

Beihefte zu

WESTFÄLISCHE GEOGRAPHISCHE STUDIEN

Herausgegeben vom Institut für Geographie und Länderkunde der  
Universität und der Geographischen Kommission für Westfalen, Münster  
durch Wilhelm Müller-Wille und Elisabeth Bertelsmeier

---

1

Hans Kleinn

Entwurf und Anwendung von Karten  
(Kartographischer Kurs I)

1970

---

Im Selbstverlag des Instituts für Geographie und Länderkunde  
und der Geographischen Kommission für Westfalen, Münster





Beihefte zu

**WESTFÄLISCHE GEOGRAPHISCHE STUDIEN**

Herausgegeben vom Institut für Geographie und Länderkunde der  
Universität und der Geographischen Kommission für Westfalen, Münster  
durch Wilhelm Müller-Wille und Elisabeth Bertelsmeier

---

1

Hans Kleinn

**Entwurf und Anwendung von Karten  
(Kartographischer Kurs I)**

1970

---

Im Selbstverlag des Instituts für Geographie und Länderkunde  
und der Geographischen Kommission für Westfalen, Münster

**Als Manuskript gedruckt.**

**Phototechnische Zentralstelle der Westfälischen Wilhelms-Universität  
Münster**

## V o r w o r t

Das vorliegende Heft kann und will kein Lehrbuch sein, es soll auch kein Lehrbuch ersetzen, sondern gerade dazu anregen, ein gutes Lehrbuch zur Vertiefung des Erlernten zur Hand zu nehmen. Das Heft ist aber auch keine Kolleg-Nachschrift, es ist vielmehr ein Begleittext zur Übung "Kartographischer Kurs I", wie sie seit dem Wintersemester 1967/68 im Rahmen der Grundausbildung im Institut für Geographie und Länderkunde der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster durchgeführt wird. Der Studierende als Teilnehmer dieser Übung soll mit Hilfe des Heftes den Übungsstoff nochmals kritisch nachvollziehen können, um dabei etwaige Lücken ausfüllen zu können. Aus diesem Grunde ist der Text so abgefaßt, daß er in Teilen den Übungsstoff verbreitert, an anderen Stellen bleiben jedoch Probleme und Fragestellungen offen, die dann ausschließlich innerhalb der Übung zur Lösung geführt werden.

So soll der Text vor allem der Nacharbeit, ggfls. einer späteren Rekapitulierung dienen. Die eingestreuten Fragen sollen den Leser zum eigenen Weiterdenken des angesprochenen Fragenkreises anregen. Am Schluß des jeweiligen Kapitels finden sich die Antworten, doch möge man diese erst zur Kontrolle der selbst gefundenen Antwort heranziehen. Die zu jedem Kapitel gehörenden Übungsaufgaben wurden nicht abgedruckt, da sie sich zwangsläufig in jedem Semester verändern.

Die eingesetzten Zeichnungen und Karten konnten nicht sämtlich vom Verfasser neu entworfen werden. Ein Abbildungsnachweis gibt über ihre Herkunft Auskunft. Das Literaturverzeichnis soll allen Interessierten die Möglichkeit verschaffen, ihre Kenntnisse in der Kartographie zu vertiefen. Das Atlantenverzeichnis kann bei Anschaffungen eine kleine Hilfe bieten.

Das Heft entstand in einer Zeit, als der Zustrom zum Studium der Geographie an der Universität Münster die Lehrenden vor schwierige Probleme stellte. Da der Übungsstoff gekürzt werden mußte, sollte mit Hilfe dieses Heftes der Inhalt des gesamten Kurses den

Teilnehmern zugänglich gemacht werden. Aber noch ein weiterer Grund war mitbestimmend für die Abfassung dieses Heftes: Der Verfasser hat immer wieder erfahren müssen, daß oft recht einfache kartographische Zusammenhänge dem mathematisch nicht so interessierten Teilnehmer der Übung verschlossen blieben, weil einerseits die in der Übung gebrachten Zeichnungen unvollständig und fehlerhaft nachgezeichnet wurden, andererseits Nichtverstandenes ungefragt blieb. So soll nun an dieser Stelle jede wichtige Skizze in der Form und mit den Bezeichnungen erscheinen, wie sie in der Übung gebracht wird. Wenn dadurch der Nachvollzug des vermittelten Stoffes aus der Kartographie vertieft werden kann, dürfte das Heft, nicht ohne Erfolg bleiben.

Münster, im WS 1969/70

Hans Kleinn

Inhalt

Grundlagen - Mathematische Geographie	1
Projektionsbegriff	5
Projektion auf eine Ebene, die in einem Punkt berührt	7
Projektion auf eine abwickelbare Körperfläche	
Oberflächen konischer Körper	11
Oberflächen zylindrischer Körper	13
Unechte Zylinderprojektionen	15
Anwendung der sphärischen Bezüge in der Ebene	16
Konstruktionen	18
Abbildung kleinster Räume - Zweiter Projektionsbegriff	27
Großmaßstäbige Aufnahme eines Landes	31
Deutsche Grundkarte - Urkataster	34
Topographische Landesaufnahme	40
Reliefdarstellung in topographischen Karten	46
Inhalt der topographischen Karten	53
Karte des Deutschen Reiches 1:100.000	65
Topographische Übersichtskarte von Deutschland 1:200.000	66
Topographische Übersichtskarte 1:200.000	68
Generalkarten	68
Internationale Weltkarte (IWK) 1:1.000.000	71
Die Thematische Karte	74
Die Darstellungselemente der Themakarte	80
Das Diagramm	82
Sonderformen des Diagramms	84
Das Kartogramm	85
Inhalt und Lagebezug	88
Die isometrische Darstellung	92
Karte und Bild	94
Das Luftbild	97
Anwendungsmöglichkeiten des Luftbildes	101
Literatur	106
Periodica	114
Atlanten	114
Anhang: System der wichtigsten Abbildungsarten	
Deutsche Kartenwerke	
Beispiel eines Luftbildes	

Abbildungsnachweis

Archiv des Instituts für Geographie und Länderkunde, Münster:	S. 38/39, 41, 63, 85
Eckert-Greifendorff-Kleffner, Kartenkunde:	S. 33
Imhof, Kartographische Geländedarstellung:	S. 51
Imhof, Thematische Kartographie:	S. 87
Kleinn, Nordwestdeutschland in der exakten Kartographie der letzten 250 Jahre:	S. 32, 44, 50
Monkhouse-Wilkinson, Maps and Diagrams:	S. 81
v.Müffling, Instruction für die topographischen Arbeiten:	S. 52
Müller-Wille, Europa - seine Bevölkerung, Energieleistung und Ländergruppen:	S. 93
Müller-Wille, unveröfftl. Manuskript:	S. 27
Philbrick, This Human World:	S. 25, 26
Reichsamt für Landesaufnahme:	S. 59, 60/61
Robinson-Sale, Elements of cartography:	S. 90
Wagner, Kartographische Netzentwürfe:	S. 19, 20, 21, 23, 24
Entwürfe des Verfassers:	S. 2, 4, 6, 7, 8, 10 11, 12, 14, 15, 17, 22, 29, 43, 46, 49, 64, 67, 70, 71, 79, 80, 82, 92, 95, 96, 101, 102
Hansa-Luftbild G.m.b.H., Münster:	Anhang

## Grundlagen - Mathematische Geographie

Man definiert: Kartographie ist die exakte zeichnerische Darstellung von Räumen und deren dinglichen Erfüllung.

Ersetzt man "Raum" durch Erdoberfläche oder Teile der Erdoberfläche, so wird die Definition allein auf irdische Anwendung bezogen.

Dingliche Erfüllung machen aus:

1. direkt feststellbare und fixierbare Gegebenheiten, wie Relief, Gewässer, Bodenbedeckung etc.
2. Erscheinungen, die nur in ihren beobachteten oder gemessenen Ergebnissen darstellbar sind, wie Bewegungsabläufe (Verkehr), menschliche Wanderungen, Wärmeverhältnisse, Niederschlagsmengen (Mittel), schlechthin statistische Werte.

-- VERSUCHEN SIE, BEIDE REIHEN ZU ERWEITERN ! --

FRAGE 1: In welche Reihe gehören geologische Darstellungen und wohin stellen Sie Darstellungen der Bevölkerungsdichte ?

Erscheinungen der ersten Reihe sind kartierbar, die der zweiten Reihe sind kartographierbar. Das Ergebnis beider ist die KARTE .

Karten sind nach Inhalt und Anwendung in verschiedene Gruppen einzuordnen :

- a. Direkte Aufnahmen im Gelände (vermessen und topographisch verdichtet) nennt man Originalkarten (Warum wohl ?).
- b. Karten allgemeinen Inhalts, i.R. aus Originalkarten durch Verkleinerung und Abstraktion abgeleitet, bilden die Gruppe der Allgemeinen Karten; sie werden zumeist in Sammelwerken zusammengestellt und daher auch Atlaskarten genannt.
- c. Karten ganz bestimmten Inhalts (Religionskarten, Völkerkarten etc., aber auch Klimakarten, geologische Karten etc.), bei denen die Aussage auf ein ganz bestimmtes Spezialthema eingeengt ist, nennt man Spezialkarten oder Themakarten.

Atlanten umfassen häufig Karten aller drei Gruppen!

Um aber zur Definition der Karte zu kommen, stellen wir

FRAGE 2: Versuchen Sie zu ermitteln, welches das wichtigste Element einer Karte ist !

Unter Berücksichtigung dieser Aspekte können wir definieren: Die Karte ist die lagegerechte Darstellung ausgewählter Erscheinungen eines Raumes. Fehlt die Lagegerechtigkeit, so haben wir eine Skizze vor uns! - Im Sinne dieser Definition ist die Karte das wichtigste Hilfsmittel, vorallem

die Darstellungsgrundlage der Geographie.

Man kann Karten neu entwerfen, d.h. ihr Gerippe exakt festlegen, man kann aber auch vorhandene "Abbildungen" für bestimmte Aufgaben umformen; beides ist Kartenentwurf. Da die Erdoberfläche - von der wir ausgehen - einer Kugeloberfläche ähnlich ist, müssen wir diese zunächst auf eine ebene Fläche übertragen. Es gibt zwei Möglichkeiten:

1. rechnerisch, indem man Kugelgröße gleich Kreisgröße setzt

$$4\pi R^2 = \pi r^2$$

$R$  = Kugelradius,  $r$  = Kreisradius

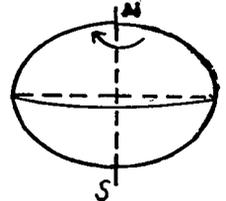
(2)

$$2R = r$$

2. zeichnerisch .

Genau genommen ist die Erde keine Kugel! Informieren Sie sich bitte mit Hilfe der Literatur über die Entwicklung des Erdbildes vom Altertum bis zur Neuzeit! (Eratosthenes von Kyrene, Marinus von Tyros, Ptolemaeus von Alexandrien, Kopernikus, Galilei, Kepler). Seit dem 18. Jhd. besitzen wir genaue Erdkonstanten. Heute verwendet man zumeist die von Bessel (1841) ermittelten Werte :

Äquatorradius	$R = 6.377,397$ km
Achsenradius	$r = 6.356,078$ km
mittl. Radius	$\bar{r} = 6.370$ km
Äquatorumfang	$U = 40.070,368$ km
Polumfang	$u = 40.003,423$ km



Der Mittelpunktschnitt über beide Achsen dieses Körpers ergibt eine Ellipse; dreht man diese um die kleine Achse, so erhält man einen Rotationsellipsoiden, der dem Erdkörper entspricht (siehe Skizze). Da alle Himmelskörper diesem Modell weitgehend entsprechen, spricht man von einem Sphäroiden. - Verschiedentlich hört man den Begriff "Geoid"; siehe hierzu Definition nebst erl. Skizze bei: Harms VII, Allgemeine Erdkunde (Physische Geographie), München 1953, S. 57 .

Der Sphäroid entspricht einer abgeplatteten Kugel; die Abplattung ist

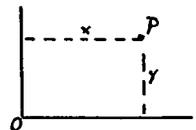
$$(3) \quad \text{Apl} = \frac{2R - 2r}{2R} = \quad \text{(bitte ausrechnen)}$$

Da der Unterschied zwischen Kugel und Sphäroid am Erdbeispiel nicht erheblich ist, dürfen wir im folgenden die Erde als Kugel betrachten.

Um einen Punkt seiner Lage nach zu fixieren, bedienen wir uns des kartesischen Koordinatensystems. Es sei

$$(4) \quad P = (x; y)$$

wobei die Achsen des Systems aufeinander senkrecht stehen sollen. Wollen wir genau



sein, denn müssen wir noch eine dritte Koordinate, die Raumkoordinate  $z$  einführen; sie muß senkrecht auf den beiden Flächenkoordinaten stehen. Bauen Sie sich ein Raummodell dieser drei zueinander senkrechten Linien mit Hilfe von drei Bleistiften o.ä. !

(5)  $P = (x ; y ; z)$

Wegen der geringen Größen im Erdrelief im Verhältnis zu den Erdkonstanten dürfen wir zunächst auf die Raumkoordinate  $z$  verzichten, wir setzen eine Kugel mit homogener Oberfläche voraus. Somit gilt (4). Aber für die sphärische Fläche der Kugel muß auch gelten, daß  $x \perp y$ -Achse (die Koordinatenachsen brauchen keine Geraden zu sein). Wir wählen als Ordinate ( $y$ -Achse) einen Kreis, der durch beide Pole verläuft, einen Polkreis (Achsenumfang), als Abszisse nehmen wir den Äquatorkreis; der Schnittpunkt beider ist der Koordinatenursprung, also  $x = 0$ ,  $y = 0$ . - Damit behaupten wir :

$$2\pi R_{\text{pol}} \perp 2\pi R_{\text{äqu.}}$$

FRAGE 3: Wieso stehen diese beiden Kreise senkrecht aufeinander?

Die Lage des Nullpunkts auf der Ordinate ( $y=0$ ) ist durch den Äquator fixiert. Aber welcher aller denkbaren Polkreise soll als  $x=0$  gewählt werden? Heute gilt in internationaler Übereinkunft der Kreis, der durch Greenwich verläuft als 0-Kreis. Einige ältere in Europa benutzte 0-Kreise:

Berlin	13°	3'	42''	östl. Grw
Paris	2°	20'	14''	östl. Grw
Ferro	17°	39'	46''	westl. Grw

-- SUCHEN SIE DIESE ORTE IM ATLAS AUF ! --

Es handelt sich hier um bedeutende Sternwarten, von denen aus der Sonnenhöchststand im Mittag gemessen wurde. Alle Orte, die zur gleichen Zeit Sonnenhöchststand haben, liegen auf der gleichen Pol-(halb-)Linie = Mittagslinie (Meridian). Wie könnte man die um 180° östl. oder westl. verlaufende Polhalblinie nennen?

FRAGE 4: Warum wohl hat man sich ausgerechnet für Greenwich als globalem 0-Meridian entschieden?

Die Dimensionierung der  $x$ - und  $y$ -Werte in der Ebene geschieht in konventionellen Maßen (m, cm etc), also in Längen. Auf der sphärischen Fläche geht das auch, doch zieht man hier ein anderes Maß vor. Die Linien zwischen zwei Punkten sind Kreisbögen, zu jedem Bogen gehört ein bestimmter Winkel im Mittelpunkt des Kreises, hier im Erdmittelpunkt. Den Winkel für  $x$  nennen wir  $\lambda$ , den für  $y$  nennen wir  $\varphi$ .

Somit muß (4) jetzt lauten

$$(6) \quad P = (\lambda; \varphi)$$

Man kann nun  $\lambda$  und  $\varphi$  einmal als Winkel ( $\sphericalangle$ ) und einmal als Bogen(arc) ausdrücken, denn zu jedem  $\sphericalangle$  gibt es den zugehörigen arc. Da die Zählung von  $\lambda$  und  $\varphi$  im Erdmittelpunkt erfolgt, ist eine Hilfe erforderlich, zu diesen Werten zu gelangen. Wie der Meridian bestimmt wird, wurde auf S. 3 erläutert. Dieser Wert ist die geographische Länge, daher  $\lambda$ .

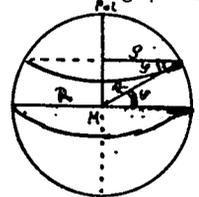
FRAGE 5: Wie kann man auf der Erdoberfläche für einen Punkt seinen  $\varphi$ -Wert, die geographische Breite, bestimmen?

Alle Meridiane oder Längengrade haben den gleichen Umfang (warum?), es handelt sich um Erdumfangskreise, größtmögliche Kreise, die um die Kugel gelegt werden können. Wir nennen sie Großkreise. Die Breitenkreise werden dagegen vom Äquator zum Pol hin im Umfang immer kleiner. Nur der Äquator ist ein Großkreis (Beweis!), alle übrigen Breitenkreise sind Kleinkreise (keine Kugelumfängskreise). Ihre Größe beträgt, wenn der Kugelradius  $R$  und der  $\sphericalangle$  bekannt sind

$$(7) \quad \rho_{\varphi} = R \cos \varphi, \text{ dann ist}$$

$$U_{\varphi} = 2\pi \rho_{\varphi}$$

$$(8) \quad U_{\varphi} = 2\pi R \cos \varphi$$



ANTWORT 1: Zeigt eine Karte die geologischen Schichten, so sind diese Angaben direkt im Gelände aufgenommen. Es handelt sich um Ergebnisse direkter Beobachtung ohne Zwischenschaltung einer Meß- oder Wäggereinrichtung. Diese Darstellung gehört zur 1. Reihe. - Die Bevölkerungsdichte ist nicht unmittelbar zu erkennen. Man muß zunächst die Zahl der in einem Raum lebenden Menschen ermitteln, die Raumgröße bestimmen und das Verhältnis beider dann darstellen. Wegen des Meß- und Rechenvorgangs gehört diese Darstellung zur zweiten Reihe.

ANTWORT 2: Es ist unwesentlich, ob in der Karte viel oder wenig Details eines Raumes dargestellt werden, ob der Maßstab groß oder klein, die Projektion echt oder unecht ist; wichtig ist allein, daß die Darstellung lagegerecht ist, d.h. die Zuordnung der darzustellenden Fakten muß analog den natürlichen Verhältnissen sein.

ANTWORT 3: Da der Poldurchmesser  $2R_{\text{pol}}$  senkrecht auf dem Äquatordurchmesser  $2R_{\text{aqu}}$  steht (siehe Skizze zum Rotationsellipsoid), gilt: Kreise, deren Durchmesser zueinander senkrecht stehen, stehen auch aufeinander senkrecht.

ANTWORT 4 : Der Mittagslinie gegenüber ( $180^\circ$  W  $\leftrightarrow$   $180^\circ$  E) liegt die Mitternachtslinie. Dort erfolgt der Übergang von einem Kalendertag zum folgenden. Nähert man sich dieser Linie aus westlicher Richtung (von Asien nach Amerika), so wiederholt man nach Übertritt den vergangenen Tag; nähert man sich aus östlicher Richtung, so überspringt man den folgenden Tag. Diese Linie ist somit eine Datumsgrenze. Sie verläuft praktisch durch unbewohntes Gebiet (siehe Atlas), was große Vorteile hat.

ANTWORT 5 : Generell läßt sich die geographische Breite aus der Abweichung des Sonnenstandes vom Äquator (Sonnen-Höhe) bestimmen. Das geht in direkter Messung aber nur zu bestimmten Tagen im Jahr (Schiefe der Ekliptik), für die anderen Tage muß man Umrechnungen vornehmen. Für die NHK besteht eine einfachere Beobachtungsmöglichkeit: Da die Polhöhe gleich der Geogr. Breite ist, mißt man den Winkel, unter dem der Polarstern (der Schwanzstern des Kl. Bären) erscheint.

---                      ---                      ---

### Projektionsbegriff

Unter Projektion versteht man die geometrisch richtige Übertragung von Figuren aus einem Bezugssystem in ein anderes unter Beibehaltung der Lagezuordnungen. - Wir befassen uns zunächst nur mit Projektionen auf Flächen. Für ebene Flächen gilt :

$$(9) \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{P'_1}{P'_2} \quad ; \quad \text{wobei } P_1(x_1; y_1), P_2(x_2; y_2) \text{ und } P'_1(x'_1; y'_1), P'_2(x'_2; y'_2) \text{ definiert werden. Bei Übertragungen von der sphärischen Fläche auf die ebene Fläche gilt analog:}$$

$$(9a) \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{P'_1}{P'_2} \quad ; \quad \text{wobei allerdings } P'_1(\lambda_1; \varphi_1); P'_2(\lambda_2; \varphi_2) \text{ und } P_1(x_1; y_1); P_2(x_2; y_2) \text{ definiert werden. Auf diese Abweichung ist zu achten!}$$

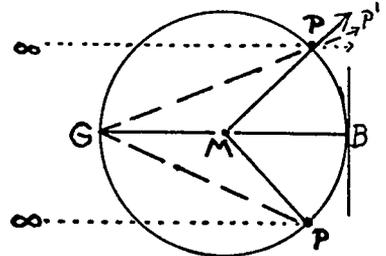
Es gibt zwei grundsätzliche Möglichkeiten der Projektion von einer sphärischen Fläche auf eine Ebene:

1. Projektion auf eine Ebene, die die sphärische Fläche in einem Punkt berührt.
2. Projektion auf eine Körperoberfläche, die sich ohne Schwierigkeit in eine ebene Fläche umwandeln läßt, in ein sogen. "abwickelbares" Ergebnis (Konus, Zylinder). Ein solcher Körper berührt z.B. die Kugel in einer Kreislinie. - Machen Sie sich das mit Hilfe einer Skizze deutlich!

**FRAGE 6** = Worin unterscheiden sich die Berührungskreise eines Konus und eines Zylinders ?

Wesentlich ist die Lage des Ausgangspunktes der Projektion, des Projektionspunktes. Es gibt drei Hauptlagen:

- im Zentrum der Kugel (zentrale oder gnomonische Projektion)
- im Unendlichen (orthographische Pr.)
- im Gegenpunkt der Berührung (stereographische Projektion)



-- Für konische und zylindrische Projektionen kann zudem noch als sinnvoller Sonderfall angesetzt werden, daß die "berührende Fläche" schneidet! -- (Schnittkonus, Schnittzylinder).

**Frage 7** : Wieviel theoretisch mögliche Grundprojektionen könnten nach diesem Schema erreicht werden ? (Am besten mit Skizze!)

Vergleicht man die projizierten Bilder des gleichen Kugelteles in den drei Hauptlagen, so fällt auf, daß zwar die Lagebeziehungen in allen Fällen erhalten bleiben, die Bilder aber dennoch Unterschiede aufweisen. Die Projektionen haben entsprechend der Lage ihres Projektionspunktes verschiedene Abbildungseigenschaften, besser sprechen wir von der Abbildungsart. Wir unterscheiden

flächentreue, reifentreue, geradwegige, winkeltreue und längentreue Abbildungsarten. **WICHTIG**: Flächentreue besagt nicht, daß es sich auch um Bildnistreue (wie auf dem Globus) handelt. Eine Fläche von  $16 \text{ cm}^2$  kann verschiedene Formen haben,  $2 \times 8$  oder  $4 \times 4$  oder  $1,6 \times 10$  usw. Alle diese Flächen haben den gleichen Inhalt, jedoch verschiedene Gestalt!

In den meisten Fällen werden die Abbilder der Erdoberfläche verkleinert dargestellt. Das Größenverhältnis, in dem das Abbild zu den wahren Maßen in der Natur steht, nennt man Abbildungsverhältnis. Definiert:

$$(10) \quad \frac{\text{Bild}}{\text{Natur}} = \frac{1}{M} \quad ; \text{ wobei } M \text{ als Modul bezeichnet wird.}$$

**FRAGE 8** :: Wann ist ein Abbildungsverhältnis (Maßstab) groß, wann ist ein Maßstab klein, woran erkennt man den Unterschied ?

**MERKE** : Karten gleichen Abbildungsverhältnisses aber verschiedener Abbildungsart (des gleichen Teiles der Erdoberfläche) sind nicht deckungsgleich!

Projektion auf eine Ebene, die in einem Punkt berührt.

Wichtig ist die Lage des Berührungspunktes; danach bezeichnen wir die Abbildung als polständig, äquatorständig oder zwischenständig (schiefachsige). - Wir operieren zunächst in polständiger Lage. Die Bezeichnungen in den Skizzen bedeuten:

M = Kugelmittelpunkt

N = Berührungspunkt  
(hier Nordpol)

P = Ausgangspunkt  
    > der Projektion

P' = Endpunkt

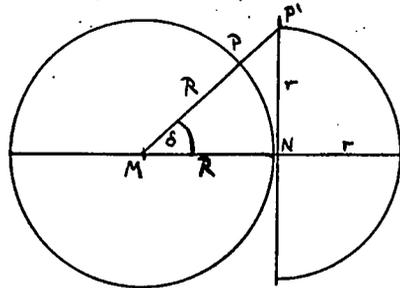
R = Kugelradius (hier Erdradius)

$r = \overline{NP'}$  = Radius des Projektionskreises

$\delta$  = sphärischer Abstand  $\overline{NP'}$  =  
Zentriwinkel

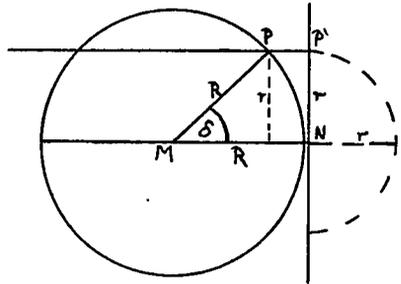
- (11) 1. Zentrale oder gnomonische Projektion:  
da  $\delta = 90^\circ - \varphi$ , so gilt  
 $r = R \tan \delta$

- Diese Projektion ist  
geradewegig. -



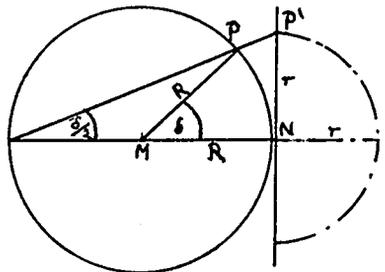
- (12) 2. Orthographische Projektion:  
man fällt das Lot von  
P auf  $\overline{MN}$ , dann gilt  
 $r = R \sin \delta$

- Diese Projektion ist  
reifertreu. -

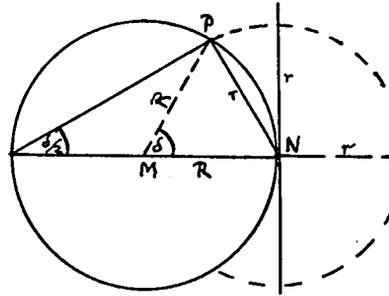


- (13) 3. Steréographische Projektion:  
(der Peripheriewinkel ist  $1/2$   
des  
zugehörigen Zentriwinkels)  
 $r = 2 R \tan \delta/2$

- Diese Projektion ist  
winkeltreu. -



4. Von den vorstehenden Projektionen kann uns höchstens die stereographische interessieren. Der Geograph sucht aber vor allem flächentreue Abbildungen. Eine solche entsteht auf geometrisch konstruktivem Weg (J.H.Lambert 1772), indem  $r$  nicht als Kugeltangente sondern als Kugelsehne von  $P$  nach  $N$  konstruiert wird. Nach dem Satz des Thales gilt dann



$$(14) \quad r = 2 R \sin \delta/2$$

- Diese Projektion ist Flächentreu (äquivalent). -

5. Rein konstruktiv läßt sich noch eine 5. Abbildung entwickeln:

$$(15) \quad r = R \operatorname{arc} \delta$$

d.h. der Radius  $r$  der Horizontalkreises (Projektionskreises) wird aus dem Bogenabschnitt von  $\delta$  multipliziert mit dem Erdradius ( $R$ ) gebildet. Diese Projektion ist mittabstandstreu (Abstand vom Berührungspunkt bleibt stets gleich). Anwendungsgebiet: Luftverkehrskarten.

Projektionen auf eine Ebene, die in einem Punkt berühren, nennt man Azimutalprojektionen, weil in allen diesen Projektionen das Azimut stets erhalten bleibt (auch bei nicht-winkeltreuen Karten).

FRAGE 9 : Was versteht man unter einem Azimut ?

Die vorstehend abgeleiteten Gleichungen gelten natürlich auch für äquatorständige und zwischenständige Lagen der Berührungsebene.

FRAGE 10 : Welche Form nehmen in einer polständigen Azimutalprojektion die Längskreise und Breitenkreise an ?

Anlage einer Projektion:

1. Man stellt eine Tabelle nach nebenstehendem Muster auf.

$y$	$\delta$	$\delta/2$	$\lg \delta/2$	$r$	$r \cdot 1/M$

2. Konstruktion für alle zu  $P'$

gehörenden Kreise ( $r \cdot 1/M$ ), die Breiten, und Zeichnung der Meridiane als strahlige Geraden von  $N$  aus unter ihrem wahren Winkel.

3. Die so erhaltenen Netzpunkte können verdichtet werden (Teilung); dann überträgt man in das Netz die gewünschten Angaben.

Äquatorständige Projektion : Bei der Berechnung ist lediglich zu beachten, daß jetzt  $\delta = \varphi$ . Das Abbild der geogr. Breiten und Längen ist jetzt allerdings anders. Da für den Geographen nur die stereographische und die konstruktiv-geometrische (Lambert'sche) Projektionen von Interesse sind, merken wir uns:

Stereographische Proj.: Äquator und Berührungsmeridian sind Geraden; alle übrigen Netzlinien sind Kreisbögen durch drei Hauptpunkte bestimmt.

Lambert'sche Proj.: Äquator und Berührungsmeridian sind Geraden; Meridiane sind Kreisbögen, Breiten sind Ellipsenbögen.

Anwendung: Darstellung einer Erdhälfte (Globularprojektionen), äquatornahe Bereiche .

Zwischenständige Projektion : Bei Berechnung ist zu beachten, daß  $\delta$  sich aus der Lage des Berührungspunktes ergibt. Für alle Berührungen zwischen Pol und Äquator ergibt sich folgendes Netzbild:

Stereographische Proj.: Berührungsmeridian ist eine Gerade; alle übrigen Netzlinien sind Kreisbögen.

Lambert'sche Proj.: Berührungsmeridian ist eine Gerade; alle übrigen Meridiane sind Kreisbögen; alle Breiten (auch Äquator) sind Ellipsenbögen.

-- Betrachten Sie einmal in Ihrem Atlas die verschiedenen Azimutalentwürfe, suchen Sie bei zwischenständigen Projektionen den Berührungsmeridian, versuchen Sie den Berührungspunkt zu ermitteln! --

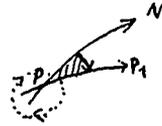
---                    ---                    ---

ANTWORT 6 :Konus und Zylinder berühren tangential, d.h. der jeweilige Berührkreis steht senkrecht auf R. Da der Zylindermantel überall den gleichen Abstand von der Zylinderachse hat, muß diese mit einer Kugelachse zusammenfallen; die Berührung kann dann nur in einem Großkreis erfolgen. - Der Kegel verjüngt sich von seiner Grundfläche zur Spitze; je nach der Größe des Öffnungswinkels an der Kegelspitze erfolgt die Berührung an einem kleineren oder größeren Kugelkreis, allerdings immer an einem Kleinkreis (Spezialfälle: Ein Kegel dessen Spitze im  $\varphi$  liegt, ist ein Zylinder; ein Kegel, dessen Öffnungswinkel  $180^\circ$  anstrebt, würde zur Ebene, die nur noch in einem Punkt berührt).

ANTWORT 7 :: Entsprechend den drei Hauptlagen des Projektionspunktes gibt es 9 Grundprojektionen, je drei für Ebene, Konus und Zylinder. Wollte man aber auch noch alle denkbaren Möglichkeiten von Schnittkonus und -zylinder berücksichtigen, so erhielte man eine sehr große Zahl, da hier die Lage der projizierten Punkte abhängig ist von der jeweiligen Schnittbreite.

ANTWORT 8 :: Ist  $M$  (Modul) groß, so ist der Maßstab klein, ist  $M$  klein, so ist der Maßstab groß, denn  $M$  ist ein Nenner, d.h. in der Bruchrechnung wird bei Vergrößerung des Nenners der Wert des Bruches verkleinert ( $1/4$  ist kleiner als  $1/2$ ). Beispiel:  $1:10000$  ist gegenüber  $1:500000$  ein großer Maßstab.

ANTWORT 9 :: Unter dem Azimut versteht man den Winkel gebildet aus dem Meridian durch  $P$  ( $\overline{NP}$ ) und der Richtung  $\overline{PP}_1$  im Uhrzeigersinne. Landläufig ausgedrückt wäre das Azimut der Richtungsunterschied gegen Nord, allerdings immer im Uhrzeigersinn gemessen, also über Ost, Süd und West.



ANTWORT 10: In der polständigen Azimutalprojektion ist  $r$  der jeweilige Abstand jedes Punktes auf dem betreffenden Breitenkreis vom Berührungspunkt (Pol); das Abbild des Breitenkreises ist also ein konzentrischer Kreis um den Pol (was für alle  $r$  und damit alle Breiten gilt). - Teilt man jeden so abgebildeten Breitenkreis in 360 Teile entsprechend den  $360^\circ$  des Kreises ( $2 \times 180$  Meridiane) und verbindet alle dem Winkelwert nach zusammengehörigen Teilstriche, so erhält man als Abbild der Meridiane strahlige Geraden, die sich im Berührungspunkt (Pol) schneiden.

Verfolgen Sie einmal den Verlauf der Netzlinien an einer polständigen Azimutalprojektion in Ihrem Atlas!

Projektion auf eine abwickelbare Körperfläche

Oberflächen konischer Körper (Kegelprojektionen):

Allgemein üblich ist hier nur die Lage der Kegelspitze über einem Pol, d.h. Kugel- und Kegelachse fallen zusammen. Ausgang weiterer Betrachtungen ist die zentrale Lage des Projektionspunktes. Im Schnittbild bedeuten:

$R$  = Kugelradius

$r = \overline{FN'}$  = Polabstand der Berührungsbreite

$\varphi$  = Radius des Berührungskreises

$\epsilon$  = Öffnungswinkel des abgerollten Kegelmantels

$b_{\varphi P} = \text{arc } \epsilon = \text{Bogenlänge des abgerollten Kegelmantels}$

Der Polabstand der Berührungsbreite ergibt sich aus der Skizze

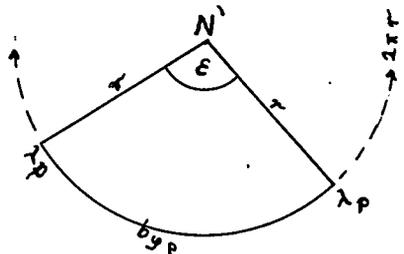
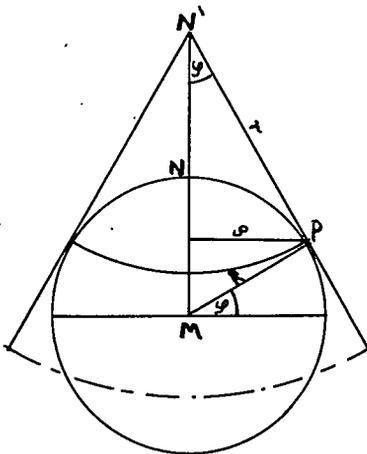
$$(16) \quad r = R \cot \varphi$$

Der Öffnungswinkel des abgerollten Kegelmantels ergibt sich aus dem Verhältnis Kreisabschnitt zu Vollkreis

$$(17) \quad \frac{\epsilon}{360} = \frac{b_{\varphi P}}{2\pi r} \quad ; \quad \text{wobei } b_{\varphi P} = \text{arc } \epsilon = 2\pi\varphi \quad (\text{siehe (7,8)})$$

Der Winkel  $\epsilon$  wird anteilmäßig unter alle  $\lambda$  geteilt (strahlige Geraden); die Schenkel  $r$  werden gleichmäßig in alle  $\varphi$ , die zwischen  $N$  und  $P$  liegen, unterteilt. Die Teilung aller  $\lambda$  auf  $b_{\varphi P}$  (Berührungsbreite)

nennt man "abweitungstreu". Das gilt nicht für die Teilung der  $\varphi$  (Breitenkreise), die als Kreisbögen gezeichnet werden,



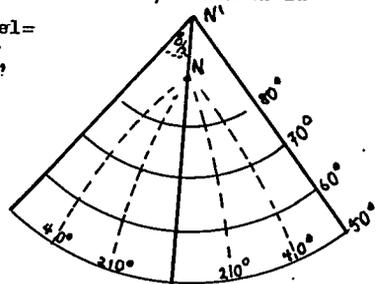
Natürlich kann man auch über P hinauskonstruieren. Bei genauer Betrachtung stellt sich

**FRAGE 11** : Warum kann diese Kegelprojektion nur im Nahbereich der Berührungsbreite verwendet werden ?

Um die mangelhafte Flächentreue dieser Kegelprojektion zu verbessern, unterteilt man nicht nur die Berührungsbreite  $\varphi$  abweitungstreu (in alle  $\lambda$ ), sondern auch die Meridiane. Dazu wählt man zunächst die Winkelhalbierende von  $\xi$  und teilt auf dieser Geraden alle Breiten von  $\varphi_P$  bis  $\varphi_N$  abweitungstreu ab, ebenso verfährt man auf den Schenkeln  $r$ . Die Breiten werden als Kreisbögen dargestellt. Dabei wird die Projektion von  $\overline{PN'}$  auf  $\overline{PN}$  gestaucht, der Pol erscheint nun als Kreisbogen. Auch diese - modifizierte - Kegelprojektion ist nicht ganz Flächentreu, die Genauigkeit nimmt mit Abstand von der Berührungsbreite ab, obgleich hier alle Meridiane längentreu sind.

Eine weitere Verbesserung in Richtung Flächentreue wurde von dem Franzosen de l'Isle (1675-1725) erreicht: Anstelle des Berührungskegels tritt ein Schnittkegel. Hält man den Abstand der Schnittbreiten  $\varphi_1$  und  $\varphi_2$  möglichst klein, so ist diese Abbildung, da die Schnittbreiten längentreu abgebildet werden, praktisch flächentreu.

Aus der "de l'Isle-Projektion" entwickelte Rigobert Bonne (1727-1795) eine flächentreue Abbildung. Ausgang ist ein Schnittkegel mit längentreuen Schnittbreiten. Die zweite, auch von Bonne entworfene Projektion, operiert mit einem Berührungskegel. Analog der modifizierten Kegelprojektion (siehe oben) wird die Berührungsbreite längentreu nach den Meridianschnitten und der Mittelmeridian ( $\xi/2$ ) längentreu nach den Breitenschnitten unterteilt.  $N'$  wird zu  $N$ . In den abgetragenen (wahren) Breiten auf  $\xi/2$  werden Kreisbögen um  $N'$  geschlagen. Auf diesen Breiten erfolgt die abstandstreu Teilung der Meridianschnitte, die dann zu Kurven miteinander verbunden werden. Mittelmeridian und alle Breiten sind längentreu, die Abbildung ist flächentreu, verliert aber mit Abstand vom Berührungskreis und Mittelmeridian an Bildnistreue. Das wird verbessert durch die Bonne'sche Schnittkegelprojektion, deren Konstruktion in ähnlicher Form erfolgt,



**Frage 12** : Worin unterscheiden sich die Netze der äquivalenten zwischenständigen Azimutalprojektion und der Bonne'schen Kegelprojektion ?

Beide Bonne'schen Kegelentwürfe werden recht häufig in Atlanten verwendet. Sehen Sie einmal Ihren Atlas daraufhin durch!

Ebenfalls wird in den letzten Jahren wieder häufiger eine Abbildung des Mathematikers Albers (19. Jhd) in Weltatlanten eingeführt! Grundlage der Abbildung ist ein Schnittkegel, wobei die Kugelzone (Bereich zwischen den Schnittbreiten) gleich dem Kreisringsektor des abgerollten Kegelmantels (=Kegelstumpf) gesetzt wird:

$$(18) \quad (\varphi_1 + \varphi_2) \pi r = 2\pi R h$$

Diese Abbildung ist absolut flächentreu!

### Oberflächen zylindrischer Körper :

FRAGE 13 : Wir behaupten: Alle Zylinderprojektionen haben das gleiche Netzbild! Wie sieht es aus ?

Stellen wir uns vor, Projektionspunkt im Kugelmittelpunkt, Zylinderberührung am Äquator, dann gilt zunächst, daß alle Längskreise  $\perp$  auf allen Breitenkreisen abgebildet werden, wobei der Abstand zwischen den Breitenkreisen polwärts zunimmt. Forderung: In der Abbildung sollen alle Winkel der Kugeloberfläche erhalten bleiben. Das ist nur unter einer Bedingung möglich:

Da in der Natur die Abstände zwischen zwei Längskreisen polwärts abnehmen ( $\Delta\lambda$ ), müssen zur Erhaltung der wahren Winkel die (in der Natur gleichbleibenden) Abstände zwischen zwei Breitenkreisen ( $\Delta y$ ) entsprechend wachsen. Im Prinzip veranschaulicht dies bereits die zentrale Projektion, doch stimmt der Betrag der Ausdehnung von  $\Delta y$  nicht genau. Wählen wir für unsere Berechnung sehr kleine Winkel  $\varphi$ , dann werden auch die  $\Delta y$  nur sehr klein sein, d.h. der Betrag des Wachstums wird auch nur gering sein.

Unter der Voraussetzung sehr kleiner  $\varphi$  gilt :

$$\frac{\text{Breitenkreisabschnitt } \Delta\lambda}{\text{Längskreisabschnitt } \Delta y} = \frac{2\pi\varphi}{2\pi R} = \cos\varphi \quad (\text{n.Gl.(7)}), \text{ dann gilt}$$

$$\frac{\Delta\lambda \text{ der Karte}}{\Delta y \text{ der Karte}} = \frac{\varphi}{R} = \cos\varphi \quad (\text{nach dem Strahlensatz})$$

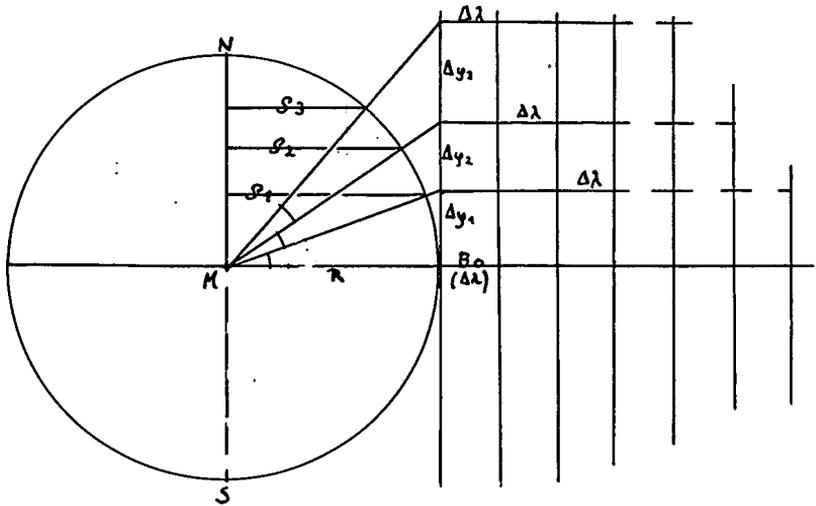
In der Abbildung dürfen wir jetzt die Bogenabschnitte ( $\text{arc})\Delta\lambda$  und  $\Delta y$  als Geraden gleich den Kugelbögen setzen, da die  $\varphi$  sehr klein sind.

Da auch in der Karte alle

$$\Delta\lambda = B_0 \quad (\text{Breitenabschnitt am Äquator}) \quad , \text{ gilt}$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\Delta y} = \frac{B_0}{\Delta y} = \frac{\varphi}{R} = \cos\varphi$$

$$(20) \quad \Delta y = B_0 \frac{1}{\cos\varphi}$$



(20) gilt jedoch nur für einen Längengradabschnitt; jeweils gilt

$$\text{für den ersten Abschnitt } \Delta y_1 \quad \Delta y_1 = B_0 \frac{1}{\cos y_1}$$

$$\text{für den zweiten Abschnitt } \Delta y_2 \quad \Delta y_2 = B_0 \frac{1}{\cos y_2} \quad \text{usw. bis}$$

$$\text{für den n-ten Abschnitt } \Delta y_n \quad \Delta y_n = B_0 \frac{1}{\cos y_n}$$

Für den gesamten Kartenbereich von  $y_1$  bis  $y_n$  gilt dann

$$L_{y_1 \rightarrow y_n} = \Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3 + \dots + \Delta y_{n-1} + \Delta y_n$$

$$L_{y_1 \rightarrow y_n} = B_0 \frac{1}{\cos y_1} + B_0 \frac{1}{\cos y_2} + \dots + B_0 \frac{1}{\cos y_{n-1}} + B_0 \frac{1}{\cos y_n}$$

$$(21) \quad L_{y_1 \rightarrow y_n} = \int_{y_1}^{y_n} B_0 \frac{1}{\cos y} = B_0 \int_{y_1}^{y_n} \frac{1}{\cos y}$$

Je kleiner  $\Delta y$  gewählt wird, desto genauer ist die winkeltreue Wiedergabe.

Diese Projektion wurde entwickelt und berechnet mit  $y$  in Minutenabständen

um 1535 von dem Duisburger Kartographen Gerhard Krämer gen. Mercator.

Heute wird nach folgender Formel verfahren :

$$(22) \quad L_{0 \rightarrow y} = R \int_0^y \sec y = R \cdot 2,302585 \log \tan \left( \frac{\pi}{4} + \frac{y}{2} \right)$$

dabei gilt  $\sec y = \frac{1}{\cos y}$

Als echte Abbildung kann die Projektion in orthographischer Lage gelten. Berührt der Zylinder am Äquator (Großkreis), so gilt der Satz des Archimedes: Wird eine Kugel längs eines Großkreises von einem geraden Zylinder berührt, so ist die Fläche des Kugelgürtels ( $F_k$ ) zwischen zwei dem Berührungsgroßkreis parallelen Schnittebenen gleich der Fläche des Zylinders ( $F_z$ ) zwischen denselben Ebenen.

$$F_k = 2\pi R h \quad ; \quad F_k = F_z$$

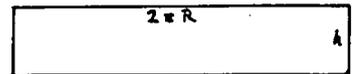
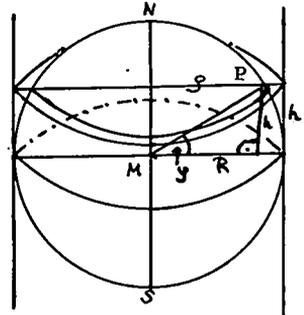
$$F_z = 2\pi R h$$

$h = R \sin \gamma$  , wobei das Lot von P auf den Äquatorradius R gleich der Höhe h des Zylinderringes ist.

$$(19) \quad F_z = 2\pi R^2 \sin \gamma$$

Diese Projektion ist flächentreu! Sie wurde nach dem Archimedesschen Konzept von Lambert neu entworfen. Ihre Anwendung muß sich jedoch auf äquatornahe Bereiche beschränken.

**FRAGE 14** : Warum sind Zylinderprojektionen der ganzen Erde, die bis zu den Polen durchkonstruiert werden, als geometrisch "unsinnig" zu bezeichnen ?



#### Unechte Zylinderprojektionen :

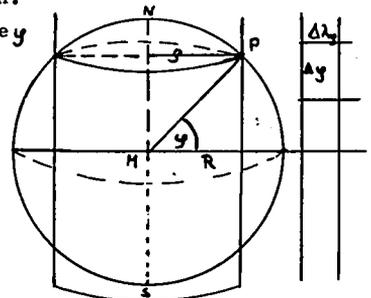
Zu unechten Projektionen werden jene Entwürfe gerechnet, die nicht durch direkte "Projektion" entstehen (vergl. Lambert). Hier handelt es sich um die Schnittzylinderprojektionen.

Lassen wir einen Zylinder unter der Breite  $\gamma$  bei P schneiden, dann entspricht der Abstand zwischen zwei Meridianen der Größe  $\Delta \lambda_y$  unter der Schnittbreite. Dieser Abstand gilt für alle  $\Delta \lambda$ . Er ergibt sich aus (7/8), denn

$$\frac{U_y}{U_0} = \frac{\Delta \lambda_y}{\Delta_0} \quad ; \quad \text{wobei } \Delta_0 = B_0$$

$$(24) \quad \Delta \lambda_y = B_0 \cos \gamma$$

Die Meridianabschnitte  $\Delta_y$  sind als Großkreisabschnitte alle gleich  $B_0$ .



Wegen des rechteckigen Netzes nennt man diese Karte RECHTECKIGE PLATTKARTE. Sie ist weder flächen- noch winkeltreu, wird aber wegen ihres einfach zu konstruierenden Netzes gern als Arbeitskarte für ausgewählte Zonen verwendet.

FRAGE 15 : In welchen Bereichen ist eine rechteckige Plattkarte genau in der Abbildung und warum kann die Karte nur für begrenzte Zonendarstellungen verwendet werden ?

Nähert man sich mit der Schnittbreite dem Äquator, so wird  $\Delta \lambda_y$  allmählich größer, um bei  $y = 0$  gleich  $B_0$  zu werden, d.h. aus der Schnittlage wird eine Berührungslage. Konstruktion erfolgt genau wie bei der rechteckigen Plattkarte, alle  $\Delta \lambda = \Delta \lambda_y = B_0$ . Da alle  $\Delta y$  auch gleich  $B_0$  sind (siehe letzte Zeile S. 15), erhält die Karte ein quadratisches Netz mit den Maschenwerten

$$(25) \quad \Delta \lambda = B_0 \quad ; \quad \Delta y = B_0$$

Die Karte wird QUADRATISCHE PLATTKARTE genannt.

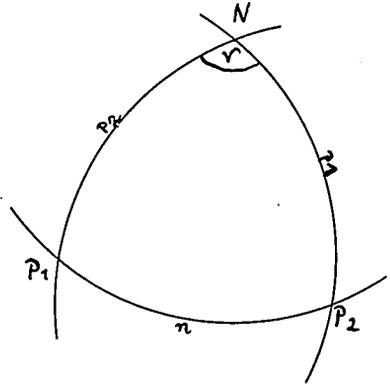
Anwendung der sphärischen Bezüge in der Ebene :

Die kürzeste Verbindung zwischen zwei Punkten auf der Kugeloberfläche ist der Großkreisbogen, die Orthodrome (d.i. Rechläufige). Sie ist aber nicht die bequemste Verbindung. Für alle Bewegungen, die ausschließlich mit Hilfe von Winkelmessungen durchgeführt werden (Seeverkehr, Luftverkehr) ist eine orthodromische Bewegung umständlich, da sich bei dieser ständig der Winkel ändert (Ausnahme: Meridianbewegungen, Äquatorbewegung). Bequemer ist die einmalige Festlegung des Richtungswinkels und seine Übernahme aus einer winkeltreuen Karte (z.B. Mercator-Projektion). Diese Richtung ist auf der Karte eine Gerade, die kürzeste Verbindung zwischen zwei Punkten (nur gültig in der Karte, auf dem Globus verläuft die Richtung spiralförmig. Veranschaulichen Sie sich dies auf einem Globus, beachten Sie, daß der Richtungswinkel stets gleich bleibt! - Diese Linie unter gleichem Winkel nennt man Loxodrome (d.i. Schrägläufige).

Die Ermittlung der Loxodrome ist mit Hilfe einer winkeltreuen Karte recht einfach. Viel häufiger aber muß man die kürzeste Entfernung zwischen zwei Punkten, die Orthodrome, bestimmen. Das ist auf einem Globus zwar möglich, doch sind Globen i.R. recht klein im Maßstab und daher ungenau.

Gesucht sei die kürzeste, orthodromische, Entfernung zwischen zwei beliebigen Punkten  $P_1$  und  $P_2$ . Jeder Punkt der Erdoberfläche liegt

auf einem bekannten Großkreis, einem Meridian. Die zu  $P_1$  und  $P_2$  gehörigen Meridiane schneiden sich im Pol. Gesucht wird die Entfernung auf dem Großkreisbogen zwischen  $P_1$  und  $P_2$ . Wir erhalten ein sphärisches Dreieck  $P_1 P_2 N$  mit den Seiten  $p_1$   $p_2$   $n$  und dem Winkel  $\gamma$  bei  $N$ , der dem Winkel zwischen den Großkreistangenten bei  $N$  entspricht..



Die Bögen für  $p_1 = \text{arc}(90^\circ - \varphi_1)$  und

$$p_2 = \text{arc}(90^\circ - \varphi_2) \quad \text{ergeben sich aus } P_1 = (\lambda_1; \varphi_1) \text{ und } P_2 = (\lambda_2; \varphi_2) .$$

$$\gamma = \lambda_2 - \lambda_1$$

Die Bogenlänge  $n$  ist mit Hilfe des Seiten-Cosinus-Satzes des sphärischen Dreiecks zu ermitteln: Im sphärischen Dreieck gilt, wenn dieses aus Großkreisabschnitten gebildet wird und kein Winkel größer als  $180^\circ$  ist, daß die dritte Seite zu berechnen ist, wenn die beiden anderen Seiten und der von ihnen gebildete Winkel bekannt sind (Seitenlängen in  $\text{arc } \varphi$ ).

$$(23) \quad \cos n = \cos p_1 \cos p_2 + \sin p_1 \sin p_2 \cos \gamma$$

- - - - -

ANTWORT 11 : Die Berührungsbreite wird längentreu abgebildet, da der Abstand zwischen je zwei Meridianen gleich dem wahren Abstand auf der Kugel ist. Daraus ergibt sich eine genäherte Flächentreue in unmittelbarer Nähe der Berührungsbreite. Mit Abstand von ihr nimmt die Verzerrung und Ungenauigkeit erheblich zu.

ANTWORT 12 : Mittelmeridiane beider Projektionen sind Geraden, die Breiten der Lambertschen Pr. sind Ellipsenbögen, die der Bonne'schen Pr. sind Kreisbögen. Hierfür den Nachweis zu führen, bedarf es einer umständlichen geometrischen Methode. Leichter ist folgende Unterscheidung.: Die Abstände auf dem Mittelmeridian zwischen gleichen Breitenkreisdurchgängen nehmen bei Lambert mit Entfernung vom Berührungspunkt ab, während sie bei Bonne stets gleich bleiben.

ANTWORT 13 : In allen Zylinderprojektionen, auch in den unechten, stehen die Meridiane senkrecht auf den Breitenkreisen, d.h.

ein zylindrisches Netz ist immer rechtwinklig. Das ergibt sich daraus, daß die Zylinderachse stets parallel zu einer Kugelachse verläuft, wo durch das Abbild der Meridiane stets senkrecht zum Abbild der Breiten erscheint.

ANTWORT 14 : Diese Antwort ergibt sich bereits aus Antwort 13; da die Breitenkreise auf der Kugel als Kleinkreise polwärts verkürzt werden, im Abbild auf dem Zylinder jedoch stets Äquatorlänge erhalten, werden auch die beiden Pole in dieser Ausdehnung abgebildet, d.h. sie werden zu Linien. In Natur sind die Pole aber Punkte. Geometrisch gesehen ist die Darstellung eines Punktes als Linie unsinnig. Darum werden Zylinderprojektionen i.R. nicht bis zum Pol durchgeführt, sondern in hohen Breiten abgebrochen.

ANTWORT 15 : Hier verhält es sich wie bei der einfachen (Berührungs-) Kegelprojektion: Die Schnittbreiten (N und S) werden längentreu abgebildet, d.h. die Bereiche, hier Zonen, in Nähe der Schnittbreiten sind relativ flächentreu. Schon bei  $10^\circ$  Abstand vom Schnitt ist die Genauigkeit bereits um 10 % gesunken (dies Verhältnis fällt weiter erheblich). Somit kann zwar eine globale Zone weitgehend genau abgebildet werden, wenn die N-S-Ausdehnung nicht zu groß gewählt wird. Daraus ergibt sich weiter, daß Darstellungen auf beiden Halbkugeln gleichzeitig wenig sinnvoll sind. Man benutzt also sinnvoll eine Schnittzylinderprojektion nur für die NHK oder SHK .

---

---

---

### Konstruktionen

Unter Konstruktionen versteht man solche Abbildungen, die sich von der reinen Projektion lösen. Sie können von echten oder unechten Projektionen abgeleitet sein oder auch reinrechnerisch-konstruktiv entworfen werden.

1. Walter Behrmann (1882-1955) geht aus vom flächentreuen Zylinderentwurf (19), konstruiert ihn aber als Schnittzylinder mit der Forderung  $F_z = 4\pi R^2$ , d.h. der Zylinder soll der Kugelfläche entsprechen. Dies ist projektiv nicht zu erreichen! Experimentell ermittelte Behrmann als günstigste Schnittbreite  $\varphi = 30^\circ$ . Hierdurch vermeidet er die Stauung der höheren Breiten. Da die Abbildung entsprechend den Zylinderprojektionen ein rechtwinkliges Netz besitzt, wird sie als flächentreue Darstellung gern für Themakarten verwendet.

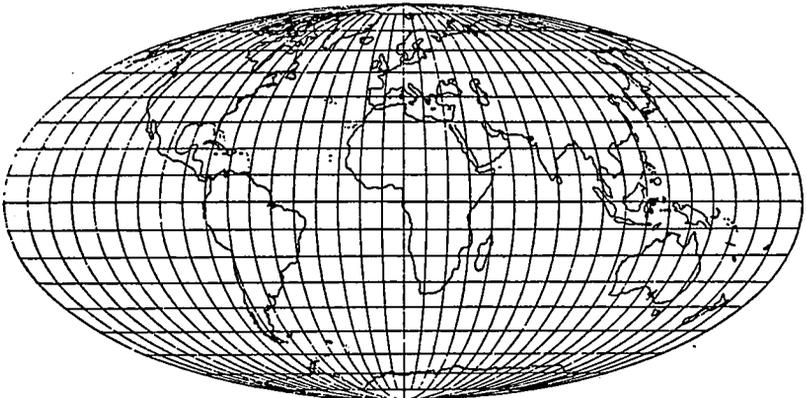
2. C.B. Mollweide (1774-1825) operiert mit der Halbkugel­fläche, die er der Kreisfläche gleichsetzt:

$$(26) \quad 2\pi R^2 = \pi r^2 \quad - \quad r = R\sqrt{2}$$

Ausgang der Konstruktion sei die orthographische Äquator­ständige Azi­mutalprojektion (12) mit geradlinigem Äquator und darauf senkrecht stehenden geradem Mittelmeridian. Länge des Äquators:  $2r$ . Alle übrigen Breitenkreise werden parallel zum Äquator abgetragen nach dem Prinzip, daß die Fläche jeder halben Kugelzone (auf der Erde) der Fläche des zugehörigen Kreisstreifens (in der Karte) entspricht:

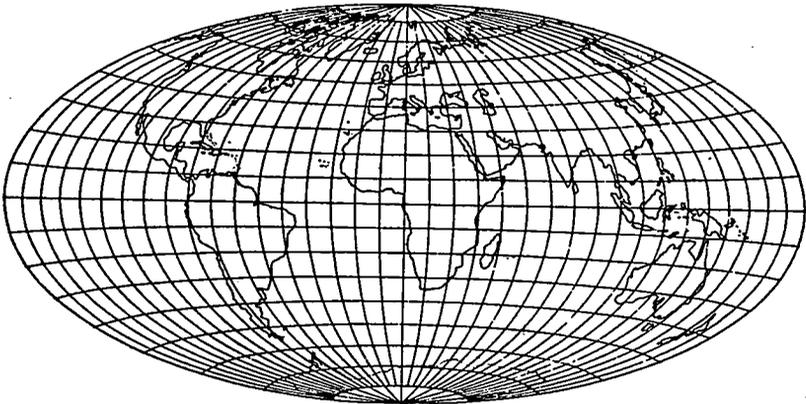
$$(27) \quad 2\pi R h = \pi r^2 \cdot 1/x \quad (x \text{ stellt die Zahl der Kreisstreifen dar})$$

Damit ist für die Halbkugel bereits das Breitenkreisbild fertig. Auf ihnen werden die Meridianschnitte abweitungstreu abgetragen und dann diese zum Meridianbild verbunden, diese bilden elliptische Bögen, ausgenommen der Mittelmeridian (Gerade) und die Begrenzungsmeridiane (Kreisbögen), Um die gesamte Kugel auf die Karte zu bekommen, operiert man in gleicher Weise nach beiden Seiten weiter bis  $180^\circ$  westl. und östl. des Mittelmeridians. Der äußere Umfassungsmeridian bildet eine Ellipse. (Mollweides Ellipsenkonstruktion). Als flächentreue Darstellung oft als Themakartenvorlage in Atlanten verwandt. Leider werden die höheren Breiten in N-S-Richtung stark zusammengepreßt.



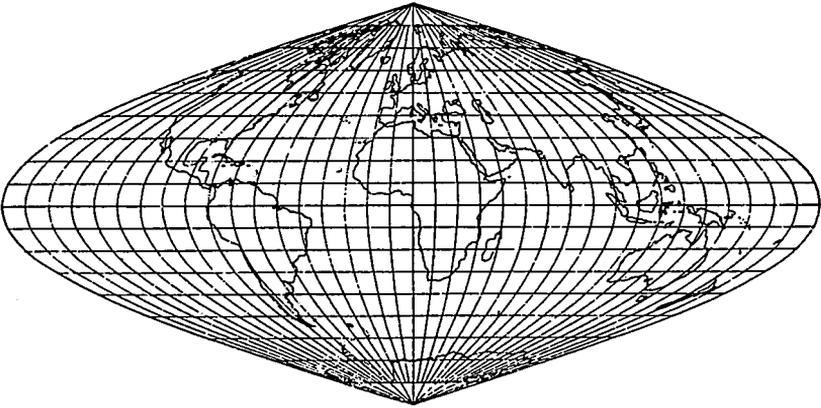
Entwurf von Mollweide

3. E. Hammer (1858-1925) operiert rein konstruktiv, indem er von der äquivalenten äquatorständigen Azimutalprojektion (n.Lambert) ausgeht (14). Es wird zunächst eine Halbkugel nach (14) entworfen, dann werden von allen Netzpunkten (Schnitte der Breiten und Meridiane) Lote auf den Äquator gefällt. Durch Halbierung der Lote entstehen neue Netzpunkte, jetzt für die ganze Erdkugel (infolge der Halbierung). Die neuen Punkte werden entsprechend ihren neuen Netzwerten zu Meridianen und Breitenkreisen verbunden (elliptische Bögen), lediglich Äquator und Mittelmeridian sind aufeinander stehende senkrechte Geraden, Umrahmungsmeridian ist eine Ellipse, Mittelmeridian =  $1/2$  Äquator. Die Karte ist flächentreu.



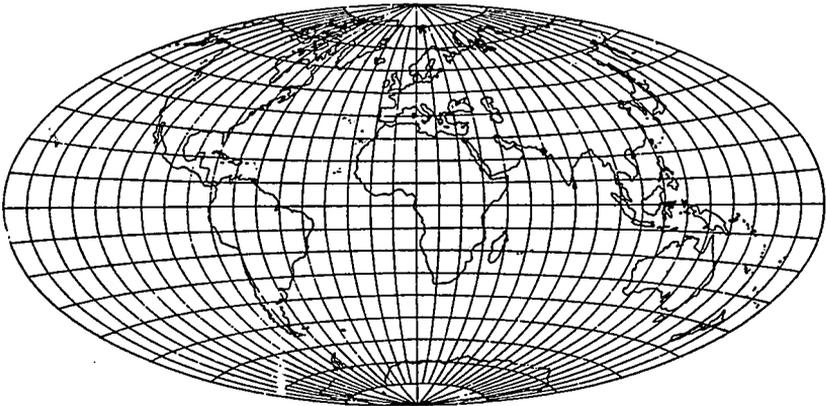
Entwurf von Hammer

4. Flächentreue Mercator-Konstruktion: Äquator u.  $MM$  werden als zueinander senkrechte Geraden längentreu abgebildet, auf dem Mittelmeridian  $MM$  dann die Breitenkreisschnitte abweitungstreu abtragen und die Breiten als Äquatorparallele anlegen. Auf allen Breiten die Meridianschnitte abweitungstreu vom Mittelmeridian aus abtragen und die Schnittpunkte zu Meridianen verbinden (Sinusbögen). Da alle  $\Delta y$  und  $\Delta \lambda$  in ihren wahren Größen abgebildet werden, ist die Abbildung flächentreu, doch ist sie zu den Polen hin stark gestaucht. N. Sanson (1646-1719) hat diese Abbildung wiederentdeckt, weshalb sie auch Mercator-Sanson-Entwurf genannt wird. (Erste Veröffentlichung im Mercator-Hondius-Atlas 1615).



Mercator-Sanson-Entwurf

5. Um den Verzerrungen in Äquator- und Mittelmeridianferne zu entgehen, wählte D.Aitoff (1854-1933) als Ausgang die mittabstandstreue Äquatorständige Azimutalprojektion (15). Die weitere Konstruktion ist genau wie bei Hammer. Die Darstellung des Erdbildes erscheint weitgehend globusgerecht, ist aber weder flächen- noch winkeltreu.

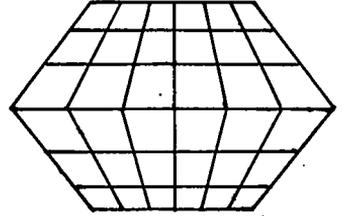


Aitoffs Entwurf

**FRAGE 16** :: Die unter 1, 2 und 4 beschriebenen Entwürfe haben außer der Flächentreue noch eine für geographische Darstellungen vorteilhafte Eigenschaft. Welche könnte das sein ? (Verwandtschaft mit echten Zylinderprojektionen)

6. Der Geograph und Kartograph Max Eckert (1868-1938) versuchte in einer Folge von sechs Entwürfen Flächentreue, Bildnistreue und den Vorteil paralleler Breitendarstellung zu vereinigen. Ausgang aller Entwürfe ist dabei die längentreue Darstellung des Äquators. Um aber eine Stauchung in Polnähe zu vermeiden, müssen die hohen Breiten in W - E - Richtung gedehnt werden, was wiederum (zur Erhaltung der Flächentreue) eine Verkürzung des Mittelmeridians bedingt. Eckert entschloß sich, allen Entwürfen eine Pollinie (wie bei den Zylinderprojektionen) zu geben, die der halben Äquatorlänge entspricht.

I. und II. Entwurf: Das Netzbild der gesamten Erde bildet ein Doppeltrapez mit Äquatorlänge  $2\pi R$  und Pollinie  $\pi R$ . Die Meridiane ergeben sich durch abweichungstreue Teilung auf dem Äquator und entsprechender  $1/2$  Teilung auf den Pollinien. Die Höhe der Karte



- Länge des Mittelmeridians - ergibt sich aus der Gleichsetzung der Fläche des Doppeltrapezes mit der Kugelfläche :

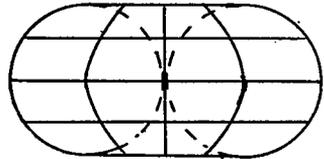
$$(28) \quad (a + b) h = 4\pi R^2$$

Da diese Abbildung infolge der Meridianknickungen am Äquator kaum praktische Bedeutung hat, ging Eckert weiter zum

III. Entwurf: Die Meridiane sollen jetzt als Bögen erscheinen. Ausgang zu ihrer Konstruktion sind zwei Kreise mit dem Radius  $1/4$  Äquator ( $R/2$ ), die sich am Schnittpunkt von Äquator und Mittelmeridian berühren. Der westl. und östl. Außenbogen der Kreise sind die Begrenzungsmeridiane der Karte (Kreisbögen),

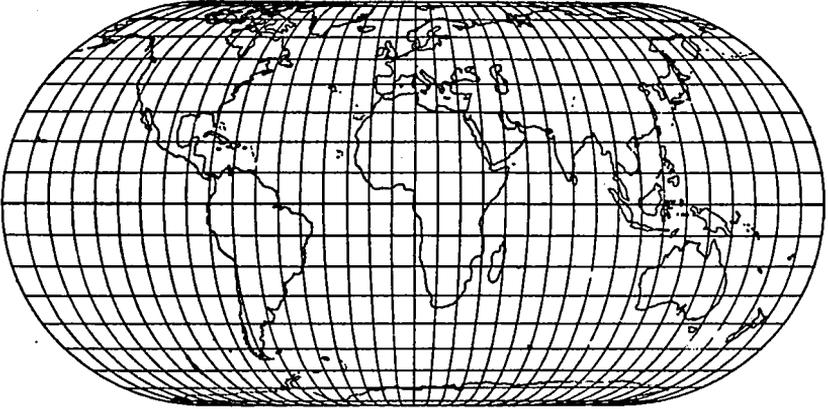
Mittelmeridian ist eine Gerade, die übrigen Meridiane (abweichungstreu abgetragen) werden elliptische Bögen.

Da der Entwurf flächentreu sein soll; muß die so entstandene Figur der Kugelfläche gleichgesetzt werden. Man



muß bei diesem Entwurf beachten, daß die Karte insgesamt flächentreu ist, einzelne Teile für sich genommen jedoch nur Annäherung an eine Flächentreue bieten. Der

IV. Entwurf entspricht im Bild dem vorigen, doch werden jetzt die einzelnen Breitenzonen den jeweiligen Kugelzonen in der Fläche gleichgesetzt (ähnlich Mollweide). Je schmaler die einzelnen Breitenzonen ge-



Eckerts elliptischer Entwurf (IV)

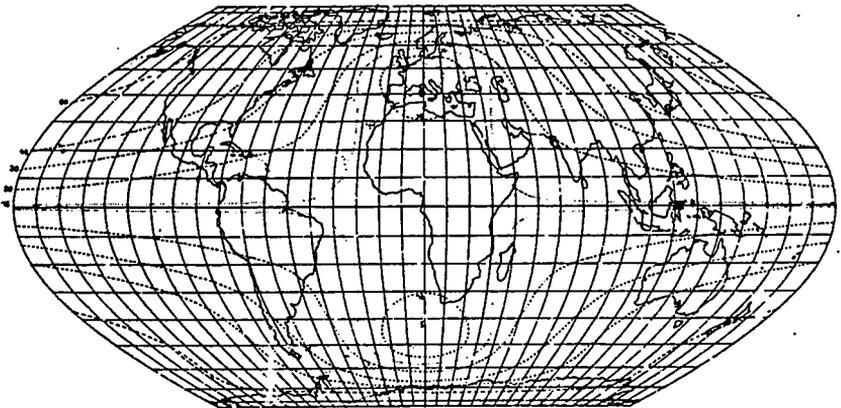
wählt werden, umso feingliedriger wird die Flächentreue erreicht. Damit erreicht man eine zonare Flächentreue bei relativ globusgerechter Darstellung.

V. und VI. Entwurf: Ziel ist hier eine Verfeinerung der Flächentreue und Verbesserung der globusgerechten Abbildung. Grundüberlegung wird: Das Verhältnis der  $y$ -Werte zu den  $\lambda$ -Werten ergibt sich aus der Gleichung

(29)

$$y = \sin x \quad ; \text{ wobei } y \text{ für } \varphi \text{ und } x \text{ für } \lambda \text{ stehen.}$$

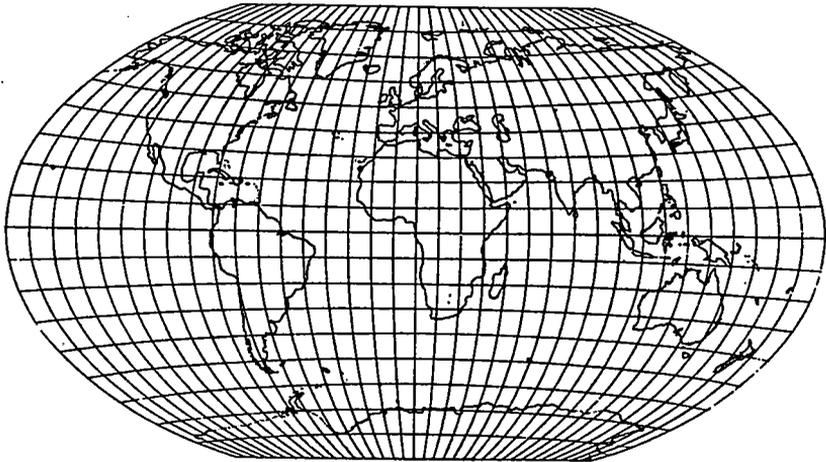
Die Meridiane bilden dementsprechend Sinuskurven. Bei diesen Entwürfen halten sich die Verzerrungen in Grenzen. Entwurf V ist insgesamt, Entwurf



Eckerts Sinuslinien-Entwurf (VI)

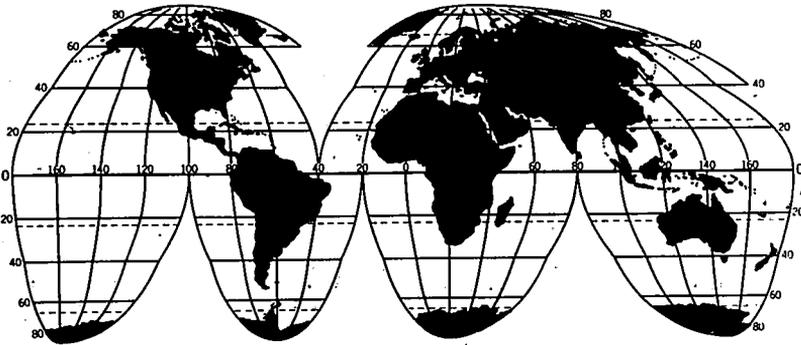
wurf VI ist entsprechend (29) in Breitenzonen flächentreu. - Diese letzte Abbildung, oftmals auch Sinusoidal-Entwurf genannt, wird heute in vielen Atlanten als Erdkarte verwendet, obgleich auch hier die Bereiche im Mittelmeridianferne schon beachtlich verzerrt erscheinen.

7. Oswald Winkel (1874-1953) ging völlig andere Wege: Ihm kam es nicht so sehr auf Flächentreue, als mehr auf Bildnistreue an. Er wurde bekannt durch die vermittelnden Entwürfe, d.h. es wird hier zwischen Flächentreue und Bildnistreue im Globussinne vermittelt. Um eine erdnaheres Bild zu erreichen, verzichtete er auf eine exakte Flächentreue. Aus der recht umfangreichen Anzahl seiner Entwürfe ist der hier abgebildete konstruktiv aus Aitoffs Entwurf ( $r = R \arcsin \delta$ ) und einer rechteckigen Plattkarte (24) entstanden. Die in diesem Entwurf recht gut dargestellten Lagebeziehungen haben ihn zu einer vielverwendeten Atlaskarte gemacht. Man beachte hier aber, daß keine Flächentreue erzielt wird!



Winkels vermittelnder Entwurf

8. Der Geograph J.P. Goode (1862-1932) erinnerte sich ältester Kenntnisse der Kartographie, um Flächentreue und Bildnistreue gleichermaßen zu erreichen. Ausgang ist das sphärische Zweieck der Coronellischen Erdkarte. Goode legt jedoch nur einige Schnitte an, u.zw. in den Ozeanen, die für eine Kontinentdarstellung weniger wichtig sind. Er erhält eine aufgeschnittene Abbildung, wobei die Schnitte der NHK und SHK sich nicht entsprechen. Auch hier sind alle Breitenkreise als Äquatorparallele dargestellt, die Meridiane sind Sinuskurven.



Goodes Entwurf von 1923

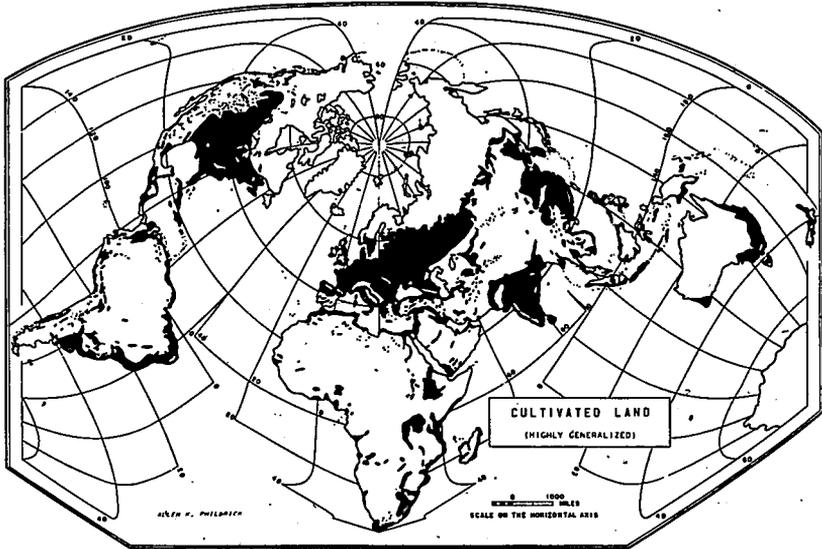
Infolge der auf den beiden Halbkugeln unsymmetrisch angelegten Schnitte gelten die Mittelmeridiane - als Geraden abgebildet - nur jeweils für eine Halbkugel. Als nachteilig wirkt die Sinuskrümmung sich in höheren Breiten aus: Die sonst weitgehend ausgleichende Darstellung wird zu den Polen hin noch zu sehr gestaucht. Daher versuchte Goode um 1923 einen weiteren Entwurf, in dem die Meridiane nur zwischen  $40^{\circ}$  N und  $40^{\circ}$  S als Sinuskurven abgebildet werden. Bei Erhaltung der Flächentreue wird hierdurch das Erdbild globusgerechter. Nachteilig ist immer noch die Landmasse Eurasiens abgebildet.

Natürlich läßt sich diese Abbildung auch für die Ozeane anlegen; dann müssen die Schnitte in die Kontinente gelegt werden (siehe Beispiele in den von Goode bearbeiteten amerikanischen Atlanten).

FRAGE 17 : Bei den Entwürfen 1 bis 7 wurde erläutert, von welchen echten Projektionen die Ableitung zu sehen war. Von welcher Grundprojektion könnte man sich Goodes Entwürfe abgeleitet vorstellen ?

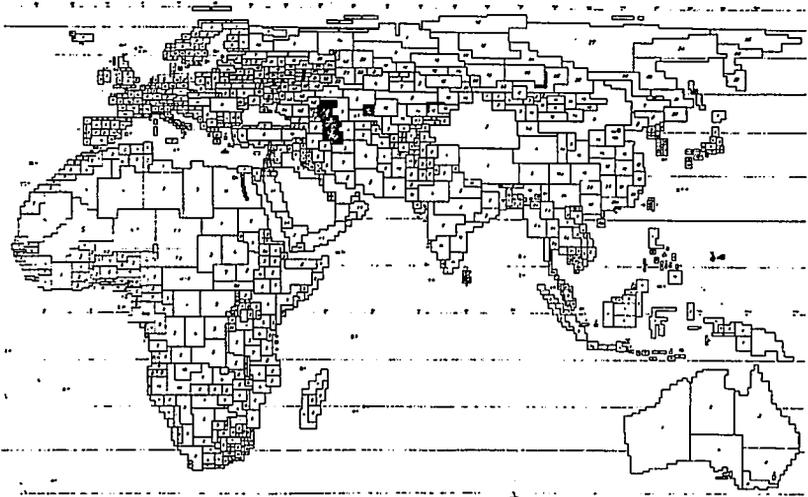
9. Das Problem der Stauchung Eurasiens und die mehrfache Aufteilung der Antarktis versuchte der Geograph Philbrick dadurch auszuschalten, daß er anstelle der zylindrischen Ausgangsprojektion die modifizierte Kegelprojektion setzte. Er erreicht damit eine Gruppierung der Landmassen um einen Pol - in unserer Abbildung den Nordpol -, zusätzlich aber die SHK an drei Stellen aufklaffen läßt, wodurch auch für die Südkontinente das Globusbild erhalten bleibt. Die dem Hauptmittelmeridian gegenüberliegende Flanke wird auch auf der NHK leicht aufgeschnitten. Um die Flächentreue zu erhalten, müssen die Schnitte auf

der SHK "gestaffelt" angelegt werden. Auch Philbrick hat mehrere Entwürfe konstruiert. Der hier abgebildete ist seinem Buch "This Human World" entnommen.



Philbricks Entwurf

10. Besonders bei der Darstellung breitenparalleler Erscheinungen wünschen wir Entwürfe mit parallelen Breitenkreisdarstellungen. In solchen Fällen wird i.R. auf Eckerts Entwurf VI zurückgegriffen. Für die Anschauung mittlermeridianentfernter Bereiche ergeben sich aber unschöne Verhältnisse. Daher entwickelte W.Müller-Wille 1959 eine eigene Darstellung, um seine isometrischen Kartogramme (siehe später) flächentreu und gleichmäßig anschaulich zu gestalten. Ähnlich Goode ging er aus von einer zylindrischen Grundvorlage mit einer Vielzahl Mittelmeridiane. Die Flächentreu wird gewährleistet nach der Überlegung, daß jede Fläche als Rechteck in ihrem Anteil  $\Delta\lambda \times \Delta y$  dargestellt wird. Ihre Lage im zonaren System bleibt gewahrt, wohingegen sie in W-E-Richtung ausgehend vom zugehörigen Mittelmeridian aneinandergefügt werden. Dabei entstehen auch Klaffungen kleineren Ausmaßes (im abgebildeten Beispiel zwischen Island und Norwegen, in der Jenissei-Mündung usw.). So ergeben sich Staffellungen ähnlich Philbrick seitwärts der Abbildungsmeridiane (wir sprechen hier besser von Abbildungsmeridianen als von Mittelmeridianen). Die Begrenzungsmeridiane können mehrfach auftreten.



Östliche Erdhälfte in Müller-Willes Entwurf

Falls erwünscht, kann man die Rechtecke wieder zu den natürlichen Begrenzungen umformen. Die Flächentreue der ganzen Karte ergibt sich aus  
 Flächenteilstück der Karte = entsprechendes Flächenteilstück Kugel  
 und daraus :

$$(30) \quad \sum \Delta F = 4 \pi R^2$$

-- An dieser Stelle wurden nur die wichtigsten Entwürfe, wie sie z.Zt. in den gängigen Atlanten auftreten, behandelt. Untersuchen Sie einmal Ihren Atlas daraufhin, welche Kartenentwürfe vorwiegend verwendet werden für 1. Erdkarten, 2. Kontinentkarten, 3. Länderkarten. --

#### Abbildung kleinster Räume - Zweiter Projektionsbegriff

Bisher war es uns erlaubt, die Oberfläche der Erde als Kugeloberfläche zu behandeln. Wir wissen aber, daß einmal die Erde keine exakte Kugel ist (3) und ferner die Oberfläche in sich "Wellungen" (Relief) zeigt. Bei den kleinen Maßstäben konnten wir beide Abweichungen vom Idealbild der Kugel vernachlässigen. Wollen wir aber in großen Abbildungsverhältnissen darstellen, so müssen wir dies berücksichtigen.

FRAGE 18 : Bis zu welchem Abbildungsverhältnis dürfen wir noch annehmen, die Erde sei eine homogene Kugel, resp. ab wann müssen wir die Abplattung und das Relief berücksichtigen ?

Nach der Größe des Abbildungsverhältnisses gliedern wir :

kleiner als	1:20.000.000	Erd- und Erdteilkarten
1:20.000.000 - 1:	1.000.000	Regional- und Länderkarten
1: 1.000.000 - 1:	500.000	Übersichtskarten
1: 500.000 - 1:	250.000	Generalkarten
1: 250.000 - 1:	100.000	Topographische Übersichtskarten
1: 100.000 - 1:	20.000	Topographische Spezialkarten
1: 20.000 und größer		Topographische Plankarten (Pläne)

Die Grenzen dieser Maßstabklassifikation sind natürlich fließend zu verstehen. Durch Vergrößerung einer Karte in 1:1 Mio auf 1:100.000 ohne entsprechende Verdichtung ergibt sich natürlich noch keine Topographische Spezialkarte.

Aus Frage 18 hat sich ergeben, daß die Schwelle zur genauen Beachtung aller Oberflächengegebenheiten etwa beim Maßstab 1:500.000 anzusetzen ist. Unsere Voraussetzung von S. 3 oben

$\text{arc } \Delta \varphi = \text{arc } \Delta \lambda_0$  wird jetzt zu einer Ungleichung:

(31)  $\text{arc } \Delta \varphi \neq \text{arc } \Delta \lambda_0$ , d.h.

der Bogen eines Meridiangrades entspricht nicht dem Bogen eines Äquatorgrades. Dies veranschaulicht eine Tabelle :

Abstand der Längengrade in km bei den Breiten von

Breite	Ellipsoid	Kugel	Diffz.	Breite	Ellipsoid	Kugel	Diffz.
0	111,3	111,2	-0,1	50	71,7	71,5	-0,2
10	109,6	109,5	-0,1	60	55,8	55,6	-0,2
20	104,6	104,5	-0,1	70	36,2	36,0	-0,2
30	96,5	96,3	-0,2	80	19,4	19,3	-0,1
40	85,4	85,2	-0,2	90	-	-	-

**FRAGE 19** : Welche Folgerungen ergeben sich für großmaßstäbige Flächen-darstellungen aus der Tabelle ?

Wenden wir uns sofort der direkten Geländeaufnahme im größten Maßstab zu, im Bereich 1:500 bis 1:5.000 . Gefordert ist in erster Linie absolute Lagetreue und genaueste Distanzangaben. Hierzu ist eine hohe Meßgenauigkeit erforderlich. Es sei am Rande vermerkt, daß bereits seit dem 15. Jahrhundert (mindestens) diese Meßgenauigkeit besteht! In der Vergangenheit bestanden verschiedene Maßsysteme; heute gilt international - mit wenigen Ausnahmen - das Meter. Während man früher recht einfach das Meter als  $1/40.000.000$  des mittleren Meridianumfanges der Erde definierte, ist man heute etwas genauer geworden. Z.Zt. gilt als Definition des Meters die Wellenlänge  $\lambda = 1.650.763,73$  des Krypton im Licht

der trockenen Luft bei 0,03 Vol.%  $\text{CO}_2$  und  $15^\circ\text{C}$  und 760 Torr (= mm Hg). Das Pariser Urmeter hat somit nur noch historischen Wert.

Zu einer genauen Messung bedarf es aber einer möglichst ebenen Fläche. Man wählt auf dieser zwei mäßig entfernte Punkte gleicher Höhenlage, etwa zwei gleich hohe Kirchtürme in der Entfernung weniger km. Die Entfernung wird so genau wie möglich gemessen (Meßband, heute auch optisch). Damit hat man eine vorläufige Längenbestimmung der sogen. Basis  $\alpha$ , begrenzt durch B (D) und C (E). Man sucht nun zwei möglichst gleichhohe seitwärtige Punkte  $A_1$  und  $A_2$ . Mit Hilfe der Winkelmessung und dem Sinussatz kann man entweder  $\alpha$  verbessern oder auch erst ermitteln, wenn es z.B. einfacher ist, eine der anderen Seiten zu bestimmen:

$$((32) \quad a:b:c = \sin\alpha_1 : \sin\beta : \sin\gamma$$

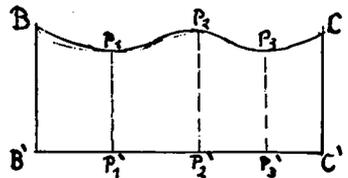
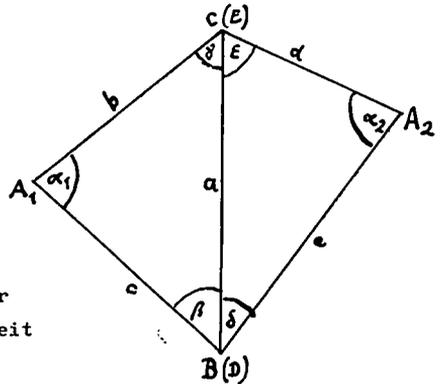
$$a:d:e = \sin\alpha_2 : \sin\delta : \sin\epsilon$$

Dieses als Triangulation bezeichnete Verfahren wird seit Ende des 16. Jahrhunderts durchgeführt. Es hat zwei Vorteile:

1. sind Dreiecksberechnungen die einfachsten geometrischen Methoden,
2. lassen sich rechte Winkel nur sehr schwer exakt bestimmen (in neuerer Zeit mit Hilfe von Spezialgeräten, die im Geländepraktikum erläutert werden).

Die berechnete Strecke (Basis)  $\alpha$  unterscheidet sich in ihrer Größe von der gemessenen.  $\alpha_{\text{berechnet}}$  ist die kürzeste ebane Verbindung von B nach C, d.h. es ist die Strecke  $\overline{B'C'}$ , eine konstruierte, besser gesagt, projizierte Linie. Wir haben also eine zweite Projektion vorgenommen, jetzt nicht aus einer sphärischen Fläche, sondern aus einer willkürlich unhomogenen Fläche auf eine (gedachte) absolute Ebene. Das ist im Prinzip eine orthogonale Projektion, da alle Punkte durch Parallelverschiebung auf eine einheitliche Basis projiziert werden.

Um genau zu sein, müssen wir aber auch noch die sphärische Verkrümmung berücksichtigen. Operieren wir jedoch in kleinen Distanzen, so gilt der Satz von Legendre:



Ein sphärisches Dreieck mit kleinen Seiten und daher auch nur kleinem Excess (=Überschuß der Winkelsumme über  $180^\circ$ ) hat einen nahezu gleichen Flächeninhalt wie ein ebenes Dreieck, dessen Seitenlängen denen des sphärischen Dreiecks entsprechen. Jeder Winkel des ebenen Dreiecks ist um  $1/3$  des Excesses kleiner als der entsprechende Winkel des sphärischen Dreiecks.

Sehr kleine Dreiecke sind demnach praktisch kongruent! Somit gilt :

$$(33) \quad F_E \approx F_S \quad ; \quad \pi r^2 \frac{\alpha + \beta + \gamma - 180}{180} \approx \frac{g}{2} h$$

Dieser Satz liegt allen kleinräumigen Aufmessungen zugrunde. Damit ist aber noch kein realer Bezug zum Erdgradnetz erreicht. Man erreicht das, indem man die Basis auf eine astronomisch fixierbare Erdgradlinie legt. Am günstigsten ist da ein Meridian. So wurden auch in der Vergangenheit die ersten Gradmessungen auf einem Meridian durchgeführt. Die bekannteste war die der Franzosen in Peru (1735-41), die erste die des Holländers Snellius zwischen Alkmaar und Bergen op Zoom (1615). Die erste Gradmessung auf rein astronomischer Basis führte Erathostenes im 2. Jhd. v. C. durch.

---                      ---                      ---  
 ANTWORT 16 : Diese Entwürfe bilden die Breitenkreise als Geraden parallel zum Äquator ab. Das ist für zonare Vergleichsbetrachtungen (Klima, Vegetation etc) ein wesentlicher Vorteil!

ANTWORT 17 : Bei Goode werden die Breiten als Geraden und parallel zum Äquator abgebildet; Ausgang der Betrachtung ist auch hier eine Pollinie, die lediglich konstruktiv aufgelöst wird. Tatsächlich liegt auch hier der geometrische Unsinn einer "Mehrpoligkeit" vor. Dies deutet auf eine Zylinderprojektion als Ausgang der Überlegung hin.

ANTWORT 18 : Die Abplattung der Erde beträgt ca.  $1/300$ , etwa 0,37 km auf einem Meridiangrad. Wir müssen fragen, bis zu welchem Maßstab noch 370 m exakt darstellbar sind! Punktuell kann man heute sowohl zeichnerisch als auch drucktechnisch 0,1 mm darstellen. Linear ist das aber nicht meßbar und darstellbar in der Karte. Setzen wir, daß 1 mm darstellbar sei (als Strecke), so müßten 370 m als ca. 1 mm abgebildet werden, d.h. also 1:370.000. Wenn wir großzügig sind, dürfen wir als Grenzmaßstab 1:500.000 ansetzen..

ANTWORT 19 : Da bei Flächenaufnahmen die Differenzen noch zu quadrieren sind, sind die mittleren Breiten (also unsere Regionen) am stärksten benachteiligt bei einer Kugelannahme. Für niedrige und hohe Breitenlagen wirkt sich der Unterschied nicht so stark aus.

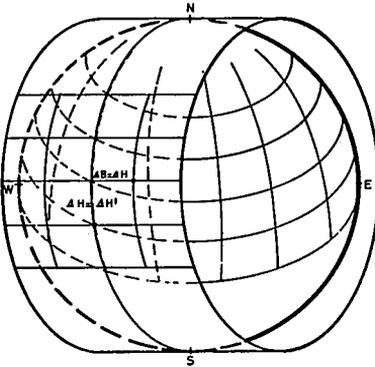
Großmaßstäbige Aufnahme eines Landes.

Basislinie einer derartigen Aufnahme ist ein Meridian, da er exakt astronomisch einzuordnen ist. Damit erhalten wir für unsere Karte bereits einen längentreuen Großkreisabschnitt. Von diesem Meridian aus erfolgt die Winkelmessung mit Hilfe der Triangulation. Wir benötigen nur noch eine winkeltreue Projektion, die unseren Anforderungen gerecht wird.

FRAGE 20 : Welche winkeltreue Projektion, die einen längentreuen Großkreis besitzt, ist für die Abbildung einer derartigen Aufnahme geeignet?

Die gewählte Projektion muß natürlich zur Aufnahmegenaugigkeit im entsprechenden Verhältnis stehen. Die Aufnahmegenaugigkeit großmaßstäbiger Feldaufnahmen ist heute sehr hoch. Als Grundgeräte kommen in Betracht: Meßband, Bussolentheodolit und Kippregel. Das Meßband ist ein aus Spezialstahl hergestelltes schmales Band mit Maßeinteilung, i.R. 15 - 30m lang. Ein Bussolentheodolit ist ein Fernrohr mit Visiereinrichtung, das in der Vertikalen um den Vollkreis geschwenkt werden kann, aufgebaut im Vollkreis drehbar über einer Kompaßnadel (Bussole). Die Kippregel ist ein in der Vertikalen "kippbares" Fernrohr mit Entfernungsmeßeinrichtung; der Kippwinkel ist über einen Spiegel abzulesen, die Visierichtung kann an einem parallel zu versetzenden Lineal (angebaut) markiert werden. Zur Kippregel gehört der Meßtisch, eine ebene quadratische Platte auf einem Stativ; mit Hilfe eines Kreuztisches kann der Meßtisch in die Ebene gebracht werden. 1590 wurde nachweislich die erste Meßtischaufnahme durch Johannes Richter (Praetorius) durchgeführt.

Der Franzose César François Cassini de Thury (1714-1784) übernahm erstmals die großmaßstäbige Aufnahme in ein projektives Erdgradnetz. Er knüpfte an die Karte Mercators an, indem er den Mercatorschen längentreuen Großkreis (Äquator) um  $90^{\circ}$  drehte und ihn mit einem Meridian zur Deckung brachte (Meridian von Paris). Eine derartige Abbildung ist eine transversale Zylinderprojektion. Sie ist winkeltreu in allen Teilen, längentreu aber nur im Berührungsgroßkreis, dem gewählten Meridian. Ein weiterer Vorteil dieser Abbildung ist das rechtwinklige Gradnetz, hier sagen wir besser Gitternetz. Zu seiner Konstruktion zieht man auf dem Berührungsméridian (Großkreis) in gewissen Abständen - Bogenminuten oder -sekunden - Lote zum Meridian und parallel zum Meridian in den gleichen Abständen die übrigen Gitterlinien. Damit ist das Netz bereits fertig. Es deckt sich mit dem Erdgradnetz allerdings nur im Berührungsméridian und den Schnittpunkten der Breitenkreise.



Das ist in diesem Fall aber nicht von Bedeutung, da die in der Natur gemessenen Winkel reell in die Karte übertragen werden dürfen. Entfernt man sich nicht allzu weit vom Berührungsmereidian, so werden auch die Dreiecksflächen, die nach dem Satz von Legendre den entsprechenden Flächen der Erde gleich sind, flächentreu abgebildet. Das rechtwinklige Netz der Karte erlaubt es zudem, jedem Punkt einen Koordinatenwert  $(x,y)$  zu geben, d.h. man bezieht die Angaben der Karte in ein Koordinaten-

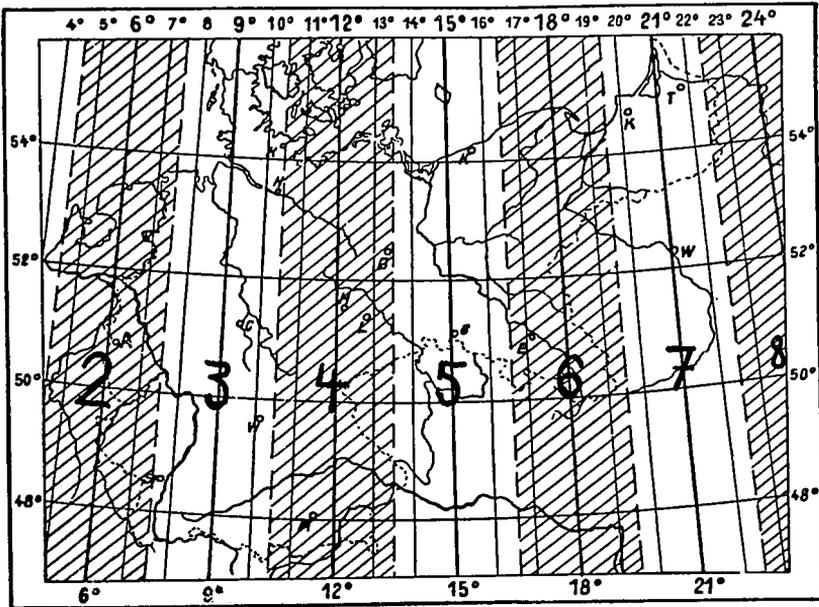
system ein. Als  $x=0$  wählt man den Berührungsmereidian, als  $y=0$  kann man ein beliebiges Lot wählen; Cassini nahm hierfür das Lot, das den Meridian in Paris schneidet. Diese Cassini-Projektion wurde von ihrem Ersteller für eine Karte von Gesamtfrankreich im Maßstab 1:86.400 verwendet. Dem Cassinischen Beispiel folgten benachbarte Länder in Projektion, Maßstab und Darstellungsmethode: Carte des pays-bas autrichiennes (1765 durch Joseph Graf Ferraris), Baden (1798 durch Bohnenberger), Schwaben (1799 durch Ammann), Hessen (1805 durch Eckhardt), Württemberg (1825 durch Michaelis) und Westfalen (1805-15 durch Carl Ludwig von Lecoq). Um 1820 wurden die nördlichen Niederlande angeschlossen durch eine Karte von Baron Krayenhoff, allerdings im Maßstab 1:115.200. Der Nachteil der Cassini-Projektion ist darin zu sehen, daß sie genaue Flächenaufnahmen nicht flächentreu wiedergeben kann.

Frage 21 : In welchem Bereich beiderseits des Berührungsgroßkreises kann eine Mercatorprojektion und damit auch eine Cassiniprojektion noch als flächentreu angesprochen werden, wenn im großen Maßstab dargestellt werden soll ?

Die Cassini-Projektion genügte den damaligen Zwecken vollauf; sie war Grundlage für Militärkarten, die in erster Linie winkeltreu sein mußten. Um aber mehr den wahren Erdbezügen, u.a. auch in der Fläche gerecht werden zu können, formte der aus Franken stammende Johann Georg von Soldner (1776-1833) die Cassini-Projektion um. Er setzte anstelle eines Transversalzylinders deren zwei, d.h. er erhält damit zwei Berührungsmereidiane, die so angelegt werden; daß die Breite jedes Zylinders noch eine vertretbare Flächentreue gewährleistet. Für die von Soldner

für Bayern und Baden entworfene Karte wird dieses erreicht, da keiner der Zylinder mehr als 4 Längengrade umfaßt, d.h. jeweils 2 Grad westl. und östl. des zugehörigen Berührungsmeridians auskragt. Selbstverständlich hat jeder Zylinder sein eigenes Bezugssystem im Gitter, doch ist ein Übergang von einem zum anderen Zylindersystem schon deshalb möglich, weil geometrisch jedes System eine Projektion der unmittelbaren Großkreisnachbarschaft der Erdoberfläche auf einen - doch recht schmalen - Zylinderring darstellt. So wie die Mercatorkarte in unmittelbarer Äquatornähe noch flächentreu ist, ist hier jeder der beiden Ringe in sich flächentreu. Verzerrungen an den Übergängen zwischen den Ringen sind nur scheinbar, d.h. sie treten nur "projektiv" auf, denn als flächentreues Abbild bleibt die wahre Fläche, wie sie auf der Kugel abgebildet ist, erhalten.

Die Soldnersche Genauigkeit genügte dem Geodäten J.H.L.Krüger (1857-1923) nicht; auf der mathematischen Grundlage von C.F.Gauß entwickelte er ein System aus einer Folge 3° schmaler Zylinderringe, die er so anordnete, daß jeder Teil Mitteleuropas auch für großmaßstäbige Aufnahmen genügend flächentreu - und winkeltreu - abgebildet wird. Bei dieser Gauß-Krüger-Projektion steht jeder Zylinderring nur 1° 30' nach W und O über den Berührungsgroßkreis hinaus! Entsprechend der Soldner-



Projektion ist auch hier der geometrische Übergang von einem Zylinder zum andern gegeben. Berührungsgroßkreise sind der 6., 9., 12., 18. 21. und 24. Meridian, die einzelnen Zylinder erhalten eine Ordnungsnummer, die sich aus dem Quotienten von Meridiannummer und Zylinderbreite ergibt (siehe Abb.).

Das Gauß-Krüger-System wurde wegen seiner Vorteile seit den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts in fast alle deutschen großmaßstäbigen Karten übernommen, d.h. diesen Karten liegt diese Projektion zugrunde. Wichtigstes Grundelement dieses Systems ist das rechtwinklige Gitternetz, das auch bereits bei Cassini und Soldner auftritt. Daher nennt man auch diese Darstellungen "Koordinatentwürfe". Die Zählung und Zuordnung jedes Punktes in kartesischen Koordinaten hat erhebliche Vorteile. Als y-Achse dient der jeweilige Berührungsgroßkreis, von ihm wird nach W und O gezählt. Konnte Cassini als y-Achse noch das durch Paris laufende Lot zum Berührungsmeridian wählen, so ist ein solch nationaler Schritt für Krüger nicht mehr möglich. Da ein einwandfreier Übergang von einem Zylinderring zum andern gefordert ist, muß er eine allen Ringen gemeinsame x-Achse ansetzen. Das kann aber nur eine Linie sein, die gleichzeitiges Lot aller Zylinderringe ist.

FRAGE 22 : Welcher Großkreis der Erde bildet das Lot zu jedem beliebigen Meridian ? Es muß sich allerdings um einen Kreis des Erdgradnetzes handeln.

#### Deutsche Grundkarte - Urkataster

Die Deutsche Grundkarte 1:5.000 ist eine Folge einzelner Kartenblätter, die so über das Gebiet der Deutschen Länder gelegt sind, daß sie lückenlos aneinanderstoßen. Alle Blätter haben den gleichen Maßstab, die gleiche Projektion und die gleichen Zeichen der Inhaltsangabe. Man nennt eine derartige Folge von Kartenblättern ein Kartenwerk. Zumeist haben die Blätter eines Kartenwerkes auch noch den gleichen Blattschnitt, d.h. das Ausmaß der Kartenfläche ist gleich.

Mißt man die Ränder der Karte - Innenmaß -, so ergibt sich ein Quadrat, d.h. die Kartenecken bilden Rechte Winkel. Eine derartige Karte nennt man Rechteckblatt. Bilden dagegen die Blattbegrenzungen echte Erdgradnetzlinien - Gradbögen, Minuten- oder Sekundenbögen -, dann sprechen wir von Gradabteilungskarten.

Auf den Randleisten des Blattes finden wir im 200 m-Abstand Ziffern eingetragen, die von W nach O steigen (oder fallen), von S nach N

in jedem Falle steigen. Diese Ziffern geben im Gauß-Krüger-System die km-Entfernung von der Koordinatenachse an. Die x-Achse ist der Äquator, auf der westl. und östl. Randleiste stehen die Entfernungsangaben in km vom Äquator. Die Angaben am nördl. und südlichen Rand beziehen sich auf die Entfernung zum Berührungsmeridian des zuehörigen Zylinderringes. Da es umständlich wäre, mit negativen und positiven Werten zu operieren, gab man dem Berührungsmeridian jeweils den Wert "500", von dem die nach W verlaufenden Gitterlinien abgezogen werden, die nach Ost verlaufenden Gitterlinien werden zugezählt. Das wiederholt sich in jedem Zylinderring, weshalb die einzelnen Ringe mit Kennziffern bezeichnet werden. Die Kennziffern der einzelnen Gitterstreifen = Zylinderringe können der Abbildung auf S. 33 entnommen werden. So bedeutet z.B. die Angabe 3478,5 (zu lesen 3.478/5): 3. Ring = Berührungsmeridian 9 östl. Greenwich, 500 - 478,5 = 21,5 km westl. des 9. Meridians. Wir bezeichnen diese Angabe als Rechtswert. Als Hochwert werden die Ziffern des westl. und östl. Randes angesprochen. Es bedeutet: 5766,4 lediglich die km-Entfernung vom Äquator.

Frage 23 : Da die Gauß-Krüger-Projektion praktisch winkel-, flächen- und längentreu ist, darf man auch in ihr Luftlinienentfernungen berechnen. Wie berechnet man am einfachsten die Entfernung zwischen zwei beliebigen Punkten, die in ihren Koordinaten fixierbar sind ?

Das hier geschilderte Rechtswert-Hochwert-Zählssystem gilt für alle Karten, die in der Gauß-Krüger-Projektion abgebildet sind. Alle W-O-Streifen eines Wertes (oder auch mehrerer Werte) nennt man eine Bande, alle N-S-Streifen eines Wertes nennt man Reihe.

Mit Hilfe der Koordinaten erkennen wir leicht die Größe des Blattes. Es umfaßt  $2 \times 2 \text{ km} = 4 \text{ km}^2$ . Rechts- und Hochwert der linken unteren Ecke (SW-Ecke) ergeben zusammen mit einem Namen die einzelne Blattbezeichnung (rechter oberer Rand).

Frage 24 : Was soll wohl der Name "Deutsche Grundkarte" besagen ?

Sehen wir einmal von der in manchen Blättern vorhandenen braunen Reliefdarstellung ab, so ist die Karte ausschließlich einfarbig angelegt. Der große Detailreichtum in der Angabe topographischer Gegebenheiten ist recht auffallend. Achten Sie bitte einmal auf die Angaben ziemlich unbedeutender Einzelheiten, wie Wegweiser, vereinzelt Bäume, kleinste Wege usw. Die Gebäude werden sehr genau verzeichnet: Schrägschraffur

kennzeichnet Wohngebäude, waagerechte Schraffur Wirtschaftsgebäude. Ist die Schraffur besonders kräftig, so handelt es sich um öffentliche Gebäude. Hochhäuser hingegen erhalten eine starke Umrahmung. Weiter erkennt man eine große Zahl sehr feiner Linien, die keine natürlichen Abgrenzungen darstellen; es handelt sich hier um solche Besitzgrenzen (Parzellen- oder Flurstücksgrenzen), die im Gelände nicht sichtbar werden. Natürlich können auch natürliche und sichtbare Begrenzungen gleichzeitig Besitzgrenzen sein, das ist aber dann der Karte nicht zu entnehmen. Halten wir aber fest: Die Deutsche Grundkarte vermittelt die Besitzgrenzen!

Um aber zu erfahren, welche der anderen Grenzlinien als Besitzgrenzen zu gelten haben, müssen wir schon einen Schritt weiter gehen. Bestimmt kann man das dort erfahren, wo die DGK bearbeitet wird. Das steht in der Fußleiste rechts unter Arbeiten und Unterlagen. Zuständig ist hier das jeweilige Kreiskatasteramt (oder Katasteramt der kreisfreien Stadt). Dort wird das Flurbuch geführt (das Grundbuch liegt beim Amtsgericht). Die Deutsche Grundkarte 1:5.000 ist der Endzustand eines in der Entstehung befindlichen Kartenwerkes. Es existieren einige Vorläufer:

Katasterplankarte-Arbeitsblatt	1:2.500	KPK A
Deutsche Grundkarte-Grundriß-Arbeitsblatt	1:2.500	DGK SA
Deutsche Grundkarte (mit Relief)-Arbeitsblatt	1:2.500	DGK A
Katasterplankarte	1:5.000	KPK
Deutsche Grundkarte-Grundriß	1:5.000	DGK 5 G
Deutsche Grundkarte (mit Relief)	1:5.000	DGK 5

Darüberhinaus gibt es noch zwei Weiterführungen:

Deutsche Grundkarte - Luftbildplan	1:5.000	
Bodenkarte auf der Grundlage der Bodenschätzung	1:5.000	DGK 5 B0

Dieses System gilt nicht für das Bundesland Bayern und nur bedingt für die Bundesländer Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Saarland. Zu beziehen sind die Karten nur bei den zuständigen Kreis- und Stadtkatasterämtern.

Wünschenswert ist die Schaffung eines allgemeinen Grundkartenwerkes, auf das die Kartenwerke kleinerer Maßstäbe zurückgeführt werden können. Es wird allerdings noch einige Zeit dauern, bis dieses Kartenwerk in 1:5000 vollendet sein wird. Selbst die KPK ist noch nicht überall fertiggestellt. Für NRW liegt zumindest für alle Landesteile die KPK vor.

Für den Geographen liegt die wesentliche Bedeutung dieser Karte in ihrem großen Maßstab und der genauen Darstellung von Ort und Flur. So interessiert uns auch das Namengut der Karte. Neben den Ortsnamen (kräf-

tiges Schrift parallel zur Grundkante) finden sich in schwacher Schrift Flurnamen. Geländebezeichnungen, z.B. Berge, werden nicht parallel zur Grundkante gesetzt. Gewässernamen liegen rückwärts.

Die Aufnahme der Besitzlinien geschieht besonders zum Zwecke der Grundsteuererhebung. Darum wird auch angestrebt, zunächst die Katasterplankarte zu erstellen, denn sie enthält zusätzlich auch noch die Flurstücksnummern. Für die genetische Siedlungsforschung ergibt sich dadurch der günstige Umstand, daß für viele Teile Deutschlands bereits seit dem Ende des ersten Drittels des 19. Jahrhunderts Katasterpläne vorliegen. Im Bereich des ehem. Preussen nennen wir diese das "Urkataster". Es wurde durch Gesetz angelegt, als eine allgemeine Grundsteuerregelung durchgeführt wurde.

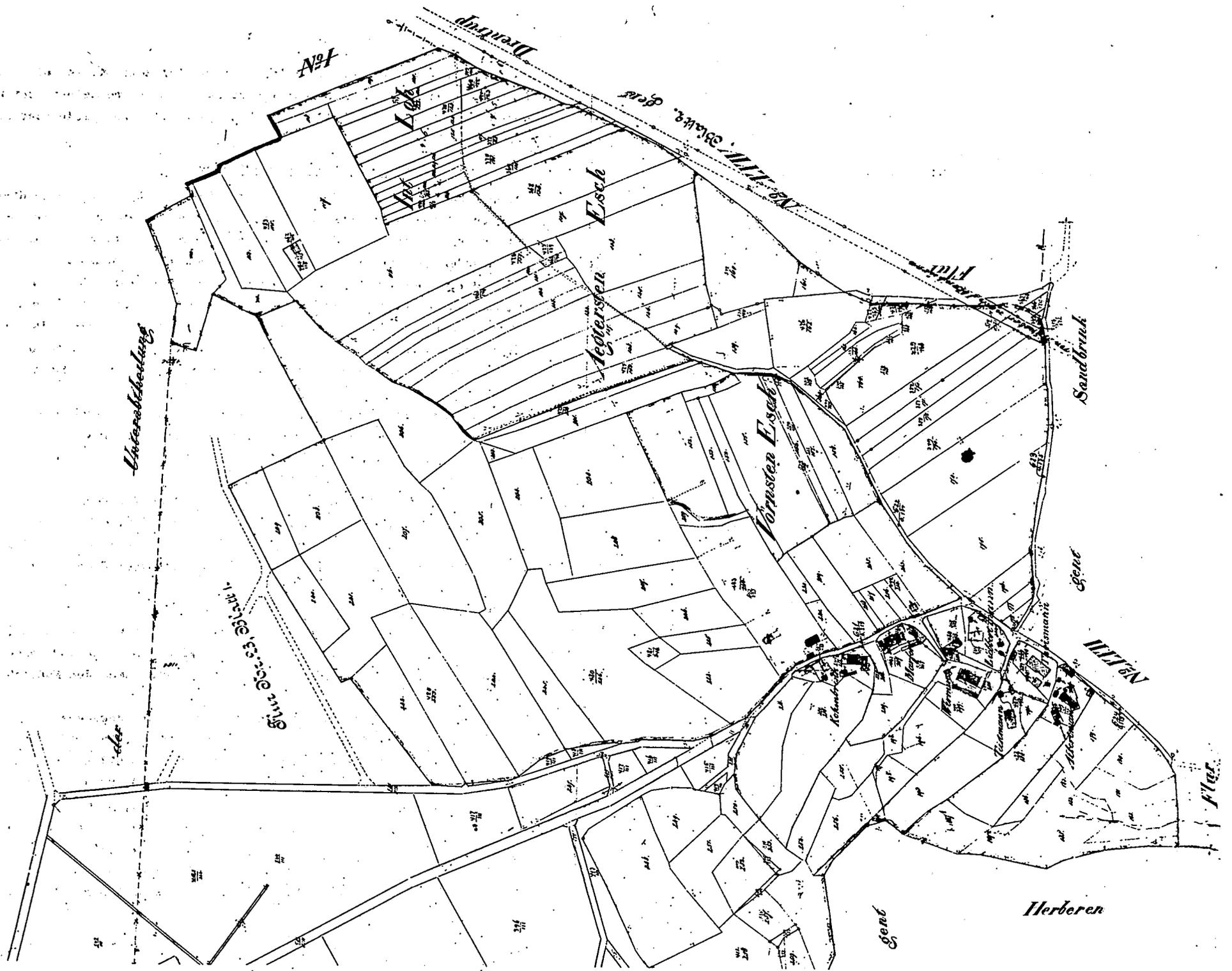
FRAGE 25 : Für einzelne Gebiete besitzen wir bereits schon im 18. Jhd. zusammenhängende Flurkarten. Warum erst wurde im 19. Jhd. für ein ganzes Staatsgebiet eine Fluraufnahme zum Zwecke der Grundsteuererfassung angeordnet ?

Die Karten des Urkatasters sind im Gegensatz zur Grundkarte Manuskripte. Ihr Maßstab schwankt zwischen 1:500 und 1:2.500. Sie umfassen nur das privatisierte Gebiet(!). Blattschnitt und Projektion sind nicht einheitlich. Dagegen ist der Karteninhalt weitgehend übereinstimmend. Er umfaßt die Topographie, die Besitzlinien, die Flurstücksnummern und sehr viel Flurnamen. Die Zeichnung ist schwarz. Nachträge wurden farbig vorgenommen, so daß diese gut zu unterscheiden sind. Der Ausschnitt eines Urkatasterblattes ist auf den Seiten 38/39 abgedruckt. Versuchen Sie einmal Ihre Unterseminarkennnisse anzuwenden. Aus welchem Bereiche der Ausschnitt stammen?

Das Urkataster wird i.R. im zuständigen Katasteramt aufbewahrt; man kann es auf Verlangen einsehen, wenn man daran zu arbeiten hat. Parallel zum Urkataster wurde die Mutterrolle, das Flurbuch geführt. Es ist somit möglich, die älteren Besitzverhältnisse zu rekonstruieren. Da in vielen Teilen NW-Deutschlands diese lange Zeit vor der Bauernbefreiung weitgehend stabil waren, bildet das Urkataster für die Siedlungsforschung eine bedeutende Hilfe. Jedoch ist bezgl. der Stabilität der Besitzgrenzen immer Vorsicht angebracht!

Zusätzlich zu den Urkatasterblättern, die nach Fluren eingeteilt sind, wurden Ortspläne in sehr großem Maßstab aufgenommen. Außer einem Flurübersichtsplan im kleineren Maßstab wurde in den meisten Gemeinden noch eine Nutzflächenübersicht in 1:20.000 bis 1:30.000 angelegt. Diese zeigt





in Farben die wesentlichsten Nutzungsarten. Auf Seite 41 ist die Flurübersicht mit Nutzungsübersicht (in schwarz-weiß reproduziert) der Gemeinde Kallenhardt abgebildet. Die hier gebrachten Beispiele sind erheblich verkleinert.

#### Topographische Landesaufnahme

Streng genommen ist das Urkataster kein Kartenwerk, da es keine örtlichen Zusammenschlüsse besitzt. Jede Gemeinde wurde für sich projektiv erfaßt. In den süddeutschen Ländern war man fortschrittlicher: Hier wurden geschlossene Kartenwerke (nach Ländern) angelegt auf der Basis der Soldner-Projektion. Dagegen wurde auch in Preußen und seinen Nachbarländern eine geschlossene Landesaufnahme aus militärisch-taktischen Gründen im 19. Jhd. angelegt. Für Preußen liegt eine bis heute gebräuchliche einheitliche Projektion vor. Der Maßstab dieses Kartenwerkes ist 1:25.000. Wie ist es zu diesem relativ krummen Maßstab gekommen?

Erst seit Ende des 19. Jhdts. wird in Deutschland metrisch gemessen.

Das vormetrische Maß in der Landesaufnahme war Doudezimal:

1 Rute = 12 Fuß = 144 Zoll = 1,728 Linien (= 20,736 Skrupel)

Im Lauf des 19. Jhdts. wurde die Dezimalskala eingeführt:

1 Rute = 10 Fuß = 100 Zoll = 1000 Linien (= 10.000 Skrupel)

Zur Unterscheidung schreibt man Z ddz für Duodezimalzoll gegenüber Z dz für Dezimalzoll. (Es gab auch noch 8- und 16-füßige Ruten). In Süddeutschland trat anstelle der Rute das Klafter: 1 Klafter = 6 Fuß.

Die französische Reihe lautet:

1 toise = 6 pieds = 72 pouces = 864 lignes .

Hier ergibt sich die Erklärung für den Maßstab der Cassini-Karte (und der Anschlußkarten (S. 32): Setzt man 1 ligne (Linie) zu 100 toise (Klafter, oder 50 Ruten) ins Verhältnis, so erhält man den Maßstab

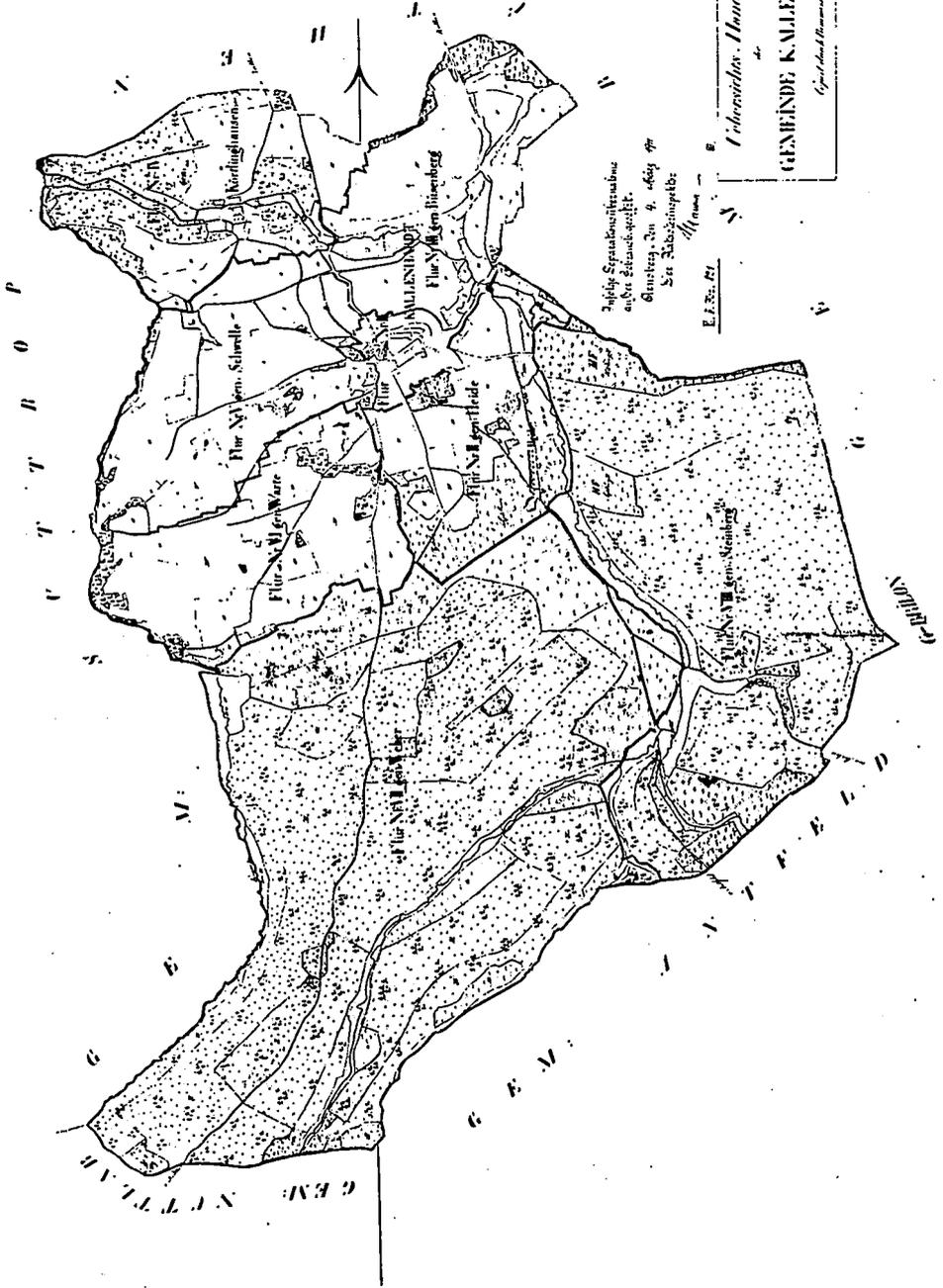
1 : 86.400

Zum Vergleich seien einige Umrechnungen alter Maße angegeben:

1 rheinische(preußische) Rute	= 3,766 m
1 calenbergische (hann) Rute	= 4,674 m
1 Hessen-Casseler Rute	= 3,989 m
1 pariser Linie (bis 1795)	= 2,25 mm
1 preuß.Fuß.ddz (ab 1771)	= 139,13 paris.Linien
144 " Lin.ddz	= 139,13 " "

Ab 1801 gilt für Frankreich (und damit im 19. Jhd. allgemein):

1 m (définitif) = 3,078444 paris.Fuß = 443,295936 paris.Linien.



Die Spaltenüberschriften  
 nicht überschreiben.  
 Datum: 20. 4. 1899  
 Von: [Name]

E. 2. 2. 2.

*Verordn. des Landrats*  
**GEMEINDE KALLENHARDT**  
*Opferland-Bezirk*

Das Abbildungsverhältnis 1:86.400 ist in etwa dem heute üblichen Maßstab 1:100.000 vergleichbar, genau genommen ist er um  $1/6$  größer. Für das ausgehende 18. Jhdt. war diese Größe ausreichend, waren doch selbst die Flurkarten zunächst kleiner als im Urkataster (1:7.200 u.ä.). Doch schon während der französ. Revolutionskriege ergab sich militärisch die Notwendigkeit, in größeren Verhältnissen abzubilden. Die erste allgemeine Militärkarte im relativ großen Maßstab war die "Carte topographique des Départements réunis de la Rive gauche du Rhin" in 1:20.000, aufgenommen unter der Leitung des Obersten Tranchot, nach 1814 durch preußische Militärgeographen fertiggestellt und teilweise auf das rechte Rheinufer übertragen. Projektion nach Cassini, bezogen auf einen gemeinsamen Mittelmeridian (die preuß. rechtsrheinischen Blätter erhielten wegen der zu starken Abweichung einen eigenen Abbildungsmeridian). Der große Maßstab - in Frankreich wurde bereits metrisch gemessen - erlaubte eine sehr genaue Kartierung. Alle Blätter liegen in Manuskript vor (seit 1967 sind einzelne Blätter im Druck erschienen). Die Französischen Flurkarten (Katasterkarten) waren abgebildet in 1:5000, die Militärkarte war davon  $1/4$  - 1:20.000. Diese Reduktionsreihe auf jeweils  $1/4$  des vorhergehenden Maßstabes blieb üblich. Die französische Generalstabskarte war demnach 1:80.000, die Übersichtskarte 1:320.000. Diese Reihe der Kartenwerke wurde in Frankreich (und auch Belgien) bis nach dem letzten Kriege beibehalten, als geologische Spezialkarten sind sie heute noch gebräuchlich.

Leiter der Anschlußaufnahmen für die Tranchotkarte ab 1814 wurde in Preußen der spätere Genral von Müffling. Es ist sein Verdienst, daß er für die Feldaufnahme den Meßtisch einführte. Auch erkannte er, daß für eine Ausweitung dieser großmaßstäbigen Karte auf ganz Preußen - und ggfls seiner Anliegerstaaten - die Cassiniprojektion nicht tragbar sei (die Gauß-Krüger-Projektion war noch nicht entwickelt; warum man nicht zur Soldner-Projektion griff, dürfte ein Geheimnis bleiben, denn Müffling hat Soldner recht gut gekannt).

Zunächst mußte Müffling zwangsläufig zu einem anderen Abbildungsverhältnis kommen; Der Meßtisch sollte ein handliches Format haben, er wählte die Größe  $1 \frac{1}{2}$  pr. Fuß ddz im Quadrat. (in Preußen wurde noch nicht metrisch gemessen), das sind heute 47,07 cm. Diesem Abbildungsmaß stellte er die natürliche Größe von  $1 \frac{1}{2}$  pr. Meile gegenüber (= 11.298,7 m), d.h. 11.298,7 m der Natur entsprechen 47,07 cm in der Karte, das ergibt ein Verhältnis von annähernd 1:25.000 (genau 1:24.039). Tatsächlich steht auf keinem dieser Blätter der Maßstab so angegeben!

In dieser "Hintertürmethode" schlich sich also der krumme Maßstab bei uns ein. Die Reduktionsreihe war dann auch später entsprechend krumm: Katasterkarte 1:2.500, Militärkarte 1:25.000, davon 1/4 die Generalstabskarte 1:100.000, Übersichtskarte 1:200.000 .

Die moderne Landesaufnahme der meisten europäischen Staaten zeigt eine Reduktionsreihe auf der Basis der Halbierung, wobei die Flurkarten ausgeschlossen werden:

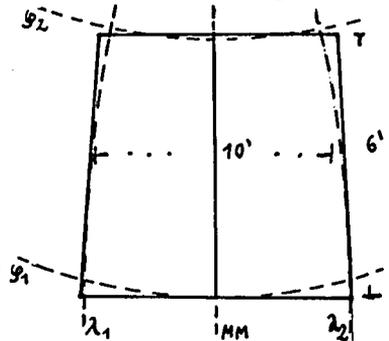
1:25.000 , 1:50.000 , 1:100.000 , 1:200.000, dann aber 1:500.000 . Als Projektion dieses ersten deutschen "Meßtischblattes" wählte von Müffling eine so simple wie vernünftige Abbildungsart, die wir nach unserer heutigen Kenntnis der Sachlage dem Mathematiker D.J.F. Benzenberg aus Düsseldorf (+ 1814) zuschreiben. Die Abbildungsart schreibt vor, daß jedes einzelne Blatt eines Kartenwerkes, sofern es in der Abbildung nicht stärker als auf 1:100.000 verkleinert wird, eine eigene projektive Einheit darstellt. Das bedeutet lediglich, daß man für jedes Blatt die Projektion neu ansetzt. Damit wird der projektive Bezug einer abgebildeten Fläche soweit wie eben möglich in engem Rahmen zur Wirklichkeit erhalten. Im Falle des Müffling'schen Meßtischblattes wird eine natürliche Fläche von ca.  $127 \text{ km}^2$  immer wieder neu projiziert.

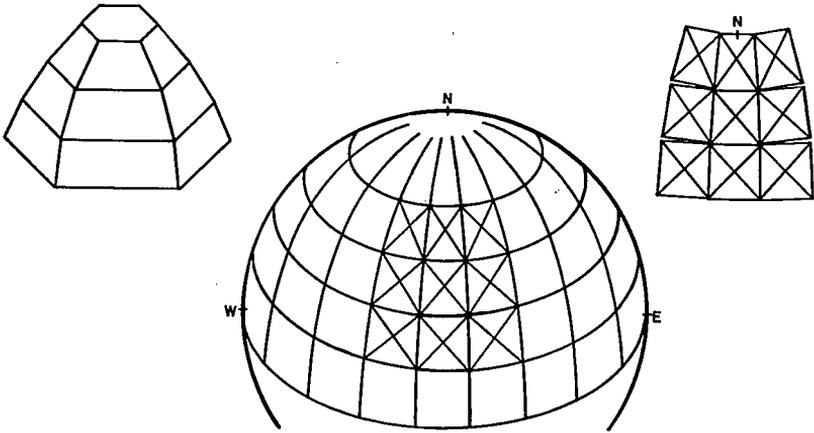
Wie kann man sich das vorstellen? Nehmen wir eine meridionale Strecke der Erde von ca. 11,3 km (das sind genau 16 Bogenminuten !!) als Abbildungsmeridian und tragen im Lot daran jeweils die Hälfte der gleichen Länge, also ca. 5,65 km nach West und Ost, so haben wir das Grundgerüst.

Das Lot sei am Südpole des  $6^\circ$ -Meridianbogens angesetzt und stelle einen Breitenkreis dar, dann entspricht diese Länge im mittleren Bereich Deutschlands genau 10 Bogenminuten. Wir können weiterhin im Sinne der Azimutalprojektionen folgern, daß unsere Abbildung nur in einem Punkt berühre. Wir wählen dazu den Südpunkt

des Abbildungsmeridians, Dann hebt sich die ebene Karte nach N hin, aber auch nach W und E hin zunehmend vom Bezugskörper ab, d.h. nach dort hin treten Verzerrungen auf. Beim gewählten Maßstab 1:25.000 bleiben diese jedoch äußerst gering. Die größten Verzerrungen sind in den NW und NE-Ecken zu erwarten.

Nehmen wir nun einen wahren Erdgradnetzausschnitt, d.h. lassen wir das





abzubildende Stück Erdoberfläche von Netzlينien abgrenzen im Sinne einer Gradabteilungskarte, dann wird die einzelne Karte 6" hoch (N-S) und 10" breit (W-E) und erhält die Form eines Trapezes, in der Abbildung ist das ein ebenes Trapez, in Natur ein sphärisches Trapez. Die Abweichung dieses Trapezes von einem Quadrat ist jedoch nur sehr gering. Messen Sie das einmal an Ihrem Blatt genau nach!

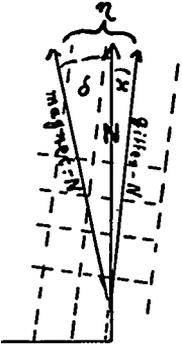
**FRAGE 26** : Das quadratähnliche Trapez - im Mittel ca. 47 cm Seitenlänge - zählt in N-S-Erstreckung 6", in W-E-Erstreckung dagegen 10" ! Wie erklärt sich dieser immerhin bemerkenswerte Größenunterschied ?

Diese Abbildungsart hat den großen Vorteil, recht genau in der Fläche zu sein. Sie hat aber auch einen Nachteil: Da jedes Blatt für sich eine Einheit darstellt, kann man jeweils nur die Blätter einer Bande (W-E-Richtung) oder Reihe (N-S-Richtung) lückenlos aneinanderfügen. Man stelle sich das am besten so vor: Länge eines Breitenkreises werden im Abstand von 10" zu 10" die Abbildungsmeridiane gesetzt, auf deren Fußpunkt die Projektionen ruhen. Das geschieht an einem Globus im Maßstab 1:25.000. Alle Blätter rund um den Globus lassen sich zu einem konischen (nach N verzögnten) Vieleck (2.160 Ecken) zusammenfügen. Ein derartiges Gebilde nennt man "Polyeder". Das gleiche Spiel läßt sich an jedem um 6" versetzten Breitenkreis nach N und S wiederholen. Man nennt diese Abbildung daher Polyederprojektion. Sie wird noch heute in unseren Meßtischblättern, der Topographischen Karte 1:25.000, angewendet. Somit lassen sich auch heute noch nicht eine größere Anzahl Blätter flächig lückenlos zusammenfügen. (Siehe Abb. oben)

In den Blattecken sind die Meridian- und Breitenbegrenzungen des Blattes angegeben. Die Innenkante des Blattrandes markiert zusätzlich die Minutenabstände.

Frage 27 : Wir wollen das Meßtischblatt einnorden! Wo wird zweckmäßig der Kompaß angelegt ?

Jedes Blatt dieses Kartenwerkes ist also genau in das Erdgradnetz eingepaßt, die Blattränder stellen also echte Breiten- oder Längenkreisbögen dar. - Aber der Rand unseres Blattes zeigt auch, daß das Gauß-Krüger-System ebenfalls mit dem Blatt verbunden ist. Bei genauem Hinsehen zeigt sich aber, daß dieses System u.U. recht erheblich von den Blatträndern abweicht (in den neuen Ausgaben des Meßtischblattes müssen Sie die Linien selbst ausziehen; die Koordinaten sind am Rand markiert, an den Kreuzungsstellen im Blatt finden sich kleine Kreuze). Wie kommt es zu dieser Abweichung zwischen Blatträndern und G-K-Netz? Wir wissen noch (S.35), daß das Gitter sich auf einen Mittelmeridian bezieht, u.zw. lotrecht, resp. parallel. Da aber jedes einzelne Meßtischblatt eine eigene Projektionseinheit, ein Polyederteil, darstellt, kann sich das Gitter mit dem Blattrand nur dort decken, wo zufällig dieses Blatt Berührung mit dem zugehörigen Mittelmeridian des G-K-Netzes hat. Je weiter wir uns im Netz vom Mittelmeridian entfernen, desto größer wird der Unterschied zwischen Netzlinien und Blatträndern. Da aber, wie wir auch feststellten, das G-K-Netz für den schmalen Bereich von  $3^{\circ}$  eine exakte Abbildung darstellt, das Meßtischblatt infolge seiner Projektion ebenfalls exakt abgebildet ist, ist die Abweichung nur figürlich in der Ebene vorhanden. Hier zeigt sich recht deutlich die Abweichung der Lote zum Mittelmeridian von den Breitenkreisbögen, was wir bei Cassini beanstandeten. Es sei nochmals betont: Das Gitternetz hat nichts mit einem Erdgradnetz zu tun, es ist ein Hilfsnetz! Damit ergibt sich eine Übertragung des Kartenausschnittes der Grundkarte auf das Meßtischblatt. Im Meßtischblatt sind die Netzlinien im km-Abstand verzeichnet. Wir erinnern uns, daß ein Blatt der Grundkarte  $2 \times 2$  km umfaßt, somit vier Netzmaschen des Meßtischblattes einer Grundkarte. Vielleicht üben Sie hier nochmals die Bezugszählung mit Hilfe der G-K-Koordinaten. Noch besser als an der Grundkarte kann man die Entfernungsbestimmung durchführen (vergl. Frage 23). Beim Einnorden stellen wir fest, daß der westl. und östl. Rand des Blattes nach Geographisch Nord weisen. Die senkrechten Gitterlinien weisen dagegen nach Gitternord. Der Unterschied zwischenbeiden ist



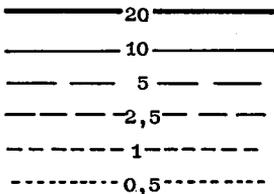
die Meridiankonvergenz ( $x$ ). Eine dritte Nordrichtung ist für den Geographen noch wichtig: Magnetisch Nord. Den Unterschied zwischen ihr und Geographisch Nord bezeichnen wir als Deklination ( $\delta$ ), den zwischen ihr und Gitternord als Nadelabweichung ( $\eta$ ). Die magnetische Nordweisung richtet sich nach dem Erdmagnetfeld, sie ist nach Ort und Zeit verschieden. Daher wird die Nadelabweichung gültig für einen bestimmten Zeitraum in der Grundleiste des Meßtischblattes angezeigt. Die Deklination wird auch als Mißweisung bezeichnet. Als Fehlweisung wird die Nadelablenkung infolge äußerer Einflüsse bezeichnet. Unter Inklination verstehen wir die Ablenkung der Magnetnadel aus der Horizontalen.

FRAGE 28 : An welchen Stellen wird die Meridiankonvergenz Null sein ?

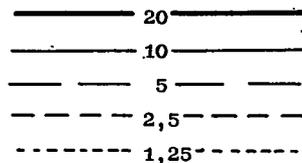
### Reliefdarstellung in topographischen Karten.

Wir sprachen bisher stets vom Meßtischblatt. Dieser Name ist historisch begründet. Nun werden aber unsere heutigen Karten dieses Maßstabes nicht mehr auf dem Meßtisch aufgenommen. Außerdem gibt es eine Anzahl ähnlicher Kartenwerke anderen Maßstabs. Daher bezeichnen wir heute allgemein diese Karte als "Topographische Karte 1:25.000" ( T K 25 ).

Die TK 25 ähnelt der Grundkarte besonders im Relief. In beiden Karten wird dies durch braune Linien und einzelne schwarze Ziffern dargestellt. Das ist eine absolute Reliefdarstellung. Diese Linien werden Höhenlinien oder Isohypsen genannt. Derartige Isohypsen entstehen durch Interpolation. Das im Gelände aufgemessene Höhennetz wird durch Zusatzmessung verdichtet. Dann werden zwischen je zwei dieser Punkte "runde" Zahlenwerte interpoliert und diese runden Zahlen dann durch Kurven "gleichen Zahlenwertes" verbunden. Es ist offenkundig, daß diese interpolierten Werte keineswegs exakt das wahre Relief wiedergeben, sondern nur endliche Näherungen darstellen. (In der sogen. "Arbeitsblatt"-Ausgabe der TK 25 sind die Isohypsen noch schwarz gedruckt).



(Deutsche Grundkarte)



( T K 25 )

Für Bayern gilt die Abweichung in der TK 25: Anstelle der 1,25 m-Linie steht die 1 m-Isohypse. Die Ziffern der Isohypsen werden "in" die Linie gesetzt, derart, daß der Anstieg in Leserichtung zu suchen ist (wie im Beispiel S.46).

Eine weitere absolute Höhendarstellung sind die Höhenschichten. In einfachster Form erhält man diese, indem man das Gebiet zwischen zwei Höhenlinien gleichmäßig einfärbt. Dabei gilt, daß <sup>man</sup> allen gleichen Höhenstufen, also allen Flächen zwischen den gleichermaßen benachbarten Höhenlinien den gleichen Farbton zuerkennt. Es ist ferner notwendig, die Farbtonabfolge "stufig" anzulegen. Vergleichen Sie hierzu die farbigen Reliefkarten Ihres Atlas! Ebenso kann man auch die Stufung in Schwarztonung mit Hilfe von Schraffuren vornehmen. Ein Beispiel zeigt die Abbildung (g) auf Seite 50

---      ---      ---      ---

ANTWORT 20 : Winkeltreue Projektionen besitzen wir eine recht große Zahl. Es soll aber hier der Großkreis längentreu und als Gerade abgebildet werden. Das trifft nur für die Mercatorprojektion zu.

ANTWORT 21 : Gehen wir aus von der Herleitung der Mercatorformel (22), dann ist die Summation sehr kleiner Teilabschnitte in unmittelbarer Berührungskreisnähe immerhin für einige Grade noch als flächentreu anzusetzen. Bei Winkeln, die in Minuten gemessen werden, ist  $dy \sec y$  in der Summation über einige Grade - etwa 3 - 5 Grad - praktisch gleich den Bogenlängen entsprechender Abschnitte auf der Erde. Somit kann man in diesen Spannen noch von zumutbarer Flächentreue sprechen.

ANTWORT 22 : Die Antwort ergibt sich aus unseren Anfangsüberlegungen (Antw.3): Es kann nur der Äquator sein!

ANTWORT 23 : Da die Gitterlinien des Systems aufeinander senkrecht stehen, die kürzeste Verbindung zweier Punkte mit ihren Koordinatenlinien ein rechtwinkliges Dreieck bilden, errechnet sich die Luftlinienentfernung beider Punkte (Hypothense des Dreiecks) mit Hilfe des Satzes von Pythagoras. ( $x^2 + y^2 = e^2$ )

ANTWORT 24 : Der Name der Karte hat nichts mit Grund- und Bodenaufnahme zu tun. Grundkarte besagt, daß diese Karte als Ausgang für abzuleitende weitere Kartenwerke gedacht ist. Also "Grundlagekarte". Tatsächlich erfolgt bereits weitgehend die Laufendhaltung der amtlichen Karten mit Hilfe der Grundkarte.

ANTWORT 25 : Die Grundsteuer ist eine relativ junge Steuer. Sie trat erst mit der allgemeinen Privatisierung des Landbesitzes, speziell im ländlichen Bereich, auf. Bis zur Bauernbefreiung (Stein-Hardenbergsche Reformen) war der Bauer i.R. abgabepflichtig. Mit Übernahme seines von ihm bewirtschafteten Grund und Bodens in Privateigentum mußte er nunmehr auch direkte "Abgaben" in Form von Steuern an den Staat leisten. Hatte er zuvor Naturalabgaben an den Grundherrn entrichtet, so zahlte er jetzt entsprechend der Größe seines Besitzes Geldabgaben an den Staat. Die Höhe der Abgabe richtete sich zunächst nach der Größe seines Besitzes. Erst im weiteren Verlauf des 19. Jahrhunderts erfolgte eine spezifizierte Einschätzung der Tragfähigkeit und somit möglichen Leistungsfähigkeit der Landflächen. - Entsprechend den Grundsteuern der ländlichen Nutzflächen wurden auch die städtischen Privatbesitzungen veranlagt. Um die wahren Flächengrößen ermitteln zu können, war der Staat gehalten, eine möglichst genaue Landvermessung durchzuführen. - Ältere Fluraufnahmen dienten besonderen Anforderungen.

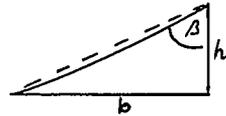
ANTWORT 26 : Wenn Sie diese Antwort nicht auf Anhieb selbst richtig geben konnten, überprüfen Sie bitte ernsthaft, ob Sie das erforderliche Selbstverständnis zu den Bezügen der Geographie zur Erde besitzen! - Die Seitenlänge des Trapezes in N-S-Richtung sind 6 Bogenminuten auf einem Großkreis (Meridian). Die Seitenlänge in E-W-Erstreckung sind 10 Bogenminuten auf jeweils einem Kleinkreis (Breitenkreis). Alles Weitere siehe (8).

ANTWORT 27 :: Da die westl. und östl. Blattränder echte Meridianbögen darstellen, weisen diese Linien genau nach (geographisch) Nord. Dort wäre der Kompaß anzulegen. Hinweise bzgl. magn. Mißweisung oder auch des Anlegens an einer Gitterlinie siehe unten S. 45 .

ANTWORT 28 : Die Meridiankonvergenz wird dort Null, wo die Gitterlinie genau nach Geographisch Nord weist. Das ist nur dann der Fall, wenn diese Linie gleichzeitig ein Meridian ist, also genau auf dem Mittelmeridian eines Gitterstreifens (Abbildungsmeridian bei Gauß-Krüger). Die Meridiankonvergenz ist ein Winkel, der mit Entfernung vom Abbildungsmeridian nach Osten hin positiv ansteigt, nach W dagegen negativ wächst.

---                    ---                    ---                    ---

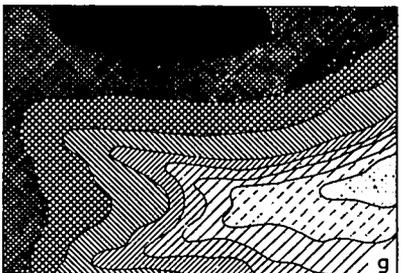
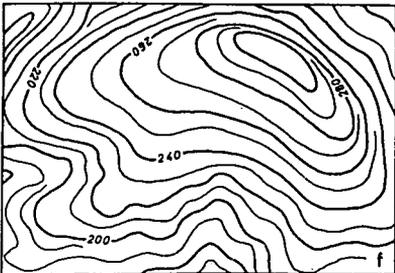
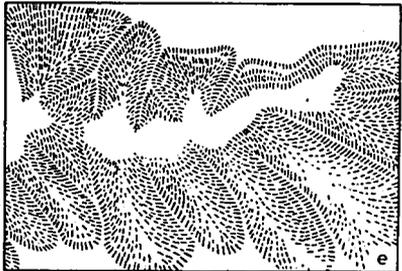
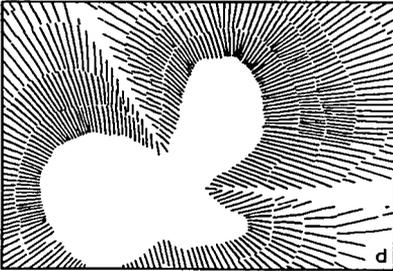
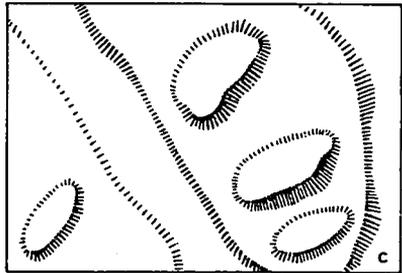
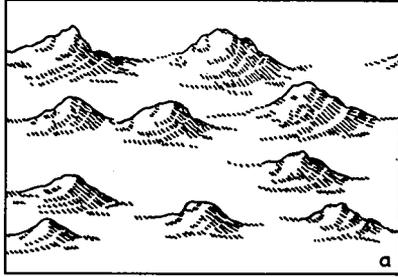
Außer dieser absoluten Reliefdarstellung findet man in vielen Karten zusätzlich eine relative Darstellung, die nicht die wahren Höhenwerte wiedergibt, sondern lediglich die Neigung des Geländes. Der Neigungswinkel ist aus der Relation zu ermitteln  $\tan \beta = b/h$ , wobei  $b$  die Basis (Projektionslinie) und  $h$  der absolute Höhenunterschied der geneigten Fläche ist.



Diese Zusatzdarstellung geschieht zur besseren Veranschaulichung besonders stark geprägter Reliefräume, indem man die Steilhänge durch feinste Punktierung mehr oder weniger "schattenschwarz" tönt. Der Eindruck ist dann mit einem "im Schatten liegenden" Hang identisch. Diese Methode nennt man Schummerung. Es darf nicht verschwiegen werden, daß in manchen Karten infolge unpraktisch angewandter Schummerungsmanier falsche Eindrücke entstehen. Da diese Methode zusätzlich zur Höhenliniendarstellung angesetzt wird, kann bei flüchtiger Betrachtung recht leicht ein Lese- und Deutungsfehler unterlaufen.

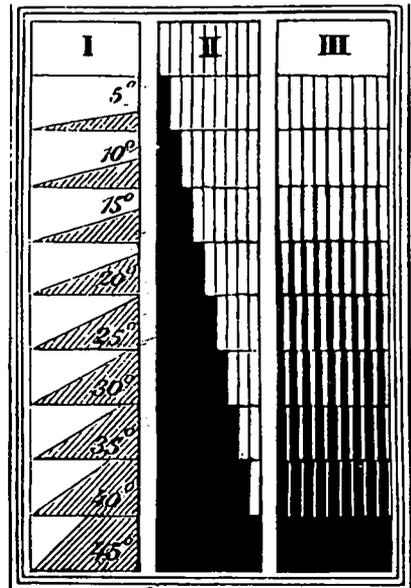
Die Schummerungsmanier ist schon recht alt. Wir kennen Karten aus dem 17. Jahrhundert, deren Reliefdarstellung durch Schummerung geschah, so das Beispiel (b) auf Seite 50. Hier fehlt natürlich jede zusätzliche absolute Darstellung durch Höhenlinien oder -zahlen. Auch läßt die Schummerungsmanier nicht zu, genaue Angaben über die wahre Größe der Geländeneigung aus der Karte zu entnehmen. Man kann höchstens zwischen sehr steilen und weniger steilen Hängen unterscheiden. - Wesentlich leichter zu lesen ist die relative Darstellung in Bergstrichmanier. Bergstriche oder Schraffen (nicht Schraffuren!) sind feine schwarze Striche, die die Richtung des Gefälles andeuten. Je dichter sie beieinanderstehen, umso größer ist die Neigung; die Länge der Striche vermittelt einen Eindruck von der Ausdehnung (Länge) der Neigung. Die Frühform der Bergstrichmanier ist die Schattenschraffenmethode, wie sie im Beispiel (c) auf Seite 50 dargestellt ist. Auch hier kann man nur den Grad der Neigung schätzen, doch zeigt eine solche Darstellung etwas mehr Übersicht als das Beispiel (b).

Eine andere Bergstrichmanier ist die einfache Schraffenmanier. Während mit der Schattenschraffe nur die bemerkenswerten Steilhänge aus dem Geländebild herausgehoben werden sollten - ähnlich wie bei Verwendung der Schummerung -, wird die einfache Schraffenmanier grundsätzlich bei jeder nennenswerten Neigung angewendet. Das Beispiel (d) zeigt recht deutlich durch dichte und weniger dichte, lange und kurze Schraffen die



Verteilung steiler und weniger steiler Hänge, langgestreckte und kurze Neigungen. Zusätzlich ist auch hier die Neigungsrichtung zu erkennen. Um natürlich sagen zu können, welche Teile der Karte, d.h. des dargestellten Geländes hoch liegen und welche tief, müssen entweder zusätzlich einige Höhenzahlen oder andere entsprechende Hinweise (Bachlauf etc) vorhanden sein. Die einfache Schraffenmanier ist gegenüber der Schummierung und der Schattenschraffe ein großer Fortschritt; man kann aber auch ihr nicht den genauen Neigungswinkel entnehmen, man bleibt auf Schätzungen angewiesen..

Da jedoch mit Ausbau der Waffentechnik und Vergrößerung des Geschützwesens im letzten Drittel des 18. Jhdts. der Wunsch immer dringender wurde, in den Militärkarten möglichst genaue Angaben über Ausmaß und Grad der Geländeneigung zu besitzen, entwickelte der sächsische Major J.G. Lehmann (+ 1811) die nach dem Neigungsgrad gestufte Schraffe. Er geht von der Überlegung aus, daß eine Fläche mit der Neigung  $0^\circ$  bei senkrechter Beleuchtung die größte Lichtmenge erhält, bei einer Neigung von  $90^\circ$  (Steilwand) die geringste Lichtmenge, d.h. kein Licht erhält. Alle Neigungen zwischen beiden Lagen erhalten je nach dem Grad der Neigung mehr oder weniger viel Licht. Somit ist es möglich, jedem Neigungsgrad eine bestimmte Schwärzung in Form variabler Schraffendichte als Schattenwert zuzumessen. Die weitere Überlegung war, daß eine Hangneigung von mehr als  $45^\circ$  für den Fußsoldaten ein ziemliches Hindernis, für den Troß ein unüberwindliches Hindernis darstellt. Praktisch war damit jede Neigung größer als  $45^\circ$  der Steilwand von  $90^\circ$  gleichzusetzen. Lehmann bildet also eine Stufung in  $5^\circ$ -Abstand von  $0^\circ$  bis  $45^\circ$ . Die nebenstehende Abbildung zeigt unter I die Winkel, unter II die entsprechenden Schwarz-Weiß-Verhältnisse und unter III die jeweilige Schraffenverteilung. Das Verfahren der Aufteilung von Hell und Dunkel - Schwarz und Weiß - geschieht nach einem recht einfachen



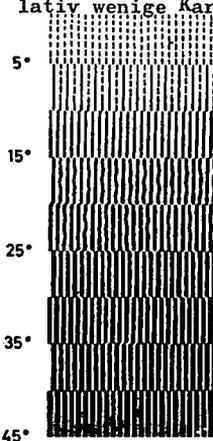
chem Schlüssel: Jeder Hangbereich sei in 9 Teile gegliedert (die Teilzahl 9 ergibt sich aus den 9 Stufen zu je  $5^\circ$ ), die je nach dem Grad der Neigung anteilmäßig "geschwärzt" werden (vergl. II in Abb.S.51)

$0^\circ - 5^\circ$	0	Teile schw./	9	Teile weiß
$5^\circ - 10^\circ$	1	"	"	8 " "
$10^\circ - 15^\circ$	2	"	"	7 " "
$15^\circ - 20^\circ$	3	"	"	6 " "
$20^\circ - 25^\circ$	4	"	"	5 " "
$25^\circ - 30^\circ$	5	"	"	4 " "
$30^\circ - 35^\circ$	6	"	"	3 " "
$35^\circ - 40^\circ$	7	"	"	2 " "
$40^\circ - 45^\circ$	8	"	"	1 " "
über $45^\circ$	9	"	"	0 " "

Die Lehmansche Schraffenmanier ist somit recht genau in der Darstellung. Es sei nicht verheimlicht, daß ein Auszählen der Schraffen gewisse Probleme in sich birgt. Bei etwas Übung ist aber ein recht gutes Abschätzen des jeweiligen Neigungsgrades möglich.

Lehmans Methode hatte für das Mittelgebirge, wie es für das Kgr. Sachen zutrifft, vollen Erfolg. In den Hochgebirgen soll es aber auch Menschen geben, für die Steigungen über  $45^\circ$  wenig Probleme aufwerfen.. So wurde in Bayern die Skala ausgedehnt bis zu  $60^\circ$ , in Österreich gar bis  $80^\circ$ .

Im norddeutschen Flachland bekamen die Schraffen, selbst bei weitem Abstand, ein zu schweres Gewicht. Deshalb baute v. Müffling, den wir schon bei der Polyederprojektion kennenlernten (S. 42 ff), das System um, indem er gerissene, punktierte und geschlängelte Schraffen einführte (vergl. Abb. unten), was der besseren Erkennung dienen sollte. Tatsächlich hat sich diese Methode nicht durchgesetzt; es gibt nur relativ wenige Karten mit der Müfflingschen Schraffenmanier. Hingegen



wurde im Laufe des 19. Jhdts. eine bessere Kombination entwickelt, die Schraffenmanier nach Lehmann-Müffling. Sie zeigt für die Neigungen unter  $10^\circ$  gerissene, über  $10^\circ$  ausgezogene Schraffen. Die Abbildung (e) auf Seite 50 ist in Schraffen nach Lehmann-Müffling ausgeführt. Diese Methode wird bis heute noch in sehr vielen Karten verwendet.

Abschließend sei noch hingewiesen auf eine der ältesten Reliefdarstellungen (S.50, a), die Maulwurfhügelmanier, eine plastische Frühform, die sich in Karten seit dem 15. Jhd. befindet.

### Inhalt der Topographischen Karten

Das Relief gehört bereits zum Inhalt der Topographischen Karten. Seine Darstellung wurde bereits besprochen. — Allgemein wird der Karteninhalt gegliedert in Relief,  
Gewässer,  
Situation und  
Schrift.

Diese Gliederung ist zunächst einmal inhaltlich sinnvoll, da es sich um verschiedene Aussagebereiche handelt; zum andern ist sie technisch begründet, da die Zeichnung und der Druck, aber auch die Laufendhaltung, der Karten getrennt nach dieser Gliederung erfolgt.

Die Darstellung des Gewässers geschieht, soweit die Karten mehrfarbig gedruckt werden, in blau. Hierin unterscheiden sich die Topographischen von der Grundkarte. Bei farbiger Darstellung muß dann noch unterschieden werden zwischen linearen und flächigen Gewässern, wobei jedoch berücksichtigt werden muß, daß breite Flüsse und Ströme als "flächig" behandelt werden. Schmale lineare Gewässer werden durch eine blaue Linie, die den Windungen des Gewässers angepaßt ist, dargestellt. Breitere Gewässer erhalten zwei Linien, zwischen denen je nach Breite des Gewässers uferparallele blaue Linien gezogen werden. Diese Linien sind keine Tiefenlinien! In stehenden Gewässern wird ein waagerechter blauer Raster angebracht (Teiche etc., dazu gehören auch sehr große Seen, die nur einen schwachen Durchfluß haben). Alle übrigen großflächigen Gewässer erhalten sogen. "Wasserschraffen", d.s. blaue uferparallele Konturlinien, die auch nicht als Tiefenlinien gedeutet werden dürfen.

FRAGE 29 : Was bedeuten wohl die Zahlen in den Seen und die Ziffern am Rand der großen Flüsse ?

Die Gewässernamen sind ebenfalls in blau gesetzt u.zw. rückwärtsliegend. Hinweise in Beziehung zum Gewässer sind schwarz. Die blauen Linien in vergletscherten Gebieten sind echte Höhenlinien; sie werden behandelt wie normale Höhenlinien.

Unter Situation versteht man alle topographischen Zeichen und Darstellungen in der Karte, die nicht zur Erkennung von Relief und Gewässer dienen und auch nicht zur Schrift gehören. Dabei gelten Hinweise in Schriftform, soweit es sich um Abkürzungen oder direkte Zeichen=erläuterungen handelt (z.B. Whs, Bhf) als Situation, auch im Falle der Relief- oder Gewässer=erläuterung.

!! Nehmen Sie im folgenden Ihre Topographischen Karten zu Hilfe !!

Nach kartographischen Gesichtspunkten gliedern wir die Situation in punkthafte, lineare und flächige Zeichen. Zu den linearen Zeichen gehören die Grenzen, Wege und Bahnen, sowie deren Ableitungen und Kombinationen (Dämme, Einschnitte, Hecken, Mauern, Zäune u.ä.). - Als punkthafte Zeichen sind alle jene Zeichen, die solche Gegenstände in der Natur bezeichnen, die punkthafte Charakter haben (einzelne Bäume, Denkmäler, einzelstehende Gebäude etc.), anzusprechen.

Die flächigen Zeichen stehen heute zumeist als Sammlung von Einzelzeichen. Die moderne deutsche Topographische Karte bringt die Situation überwiegend einfarbig, d.h. als schwarze Zeichen. Ausnahmen gibt es nur in der TK 50 und TK 100 ( WELCHE ? ). Ursprünglich war dies entschieden anders. Das Ur-Meßtischblatt war eine vielfarbige Darstellung. Sowohl die Einzelzeichen, als auch die Flächenzeichen wurden durch Farben hervorgehoben, dabei findet man dort wirkliche Flächendarstellung, etwa wie in den heutigen Waldgrünausgaben. Vergleichen wir einmal die vier verschiedenen Karten nebeneinander: Das Ur-Meßtischblatt, die TK 25, die TK 50 und die TK 100 !

Die drei modernen deutschen Kartenwerke liegen in verschiedenen Ausgaben vor:

TK 25 - Ausgabe Arbeitskarte, einfarbig (nur noch in Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen)

Normalausgabe, mehrfarbig: Relief braun, Gewässer blau, Situation und Schrift schwarz (in allen Bundesländern)

Normalausgabe mit Waldflächengrün (Nicht in Niedersachsen, Baden-Württemberg und Bayern)

TK 50 - Arbeitskarte, mehrfarbig: Relief braun, Gewässer blau, Situation der Bodenbewachsung dunkelgrün (Signaturen), übrige Situation und Schrift schwarz (in allen Bundesländern)

Normalausgabe, wie Arbeitskarte, jedoch mit Waldflächengrün (in allen Bundesländern)

Schummerungsausgabe, wie Arbeitskarte oder Normalausgabe, jedoch mit zusätzlicher Reliefschummerung (in allen Bundesländern)

Orohydrographische Ausgabe, nur Relief (ggfls auch Schummerung) und Gewässer. (nicht in Bayern)

TK 100 - Vorläufige Arbeitskarte, einfarbig: Relief in Schraffen (nur in Nordrhein-Westfalen)

Arbeitskarte, wie bei TK 50

Normal-, Schummerungs- u. Orohyd-Ausgabe wie bei TK 50

Das Ur-Meßtischblatt wirkt infolge der weitgespannten Flächenfärbung anschaulich und leicht lesbar. Anschaulich ist die Karte ohne Zweifel, ob sie aber leicht lesbar ist, muß sich erst erweisen. Der größte Teil des Blattes ist farbig angelegt. Die Flächenfarben tragen Aussagen über Oberflächenerscheinungen, die flächigen Charakter haben. Zusätzlich sind den Flächenfarben noch Einzelzeichen in Gruppen zusammengefaßt beigegeben. In dieser Hinsicht ähnelt die Karte den modernen topographischen Blättern der Waldgrünausgabe. TK 25, TK 50 und TK 100 zeigen unter dem flächigen Waldgrün zusätzlich die Zeichen für Laub- resp. Nadelwald, Wege etc. Sonst kennen wir in den heutigen Ausgaben keine Flächenfarben (Hinweis: Die niederländischen Topographischen Karten besitzen eine weite Flächenfärbung!).

Der Wald wird im Ur-Meßtischblatt durch baumartige Zeichen, deren Köpfe je nach Laub- oder Nadelwald verschiedenartig gefärbt sind, und zumeist in schmutzartiger Farbe flächig dargestellt. - Hier sei kurz erwähnt, daß die Ur-Meßtischblätter Manuskripte aus der Zeit zwischen 1836 und 1868 sind, die nicht nach einer einheitlichen Legende bearbeitet wurden; deshalb können u.U. erhebliche Unterschiede im Situationsbild auftreten. - Nadel- und Laubwald können nur an der Farbe unterschieden werden! Man wird schon einsehen, daß es mit der leichten Lesbarkeit nicht so gut steht! Die modernen Blätter unterscheiden Laub- und Nadelwald im Zeichen. In TK 50 und TK 100 sind diese dunkelgrün. Junges Holz und Buschwald wird im Ur-MTB durch kleinere Zeichen, doch sonst wie der entspr. Wald, dargestellt. Die moderne TK bringt lediglich kleinere Zeichen für Jungholz und Anpflanzungen, für Buschwerk oft in Mischung mit Punktzeichen! das leitet über zum Offenland.

Das Grünland (Wiese und Weide nicht unterschieden) zeigt im Ur-MTB hellgrüne Flächenfärbung ohne Zeichen - es sei denn, dort stehen Büsche oder Bäume o.a. -, in der modernen TK nur durch Zeichen(waagerechte Doppelpunkte) angegeben.

FRAGE 30 : Woran erkennt man in der Natur eine Weide, eine Wiese ?

Feuchtes Grünland erhält im Ur-MTB zur Flächenfarbe schwarze Querstriche, in den TK zusätzlich zu den Zeichen blaue Querstriche. Moor- und Bruchgebiete bekommen im Ur-MTB anstelle der Striche schwarze längliche Flecken, in den TK leicht gewölbte senkrechte Strichgruppen im Wechsel mit blauen Querstrichen.

Die Heide hat im Ur-MTB eine ockergelbe Flächenfarbe mit sehr kleinen senkrechten Büschelgruppen, in den TK finden wir Büschelgruppen mit

drei darunter gesetzten Punkten. - In allen den hier besprochenen Flächen sind auch Kombinationen möglich, so Heide mit Buschwerk oder Moor mit Bäumen etc.

Sehen Sie einmal Ihre Topographischen Karten durch nach weiterer Flächensituation der Bodenbewachsung und Bodenbedeckung.

**FRAGE 31** : Wie sind die Begriffe Bodenbewachsung und Bodenbedeckung zu definieren ?

Die TK zeigt noch eine Anzahl Flächenzeichen aus Einzelzeichen zusammengesetzt, besonders für das Kulturland. Dabei gilt, daß in der TK 50 und der TK 100 alle Zeichen der Bodenbewachsung, ob als Flächen- oder Punktzeichen, dunkelgrün gedruckt werden. Zwar ist die jeder Karte beigegebene Legende nicht absolut vollständig, doch werden die im Blatt vorkommenden Zeichen erläutert, allerdings fehlen einige.

**FRAGE 32** : Was bedeuten die weißen Flächen außerhalb der Siedlungen in Ihren TK ?

Wir haben bereits erkannt, daß ein inhaltlicher Zusammenhang besteht zwischen der kartographischen Auffassung von Flächenzeichen und der physiognomischen: Als Fläche wird i.R. dargestellt, was auch in der Natur flächenhaften Charakter trägt. Ausnahmen werden wir noch erwähnen. - Als besonders markant treten die Siedlungsflächen durch ihre kräftige Schwärzung heraus. Gebäude werden grundsätzlich schwarz hervorgehoben - Öffentliche Gebäude und allgemein solche mit großer Grundfläche werden in der TK 25 grundrißgerecht eingezeichnet -, eng bebauete Gebiete, wie Innenstädte etc., lassen keine Erkennung einzelner Gebäude zu. Geschlossen bebauete Wohnplatzteile mit eingestreuter geringer Freifläche - z.B. Vorstadtsiedlungen -, werden schwarz umrahmt und mit Diagonalschraffur ausgefüllt. Größere Hofflächen bleiben weiß. Eine Trennung in Wohn- und Wirtschaftsgebäude, wie in der Grundkarte, erfolgt nicht. Schriftthweise (Fabr., Kas., Mus.) treten vereinzelt auf. Allgemein ist aber eine dichte von einer lockeren Siedlung zu unterscheiden. Ebenso lassen sich Stadtkerne und Ausbauviertel deutlich erkennen. - Das Ur-MTB ist in der Siedlungsdarstellung schon genauer. Man erkennt rote und schwarze Siedlungsflächen. Rot steht hier für Steinbauweise, schwarz für Holzbauweise, d.i. auch Fachwerk.

Die Siedlungsdarstellung führt uns zu den punkthaften Zeichen, den topographischen Einzelzeichen und Abkürzungen. Hierhin gehören auch

die einzeln stehenden Häuser oder Gebäude. In der Natur werden sie als flächendeckend angesprochen, kartographisch behandelt man sie von der TK 25 an als "Punkte", weil sie infolge des Abbildungsverhältnisses punkthaften Charakter tragen. Gehöfte und kleinere (geschlossene) Siedlungsgruppen sind dagegen noch in ihrem wahren Grundriß eingetragene. Das führt uns zu der Frage, wie sich diese Darstellungsmethode in noch kleineren Maßstäben verhält?

FRAGE 33 : Werden Gehöfte in der TK 50 oder gar in der TK 100 auch noch entsprechend ihrem reelen Grundriß verzeichnet ?  
Wie verhält es sich bei ihnen mit der Darstellung der Innenaufteilung ?

Allgemein aber gilt, daß alle jene Details der Topographie, die in der Natur einen punkthaften Grundriß aufweisen, auch in der Karte eine Punktsignatur erhalten. Betrachten Sie daraufhin einmal die drei Kartenwerke! Die Legende der Punktzeichen - hier zählen wir auch die Abkürzungen hin - ist sehr umfangreich. Das Musterblatt der TK 25 (von 1939) weist rund 50 verschiedene Punktzeichen auf, hinzu kommen 186 Abkürzungen, sogen. "erläuternde Zusätze". Die Legende des einzelnen Blattes bringt hiervon nur einen Ausschnitt, der sich auf den dargestellten Inhalt bezieht. Das Ur-MTB kennt 45 Punktzeichen und nur 30 erläuternde Abkürzungen. Man sieht, die moderne Welt bedarf offensichtlich im größeren Maße der Erläuterung!

Bevor wir uns den linearen Zeichen zuwenden, wollen wir die bereits besprochenen Signaturengruppen in den drei Kartenwerken TK 25, TK 50 und TK 100 vergleichen. Grundsätzlich treten in allen drei Karten die gleichen Zeichen auf. Ein Unterschied zeigt sich nur bei den Zeichen für die Bodenbewachsung; diese sind in TK 50 und TK 100 dunkelgrün gedruckt. Das erleichtert sehr das Lesen der Karte. Da nun mit der Verkleinerung des Maßstabes der für die Darstellung zur Verfügung stehende Raum erheblich eingeschränkt wird - das Verhältnis der dargestellten Flächen verhält sich in den Karten TK 25 : TK 50 : TK 100

(34)

$$1 : 4 : 16 = F_{TK\ 25} : F_{TK\ 50} : F_{TK\ 100}$$

-, muß man erwarten, daß erhebliche Einschränkungen in der Wiedergabe der Topographie erfolgen wird. Schon eine Kurze Betrachtung der Legende widerlegt das. Die Zahl der Zeichen in der TK 50 ist kaum eingeeengt, in der TK 100 nur unbedeutend. Auch im Kartenbild selbst sind nur unbedeutende Abstriche nachzuweisen. Was ist hier geschehen?

Die Blätter der TK 50 werden natürlich völlig neu gezeichnet, allerdings im Maßstab 1:25.000, doch bereits schon mit den Zeichen der TK50. Diese sind wesentlich kräftiger und auch etwas größer als die der TK25. Dabei werden kleine Einzelheiten verändert oder weggelassen (z.B. Nebengassen in Stadtkernen, Gebäudevorsprünge, anstelle der großen Zahl Baumzeichen eines Waldes werden weniger gesetzt usw.), doch wird die Aussage nicht oder nur ganz unbedeutend eingeschränkt. Man kann somit nur von einer "eingeschränkten Generalisierung" sprechen. Das so entstandene kräftige Kartenbild in 1:25.000 wird dann photomechanisch auf 1:50.000 verkleinert. Das entstandene Kartenbild der TK 50 ist in der Strichführung kräftig, insgesamt aber aufgelockert. Man bezeichnet die TK 50 als Reduktionsergebnis der TK 25 (WICHTIG: das ist keine Verkleinerung der TK 25!). Die Generalisierung ist unbedeutend. Entsprechend wird mit der TK 100 verfahren. - Betrachten Sie einmal daraufhin Ihre drei Karten!

Das gilt ganz besonders auch für die linienhaften Signaturen. Diese sind inhaltlich in zwei Gruppen zu unterteilen: Einmal finden wir solche Linien, die in der Natur nicht oder nur indirekt kenntlich gemacht werden, die Grenzen; zum andern haben wir es mit sichtbaren Linien zu tun. Die Signaturgruppe der Grenzen fällt bis auf die Staatsgrenze im Ur-MTB ganz fort. Die unterste Grenze der TK 25 ist die Gemeindegrenze, dann folgen die der höheren Verwaltungseinheiten. Private Besitzgrenzen, wie sie in der DGK 5 (KPK) auftreten, werden in den Topographischen Karten nicht mehr dargestellt. TK 50 und TK 100 zeigen auch schon die Gemeindegrenze nicht mehr; in diesen Karten wird als unterste Verwaltungsgrenze die Kreisgrenze (Landkreis-, Stadtkreis-) dargestellt. Hinzu kommen in diesen beiden Kws Naturschutzgebiets- und Truppenübungsplatzgrenzen (Warum wohl?). Im Rahmen der Erstellung der TK 50 wird auch eine Verwaltungskarte bearbeitet. Sie hat einen variablen Blattschnitt, der sich der Flächengröße eines Landkreises anpaßt. Diese Verwaltungskarten (Kreiskarten) zeigen auch die Gemeindegrenzen in farbigem Aufdruck.

Bahnen und Wege werden ebenfalls durch Linien dargestellt. Für sie gilt, daß sie wesentlich breiter dargestellt werden, als ihnen nach Maßstab zukommt. Der Zeichenschlüssel für die Bahnen ist heute zum Teil überholt, der für die Straßen und Wege fast völlig. Seit einigen Jahren werden die öffentlichen Straßen und Wege nicht mehr nach der Breite und dem Zustand eingestuft. Das wird in den Karten noch nicht

# Muster

## der Topographischen Karte 1:25 000

### Zeichenerklärung

- Grenzen:**
- **Reichs- oder Landesgrenze**
  - **Provinz- oder Regierungsbezirksgrenze**
  - **Kreisgrenze**
  - **Gemeindengrenze**
- Eisenbahnen:**
- ===== **mehrspurige Haupt- u. vollspurige Nebenbahn**
  - ===== **einspurige Haupt- u. vollspurige Nebenbahn**
  - ===== **vollspurige nebenbahnähnliche Kleinbahn**
  - ===== **Schmalspurige nebenbahnähnliche Kleinbahn**
  - ===== **Straßen- u. Wirtschaftsbahn**
  - **Straß- und Schmalspurbahn**

**Reichsautobahnen:**  
*im Bau*

- 54 Straßen:**
- ===== **Reichsstraße**
  - ===== **I A oben 5 km Höchstzuladung mit gutem Unterbau für Lastkraftwagen zu jeder Jahreszeit unbedingt brauchbar**
  - ===== **I B unten 5 km Höchstzuladung für Lastkraftwagen nur bedingt brauchbar**
- Wegen:**
- ===== **I A Überholspur-Führung für einzelne Kraftwagen zu jeder Zeit brauchbar; abwechselnd auf gegenüberliegenden Fahrtrichtungen**
  - ===== **I B Überholspur-Führung**
  - ===== **II Feld- und Waldwegen (A)**
  - ===== **III Weg**

- **Damm**
- **Druckstein**
- **Fels**
- **Erde**
- **Küch (Maler Müll mit Kachel)**
- **Mauer**
- **Trockener Graben**
- **Wall (Militär-Verteidigung)**
- **Zaun**

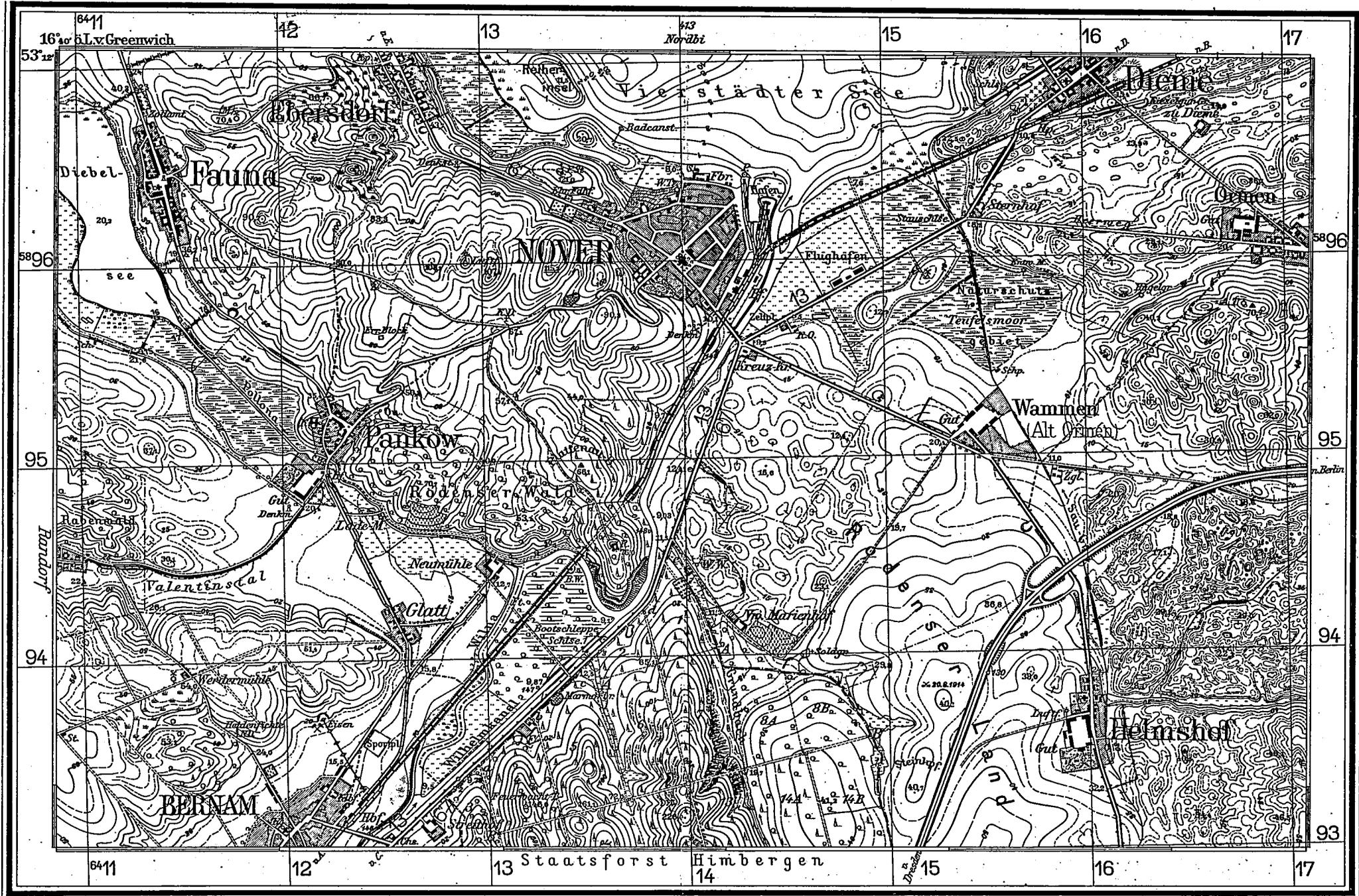
- **Denkmal**
- **Eisenstab**
- **Erwählter Block**
- **F. WK**
- **F. J. F.**
- **F. Z.**
- **Funkturm (über 80 m hoch)**
- **Gewässer**
- **Graben, Steinbruch**
- **Hellgenieße, Kapelle**
- **Erroterender Baum**
- **Richtpunkt**
- **Röhrenleitung, Eisenstab**
- **Kilometerstein**
- **Kirche**
- **Malenstein**
- **Nix Punkt**
- **Pegel**
- **Reine**
- **Bergwerk, im Betrieb u. verlassen**
- **Schlacht, Gefechtsfeld**
- **Schornstein, Post u. Gr. Mast**
- **Thy. Punkt**
- **Turm, Wehr**
- **Wasserturn**
- **Wassermühle**
- **Wegweiser**
- **Windmühle**
- **Windmühle (ehem.)**

- Leubwald**
- Nadelwald**
- Mischwald**
- Buschwerk u. Weidenangflanzung**
- Weide u. Ostland**
- Sand oder Kies**
- Wiese (nasser Moos)**
- Bruch mit Torfdeck**
- Hingarten**
- Kopfmangelpflanzung**
- Park**
- Baumschule**
- Friedhof f. Christen u. Nichtchristen**
- Bruchfeld (durch Bergbau unterteilt)**

**Abkürzungen:**

AM	Alte	Kol	Kolonie
Ant. St.	Antiquarische	K.P.	Kulturgeschichtl. Denkmal
Bf.	Bahnhof	K.M.	Kleinmühle
B.W.	Bahnwärter	K.H.	Kleinriedenwald
Ch.	Chausseehaus	K.S.G.	Kleinwachstumsgebiet
D.M.	Dampfmaschine	L.M.	Ländmühle
Dam.	Damm	Pm.	Postillon
Ex. Edw.	Exerzierplatz	Sch.	Schranke
für Krüge		(U)	Schornstein, unterirdisch
Fte.	Fabrik	Schp.	Schuppen
H.	Hütte	St.	Stall
Hp.	Hauptpunkt	S.W.	Südpunkt
Jy.	Jugendherberge	Td.	Thronstein
K.O.	Kalkofen	Th.	Thron
Kas.	Kassette	Wh.	Wasserbehälter
Kr.	Kirche, katholisch	Wha.	Wasserhaus
Kr.	Kirche	Zgl.	Ziegel





1:25000 (4 cm der Karte - 1 km der Natur)

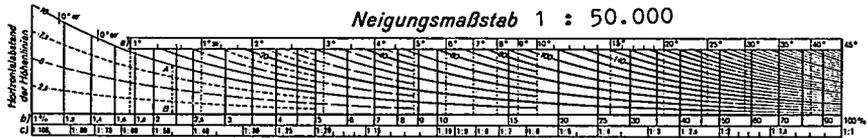
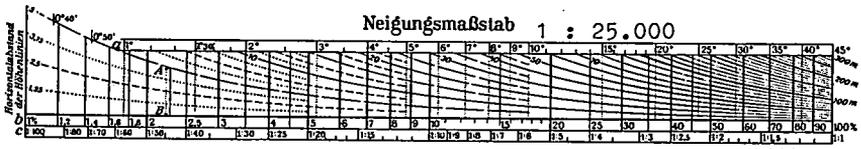


berücksichtigt. Auch die Zeichen für sichtbare Begrenzungen, wie Mauer, Hecke, Zaun u.ä. sind in ihrer Breite nicht maßstabgerecht. Sie betrachten die einzelnen Zeichen am besten in Ihren Karten. Um Ihnen zumindest für den Maßstab 1:25.000 ein umfassendes Situationsbeispiel zu bieten, wurde auf den Seiten 60/61 (hierzu Zeichenerklärung auf Seite 59) das "Muster der Topographischen Karte 1:25.000" des Reichsamtes für Landesaufnahme (1919-1945) abgedruckt. Dieses Muster enthält alle gängigen Kartenzeichen in einer Phantasielandschaft.

Die für den Geographen wohl wichtigste Gruppe des Karteninhalts ist die Schrift. Dieser Hinweis bezieht sich weniger auf die Namen der Siedlungen, obgleich Art und Größe der Schrift Aufschluß über die Zahl der Einwohner geben und die Schriftlage anzeigt, ob es sich um selbständige Gemeinden (senkrechte Schrift) oder um Gemeindeteile (vorwärtsliegend) handelt. Siedlungsnamen werden grundsätzlich in West-Ost-Richtung geschrieben. Landschaftsnamen gesperrt in der gleichen Anordnung. Namen von Gebirgen folgen der Form, Bergnamen umziehen den Berg in seiner oberen Region.

Was aber ist für uns so wichtig? Das ist das Namengut. Hier ist besonders zu denken an die Kleinlandschaften oder gar an die Flurnamen. Ihre Bedeutung ist für die genetische Kulturgeographie nicht zu unterschätzen. Findet sich heute die Bezeichnung "...heide" auf Acker- oder Grünland, so läßt sich schon allerhand über den früheren Zustand aussagen. Ist es auch noch die "Galgenheide", so weiß man sofort, was dort einmal geschehen ist. Hier setzt das große Fachgebiet der Karteninterpretation an. Untersuchen Sie einmal Ihre Blätter auf derartige Hinweise. Dabei müssen Sie aber beachten, daß Sie nicht mehr als zulässig ist aussagen, sonst grenzt das Ergebnis an Metaphysik! In Verbindung mit der Situation vergrößert sich der Aussagespielraum der Schrift erheblich. Man kann wüste Siedlungsplätze finden, ehemalige, heute bewaldete Anbaugelände u.ä.; auch Rückschlüsse auf den Untergrund, der ja in der TK nicht dargestellt wird, lassen sich treffen (z.B. Bleikuhle, dort war einmal Erzabbau). Man erkennt unschwer, daß der Aussagebereich recht groß ist, wenn man ein Blatt richtig auswertet, Jedoch muß jede Angabe auf ihren Inhalt hin genau geprüft werden. Die Topographische Karte liest sich nicht wie ein Roman, sie ist ein Tatsachenbericht!

Schließlich ist noch der "Blattrahmen" zu beachten. Er enthält in den Ecken die Begrenzung nach dem Erdgradnetz; auf den Seiten die Angaben des G-K-Systems. Die Innenränder zeigen eine Markierung der Minutenabstände. Manche Blätter bringen außerhalb des Rahmens eine wei-

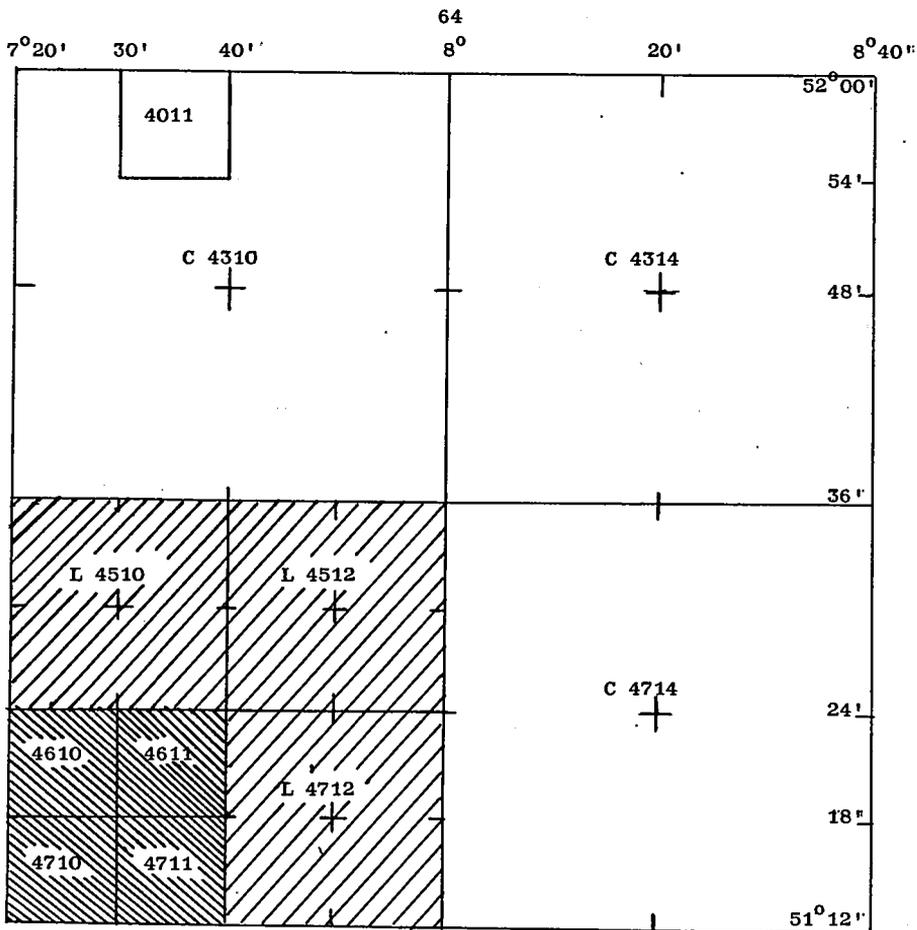


### Neigungsmaßstäbe für TK 25 und TK 50

(Die Neigungsmaßstäbe sind linear 1/2 verkleinert, man muß also eine in der Karte abgegriffene Isohypsendistanz auf die Hälfte der Strecke reduzieren.)

tere G-K-Markierung, die sich nicht mit der im Rand deckt. Dies sind Blätter im Bereich des Überganges zwischen zwei Gitternetzstreifen. Die Zählung außerhalb des Rahmens bezieht sich auf die Koordinaten des benachbarten Gittersystems. Sie dient zu Übergangszählungen und -rechnungen.

Unter der Leiste des Längenmaßstabs - bei allen Blättern der TK 25 und einem Teil der Blätter der TK 50 in Meter- und Schritteinteilung - ist ein Neigungsmaßstab eingesetzt. Er dient zur Ermittlung der Neigungsverhältnisse zwischen den Isohypsen (siehe Beispiele oben). Man greift mit einem Stechzirkel den Projektionsabstand zwischen zwei Isohypsen und sucht diesen im Neigungsmaßstab auf: Im Beispiel A-B in 1:25.000 zwischen 0 und 5 m, in 1:50.000 zwischen 0 und 10 m. Dann kann man je nach Wunsch ablesen in Spalte a) den Grad der Neigung (hier  $1^{\circ}18'$ ), b) die Neigung in % (2,3), c) das Neigungsverhältnis 1:x (1:44). Auf diese Weise können aus der Projektion die wahren Ausdehnungen ermittelt werden. - Manche Blätter der TK 100 bringen auch einen Neigungsmaßstab. Nun ist allerdings das Abbildungsverhältnis dieses Kartenwerkes schon zu klein und das Relief so stark generalisiert, daß eine derartige Transformation wenig sinnvoll ist. Daher erhalten die neueren Blätter der TK 100 keinen Neigungsmaßstab mehr.



TK 25, TK 50 und TK 100 im Blatt CC 4710 Münster der TUK 200

Abschließend werfen wir noch einen Blick auf den Namen des betreffenden Blattes der drei Kartenwerke. Das Blatt soll den Namen des "bedeutendsten" Ortes der Blattfläche tragen (das ist manchmal etwas schwer zu vollziehen). Vor dem Namen steht eine vierstellige Nummer, bei der TK 50 zusätzlich ein "L" (für röm. 50), bei der TK 100 noch ein C (für röm. 100). Deutschland wird aufgeteilt entsprechend den Polyederstreifen von Nord nach Süd in (heute) 79 sogen. "Banden" von 09 im Norden bis 87 im Süden. Diese Bandenbezeichnung bildet die beiden ersten Ziffern der Blattnummer. Alle Blätter eines Polyederstreifens gehören zur gleichen Bande. Die beiden letzten Ziffern sind die "Reihen"-Nummer (oder auch Säulen), sie zählen von West nach Ost.

Da nun ein Blatt der TK 50 genau 4 Blätter der TK 25 umfaßt, kann eine entsprechende Blattzählung in diesem Kartenwerk erfolgen. Als Nummer eines Blattes der TK 50 dient die des südwestl. Blattes der TK 25 mit einem vorangestellten "L". Hier zählt nur jede zweite(unge-  
rade) Bande und jede gerade Reihe. - Ein Blatt der TK 100 umfaßt vier Blätter der TK 50 und 16 Blätter der TK 25. Auch hier wird vor den Blattnamen die Nummer des südwestlichsten Blattes der TK 25 mit vorangesetztem "C" gestellt. Der Plan auf Seite 64 soll das Einteilungssystem erläutern.

FRAGE 34 : Wir wissen, ein Blatt der TK 25 hat die Maße 6' in Nord-Süd-Erstreckung und 10' in West-Ost-Erstreckung. Welche Blatt-schnitte sind bei den Folgekartenwerken TK 50 und TK 100 zu erwarten?

Die TK 25 hat ihren Vorläufer im Ur-MTB bereits im 19. Jahrhundert. In einigen deutschen Ländern wurde bereits auch schon im 19. Jahrhundert eine Karte im Maßstab 1:50.000 bearbeitet und sogar im heutigen Blattschnitt. Dennoch geht die heutige TK 50 zurück auf erste Entwicklungen in Südwestdeutschland in den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts. Doch erst seit Anfang der fünfziger Jahre wird dieses Kartenwerk allge-  
mein in der BRD bearbeitet. Es liegt heute vollständig vor.

Die TK 100 ist hingegen noch als recht unvollständig zu bezeichnen. Sie wurde bereits eher begonnen als die TK 50, doch geht ihre Fortentwicklung nur sehr langsam voran. Das liegt vor allem daran, daß in großen Teilen der BRD noch ein älteres KW dieses Maßstabes vorliegt, man also glaubt, nicht unbedingt ein neues KW sehr schnell aufbauen zu müssen. Es handelt sich um die

Karte des Deutschen Reiches 1:100.000

auch kurz "Reichskarte" genannt. Diese Karte wird oftmals fälschlich als Generalstabskarte bezeichnet. Sie ist zwar, zumindest teilweise, aus einer Generalstabskarte entwickelt worden, und parallel zu ihr wurde ein Generalstabskartenwerk (mit speziellen Signaturen) bis zum Ende des ersten Weltkrieges bearbeitet. Die Blätter, die bis heute aus diesem Kartenwerk benutzt werden, entstammen nicht der Gruppe der Generalstabskarten.

Der Blattschnitt eines Blattes der Reichskarte ist 15' x 30', d.s. 3 TK 25 in West-Ost- und 2 1/2 TK 25 in Nord-Süd-Richtung. Die Projektion ist Polyeder-Pr., während die neue TK 100 in G-K-Projektion ent-

worfen wurde. Aus militärischen Rücksichten wurde während und nach dem 1. Weltkrieg auch in die Reichskarte die G-K-Projektion übernommen, ähnlich wie bei der TK 25. Ebenso wurde aus militärischen Gründen ein Zusammendruck von vier einzelnen Blättern zu einem Großblatt oder Einheitsblatt (30"x60') vorgenommen. Die Blätter - Klein- wie Großblätter - zählen nicht nach Banden und Reihen, sondern fortlaufend von 1 - 674 (Kleinblätter) und 1 - 160 (Großblätter). Die Einpassung der TK 25 in die Reichskarte (RK 100) zeigt die Abbildung auf Seite 67.

Das Relief wird in der Karte durch Schraffen nach der Methode von Lehmann-Müffling veranschaulicht (eine Anzahl Blätter erhielten zusätzlich Höhenlinien; diese Stücke besitzen heute großen Seltenheitswert). Gewässer und Situation sind schwarz-weiß dargestellt. Die Signaturen entsprechen weitgehend denen der TK 100, auch der Aussagebereich entspricht diesem KW. Da besonders durch die Reliefschraffen eine derartige einfarbige Karte recht schwer lesbar ist, wurden später etliche Klein- und sehr viele Großblätter farbig herausgegeben: Gewässer blau, Wald dunkelgrün, Grünland hellgrün, bedeutende Straßen rot (z.T. Heide braun, Moor blaugrün). Das Signaturenbild bleibt jedoch wie in der einfarbigen Ausgabe. Diese Farbausgaben sind sehr gut lesbar; besonders bekommt das Relief eine plastische Wirkung (Steil- und Flachhänge, Hochflächen, Talungen usw. werden deutlich herausgehoben und erscheinen infolge der kräftigen Schraffenkonturen gut sichtbar unter der Situation).

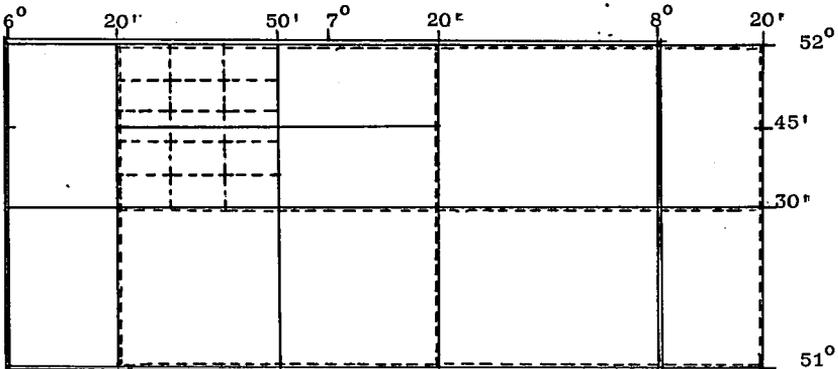
Mit Fertigstellung der TK 100 wird die Reichskarte nur noch historische Bedeutung haben. Für NRW sind bereits alle Blätter als überholt zu bezeichnen.

#### Topographische Übersichtskarte von Deutschland 1:200.000

Sie hieß früher "Top.Übers.Kt. vom Deutschen Reich" - wir bezeichnen sie kurz als TÜK 200 (alt) - und ist entstanden aus der "Reymannschen

Spezialkarte von Mitteleuropa 1:200.000". - Sie ist ebenfalls eine Gradabteilungskarte mit dem Blattschnitt 30' N-S und 60' W-E, d.s. 4 Blätter der Reichskarte, resp. ein Großblatt der Reichskarte (siehe Abbildung auf S. 67). Die Blätter dieses KW werden ebenfalls fortlaufend gezählt von 1 - 196.

Die Projektion der TÜK 200 (alt) fällt aus dem Rahmen der übrigen Kartenwerke; verwendet wurde eine Schnittkegelprojektion nach de l'Isle (S. 12) mit den Schnittbreiten bei 50° und 53° nördl. Breite. Damit ist das einzelne Blatt praktisch flächentreu.



M 501  
1:250.000

TÜK 200  
(alt)

RK 100

TK 25

TK 25 und RK 100 im Blatt 96 Wesel der TÜK 200 (alt) mit Überlappung des Blattes NM 32-1 Essen der M 501

FRAGE 35 : In welchen Bereichen des ehem. Deutschen Reiches zeichnet sich die größte Ungenauigkeit bzgl. Flächen- und Längentreue in der TÜK 200 (alt) ab ?

Die einzelnen Blätter dieses KW weisen auch das G-K-Gitter auf. Wir wissen, daß die verwendete Kegelprojektion nicht winkeltreu ist, so lassen wir uns auch nicht verwirren: Das G-K-Netz ist nur aufgedruckt, es steht in keiner Verbindung zur Projektion und zur Aufnahme des Blattes. Der Vorteil der Kegelprojektion gegenüber der Polyederprojektion liegt auf der Hand: Man kann beliebig viele Blätter zusammensetzen, wenn man will ganz Deutschland!:

Der Inhalt eines Blattes ist natürlich stark generalisiert. Das Relief (braune Isohypsen), in 100m, 20m, 10m und z.T. auch in 5m Abstand eingetragen, kann nicht mehr als genau angesehen werden. - Gewässer blau, kleine Bäche werden nicht mehr dargestellt. - Die Situation ist schwarz. Es werden keine exakten Punktmarkierungen vermittelt, d.h. die Darstellung ist entsprechend dem Maßstab nur noch "ungefähr". Ortsgrundrisse entsprechen zwar dem wahren Bild, doch sind sie generalisiert. Einzelne stehende Gebäude, einzelne Bäume etc werden nur noch vermerkt, wenn sie besonders auffallen. Gebäudegruppen erscheinen nicht genau im Detail. Wald wird nicht nach Laub- und Nadelwald unterschieden. Fußwege

sind zwar eingezeichnet, doch handelt es sich dabei um eine bescheidene Auswahl. Wir haben es eben mit einer "Topographischen Übersichtskarte" zu tun (siehe S. 28 oben).

In einer älteren Ausgabe besaß das Kartenwerk verschiedene Ausgabeformen, darunter auch mehrfarbige. Heute wird nur noch die Normalausgabe und die Orohydrographische (nur Isohypsen und Gewässer) Ausgabe vertrieben. Das KW wird aber nicht mehr fortgeführt, da inzwischen ein anderes bearbeitet und herausgegeben wird: Die

#### Topographische Übersichtskarte 1:200.000

(TÜK 200) im Blattschnitt 48' N-S und 80' W-E; damit entsprechen die Maße der modernen Kartenwerksserie (siehe Abb. S. 64). Die Projektion ist Gauß-Krüger. Die Zählung der Blätter geschieht wieder nach Banden und Reihen: jedes Blatt trägt die Nummer des südwestlichen Blattes der TK 25 mit vorangestelltem "CC" (für lat. 200). Bis Ende 1969 waren gut 50% der zu bearbeitenden Blätter erschienen (Bearbeitet wird das gesamte Gebiet Deutschlands in den Grenzen von 1937).

Die Karte ist stark generalisiert entsprechend der TÜK 200 (alt). Das Relief wird durch braune Isohypsen zu 100m, 50m, 25m und 12,5m dargestellt (in einer Sonderausgabe wird zusätzlich eine Schummerung eingebracht). Gewässer blau. Die Situation ist weitgehend der der TÜK 200 (alt) angepaßt. Bahnen und Wege sind schwarz (Sonderausgabe Verkehrskarte: Hauptstraßen rot, Nebenstraßen gelb), Grenzen, Siedlungen und Topographische Einzelweichen sind graubraun, Heide, Baum- und Gebüschgruppen, sowie Spezialkulturen erhalten grüne Signaturen, Moor grün auf blau, Waldgebiete flächig grün. Die Karte ist sehr übersichtlich und gut lesbar. Natürlich können auch in ihr keine speziellen Einzelangaben vermittelt werden.

Das KW erscheint in drei Ausgaben: Normalausgabe, Verkehrskarte (mit farbiger Straßendarstellung) und Orohydrographische Ausgabe (nur Relief und Gewässer).

#### Generalkarten

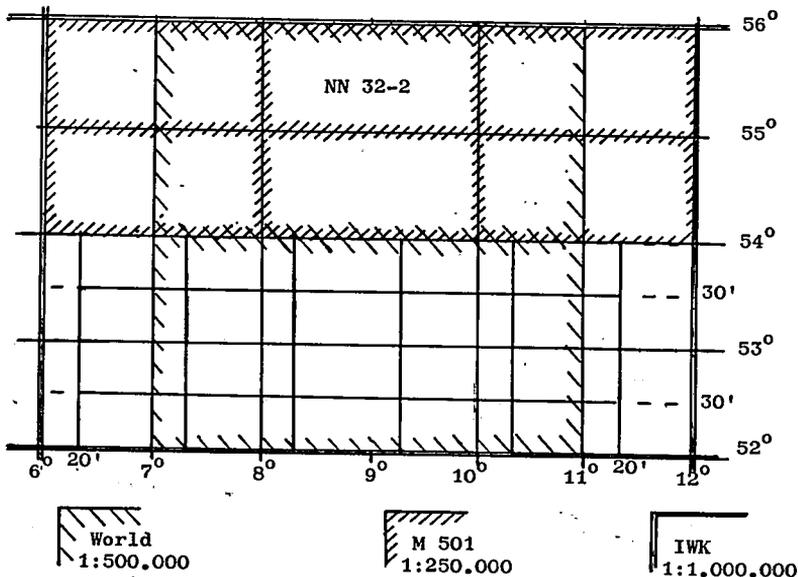
Diese kleinmaßstäbige Gruppe wird eingeleitet durch ein Privatkartenwerk des Verlages Mair, Stuttgart, die Deutsche Generalkarte in 1:200.000. Obgleich dem Maßstab nach zu den Topographischen Übersichtskarten gehörig, handelt es sich doch infolge der sehr starken Generalisierung um eine Generalkarte. Das KW umfaßt 26 Rechteckblätter, die zum Teil überlappen, für das Gebiet der BRD. Relief in wenig verläss-

licher Schummerung. Das Siedlungsbild ist nur nach Umrißsignaturen verzeichnet, d.h. die dargestellten Umrisse lehnen sich nur entfernt den wirklichen Formen an. Dagegen ist das Verkehrsnetz sehr gut und klassifiziert dargestellt (mit Entfernungsangaben). Das Kartenwerk wird im Gegensatz zu den amtlichen KW kurzfristig durch Überarbeitung laufend gehalten.

Die Deutsche Generalkarte hat nach Osten einen unmittelbaren Anschluß in der "Straßenkarte der DDR 1:200.000".

Ein völlig neues KW ist die Karte Western Europe M 501 1:250.000, angeregt durch die NATO, seit 1967 für zivile Zwecke freigegeben. Es handelt sich hier um ein hervorragendes Generalkartenwerk, das einen größeren Raum lückenlos überdeckt. Blattschnitt 60' N-S, 120' W-E. Projektionsgrundlage ist die Universal-Transversal-Mercatorprojektion (UTM). Sie entspricht der Gauß-Krüger-Projektion im Prinzip, lediglich sind die Gitterstreifen jetzt 6° breit. Als internationale Abbildungsmeridiane gelten der 3., 9., 15., 21. (usw) Meridian östl. Greenwich. Die Gitterbezeichnung ist jedoch anders als im GK-System. Das UTM-Netz dient als Meldegitter, d.h. alle Orts-(Punkt-)angaben werden in einem Code zusammengefaßt. Beispiel: 32ULC5348 bedeutet, Zonenfeld 32U (nur von Bedeutung, wenn ein Bereich von über 18° angesprochen wird), LC = Kennzeichnung eines 100 km-Quadrates, in dem sich der Punkt befindet, nämlich Ostwert (E) 53 (km im Planquadrat von W gezählt) und Nordwert (N) 48 (dito von S gezählt). - Bei größeren Maßstäben, in denen das UTM-Gitter verwendet wird, können beim E- und N-Wert noch weitere Ziffern auftreten, sie sind als Dezimalen zu werten. Die E-Werte stehen auf dem oberen und unteren, die N-Werte auf den seitlichen Kartenrändern.

Das Relief wird durch braune Isohypsen im 100m, 20m, 10m und 5m - Abstand dargestellt. Grenzen schwarz (Staatsgrenzen mit rotem Saum), Bahnen und Wege niederer Klasse schwarz, Straßen rot resp. gelb (mit Entfernungsangaben). Siedlungen über 25.000 Ew erhalten eine gelbe Flächenmarkierung (nicht grundrißgetreu!), kleinere Siedlungen eine schwarze Kreissignatur. Topographische Einzelzeichen sind recht spärlich. Der Wald wird flächig grün, feuchtes Gelände (Sumpf, Moor) in blauer Strichsignatur gekennzeichnet. Da die Karte nicht überlastet ist, stellt sie eine hervorragende Übersichtskarte dar. Einzelne Ortsangaben können jedoch nicht vermittelt werden. Die Blattzählung erfolgt in Unterteilung der IWK (siehe dort, S. 71).



TÜK 200 (alt), M 501 und World 1404 im Blatt NN 32 der IWK

Der Maßstab 1:300.000 ist heute nicht mehr vertreten; es ist auch nicht damit zu rechnen, daß in absehbarer Zeit ein umfassendes KW in dieser Abbildungsgröße bearbeitet wird. Allerdings liegt noch ein veraltetes KW (bis um 1943 nachgeführt) vor, die Übersichtskarte von Mitteleuropa 1:300.000; sie reichte von der Atlantikküste und der Nordsee bis weit nach Rußland hinein, in N-S-Erstreckung reichte sie von Norddeutschland bis an die Alpen. Sie war eine rein deutsche Ausgabe, obgleich sie das deutsche Reichsgebiet überschritt (Kriegskarte).

Bis vor wenigen Jahren waren wir auch in der Maßstabsgruppe 1:500.000 auf ein völlig überholtes KW angewiesen: Vogels Karte vom Deutschen Reich 1:500.000, einem Privatkartenwerk (Pertles, Gotha), das zuletzt 1926 neu bearbeitet wurde. So bestanden zwar schon seit Ende der 30er Jahre Pläne für die Neuschaffung eines KW für Deutschland, die durch den Krieg nicht zur Ausführung kamen. Um 1950 nahm man die Vorarbeiten wieder auf, es entstanden vier Probeblätter. Da aber in diesem Maßstab auf internationaler Basis gearbeitet werden muß (vergl. S.69), wurden die Arbeiten eingestellt. Auf weltweiter Absprache begannen dann die Arbeiten zu einer Weltkarte in Anlehnung an die IWK (vergl. S.71). Seit 1967 erscheint in recht rascher Folge ein neues KW, Map of the World

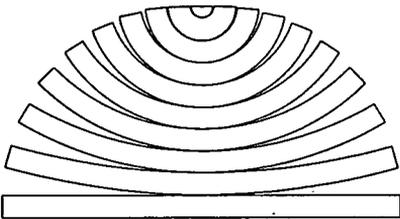
1:500.000 (1404). Blattschnitt der Gradabteilungskarte  $2^{\circ}$ N-S und  $4^{\circ}$ W-E (siehe Abb. S.70), flächentreue Schnittkegelprojektion nach Lambert, nach dem Prinzip, daß die Fläche des Kegelmantels zwischen den Schnittbreiten der entsprechenden Kugelzone gleichgesetzt wird (für das gesamte Kartenwerk werden stufenweise jeweils neue Schnitte angelegt).

Das Relief wird in Eöhenschichten mit Formlinien und diese unterteilende Höhenlinien dargestellt. Gewässer- und Situationsdarstellung sind entsprechend dem Maßstab mager. Die Karte ist sehr übersichtlich gehalten und gegenüber der Karte 1:250.000 nur wenig generalisiert.

#### Internationale Weltkarte (IWK) 1:1.000.000 (1301)

Das KW entstand 1913 aufgrund einer Anregung des Geographen A.Penck von 1891 und ist heute fast vollendet. Blattschnitt:  $4^{\circ}$  N-S und  $6^{\circ}$  W-E, die Abbildung auf S. 70 zeigt ein Blatt der IWK mit den Einpassungen der KW in 1:500.000 und 1:250.000 (zum Vergleich wurden auch die Blatt-schnitte der TÜK 200 (alt) eingezeichnet, um das Verspringen der Schnitte zu verdeutlichen). Das KW zählt in Banden (Buchstaben vom Äquator zu den Polen **A-U** mit vorgestelltem N oder S) und Reihen (Ziffern von 1-60, beginnend am 180. Meridian nach Osten steigend). Die Karte M 501 benutzt die gleiche Zählung, indem die Blätter in einem Blatt der IWK von 1 - 12 zählen (siehe Abb. S. 70; Blatt NN 32-1 gibt es nicht, da hier nur Nordsee!).

Für die IWK wurde eigens eine neue Projektion entworfen. Sie ist



der Polyeder-Projektion verwandt. Jede Bande wird als Kegelstumpf abgebildet; man denke sich z.B. bei  $52^{\circ}$  N einen Berührungskegelstumpf angelegt, dessen Seiten ( $r$ )  $\text{arc } 4^{\circ}$  betragen, in gleicher Weise wird für jede weitere Bande operiert (siehe Abbildung). Das ist die Polykonische Projektion, sie ist weder

flächen- noch winkeltreu. Es ist zu bedauern, daß das wichtigste KW der Erde eine derart unmögliche Abbildung besitzt. Daher auch wurde für die Karte 1404 eine andere Projektion gewählt.

Der Karteninhalt (Relief, Gewässer und Situation) der IWK entspricht der Map of the World 1:500.000 (d.h. in dieser Karte wurde die IWK verfeinert), er ist allerdings sehr stark generalisiert. Die IWK wird in verschiedenen Staaten (auch BRD) zur Anlage eigener KW verwendet.

ANTWORT 29 : Die Zahlen in den Seen beziehen sich auf die Höhenlage des Seespiegels über NN (Normal-Null). Die Ziffern am Rande der großen Flüsse (teils auch in der Mitte) sind km-Angaben des Schifffahrtbereiches.

ANTWORT 30 : Auf keinem Fall an Zäunen, denn die können auch Ackerland o.ä. begrenzen! Eine Weide ist vom Vieh zertreten, außerdem findet man in ihr allenthalben Büschel von Bittergräsern. Eine Wiese ist dagegen eben und glatt und zeigt gleichmäßigen Graswuchs.

ANTWORT 31 : Unter Bodenbewachsung ist die Vegetationsdecke ("cover") zu verstehen, während Bodenbedeckung auch vegetationslos sein kann (Kies-, Sand-, Geröllflächen u.ä.).

ANTWORT 32 : Diese Flächen sind Dauerackerland (in den Siedlungen sind es Plätze, große Hofräume u.ä.).

ANTWORT 33 : Das ist nicht mehr möglich, es sei denn bei besonders großen Anlagen (ausgedehnte Gutshöfe). Da schon in der TK 25 nur solche Nebengebäude, die mehr als 100 m<sup>2</sup> Grundriß aufweisen eingetragen werden können, ist die Innenaufteilung nur angenähert dargestellt. Der Grundriß der Gehöfte entspricht auch nur den Hauptlinien der Wirklichkeit.

ANTWORT 34 : (sie ergibt sich aus der Abb. S.64) TK 50: 12' N-S, 20' W-E  
TK 100: 24' N-S, 40' W-E ; TÜK 200: 48' N-S , 80' W-E. Da die Flächen im Verhältnis 1:4 zueinander stehen, müssen die Kanten verdoppelt werden.

ANTWORT 35 : Die größte Ungenauigkeit liegt in den äußersten nördlichen und südlichen Bereichen. In Schleswig-Holstein (110' nördl. der Schnittbreite) ist allerdings die Verzeichnung nicht ganz so stark wie in den Bayrischen Alpen (150' südl. der Schnittbreite). Die Ungenauigkeit zwischen den beiden Schnittbreiten erreicht bei 51° 30' nicht einmal das Maximum Schleswig-Holsteins, hier beträgt die Abweitung nur 90' von der Schnittbreite. Die für Deutschland ungleichmäßige Lage der Schnittbreiten ist darin begründet, daß die TÜK 200 (alt) als ein ausgesprochen preußisches Kartenwerk begonnen wurde, dann erst nach Süden ausgedehnt wurde.

---                      ---                      ---

Eine tabellarische Übersicht über die Kartenwerke finden Sie im Anhang.

Wir haben uns mit dem Entwurf von Karten kleinen und großen Maßstabes befaßt, d.h. wir haben die Abbildungsgrundlagen der vom Geographen verwendeten Karten kritisch untersucht. Dabei haben wir Wert darauf gelegt abzugrenzen, wann wir die Erde schlechthin als Kugel definieren können und in welchen Fällen wir sehr exakt die Erdoberfläche in ihrer ungleichmäßigen sphärischen Verkrümmung berücksichtigen müssen (vergl. S.28). Während wir uns bei den kleinmaßstäbigen Karten mehr mit der Frage ihrer richtigen Abbildung befaßten, sind wir bei den Topographischen Karten mehr auf deren Inhalt eingegangen. Beides entspricht der Kartenanwendung. Bei den kleinmaßstäbigen Karten, die im wesentlichen den Gebrauchsatlas füllen, ist eine Kritik auf die gewünschte Wiedergabe bei Anwendung der Karte wichtig. Das gilt zwar auch für die Topographischen Karten, doch unterscheiden sich bei ihnen die Abbildungsverhältnisse nicht so stark, wie wir gesehen haben; bei diesen Karten liegt dem Geographen weit mehr an ihrem Inhalt für seine Anwendungsbereiche. Wir unterschieden eingangs (S.1) verschiedene Kartengruppen. Wir sprachen dort von "Originalkarten", die wir dann später immer als "Topographische Karten" bezeichneten. Die uns i.R. zugänglichen Originalkarten sind ihrem Inhalt nach Topographische Karten, d.h. ihr vornehmlicher Inhalt befaßt sich mit der Darstellung der Topographie, also keineswegs mit anderen Fragenkreisen (z.B. Klima, geologische Verhältnisse, Bevölkerung usw.). Das bedeutet, daß die Aussage dieser Kartengruppe auf ein ganz bestimmtes Thema - in diesem Fall zwar ein recht weit gespanntes - eingeengt ist. Betrachtet man dies einmal von der Frage nach dem Inhalt, so ist eine Topographische Karte auch eine Thematische Karte mit dem Thema Topographie.

Nun ist genau genommen fast jede Karte, also auch eine kleinmaßstäbige Atlaskarte, eine Themakarte. Das soll auch nicht bestritten werden. Es fragt sich nur, ob wir gerade die Karte mit dem Thema, das uns zur Untersuchung interessiert, in gewünschter Abbildungsart und -größe vorfinden. Oftmals benötigt der Geograph Kartengerippe, um ein noch nicht dargestelltes Thema zur Aussage zu bringen. Da aber Kartengerippe, Skelett- oder stumme Karten, recht selten sind, muß man als Grundlage für die Schaffung neuer Karten andere heranziehen und alles Überflüssige des Inhalts entfernen. Das ist dann der Bereich der Kartenumformung (vergl. S.2), was wir auch als Kartentwurf bezeichneten.

## Die Thematische Karte

Die Thematische Karte, früher als Angewandte Karte bezeichnet, wird in einem eigenen Zweiggebiet der Kartographie eingehend behandelt, der Themakartographie. Wir können uns hier nur mit den Grundzügen befassen. Um einen Überblick über die Vielfalt der in Karten dargestellten Themen zu erhalten, brauchen Sie nur Ihren Schulatlas durchzusehen. Schulatlanten sind ausgesprochene Sammelbände von Themakarten.

**FRAGE 36** :: Besitzt Ihr Schulatlas ein bestimmtes Schwergewicht in der Auswahl der dargestellten Themen und werden diese Themen in einer bestimmten Ordnung oder Reihenfolge behandelt?

Während die Schulatlanten mit Themakarten gefüllt sind, besitzen die sogenannten "Handatlanten" - d.s. die großen und teuren Wälzer, die zumeist nur dekorativ herumliegen, während man als "Hausatlanten" jene Exemplare bezeichnet, die etwas umfangreicher als Schulatlanten zusätzlich noch Tabellen, Bilder oder anderes schmückende Beiwerk aufweisen - i.a. nur Übersichtskarten. Demgegenüber gibt es eine Vielzahl thematischer Karten, die aus den Originalkarten abgeleitet sind. Wir kennen da eine Reihe Thema-Kartenwerke, die auf der Grundlage der Topographischen Karten aufgebaut sind. In vielen Fällen wurde sogar der Situationsdruck beibehalten, teilweise sogar das Relief und das Gewässer. Die wichtigsten deutschen Themakartenwerke sollen hier kurz genannt werden: Es wurden aufgebaut auf der Basis der

DGK 5 die Bodenkarte auf der Grundlage der Bodenschätzung 1:5.000 (DGK 5 Bo), sie zeigt die Bodenschätzungsergebnisse im grünen Aufdruck.

TK 25 die Geologische Spezialkarte (der deutschen Länder) 1:25.000 , die Bodenkundliche Spezialkarte (der deutschen Länder) 1:25.000, die Vegetationskarte von Baden-Württemberg 1:25.000  
- in allen KW wird die Spezialaussage flächig und durch Signalen der TK aufgedruckt -

TK 50 Verwaltungskarte (als Kreiskarte im variablen Blattschnitt) 1:50.000 (nur in den Ländern Nieders., NRW, Hessen, Rheinl.-Pfalz; in Schlesw.-Holstein in 1:75.000 verkleinert) mit farbig aufgedruckten Kreis- und Gemeindegrenzen.  
Historische Exkursionskarte von Niedersachsen 1:50.000 (histor. wichtige Punkte deutlich überdruckt),

Flächennutzungskarte des Siedlungsverbandes Ruhrkohlenbezirk 1:50.000 (auf der Grundlage der älteren Form der TK 50), Nutzflächen farbig überdruckt,  
Moorkarte von Baden-Württemberg 1:50.000 (nur für die Moorgebiete), farbiger Überdruck.

- TK 100 Geologisch-bodenkundlich-hydrogeologische Spezialkarte 1:100.000 (bisher nur in NRW), farbiger Überdruck
- RK 100 Historisch-statistische Grundkarte des Deutschen Reiches 1:100.000 (veraltet), Skelettkarte, nur die Verwaltungsgrenzen und -sätze (Relief, Gewässer und Situation fehlen),  
Verwaltungskarte 1:100.000 (Niedersachsen und Bayern) ,  
Bodengütekarte von Bayern 1:100.000, farbiger Überdruck (Relief fehlt).
- TÜK 200 (alt) Geologische Übersichtskarte von Deutschland 1:200.000 (wird nicht fortgesetzt), farbiger Überdruck ,  
Karte der potentiellen Waldvegetation 1:200.000 (mit Nebenkarten, KW läuft erst an), farbiger Überdruck ,  
Karte der naturräumlichen Gliederung Deutschlands 1:200.000 ,  
Grenzen der Naturräume farbig eingedruckt ,  
Karte der mittleren jährlichen Niederschlagssummen 1:200.000, (Relief, Gewässer und Situation fehlen), Isohyeten und Stationen dargestellt ,  
Verwaltungskarte von Deutschland 1:200.000 (veraltet), in zwei Ausführungen: 1. mit Situation, aber ohne Relief und Gewässer, 2. nur Verwaltungsorte, dargestellt werden die Verwaltungsgrenzen in schwarz bis zur Gemeindegrenze.

Auf der Grundlage der Karte Western Europe 1:250.000, jedoch im eigenen Blattschnitt wurde die "Deutsche Eisenbahn- und Straßenkarte 1:250.000" entwickelt. Relief und Situation fehlen, dafür sind die bedeutenden Verkehrsorte und die Verkehrslinien stark differenziert eingetragen.

Die IWK wurde als Grundlage für eine große Zahl verschiedenster Themakarten für den Gesamtbereich der BRD (oder auch ganz Deutschlands) als Zusammendruck herangezogen. Je nach Wahl des Themas werden Teile des Inhalts der IWK beibehalten. Es bestehen sowohl Einzelkarten als auch mehrere Sammlungen (z.B. die BRD in Karten 1:1.000.000). - In entsprechender Weise wurde auch in der DDR verfahren, teilweise wurden hier die Blätter auf 1:750.000 vergrößert.

Außer diesen Thematischen Kartenwerken gibt es eine große Zahl an Sammlungen in Atlasform - gebunden oder ungebunden -, die ausschließlich aus ThemaKarten bestehen. Diese Themaatlanten oder thematischen Sammlwerke können in zwei verschiedenen Formen angelegt sein: Es kann eine bestimmte Region, z.B. ein Land, nach allen Gesichtspunkten behandelt werden, d.h. die betreffende Sammlung ist aus Karten der gleichen Region aber verschiedener Themen zusammengestellt; es kann aber auch ein bestimmtes Thema oder eine bestimmte Themengruppe für einen breiten Raum oder gar global zur Darstellung gebracht werden (z.B. der Weltseuchenatlas). Diese Sammlungen sind für die Arbeit des Geographen äußerst wichtig!

Die weiteste Verbreitung der thematischen Karten finden wir aber in der Fachliteratur, in Büchern und Zeitschriften. Während die thematischen Atlaskarten i.R. mit recht großem Aufwand entwickelt wurden - Mehrfarbendruck, Bearbeitung durch Wissenschaftlerteams, Zeichnung in Kartographischen Anstalten, Druck in technisch vollendeten Betrieben -, ist die Karte zu einem Aufsatz zumeist die Arbeit eines Einzelnen, die Herausgeber können oder wollen sich zudem auch keinen zu großen Aufwand leisten. Da gilt ganz besonders die Hauptforderung an jede Karte, daß sie deutlich lesbar sein muß, d.h. sie darf nicht überladen sein und ihre Signaturen oder schlechthin alle Darstellungselemente müssen leicht entschlüsselbar sein. Dies gilt für die Themakarte umso mehr, als bei ihr oft auf die topographischen Erkennungselemente verzichtet wird.

So sollte grundsätzlich in der Thematischen Karte die Darstellung sich den naturgegebenen Verhältnissen anpassen, d.h. in der Realität flächige Erscheinungen sollten demnach in der Karte flächig dargestellt werden, Entsprechendes gilt für lineare und punkthafte Erscheinungen. So werden geologische Karten flächig angelegt, wobei allerdings Vorkommen von erratischen Blöcken durch punkthafte Signaturen gekennzeichnet werden. Karten über den Verkehrsfluß oder Pendlerkarten sind lineare Darstellungen, während prähistorische Funde durch Punktsignaturen gekennzeichnet werden. Natürlich können auch die verschiedenen Darstellungselemente nebeneinander in einer Karte auftreten, doch muß das so geschehen, daß die Übersichtlichkeit nicht beeinträchtigt wird.

Ob eine Darstellung farbig oder schwarz-weiß erfolgt, ist i.R. nur eine Frage der Kosten. Eine farbigere Darstellung kann übersichtlicher sein, eine Schwarz-Weiß-Darstellung braucht ihr aber nicht nachzustehen.

In einer guten thematischen Karte soll die Darstellung in einer inhaltlichen Abhängigkeit von den darzustellenden Fakten erfolgen. Was bedeutet das? Versuchen wir das am Beispiel zu erklären: Unter den Weltkarten in Ihrem Atlas finden Sie physischgeographische und anthropogeographische, das wäre eine Gliederung nach dem Inhalt. Aber auch jede dieser Gruppen zerfällt wieder in zwei Untergruppen. Nehmen wir einmal die Darstellungen zum Klima; die Karte der Klimagebiete zeigt in der Legende - und damit im inhaltlichen Aufbau - eine völlig andere Abfolge als eine Temperaturkarte, bei der wir eine zahlenmäßige Abfolge von den tiefen bis zu den hohen Temperaturen feststellen. Dieser Unterschied ist auch im Kartenbild ersichtlich, die Farben der Karte der Klimagebiete sind willkürlich gewählt (man könnte andere nehmen), während in der Temperaturkarte eine Farbabfolge - beginnend mit dunklem Blau, heller werdend bis zu einem Weißgelb, dann allmählich abdunkelnd bis zum braun, ähnlich einer Höhenschichtenkarte, die vom dunklen Grün über Gelb zum dunklen Braun führt - zu erkennen ist. Eine solche Abfolge wäre in der Klimakarte fehl am Platze, da die Klimagebiete auf der Erde in keinem zahlenmäßigen oder wertmäßigen Abfolgezusammenhang zueinander stehen. Entsprechendes gilt für bestimmte anthropogeographische Karten. Darstellungen der Bevölkerungsdichte tragen in sich den Zwang zu einer Abfolgeveranschaulichung, wohingegen eine Rassenkarte keinerlei Wertabfolge aufweisen kann. Natürlich könnte man auch solche Karten in einer Abfolge anlegen, doch wäre das sinnwidrig. Wer möchte sich unterfangen, den verschiedenen Rassen oder Religionen auf der Erde bestimmte Werte zuzuteilen, wie dies bei Höhenschichten oder Temperaturen resp. Luftdruckverhältnissen der Fall ist!

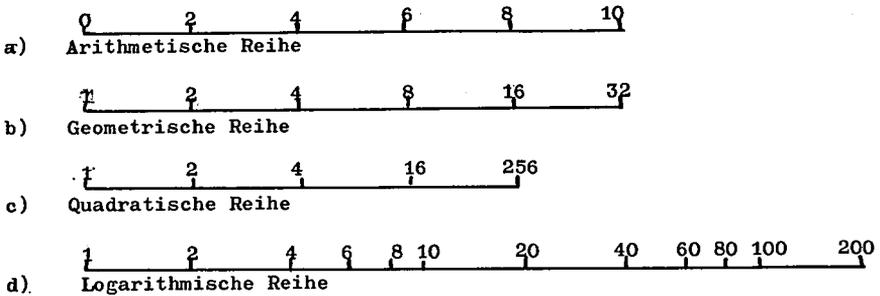
Karten, in denen die Aussagen in Zahlenwerten erfaßt werden, nennen wir quantitative Darstellungen. Karten, deren Aussagen nicht in Verhältnissen erfaßt werden können, werden als qualitative Darstellungen bezeichnet. Sehen Sie einmal Ihren Atlas durch auf diese beiden Darstellungsmöglichkeiten!

Während man für qualitative Darstellungen einen weiten Spielraum in der Signaturenwahl (hier sollen auch flächige Darstellungen als Signaturen gelten) hat, sind bei der quantitativen Darstellung bestimmte Regeln zu beachten. Zunächst einmal sollte jede quantitative Karte in ihrer Darstellung gestuft sein, d.h. die Wertbegrenzungen dürfen nicht willkürlich und in variablen Sprüngen erfolgen. Eine Höhenschichtenkarte bringt z.B. die Abfolge der einzelnen Höhenschichten in be-

stimmten Stufen. Für kleinere Regionen wählt man gern 20m oder 30m Stufen, sonst geht man in 50m oder 100m Stufen vor. Natürlich können auch Gründe vorliegen, die Stufung nach anderen Grenzen vorzunehmen, z.B. nach der hypsometrischen Gliederung der Erde. Es gibt verschiedene Möglichkeiten einer Stufenabfolge. Die einfachste ist die mit stets gleich großen Stufen (z.B. 10, 20, 30, 40, 50 usw im Zehnerschritt), das ist eine arithmetische Reihe, also die arithmetische Stufung. Es kann sich aber ergeben, daß man in dieser Form nicht weit kommt, daß man zu viel Stufen erhielte. Das ergibt sich bei einer Niederschlagsdarstellung sehr leicht: Der niedrigste Mengenwert liegt unter 25 cm, der höchste über 400 cm, das ergibt dann eine entsetzlich lange Reihe (bei 25er Stufen), die nicht deutlich unterscheidbar dargestellt werden kann. Da nun aber die Bereiche sehr hoher Niederschläge recht klein sind, kann man hier die Abfolge großzügiger gestalten. Es empfiehlt sich folgende Stufung: 25 - 50 - 100 - 200 - 400. Das ist eine Verdoppelung der einzelnen Werte, eine geometrische Reihe, wir sprechen von einer geometrischen Stufung.

Ergibt sich die Notwendigkeit, die Stufensprünge noch größer anzulegen, weil der tiefste Wert und der höchste Wert zu weit auseinander liegen, dann empfiehlt sich eine quadratische Stufung (nach der quadratischen Reihe: 2, 4, 16, 256 usw - wem das nicht genügt, kann es auch kubisch machen). - Für bestimmte Zwecke werden noch größere Sprünge in der Stufung verlangt, wir werden das noch sehen. Das gilt vor allem dann, wenn die tiefsten Werte wie auch die höchsten Werte noch genau erfaßt werden müssen. Bei der geometrischen und erst recht bei der quadratischen Stufung ist die Erfassung einzelner Werte in der oberen Region der Reihe kaum noch möglich. In diesen Fällen greift man auf die Logarithmenreihe, die logarithmische Stufung, zurück, die nach der Abfolge  $10^2 - 10^3 - 10^4$  usw. angelegt wird. Wenn Sie Ihren Rechenschieber betrachten, so sehen Sie, daß bei jeder neuen  $10^x$  die Abfolge neu beginnt. Hier ist also der Stellenwert von Bedeutung, innerhalb des Stellenwertes ist eine deutliche Zuordnung des Wertes möglich. Auf Seite 79 sind die vier Grundmöglichkeiten der Stufung am Beispiel des Zahlenstrahles erläutert.

Im normalen Gebrauch wird man sich allerdings höchstens zu entscheiden haben, ob man eine arithmetische oder eine geometrische Stufung wählt. Die beiden anderen Grundmöglichkeiten werden wir uns für besondere Zwecke aufheben! (S.83)



Darstellung der vier Grundstufungsarten im Zahlenstrahl

**FRAGE 37** : Welcher wesentliche Unterschied, der für die Anwendung von wichtiger Bedeutung ist, zeigt sich in den hier abgebildeten vier Möglichkeiten der Stufung ?

Schließlich sollte bei Anwendung einer Stufung in der Darstellung aber auch beachtet werden, daß keine Sprünge im Kartenbild eintreten. Als Beispiel nimmt man am besten eine Höhenschichtenkarte. Die Abfolge der Farben ist dem Empfinden des Betrachters angepaßt, d.h. man baut nicht rote Farben zwischen Grün und Gelb, oder bei Hell-Dunkel-Folge muß diese sehr sorgfältig ausgewählt werden, daß nicht in der Karte eine "falsche Insel" entsteht. Das gilt grundsätzlich für alle Stufungen. Bei Darstellungen, die sich um einen Mittelwert gruppieren, z.B. Karten der Luftdruckverteilung (Normalwert 760 mm als mittlerer Wert), legt man bei diesem Wert den Sprung von einer Farbengruppe zur anderen (im Beispiel: unter 760mm gelbe Tönung, über 760mm blaue Tönung). Sehen Sie daraufhin auch einmal die Karten Ihres Atlases durch! (In den letzten Auflagen des Diercke-Atlas findet sich bei den Karten der Bevölkerungsdichte ein Schönheitsfehler in der Stufung. Ob Sie den wohl finden?).

Die quantitativen Darstellungen sind nach ihren Wertangaben nochmals zu unterteilen. Einmal haben wir es mit solchen Werten zu tun, die uns direkt als Ergebnisse der Beobachtung, Zählung oder Messung vermittelt werden. Das sind absolute Wertdarstellungen. Daneben aber finden wir Karten, in denen die Werte als Ergebnis einer Verhältnisrechnung dargestellt werden, so die Karten der Bevölkerungsdichte (Dichte = Zahl pro Flächeneinheit). Das sind relative Wertdarstellungen. Suchen Sie auch hierzu in Ihrem Atlas die verschiedenen Karten auf!

Es gibt nun zwei Möglichkeiten von Relationen

1. die allgemeine Relation, d.s. Darstellungen, in denen der Bezug auf einen sich jeweils ergebenden oder auf einen willkürlich gewählten Grundwert erfolgt (z.B. Einwohner pro Fläche, Zahl der Verkehrsmittel in 24 Stunden resp. auf bestimmte Straßenlänge),
2. die spezielle Relation, d.s. Darstellungen, die auf einen Endwert bezogen werden: auf 100, 1000 o.ä., also Angaben in %, o/oo ...

(z.B. "Anteil" der Religionsgruppen an der Gesamtbevölkerung usw.)

Bei der Stufung ist dieser Unterschied zu beachten. Im Fall 1) endet die Stufung frei, das heißt, die letzte Stufe lautet i.R. "über x" oder "mehr als x", im Fall 2) hat die Stufung eine festgesetzte Obergrenze, nämlich 100% oder entsprechend.

### Die Darstellungselemente der Themakarte

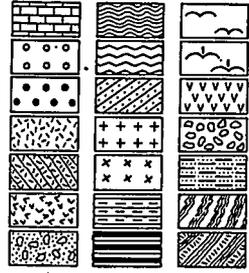
Die einfachste Darstellung ist die Flächenkarte. Die Aussage wird von der Kartenfläche, eingeteilt nach vorgeschriebenen oder gewählten Gesichtspunkten (administrative Einheiten, durch Messung ermittelte Abgrenzungen, natürlich vorgegebene Areale), getragen. Wird nicht in Flächenfarben dargestellt, so benutzt man eine schwarze Schraffur auf weißem Untergrund (oder umgekehrt). Handelt es sich um eine Stufung, so muß ein gleitender Hell-Dunkel-Effekt erzielt werden, ohne Sprünge. Man beginnt mit Punktreihen, denen "gerissene" (gestrichelte) Linien

folgen, darauf ausgezogene Linien und schließlich "Kreuzschraffur". Innerhalb dieser Linien wird der Abstand zwischen den Linien von Stufe zu Stufe verringert. Um dies gleichmäßig durchführen zu können, verwendet man dazu ein Schraffierlineal. Einen günstigen Eindruck erzielt die Darstellung, wenn die Schraffur stets gleichgerichtet "schräg" zur Kartenunterkante (etwa  $45^{\circ}$ ) verläuft. Auf keinem Fall dürfen Umkehrungen in der Schraffurrichtung vorgenommen werden, da dies unzweifelhaft Sprünge im Stufenbild hervorruft. (vergl. nebenstehende Abbildung). Man kann auch anstelle der Kreuzschraffur mit "Balken" arbeiten, dann werden die Linien besonders stark, wie "Balken", angelegt.



Anders bei qualitativen Darstellungen. Hier darf man auch die Richtung der Schraffur wechseln. Ohne Schwierigkeit können vier Richtungen auseinandergehalten werden (senkrecht, waagrecht, zwei verschiedene Schrägen), u.U. kann man auch noch einige Schrägrichtungen mehr wagen. Besser jedoch ist

es, hier mit "aus Signaturen zusammengesetzten Flächen" zu operieren. Die brauchen nicht so kompliziert wie im Beispiel (nebenstehend) zu sein. Man kann mit Balkungen, Punkten, Kreuzen usw. die Fläche gleichmäßig füllen, d.h. es ist stets darauf zu achten, daß kein Stufungseffekt entsteht. - Geschieht eine solche Darstellung in Farbe, so sollte man hier recht kräftig mischen, also die sich widersprechendsten Farben verwenden.



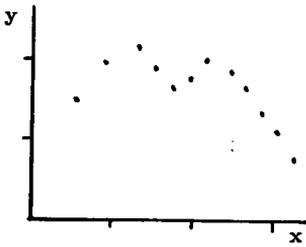
Natürlich kann man auch mit Farben Signaturflächen zusammensetzen. Man kann dann zwei verschiedene Aussagebereiche - oder auch noch mehrere - gleichzeitig in eine Karte bringen. Der eine Aussagekomplex wird von den verschiedenen Signaturflächen getragen, der andere von den verschiedenen Farben. Derartige Darstellungen sind allerdings mit viel Sorgfalt anzulegen, da sonst leicht die Übersichtlichkeit leidet.

Sind die zur Aussage stehenden Fakten nicht flächiger sondern punkthafter Natur, so wird man auch die Darstellung punkthaft anlegen. Dazu dienen alle Signaturen und Symbole. Das Symbol ist ein Zeichen, das sich in Form und Gestalt noch weitgehend dem natürlichen Bild des darzustellenden Objekts anpaßt (Kelch für Glasindustrie, Retorte für Chemische Industrie, Sack für Mühlenindustrie usw.). Signaturen sind abstrakte Zeichen (Punkte, Kreise, Dreiecke, Quadrate, Kreuze usw.). Während das Symbol nur schwer für Stufungsdarstellungen geeignet ist, lassen sich die meisten Signaturen recht gut nach der Größe abstufen. Aus dem Punkt wird dann allerdings recht bald ein Kreis, es ist lediglich zwischen dem offenen oder dem ausgefüllten Kreis zu unterscheiden. Kreise kann man wachsen lassen nach dem Umfang ( $2\pi r$ ) oder nach dem Flächeninhalt ( $r^2\pi$ ), wobei  $r$  als die variable Größe zu setzen ist, also die sich verändernde Zahl der darzustellenden Fakten angibt. Dreiecke und Quadrate läßt man immer nach ihrer Fläche ansteigen. Bei Kreuzen hingegen trägt die Balkenlänge, gezählt vom Kreuzungspunkt, die Aussage der Größe.

Bei linienhaften Darstellungen kann die Dicke der Linie als Variable verwendet werden, evtl. kann man auch mit der Anzahl paralleler Linien Wertaussagen treffen. Eine Abstufung ist hier zwar möglich, aber sie ist doch erheblich eingeschränkt. Für qualitative Darstellungen können natürlich auch Farben verwendet werden.

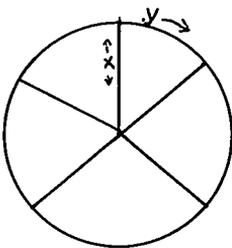
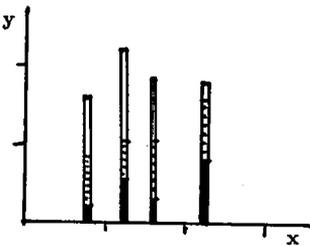
### Das Diagramm

Bisher hatten wir es mit Werten zu tun, die örtlich und zeitlich (hier ggfls als Mittelwerte) fixiert waren. Wollen wir aber einen Vorgang, z.B. die zeitliche Abfolge von Werten, darstellen, so müssen wir



uns anderer Methoden bedienen. Wir zerlegen den Vorgang in einzeln fixierbare Werte und tragen das in einem Schaubild ab. Auf einer Geraden werden die Zeitpunkte abgetragen, an denen wir unsere Beobachtungen oder Messungen gemacht haben (z.B. Jahre). Auf einer zweiten Geraden, die senkrecht zur Zeitgeraden steht, werden dann die Meßwerte skaliert. Für jeden Zeitpunkt, für den wir einen Messwert besitzen (z.B. Zahl der Bevölkerung) tragen wir diesen senkrecht über dem Zeitwert in der von der Skala auf der senkrechten Geraden angegebene Höhe ab. Wir erhalten dort einen Punkt, der genau anzeigt, welche Bevölkerungszahl zu einem bestimmten Zeitpunkt vorhanden war. Das wiederholen wir für alle weiteren Zeitmarken und erhalten eine Folge von Punkten. Die Werte der waagerechten Achse nennen wir "x-Werte", die der senkrechten Achse nennen wir "y-Werte". Die y-Werte stehen in einem funktionalen Verhältnis zu den x-Werten, wir sagen y ist eine Funktion von x, oder

$$y = f(x) \quad (35)$$

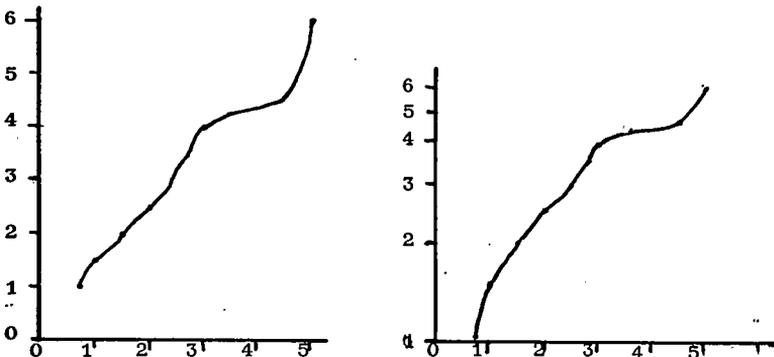


Ist die Punktabfolge gering und die Streuung nicht zu stark, so können wir die Punkte durch eine Linie (Kurve) miteinander verbinden. Das erste Beispiel ist ein Punktendiagramm, das zweite Beispiel ist ein Kurvendiagramm (siehe Abbildungen). Man kann auch ein Punktendiagramm der Bevölkerung als Funktion der Fläche darstellen, es braucht sich also nicht unbedingt um Zahl/Zeit-Funktionen handeln. So ist auch das Höhenprofil ein Diagramm, dessen x-Achse als Basislinie die projizierte Streckenlänge,

, dessen y-Achse den Vertikalunterschied veranschaulicht.

Will man den y-Wert noch untergliedern, z.B. die Zahl der Bevölkerung nach dem Sozialstand oder der Religion, so wären mehrere Kurven anzulegen. Es handelt sich hier aber zumeist um Anteile eines Gesamtwertes - die Anteile der Bevölkerung an den einzelnen Religionen bilden zusammen die Gesamtbevölkerung -, die in der Darstellung in der y-Richtung addiert werden können. Da ist es oft sinnvoll, für die verschiedenen Zeitpunkte (x-Achse) die y-Werte als Säulen abzutragen, auf denen die Anteile dargestellt werden. Ein solches Säulendiagramm ist sehr anschaulich; bei sehr enger Säulenfolge auf der x-Achse, also bei nah beieinanderliegenden x-Werten, wirken derartige Säulendiagramme wie Kurvendiagramme.

Die Teilung der Diagrammachsen ist meistens arithmetisch (vergl. Abb. S. 79), jedoch gibt es auch andere Möglichkeiten, besonders die geometrische Teilung. Auch hier gilt, daß bei weitgespannten Dimensionen der Wertskala, aus Übersichtlichkeitsgründen eine logarithmische Teilung bevorzugt wird. Für unsere Zwecke verwenden wir i.R. nur die log-Teilung auf einer Achse, die sogen. "halblogarithmische Teilung". Allerdings ist das Kurvenbild einer halblogarithmischen Teilung ganz anders als das einer arithmetischen Teilung. Die Abbildung unten zeigt die gleiche Kurve einmal in normaler (arithmetischer) und einmal in halblogarithmischer Teilung der y-Achse (Während man für arithmetische und geometrische Teilungen normales mm-Papier verwendet, benutzt man für halblogarithmische Teilungen "einfach-log-Papier"). Zu beachten ist auch hier, daß die log-Teilung stets mit dem Wert "1" beginnt! Für Werte unter 1 nimmt man die nächst tiefere log-Gruppe ( $10^{-1} = 0,1$ ).



Verlauf der gleichen Kurve in normaler und logarithmischer Form

### Sonderformen des Diagramms:

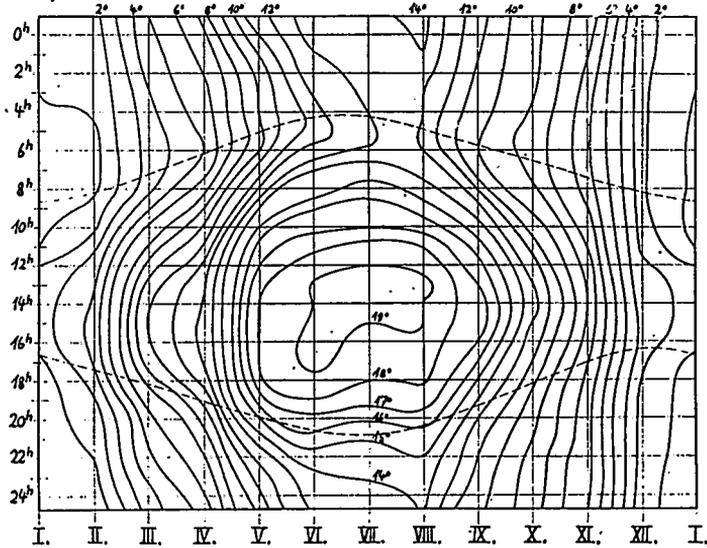
Es war bereits die Rede von Unterteilungen des  $y$ -Wertes in Anteile. Bezieht sich die Aussage auf Flächen, so ist die Säule, die ja als Signatur keinerlei flächigen Charakter besitzt, nicht so gut geeignet. Hier greift man zum Kreissectorendiagramm (s.S.82). Die Kreisfläche stellt den Gesamtwert (z.B. Gesamtfläche) dar, sie verändert sich mit der Größe des Radius, der hier die  $x$ -Vergenz darstellt. Die Anteile an der Gesamtfläche sind die Sektoren als echte Kreisflächenanteile. Ihre Zählung erfolgt auf dem Umfang ( $y$ -Vergenz). Nimmt man die Anteile in %, dann ist der Vollkreis 100 %. Das Kreissectorendiagramm eignet sich gut zum raschen Abschätzen der Werte. Nachteilig ist bei dieser Methode, daß man ggfls. verschiedene Größen ( $x$ -Werte) nebeneinander ansetzen muß. Man kann aber auch mit der Kreisringmethode operieren, wobei zu beachten ist, daß die Fläche jedes Kreisringes genau der darzustellenden Fläche entspricht ( $F_{\text{Kreis}} = r^2 \pi$ ;  $F_{\text{Kreisring}} = (R^2 - r^2) \pi$ ).

Man kann in ein Diagramm mehrere Funktionen einbringen bei gleichem  $x$ -Wert, also  $y_1 = f(x)$  und  $y_2 = f(x)$ . Beispiel: In einer Zeitfolge sollen das Wachstum der Bevölkerung zugleich mit der Nahrungsmittelproduktion für den gleichen Zeitablauf dargestellt werden. Die  $y$ -Teilungen sind hier verschieden. Man legt dann zweckmäßig die  $y_1$ -Teilung auf die linke, die  $y_2$ -Teilung auf die rechte Seite des Diagramms. Theoretisch kann man eine größere Zahl solcher  $y$ -Achsen nebeneinanderlegen, doch wird dann die Übersichtlichkeit leiden. So ist es in bestimmten Fällen ratsam, die verschiedenen Kurven nicht in ein Diagrammbild zu setzen, sondern die Diagramme als Staffeldiagramme übereinander anzuordnen. Beispiel: Höhenprofil, Niederschlagsprofil und Bevölkerungsprofil bezogen auf die gleiche Strecke.

Eine besonders interessante und anschauliche Diagrammform ist das Isoplethendiagramm (Isoplethe = Mengengleiche, diese Bezeichnung im hier benutzten Sinne nur gültig für die deutschsprachige Literatur). Das Beispiel auf Seite 85 zeigt ein Thermo-Isoplethendiagramm des Jahres 1960 für Münster. Auf der  $x$ -Achse sind die Monate, auf der  $y$ -Achse die Stunden eines Tages abgetragen. Die Monatsmittelwerte eines Jahres (1960) - im Beispiel wurden die Dekadenmittelwerte genommen - sind für alle 24 Stunden berechnet worden. Der jeweilige Stundenwert eines bestimmten Monats wird im Diagramm als Punkt eingetragen. Schließlich werden alle Punkte gleicher Temperaturhöhe durch Kurven miteinander verbunden. Das Ergebnis zeigt den Temperaturverlauf im Mittel für Tage und Stunden.

### Thermo-Isoplethendiagramm für Münster/Westf.

(Zusammengestellt nach den Thermogrammen des Deutschen Wetterdienstes  
Wetterwarte Münster/Westf.  $51^{\circ}58'N$ ,  $7^{\circ}38'E$ ; 65m ü. NN)



Um die Darstellung eindrucksvoller zu gestalten, kann man die Flächen zwischen den Isolinen zusätzlich farbig anlegen. - Anstelle der Stundenteilung auf der y-Achse kann man auch die Geogr. Breiten einer Zone abtragen; man erhält dann ein Isoplethendiagramm nach den Breitenkreismitteln für eine Zone auf ein Jahr bezogen. Ähnliches ist mit Niederschlag, Bewölkung usw. durchzuführen. (Das hier gezeigte Beispiel ist das Ergebnis aus dem Kart.Kurs im WS 1960/61).

### Das Kartogramm

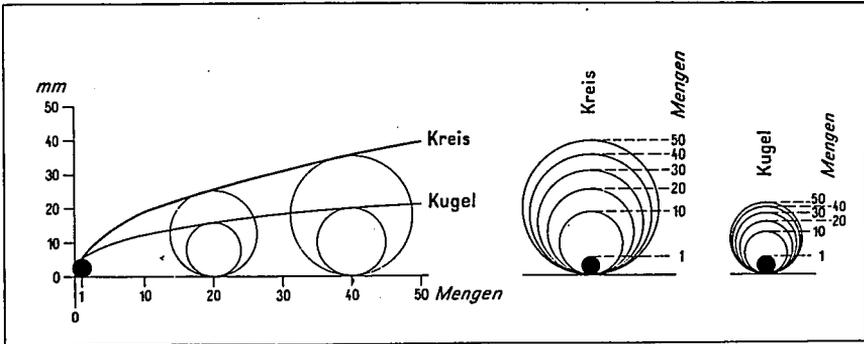
Wir haben in der Thematischen Karte qualitative und quantitative, absolute und relative Aussagen getroffen, wir haben im Diagramm funktionale Abläufe veranschaulicht. Nun ist es nicht so ohne weiteres möglich, in einer Karte einen zeitlichen Wertverlauf (z.B. Niederschlag pro Jahr) darzustellen. Manchmal sieht man selbst in Lehrbüchern recht primitive Darstellungen, indem der Autor vögelkäfigartige Gebilde (Thermogramm) wahlweise über einen Kontinent verteilt, um damit anzudeuten, welcher Temperaturverlauf an den einzelnen Stationen zu erwarten ist. Das ist weit entfernt von einer guten Kartographie!

Untersuchen wir aber nochmals genau die verschiedenen Formen der thematischen Darstellung. Wir wählen als Beispiel eine Karte der Bevölkerung. Einmal wollen wir die Zahl der Menschen, zum andern aber auch ihre Gliederung in Gruppen A, B, C und D, in ihrer Verbreitung zeigen. Die einfachste Form ist eine Punktdarstellung, d.h. wir setzen je einen Punkt für eine bestimmte Zahl Menschen (z.B. 1 Punkt für 10 Personen). - Unabhängig von dieser Überlegung bleibt auch die Möglichkeit, für ein zehnfaches, hundertfaches, tausendfaches dieses Grundwertes einen entsprechenden größeren Punkt zu setzen und auf diese Weise den jeweiligen Mengenwert additiv zusammzusetzen (Kleingeldmethode) - Die Gruppen A - D können farblich unterschieden werden. Das Bild zeigt dann an, wo Dichtengebiete, wo Lockergebiete sind. Das ist u.U. sehr anschaulich.

Ein Punkt ist topographisch festgelegt, so ist zumindest unser Empfinden. Wird nun die Punkthäufung an bestimmten Stellen recht groß, und ist der Maßstab klein, dann kann von einem topographischen Bezug keine Rede mehr sein. In einem solchen Fall wendet man die Flächenkarte an, in der man die Bevölkerungszahl eines Zählbereiches (z.B. Gemeinde, Kreis u.ä.) nach der Stufenmethode darstellt. Das ist zwar auch übersichtlich, aber weniger genau abzulesen, da hier Schwellenwerte verwendet werden. Problematisch wird sogar die Darstellung der verschiedenen Gruppen.

Verweilen wir einen Augenblick bei der Flächendarstellung. Während die oben beschriebene Punktmethod resp. Kleingeldmethode gleichzeitig die absolute Zahl und den Eindruck der Dichte vermittelt, kann die Flächenmethode nur den absoluten Wert darstellen. Die Verteilung dieser Werte ist nur auf der Basis der Zählbereiche ersichtlich. Eine Auswertung der Darstellung nach Zahl im Verhältnis zur bestzten Fläche ist nur schwer abschätzbar. Darum greift man in solchen Fällen am besten zu einer Verhältnisdarstellung, indem man Zahl und Fläche in Proportion bringt, in unserem Fall Dichte = Zahl : Fläche.

Und hier ist etwas Wichtiges geschehen: Die Darstellung umfaßt nicht mehr nur einen gezählten, gemessenen oder errechneten Wert, vielmehr steckt im dargestellten Wert eine in der Darstellung (hier Karte) selbst enthaltene Bezugsgröße: die Fläche, auf die der Zählwert bezogen ist! Greifen wir jetzt wieder zurück auf die zusätzliche Darstellung der Gruppen A - D. Vorgegeben sind die Bezugsflächen, in denen wir bislang mit der Flächenmethode operiert haben. Verzichten wir auf diese und ersetzen sie durch Signaturen, z.B. Säulen oder Kreise. Dann sind



Figurenmaßstäbe für Kreisflächen und Kugeln für den Wertebereich 1—50, wobei in beiden Fällen die Ausgangsfigur für die kleinste dargestellte Menge 1 gleich groß (Durchmesser = 2,8 mm) angenommen wird. Die Kreisflächen, resp. die Kugelvolumina entsprechen den Mengen

auch die Gruppen A - D als Anteile darzustellen: , Die gesamte Säule oder der gesamte Kreis stellen den Dichtewert dar. Bei der Säulenmethode wird dies durch die Höhe angegeben, bei der Kreismethode geschieht das durch die Fläche ( $r^2 \pi$ ). Die Säulen können leicht über die Grenze des Zählbereichs hinausragen, das braucht nicht unbedingt ein Nachteil zu sein. Wenn die Kreise zu groß werden, dann ist das schon weniger angebracht. Es gibt hier den Ausweg, den Kreis als Kugelinhalt ( $\frac{4}{3} r^3 \pi$ ) aufzufassen (hierzu die Abbildung oben). Die Anteile werden bei der Säule stockwerkartig abgetragen, wobei die Gesamthöhe 100 % darstellt. Im Kreis arbeitet man mit Sektoren, mit der %-Zählung auf der Umfangslinie ( $360^\circ = 100\%$ ). Tatsächlich ist die Kreissektorendarstellung besser abzuschätzen, wenn auch die Säulendarstellung leichter zu zeichnen ist. Erweitern läßt sich die Methode durch Doppelsäulen oder Kreisringe (S.84). Dies ist eine Darstellung nach der statistischen Methode. Manche Leute nennen das bereits ein Kartogramm.

Der statistischen Methode gegenüber steht die geographische Methode. Die Bezugsfläche, in unserem Fall der Zählbereich, ist willkürlich, man könnte auch sagen zufällig begrenzt. Eine andere Art der Begrenzung wäre z.B. nach unserer ersten Karte zu ermitteln. Die Punktscharung zeigt uns deutlich eine Dichteabstufung über das gesamte dargestellte Gebiet. Wir können hiernach Areale aussondern, die wir dann als Bezugsflächen ansetzen. Oder man könnte naturgegebene Areale wählen (Naturräume). Auf derartigen, besonders vom Darzustellenden selbst abhängigen Arealen errichteten Aussagen ist der Begriff Kartogramm eher anzuwenden.

Wir fordern somit für das Kartogramm, daß es sich nicht nur um eine Themakarte mit diagrammatischen Aussagen handelt, sondern daß darüberhinaus das zur Aussage gebrachte Darstellungsphänomen in direkter Abhängigkeit steht zum Aussageraum. Damit stellen wir uns bewußt abseits von einer Reihe in der Literatur gegebenen Definitionen. Es soll anschließend versucht werden, dies weiter zu unterbauen.

### Inhalt und Lagebezug

Die Geographie ist in ihren Aussagen raumbezogen. Sie will den einzelnen topographischen Bezug im Zusammenhang mit anderen Fakten, gleich welcher Art, sehen, erfassen und deuten. Das gilt auch für die Aussage der Karte im geographischen Aspekt. Das gilt ganz besonders für die Themakarte. Flächige Aussagen werden mit Hilfe der Kartenfläche, lineare mit Hilfe von Linearsymbolen und punkthafte durch entsprechende Signaturen oder Symbole vermittelt. Diese triviale Feststellung erfährt dort eine Einschränkung, wo Aussagebereich und Abbildungsverhältnis in Konflikt geraten. Mit anderen Worten: Die Frage der Generalisierung muß ausserordentlich exakt behandelt werden.

Bei Verminderung des Maßstabs werden Flächen rasch zu Punkten, punkthafte Zeichen nehmen hingegen dann sehr leicht einen Raum ein, der ihnen in keiner Weise mehr zusteht. Das wird weiter verkompliziert, wenn die Signaturen zusätzlich eine Größenstaffelung erhalten. In derartigen Fällen kann kaum noch von einem exakten Lagebezug der Signatur gesprochen werden. Das ist jedoch nicht weiter abträglich, wenn es sich um qualitative Angaben handelt, auch wenn diese für die Einzelangabe quantitative Wertungen anzeigen.

Problematisch wird die Aussage, wenn in der Darstellung eine grössere Zahl verschiedener Angaben gebracht werden. Diese scharen sich dann geregelt oder ungeregelt im "Bereiche" des Bezugsortes, der i.R. durch eine Ortssignatur (Punkt mit oder ohne Namen) gekennzeichnet wird. Eine solche Darstellung ist nicht nur unschön, sie ist auch unecht im Lagebezug. Man kann diesem Problem beikommen, indem man einen kleinen Kunstgriff anwendet: Ein Großteil aller statistischen Angaben sind flächenbezogen, d.h. sie beziehen sich auf statistische Bereiche. Man sollte daher diese Bereiche flächig herausheben (als Grenzen) und die Signaturen innerhalb dieser Flächen anordnen. Selbstverständlich wird es auch hierbei Schwierigkeiten geben mit besonders kleinen statistischen Flächen; diese könnten jedoch besonders hervorgehoben wer-

den und die zugehörigen Angaben dann in der benachbarten Fläche untergebracht werden, jedoch niemals auf dem Kartenrand oder in einer getrennten Sonderdarstellung.

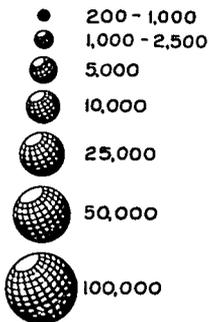
Bei Streckenbezügen, also mit Hilfe linearer Darstellungselemente, wird oft außer der Richtungs- und Entfernungsangabe noch die Intensität herausgestellt. Das kann einmal durch eine variable Zahl von Linien, aber auch durch variable Stärke (Dicke) der Linien geschehen. Hier ist zu beachten, daß die Linien nicht zu alles erdrückenden "Balken" werden, bei denen die Proportion Länge/Breite vernachlässigt wird oder gar die Linienbreite das Abbildungsverhältnis unberücksichtigt läßt.

Additive Darstellungen (Kleingeldmethode) lassen sich also ohne zu große Schwierigkeit lagegerecht in eine Karte einpassen. Schwieriger ist dagegen die Darstellung mit Meßzahlenwerten, die als Diagramm eingebracht werden (vergl. S. 86/87). Man arbeitet i.R. mit regelmäßigen Figuren (Quadrat, Rechteck/Säule, Kreis). Dabei muß allerdings beachtet werden, daß u.U. Kartenvorlage und Figuren in verschiedenen Maßstäben stehen (was natürlich in der Legende vermittelt werden muß). Die Figurenwahl ist dann sehr oft davon abhängig, welcher Platz zur Darstellung zur Verfügung steht. Es soll nicht in Abrede gestellt werden, daß Rechteck oder Säule wesentlich leichter darzustellen sind als der Kreis, doch paßt sich der Kreis zumeist viel besser den Lagebezügen an als die Säule.

Ist allerdings in den Meßzahlenwerten bereits die Fläche als Bezugsgröße enthalten, dann sollte sie auf jedem Fall in der Karte auch als Grenzlinie erscheinen. Bei geeigneter Wahl des Figurenmaßstabes ist es dann fast immer möglich, die Meßzahlenfigur so in die Bezugsfläche einzubauen, daß der Lagebezug erhalten bleibt.

Bei den statistischen Darstellungen greifen wir i.R. eine oder wenige Aussagen willkürlich heraus. So zeigt z.B. eine Religionskarte in Flächendarstellung nur die Religion an, die dominant ist; entsprechendes gilt für Rassen, Anbaufrüchten usw. Hier könnte man genauer und detailreicher mit verschiedenfarbigen Punkten operieren, wobei die verschiedenen Farben die einzelnen Qualitäten widerspiegeln. Aus der Häufung läßt sich dann eher ermessen, welche Areale als wirklich dominant auszusondern sind. Auf diese Weise erhält man die wahren Flächenbezüge, die sich aus dem gestellten Thema erst ergeben. Setzt man dann diese so ermittelten Flächen zum Ausgang einer neuen Darstellung, dann er-

gibt sich die Grundlagenkarte eines echten Kartogramms nach der geographischen Methode. Wird dieses mit den Ergebnissen aus Meßzahlendiagrammen ausgestaltet, so erhalten wir ein Meßzahlenkartogramm. Andererseits kann auch hier einfach flächig operiert werden (Flächenkartogramm), mit Punkten (Punktkartogramm), Kreisen (Kreiskartogramm) oder allgemein mit Figuren (Figurenkartogramm). Welcher Darstellungsform man den Vorzug gibt, ist zumeist abhängig von der Art und Variationsbreite der Aussage und dem zur Verfügung stehenden Platz. Eine sehr anschauliche, wenig Raum beanspruchende, aber zeichnerisch recht schwierige Darstellung ist die "Kugelmethode": Hier werden sphärische Körper als Symbole verwendet,



deren Radius entsprechend dem Kugelradius wächst. Analog zum Kreis kann man ebenfalls in zwei Reihen den Radius wachsen lassen, einmal nach der Oberflächenformel ( $F = 4 r^2$ ) oder nach der Rauminhaltsformel ( $I = 4/3 r^3$ ). Die Reihe nach dem Kugelinhalt steigt erheblich langsamer in der Signaturengröße.

Zusätzlich erlaubt eine derartige Darstellung mit sphärischen Signaturen eine Sektorendiagrammmethode, wobei auch die dritte Dimension (z-Achse) Aussagen tragen kann.

Man kann eine solche Darstellung vereinfachen, wenn man anstelle der Kugel einen Quader oder besser einen Würfel verwendet, bei dem auch drei Diagrammachsen (x,y,z) zur Verfügung stehen. Allerdings besitzen diese Signaturen nicht die Anschaulichkeit und Vergleichbarkeit von Kugelsignaturen.

Bei der Anlage jeder Themakarte oder jedes Kartogrammes ist zuvor gründlich zu überlegen, welchen Aussagerahmen die Darstellung erhalten soll. Die Darstellungsmittel sind mannigfaltig, sie können hier nicht einmal annähernd in ihrer Zahl aufgeführt werden. Letztlich bleibt es belanglos, ob ich den Begriff des Kartogramms enger oder weiter fasse, wenn die Aussage mit anschaulichen Mitteln deutlich und allgemeinverständlich herausgearbeitet wird. Verschiedentlich trifft man auf Verfechter der Begriffe Kartodiagramm und Diakartogramm, eine weitere Verkomplizierung, die schon deshalb ungerechtfertigt ist, weil sie ausschließlich auf die deutschsprachige Literatur beschränkt blieb. Auch der Begriff Kartogramm findet nur recht zögernd Verbreitung über die

deutsche Literatur hinaus. Im strengen Sinne ist das Kartogramm im engeren Sinne keine Karte mehr, es ist lediglich aus kartographischen Elementen aufgebaut und untersteht damit noch den Gesetzen der Kartographie. Das heißt, es wird Deutlichkeit in der Ausführung und Klarheit in der Legende gefordert. Die zahlenmäßigen Bezüge müssen unterscheidbar und nachmessbar sein. Schließlich darf die Darstellung nicht überladen sein.

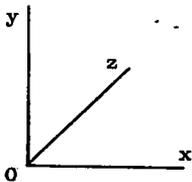
Abschließend wollen wir noch einen Blick auf die zu einer Themakarte herangezogene Grundlagenkarte werfen. Hierzu eignet sich noch längst nicht jede beliebige Karte, in deren Grund- oder Umriss man einfach die Darstellungselemente einzeichnet, um auf diese Weise eine neue, nunmehr thematische Karte zu erhalten. Hier spielt die Projektion resp. die Konstruktion oft eine nicht unbedeutende Rolle. Bei recht großmaßstäbigen Darstellungen kann dieses Problem außer acht gelassen werden. Bei Regional-, Erdteil- und Weltkarten hingegen ist die Abbildungsart auf jedem Fall zu berücksichtigen. Aussagen, die einen Flächenbezug beinhalten, sollten demnach auf flächentreuen Karten dargestellt werden. In welchem Maße man z.B. bei Globaldarstellungen auf die Flächentreue verzichtet zugunsten paralleler Zonen wurde im Rahmen der Projektionslehre angedeutet. Dabei ist aber auch zu beachten, daß ggfls. eine angenäherte Bildnistreue wichtiger sein kann als eine Flächentreue.

**FRAGE 38** : Sie erhalten die Aufgabe, zwei Weltkarten im kleinen Maßstab zu entwerfen, eine Karte der Bevölkerungsdichte nach der Flächenmethode und eine Karte der Bevölkerungsverteilung nach der Punktmethode. Als Grundlagenkarten stehen Ihnen zur Verfügung eine Mercatorkarte (S.13 f), eine Hammersche Karte (S. 20) und eine Winkelsche Karte (S. 24). Die zur Verfügung stehenden Karten müssen im Maßstab alle etwas verändert werden, d.h. Sie sind zu Netzzeichnungen gezwungen. Unter Beachtung notwendiger kartographischer Regeln und inhaltlicher Aspekte würden Sie welche Karte für welche der beiden Darstellungen wählen?

Nachdem Sie die vorstehende Frage durchdacht haben, sollten Sie einmal durch Ihren Atlas einen kritischen Streifzug unternehmen. Nicht alle Themakarten dürften Ihr volles Einverständnis finden. Fragen Sie sich dann selbst, wie Sie wohl die betreffende Karte ausgeführt hätten, resp. was der Kartograph wohl bezweckte, als er diese bestimmte Form wählte!

### Die isometrische Darstellung

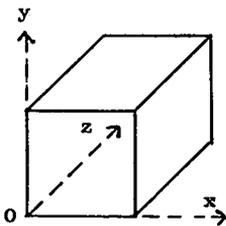
Zur Vereinfachung der recht umständlich zu zeichnenden Kugelsignaturen empfehlen wir auf S. 90 die Verwendung von Quadern oder Würfeln. Es wurde bereits erwähnt, daß ein solcher Körper mit den drei aufeinander senkrechten Achsen (x,y,z) drei Veränderliche als Raumiagramm darstellen kann. In der Zeichnung stehen die Achsen x und y senkrecht zueinander, während die z-Achse unter einem Winkel von  $45^\circ$  abgetragen ist. Das Bild soll jedoch die Vorstellung erwecken, diese dritte Koordinate stehe senkrecht auf den beiden anderen, so daß hier gilt



$$x \perp y \perp z \quad (36)$$

und jeder Punkt nunmehr definiert wird nach der zu Beginn des Kurses (S. 3) gegebenen Forderung

$$P = (x ; y ; z) . \quad (5)$$



Es wäre nun sinnvoll, mit Hilfe dieser räumlichen Signaturen solche Wertverhältnisse darzustellen, die auch in einem tatsächlichen Zusammenhang analog (36) stehen. Dieser Zusammenhang kann inhaltlich wie

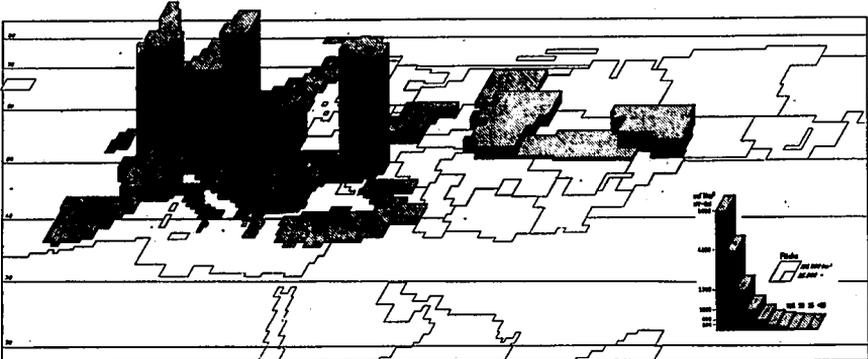
rechnerisch bestehen. Ein inhaltlicher Zusammenhang wäre zum Beispiel gegeben bei Produktionsmengendarstellung: x- und z-Achse (Grundfläche) geben die Größe der Anbaufläche an, während auf der y-Achse die Ernteträge abgetragen werden; man erhält eine deutliche Veranschaulichung vom Ertrag in Gegenüberstellung zur Ertragsfläche.

Ein rechnerischer Zusammenhang ergibt sich bei der Darstellung von Bevölkerungsverhältnissen: Die Grundfläche (x- und z-Achse) gibt die Größe der Bezugsfläche (statistischer Zählbezirk) wieder, die y-Achse veranschaulicht den Bevölkerungsdichtewert. Dann ergibt sich rein rechnerisch aus Grundfläche = Zählbereich (x·z) multipliziert mit der Bevölkerungsdichte (y) die wahre Bevölkerungszahl, denn  $D = Z / F$ . In der Darstellung wird deutlich gezeigt durch die Quaderhöhe die Dichte, durch das Quadervolumen die effektive Zahl und durch die Grundfläche, die auf der Quaderoberfläche meßbar erscheint, die genaue Größe des Zählbereichs.

Man kann nun in der kartographischen Darstellung noch einen Schritt

weitergehen, indem man nicht kubische Säulen in eine Grundlagenkarte einbaut, sondern die Karte selbst rechtwinklig aufteilt. Das bedeutet, jeder Zählbereich oder Bezugsbereich wird als regelmäßiges Viereck, am besten als Quadrat oder Rechteck gezeichnet. Das geht recht leicht, wenn es bei kleinen Bereichen möglich ist, regelmäßige Gitterstrukturen als Vorlagen zu verwenden (z.B. Gauß-Krüger-Netz, UTM-Netz o.ä.). Es werden dann alle Zahlenangaben auf die einzelnen Gitterflächenteile bezogen. Die Darstellung geschieht dann in der Weise, daß eine Koordinate um  $45^\circ$  gekippt wird, das bedeutet, aus der y-Koordinate wird durch Verkippung die z-Koordinate. Damit wird die y-Koordinate wieder frei und sie kann dann zur Angabe der Dichtewerte verwendet werden.

Schwieriger wird die Darstellung, wenn man größere Räume in kleinem Maßstab abbilden will. Gefordert bleibt eine flächentreue Abbildung, denn sonst geht unsere Überlegung nicht auf. Hier empfiehlt sich der Entwurf von Müller-Wille (S.27). Die rechteckig flächentreu abgebildeten Bezugsflächen können im oben beschriebenen Vorgang in einer Achse geneigt werden (dabei muß jedoch beachtet werden, daß der Flächeninhalt der "gewinkelten Figuren" den Originalflächen weiterhin entspricht). Dann baut man auf diese Grundflächen Höhenwerte im inhaltlichen oder rechnerischen Zusammenhang auf. Müller-Wille kam bei seinen isometrischen Darstellungen (siehe Abb. unten) zu dem Ergebnis, daß der günstigste Kippwinkel  $60^\circ$  beträgt, nicht  $45^\circ$ . Dieser Winkel gestattet es, fast an allen Stellen "hinter" die evtl. zu hohen kubischen Säulen des Vordergrundes zu sehen.



Intensität der Kohleförderung 1960 (isometrisch dargestellt)

### Karte und Bild

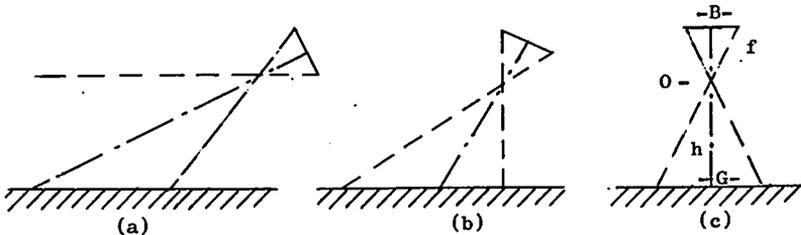
Bisher haben wir uns ausschließlich mit der Karte beschäftigt. Eine Karte richtig zu entwerfen, Abbildungsart und -verhältnis zu den wahren Gegebenheiten in richtige Beziehung zu setzen, sie in angemessener Form auszustatten, daß sie instruktiv in der Aussage und zugleich lesbar und übersichtlich bleibt, hat sich als wichtigste Aufgabe der Kartographie erwiesen. Dabei zeigt es sich, daß Geländeaufmessung und Geländekartierung als recht zeitaufwendig zu bezeichnen sind. Die Geländeaufmessung ist i.R. Sache der Geodäsie; sie tritt für den Geographen nur recht selten als notwendig ein. Hingegen muß der Geograph recht häufig selbst die Kartierung wesentlicher Erscheinungen im Gelände vornehmen. Hier fragt es sich, welche zeitsparenden Hilfsmittel uns zur Verfügung stehen, die ggfls. zusätzlich jeglichen visuellen Irrtum ausschließen können.

Die moderne photographische Technik verhilft uns dazu, in kürzester Zeit angemessene Flächen mit allen Details zu erfassen. Das gilt für jede Aufnahmerichtung. Wir wollen uns hier jedoch ausschließlich mit dem Luftbild befassen, d.h. mit einem Bild, das aus größerer Höhe aufgenommen wurde. Derartige Luftbilder sind in zwei Arten hinsichtlich der Aufnahmerichtung zu unterscheiden:

1. Schrägphotos. Bei ihnen ist der Aufnahme-winkel - d.i. der Winkel gebildet aus Optischer Achse und der Parallelen zur Erdoberfläche (horizontale Ebene) - kleiner als  $85^{\circ}$ . Diese Bilder sind häufig recht instruktiv (siehe Luftbildatlanten). Sie können zwar recht einfach entschlüsselt werden, verlieren jedoch mit zunehmender Bildtiefe an Aussagekraft. Warum? (Bitte betrachten Sie einmal mehrere Schrägphotos - sowohl farbig als auch schwarz-weiß - in den Luftbildatlanten).
2. Senkrechtphotos. Bei ihnen beträgt der Aufnahme-Winkel  $85^{\circ}$  bis  $90^{\circ}$ . Sollen diese Bilder für Meßzwecke verwendet werden, dann darf die Abweichung der Optischen Achse aus der Senkrechten nicht größer als  $2^{\circ}$  sein. Wir wollen für unsere weiteren Überlegungen annehmen, der Aufnahmewinkel sei stets  $90^{\circ}$ ! Senkrechtphotos sind i.R. schwerer lesbar als Schrägphotos, besitzen dafür aber eine weitgehend gleichmäßige Aussagekraft.

FRAGE 39 : Worin unterscheidet sich ein Senkrechtphoto von einer Karte ?

Wenn wir das Bild als ein wichtiges Hilfsmittel - oder als Ersatz - der Karte betrachten wollen, müssen wir uns kurz mit dem Verhältnis von Bild und Objekt der Aufnahme befassen. Die Skizzen a, b und c zeigen den Unterschied zwischen Bild und Objekt bezüglich der Lage; a und b sind Schrägphotos, man bezeichnet das Schrägphoto in b auch als "Steilphoto" (ein Schrägphoto, bei dem der Horizont nicht sichtbar ist, das aber sonst alle Vor- und Nachteile der Schrägphotos aufweist). Für alle Schrägphotos gilt, daß mit Entfernung des Objektes von der Senkrechten Kameraobjektiv - Erdboden deren gegenständliche Verzeichnung zunimmt.



Beim Senkrechphoto treten diese Verzeichnungen nicht auf, allerdings gilt dies nur, wenn der Aufnahmewinkel absolut  $90^\circ$  beträgt und die Gegenstandsebene (Erdoberfläche) keine Unregelmäßigkeiten im Höhenunterschied aufweist, d.h. sie darf kein Relief besitzen. Da diese letzte Forderung nur selten absolut zu erfüllen ist (Oberfläche von Gewässern, große ebane Landflächen), muß mit einer gewissen Verzeichnung gerechnet werden. Sie ist in Gebieten mit geringem Reliefenergie relativ gering.

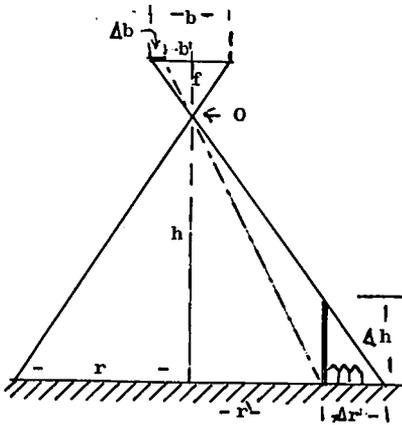
Wir wollen uns im folgenden ausschließlich mit dem Senkrechphoto befassen und es kurz "Luftbild" bezeichnen (Skizze c). Das Verhältnis von Bild(größe) zu Gegenstand(sgröße) bezeichnet man als den Bildmaßstab, es gilt

$$\frac{B}{G} = M = \frac{1}{m_b} \quad (37)$$

Da Flughöhe = Aufnahmeabstand =  $h$  und die Objektivbrennweite  $f$  i.R. bekannt sind (beides wird auf einem Luftbild mitgeteilt), läßt sich der Maßstab auch noch ermitteln:

$$\frac{B}{G} = \frac{f}{h} = \frac{1}{m_b} \quad (38)$$

Formel (38) gestattet die Bildmaßstabberechnung unabhängig von möglicher Verzeichnung durch das Relief. Nehmen wir für die folgenden Über-



legungen an, die Gegenstandsebene sei eine ebene Fläche. Wir können dann die Höhe eines Gegenstandes (z.B. Fabrik= schornstein) mit Hilfe der Länge der Radialstrahlen im Bild ( $b$ ) und in der Natur ( $r$ ) ermitteln. Um die Gegenstands= höhe  $\Delta h$  zu ermitteln, gilt folgende Über= legung (siehe Skizze) : wenn

$$\Delta r = r - r'$$

$$\Delta b = b - b' \quad \text{dann}$$

$$\frac{\Delta r}{\Delta b} = \frac{H}{f}$$

$$\Delta r = \frac{H}{f} \Delta b = \frac{H}{f} (b - b') \quad (39)$$

$$\frac{\Delta r}{\Delta h} = \frac{r}{h} = \frac{b}{f} \quad \rightarrow \quad \Delta h = \frac{\Delta r}{b} f = \frac{H}{b} \Delta b = \frac{H}{b} (b - b') \quad (40)$$

Diese Berechnung gilt aber nur für Messungen an Radialstrahlen!

Da in der Praxis kaum Luftbilder von absolut oder annähernd absolut ebenen Flächen vorkommen, treten durch das Gelände bedingte Lagefehler auf. Im Gegensatz zur Karte wird eine Folge von Geländepunkten im Luft= bild durch Zentralprojektion und nicht in Parallelprojektion abgebil= det (vergl. S. 29, Parallelprojektion = Orthogonalprojektion): B und C liegen nicht mehr senkrecht über B' und C', sondern sie werden horizon= tal verschoben entsprechend Flughöhe ( $h$ ) und Geländeform. Ein höher ge= legener Geländepunkt wird demzufolge im größeren Maßstab abgebildet als ein tiefer gelegener Geländepunkt. Eine Ausnahme bildet nur der di= rekt in der optischen Achse senkrecht unter dem Objektiv gelegene Punkt (Nadirpunkt). Zusätzlich können Lagefehler, auch am Nadirpunkt, entste= hen, wenn der Aufnahmewinkel nicht genau  $90^\circ$  beträgt (Kameraschwankun= gen bei der Aufnahme). Wenn wir jedoch unsere Genauigkeitsforderung nicht zu hoch ansetzen, dann dürfen wir Luftbilder von Gebieten mit geringer Reliefenergie in der Nähe des Nadirpunktes nach obigem Sche= ma ausmessen. Mit zunehmender Entfernung vom Nadirpunkt nimmt aller= dings der Lagefehler sehr schnell zu.

In einem weiteren Fall unterscheidet sich das zentralprojektive Luftbild noch von der Karte: Durch ausgeprägte Geländeunterschiede oder hohe Gebäude entstehen sichttote Räume, Bildfehler, die eine Karte nicht kennt.

### Das Luftbild

Die uns in den meisten Fällen zur Verfügung stehenden Luftbilder werden mit Spezialluftbildkammern, häufig sogar von besonders ausgerüsteten Flugzeugen aus, aufgenommen. Das ist dann notwendig, wenn eine lückenlose Aufnahme eines Gebietes erfolgen soll. Die Kamera, im Boden der Maschine installiert, kann dann entsprechend der Flugeschwindigkeit, in feststehenden Intervallen ausgelöst werden, was eine lückenlose Aneinanderfolge der Aufnahmen gewährleistet (siehe S.101). Ebenso werden auf diese Weise wichtige Daten gleichzeitig mit der Aufnahme auf dem Film festgehalten.

Nehmen Sie bitte das im Anhang beigegefügte Luftbild zur Hand. Es handelt sich hier um eine Normalaufnahme im Format 18x18 cm. Unter dem Bild sind jene Angaben zu finden, die sonst auf der Rückseite eines Bildes stehen: Hersteller mit Aufnahmedatum und Film- und Bildnummer, sowie der Freigabevermerk mit Datum der Freigabe (aus bestimmten Gründen können die regionalen Verwaltungsbehörden die Freigabe eines Luftbildes für die Öffentlichkeit verweigern).

Der Rand eines Bildes ist je nach Aufnahmekamera verschieden, doch ist er immer so angelegt, daß alle notwendigen Mitteilungen erfaßt werden können. Unser Bild zeigt auf dem unteren schwarzen Rand die Abbildung von vier Geräten: Äußerst rechts sieht man das Bild einer Dosenlibelle, der zu entnehmen ist, in welchem Maße zur Zeit der Aufnahme die Optische Achse aus der Senkrechten ausgeschwenkt war. Dann folgt nach links das Bild einer Uhr, dem man die genaue Zeit der Aufnahme entnehmen kann. Das dritte Bild gibt die Skala des Höhenmessers (Statoskop) wieder; im schwarzen Fenster erscheinen die Tausender, unter dem großen Zeiger die Hunderter der metrischen Höhenskala. Das äußerste linke Bild zeigt die Bildnummer innerhalb der Befliegung an (bei manchen Geräten ist diese Nummer erst nachträglich von Hand ausgetragen).

Die Mitte des unteren Randstreifens ist durch eine kleine Dreieckszacke markiert. Bei einem nicht zu scharf beschnittenen Bild finden sich diese Zacken auch auf den drei anderen Bildrändern. Sie dienen zur Ermittlung des Bildmittelpunktes, also jenes Punktes, von dem aus die Radialstrahlen zu konstruieren sind. Unser Bild, das nur eine dieser Zacken aufweist, läßt eine Mittelpunktsbestimmung auf andere Weise zu. In den vier Bildecken befinden sich kleine Kreuzmarken. Verbindet

man die Mittelpunkte der Kreuzmarken diagonal, so erhält man ebenfalls den Bildmittelpunkt.

Nachdem wir jetzt wissen, daß unser Bild aus fast 2.500 m Höhe mit nur geringer Abweichung aus der Senkrechten am 9. Mai 1954 um 11 Uhr, 20 sec. aufgenommen wurde, können wir uns dem Inhalt zuwenden. Wir sehen ein weitgespanntes Spektrum an Grauwerten, die es zu entschlüsseln gilt. Wenden wir uns zunächst den Flächen zu! Ein großer Teil des Bildes zeigt mehr oder weniger regelmäßige Vierecke, die man unschwer als Ackerflächen erkennt, allerdings in verschiedener Tönung, vom hellen Grau bis zum Fast-Schwarz. Daß es sich um Ackerland handelt, zeigt die gleichmäßige Streifenstruktur, die Pflugrichtung. Man betrachte einmal dagegen die schmutziggrauen Flächen in der Mitte des Bildes, sie haben einen "flauschigen" Charakter. Hier handelt es sich um Grünland ohne Pflugfurchung. Innerhalb dieses "flauschigen" Gebietes findet man auch noch dunkle Stellen, die aber Streifenstruktur aufweisen.

Zum oberen Rand des Bildes hin und in der rechten oberen Ecke ist eine weitere Struktur zu erkennen. Sie hat eine scheckige, unregelmäßige Oberfläche, die Abbildung vieler zusammenstehender Bäume, das ist Wald. Die dunklen, relativ gleichmäßigen Flächen sind Nadelwald, während die "gefleckten" Flächen Mischwald angeben. Die dunklen Tupfer in diesen Flecken sind einzelne Nadelbäume oder Nadelbaumgruppen. Etwas heller im Grauwert als die Nadelbäume, der Form nach kleine steile Häufchen (gut zu sehen am oberen Bildrand genau in der Mitte unter dem Weg), zeigen sich die mit frischem Laubgrün besetzten Laubbäume (Mai !), während der unregelmäßige Jungwuchs unter der linken oberen Ecke eine unregelmäßige schmutzig graue Tönung ins Bild bringt.

Wir sehen, daß das Aufnahmedatum für das Lesen eines Bildes wichtig ist. Zwei Monate vorher wäre der Nadelwald zwar kaum anders abgebildet worden, doch hätte das nackte Astwerk der Laubbäume nur ein schmutzig-graues Bild hinterlassen, ggfls durchsetzt vom helleren Grau des trockenen Grasuntergrundes.

Die Grauwertstufung des verschiedenen Grün zeigt sich recht deutlich in den Grünlandflecken der Bildmitte. Man erkennt verschiedene Grautöne, hellere und dunklere, gleichmäßige und "aufgeraute". Die dunklen Flächen zeigen zu dieser Jahreszeit kräftiges Grün an: Sie sind feuchter als die helleren, nicht so "sattgrünen" Flächen. Eine gleichmäßige Fläche läßt auf eine Wiese (Mähwiese) schließen (nach dem Mähen zeigen

sich hier "Mähstreifen"), wohingegen die aufgerauhte, fast tupfige Fläche eine Weide mit den typischen, vom Vieh nicht abgefressenen Grasbüscheln anzeigt (vergl. Frage 30, S. 55 und Antwort 30, S. 72). Häufig findet man auch "wolkiges" Grünland (in unserem Bild nicht vorhanden). Die dunkelgraue flauschige Fläche ist durchsetzt mit kleinen, unregelmäßig verstreuten hellen Flecken. Dieser Eindruck wird durch die vielen blühenden Pflanzen hervorgerufen.

Wir haben erkannt, daß die verschiedenen Grauwerte abhängig sind vom Oberflächenfarbton der jeweiligen Fläche. Für Waldgebiete ergeben sich dadurch jahreszeitliche Grauwertschwankungen, für Grünland sind diese mehr von der Bodenfeuchte abhängig. Komplizierter liegen die Verhältnisse beim Ackerland. Der Oberflächenfarbton eines Ackers ist einmal abhängig von der Bodenfeuchte, wenn die Fläche kahl ist. Ein feuchter Boden (dunkelbraun) erscheint im Bild dunkler als ein trockener Boden. Hinzu kommt noch die jeweilige Grundfarbe der Bodenart, so sind kalkhaltige Böden heller als tonige Böden. Auch der Zustand der Bestellung spiegelt sich in der Farbe wieder: Frisch umbrochene Böden absorbieren wesentlich mehr Licht als gedrillte oder gar gewalzte Böden, allerdings hilft in diesen Fällen bei der Erkennung wesentlich die Oberflächenstruktur mit.

Trägt eine Ackerfläche bereits Vegetation, dann spiegelt sich die Farbe der Pflanzen im Grauwert wieder. Dabei erscheinen grüne Flächen (junges Getreide, Futtergras u.ä.) dunkel. Der Grauton wird heller, je weiter die Jahreszeit vorschreitet und das Getreide gelber wird, vor der Ernte sind die Flächen dann ganz hellgrau. Ackerflächen mit Futtergräsern bleiben dunkel, es sei denn, es treten Trockenperioden ein und die grüne Vegetation vergilbt. Es ist deshalb zu empfehlen, sich bei einer genauen Bildinterpretation zu erkundigen, welcher Witterungsablauf im Aufnahmejahr vorherrschte.

Hackfruchtflächen sind, sobald sie im Kraut stehen, stärker konturiert als Getreideflächen, bei denen mit zunehmender Halmhöhe die feine Furchenstruktur mehr und mehr von einem schwadigen, kontrastreichen Grau überdeckt wird. Bei genauem Hinsehen erkennt man aber dennoch die Saatreihen. Eine kräftige Blattentwicklung bei Hackfrüchten (z.B. Kartoffeln) läßt die Oberfläche einem Grünlandstück ähnlich erscheinen, doch lassen sich auch hier noch recht gut die Furchen erkennen.

Im Falle unseres Bildes haben wir es noch nicht mit reifendem Getreide zu tun, dazu ist die Jahreszeit noch zu früh. Die dunklen Flä-

chen zeigen bereits frisches Saatgrün an (u.a. Winterfrucht), außer diesen gibt es aber wenigstens noch drei verschiedene hellere Grautöne. Wir sagten, daß im Mai noch nicht mit gelbem Getreide zu rechnen ist, um was kann es sich wohl bei diesen Ackerflächen handeln? Überlegen Sie einmal selbst!

Wenden wir uns jetzt den anderen Bildelementen zu. Am auffälligsten ist der durch die untere Bildhälfte verlaufende Fluß. Man erkennt gut, daß er begradigt wurde, seine Altläufe sind noch zu beiden Seiten erkennbar. Sie sind z.T. noch mit Wasser gefüllt (dunkle Oberfläche). Das Wasser erscheint hier mit dunkler Oberfläche, während der Kanalspiegel (rechte untere Bildecke) heller erscheint. Das liegt an dem stark verschmutzten, ölhaltigen Wasser. Bei rasch fließenden oder strömenden Gewässern zeigen sich im Bild deutlich Stromstriche oder gar Wirbel. An einigen Stellen des Flußufers sieht man weiße Flecken oder schmale Streifen: Sandablagerungen oder -auswaschungen.

Auch das Wegenetz erscheint in verschiedener Helligkeit. Die unbefestigten Sandwege sind hell, fast weiß, während die Asphaltstraßen wesentlich dunkler im Ton herauskommen. Aber auch die Waldwege oder die Graswege im offenen Gelände haben eine dunkelgraue Farbe, doch ist ihre Oberfläche nicht so gleichmäßig wie die der Straßen.

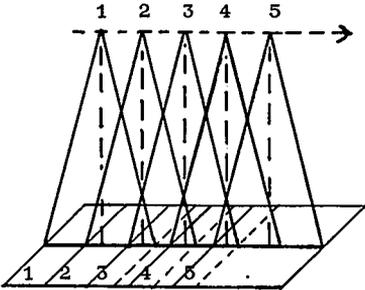
Einen großen Vorteil gegenüber der Karte bietet das Luftbild bei der Betrachtung der Wohnplätze. Wir sehen, jedes Haus ist abgebildet! Es ist auch garnicht so schwer festzustellen, welche Gebäude zu einem Gehöft gehören und auch, welche Funktion die einzelnen Gebäude haben. Unter den hofnahen Flächen sind Gärten und Obstweiden deutlich zu erkennen.

Es soll an dieser Stelle nicht versucht werden, alle Bildelemente zu entschlüsseln, das ist für den einzelnen Betrachter lohnender. An vielen Stellen ist der morphologische Formenschatz gut zu entschlüsseln, aber auch die Kulturgeographie kommt in diesem Bildbeispiel keineswegs zu kurz: Beachten Sie bitte die unterschiedlichen Flurformen! Vor allem versuchen Sie herauszubekommen, welches Gebiet im Bild dargestellt wird (mit Absicht wurde das Aufnahmegebiet nicht angegeben). Als kleiner Hinweis mag dienen: In der rechten unteren Bildecke finden sich kleine runde Flecken oder Kreise; es handelt sich hier um zugepflügte Bombentrichter aus dem letzten Krieg! Außerdem sei mitgeteilt, daß das Bild genordet ist.

## Anwendungsmöglichkeiten des Luftbildes

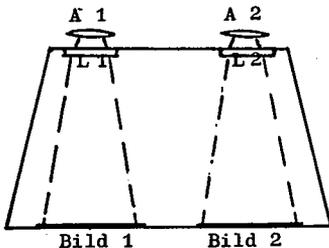
### Stereobilder

Jedes unserer Augen erhält ein verschiedenes Bild, d.h. infolge des Augenabstandes besitzt der Mensch "zwei getrennte Aufnahmestellungen", aus denen in den Gehirnzellen ein räumliches Bild aufgebaut wird. Dabei ist es notwendig, daß beide Bilder eine Überdeckung besitzen, die Sehstrahlen dürfen also nicht so stark divergieren, daß eine unvollständige oder gar keine Überdeckung entsteht. Werden nun Luftbilder so

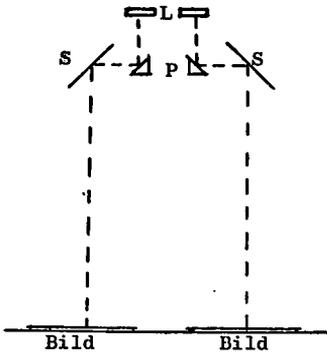


aufgenommen, daß eine gleichmäßige Bildüberdeckung bei gleicher Flughöhe in konstanter Richtung das Ergebnis ist, dann kann man sich den Effekt des räumlichen Sehens auch bei der Luftbildbetrachtung zunutze machen. Die Skizze veranschaulicht die in der Flugrichtung notwendige Bildüberdeckung, sie ist am günstigsten, wenn sie bei 60 % liegt. Man nennt eine solche Bildfolge eine stereoskopische Bildfolge (vergl. S. 97 oben).

Der Stereoeffekt am Luftbild wird dadurch erreicht, daß man zwei Bilder in unmittelbarer stereoskopischer Folge mit einem Linsenstereoskop betrachtet (siehe Skizze unten). An diesem Gerät sind zwei Linsen (L 1 und L 2) in Augenabstand in Höhe der Brennweite über den Bildern (Bild 1 und Bild 2) angebracht. Durch die Linsen kann die Überdeckung nun so beobachtet werden, daß das eine Auge (A 1) den Aufnahmestand 1, das andere Auge den Aufnahmestand 2 der oberen Skizze erfaßt. Auf diese Weise wird das räumliche Sehen, das bekanntlich mit der Entfernung abnimmt, für relativ große Areale eingerichtet. Innerhalb der sich im Bild überdeckenden Bereiche ist es somit möglich, einen plastischen Eindruck des Geländes zu erhalten.



Der Nachteil eines Linsenstereoskopes liegt darin, daß nur immer ein Teil des stereoskopischen Bereiches betrachtet werden kann, da der Bildausschnitt der Linsen verhältnismäßig klein ist. Um einen Gesamteindruck des sich überdeckenden Bereiches zu erzielen, mußte man Geräte konstruieren, die eine wesentliche größere



Bildfläche über großflächige Spiegel und einem Primenvorsatz auf die Betrachtungslinse übertragen. Die Skizze zeigt den Verlauf der Zentralstrahlen in einem derartigen Spiegelstereoskop: Von den Bildern geht der Strahlengang über die Spiegel (S) zu den Prismen (P), von dort zu den Linsen (L), die wie beim Linsenstereoskop in Augenabstand angeordnet sind. Die großflächigen Spiegel bewirken, daß man von der Linsenebene aus das gesamte überdeckte Gebiet gleichzeitig stereoskopisch betrachten kann.

Auch an diesen Geräten ist eine Detailbetrachtung möglich; es wird dazu vor die Linsen ein Fernrohrvorsatz geschaltet, der eine weitere Vergrößerung bei Einengung des Sichtfeldes bewirkt.

Mit Hilfe von Stereoskopen lassen sich recht gut Höhenberechnungen im Sinne unserer Überlegungen auf S. 96 (Gl. 40) durchführen. Mit besonderen Zusatzgeräten kann dies auch mechanisch ausgeführt werden.

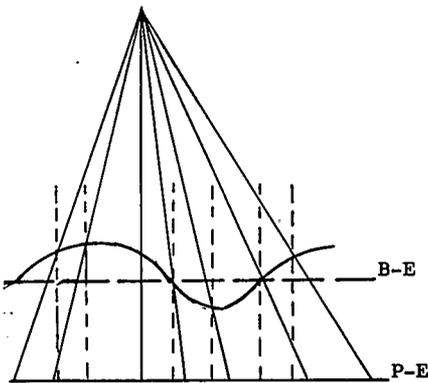
#### Luftbildplan

Wird eine Befliegung so durchgeführt, daß die Bilder nicht nur in einer Reihe lückenlos aneinanderschließen oder sich gar überdecken, sondern eine Vielzahl von Reihen so nebeneinander geflogen werden, daß auch zwischen den einzelnen Reihen Bildüberdeckungen zustandekommen, so erhält man eine geschlossene Bildabdeckung eines beliebig großen Raumes. Die Ergebnisse eines derartigen Flächenfluges werden vor allem kartographisch ausgewertet. Die einzelnen Bilder zeigen allerdings erhebliche Lagefehler (vergl. S. 96). Um nennenswerte Vergrößerungen oder Verkleinerungen zu vermeiden, wird die Flughöhe so gewählt, daß der für die Karte gewünschte Maßstab im Bild erreicht wird. Durch deutliche Markierung der Polygonpunkte im Gelände wird das Gerippe der Vermessung mit in die Bilder eingebracht. Aus dem so entstandenen Bildmosaik muß dann durch Entzerrung, die von Hand aus, durch optische Umbildung oder durch mechanisch optische Projektion erreicht wird, ein Bild gewonnen werden, daß nach Lage, Abbildungsart und Abbildungsverhältnis der gewünschten Karte entspricht. Je nach Maßstab nennt man ein solches Ergebnis Luftbildplan oder Luftbildkarte. Am häufigsten sind bei uns die Luftbildpläne 1:5.000, eine Sonderform der DGK 5.

Leider ist ein derartiger Luftbildplan keineswegs eine exakte Karte. Zwar können Lagefehler weitgehend bereinigt werden, doch bleibt das Ergebnis immer noch ein Mosaik aus verschiedenen Zentralprojektionen (vergl. S. 96). Besonders störend wirken sich hier größere Höhenunterschiede aus. Das bedeutet, daß die einzelnen Reliefunterschiede in verschiedenen Maßstäben abgebildet werden. Eine Entzerrung kann dies nur mildern, nicht beseitigen. Der Luftbildplan ist somit keine Karte; seine große Bedeutung liegt in der Kartennachführung und in der Planung, ein Kartenerersatz ist er im strengen Sinne nicht!

### Orthophotokarte

Die Orthophotokarte ist ein Luftbildplan, bei dem stärkere Reliefunterschiede nach einer anderen Methode kartographisch ausgeglichen werden.



Wir stellten bereits fest, daß Maßstabsunterschiede verschiedener Reliefpunkte gegenüber der Bezugsebene (B-E in der Skizze) störend auftreten. Die Skizze veranschaulicht die Abweichungen zwischen einer zentralprojektiven Abbildung (ausgezogene Strahlen) und einer parallelprojektiven (ortho-) Abbildung (gerissene Strahlen). Man kann diesen Ortho-Effekt in Näherung erreichen, wenn man einen Bildplan in schmale parallele Bildstreifen aufteilt und

diese nacheinander in einer Mäanderbewegung abtastet. Dabei werden die unterschiedlichen Niveaus ermittelt (z.B. durch Stereo-Auswertegeräte) und unterschiedliche "Geländestufen" in einem besonderen Schraffengrundriß aufgezeichnet. Aus dem Schraffengrundriß können dann Isolinien gewonnen werden, die dann als Isohypsen in den Luftbildplan übertragen werden. Das Verfahren kann durch einen Orthoprojektor beschleunigt werden. Dieses Gerät ist so konstruiert, daß die Projektionseinrichtung sich entsprechend der reliefbedingten Maßstabsveränderung auf- resp. abwärts bewegt und dabei einer Abtastvorrichtung folgt, die in Mäanderbewegung das Plangebiet abfährt.

Werden die einzelnen Mäanderstreifen sehr klein gewählt, so erreicht man eine der Parallelprojektion recht nahe kommende Abbildung. Die end-

gültige Orthophotokarte bedarf dann noch etlicher Korrekturen an den Grenzen der Mäanderstreifen, da dort infolge von Niveauunterschieden (verschiedene Abbildungsverhältnisse) Bildversetzungen der Oberflächenbedeckung auftreten (z.B. Versetzung von Straßen, Nutzungsgrenzen u.ä.). Sind diese Störungen ausgeglichen, so ergibt sich eine Abbildung, die im weiteren Sinne als "Karte" angesprochen werden kann. Da die Herstellung von Orthophotokarten auf mechanisch optischem Wege heute wesentlich rationeller, besonders für Gebiete mit größeren Reliefunterschieden, möglich ist, dürfte dieser Art "Karte" ein weites Anwendungsgebiet offenstehen.

### Farbluftbilder

Es bedarf wohl keiner näheren Erläuterung, daß farbige Luftbilder wesentlich leichter zu entschlüsseln sind. Das zeigen schon die in den letzten Jahren stark verbreiteten Luftbildatlanten. Außer den höheren Kosten treten bei Reihen- und Flächenflügen aber Hindernisse auf, die in unseren Breiten klimatologisch bedingt sind. Im Farbbild machen sich schon relativ geringe Beleuchtungsunterschiede unangenehm bemerkbar. Befliegungsgünstige Tage sind recht selten und zudem über längere Zeiträume unregelmäßig verstreut.

Günstigere Zukunftsaussichten dürfte dagegen der Falschfarbfilm (Ektachrome Infrarot Aero-Film) haben. Während ein normaler Film blau-grün-rot-empfindlich ist, besitzt der Spezialfilm eine grün-rot-infrarot-Sensibilisierung. Dadurch tritt eine Verschiebung zum Rot hin auf. Bedeutendes Ergebnis derartiger Filmaufnahmen ist hingegen eine "Farbwertunterscheidung" besonders beim Grün. So wird z.B. Chlorophyllgrün durch ein kräftiges Rot hervorgehoben, wohingegen andere Grünreflexionen mehr oder weniger stark blau hervortreten. Anwendungsbereiche dieses Filmes, der nicht so beleuchtungsabhängig ist wie ein normaler Farbfilm (man denke hier an die für Nebelaufnahmen verwendeten Schwarz-Weiß-Filme mit Infrarotsensibilisierung), finden sich in der Forstwirtschaft, der Archäologie, der Hydrologie und besonders auch in der Kulturgeographie.

Karte und Bild sind verschiedene Abbildungen. Verlangten wir bei der Karte ein hohes Maß an Genauigkeit, so mußten wir erkennen, daß wir beim Bild unsere Forderungen einschränken mußten. Allerdings vermittelt uns ein Bild ein derartig weitgespanntes Spektrum an Aussagemöglichkeiten, daß man gern zu Kompromissen bereit sein wird. Das Bild soll die Karte

nicht ersetzen, es kann die Karte wesentlich ergänzen. Der Geograph sollte sich stets dessen bewußt sein, daß Karte und Bild nicht nur seine Werkzeuge und Hilfsmittel sind, sondern vielmehr als deutlichste und wesentlichste Ausdrucksmittel angewendet werden können.

---

---

---

ANTWORT 36 : Zu jedem "Kapitel" (Deutschland, Mitteleuropa, Kontinente, Erde) gehört eine Anzahl Themakarten. Sie setzen sich zusammen aus den wichtigsten Bereichen der Physio- und Anthropogeographie. Die Reihe beginnt jeweils mit der Physiogeographie (Untergrund, Klima, Bodenbedeckung), auf die die Anthro- resp. Kulturgeographie folgt (Bevölkerung, Wohnen, Wirtschaft, Energie/Verkehr). Umstellungen sind möglich, doch bleibt diese Reihe innerhalb eines Atlas konstant. In vielen Schulatlanten wird der Bereich Deutschland/Mitteleuropa und Erde stärker berücksichtigt als die Kontinente, Europa vielleicht noch ausgenommen.

ANTWORT 37 : Zunächst ist festzuhalten, daß die Reihe a) mit "0" beginnt, während die anderen Reihen mit "1" beginnen ( $0+2=2$ , aber  $0 \times 2=0$ , während  $1 \times 2=2$ , ferner  $0^2=0$ , während  $1^2=1$ ,  $2^2=4$  usw). - Sodann ist festzuhalten, daß die log-Reihe eine verengende Teilung aufweist, die jedoch bei jedem  $10^x$  neu beginnt.

ANTWORT 38: Bei einer Darstellung der Bevölkerungsdichte nach der Flächenmethode ist eine flächentreue Projektion oder Konstruktion nicht unbedingt erforderlich, jedoch wünschenswert. Am leichtesten ist zwar ein Netz nach Mercator zu entwerfen, doch treten bei diesem in höheren Breiten derartige Verzeichnungen auf, daß von der Anwendung abzuraten ist. Da Lagevergleiche auch nicht unbedingt gefordert werden, bietet sich am ehesten die Hammersche Abbildung an. - Eine Bevölkerungsverteilungskarte nach der Punktmethode sollte einen gewissen Schluß auf die Bezugsflächen zulassen. Andererseits spielt hier die richtige Zuordnung der einzelnen Punkte eine nicht zu unterschätzende Rolle. Auch hier fällt die Mercatorkarte aus, da sie allenfalls einen Zonenvergleich zuläßt, doch würde in den Verzeichnungsbereichen eine irreführende Streuung besonders dichter Gebiete auftreten. Man hat somit die Wahl: Ist Flächentreue erwünscht, so nimmt man den Hammerschen Entwurf; wird dagegen ein guter Lagevergleich verlangt, dann empfiehlt sich der Entwurf von Winkel. Die Entscheidung ist oft nicht einfach!

ANTWORT 39 : Zunächst einmal ist auch ein Senkrechtphoto ein Bild, d.h. es ist eine Aufnahme eines Augenblickszustandes, in der alle im Bereich der Optik liegenden sichtbaren Dinge festgehalten werden, also auch solche Einzelheiten, die eine Karte nicht erfaßt (bewegliche Gegenstände, Schatten, aber auch zeitbedingte Zustände, wie blühende Pflanzen, Schnee usw). In dieser Hinsicht besteht kein Unterschied zwischen einem Senkrechtphoto und einem Schrägphoto. - Das Senkrechtphoto zeigt zwar den Bildausschnitt in gleicher Blickrichtung wie eine Karte, doch erfolgt die Abbildung durch Zentralprojektion, während die Karte alle Reliefbedingten Formen in Parallelprojektion abbildet.

### Literaturverzeichnis

Das folgende Verzeichnis enthält empfehlenswerte Literatur, es handelt sich nicht um eine Aufstellung verwendeter Literatur. Die Gliederung soll das Aufsuchen besonderer Interessensgebiete erleichtern.

#### Allgemeine Kartographie - Lehrbücher :

- Arnberger, Erik: Grundsatzfragen der Kartographie (Festschr. z.Kart.Tg Wien 1970, hrsgg.v.d.Österr.Geogr.Ges.), Wien 1970
- Bormann, Werner: Allgemeine Kartenkunde, Lahr 1954
- Bormann, Werner: Gedanken zur Kartographischen Begriffsbestimmung, P M 103/1959 - S. 140
- Bosse, Heinz (Hrsgb): Deutsche Kartographie der Gegenwart in der BRD (Festschr.z.19.Dt.Kartogr.Tag Wien 1970), Bielefeld 1970
- Dickinson, G.C.: Maps and Air Photographs, London 1969
- Eckert, Max: Die Kartenwissenschaft (2 Bde), Berlin-Leipzig 1921/25
- Eckert-Greifendorff, Max - Wilh. Kleffner: Kartenkunde, Berlin 1950 (Sammlung Göschen Nr. 30)
- Finsterwalder, Rich.: Begriffe Kartographie und Karte, Geogr.Taschenbuch 1951/52 - S. 408
- Fordham, H.G.: Maps, their history, characteristics and uses - A handbook for teachers, Cambridge 1921
- Freitag, U.: Bemerkungen zu kartographischen Grundbegriffen, Kartographische Nachrichten (KN) 13/1963 - S. 93
- Freitag, U.: Der Kartenmaßstab - Betrachtungen über den Maßstabsbegriff in der Kartographie, KN 12/1962 - S. 134

- Haag, Heinrich: Die Geschichte des Nullmeridians, Leipzig 1913
- Heissler, Viktor(+) - Günter Hake: Kartographie I (Kartenaufnahme, Netz-  
entwürfe, Gestaltungsmerkmale, topographische Karten), Berlin  
1970 (4.A.) - (Slg Göschen 30/30a/30b)
- Hake, Günter: Kartographie II (Thematische Karten, Atlanten, Kartenverw.  
Darstellungen, Kartentechnik, Kartenauswertung), Berlin 1970  
(Slg Göschen 1245/1245a/1245b)
- Heupel, Alois: Geodäsie und Kartographie, KN 18/1968 - S. 46
- Jensch, Georg: Die Erde und ihre Darstellung im Kartenbild, Braun-  
schweig 1970 (Das Geographische Seminar)
- Krallert, Wilfried: Die Karte, Beiträge zur Begriffsbestimmung und Ab-  
grenzung, Internationales Jahrbuch für Kartographie (I.J.K.)  
1963 - S. 39
- Kühnel, Wolfgang: Der Maßstabsucher - ein Hilfsmittel zur Bestimmung  
des Kartenmaßstabs, KN 16/1966 - S. 108
- Louis, Herbert: Die Maßstabsklassen der Geländekarten und ihr Aussage-  
wert, Geogr. Taschenbuch 1958/59 - S. 527
- Meynen, Emil: Kartographische Fachbegriffe, Geogr. Taschenbuch 1966/69  
- S. 239
- Paschinger, Herbert: Grundriß der Allgemeinen Kartenkunde, I und II ,  
Innsbruck 1953
- Salistschew, Konstantin A.; Einführung in die Kartographie, I (Text=  
band), II (Abb. und Karten), Gotha 1967
- Schmidt-Falkenberg, H.: Kartographie (Sonderdruck aus "Lexikon der  
Geographie"), Braunschweig 1966
- Schneider, Rudolf: Ausgewählte Kapitel aus der Kartographie, Potsdam  
1955
- Sylvester, Dorothy: Map and Landscape, London 1952
- Wilhelmy, Herbert: Kartographie in Stichworten (I Kartenprojektionen,  
II Karteninhalt und Kartenwerke, III Thematische Kartographie,  
IV Kartographische Begriffe - Zeittafel) , Kiel 1966
- Wittmann, Richard: Landkarten A B C , Stuttgart 1962
- Kartenentwurfslehre :
- Balser, L.: Einführung in die Kartenlehre (Kartennetze), Leipzig 1928
- Bartel, Jürgen: Zur Gliederung und Benennung von Kartennetzentwürfen,  
KN 15/1965 - S. 212

- Benzenberg, D.J.F.: Die höhere Rechenkunst und ebene und sphärische Trigonometrie für die Oberlandmesser des Großherzogthums Berg, Düsseldorf 1813 (1. Entwurf der Polyederprojektion !)
- Dahlberg, Richard E.: Evolution of interrupted map projections, I.J.K. 2/1962 - S. 36
- Frischauf, Johannes: Die Polyederprojektion, P M 1910 - S. 29
- Hoschek, Josef: Mathematische Grundlagen der Kartographie, Mannheim 1970 (BI-Taschenbuch 443/443a)
- Hristow, Wl.K.: Über den Übergang zwischen den Soldnerschen und den Gauß'schen Koordinaten, Z.für Vermessungswesen (ZfV) 1950-S.88
- Krüger, L.: Konforme Abbildung des Ellipsoids in der Ebene, Potsdam 1912
- Kyewski, B.: Über die Mercatorprojektion, Erdkunde V/ 1951
- Lee, L.P.: Some conformal projections based on elliptic functions, The Geographical Review 55/1965 - S. 563
- Maling, Derek H.: The Terminology of Map Projections, I.J.K. 8/1968 - S. 11 (umfangreichste Tabelle der Projektionen!)
- Maurer, H.: Ebene Kugelbilder, ein Linnésches System der Kartenentwürfe, PN-Erg.Heft 221 (1955)
- Neumann, L.: Mathematische Geographie und Kartennetzentwurfslehre, Breslau 1923
- Scheffers, Georg - Karl Strubecker: Wie findet und zeichnet man Gradnetze von Land- und Sternkarten, Stuttgart 1956<sup>2</sup>
- Wagner, Karlheinz: Kartographische Netzentwürfe, Mannheim 1962<sup>2</sup>
- Winkel, Oswald: Kurzgefaßte Kartenentwurfslehre, Hamburg-Frankfurt 1951
- Originalkartographie - Kartenwerke :
- Beck, W.: Neuere Entwicklung und gegenwärtiger Stand der topographischen Kartographie in der Bundesrepublik, KN 14/1964 - S. 81
- Bosse, Heinz(Hrsgb): Kartengestaltung und Kartenentwurf , Ergebnisse des 4.Arbeitskurses Niederdollendorf der DGfK, Mannheim 1962
- Kleffner, Wilhelm: Die Reichskartenwerke, Berlin 1939
- Knorr, Herbert: Topographische Kartographie in der Gegenwart, ZfV 94/1969 - S. 504
- Krauss, Georg: Die Arbeiten und Arbeitsverfahren bei der Landesvermessung unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in Nordrhein-Westfalen, ZfV 91/1966 - S. 313
- Landesvermessungsamt NRW : Lie amtlichen Kartenwerke des Landesvermes-

sungsamt Nordrhein-Westfalen, Bad Godesberg 1951

-- -- : Das Reichsamt für Landesaufnahme und seine Kartenwerke, Berlin 1931

-- -- : Fortschritte der Kartographie in verschiedenen Staaten (1964 - 1968), Länderberichte , I.J.K. 9/1969 - S. 74

Deutsche Grundkarte - Katasterplankarte :

Niedersächsisches Landesverwaltungsamt-Landesvermessung: Musterblatt für die Deutsche Grundkarte 1:5.000, Hannover 1964

Göpner, W.: Die amtlichen Pläne und Karten Westdeutschlands im Maßstab 1:5.000 und 1:25.000 - Ihre Entwicklung und gegenwärtiger Stand, Ber.z.deutschen Landeskunde 6/1949 - S. 156

Krauss, Georg: Das Deutsche Grundkartenwerk 1:5.000, Vermessungs techn. Rundschau 1968 - S. 95

Mückenhausen, E. - H. Mertens: Die Bodenkarte 1:5.000 auf der Grundlage der Bodenschätzung, Düsseldorf 1966<sup>3</sup>

Schweissthal, Rudolf: Diskussionsbeitrag zu: Deutsche Grundkarte 1:5.000 oder Luftbildkarte 1:5.000 ? , KN 19/1969 - S. 107

Simmerding, F.: Verwendung und Herkunft des Wortes Kataster, ZfV 94/1969 - S. 333

Willuweit, L.: Ein zeitlich kürzerer Weg für die Herstellung der Deutschen Grundkarte 1:5.000 über Luftbildmessung, Nachrichtn. a.d.öfftl.Vermess.Wesen NRW 2/1969 - S. 82

Topographische Karte 1:25.000 :

Reichsamt für Landesaufnahme: Musterblatt für die Topographische Karte 1:25.000, Berlin 1939

Landesvermessungsamt NRW: Musterblatt für die Topographische Karte 1:25.000, Bad Godesberg 1967

Krauss, Georg: Die Topographische Karte 1:25.000, Allgemeine Vermessungsnachrichten (AVN) 76/1969 - S. 2

Schroeder-Hohenwarth, J.: Das Meßtischblatt. Folgebmaßstab oder topographischer Ausgangsmaßstab?, KN 10/1960 - S. 35

Siewke, Theodor: Wie entsteht unser Meßtischblatt?, Geogr.Rundschau 7/1955 - S. 329

Kleinn, Hans: Ein Vergleich der topographischen Landesaufnahmen von 1841 und 1963 am Beispiel des Blattes Münster/Westf., Westfäl. Forschungen 16/1963 - S. 102

Kutscher, Fritz: Hundertjähriges Bestehen der Geologischen Karte 1:25.000 Ber.z.dt.Landeskunde 40/1968 - S. 121

Topographische Karte 1:50.000 :

Landesvermessungsamt Baden-Württemberg: Richtlinien und Zeichenerklärung für die Bearbeitung der Topographischen Karte 1:50.000, Stuttgart 1955

Beck, W.: Die Topographische Karte 1:50.000, AVN 76/1969 - S. 13

Müller-Miny, Heinrich: Deutsche Landschaften - Geographisch-landeskundliche Erläuterungen zur TK 50, Bad Godesberg 1963 ff

Müller-Miny, Heinrich: Die Topographische Karte 1:50.000 in der Erdkunde und im Erdkundeunterricht am Beispiel des Blattes Ahrweiler, Geogr. Zeitschrift. 53/1965 - S. 171

Topographische Karte 1:100.000 - Reichskarte :

Landesvermessungsamt Bayern: Musterblatt für die Topographische Karte 1:100.000, München 1961

Appelt, G.: Die Topographische Karte 1:100.000, AVN 76/1969 - S. 28

Behrmann, Walter: 40 Blätter der Karte 1:100.000 Ausgabe C - ausgewählt für Unterrichtszwecke, Berlin 1951<sup>4</sup>

Penck, Albrecht: Zur Vollendung der Karte des Deutschen Reiches, Zts. Ges.f.Erdkunde Berlin 1910 - S. 608

Kleine Maßstäbe :

Institut für Angewandte Geodäsie (IfAG): Musterblatt für die Topographische Übersichtskarte 1:200.000, Frankfurt/M 1961

Bürgener, Martin: Die Geographische Landesaufnahme 1:200.000 - Naturräumliche Gliederung Deutschlands - Stand des Werkes, Berichte z.deutschen Landeskd. 39/1967 - S. 132

Meynen, Emil: Maßstabsbedingte Kartengruppen - Das geographische Bedürfnis nach einer Karte im Maßstab 1:200.000, Ber.z.deutschen Landeskunde 17/1956 - S. 276

Schamp, Heinz: Die geologischen Übersichtskarten Deutschlands, Geogr. Taschenbuch 1960/61 - S. 181

Mil.-Geo.-Dienststelle: DMG-Musterblatt für die Bearbeitung Serie M 501 Western-Europe 1:250.000, Bad Godesberg 1961

Watson, William C.: A study of the generalization of small-scale map series, I.J.K. 10/1970 - S. 24

Knorr, H.: Die Topographische Übersichtskarte 1:500.000, AVN 76/1969-S.39

Böhme, Rolf: Die Internationale Weltkarte 1:1.000.000 nach der Bonner Weltkartenkonferenz, KN 15/1965 - S. 205

Lemmer, A.: Die Projektion der IWK 1:1.000.000 (Kritische Betrachtung und Verbesserungsvorschläge), München 1961

Kosack, Hans Peter: Die Internationale Weltkarte als Grundlage für Angewandte Karten, Ber.z.deutschen Landeskunde 6/1949 - S. 91

#### Reliefdarstellung :

Bormann, Werner: Die Streckenbestimmung aus der Höhenlinienkarte und die Eingrenzung ihrer Genauigkeit, PM 97/1953 - S. 193

Heyde, H.: Die Höhenpunkte der amtlichen Kartenwerke der europäischen Staaten und ihre Lage zu Normal-Null, Berlin 1923

Hölzel, Fritz: Zur Geländedarstellung in thematischen Karten, Haack-Festschrift, Gotha 1957 - S. 101

Imhof, Eduard: Kartographische Geländedarstellung, Berlin 1965

Janke, Ralph R.: Morphographische Darstellungsversuche in verschiedenen Maßstäben, KN 19/1969 - S. 145

Lehmann, Johann George: Darstellung einer neuen Theorie der Bezeichnung der schiefen Fläche im Grundriß, oder die Situationszeichnung der Berge, Leipzig 1799 (Entwurf der Lehmann-Schraffen!)

Richter, Hans: Eine neue Methode der großmaßstäbigen Kartierung des Reliefs, PM 106/1962 - S. 309

#### Thematische Kartographie :

Arnberger, Erik: Handbuch der Thematischen Kartographie, Wien 1966

Aurada, Fritz: Synthese, Quantitätsdarstellung und Dynamik - Kernfragen der thematischen Schulkartographie, I.J.K. 8/1968 - S.113

Borcherdt, Christoph: Geographie und Kartographie - Ansichten über einige geographisch-thematische Karten, KN 17/1967 - S. 202

Creutzburg, Nikolaus: Zum Problem der thematischen Karten in Atlasen, KN 3/1953 - Heft 3/4, S. 11

Fliri, Franz: Statistik und Diagramm, Braunschweig 1969 (Das Geographische Seminar - Praktische Arbeitsweisen)

Gleditsch, Kristian - Peter Vold: The utility map, I.J.K. 10/1970, S.148

Hanffstengel, Hans von: Gedanken und Wünsche eines Verkehrsplaners zur Kartographie in Stadtregionen, KN 16/1966 - S. 187

Helhom, Olof: From manual to automated plotting on thematic maps, I.J.K. 2/1962 - 148

Hölzel, Fritz: Perspektivische Karten, I.J.K. 3/1963 - S. 100

- Imhof, Eduard: Thematische Kartographie - Beiträge zu ihrer Methode, Die Erde 95/1962 - S. 75
- Imhof, Eduard: Über den Aufbau einer Lehre der thematischen Kartographie, KN 19/1969 - S. 218
- Jenks, George F.: Generalization in statistical mapping, Annals-Ass.of Amer.Geographers 53/1963.
- Jenks, George F. - Coulson, M.R.C.: Class Intervals for Statistical Maps, I.J.K. 3/1963 - S. 119
- Kilchenmann, André - Ernst Gächter: Neuere Anwendungsbeispiele von quantitativen Methoden, Computer und Plotter in der Geographie und Kartographie, Geogr.Helvetica 24/1969 - S. 68
- Learmonth, A.T.A.: Eine Methode der gleichzeitigen Darstellung zwei veränderlicher Größen mit Hilfe von Isoplethen auf einer einzigen Karte, Erdkunde 13/1959 - S. 145
- Lehmann, Edgar: Die Heimatkunde als Aufgabe der thematischen Kartographie, Geogr. Berichte (Mitt.Geogr.Ges.DDR) 1961 - S. 252
- Meynen, Emil: Bauregeln und Formen des Kartogramms, Geogr.Taschenbuch 1951/52 - S. 422
- Meynen, Emil: Kartographische Ausdrucksformen und Begriffe thematischer Darstellung, KN 13/1963 - S. 11
- Monkhouse, F.J. - H.R.Wilkinson: Maps and Diagrams. Their Compilation and Construction, London 1952
- Müller-Wille, Wilhelm: Stadtkartographie und Siedlungsgeographie, KN 14/1964 - S. 185
- Preobrazenskij, A.I.: Ökonomische Kartographie, Gotha 1956
- Pillewizer, Wolfgang: Ein System der thematischen Karten, PM 108/1964 - S. 231 u. 309
- Schmidt, Rolf D. - Heinz Schamp: Anwendung und Konstruktion von Isoplethendiagrammen, Geogr.Taschenbuch 1958/59 - S. 544
- Thorn, K.: Aussagekraft und Aussagewert thematischer Karten, PM 103/1959 - S. 146
- Werdecker, J.: Kreis und Kugel, Quadrat und Würfel in der Kartendarstellung nach der absoluten Methode, Geogr.Taschenbuch 1949-S.213
- Witt, W.: Thematische Kartographie - Methoden und Probleme, Tendenzen und Aufgaben, Hannover 1967

Karte und Luftbild :

- Ahrend, Martin: Photogrammetrische Auswertegeräte für Kartenherstellung und Koordinatenermittlung, Zeiß-Informationen 59,S.7/ 66,S.130/ 71,S.17
- Albertz, J.: Sehen und Wahrnehmen bei der Luftbildinterpretation, Bildmessung und Luftbildwesen (BuL) 38/1970 - S. 25
- Bodechtel, J.: Zur Methodik tektonischer Messungen in der geologischen Luftbildauswertung, BuL 37/1969 - S. 126
- Dury, G.: The land from the air - A photographic geography, London 1961
- Fezer, Fritz: Die Verwendung des Luftbildes in der Geomorphologie, BuL 37/1969 - S. 161
- Gierloff-Emden, H.G. - H.Schroeder-Lanz: Luftbildauswertung, I und II, Mannheim 1970 (B I-Taschenbuch 358/358a, 367/367a) - Teil III erscheint 1971
- Hansa-Luftbild G.m.b.H.: Luftbild-Lesebuch, Berlin 1934
- Hornberger, Th.: Das Luftbild im Erdkundeunterricht, Film-Bild-Ton 1968 - S. 5
- Jacobi, Ole: Kalibrieren gewöhnlicher Photoapparate und deren Verwendung als Meßkammern, BuL 36/1968 - S. 59
- Krauss, Georg: Die Herstellung von Luftbildkarten, AVN 77/1970 - S.209
- Laer, W.von: Das Taschenmeßstereoskop, Geogr.Taschenbuch 1964/65, S.339
- Martin, Anne-Marie: Luftbild-Archäologie in der modernen Forschung, BuL 36/1968 - S. 178
- Meienberg, Paul: Die Landnutzungskartierung nach Pan-, Infrarot- und Farbluftbildern. Ein Beitrag zur agrargeographischen Luftbildinterpretation und zu den Möglichkeiten der Luftbildphotographie, Münchner Stud.z.Sozial- u.Wirtschaftsgeogr. Bd 1, 1966
- Schmidt-Kraepelin, E.: Methodische Fortschritte der wissenschaftlichen Luftbildinterpretation, Erdkunde 1958 - S. 81
- Schneider, Siegfried: Bildmaßstäbe, Flughöhe und bildbedeckte Fläche bei Senkrechtaufnahmen, Geogr.Taschenbuch 1962/63, S. 314
- Schneider, Siegfried: Die Verwendung der Luftbilder bei Problemen der Raumgliederung, BuL 38/1970 - S. 295
- Schweissthal, Rudolf: Topographische und thematische Luftbildkarten, in: Grundsatzfragen der Kartographie, Wien 1970 - S. 269
- Steiner, Dieter: Die Jahreszeit als Faktor bei der Landnutzungsinterpretation auf panchromatischen Luftbildern gezeigt am Beispiel

des schweizerischen Mittellandes, Landeskdl.Luftbildauswertung  
im mitteleuropäischen Raum, Heft 5, Bad Godesberg o.J.

Troll, Carl: Luftbildforschung und landeskundliche Forschung, Erdkund-  
liches Wissen 12, Wiesbaden 1966

Völger, Klaus: Ermittlung sozio-ökonomischer Daten für die Stadt- und  
Regionalplanung durch Luftbild-Interpretation, BuL 37/1969,S.141

#### Periodica

AVN = Allgemeine Vermessungsnachrichten, Verl.Wichmann, Karlsruhe

BuL = Bildmessung und Luftbildwesen, Verl. Wichmann, Karlsruhe

IJK = Internationales Jahrbuch für Kartographie, Verl. Bertelsmann,  
Gütersloh

KN = Kartographische Nachrichten, Verl. Bertelsmann, Gütersloh

LbuLbM = Luftbild und Luftbildmessung, Hansa-Luftbild G.m.b.H.,Münster

M.Marks.Wes. = Mitteilungen aus dem Markscheidewesen, Verl. Kartenberg,  
Herne

NKV = Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, IfAG, Frankfurt

NÖV-NW = Nachrichten aus dem öffentlichen Vermessungsdienst Nordrhein-  
Westfalen, LVA Bad Godesberg (entsprechende Reihen bestehen bei  
allen Vermessungs- und Katasterbehörden der Bundesländer)

PM = Petermanns Geographische Mitteilungen, VEB Gotha (jedes Heft ent-  
hält einen kartographischen Teil)

VR = Vermessungstechnische Rundschau, Verl. Dümmler, Bonn

ZfV = Zeitschrift für Vermessungswesen, Verl. Wittwer, Stuttgart

Periodisch erscheinende Bibliographien:

Berichte zur deutschen Landeskunde, Verl.d. Bundesforschungsanstalt für  
Landeskunde und Raumordnung, Bad Godesberg

Bibliotheka Cartographica , (im gleichen Verlag)

#### Atlanten-Verzeichnis

Dieses Verzeichnis soll eine Übersicht der empfehlenswerten, z.Zt. im  
Handel befindlichen Atlanten vermitteln. Die mitgeteilten Preise gel-  
ten für den Herbst 1969 (1970).

Schulatlanten:

Diercke-Weltatlas, Westermann, Braunschweig 24,80

Grotelüschen-Otremba-Puls: Unsere Welt - Atlas, Gr.Ausgabe,  
Verl. Velhagen & Klasing, Schroedel, Berlin

Inhof: Schweizerischer MittelschulAtlas, Zürich	
Lautensach: Atlas zur Erdkunde, Verl. Keyser, Heidelberg	22,80
Ormeling: de grote Bosatlas, Verl. Wolters, Groningen	
Westermann,- SchulAtlas, Gr.Ausgabe, Braunschweig	(18,--)
Hausatlanten :	
Bertelsmann-Hausatlas, 62 Ktn-S., Gütersloh 1968	45,--
Columbus-Hausatlas in Wort und Bild, 80 Ktn-S., Berlin 1966	48,--
Goldmann-Handatlas, 172 Ktn-S., München 1968	59,--
Haack-Hausatlas, 64 Ktn-S., VEB-Gotha 1968	32,--
Keyser's Großer Weltatlas, 128 Ktn-S., Heidelberg 1962	49,80
Westermanns-Hausatlas, 423 Karten, Braunschweig o.J.	48,--
Handatlanten - mittelgroße Ausgabe :	
Bertelsmann Großer Weltatlas - Jubiläumsausgabe, 160 Ktn-S., davon 40 S. Themakarten, Gütersloh 1968	128,--
Columbus Großer Weltatlas (Debes-Handatlas), 98 Ktn-S., Berlin 1965	98,50
Goldmann Großer Weltatlas, 122 Ktn-S. u. 96 them.Ktn-S. München 1963	170,--
Herder Großer Weltatlas, 142 Ktn-S., Freiburg 1968	80,--
Herder Neuer Handatlas, 70 Ktn. und 154 Themaktn., Freiburg 1966	168,--
Handatlanten - große Ausgabe :	
Atlante Internazionale del TCI, 173 Ktn-S. und Registerband (Indice dei Nomi), Turin 1968	540,--
Atlas International Larousse, 70 Ktn-S. und Themakarten, Paris 1965	277,--
Haack Großer Weltatlas, 134 Ktn., VEB-Gotha 1966-68	210,--
The World Atlas (Atlas Mira), 250 Ktn-S. und Registerband, Moskau 1967 (Namenplatte in englisch)	295,--
Times-Atlas of the World, 224 Ktn-S., London 1968	215,--

Es ist an dieser Stelle nicht möglich, auch nur in Auszügen auf die Vielzahl thematischer Atlanten hinzuweisen. Hier lasse man sich von zuverlässiger Stelle beraten. Zur eigenen Anschaffung seien aber noch folgende geographisch wichtigen Regionalatlanten empfohlen:

Topographischer Atlas Schleswig-Holstein, Neumünster 1963

- Luftbildatlas Schleswig-Holstein I und II, Neumünster 1965/68  
Topographischer Atlas Niedersachsen (ehem. "Die Landschaften  
Niedersachsens"), Hannover 1970  
Luftbildatlas Niedersachsen, Neumünster 1967  
Topographischer Atlas Nordrhein-Westfalen, Bad Godesberg 1968  
Luftbildatlas Nordrhein-Westfalen, Neumünster 1969  
Hessen in Karte und Luftbild - Topographischer Atlas,  
Teil I, Neumünster 1969  
Luftbildatlas Rheinland-Pfalz, Neumünster 1970  
Topographischer Atlas Bayern, München 1968  
Luftbildatlas Österreich, Wien-Neumünster 1969

## A N H A N G

I. Um eine bessere Übersicht zu vermitteln, habe ich erstmalig im Jahre 1967 versucht, ein System der wichtigsten Abbildungsarten zusammenzustellen. In der Folge ergab sich die Notwendigkeit, einige Änderungen vorzunehmen. Das auf den beiden folgenden Seiten wieder= gegebene System ist natürlich nicht vollständig. Es umfaßt nur die z.Zt. in Deutschland gebräuchlichen Abbildungsarten. Vorwiegend im Ausland verwendete Abbildungen wurden nicht berücksichtigt; ebenso wurde auf rein theoretische Ableitungen verzichtet. Abbildungen, die gleichsinnig angelegt sind (z.B. die Eckert-Reihe I-VI) wurden nur durch den gebräuchlichsten Vertreter aufgenommen. Die unbesetzten Systemflächen können in den meisten Fällen durch Abbildungen gefüllt werden; hier ergibt sich ein gewisser Spielraum für eigene Betätigung! - Zweck der Anlage dieses Systems war es in erster Linie, dem weniger Geübten die Zusammenhänge der verschiedenen Abbildungen näher zu erläutern, allen aber, die mit Kartographie zu tun haben, eine Übersicht zu vermitteln. Ein Anspruch auf Endgültigkeit kann nicht erhoben werden.<sup>1)</sup>

II. Die vierte Seite bringt eine Übersicht der wichtigsten deutschen Kartenwerke, sowie der von ihnen abgeleiteten Spezial-Kartenwerke. Es wurden nur markante Hinweise aufgenommen. Angaben über Verbreitung, Ausführung u.ä. konnten fortgelassen werden. Ebenfalls fehlt der Hinweis auf den jeweiligen Bearbeiter resp. Herausgeber. Wegen ihrer Bedeutung für den deutschen Regionalteil wurden auch die beiden Weltkartenwerke aufgenommen.

Es sei erinnert, daß die Reichskarte nur noch im Stand von 1944, die Übers.Kt.v.Deutschland von ca 1950, die Übers.Kt.v.Mt.Europa von 1943, Vogels Kt.v.Dt.R. von 1934 vorliegt. - Die aufgeführten Spezialkartenwerke haben i.R. nur regionale Verbreitung. Auch diese Darstellung soll nur eine Übersicht vermitteln.

H.Kleinn 1969

<sup>1)</sup>siehe hierzu auch: Maling, Derek H.: The terminology of map projections, I.J.K. 8/1968 - S. 11

System der wichtigsten Abbildungen

1	2	3	4	5	6	7	8	
B	<p>polständig</p> <p><math>r = R \tan \delta</math></p> <p>M = strahl.Gerd. B = Konstr.Krs. geradwegig</p>	<p>Äquatorständig</p> <p><math>r = R \sin \delta</math></p> <p>M = Ellipsen B = Geraden reifentreu</p>	<p>zwischenständig</p> <p><math>r = R \sin \delta</math></p> <p>alle Netzlin. Ellipsen reifentreu</p>	<p>berührend</p> <p><math>r = R \cot \delta</math></p> <p>M = Geraden B = Krsbögen</p>	<p>koni- sche schneidend</p>	<p>zylinder- berührend</p> <p>alle Netzlin. = Geraden</p>	<p>rische schneidend</p>	
D	<p>ortho=</p> <p>graphisch</p> <p>Projektionen</p>	<p><math>r = R \sin \delta</math></p> <p>M u. B wie zentral reifentreu</p>	<p><math>r = R \sin \delta</math></p> <p>M = Ellipsen B = Geraden reifentreu</p>	<p><math>r = R \sin \delta</math></p> <p>alle Netzlin. Ellipsen reifentreu</p>		<p><math>F = 2R^2 \sin^2 \gamma</math></p> <p>alle Netzlin. Geraden (Schnitt b. <math>30^\circ</math>) flächentreu (Behrmann)</p>		
E	<p>stereo=</p> <p>graphisch</p> <p>Echte</p>	<p><math>r = 2R \tan \delta/2</math></p> <p>M u. B wie zentral winkeltreu</p>	<p><math>r = 2R \tan \delta/2</math></p> <p>alle Netzlin. Kreise winkeltreu</p>	<p><math>r = 2R \tan \delta/2</math></p> <p>alle Netzlin. Kreise winkeltreu</p>			<p>(theoretisch)</p>	
F	<p>unechte</p>	<p><math>r = 2R \sin \delta/2</math></p> <p>M u. B wie zentral flächentreu (Lambert)</p>	<p><math>r = 2R \sin \delta/2</math></p> <p>M = Kreise B = Ellipsen flächentreu (Lambert)</p>	<p><math>r = 2R \sin \delta/2</math></p> <p>M = Kreise B = Ellipsen flächentreu (Lambert)</p>	<p>abweitungstr. abgetragene M u. B ergeben Kurven</p>	<p>wie berührend (de l'Isle) genähert flächentreu</p>	<p><math>H = R \cdot 2,302585</math> <math>lg \tan (\gamma/4 + \gamma/2)</math></p> <p>winkeltreu (Mercator)</p>	
G	<p>Abbilc=</p>	<p>konstr. n. F3 alle Netzlin. Ellipsen flächentreu (Hammer)</p>			<p><math>2R \sin^2 \theta</math> <math>(\sin^2 \theta + \sin^2 \gamma) \pi s</math></p> <p>Kugelzone = Kegelzone flächentreu (Albers)</p>	<p><math>B \gamma = B</math> <math>H \gamma = B_0</math></p> <p>quadratische Plattkarte alle Netzlin. Geraden</p>	<p><math>H \gamma = B</math> <math>B \gamma = B_0 \cos</math></p> <p>rechteckige Plattkarte alle Netzlin. Geraden</p>	
H	<p>dungen</p>	<p><math>r = R \arc \delta</math></p> <p>konstr. wie G3 bildgerecht (Aitoff)</p>	<p>B = konz.Krs. um N' M = Bögen flächentreu (Bonne)</p>		<p>konstruiert wie H 5</p>			



Aufnahmedatum: 9.5.1954, Höhe 2.490 m , Film Nr. 5, Bild Nr. 340  
(mit frdl.Erlaubnis der Hansa-Luftbild G.m.b.H., Münster -  
freigegeben Min.f.Wirtschaft u.Verkehr NW, PK 72 vom 15.9.1954)

I		$2\pi R^2 = \pi r^2$ M = Ellipsen B = parl.Gerd. flächentreu (Mollweide)				M = Sin.Bögen B = Geraden, (abwgtreu) flächentreu (Merc.-Sansou)	
J						$y = \sin x$ M = Sin.Bögen B = parl.Gerd. -Pollnie- flächentreu (Eckert VI)	
K		konstruktiv aus H 3 und G 8 vermittelnd (O.Winkel)		konstruktiv F Trapez = F Quadrat flächentreu (Polyeder-Pr.)		M = Sin.Bögen B = parl.Gerd. -mehrpolig- flächentreu (Goode)	
L				konstruktiv wie G 6, aber ungenau (polykon.Prj.)		alle Netzlin. Kurven -mehrpolig- (Philbrick) flächentreu	alle Netzlin. Kurven -einpolig- vermittelnd (O.Winkel)
M						transversal 3°-Zylinder= streifen -winkeltreu - (Gauß-Krüger)	
N						transversal 6°-Zylinder= streifen -winkeltreu (U T M)	

== M bedeutet Meridiane, B bedeutet Breitenkreise ==

(H.Kleinn 1969)

Deutsche amtliche Kartenwerke (Auszug)

M 1:	Bezeichnung	kurz	Blatt= schnitt	Abbildung	Relief	Grenzen (min.)	abgeleitete Spezialkartenwerke
5.000	Katasterplankarte Deutsche Grundkarte	K P K DGK 50 DGK 5	2x2 km "	Gauß-Krüg. "	-- Hza.	(private) Besitzgr.	Bodenkt.a.d.Grdlg.d.Bodenschätzung DGK5Bo Luftbildplan ; Orthophotokarte
10.000	Vergr.d.TK 25	TK25V	3'x5'	Pol.+ "	HL	Gemeindegrenze	Hydrolog.Kt. des Steinkohlenreviers Geologische Spez.kt. ; Bodenkarte ; Flözkarte ; Vegetationskarte
25.000	Topographische Karte	TK 25	6'x10'	Polyeder + Gauß-Kr.	HL	Kreisgrenze und Naturschutzgeb.	Verwaltungskarte (Landkr) ; Moorkarte ; Histor.Exkursionskt. ; Flächennutzungskt des Ruhrgebietes (alte Form)
50.000	Topographische Karte	TK 50	12'x20'	"	z.T.m. Schumg	Kreisgrenze	Kreiskarte Schleswig-Holstein Geol.-bodenkd.-geohydrol.Spez.kt.
75.000	Topographische Karte	TK100	24'x40'	gauß-Krüg.	HL	Kreisgrenze	Histor.-Stat.-Grundkarte
100.000	Reichskarte - Kleinbl. Großbl.		15'x30'	Polyeder +	z.T.Sh Schrif	Kreisgrenze	Verwaltungskarte (Ndsachs., Bayern)
200.000	Top.Übers.Kt.v.Dtld.		30'x60'	Gauß-Krüg. Kegel-Proj	" HL	" "	Verwaltungskarte ; Geol.Übers.Kt. ; Kt.d.naturräuml.Gldg. ; Niederschl.Kt. ; Vegetationskarte (pot.nat.Veg.) Verkehrskarte
250.000	Topograph.Übers.Karte	TÜK200	48'x80'	Gauß-Krüg.	HL	"	Eisenbahn-Straßenkarte (var.Blattschn)
300.000	Western-Europa Übers.kt.v.Mt.Europa	M 501	60'x120'	U T M Polyeder, zT.Kegel Schumg	HL Schrif	" "	Straßenkarte ; Reichsautokarte
500.000	Weltkarte	IWK	20x 30 4'x 6'	Polykdh. "	HS HS	höhere Verw.Grz. "	BRD in Karten ; Stat.Ktn d.DDR
P r i v a t k a r t e n w e r k e (Auszug)							
50.000	Ernst-Kreiskarten		var	var.	--	Kreisgrenze	
200.000	Deutsche Generalkarte		var	polykdh.	Schumg	"	
500.000	Vogels Kt.v.Dt.Reich		20x 30	Kegel Pr	"	höhere Verw.Grz.	Geol.Übers.Kt.v.Dtld(Lepsius)

Erläuterung: Relief, Hza=Höhenzahlen, HL= -linien, HS= -schichten, Schm=Schummerung, Schrif=Schraffen .  
Grenzen(min.), angegeben ist die niedrigste Verwaltungsgrenze; unter höheren Verw.Grz. sind  
Bezirks- resp. Landesgrenzen zu verstehen.

