

6. Bildschirmkarten - ein neues Medium

Einleitung

Ziel dieser Lerneinheit ist die Einführung in die immaterielle Präsentation von Bildschirmkarten. Auf Grund der stetigen Zunahme an Kartenmaterial im Internet wird dem Leser ein Einblick in die Diskussion über attraktive Kartengraphik vermittelt. Ebenso werden die Eigenschaften des analogen Produktes dem Digitalen gegenübergestellt. Es werden die Restriktionen sowie die Möglichkeiten des neuen Mediums aufgezeigt. Aus diesem Zusammenhang erschließt sich die Erweiterung des kartographischen Zeichen- und Variablensystems. Des Weiteren werden die vielfältigen, neuartigen Eigenschaften wie Interaktion, Animation sowie die dreidimensionale kartographische Darstellung vorgestellt.

Inhalt

6. Bildschirmkarten - ein neues Medium

6.1	Attraktive Kartengraphik	3
6.1.1	Warum überhaupt attraktiv	4
6.1.2	Die analoge Papierkarte.....	4
6.1.3	Die digitale Bildschirmkarte	4
6.1.4	Unterschiede zwischen den analogen und digitalen Karten.....	5
6.2	Technische Aspekte der Bildschirmkarte	6
6.2.1	Auflösung	6
6.2.2	Bitmap-Graphik.....	7
6.2.3	Mindestgrößen	8
6.2.4	Hinweise zur Gestaltung von Bildschirmkarten.....	8
6.3	Erweiterung der Karte durch Neue Medien - Die multimediale Karte.....	10
6.3.1	Erweiterung des graphischen Zeichensystems.....	10
6.3.2	Interaktion	12
6.3.3	Animation	14
6.3.4	3D-Visualisierung	16
6.4	Ausblick - Kartographische Visualisierung und Geo-Informationssysteme	18

6.1 Attraktive Kartengraphik

Auf Grund der Zunahme an unattraktiven Karten verfasste SPIESS ein Plädoyer für gute Kartengraphik, dass er 1996 auf dem Kartographiekongress in Interlaken vorstellte. Die folgende Tabelle stellt die positiven den negativen Aspekten, die die Attraktivität einer Karte nachhaltig beeinflussen, gegenüber.

	Positiv beeinflussen die Attraktivität	Negativ beeinflussen die Attraktivität
Karteninhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Neuartige Inhalte • Interessante neue Erkenntnisse • Dynamische Prozesse, Veränderungen • Aktuelle Informationen • Richtigkeit der dargestellten Inhalte • Geometrische Genauigkeit • Gute Synthese der Thematik 	<ul style="list-style-type: none"> • Die üblichen gängigen Themen • Weitgehend altbekannte Sachverhalte • Rein statische Aussagen • Überholte Informationen, mangelnde Aktualität • Falsche Aussagen • Mangelnde geometrische Genauigkeit • Unzulässig grobe Verallgemeinerung der Thematik
Kartengraphik	<ul style="list-style-type: none"> • Feinste Auflösung • Gute differenzierte Signaturen • Signaturierte digitale Daten • Gut lesbare Signaturen und Schriften • Überzeugende Gestaltung der Signaturenform • Gut gewählte graphische Bildichte • Gelungene, gefällige Farbkombination • Guter Bildaufbau • Innovative neue Gesamtlösung • Überzeugendes Layout des Kartenblattes 	<ul style="list-style-type: none"> • Grobe Bildauflösung mit „angefressenen“ Bildteilen • Ungenügende Differenzierung der Signaturen • Digitale Daten ohne jede Signaturierung • Minimaldimensionen unterschritten • Kleinliche, überladene Signaturenzeichnung • Überladenes, unübersichtliches Kartenbild • Schreiende Farben, blasser Farben, unharmonische Farbzusammenstellung • Chaotischer Bildaufbau, fehlende Koordination • Traditionelle, herkömmliche Lösung • Ungeordnetes, chaotisches Layout
Ausrüstung und Marketing	<ul style="list-style-type: none"> • Grosses Kartenformat mit Wirkung auf Distanz • Handliches Format • Leicht handhabbare Falzung • Informatives Titelblatt • Datensatz in gängigem Format • Aggressive Werbung • Billiger Preis 	<ul style="list-style-type: none"> • Kleines, unscheinbares Kärtchen, ein kleiner Ausschnitt aus einer Karte • Unhandliches Falzformat • Kompliziertes Falzmuster • Fehlendes Titelblatt, keine Information über den Inhalt • Exotisches Datenformat oder fehlende Hinweise • Mangelnde Produktinformation • Teures Produkt

Tabelle 1: Positive und negative Faktoren, welche die Attraktivität einer Karte bestimmen. [SPIESS 1996]

Diese Tabelle könnte noch beliebig erweitert werden. Sie zeigt auf, wie fundamental diese Aspekte die Attraktivität einer Karte oder eines digitalen Datensatzes beeinflussen. Die Attraktivität setzt sich aus der Gesamtheit der positiven Eigenschaften zusammen. Im Gegensatz dazu vermag schon ein negativer Aspekt einen Akzeptanzverlust beim Betrachter der analogen oder auch digitalen Karte hervorrufen.

RÄBER und JENNY (2001) fassten diese Aspekte zusammen und formulierten daraus Gründe für eine attraktive Kartengraphik, insbesondere für Webkarten:

- Prägnante Vermittlung räumlicher Informationen
- Karte bleibt lange im Gedächtnis erhalten, wenn sie gut gestaltet ist und zusätzlich verschiedene Medien zur Wissensvermittlung genutzt werden
- Klar und effizient gestaltete Karten wecken Vertrauen in Wahrheitsgehalt
- Missachtung der kartographischen Darstellungsregeln führt zu Fehlinterpretation

6.1.1 Warum überhaupt attraktiv ?

Die Kartographie übermittelt dem Kartenleser mit Hilfe von graphischen Darstellungen nonverbal Informationen über räumliche Bezüge. Die Schwierigkeit liegt darin, aus den verfügbaren Daten interpretierbare graphische Beschreibungen räumlicher Sachverhalte zu gestalten. Ein Grossteil der Karten ist auf einen bestimmten Zweck abgestimmt und so für ihre Nutzer lesbar. Oft werden aber Informationen falsch „verpackt“ (kodiert) und sind daher kaum und schlecht lesbar.

Auffällige Karten steigern die Aufmerksamkeit beim Betrachter, aber auch die an das Produkt Karte gestellten Erwartungen.

6.1.2 Die analoge Papierkarte

Nach Definition ist die klassische Karte die „maßstäbliche verkleinerte, generalisierte und erläuterte Grundrissdarstellung von Erscheinungen und Sachverhalten der Erde, der anderen Weltkörper und des Weltraumes in einer Ebene.“ [Internationale Kartographische Vereinigung 1973].

Die klassische Form der kartographischen Darstellung ist die Karte auf einem materiellen Träger. Diese klassische Karte, oft auch als Papierkarte oder konventionelle Karte bezeichnet, entspricht der materiellen Präsentation von graphischen (analogen) Daten. Die Papierkarte ist Zeichnungsträger und Speicher der Information.

Vorteil	Nachteil
<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Qualität • Hohe Genauigkeit • Gute Übersicht • Hohe graphische Auflösung • Bemerkenswerte visuelle Qualität 	<ul style="list-style-type: none"> • Enorme Herstellungskosten • Aufwendige Produktion • Aktualisierungszyklus • Passive, statische Geoinformation

„Die Vorteile klassischer Kartengraphik zeigen sich in der sehr guten Strukturierung der dargestellten Geoinformation durch ausgewogene Kartengraphik im einheitlichen Maßstab sowie in der Orthogonalprojektion.“ [BRUNNER 2001]

6.1.3 Die digitale Bildschirmkarte

Heutzutage ist es möglich, die Karte als latentes Modell digitaler Daten dauerhaft oder temporär zu repräsentieren.

HAKÉ (1988) definiert diesen Sachverhalt folgendermaßen:

„Die Karte ist ein maßstabs-gebundenes und strukturiertes Modell räumlicher Bezüge. Sie ist im weiteren Sinne ein digitales, graphikbezogenes Modell, im engeren Sinne ein graphisches (analoges) Modell.“

Die Präsentation der Bildschirmkarte ist immateriell (virtuell), ihre Daten liegen in graphisch analoger oder auch in digitaler Form vor. Der Begriff der Bildschirmkarte ist bislang nicht weiter spezifiziert worden und beinhaltet folgende Kartenprodukte:

- Von analogen Vorlagen gescannte Karten
- Digitale Arbeitsgraphiken zur Erstellung analoger Karten
- Karten, als Ergebnis einer Anfrage an ein GIS
- Speziell für den Bildschirm generierte Bildschirmkarten

Diese sehr unterschiedlichen, digitalen Karten nutzen alle den Bildschirm als Visualisierungsschnittstelle. Auf Grund ihrer stark differierenden Eigenschaften lassen sie keine allgemeingültigen Aussagen über die Vor- und Nachteile des jeweiligen Kartentyps zu. Die folgende Tabelle zeigt dies an einigen Aspekten auf.

Bildschirmkarte	Vorteil	Nachteil
Von analogen Vorlagen gescannte Karten	<ul style="list-style-type: none"> • Schnelle Produktion 	<ul style="list-style-type: none"> • Rasterdaten • Mangelnde Auflösung • Zoomen • Scrollen • Verkleinerung der betrachteten Kartenfläche • Bildschirmauflösung • Statisches Produkt
Digitale Arbeitsgraphiken für den Druck	<ul style="list-style-type: none"> • Vektordaten • Gute Druckgraphik • Einfache Fortführung • Schnelles Aktualisieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Scrollen • Zeitaufwendige Ersterfassung (Digitalisierung) • Statisches Produkt • Große Datenmenge bei großformatigen Druckvorlagen (z.B. DinA0)
Karte als Ergebnis einer Anfrage	<ul style="list-style-type: none"> • Vektordaten • Aktualität (abh. von Daten) • Schnelle Produktion • Flexible Auswertung u. Analyse möglich • Multimediafähig • Animation • Interaktion 	<ul style="list-style-type: none"> • Rasterdaten • Kartengraphik genügt selten kartographischen Ansprüchen
Speziell für den Bildschirm generierte Karte	<ul style="list-style-type: none"> • Vektordaten • Multimediafähig • Animation • Interaktion • Geringe Datenmenge • Schnelle Visualisierung 	<ul style="list-style-type: none"> • Vergrößerung der Minimaldimensionen / Mindestgrößen • Relativ kleines Format

Die Vorhaltung „kartographischer Daten“ ist in zwei Hardwarekomponenten getrennt; sie erfolgt durch Speicherung und Visualisierung der Daten. Allerdings weisen die Hardware-Komponenten zur Visualisierung einige nicht unerhebliche technische Restriktionen auf. Die Anordnung der Bildpunkte einer Bitmap-Graphik in einer Rastermatrix erweist sich hierbei als größtes Handicap bei der Bildanzeige von Karten mit feiner Liniengraphik.

6.1.4 Unterschiede zwischen analogen und digitalen Karten

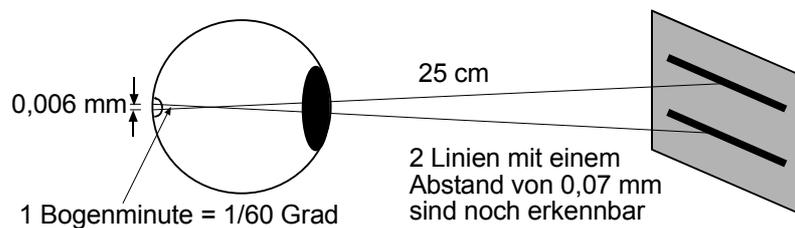
- Ausgabequalität, Auflösung
- Nachführung, Aktualisierung
- Handlichkeit, Format
- Benutzerpotential und Entwicklungspotential
- Portabilität
- Maßstab
- Graphische Dichte, Minimaldimensionen
- Interaktivität
- Animation
- Herstellungskosten
- Genauigkeit der Wiedergabe

6.2 Technische Aspekte der Bildschirmkarte

6.2.1 Auflösung

Die Sehschärfe ist die Fähigkeit, von einem Objekt bestimmte Einzelheiten zu erkennen. Zur exakten Messung der Sehschärfe dient uns das Auflösungsvermögen des Auges.

Bei einer Leseentfernung von ungefähr 25 cm (Leseentfernung für ein Buch) beträgt das menschliche Auflösungsvermögen bis zu 0,07 mm [Brunner 2001], was einem Wert von ca. 360 dpi entspricht.



Auflösungsvermögen des Auges [BRUNNER 2001]

Das Auflösungsvermögen des Auges stellt eine perzeptive physiologische Schwelle dar, auf Grund deren Minimaldimensionen für die analoge sowie auch digitale Kartengraphik festgelegt werden müssen.

Die Auflösung moderner Drucksysteme beträgt heutzutage in der Regel 600 dpi und oft mehr, damit liegt sie deutlich über der Auflösung des menschlichen Auges (Betrachtungsabstand von 25 cm entspricht etwa 360 dpi). Diese hohe Auflösung der Drucktechnik führt zu der gewohnten, „attraktiven“ Kartengraphik.

Bildschirmgröße	Auflösung Bildpunktgröße [mm]			
	800 × 600	1024 × 768	1280 × 1024	1600 × 1200
15"	0,34	0,27	0,21	-
17"	0,39	0,30	0,24	0,19
19"	0,44	0,34	0,27	0,22
21"	-	0,38	0,30	0,24

Auflösung bei üblichen Monitorgrößen [nach BRUNNER (2000) und DITZ (1997)]

Die Auflösung bei CRT-Bildschirmen liegt, wie aus der Tabelle ersichtlich, zwischen 60 dpi (0,44 mm) und 130 dpi (0,19mm). Diese Auflösung ist für die Visualisierung von feinen Liniengraphiken sehr schlecht.

Dem gegenüber steht die analoge Papierkarte mit einer Ausgabequalität von mehr als 1000 dpi standardmäßig; oft sind über 2000 dpi in der Kartographie üblich.

6.2.2 Bitmap-Graphik

Rastermatrix der Bitmap-Graphik

Durch die Geometrie des Bildpunktes werden alle dargestellten Geometrien durch eine Gefüge von (meist) rechteckigen Bildpunkten gebildet. Diese Treppenstufung nennt man Aliasing. Sie tritt besonderes bei feinen Liniengraphiken mit starken Farbkontrast zum Hintergrund auf. Günstige Aliasingeffekte hingegen treten lediglich bei Richtungen nahe 0° und 90° auf. Das Aliasing kann die Lesbarkeit von Bildschirmgraphiken erheblich erschweren.

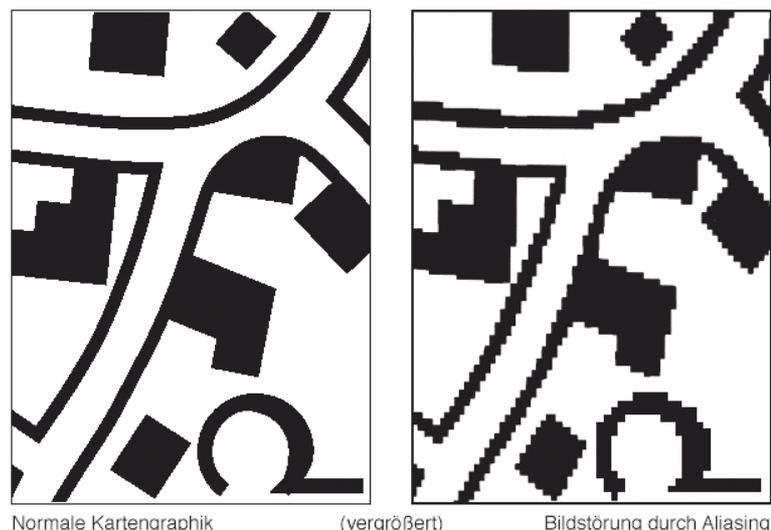
Rasterkonvertierung

Die elektronische Erzeugung einer digitalen Bildschirmgraphik erfolgt durch die Aktivierung einzelner Bildpunkte. Die darzustellende Graphik muss entsprechend der gewünschten Darstellungsgröße auf dem Bildschirm rasterkonvertiert werden. Diese Rasterkonvertierung ist in der Regel hardwareseitig realisiert, kann aber auch in seltenen Fällen softwareseitig erfolgen. Liegen Vektordaten vor, stellt die Rasterkonvertierung eine Aliasierung dar.

Die Rasterkonvertierung sollte so funktionieren, dass Signaturen und Schriften stets gleich in die Bildpunktmatrix konvertiert werden. Dies funktioniert jedoch nur, wenn diese in entsprechender Bitmap-Graphik vorliegen. Aber auch bei optimaler Rasterkonvertierung verbleiben infolge des Aliasing Bildstörungen.

Bildstörung

Die Abbildung zeigt die aus der Rasterkonvertierung der Kartengraphik entstandene Bildstörung durch Treppenstufen, den sogenannten Aliasingeffekt. Die Abbildung verdeutlicht, dass der Aliasingeffekt richtungsabhängig ist.



Bildstörung [(nach SPIESS) BRUNNER 2001]

Antialiasing

Beim Antialiasing werden die Bildpunkte aus Mischfarben der Graphik und des Bildhintergrunds eingearbeitet. Diese Art der Weichzeichnung löst scharfe Konturen auf und minimiert dadurch den Treppenstufeneffekt durch Kantenglättung. Mittels Antialiasing können sehr feine Liniengraphiken erzeugt werden.

6.2.3 Mindestgrößen

Die Mindestgrößen der Bildschirmkarte sind auf Grund der Größe der Bildpunktmatrix des Bildschirms gegenüber der gedruckten Karte deutlich größer zu wählen.

Mindestgrößen in:	Digitalen Karten	Analogen Karten
Feine Linie	0,4 mm (60 dpi)	0,05 mm
Punkt / kleinste Kreisscheibe	3,0 mm (8 dpi)	0,5 mm
Quadrat	1,5 mm (16 dpi)	0,7 mm

Mindestgröße für Karten in elektronischer Bildanzeige
 [(nach MÜLLER und DIETRICH 1998) BRUNNER 2001]

Graphische Mindestgrößen in Karten [HAKE, GRÜNREICH,
 MENG: Kartographie - 8. Auflage, 2002]

Die Kartengeometrie der analogen Karte muss für die Präsentation auf dem Ausgabemedium Bildschirm durch spezifische Vergrößerungen angepasst werden.

Der kartographische Vergrößerungsfaktor hängt von der Betrachtungsdistanz zum Medium ab. Der Betrachtungsabstand zu einer analogen Karte (oder Buch) beträgt in etwa 25 cm, wohingegen der Betrachtungsabstand zu einem Bildschirm zwischen 60 - 80 cm liegt. Somit ergibt sich ein Vergrößerungsfaktor von ca. 2 - 3. Der exakte kartographische Vergrößerungsfaktor berücksichtigt den individuellen Betrachtungsabstand und die Auflösung des jeweiligen Präsentationsmediums.

6.2.4 Hinweise zur Gestaltung von Bildschirmkarten

Schrift

- Nicht jede Schriftart ist für die Bildschirmvisualisierung geeignet.
- Grundsätzlich sollte man Bitmap-Fonts benutzen, da bei ihnen die Lage in der Bildpunkt-Matrix vordefiniert ist.
- Durch das Antialiasing vergrößert sich sowohl die Auswahl, als auch die Verwendung unterschiedlicher Schriftgrößen.
- Auf Schriften mit Serifen sollte man jedoch grundsätzlich verzichten.
- Kursive Darstellung der Schrift ist kritisch, kann aber in Ausnahmesituationen Verwendung finden.

Farbe

- Die großen Flächen der Kartengraphik sollten stets mit hellen Farben gefüllt werden. Für feine Liniengraphik sollte man dunkle Farben verwenden.
- Gelb kommt als reine Strichfarbe prinzipiell nicht in Frage, da sie auf hellen Hintergrund schlecht sichtbar ist.
- Die Hintergrundfarbe sollte in möglichst hellen Farbtönen gestaltet werden, wohingegen Konturen, Schriften und Signaturen dunkel gewählt werden sollten. Diese Ausdrucksform kommt dem räumlichen Wahrnehmungsempfindungen des Betrachters entgegen.
- Grundsätzlich bietet der Bildschirm ein breites Spektrum an Farben an. Durch Nutzung der Web-Safe-Palette (216 Farben) ist die Präsentation auf beliebigen Monitoren gewährleistet.

- Der Farbdruck für analoge Kartenprodukte ist relativ teuer, so dass aus Kostengründen oft auf eine allzu farbenreiche Gestaltung von Karten verzichtet wurde.

Graphische Bilddichte

Die graphische Bilddichte wird durch die Vergrößerung der Kartengeometrie entsprechend aufgelockert.

Bei gleich bleibendem Kartenausschnitt (analog / digital) muss die Darstellung situationsgebunden generalisiert werden.

Symbolisierung

Die Bildschirmkarte bietet vielfältige neue Möglichkeiten der Symbolisierung. Auch hier gelten die Regeln der kartographischen Vergrößerung der Bildschirmvisualisierung. Zudem können Symbole mit Hyperlinks versehen werden und so zusätzliche multimediale Medien aufrufen; z.B. Text, Bilder, Ton, Video, Animation etc.

6.3 Erweiterung der Karte durch Neue Medien - Die multimediale Karte

Oft werden Karten als kurzfristige Arbeitsmittel (Planungsunterlagen) benötigt. Hierbei stellt sich die Frage nach der Notwendigkeit der Erzeugung von traditionellen Karten, die enorme Herstellungskosten beanspruchen und zu gleich eine hohe Qualität widerspiegeln. Diese Arbeitsmittel werden oft nur temporär zur Visualisierung von Planungen und Analysen auf dem Bildschirm benötigt; nach dem Gebrauch wird die Option verlassen.

Da aber gut gestaltete, visuell überzeugende kartographische Darstellungen die Nutzung erleichtern, sollte das Ziel eines jeden Kartographen lauten, eine gute klar strukturierte Kartengraphik zu erzeugen, die ein rasches und eindeutiges Erfassen des Inhaltes zulässt.

Die Attraktivität einer Bildschirmkarte wird durch folgende Parameter positiv beeinflusst:

Graphik:

- Klar differenzierte Signaturen
- Einfach lesbare Symbole und Schriften
- Selbsterklärende Farben in ansprechender Kombination
- Gut gewählte graphische Bilddichte
(analoge Karte: ca. 10 Kartenzeichen pro cm²;
digitale Karten: Reduktion der Kartenobjekte um Faktor 2 - 3, auf 3 - 5 Objekte pro cm²)

Multimedia:

- Navigation / Interaktion
- Maßstabswahl, adaptives Zoomen
- Abfrage von Objekten nach Attributen
- Wahl des thematischen Inhalts
- Änderung der Klassifizierung
- Animation
- Schneller Datenzugriff und schneller Bildaufbau
- Downloadmöglichkeit

Die heutzutage für das Internet kreierten Karten genügen leider selten kartographischen Ansprüchen. Dies mag daran liegen, dass ein Kartenentwurf ohne kartographisch-methodische Kenntnisse zum Scheitern verurteilt sein muss und erklärt gleichzeitig, warum so viele mit kartographiefremdem Fachwissen entworfenen Karten missglücken (vgl. ARNBERGER 1997).

6.3.1 Erweiterung des graphischen Zeichensystems

Die Erweiterung der Karte durch digitale Darstellungsformen bietet die Möglichkeit, neue kartographische Ausdrucksformen mit in den Kommunikationsprozess einzubeziehen, mit dem Ziel einer effizienten Informationsübermittlung.

Die graphischen Variablen nach BERTIN (s. Lernmodul 10 - Lerneinheit 2: Kartengraphik nach Bertin), die den analogen Kommunikationsprozess hinreichend beschreiben, sind nun durch neue Variablen (z.B. akustische Signale, Animation und Interaktion von Kartenzeichen) dem multimedialen Medium anzupassen. Der Kommunikationsprozess ist nun nicht mehr von statischen Kartenzeichen geprägt, sondern kann auf spezielle Anwendungen (z.B. graphische Wegbeschreibung von Punkt „A“ nach Punkt „B“) modifiziert werden. Des Weiteren lassen sich zeitliche und sequentielle Veränderungen einzelner Objekte, sowie auch der gesamten Kartengraphik visualisieren. Die Vielfältigkeit der kartographischen Gestaltung wird nicht mehr allein von Platzangebot und Maßstab bestimmt, sondern von der Anwendung der zu übermittelnden Information. So können Kartenzeichen aktiv und dynamisch bei entsprechender Informationsdichte und Maßstab eingeblendet werden. Zur Systematisierung dieser „neuen“ kartographischen Gestaltungsmöglichkeiten ist die Erweiterung des Variablensystems erforderlich.

Im folgenden werden die aktuell diskutierten Beiträge vorgestellt.

Die bisherigen Ansätze

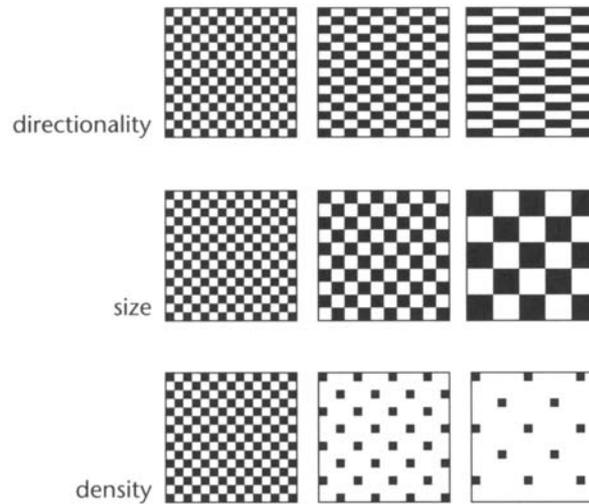
MORRISON (1974) erweitert den bertin'schen Ansatz um die Variablen Sättigung (saturation) und Anordnung (arrangement). Durch die computer-spezifische Farbsteuerung gewinnt die Anwendung von Sättigung als eigenständige Variable zunehmend an Bedeutung, da die Bildverarbeitungsprogramme eine gezielte Ansteuerung der Farbparameter in Helligkeit, Farbton und Sättigung ermöglichen.

	ordinal	nominal	
size	Useable	Impossible	
shape	Impossible	Useable	
color: hue	Possible	Useable	
color: value	Useable	Impossible	
color: saturation	Useable	Impossible	
pattern: texture	Useable	Possible	
pattern: arrangement	Possible	Useable	
pattern: orientation	Possible	Useable	

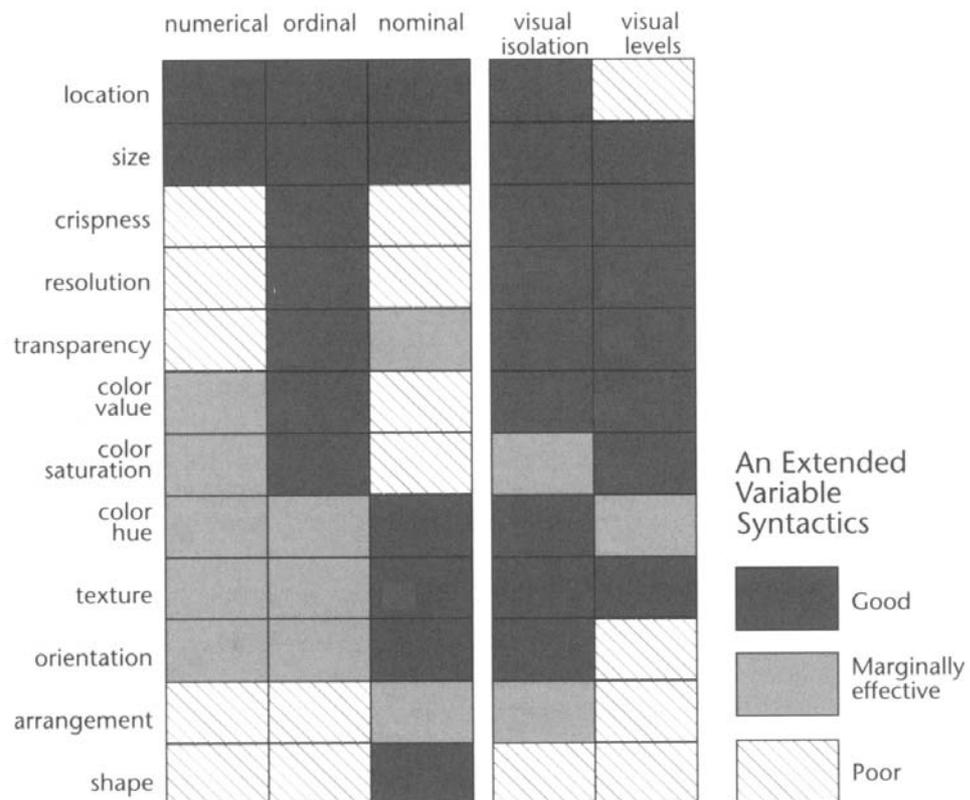
Morrison's variable syntactics

- Useable
- Possible
- Impossible

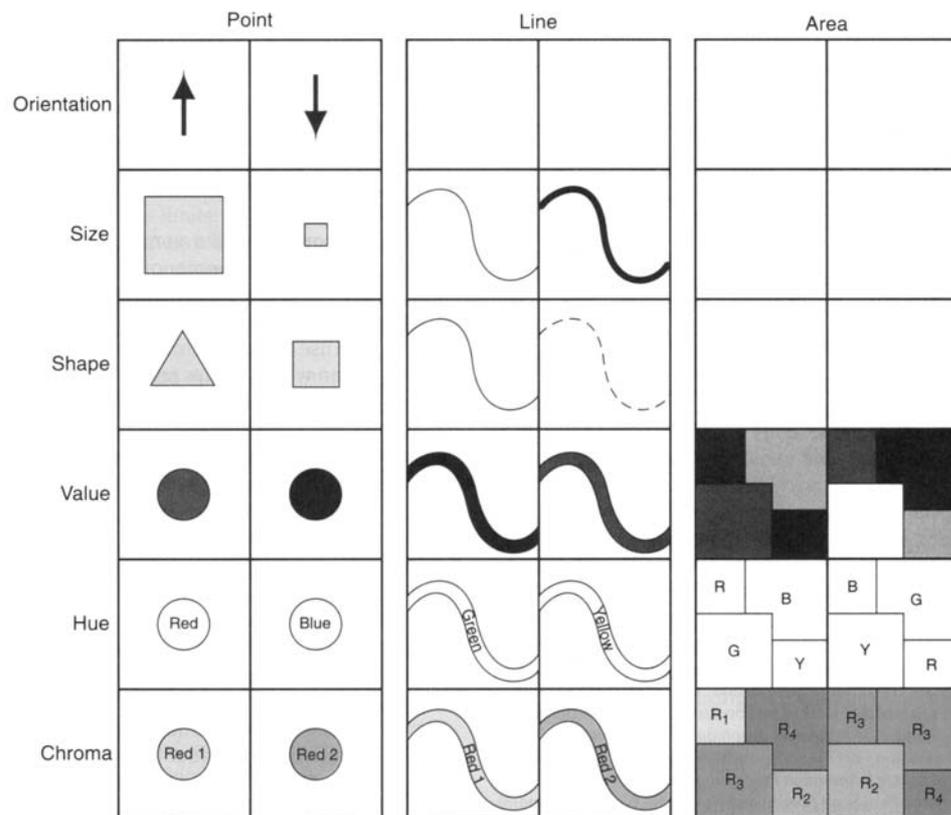
CAIVANO (1990) führt die dreigeteilte Variable Textur ein. Ihre Merkmale differenziert er in Richtungsabhängigkeit (directionality), Größe (size) und Dichte (density). Zwei dieser Merkmale (Größe und Dichte) sind auch in Bertin's Variable Muster (grain) enthalten.



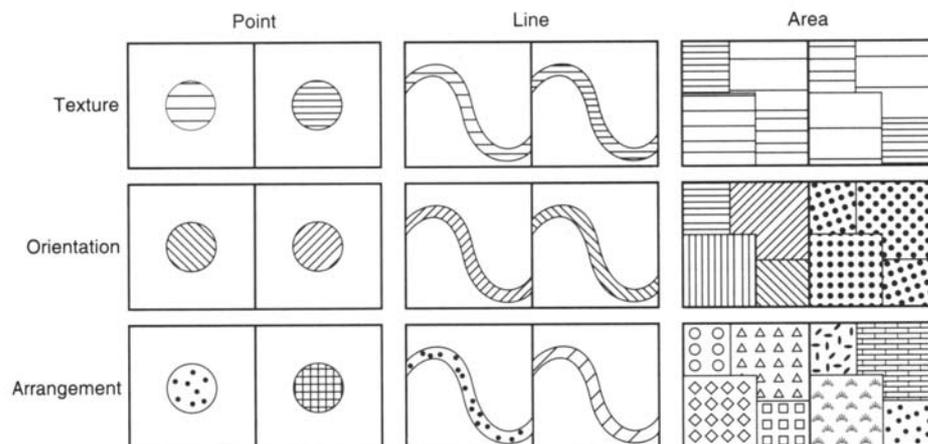
Der Ansatz von MACEACHREN (1995) 1992 beschreibt die Erweiterung um die Variable Detailschärfe (crispness), Auflösung (resolution) und Transparenz (transparency). Nach weiteren Studien führt er die dreigeteilte komplexe Variable Klarheit mit den Merkmalen Schärfe (crispness), Auflösung (resolution) und Transparenz (transparency) ein.



Der Vorschlag von ROBINSON et al. (1995) umfasst den von Morrison 1974 vorgestellten Ansatz. Anders als bei den anderen Vorschlägen erfolgt hier eine Differenzierung in primäre und sekundäre Variablen. Im Unterschied zu Bertin umfasst die primäre Variable Richtung nur richtungsgebundene Signaturen, die folglich als punkthafte Kartenobjekte existieren. Zur Festlegung der Richtung ist eine Referenz, z.B. Nordpfeil, Kartenrahmen, Fadenkreuz etc., erforderlich. Die sekundären Variablen sind auf die von Bertin vorgestellte Variable Muster zurückzuführen. Hier setzt sich die dreigeteilte Variable Muster (pattern) aus den eigenständigen Variablen Musterweite (textur), Musterrichtung (orientation) und Anordnung (arrangement) zusammen. Die sekundären Variablen entstehen durch die Kombination einzelner primärer Variablen.



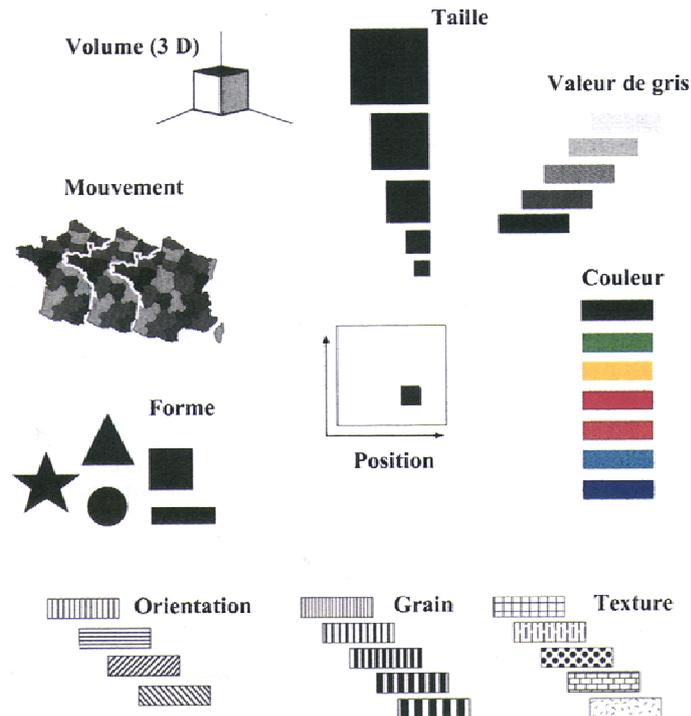
Die primären visuellen Variablen nach Robinson et al (1995)



Die sekundären visuellen Variablen nach Robinson et al (1995)

Die bis an diese Stelle aufgeführten Ansätze sprechen Möglichkeiten der modernen statischen Bildschirmvisualisierung an.

QUODVERTE (1997) beschreibt die Anpassung des graphischen Zeichensystems an heutige Visualisierungstechniken. Dabei wird das bertin'sche Variablensystem um die Variablen Bewegung und Volumen erweitert.



Les variables visuelle [QUODVERTE 1997]

Auch BUZIEK (2001) schlägt die Erweiterung des kartographischen Variablen- und Zeichensystems auf den dreidimensionalen Raum durch Einführung der Variablen Raumdimension, des Zeichenelements Volumen und die Einführung einer Zeitkomponente, vertreten durch das Variablenmerkmal Veränderung, vor. BUZIEK differenziert die Variable Veränderung nach zwei Gesichtspunkten:

- Veränderung zur Darstellung von Bewegung und Prozessen (vgl. DRANSCH 1995)
- Veränderung als Hilfsmittel der Aufmerksamkeitssteuerung

Zusätzlich kann die Variable Veränderung durch folgende Eigenschaften beschrieben werden: Zeitpunkt, Dauer, Reihenfolge, Intensität, Veränderungsfrequenz und Synchronisation (vgl. DRANSCH 1995, MAC EACHREN 1995).

6.3.2 Interaktion

Interaktivität

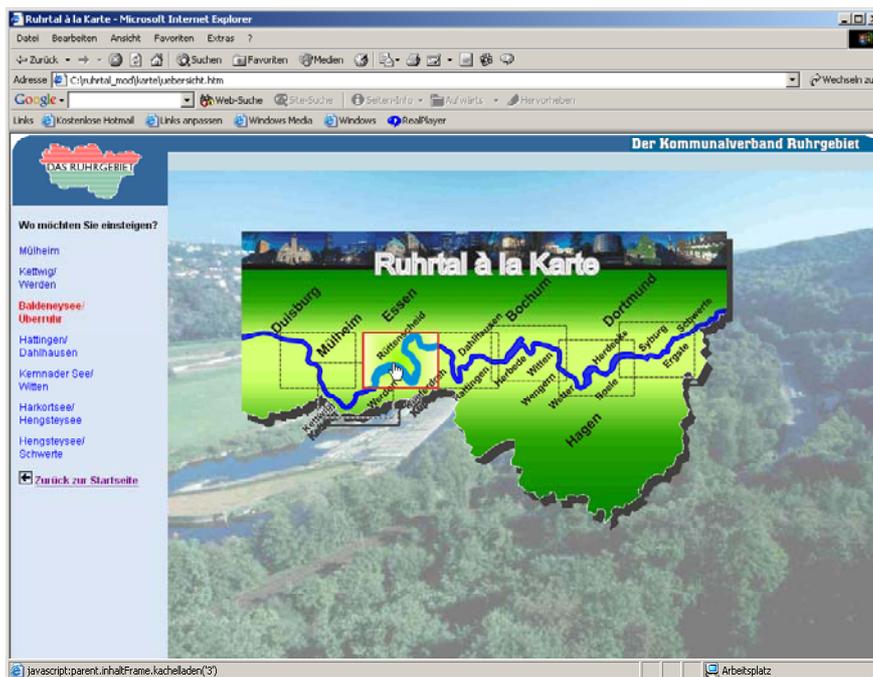
Die Bildschirmkarte als multimediales Medium eröffnet dem Kartographen völlig neue Dimensionen der Kartengestaltung durch die Verlinkung mit Informationen in Form von Bildern, Graphiken, Animationen, Videos und Texten.

Im Zusammenhang mit der elektronischen Datenverarbeitung hat sich der Begriff der Interaktion als Ausdruck für einen Dialog der gegenseitigen Beeinflussung von Mensch und Computer etabliert. Die kartographische Interaktion basiert auf der Übermittlung und dem Austausch räumlicher Informationen. Diese können in drei Gruppen der kartographischen Interaktionen differenziert werden (nach GARTNER [aus NEUDECK 2001]):

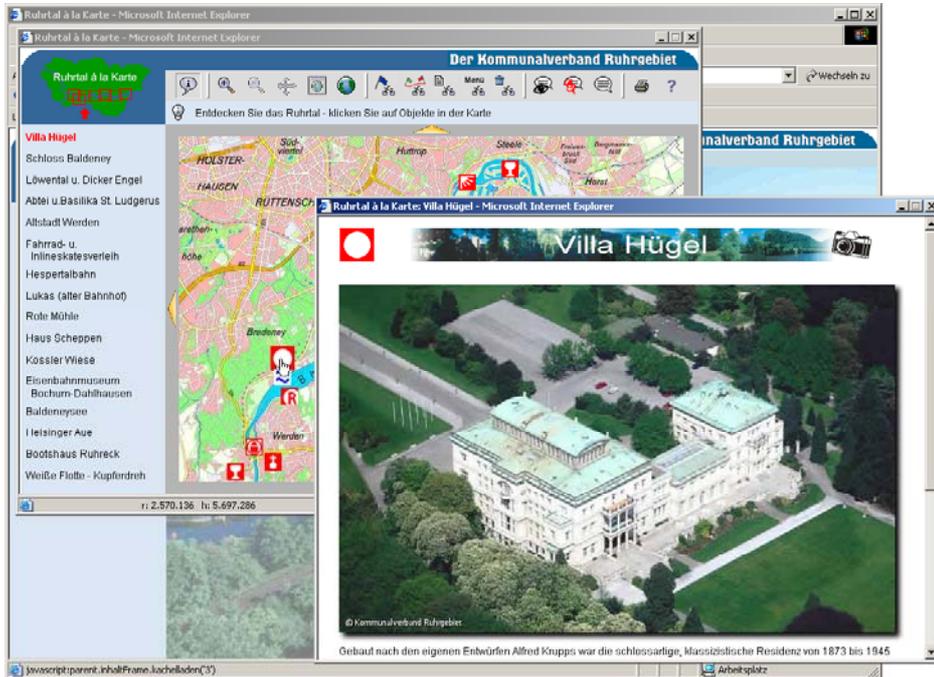
- 1) Auswahl verschiedener Kartenausschnitte und verschiedener Maßstäbe
- 2) Gewinnung von Zusatzinformationen, die nicht im Kartenbild ersichtlich sind
- 3) graphische Interaktion, welche die Gestaltung durch den Leser beinhaltet

Beispiel: <http://www.kvr.de/daten/geodatenserver.shtml>

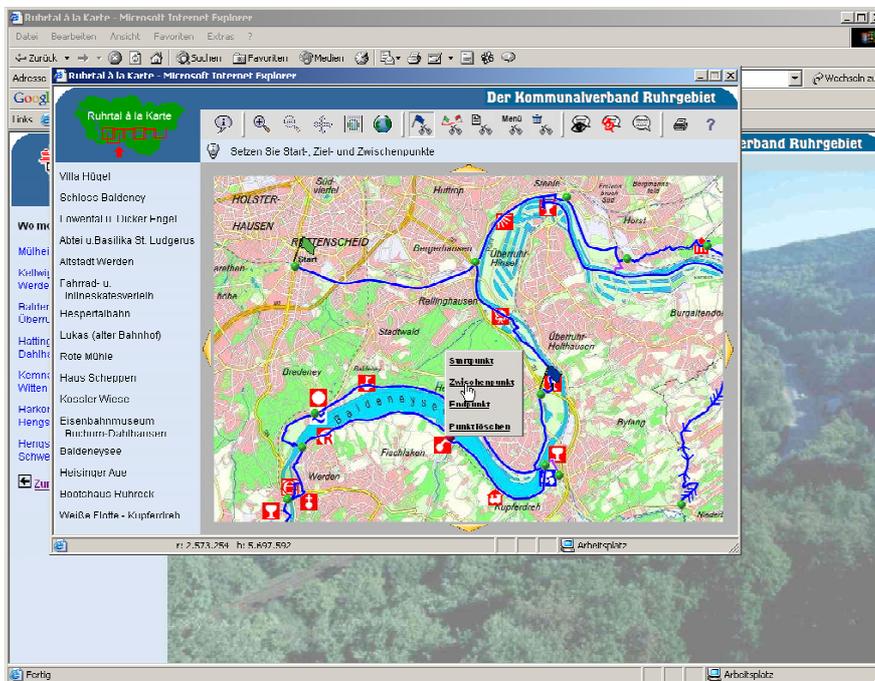
zu 1)



zu 2)



zu 3)



[Projekt: Ruhrtal a la Karte. IKG Uni Bonn und Kommunalverband Ruhrgebiet 2001]

6.3.3 Animation

Die zielgerichtete und möglichst störungsfreie Übermittlung räumlicher Informationen ist das zentrale Anliegen der Kartographie. Die dynamische Visualisierung leistet an dieser Stelle einen neuartigen und mitunter vereinfachten Zugang zu räumlichen Informationen.

Animationen bieten die Möglichkeiten u.a. folgende Thematiken prägnant zu visualisieren:

- Planungsszenarien
- Historische Entwicklung
- Umweltrelevante Prozesse; z.B. Schadstoffemissionen, Überflutungsszenarien, Meteorologische Zusammenhänge
- Raumbezogene Daten durch dynamische Darstellung zu analysieren

In der Kartographie existieren grundsätzlich zwei Anwendungsbereiche der Computer-Animation (vgl. DRANSCH 1995):

- **temporale Animation** - dynamische Darstellung georäumlicher Veränderungen
- **nontemporale Animation** - variable Darstellung georäumlicher Information

Temporale Animation

Die temporale Animation ist definiert als eine Sequenz von kartographischen Darstellungen, die räumliche Veränderungen in bestimmten Zeitintervallen zeigen [Dransch 1995].

Die **Zeit** kann nur über Zustände und Ereignisse, die zu einer Veränderung der Zustände führen, beschrieben werden.

Räumliche Veränderungen sind Prozesse, die Raumstrukturen im Lauf der Zeit ändern. Sie können nach inhaltlichen Kriterien klassifiziert werden, z.B. Migrationsprozesse, Erosionsprozesse oder Diffusionsprozesse, sowie auch durch formale Kriterien. Der formale Ansatz lässt die Definition allgemeiner räumlicher Veränderungstypen zu.

Nontemporale Animation

Die nontemporale Animation ist definiert als Sequenz kartographischer Darstellungen, die die Daten eines Raumausschnittes zu einem Zeitpunkt in unterschiedlicher Weise wiedergeben [Dransch 1995].

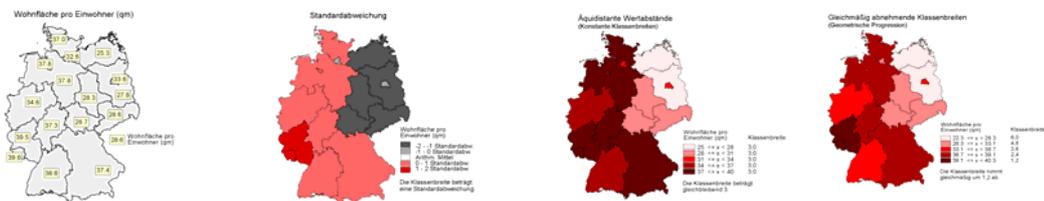
Im Gegensatz zur temporalen Animation, die die dynamische Darstellung räumlicher Prozesse visualisiert, ermöglicht die nontemporale Animation die variable Visualisierung räumlicher Daten. Durch vielfältige Präsentationsformen können die Daten die räumlichen und inhaltlichen Strukturen und Zusammenhänge im Georaum unterschiedlich visualisieren, so dass die Informationsaufnahme seitens des Nutzers unterstützt wird.

Die nontemporale Animation bietet folgende Möglichkeiten (DRANSCH 1995):

- Veränderung der Aufbereitung der Daten
- Veränderung der graphischen Darstellung der Daten
- Veränderung der dargestellten Inhalte

Veränderung der Aufbereitung der Daten

In kartographischen Darstellungen werden oft keine originären Datenbestände genutzt, sondern aufbereitete Daten dargestellt. Dabei beeinflusst die Art der Datenaufbereitung die Darstellung nachhaltig. An dieser Stelle kann die nontemporale Animation durch sukzessives Verändern des Aufbereitungsverfahrens eine Reihe unterschiedlicher kartographischer Darstellungen visualisieren; beispielsweise durch Änderung des Klassifizierungsverfahrens (s. Lernmodul 10 - Lerneinheit 4: Anwendungen der kartographischen Gestaltungsmittel in der thematischen Kartographie - 4.3.5 Bildung und Darstellung von Wertestufen).



Verändern der graphischen Darstellung der Daten

Ebenso wie die Datenaufbereitung beeinflusst die graphische Darstellung der Daten die räumliche Darstellung beziehungsweise den Gesamteindruck der Karten nachhaltig.

Die Veränderungen können sich beziehen auf:

- graphische Ausprägung der einzelnen Graphikobjekte
- Darstellungsmodell
- Perspektive

Dabei vermittelt jeder einzelne Faktor verschiedene graphische Strukturen und Muster, die unterschiedliche Einblicke in die Raumstruktur geben. Die nontemporale Animation ermöglicht den sukzessiven Einsatz dieser unterschiedlichen Faktoren für die kartographische Darstellung.

Veränderung der dargestellten Inhalte

Die Veränderung der dargestellten Inhalte entspricht der Veränderung des Themas oder des Raumausschnitts.

Veränderung des Themas:

- sukzessives Anzeigen von Geobjekten einer Klasse oder von mehreren Klassen sowie
- variable Kombination verschiedener Geobjektklassen

Veränderung des Raumausschnitts:

- Verschiebung des Raumausschnitts oder
- Maßstabsveränderung

6.3.4 3D-Visualisierung

Die 3D-Visualisierung der Kartographie umfasst die abstrahierte Darstellung von Objekten der räumlichen Umwelt (z.B. 3D Stadtmodell, 3D Topographische Karte) sowie die Darstellung dreidimensionaler Datenbestände (z.B. DHM, DGM). Der Bildschirm ermöglicht als zweidimensionales Medium durch verschiedene Verfahren einen räumlichen, plastischen Eindruck zu vermitteln. Aus kartographischer Sicht beschreiben diese dreidimensionalen Modelle kartenverwandte Darstellungen.

Das zugrunde liegende 3D-Modell repräsentiert die Geometrie der Objekte auf Basis eines dreidimensionalen Koordinatensystems. Des Weiteren können innerhalb solcher räumlicher Modelle auch Parameter und Funktionen zur Präsentation und Interaktion festgelegt werden, etwa zur Berechnung von Schattierungen, zur Navigation des Nutzers innerhalb des Modells, Anfrageoptionen sowie Verknüpfungen angebundener Daten und Medien.

VRML (Virtual Reality Modeling Language) ist das zertifizierte Datenformat (ISO-Standard) zur Beschreibung dreidimensionaler Modelle. In der Kartographie dient VRML vor allem zur Modellierung virtueller Landschaften. Hierfür wurde eine Erweiterung mit speziellen georäumlichen Funktionen (GeoVRML) entwickelt.

Einen Überblick über den aktuellen Stand der Entwicklungen vermitteln die Internetportale der Organisationen Web3D Consortium (<http://www.vrml.org>) und der entsprechenden GeoVRML-Arbeitsgruppe (<http://www.geovrml.org>).

Bereits bewährte Anwendungsbereiche sind in der räumlichen Planung und der Architektur zu finden. Dabei unterstützen sie Aufgaben wie, z.B. Visualisierung von Planungsszenarien (Baulückenkataster), im Stadtmarketing (virtuelle Stadtführung) oder Tourismus zur Vermittlung wirtschaftlicher, städtebaulicher, kultureller oder landschaftlicher Einrichtungen bzw. Sehenswürdigkeiten.

Umfassendere Informationen zur 3D-Visualisierung können dem [Lernmodul 11 - Strukturen und Prozesse in virtuellen Welten](#) entnommen werden.

Die folgenden Beispiele können im Internetportal (www.geoinformation.net) im 6ten Kapitel des Lernmodul 10 - Visualisierung von GIS-Lehrstoffen (6.3.4 Dreidimensionale Visualisierung) sowie den zugehörigen Folien betrachtet werden.



Brinckmannstraße Düsseldorf
[VRML-Modell CPA Geo-Information]



Neuer Kirchplatz Ockenheim
[VRML-Modell CPA Geo-Information]

6.4 Ausblick - Kartographische Visualisierung und Geo-Informationssysteme

Die Kartographie leistet einen bedeutenden Beitrag zur Visualisierung von Geoinformation, auf Grund ihrer weitreichenden Tradition und Erfahrung in Bezug auf die nonverbale, graphische Kommunikation von räumlicher Information (s. [Lernmodul 10 - Lerneinheit 1: Kartographische Zeichentheorie](#)).

Ursprünglich dient die analoge Karte zur Visualisierung und Speicherung räumlicher Informationen. Mit der Computer-Kartographie entwickelten sich die ersten Ansätze der automatisierten Erstellung von Karten. Die ersten Informationssysteme (z.B. ALK - Automatisierte Liegenschaftskarte) halten die Daten mit Zusatzinformationen, speziell für die Kartenerstellung eines bestimmten Kartentyps, vor. Ziel ist die digitale Erzeugung eines analogen Kartenproduktes. Die Daten sind nur eingeschränkt für Analysezwecke geeignet. Moderne Geo-Informationssysteme hingegen ermöglichen die flexible Generierung beliebiger Karten aus parametrisierten Daten. Die Stärke dieser Geo-Informationssysteme liegt in der zielgerichteten Anfrage von digitalen Geoinformationen, in Kombination mit einer fachgerechten Präsentation der Analyseergebnisse, die der räumlichen Erkenntnisgewinnung dient und Entscheidungsprozesse unterstützt. Die Qualität der Darstellung ist aus kartographischer Sicht meist unbefriedigend, da diese Geo-Informationssysteme keine Zusatzinformation für die Kartenerstellung in der Datenbank vorhalten.

Geo-Informationssysteme finden weltweit zunehmend Verwendung in unterschiedlichen Aufgabenbereichen, wie z.B. Liegenschaftskataster, Ver- und Entsorgung, topographische und geowissenschaftliche Landesaufnahme, Raumordnung, Regionalplanung, Umweltschutz, Fahrzeugnavigation usw. Langfristig werden die klassischen Geo-Informationssysteme, die aus den traditionellen Landeskartenwerken, den vielfältigen thematischen Karten und Atlanten bestehen, durch die modernen Geo-Informationssysteme mit ihren flexibleren Auswertemöglichkeiten abgelöst werden.

Literaturverzeichnis

- Asche / Hermann 1994/95** Asche, H., Herrmann, C.: **Desktop Mapping in der thematischen Kartographie. Stand der Technik und Marktübersicht.** In: Kartographisches Taschenbuch 1994/95, S. 75-91.
- Bollmann / Koch 2001** Bollmann, J.; Koch, W.G. (Hrsg.): **Lexikon der Kartographie und Geomatik - A bis Karti.** . Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg Berlin, 2001.
- Bollmann / Koch 2002** Bollmann, J.; Koch, W.G. (Hrsg.): **Lexikon der Kartographie und Geomatik - Karto bis Z.** . Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg Berlin, 2002.
- Brunner 1995** Brunner, K.: **Digitale Kartographie an Arbeitsplatzrechnern.** In: Kartographische Nachrichten, Bd. 45 Heft 2. 1995, S. 63-68.
- Brunner 2000** Brunner, K.: **Limitierungen bei der elektronischen Bildschirmanzeige von Karten.** In: Schmidt, B. und Uhlenkücken, C. (Hrsg.): Visualisierung raumbezogener Daten: Methoden und Anwendungen, Band II. Beiträge zum 3. GeoViSC-Workshop 25. September 2000. IfGIprints, Band 8. Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Geoinformatik, Münster, S. 35.
- Brunner 2001 a** Brunner, K.: **Kartengestaltung für elektronische Bildanzeige von Karten.**
URL: <http://www.bauv.unibw-muenchen.de/institute/inst10/wwwSites/Kartographie/Professurseiten/PDF-Dateien/Bausteine.pdf>
- Brunner 2001 b** Brunner, K.: **Kartengraphik am Bildschirm - Einschränkungen und Probleme.** In: Kartographische Nachrichten, Heft 5, 2001, S. 233.
- Buziek et al 2000** Buziek, G.; Dransch, D.; Rase, W.-D. (Hrsg.): **Dynamische Visualisierung.** Springer Verlag, Berlin, 2000.
- Buziek 2001** Buziek, G.: **Eine Konzeption der kartographischen Visualisierung.** Habilitationsschrift, 2001
- Dickmann / Zehner 1999** Dickmann, F.; Zehner, K.: **Computerkartographie und GIS.** Westermann Verlag Braunschweig 1999.
- Dransch 1995** Dransch, D.: **Temporale und nontemporale Computer-Animation in der Kartographie.** Dissertation. Reihe C - Kartographie - Band 15. Selbstverlag Fachbereich Geowissenschaften, Freie Universität Berlin, 1995.
- Hake / Grünreich 1994** Hake, G.; Grünreich, D.: **Kartographie.** 7. völlig neu bearb. u. erw. Aufl., Verlag Walter de Gruyter Berlin New York, 1994.
- Lutterbach 1997** Lutterbach, D.: **Auswirkung der Bildschirm-Visualisierung auf die kartographische Darstellung der raumbezogenen Planung.** Dissertation. Schriftenreihe des Instituts für Kartographie und Topographie der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Heft 24, 1997.
- MacEachren 1995** MacEachren, A.M.: **How Maps Work - Representation, Visualization, and Design.** The Guilford Press New York London, 1995.
- Neudeck 2001** Neudeck, S.: **Zur Gestaltung topografischer Karten für die Bildschirmvisualisierung.** Dissertation. Schriftenreihe des Studiengangs Geodäsie und Geoinformation der Universität der Bundeswehr München, Beilage zu Heft 74, 2001

Quodverte 1997 Quodverte, P.: **La Représentation Cartographique, ou l'Art de Concervoir des Cartes**. In: Comité Français de Cartographie 1997, S. 19 - 31.

Spiess 1996 Spiess, E.: **Attraktive Karten - ein Plädoyer für gute Kartengraphik**. Hrsg: Schweizer Gesellschaft für Kartographie. In: Kartographie im Umbruch - neue Herausforderungen, neue Technologien - Beiträge zum Kartographiekongress Interlaken 96 - zugleich 45. Kartographentag, 1996.

Räber / Jenny 2001 Räber S.; Jenny B.: **Attraktive Webkarten - in Plädoyer für gute Kartengraphik**. In: Tagungsband Symposium Web.Mapping, 2001.

Robinson et al 1995 Robinson, A.H.; Morrison, J.L.; Muehrcke, P.C.; Kimerling A.J.: **Elements of Cartography**. 6th Edition. New York, Chichester: John Wiley & Sons, 1995.