeresspiegels definiert.

Wie setzt man aber diese Höhe unter der Landoberfläche fort? Dazu bedient man sich der Schwerkraft, die zum Erdmittelpunkt hin nach dem Fallgesetz zunimmt. Misst man auf einem Punkt der Erdoberfläche die Schwerkraft, kann man ausrechnen, in welcher Tiefe sie dieselbe Größe wie auf der Meeresoberfläche hat. Damit wird das Geoid wie folgt definiert:

Das Geoid ist die Menge aller Punkte, in denen die Schwerkraft gleich groß wie auf der mittleren Höhe des Meeresspiegels ist.

## **Die Erde als Ellipsoid**

Das Geoid kann nicht mathematisch bestimmt werden. Damit ist es schwierig, die Lage von Oberflächenpunkten in Bezug auf einen Nullpunkt festzulegen.

Um mit der Erde „rechnen“ zu können, muss man daher geometrische Körper suchen, die sich möglichst gut an das Geoid anpassen.

Als am besten geeignet hat sich das Ellipsoid erwiesen. Dieses entsteht, wenn man eine Ellipse um die Erdachse rotieren lässt.

Eine Ellipse und damit ein Ellipsoid werden durch die große Halbachse  $a$  und die kleine Halbachse  $b$  festgelegt. Je nach Weltregion schmiegen sich leicht unterschiedliche Ellipsoide möglichst gut an das Geoid an. In Österreich verwendet man das sogenannte Besselsche Ellipsoid.

Die maximale Differenz zwischen der Geoidoberfläche und dem Erdellipsoid beträgt ca.  $-105$  m im östlichen Indischen Ozean, also  $1/100$  Promille des Ellipsoiddurchmessers! Sie ist für praktische Arbeiten und Messungen vernachlässigbar.

## Die Erde als Kugel

Rechnungen und Messungen auf dem Ellipsoid sind komplizierter als auf der Kugel. Daher wählt man für Karten mit geringeren Genauigkeitsansprüchen die Kugel als Bezugskörper.

Um eine möglichst gut dem Ellipsoid angenäherte Kugel zu berechnen, gibt es verschiedene Ansätze.

Die zwei wichtigsten sind:

- Das Volumen der Kugel entspricht dem Ellipsoid
- Die Oberfläche der Kugel entspricht dem Ellipsoid
- Außerdem muss bei der Berechnung beachtet werden, welche der verschiedenen gebräuchlichen Ellipsoidmaße gewählt werden.

Bei einer Weltkarte 1:100 Mio. beträgt der maximale Lageunterschied zwischen einer Darstellung mit den Ellipsoiddimensionen und den Kugeldimensionen ca. 0,2 mm, liegt also an der Zeichengenauigkeit. In den Formaten eines Schulatlas wird meistens die Kugel als Bezugskörper herangezogen.

## Pole und Äquator

Zur Orientierung auf der Erde ist es notwendig, Orientierungspunkte und -linien festzulegen. Dafür bieten sich an:

1. Die Erdachse: Das ist jene Linie, um die sich die Erde dreht. Sie ist durch astronomische Beobachtungen bestimmbar. Die Erdachse ist gegen die Sonnenachse um  $23,5^\circ$  geneigt, was gemeinsam mit der jährlichen Umlaufbahn der Erde um die Sonne der Grund für die verschiedenen Jahreszeiten ist.

2. Die geographischen Pole: Die Erdachse durchstößt die Erdkugel an zwei Punkten, den geographischen Polen. Der in Richtung des Polarsterns liegende Pol wird als Nordpol, der entgegengesetzte als Südpol bezeichnet.

3. Der Äquator: Diejenige Schnittfläche, welche die Erdkugel senkrecht zur Erdachse in zwei gleichgroße Halbkugeln teilt, wird vom Äquator umgrenzt. Dieser ist ein größtmöglicher Kreis auf der Erdkugel mit rund 40 000 km Länge.

Um die Richtung zu den Polen festzustellen, verwendet man seit dem 13. Jhd. den Magnetkompass. Die Kompassnadel zeigt allerdings in Richtung der lokalen Feldlinie des Erdmagnetfeldes. Diese Richtung ist meist nicht mit der Richtung zum magnetischen Pol ident, was in dem beiliegenden Arbeitsblatt durch die Kompassnadel veranschaulicht wird. Die Abweichung zwischen geographischer Nordrichtung und Richtung der Kompassnadel bezeichnet man als magnetische Missweisung oder Deklination. Um diesen Wert muss die Kompassrichtung korrigiert werden, wenn man z.B. im Gelände eine Karte norden will.

Meist werden magnetische Pole auf der Nordhalbkugel als magnetischer Südpol bezeichnet, weil physikalisch der Nordpol der Magnetnadel von einem Südpol angezogen werden muss. Das scheint aber keine einheitliche Konvention zu sein.

Es gibt mehrere Arten von magnetischen Polen:

1. Beobachteter magnetischer Pol: Eine vertikal frei bewegliche Kompassnadel neigt sich zur Erdoberfläche hin. Diese Neigung nennt man Inklination. Wo diese Neigung  $90^\circ$  beträgt (d.h. die magnetischen Feldlinien treffen senkrecht auf die Erdoberfläche auf), ist der magnetische Pol. Wird dieser Punkt durch geomagnetische Messungen festgestellt, spricht man von einem beobachteten Pol.

2. Berechneter magnetischer Pol: Die magnetischen Pole ändern sich ständig. Nachdem eine ständige Beobachtung zu aufwändig wäre, versucht man die aktuelle Position mithilfe von physikalischen Modellen zu berechnen. Ausgangspunkt dabei ist das Internationale Geomagnetische Referenzfeld (IGRF) der Internationalen Assoziation für Geomagnetismus und Aeronomie, das alle fünf Jahre aufgrund von weltweiten Messungen neu erhoben wird.

3. Geomagnetischer Pol: Die magnetischen Feldlinien auf der Erde sind nicht völlig regelmäßig. Sie werden hauptsächlich von elektrischen Strömen im Erdinneren, aber z.B. auch durch magnetische Gesteinsmassen oder magnetische Felder in der Ionosphäre beeinflusst. Versucht man diese Unregelmäßigkeiten mathematisch auszugleichen und ein möglichst gut angenähertes magnetisches Feld eines idealen Stabmagneten zu berechnen, erhält man einen theoretischen Nord- und Südpol dieses Magneten. Solche Pole werden als geomagnetisch bezeichnet. Sie sind für wissenschaftliche Zwecke wichtig.

## Das Prinzip des geographischen Koordinatensystems

Eine der wichtigsten geographischen Fragen war von Anfang an das „Wo?“. Schon in der Antike wurde dafür das noch heute gültige System der geographischen Koordinaten entwickelt, um jeden Punkt auf der Erdoberfläche mit zwei Zahlen eindeutig festlegen zu können. Wie für jedes zweidimensionale Koordinatensystem benötigt man zuerst zwei Koordinatenachsen:

1. Der Äquator: Dieser ist die Ausgangslinie für die Zählung der geographischen Breite. Der Wert für die Breite ergibt sich aus dem Winkel in Grad zwischen den Linien vom Erdmittelpunkt zum Äquator und vom Erdmittelpunkt zum gesuchten Standort. Nach Norden spricht man von nördlicher, nach Süden von südlicher Breite. Bei digitalen Daten entspricht nördlich positiven, südlich negativen Werten.

2. Während der Äquator eine quasi natürliche Basis für die Breitenzählung ist, gibt es für die Längenzählung keine solche natürliche Linie. Diese zweite Koordinatenachse muss nur senkrecht auf dem Äquator stehen und am geographischen Nord- und Südpol enden. Erst 1884 hat man sich weltweit bei einer Konferenz in Washington darauf geeinigt, die Linie, welche durch das königlich britische Observatorium in Greenwich im Südosten Londons geht, als internationale Ausgangslinie für die Längenzählung festzulegen. Das ergab sich aus der damaligen politischen, wirtschaftlichen und vor allem seefahrerischen Vormachtstellung des Britischen Weltreichs. Davor verwendeten die meisten Länder lokale Nulllinien, z.B. Frankreich diejenige durch Paris oder Österreich-Ungarn diejenige durch Ferro (Hiero), die westlichste der Kanarischen Inseln.

Der Wert für die geographische Länge ergibt sich aus dem Winkel in Grad zwischen den Linien vom Erdmittelpunkt zum Schnittpunkt der Nulllinie durch Greenwich mit dem Äquator und vom Erdmittelpunkt zum Schnittpunkt des Längengrades durch den gesuchten Standort mit dem Äquator. Nach Osten spricht man von östlicher, nach Westen von westlicher Länge. Bei digitalen Daten entspricht östlich positiven, westlich negativen Werten.



**SCHOOL-SCOUT.DE**

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Arbeitsblätter zu kartographischen Themen*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)

