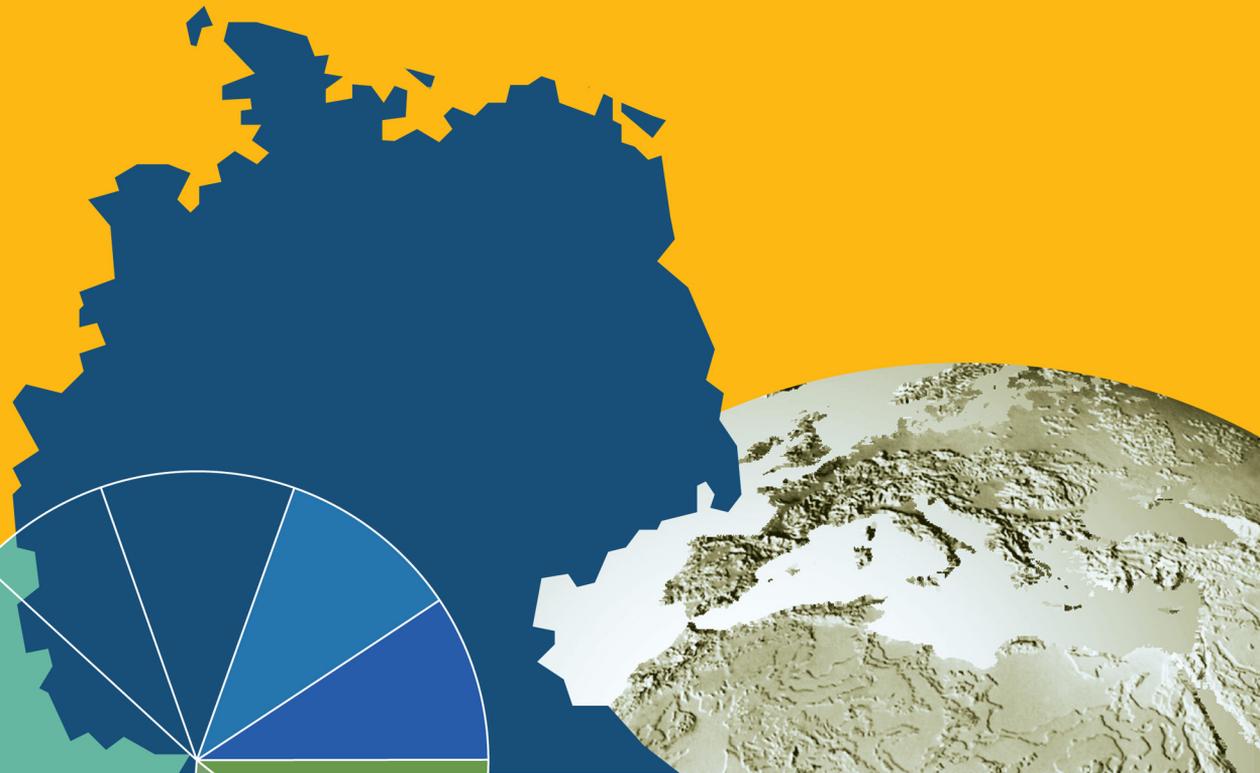


Karl Hennermann
Manuel Woltering

Kartographie und GIS

Eine Einführung

2. Auflage



WBG 
Wissen verbindet

Karl Hennermann und Manuel Woltering

Kartographie und GIS

Eine Einführung

2. Auflage

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.
Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig.
Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen,
Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in
und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

2., überarbeitete Auflage 2014
© 2014 by WBG (Wissenschaftliche Buchgesellschaft), Darmstadt
1. Auflage 2006

Die Herausgabe dieses Werkes wurde durch
die Vereinsmitglieder der WBG ermöglicht.

Redaktion: Katrin Kurten

Satz: Lichtsatz Michael Glaese GmbH, Hemsbach

Einbandgestaltung: schreiberVIS, Bickenbach

Gedruckt auf säurefreiem und alterungsbeständigem Papier

Printed in Germany

Besuchen Sie uns im Internet: www.wbg-wissenverbindet.de

ISBN 978-3-534-24395-2

Elektronisch sind folgende Ausgaben erhältlich:

eBook (PDF): 978-3-534-71949-5

eBook (epub): 978-3-534-71950-1

Inhalt

Vorwort	VII
Bildnachweise und Warenzeichen	VIII
1 Hinweise und Vorbereitung	1
2 Karten als Abbildung von Realität	3
2.1 Eigenschaften von Karten	3
2.2 Kartographie, Geographie und Geodäsie	11
2.3 Bausteine des Kartenblattes	12
3 Topographische Karten	14
3.1 Arten und Inhalte topographischer Karten	14
3.2 Das Koordinatennetz auf TK	19
4 Thematische Karten und Sonderformen	25
4.1 Thematische Karten	25
4.2 Sonderformen von Karten	29
5 Lesen und Interpretieren thematischer Karten	31
6 Geodaten als Abbildung der Realität	36
6.1 Räumliche Beschreibungen	36
6.2 Statistische Beschreibungen	41
7 Erfassung von Geodaten: Eine eigene Kartierung	47
8 Speichern von Geodaten	58
8.1 ArcCatalog: Geodatenbanken in ArcGIS	58
8.2 Datenbankmodelle für Geodaten	61
9 Anlegen einer Geodatenbank mit ArcGIS	70
10 Bearbeiten von Datenbankinhalten mit ArcGIS	73
10.1 Eintragen von Geodaten	73
10.2 Eintragen von Sachdaten	78
11 Lagebestimmung auf der Erde: Geographische Koordinaten- systeme	80
11.1 Die Form der Erde	80
11.2 Koordinaten auf dem Sphäroid	83
11.3 Geographische Koordinatensysteme in ArcGIS	87
12 Lagebestimmung in der Karte: Projizierte Koordinatensysteme	90
12.1 Vom Sphäroid in die Ebene: Die Projektion	90
12.2 Zweidimensionale Koordinatensysteme	97

12.3	Das UTM-System der amtlichen TK	99
13	Visualisieren mit ArcMap	102
13.1	Grundlegende Funktionen	102
13.2	Signaturen (Symbology)	108
13.3	Layout des Kartenblattes	112
14	Kartendesign	115
15	Sekundärdaten	123
16	Drucken und Exportieren von ArcMap-Karten	129
17	GIS im Zeitalter des Web 2.0	132
17.1	GIS und Internet	132
17.2	Integration von Online-Daten in ArcGIS	137
18	Zusammenfassung: Die Verarbeitung von Geodaten	139
	Literatur	142
	Register	143

Vorwort zur 2. Auflage

Seit Erscheinen der 1. Auflage im Jahr 2006 hat sich im GIS-Bereich einiges verändert. Dies betrifft vor allem den Bereich Web-GIS, der durch mancherlei Applikationen den Umgang mit räumlichen Informationen im Allgemeinen und mit Karten im Speziellen stark beeinflusst und einem großen Nutzerkreis zugänglich gemacht hat. Für den professionellen Einsatz in Forschung und Praxis stellt die Software ArcGIS von Esri nach wie vor eine weit verbreitete Softwarelösung dar.

Diese liegt im Vergleich zur 1. Auflage mittlerweile in der Version 10.2 vor, so dass sich im Manuskript notwendigerweise Veränderungen ergeben haben. Neben kleineren inhaltlichen Aktualisierungen bzw. Erweiterungen z. B. in Form des neuen Kapitels 17 zu dem bereits angeführten Web-GIS betrifft dies im Wesentlichen den praktischen Umgang mit der Software. Sämtliche in den einzelnen Kapiteln dargelegten Prozeduren wurden dahingehend auf einer Windows-8-Plattform überprüft und notwendige Anpassungen vorgenommen. Denn das Hauptanliegen des Buches besteht nach wie vor darin, Studierenden wie Praktikern der Geowissenschaften und anderer Fachrichtungen einen anwendungsbezogenen Einstieg in das Thema zu bieten.

Die Arbeiten an dem Buch wäre nicht ohne zahlreiche helfende Hände zustande gekommen: Neben der Unterstützung von Seiten der Mitarbeiter der Wissenschaftlichen Buchgesellschaft sei an dieser Stelle ein besonderer Dank an Herrn Daniel Nenner gerichtet, der durch seinen unermüdlichen Einsatz vor allem beim Aufdecken der relevanten Softwareveränderungen einen wertvollen Beitrag zur Aktualisierung des Manuskripts geleistet hat.

Bildnachweise und Warenzeichen

Kartengrundlagen zu Abb. 2-2, 2-9, 3-3, 3-4: Topographische Karte 1:25000, Topographische Karte 1:50000, Topographische Karte 1:100000; Wiedergabe mit Genehmigung des Landesamt für Vermessung und Geoinformation München, 2005

Kartengrundlagen zu Abb. 3-2: Landesamt für Kataster-, Vermessungs- und Kartenwesen (LKVK) Saarland, Wiedergabe mit Genehmigung des LKVK, 2005



Abb. 4-10: Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.) (1994): Landesentwicklungsprogramm Bayern

Abb. 7-1: Nutzungsgenehmigung des Vermessungsamt München vom 13. 12. 2005

Abb. 17-1: In Anlehnung an KORDUAN und ZEHNER 2008.11.

ESRI, ArcGIS, ArcView, ArcInfo, ArcIMS und ArcSDE sind eingetragene Warenzeichen von ESRI Inc.

Microsoft, Windows, MS Office, MS Excel und MS Access sind eingetragene Warenzeichen von Microsoft Corporation.

1 Hinweise und Vorbereitung

Dieses Buch entstand aus der Lehrveranstaltung „Kartographie“ am Institut für Wirtschaftsgeographie der LMU München. Daher ist es für den Einsatz im Rahmen eines Kartographie-Kurses konzipiert, wie ihn z. B. Studierende der Geographie in den ersten Studiensemestern absolvieren.

Hintergrund

Natürlich kann das Buch auch im Selbststudium durchgearbeitet werden, hierfür ist ein zeitlicher Aufwand von ein bis zwei Wochen zu veranschlagen.

Die ersten Kapitel (Kap. 2-5) konzentrieren sich auf den Umgang mit Karten, die folgenden mit geographischer Datenverarbeitung. Dies führt zwar zu einigen Redundanzen, erlaubt jedoch, beide Teile getrennt voneinander zu bearbeiten.

Noch ein Hinweis zum Layout:

Kernaussagen sind, wie dieser Text, in Rahmen gefasst. Für die Arbeiten am PC sind Menübefehle, Dateinamen, etc. als **File > Save** gelayoutet.

Kompetenter Umgang mit raumbezogenen Informationen beinhaltet drei Fähigkeiten, bei deren Erlernen Ihnen dieses Buch helfen soll:

Lernziele

- Strukturiertes Lesen und Interpretieren von Karten
- Sammeln und Verarbeiten raumbezogener Daten
- Erstellung Thematischer Karten aus raumbezogenen Daten

Dieses Buch bietet eine praxisnahe Einführung, als stärker theoretisch orientierte Lehrbücher empfehlen wir:

Materialien

- HAKE et al. (2002): das Standardwerk zur Kartographie, sehr umfangreich und detailliert
- ARNBERGER (1997): eine hervorragende Einführung in die thematische Kartographie
- KRAAK und ORMELING (2010): ein hervorragendes Kartographie-Buch in englischer Sprache
- JONES (1997): ebenfalls englischsprachig, mit stärkerem Fokus auf GIS

Falls Sie Karten als Anschauungsmaterial benötigen, finden Sie in vielen öffentlichen Bibliotheken umfangreiche Karten- und Atlantensammlungen.

Grundlegende Kenntnisse zu MS Office vermittelt KOLBERG et al. (2010), für einen Einstieg in die (Wirtschafts-)Informatik empfehlen wir STAHLKNECHT und HASENKAMP (2014).

Zu den meisten Kapiteln sind Übungsaufgaben verfügbar, diese finden Sie, zusammen mit den dafür benötigten Daten, unter www.hennermann.net. Wir empfehlen, diese Aufgaben durchzuarbeiten, nur so ist ein Lernerfolg sichergestellt.

Übungsaufgaben

Für die Arbeiten am PC benötigen Sie die Software ArcGIS for Desktop 10.2. Diese ist an den meisten Hochschulen vorhanden. Sollten Sie keinen

ArcGIS 10.2

Zugang zu dieser Software haben, können Sie eine zeitlich befristete Testversion von Esri Geoinformatik (www.esri.de) erhalten.

Hilfe Bei den praktischen Arbeiten setzen wir Grundkenntnisse im Umgang mit dem PC voraus. Bei Problemen mit der Software sollten Sie als erste Anlaufstelle die eingebaute Hilfefunktion nutzen. MS Office und ArcGIS beinhalten ausführliche und gut strukturierte Hilfetexte.

Vorarbeiten Um die Erläuterungen im Verlauf des Buches nachzuvollziehen und die Übungsaufgaben durchzuführen, sollten Sie ein Exemplar der Topographischen Karte 1:25 000 Bayern, Blatt 6939 (Donaustauf) besitzen, dies ist im Buchhandel für ca. 6 € erhältlich.

Bevor Sie im Zusammenhang mit diesem Buch am PC arbeiten, erstellen Sie eine Sicherungskopie Ihrer Daten. Sollten durch die in diesem Buch verfügbaren Anleitungen Schäden entstehen, lehnt der Verfasser jegliche Gewährleistung für diese Schäden ab. Nachdem Sie ihre Daten gesichert haben, installieren Sie, sofern notwendig, ArcGIS for Desktop, Programmversion 10.2 auf Ihrem PC.

Laden Sie von www.hennermann.net die Übungsaufgaben und -daten herunter. Sofern Sie über ein persönliches LAN-Laufwerk (z.B. **M:**) verfügen, speichern Sie die Daten dort (**M:\Kartographie**), andernfalls in **Eigene Dateien \ Kartographie**.

2 Karten als Abbildung von Realität

2.1 Eigenschaften von Karten

Was ist das besondere an Karten, was unterscheidet sie von anderen graphischen Darstellungen? Um diese Frage zu beantworten, betrachten Sie folgende Abbildungen. Alle haben im weitesten Sinne Ähnlichkeit mit Karten. Beispiele



Abbildung 2-1: Globus

Zu Abbildung 2-1: Von einer Karte erwarten wir, dass sie die Erde in einer zweidimensionalen Ebene („*verebnet*“) darstellt. Ein Globus stellt die Erde dreidimensional dar und ist daher keine Karte.

Bei Abbildung 2-2 handelt es sich um ein Luftbild¹. Dieses bildet die Realität in allen Details ab. In einer Karte hingegen ist die reale Situation immer *generalisiert* (vereinfacht) dargestellt. Eine Sonderform sind Luftbildkarten (Luftbilder, die mit kartenähnlichen Inhalten, z.B. Höhenlinien, versehen sind).

Abbildung 2-3 zeigt ein Stadtstrukturmodell. Dabei handelt es sich um die Darstellung einer idealtypischen Stadt, die in der Realität nicht vor-

1 Ein Luftbild ist eine fotografische Abbildung, die i. d. R. von einem Flugzeug aus angefertigt wurde und einen Teil der Erdoberfläche verkleinert und naturgetreu wiedergibt. Je nach Aufnahmewinkel unterscheidet man Schräg- von Senkrechtaufnahmen. Luftbilder sind gegenüber der Realität verzerrt, können aber mit technischen Verfahren entzerrt werden (Orthophotos). Luftbilder dienen a. E. zur Herstellung topographischer Karten, hierfür ist jedoch ein aufwendiges Verfahren notwendig (Photogrammetrie).



Abbildung 2-2:
Luftbild

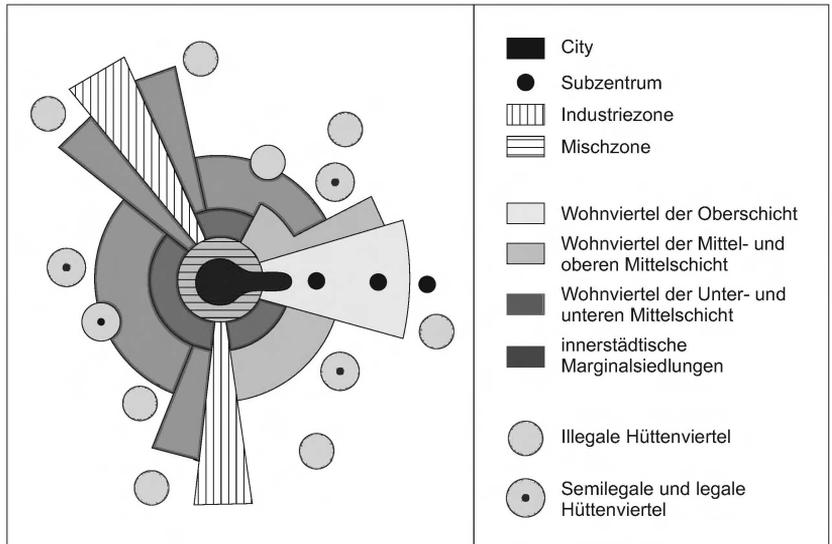


Abbildung 2-3:
Modell der latein-amerikanischen
Großstadt

kommt. Eine Karte hingegen stellt immer einen *Ausschnitt der realen Erdoberfläche* dar.

Die Darstellung in Abbildung 2-4 beschreibt die räumliche Lage eines bestimmten, besonders hervorgehobenen Objekts. Eine derartige Darstellung bezeichnet man als Topogramm. Während wir bei Karten eine detail-

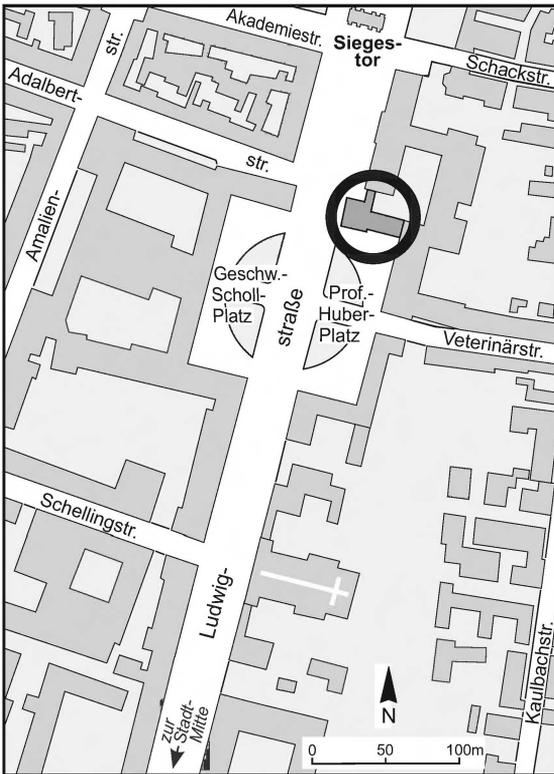


Abbildung 2-4:
Lage des Instituts für
Wirtschaftsgeographie
in München

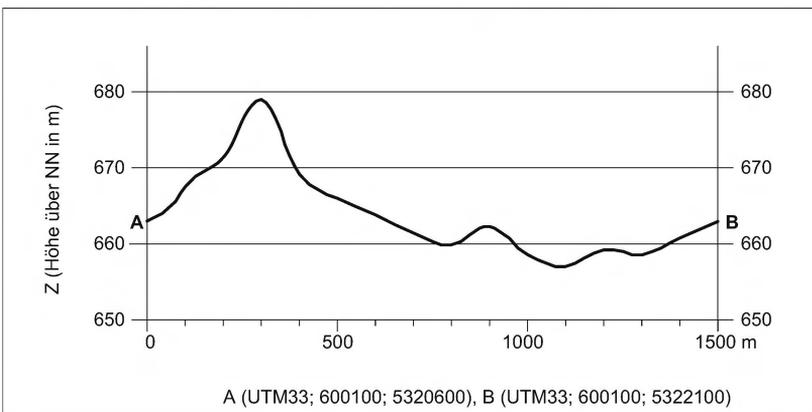


Abbildung 2-5:
Profil

lierte *Erläuterung* (Legende) erwarten, ist eine solche bei Topogrammen häufig nicht vorhanden. Trotzdem lassen sich Topogramme im weitesten Sinne zu den Karten zählen.

Bei Abbildung 2-5 handelt es sich um ein Geländeprofil, also um die Abbildung eines senkrecht zur Erdoberfläche ausgeführten Schnittes². Eine

2 Im Profil werden die Höhenverhältnisse zur besseren Anschaulichkeit überhöht, d. h. der Höhenmaßstab ist größer als der Längenmaßstab. Eine Sonderform ist das dreidimensionale Relief (sog. Blockbild).

Karte hingegen stellt eine Situation immer im *Grundriss* dar, daher zählen Profile nicht zu den Karten.

Mit den hier gesammelten Charakteristika können wir den Begriff „Karte“ definieren.

Definition: Karte

Eine Karte ist eine maßstäbig verkleinerte, verebnete, im Grundriss dargestellte, generalisierte und erläuterte Abbildung eines Teiles oder der gesamten Erde, anderer Weltkörper und des Weltraumes.

Manche der gezeigten Beispiele weisen einige, aber nicht alle Merkmale der Kartendefinition auf. Diese Darstellungen bezeichnen wir als kartenverwandte Darstellungen. Hierzu gehören Globus, Luftbild, Geländeprofil, etc.

Begriff

Der deutsche Begriff „Karte“ entstand aus dem lateinischen *charta* (Urkunde), da seit dem Altertum Karten zur Dokumentation von Grundbesitz verwendet wurden. Im deutschen bezeichnen wir großmaßstäbige Karten (bis ca. 1 : 5000) als Pläne, im englischen unterscheidet man die Begriffe *map* (Landkarte) und *chart* (Navigationskarten für die See- und Luftfahrt).

Im Folgenden gehen wir nochmals detailliert auf die Definitionsmerkmale von Karten ein.

Kartenmaßstab

Der Kartenmaßstab M ist das Längenverhältnis einer Strecke in der Karte zu der entsprechenden Strecke in der Natur.

Es gilt also:

$$M = L' : L$$

mit

M = Kartenmaßstab

L' = Kartenstrecke

L = Naturstrecke

Zur besseren Lesbarkeit wird der Kartenmaßstab umgeformt, so dass eine eins in Zähler steht:

$$M = 1 : (L : L')$$

Der Term $(L : L')$ stellt den Verkleinerungsfaktor dar und heißt Maßstabszahl m :

$$M = 1 : m$$

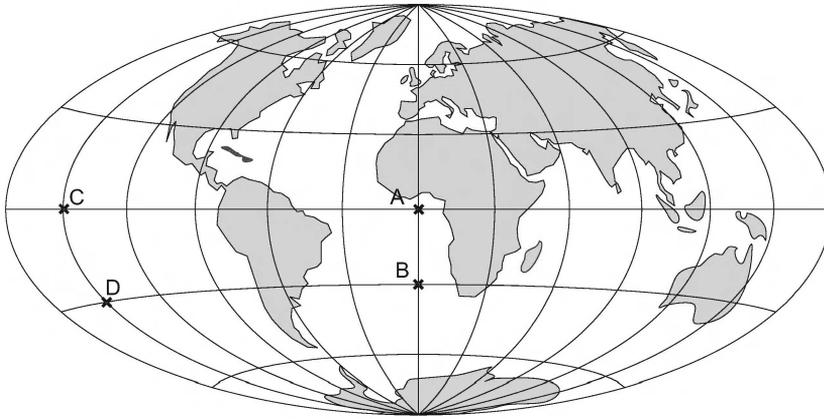
Beim Maßstab ist zu beachten:

Ein großer Maßstab entspricht einer kleinen Maßstabszahl (z. B. 1 : 1000), ein kleiner Maßstab entspricht einer großen Maßstabszahl (z. B. 1 : 100 000)

Der Kartenmaßstab bezieht sich nur auf Strecken. Die Flächenverhältnisse ändern sich im Quadrat der Maßstabszahl.

Man würde erwarten, dass ein Kartenmaßstab über die gesamte Karte hinweg einheitlich ist. Diese Anforderung bezeichnet man als Längentreue. Leider entstehen beim Abbilden der Erdkugel auf eine zweidimensionale Fläche immer Verzerrungen, daher ist absolute Längentreue niemals mög-

lich. So sind die in Abbildung 2-6 unterschiedlich langen Strecken AB und CD in der Realität gleich lang, innerhalb der Karte existieren also verschiedene Maßstäbe. Durch eine geeignete Projektion lässt sich diese Verzerrung jedoch reduzieren.

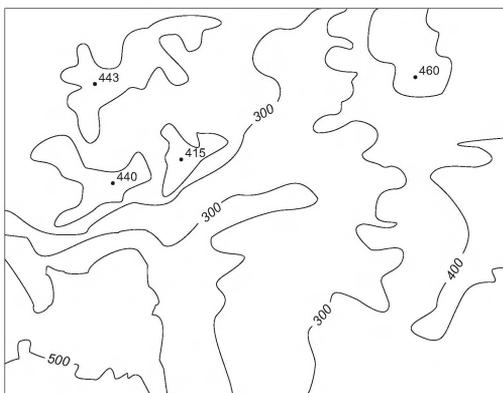


(hier verwendete Projektion: Hammer-Aitoff)

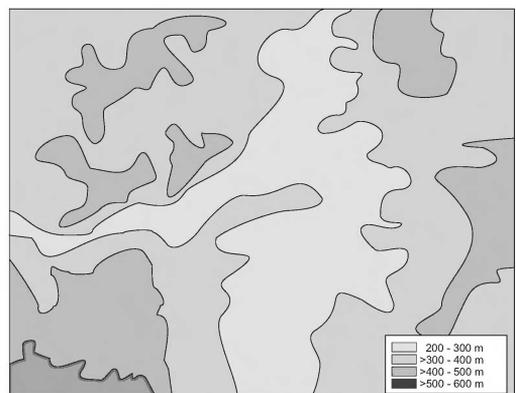
Abbildung 2-6:
Maßstab variiert
innerhalb der Karte

Eine Karte ist immer auf einem zweidimensionalen Medium (Papier, Bildschirm) dargestellt. Die dreidimensionalen Geländeformen können dabei durch Hilfsmittel wie z.B. Höhenlinien (Isohypsen), Höhenpunkte oder Höhenschichten dargestellt werden (Abb. 2-7).

Verebnung



a) Höhenlinien und Höhenpunkte



b) Höhenschichten

Abbildung 2-7: Darstellung von Geländeformen

Eine Karte ist immer eine Abbildung aus der Lotrechten, Schrägansichten sind hingegen keine Karten im engeren Sinne.

Grundrissdarstellung

Durch die Grundrissdarstellung kann die Karte nur Distanzen in einer Ebene (Horizontalstrecke) darstellen, Steigungen und Gefälle werden nicht berücksichtigt. Im geneigten Gelände ist daher die Kartenstrecke immer kürzer als die Naturstrecke.

Die reale Länge geneigter Geländestrecken lässt sich aus der Horizontalstrecke und dem Hangneigungswinkel bzw. dem Höhenunterschied berechnen (Abb. 2-8).

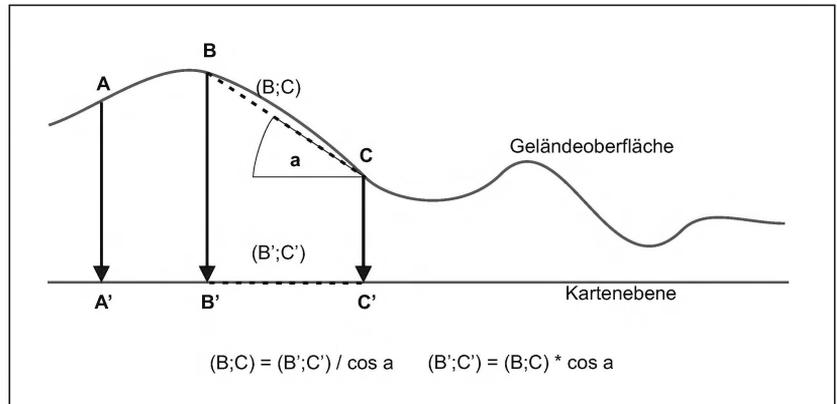


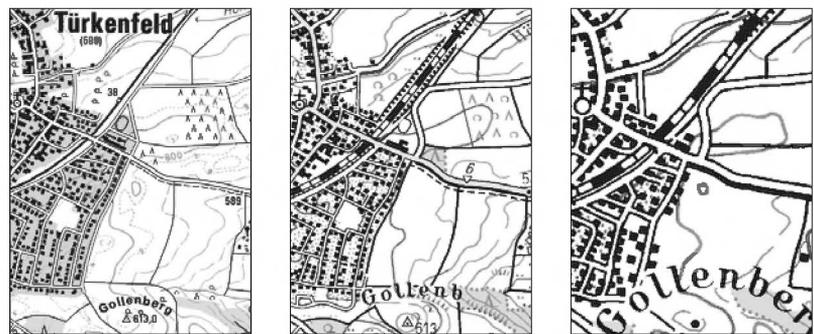
Abbildung 2-8:
Abbildung als
Grundriss

Generalisierung

Die Grundrissdarstellung hat nichts mit der Verebnung (s. o.) zu tun. So entsteht z. B. bei einem Schrägluftbild eine Verebnung (eine Abbildung auf ein zweidimensionales Medium), aber keine Grundrissdarstellung.

„Generalisierung“ bezeichnet die vereinfachte Wiedergabe der Wirklichkeit im Kartenbild. Sie ist notwendig, um die Realität auf der begrenzten Fläche des Kartenblattes abbilden zu können. So können bei 1 : 1 Mio. einzelne Gebäude nicht mehr maßstabsgetreu dargestellt werden, man stellt dann z. B. nur noch eine Siedlungsfläche dar. Andere Informationen müssen hervorgehoben werden, z. B. die Breite von Straßen (Abb. 2-9).

Abbildung 2-9:
Verschiedene Ge-
neralisierungsstufen



zunehmende Generalisierung bei
 gleichbleibendem Raumausschnitt und Maßstab

Als Generalisierung bezeichnet man die zweckmäßige Auswahl und Vereinfachung der darzustellenden Objekte nach ihrer Wichtigkeit und Wertigkeit für den jeweiligen Kartenzweck.